

## APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA NA REGIÃO DO SUDOESTE DO PARANÁ

Ricardo Nagamine Costanzi (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) [ricardocostanzi@gmail.com](mailto:ricardocostanzi@gmail.com)

Danielle Martins Cassiano de Oliveira (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

[danielle.mcassiano@gmail.com](mailto:danielle.mcassiano@gmail.com)

Adriana Zemiani (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) [adrianazemiani@gmail.com](mailto:adrianazemiani@gmail.com)

Aline Hanny Peralta (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) [aline.hanny@gmail.com](mailto:aline.hanny@gmail.com)

### Resumo:

A intensa utilização da água para atividades de consumo populacional, industrial e para a agricultura causa um stress hídrico nos mananciais de captação da água. Algumas atividades industriais por utilizarem em seus processos grande quantidade de água geram efluentes. Para ocorrer a minimização do elevado consumo de água, a concepção do reúso em processos industriais se apresenta como um recurso plausível. Desta forma, foi realizado um estudo em uma indústria metalmeccânica para a implantação de um sistema de captação da água da chuva utilizando o telhado da indústria, com o intuito de destinar a água captada para a lavagem das peças, lavagem dos pisos e no teste de bico de mangueira. Além dessas aplicações, há também a utilização nos banheiros da indústria. Por meio do histórico de 30 anos de precipitação da cidade, pelos cálculos do reservatório de armazenamento da água pluvial e pelo consumo diário da água foi possível realizar o dimensionamento da captação da água da chuva. O estudo verificou que a indústria pode substituir grande parte da água consumida pela de aproveitamento pluvial, além disso, fará uma alta economia anual com a implantação do sistema e terá um período de retorno do investimento de 5 anos.

**Palavras chave:** Reúso, aproveitamento pluvial, indústria.

## RAIN WATER UTILIZATION IN METAL MECHANICS INDUSTRY IN PARANA SOUTHWEST REGION

### Abstract

The intensive use of water for population consumption, industrial and agriculture activities causes water stress in the springs of water catchments.

Some industrial process activities generate effluents by using their large amount of water. To minimize the high water consumption, the concept of reuse in industrial processes is presented as a plausible resource. Thus, a study was conducted in a metalworking industry for the implementation of a rainwater harvesting system using the roof of the industry, in order to allocate the collected water for washing parts, floor washing and testing hose nozzle. In addition to these applications, there is also the use in industry bathrooms. The capture of rainwater was dimension by the history of 30 years of the city rush, the storage reservoir calculations of rainwater and the daily water consumption. The study found that the industry can replace much of the consumed water by rain water. Also, a high annual savings will occur with the implementation of the system and will have a payback period of the investment of 5 years.

**Keywords:** reuse, rain water utilization, industry.

## 1. Introdução

A intensa urbanização da população e o rápido crescimento da industrialização provoca uma alta demanda dos recursos hídricos. Altas proporções de indústrias se estabelecem próximas a rios e mananciais. Esta situação provoca a poluição pela descarga dos efluentes industriais no qual ameaça a vida aquática e o abastecimento de água.

Os setores que mais consomem água no Brasil são a agricultura e a indústria. De acordo com a atividade econômica de cada estado ou região, o setor da agricultura supera o consumo da indústria devido ao alto consumo de água, porém a indústria gera grande quantidade de efluentes. Desta forma, o reúso da água é uma forma de diminuir o consumo deste setor.

O reúso da água é o aproveitamento das águas previamente utilizadas uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original (LAVRADOR FILHO, 1987).

A alta demanda pela água na indústria bem como o seu elevado custo, têm levado às indústrias a avaliar o reúso e a possibilidade de comprar efluente tratado à preço inferior ao da água potável fornecido pela companhia de abastecimento. Áreas industriais possíveis de utilização do efluente tratado seria a irrigação de áreas verdes de instalações industriais, lavagens de pisos, alguns tipos de peças, principalmente na indústria metal mecânica (HESPANHOL, 2002).

Zatonni et al. (2011) Fizeram o aproveitamento da água de chuva em uma indústria metal mecânica com o objetivo de consumir menos água da companhia de abastecimento, devido ao volume de chuvas na região de São José dos Pinhais e à qualidade da água coletada verificou-se que seria viável esse sistema. A água de chuva apresentou valores de turbidez de 1,8 UNT, pH de 6,1, DQO de 15 mg/L e DBO de 1,3 mg/L.

