

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 - A Disponibilidade de água no planeta

O cosmonauta russo Iuri Gagarin resumiu em uma pequena frase "A Terra é azul". A água é um recurso natural abundante em nosso planeta, porém 97.5% deste recurso é salgado. A água doce corresponde a 2.5%. Desta pequena quantia, 68.9% estão nas calotas polares e nas regiões montanhosas como picos nevados; 29.9% são águas subterrâneas; 0.266% nos rios e lagos e 0.934% na atmosfera e biomassa (segundo SHIKLOMANOV (1997) , *apud* SETTI (2000)).

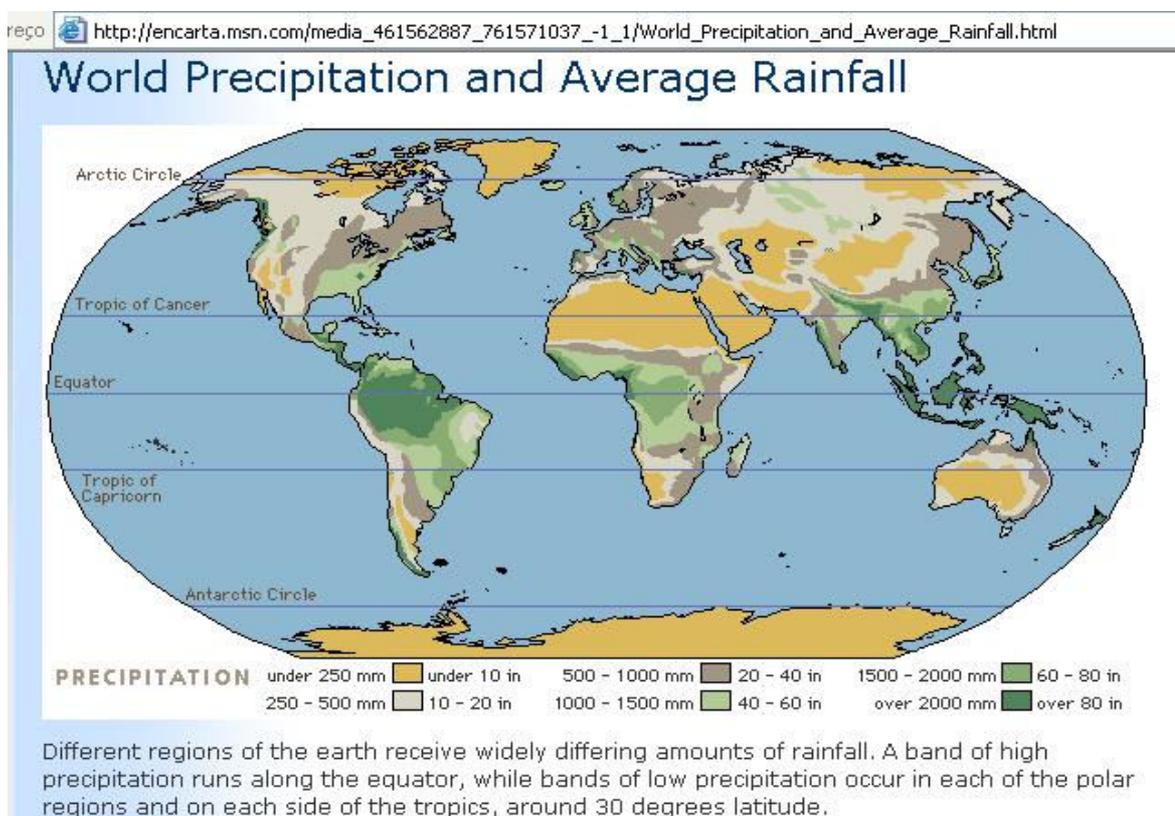


Figura 1: Índice de precipitação pluviométrica mundial

Neste cenário, a quantia de 0.266% de água doce superficial esta distribuída entre os continentes da seguinte forma:

Tabela 1: Distribuição da água no mundo

<b>Regiões do Mundo</b>	<b>Vazão média (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
<b>Total</b>	<b>1.448.000</b>	<b>100,0</b>

## 1.2 - A Disponibilidade de água no Brasil

Contando com dimensões continentais, área de 8.512.000 km<sup>2</sup> e 183.888.841 habitantes, segundo pesquisa do IBGE 2007, o Brasil é hoje o quinto país do mundo em extensão territorial e em população. O país apresenta disponibilidade hídrica de cerca de 179.000 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2005), o equivalente a 12% do total da disponibilidade mundial, e cerca de 53% da América do Sul (REBOUÇAS apud TUNDISI, 2003).

Aproximadamente 46% das vazões de retirada no país destinam-se à irrigação, 26% ao abastecimento urbano, 18% para a indústria, 7% para o consumo animal e 3% para o abastecimento rural. Embora o Brasil tenha uma posição invejável no mundo, este recurso é distribuído da seguinte forma:

Tabela 2: Distribuição de água no Brasil

<b>Regiões do Brasil</b>	<b>Vazão (Km<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>População (%)</b>
Norte	3.845,5	68,5	7,40
Centro Oeste	878,7	15,7	6,85
Sul	365,4	6,5	14,91
Sudeste	334,2	6,0	42,61
Nordeste	186,2	3,3	28,23
<b>Total</b>	<b>5.610,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Nota-se que, comparando a região Sudeste com a Nordeste, e levando-se em conta a poluição dos rios, pela maior concentração de indústrias, centros urbanos e insumos agrícolas, a região Sudeste estaria em último lugar.

A média mundial de consumo de água nas indústrias é de 21%, e no Brasil este consumo corresponde a 18% de toda a água consumida no país; na região Sudeste este número passa para aproximadamente 25% (ANA, 2005). Estes números deixam evidente a responsabilidade das indústrias, em adotar programas e ações, que busquem a redução do uso da água. O reuso de água e o tratamento dos efluentes são exemplos de ações que proporcionam o aumento na disponibilidade hídrica.

O que se percebe é que grande parte do parque industrial brasileiro ainda não se ajustou à realidade que hoje se apresenta com relação à gestão de recursos hídricos, reduzindo o seu consumo ou buscando alternativas.

Conforme visto, de toda água doce disponível, 0.266% são águas superficiais e 0.934% estão distribuídas entre a atmosfera e biomassa. Isto significa que há mais água e de melhor qualidade na atmosfera do que em rios e lagos. Entretanto, os meios naturais de transformação da água disponível em água potável são lentos, frágeis e muito limitados.

Sendo assim, o recurso deve ser manipulado com racionalidade, preocupação e moderação, não devendo ser desperdiçado, poluído ou envenenado. Sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento, para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis (Zampieron, 2005).

Para tanto, o presente trabalho sugere a adoção da captação da água da chuva como ferramenta de gestão da água. A água reaproveitada pode ser utilizada na recarga do lençol freático, na geração de energia, na irrigação, na reabilitação de corpos d'água e em indústrias.

### **1.3 – A Disponibilidade da água em Governador Valadares (MG)**

O município de Governador Valadares está localizado no Leste de Minas Gerais, na latitude 18°51' S, longitude 41°56' W e com altitude de 148 m. A cidade possui clima tropical subquente e subseco, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média do ano é de 25°C, variando de 22°C (junho) a 27°C (fevereiro). Apresenta razoável radiação solar direta, com insolação diária média de 5h; também apresenta bom índice pluviométrico, num total de 1.114 mm anuais, de acordo com os dados climáticos da

Estação Principal situada na cidade e ligada ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

#### **1.4 - Aproveitamento da água pluvial na história**

A sociedade de consumo é marcada pela forte tendência de desperdício e pela idéia de que os recursos são infinitos, onde tudo pode ser comprado, onde 'descartável' é a palavra-chave de um mundo que caminha para a saturação na exploração dos recursos naturais. Felizmente, a conscientização ambiental substitui gradativamente a idéia do 'descartável' por atitudes de uso racional, promovendo a sustentabilidade, como a reciclagem de materiais. De igual modo, a pressão sobre os recursos hídricos beira a insustentabilidade.