Com o objetivo de reúso do efluente de uma indústria metal mecânica, OENNING JUNIOR e PAWLOWSKY (2007) utilizaram tecnologias de carvão ativado, filtração por osmose reversa, ozonização e dióxido de cloro. A técnica de adsorção com carvão ativado e filtração por osmose reversa forneceram os melhores resultados em termos de qualidade do efluente para reúso, a ozonização apresentou melhor eficiência apenas na desinfecção de coliformes totais e fecais. O dióxido de cloro foi o que apresentou a menor eficiência entre as tecnologias.

O objetivo do trabalho é realizar o aproveitamento da água da chuva em uma indústria metalmeccânica na lavagem das peças produzidas, na lavagem do piso, no teste do bico de mangueira, bem como fazer o reúso direto na lavagem das peças. O aproveitamento da água da chuva também será realizado na descarga dos banheiros da indústria, com a finalidade de minimizar a utilização da água de abastecimento público e reduzir o custo do consumo.

## 2. Materiais e Métodos

Inicialmente fez-se necessário a identificação da possibilidade de utilização da grande área de cobertura da indústria, que se trata de uma indústria de metalmeccânica localizada na região sudoeste do Paraná.

A área coberta das instalações possui cerca de 2617,00 m<sup>2</sup>. Correlacionando a cobertura das instalações industriais e a média pluviométrica da região é possível prever a disponibilidade de água a ser coletada. Para a simulação da cobrança pelo uso da água utilizou-se dados de uma simulação da HidroWeb para a bacia do Iguaçu.

## **2.1. Caracterização da empresa**

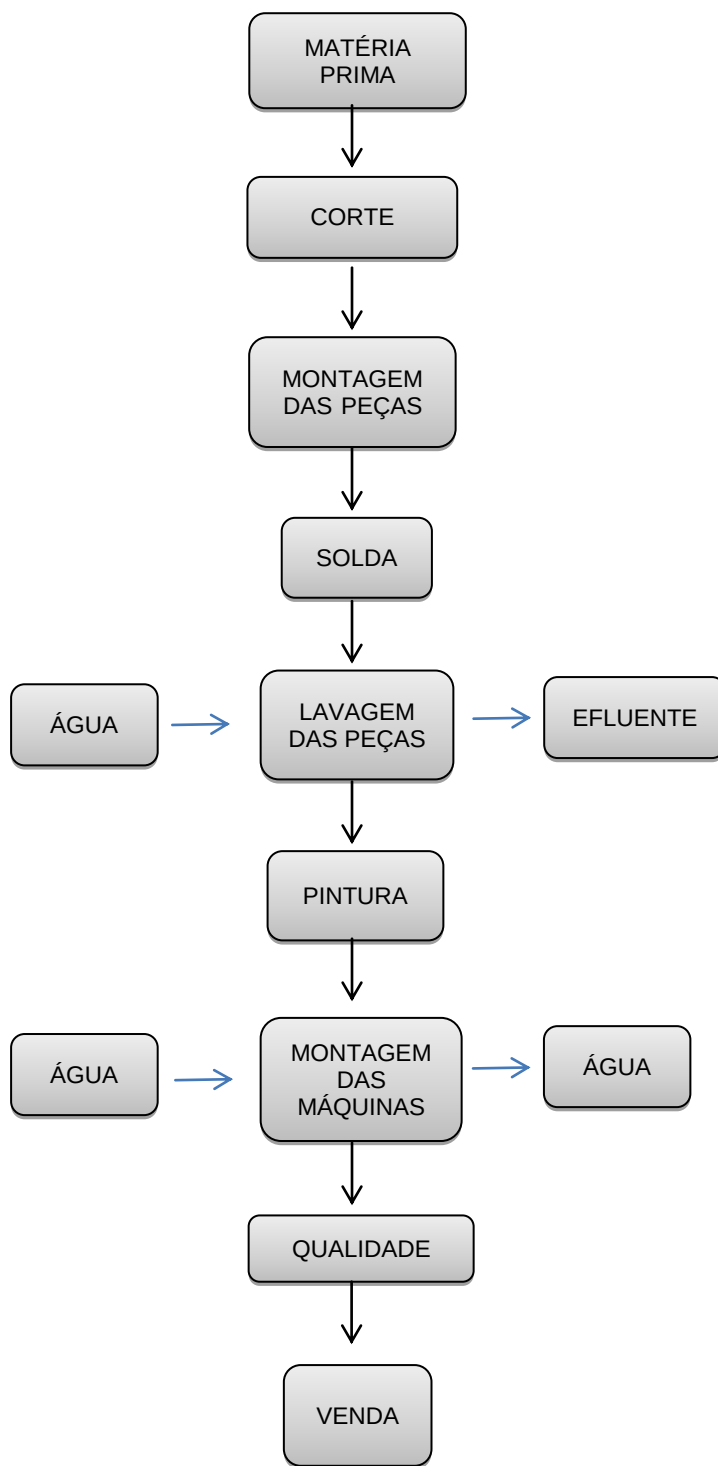
A empresa desenvolve atividades de metalmecânica e fabrica implementos agrícolas (pulverização, barras hidráulicas, guincho e outros). Seu funcionamento é de segunda a sexta – feira das 7:30 às 11:45 e 13:30 às 18:00 horas. Atualmente a empresa conta com 50 colaboradores, entre os setores de administração, vendas, fabricação e entrega.