A baixa disponibilidade física do recurso é agravada pela alta degradação de sua qualidade e os riscos de escassez e desabastecimento são considerados por todas as nações. O crescimento populacional mundial e também as mudanças no padrão de vida moderno, geram demandas crescentes incompatíveis com a capacidade natural de renovação e regulação das águas nos mananciais. Diante de tal situação, é imprescindível a busca por novas alternativas que minimizem o consumo de água. O direito universal de todo indivíduo ao acesso a água limpa é indiscutível. É o que garante a Constituição Federal no Artigo 225:

*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à*

*sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (Constituição, Artigo 225)*

A água sempre foi uma prioridade para o homem e há milênios sua disponibilidade é um fator importante na fixação e crescimento da sociedade em um determinado local. As antigas civilizações situavam-se às beiras dos rios para disporem de água em abundância, tanto para consumo humano quanto para a irrigação. A região da Mesopotâmia é um bom exemplo da importância do recurso hídrico no desenvolvimento dos povos.

Mas foi nos últimos séculos, no chamado mundo moderno, que a pressão sobre os recursos hídricos alcançou limites alarmantes. A Revolução Industrial e suas decorrentes mudanças geraram transformações extremas no mundo. A população mundial chegou a números exorbitantes e os recursos hídricos, ao contrário, não se multiplicaram, e, como resultado, mais de um bilhão de pessoas não tem acesso à água potável.

A utilização de meios para armazenar a água de chuva é conhecida há milênios. Foi encontrada no Oriente Médio a conhecida Pedra Moabita datada de 850 A.C, onde o rei Mesha dos moabitas, sugere que seja feito um reservatório em cada casa para aproveitar a água de chuva. No palácio de Knossos na ilha de Creta, aproximadamente em 2.000 A.C, a água de chuva era aproveitada para descarga em bacias sanitárias (The Rainwater Technology Handbook, 2001, Alemanha). A fortaleza de Masada em Israel, tem dez reservatórios escavados na rocha com capacidade total de 40 milhões de litros. Na Península deucatã, no México, existem reservatórios construídos antes da chegada de

Cristóvão Colombo. Anaya Garduño (2001) salientou o uso de água de chuva pelos Maias, Incas e Astecas.

No Brasil, o aproveitamento de água de chuva foi introduzido pelos norte-americanos em 1943, com a construção de uma instalação na Ilha de Fernando de Noronha (May, 2004). No nordeste brasileiro, pequenos reservatórios domésticos melhoraram sobremaneira a qualidade de vida da população.

Algumas cidades brasileiras já transformaram em lei a captação da água pluvial, como está previsto em São Paulo, através da lei de nº 12.526, de 2 de Janeiro de 2007, e uma Lei Municipal na cidade de Curitiba (PR), de nº 10.785, de 18 de Setembro de 2003. Existe ainda a norma brasileira NBR-15.527 com o título “Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”, instituída em Setembro de 2007, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que prevê, entre outras coisas, os requisitos para o aproveitamento da água pluvial coletada em coberturas de áreas urbanas e aplica-se a usos não potáveis em que as águas podem ser utilizadas após o tratamento adequado. Algumas indústrias, principalmente nos estados de São Paulo e Paraná, estão tomando medidas buscando aproveitamento de água de chuva.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Basicamente o processo empregado é o mesmo em todo o mundo, com pequenas variações no procedimento quanto ao volume da primeira leva (denominada “first flush”). Estudos apresentaram algumas diferenças provavelmente em função do ambiente em que foram feitos.

Autores em diferentes partes do mundo indicam a intensidade e duração da chuva ideais para tratamento. Terry (2001), estabelece como regra prática tratar os primeiros volumes de precipitação (1 a 2 mm de chuva) para telhados metálicos, como no caso da Indústria Tudor, objeto de estudo neste trabalho. O estudioso Marx (2001), aconselha tratar apenas o primeiro milímetro de precipitação de 1 mm de chuva. Já Guanghai (2001), em estudos realizados na China, concluiu que a água retida para tratamento (first flush) deve ser equivalente ao volume gerado nos primeiros 20 minutos de chuva, onde estão concentrados os maiores poluentes tais como sólidos em suspensão (SS) e demanda química de oxigênio (DQO).

Nos Estados Unidos, o volume de água pluvial gerado nos primeiros 20 minutos são usados para o cálculo de reservatórios, visando análises para melhoria da qualidade das águas pluviais a fim de reter a poluição difusa. A Universidade de Singapura recomenda considerar a retenção do volume de água pluvial gerada nos primeiros oito minutos de chuva.