### **2.1.1. Localização**

A empresa de metalmecânica está localizada em Santo Antônio do Sudoeste, no sudoeste do Paraná. Encontra-se instalada em uma área industrial do município e não possui árvores em torno da empresa ou nenhuma construção que possa servir de barreira para coleta de água da chuva.

## **2.2. Produção (fluxograma do processo)**

O Fluxograma 1 esquematiza a sequência de processos dos produtos fabricados na empresa.



Fluxograma 1: Fluxograma do processo de produção das máquinas.

### 2.3. Qualidade da água

A Tabela 1 apresenta as características de diferentes autores para efluentes de águas pluviais.

| Parâmetros                              | Furnaro e Gutz, 2000 | May, 2004 | Philippi, 2005 |
|-----------------------------------------|----------------------|-----------|----------------|
| pH                                      | 4,7                  | 6,7       | 7,9            |
| Cor                                     | -                    | 25,2      | 37,1           |
| Turbidez                                | -                    | 0,9       | -              |
| Cálcio                                  | 10                   | 5,3       | -              |
| Magnésio                                | 2,9                  | 0,4       | -              |
| Dureza                                  | -                    | -         | -              |
| ST                                      | -                    | 30        | -              |
| SST                                     | -                    | 1         | 2,5            |
| SDT                                     | -                    | 19        | -              |
| Sulfato                                 | 16                   | 5,6       | -              |
| Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) | -                    | presença  | 23,9           |
| Coliformes Totais (NMP/100 mL)          | -                    | 54        | -              |

Tabela 1 - Caracterização de águas pluviais.

## 2.4 . Consumo em cada setor

Para definir a quantidade de água necessária para o armazenamento, levantou-se o consumo de água da indústria. Os locais de consumo identificados com possível potencial de utilização do aproveitamento da água de chuva são apresentados na Tabela 2:

| Pontos de consumo          | Consumo              | Unidades           | Frequência de uso         | Demanda Diária    |
|----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|
| Sanitários                 | 8 L /descarga        | 50                 | 2 vez / funcionário / dia | 800 L             |
| Cozinha (torneira)         | 3,45 L /min          | 1                  | 1 horas / dia             | 207 L             |
| Lavagem de piso            | 2 L / m <sup>2</sup> | 500 m <sup>2</sup> | Mensal                    | 33,33 L           |
| Lavação de peças           | 3000 L / Unidade     | 2                  | Mensal                    | 230,76 L          |
| Teste de bico de mangueira | 15 L/ unidade        | 15                 | Diário                    | 225 L             |
| <b>Total</b>               |                      |                    |                           | <b>1.496,09 L</b> |

Tabela 2 - Pontos de consumo de água.

A demanda diária de água da indústria é de aproximadamente 14,96 m<sup>3</sup> por dia, ou seja, 40 m<sup>3</sup> por mês.

## 2.5. Dimensionamento

O dimensionamento da captação da água da chuva foi realizado por meio de uma planilha, que considera a precipitação de 30 anos da cidade de Santo Antônio do Sudoeste, cidade em que o projeto será executado.