Os autores Pacey e Coli (1996) recomendam a retenção do volume de água pluvial

gerado entre 10 a 20 minutos de chuva. Na Califórnia, a idéia é que após o longo período de seca, é necessário separar 1/2" (polegada) de precipitação da primeira chuva para lavar os poluentes que tenham acumulado durante o período seco.

O fato é que existem duas variáveis completamente independentes que fazem cada evento da tempestade ser único: intensidade e duração. Estudos apontam a intensidade como um fator crítico para a eficiência da lavagem das superfícies impermeáveis na maioria dos eventos da tempestade. Também de acordo com estudos, o padrão geral é que as chuvas começam com intensidades baixas e se elevam gradualmente até que um pico seja alcançado. Neste cenário, um recipiente de volume fixo poderia encher-se até o seu nível máximo com água relativamente mais limpa e a limpeza não teria ocorrido, e conseqüentemente, deixar passar os fluxos associados com chuvas de uma intensidade mais elevada e cargas maciças de poluentes. Esta é a armadilha principal dos aparelhos de primeira leva com volume fixo.

No Brasil, em geral, as chuvas tem um início brando e após algum tempo tornam-se copiosas, podendo levar a um erro de avaliação, culminando num sub-dimensionamento do sistema (tanque de retenção). Outra característica brasileira, e mais evidente na região Leste Mineira, é um período longo de estiagem quase completa - de abril a setembro - e o outro longo com chuvas abundantes e intensas -de outubro a março. Na Europa, comparativamente, para fazer alusão aos autores, as chuvas são constantes ao longo do ano embora as médias anuais sejam inferiores às médias brasileiras e da região citada.

### **3. ESTUDO DE CASO - INDÚSTRIA TUDOR MG DE BATERIAS LTDA**

A Indústria Tudor MG de Baterias Ltda é uma das grandes empresas presentes em Governador Valadares. Ela atua na produção de baterias automotivas, estacionárias e tracionárias. O processo industrial (ver fluxograma – Anexo 4) envolve a retirada de chumbo através do reaproveitamento de baterias usadas por um processo metalúrgico, onde os materiais reaproveitados são formados em lingotes de chumbo metálico que serão utilizados na fábrica para a confecção de novas placas de novas baterias que, após seladas e imersas em solução de ácido sulfúrico, serão carregadas eletricamente. A empresa é pioneira em propor um sistema de aproveitamento da “Primeira Leva de Chuva (first flush)” na região.

Nota-se nos materiais publicados pelos autores citados, que o volume inicial da água de chuva é descartado para a rede pública sem qualquer tratamento. Os volumes seguintes de água pluvial é que são captados e estocados para o uso posterior pretendido.

Em função do processo industrial da empresa, há a incômoda presença de sólidos em suspensão na área da fábrica, sobretudo no entorno do Setor Metalúrgico onde ocorre o beneficiamento de material reciclável. Por esta razão a primeira água de chuva (first flush) não pode ser descartada para não causar danos ao meio ambiente e contaminação do córrego próximo à fábrica e do lençol freático, com vistas a aproveitar apenas a água de chuva que vem em seguida. O projeto pretende aproveitar a primeira água de chuva em especial retendo os sólidos em suspensão e reutilizá-los, além de tratar a água retida e reaproveitá-la.

Os modelos de aproveitamento de água de chuva já produzidos em geral são do tipo residenciais, com fortes influência de modelos australiano - de menor custo e maior simplicidade de instalação - e do modelo alemão - de maior escala (Silveira, Bruna. 2008).

Em função disto, deve ser escolhido ou criado um sistema diferenciado com porte industrial e com traços ou partes de uma pequena estação de tratamento de água que será denominado “PROJETO EFLUENTE INORGÂNICO ZERO COM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA”.

### **3.1 - SISTEMA ADOTADO - PROJETO EFLUENTE INORGÂNICO ZERO COM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**

Para efeito de levantamento de dados, será considerado o volume de chuva incidente sobre as áreas externas impermeabilizadas, as coberturas dos galpões industriais, excluindo os prédios administrativos, de manutenção, almoxarifados, vestiário e restaurante, visto que a drenagem de suas coberturas ocorre sobre áreas permeáveis (ver planta anexo – Anexo 5).

A área da fábrica será dividida em dois setores aproveitando as bacias de drenagem hoje existentes, e criando dois tanques de retenção da água pluvial, denominados como “Tanques de Quarentena”. A localização dos Tanques de Quarentena se dará com o

primeiro na parte frente (próximo à portaria) e o segundo na parte posterior (próximo à oficina mecânica).