Os cálculos do reservatório de armazenamento da água pluvial foram realizados com base na fórmula 1 que leva em consideração a área de captação, o consumo, precipitação pluviométrica e o coeficiente de runoff.

Fórmula 1:

$$Q = C \times I \times A$$

Q – Volume de água pluvial (m<sup>3</sup>\* T<sup>-1</sup>);

C – Coeficiente de runoff (considerou-se 0,8);

I – precipitação pluviométrica ( $\text{mm} \times 10^{-3} \cdot \text{T}^{-1}$ );  
A – área de coleta ( $\text{m}^2$ );

Por meio da simulação de armazenamento da água de chuva, concluiu-se que será adotado um reservatório de água de chuva de  $5 \text{ m}^3$  para a lavagem das peças, lavagem dos pisos e no teste de bico de mangueira. Com um consumo diário de 458,3 L/d de água da chuva, uma área de drenagem de  $1817 \text{ m}^2$  conforme a Tabela 3. O número de dias em que o reservatório ficaria vazio nos 30 anos é de 824 dias, obtendo uma eficiência de 92%.

| Coleta para lavagem peças, piso, teste |       |
|----------------------------------------|-------|
| Consumo (L/d)                          | 458,3 |
| Volume reser. (L)                      | 5000  |
| Area d. ( $\text{m}^2$ )               | 1817  |
| Coef. De retorno (0 a 1)               | 0,8   |
| Dias com reservatório vazio            | 824   |
| Eficiência (%)                         | 92    |

Tabela 3 - Coleta para lavagem peças, piso, teste

O consumo de água dos banheiros diariamente é de 800 L/d. O reservatório a ser adotado para a coleta pluvial no consumo dos banheiros será de  $4 \text{ m}^3$ , a área de coleta do telhado dessa parte é de  $800 \text{ m}^2$ . O número de dias em que o reservatório ficaria vazio nos 30 anos é de 2721 dias, obtendo uma eficiência de 73% apresentado na Tabela 4.

| Coleta para uso nos banheiros |      |
|-------------------------------|------|
| Consumo (L/d)                 | 800  |
| Volume reser. (L)             | 4000 |
| Area d. ( $\text{m}^2$ )      | 800  |
| Coef. De retorno (0 a 1)      | 0,8  |
| Dias com reservatório vazio   | 2721 |
| Eficiência (%)                | 73   |

Tabela 4 - Coleta para uso nos banheiro.

A área de coleta foi projetada de acordo com o telhado da indústria como apresentado na Figura 1.

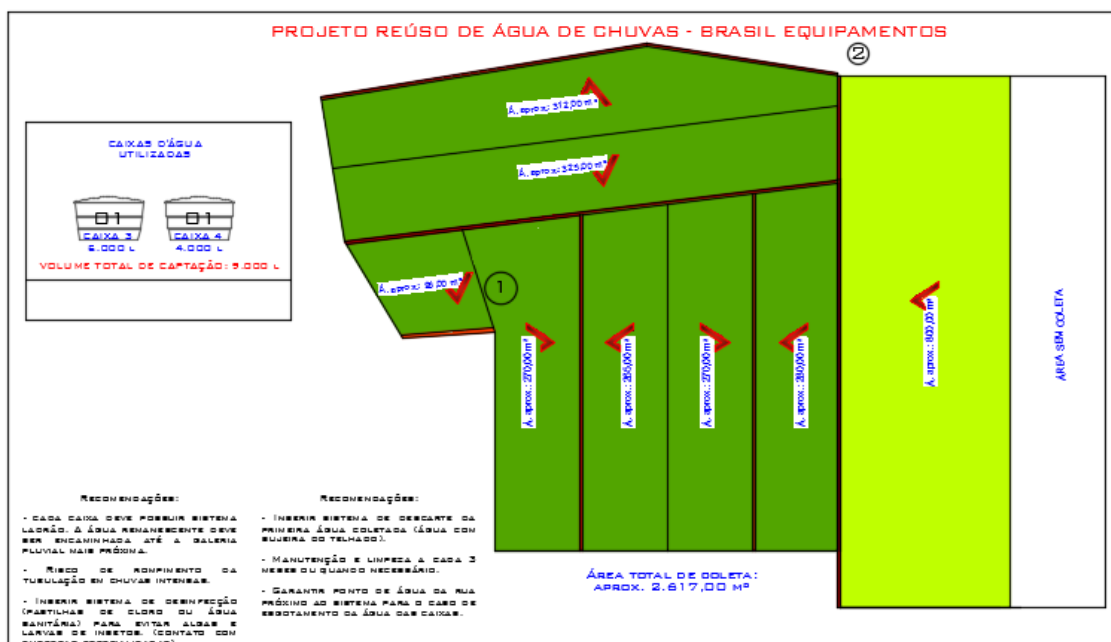


Figura 1 - Projeto de aproveitamento água pluvial AutoCad.

## 2.6. Outras formas de reúso

Além da coleta da água da chuva, existem outras formas para reutilizar a água dentro da indústria, e desta forma conseguir diminuir o consumo de água.

### 2.6.1. Efluente gerado no processo

Antes de receber a pintura as peças de ferro passam por um processo de lavagem. No processo de lavagem das peças de aço ocorre uma imersão e esfrega das mesmas em um tanque de 2 m<sup>3</sup> contendo uma solução de água e produto específico para remoção de graxa, posterior as esfrega as peças passam por enxague em outro tanque de 2 m<sup>3</sup> contendo água limpa.

A solução é preparada a uma proporção de 20 L de água pra 1 L de produto. O produto em questão é o RUST TREE (desengraxante), a solução é sempre completada de acordo com o nível do tanque de lavagem e somente é trocada por completo a cada 6 meses.

Segundo as especificações técnicas do fabricante, este produto é biodegradável e somente precisa passar por um tratamento de decantação e posterior inertização podendo então ser lançado no corpo hídrico.

Atualmente a água utilizada para este processo é água da Sanepar, porém com a implantação do sistema de reúso da água da chuva todo o processo de lavagem passará a receber água proveniente do reúso.

Outra forma de reúso a ser implantada neste processo de lavagem, será o reuso de água em cascata. Este método consiste em reusar a água do último tanque (tanque de enxague), no primeiro tanque (tanque de esfrega) conforme esquema da figura 2.

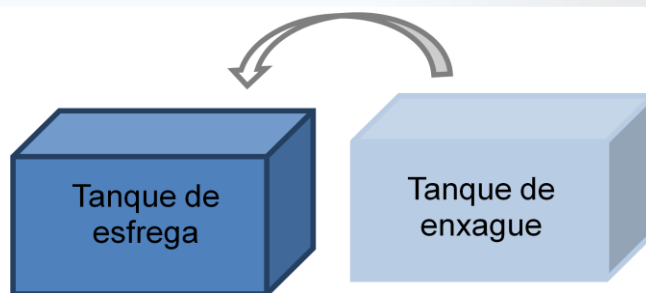


Figura 2 - Esquema do reuso de água da lavagem das peças.

### 3. Resultados e discussões

O valor mensal do consumo de água foi verificado na conta de água da indústria metalmeccânica na cidade de Santo Antônio do Sudoeste no valor de R\$ 244,34.

A Tabela 1 a seguir apresenta a relação de materiais necessários para implantação do projeto de reuso da água na residência, os materiais foram orçados com base nos valores médios disponíveis no mercado.

| Material                 | Metragem            | Unidades | Valor Orçado |
|--------------------------|---------------------|----------|--------------|
| Calha                    | 169 m               | -        | R\$ 4.056,00 |
| Cisternas 5000 L         | -                   | 2        | R\$ 1970,90  |
| Cisterna de 4000 L       | -                   | 2        | R\$ 1.600,00 |
| Cano PVC 50 mm           | 37,7 m              | -        | R\$ 223,68   |
| Cano PVC 32 mm           | 64,03 m             | -        | R\$ 137,91   |
| Joelho PVC 50 mm         | -                   | 7        | R\$ 20,30    |
| Joelho PVC 32 mm         | -                   | 6        | R\$ 3,60     |
| Registro PVC 32 mm       | -                   | 1        | R\$ 28,95    |
| Registro PVC 50 mm       | -                   | 1        | R\$ 53,90    |
| Adaptador soldável 32 mm | -                   | 5        | R\$ 9,50     |
| Adaptador soldável 50 mm | -                   | 2        | R\$ 5,00     |
| Clorador Flutuante       | -                   | 2        | R\$ 49,6     |
| Peneira                  | -                   | 2        | R\$ 44,9     |
| Filtro                   | -                   | 2        | R\$ 220,00   |
| Bomba ½ CV               | -                   | 1        | R\$ 148,06   |
| Chave Bóia               | -                   | 2        | R\$ 23,62    |
| <b>TOTAL</b>             | <b>R\$ 8.595,92</b> |          |              |

Tabela 1 - Material orçado para implantação do Projeto de Reuso.

#### 3.1. Custo da água tratada

A Tabela 2 apresenta os custos com o gasto de água com e sem reuso.

| Utilização               | Consumo mês     | Consumo dia      | Valor /Mês        |
|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Sem reuso                | 40 m³           | 1.496,09 L       | R\$ 244,34        |
| Com reuso                | 4,96 m³         | 207 L            | R\$ 50, 84        |
| <b>TOTAL de Economia</b> | <b>35,96 m³</b> | <b>1289,09 L</b> | <b>R\$ 193,50</b> |

Tabela 2 - Economia com a implantação do Projeto de Reuso de água.

O período de retorno é o tempo em que será recuperado o investimento para a implantação do projeto.

Neste caso foi calculado o período de retorno aplicando a fórmula 2 que considera a taxa de juros anual.

Fórmula 2:

$$(R - EL) \times \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n \times i} \right] = INV$$

R – receita devido a economia com o consumo de água de reúso;

EL – custos de operação e manutenção;

i – taxa de juros mensal;

n – número de anos;

INV – investimento inicial;

O valor mensal de economia foi de R\$ 193,50/ mês, logo, anualmente teremos uma economia de R\$ 2.322,00.

Dividindo o gasto pela economia temos um tempo de retorno de aproximadamente 5 anos.

Deve-se ressaltar que, o projeto pode apresentar alguns riscos, como por exemplo, haver um evento de chuva intensa na qual o volume de precipitação exceda as taxas históricas, o que pode acarretar em um extravasamento do reservatório da água pluvial, mesmo este possuindo um ladrão.

O sistema a ser implantado na empresa deve passar por manutenções e reparos anualmente, a falta de reparo poderá comprometer o bom funcionamento do sistema.

#### 4. Conclusão

O sistema de captação da água da chuva projetado apresenta-se como uma alternativa de alta economia para a indústria e um período de retorno relativamente rápido. Com uma economia anual de R\$ 2.322,00 e período de retorno de 5 anos.

Após a realização do estudo foi perceptível que as necessidades de boa parte da água demandada pela indústria de metalmecânica, pode ser suprida pelo uso de água de chuva armazenada, pois existe um volume de chuva suficiente para ser armazenado, porém é recomendado o apoio de outras fontes.

Este projeto apresenta também um lado sócio-ambiental de extrema relevância, tendo em vista que aos olhos da população, do setor privado e do setor público a indústria em questão terá um diferencial sustentável, podendo agregar valor ao seu trabalho.

#### 5. Referências

**FORNARO, A.; GUTZ, I. G. R.** *Acid Deposition and Related Atmospheric Chemistry at the São Paulo Metropolis, Brasil: Part II – Contribution of Formic and Acetic Acids*. São Paulo, 2000. Proceedings: São Paulo: FRG 2000.

**HESPANHOL, I.** *Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos-RBRH. São Paulo. V. 7, n. 4, p. 75-95. Dezembro, 2002.

**LAVRADOR FILHO, J.** *Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil*. 1987.198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1987.

**MAY, S.** *Estudo do aproveitamento de águas pluviais para consumo não potável em edificações*. 2004. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

**OENNING JUNIOR A., PAWLOWSKY U.** *Avaliação de tecnologias avançadas para o reúso de água em indústria metal-mecânica*. Engenharia Sanitária e Ambiental. V.12. N. 3. Setembro, 2007. p. 305-316.

**PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H.; PETERS, M. R.; LAPOLLI, F. R.** *Reúso de águas cinzas (Greywater) e água de chuva em uma unidade residencial.* In: 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2005.

**ZATONNI, G. T., TEXEIRA, C. A.; BEZERRA, S. M. C., GADDA, T. M. C., TEXEIRA, S. H. C.** *Aproveitamento de Água de Chuva Em Uma Indústria Metal-Mecânica na Região Metropolitana de Curitiba-PR - Estudo de Caso.* In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, Dezembro, 2011.