Será previsto a captação de água pluvial, além da primeira leva em volume suficiente para suprir as perdas nos diversos processos industriais da empresa. O sistema consistirá de:

- 1) Sistema de Drenagem Pluvial nos telhados e nas vias (já existente);
  
- 2) Sistema de Gradeamento que impedirá a entrada de impurezas sólidas de maior granulometria nos tanques de quarentena;
  
- 3) Tanques de Quarentena que reterão a primeira leva de chuva (first flush). Após cumprir este papel, os tanques de quarentena continuarão a serem utilizados para a retenção da água pluvial que será reutilizada nas limpezas das áreas de trânsito e nas áreas de carga e descarga.

Os Tanques de Retenção funcionarão como decantador e sistema de filtragem, visando não sobrecarregar a ETE (Estação de Tratamento de Efluente) que já funciona reaproveitando parte da água utilizada no processo industrial, fornecida pela concessionária local (SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto). O resíduo sólido retido nos tanques será lançado em um leito de secagem para desidratação e posteriormente será descartado em local apropriado. O volume de água pluvial filtrado será submetido à análises laboratoriais - a empresa possui laboratório próprio - e poderá ser enviado para o tanque de água de reuso que compõe o processo industrial. Estes

dispositivos serão imprescindíveis para o bom funcionamento do sistema, devido a provável presença de sólidos abrasivos que serão arrastados na primeira leva de chuva.

4) Sistemas de Bombas e tubulações de transferência da água dos Tanques de Quarentena para uma lagoa de água a ser tratada ou para uma lagoa de reuso, da lagoa de água a ser tratada para o poço de alimentação da estação de tratamento existente, da água tratada pela ETE para o tanque de água de reuso.

5) Lagoa de água a ser tratada que armazena a água transferida dos Tanques de Quarentena, que também poderá receber a água servida do processo industrial, funcionando como um pulmão entre o processo industrial e a ETE.

6) Lagoa de água de reuso cuja função é estocar a água tratada para utilização no processo industrial, na reserva técnica do sistema de prevenção e combate a incêndio (estimada em 80.000 litros), limpeza de vias e passeios, rega de jardins,...

### **3.2 - PREMISSAS**

O volume de água de chuva da primeira leva (first flust) será o equivalente aos primeiros 13 (treze) milímetros ( $\frac{1}{2}$ " ) de chuva que incidir sobre as superfícies impermeabilizadas, respeitando-se um período mínimo de estiagem de sete dias ou a critério das análises. A opção por esta forma de cálculo é resultado por entender-se que é a mais segura, não levando em conta o tempo do início, mas a intensidade da chuva.

A áreas impermeáveis totalizam 4.000 (quatro mil) metros quadrados de áreas externas e 6.600 (seis mil e seiscentos) metros quadrados de coberturas dos galpões industriais.

O sistema de drenagem pluvial existente é composto de tubos de manilha de concreto com descarga final na rede municipal com diâmetro de 500 mm e inclinação de 0,50 %. A chuva crítica adotada será de 150 mm/h (Azevedo Netto - “Instalações Prediais”) com o período de retorno de 25 anos (recomendação para coletores urbanos). A Lagoa de reuso terá um extravasor para a rede pública para o caso de nível alto, embora o objetivo principal deste projeto seja o fluxo zero de efluentes inorgânicos.

### **3.3 – PROCESSO**

Toda a precipitação de chuva incidente sobre as áreas contempladas serão coletadas pela rede pluvial da fábrica e encaminhadas aos dois Tanques de Quarentena que serão mantidos sempre vazios. O volume de 250 m<sup>3</sup> (125 m<sup>3</sup> de cada um) é suficiente para estocar os primeiros 13 mm de precipitação.

Após a análise de contaminação residual da água filtrada pelo Filtro Lento existente nos fundos dos tanques, o sistema de bombeamento iniciará a transferência para a lagoa de água a ser tratada ou de reuso. Com o abaixamento do nível de água nos tanques, em caso de continuidade da chuva, esta queda de nível será reposta e o sistema continuará a captar água pluvial mesmo após a Primeira Leva (first flush).

A água estocada na lagoa de água a ser tratada será bombeada até a ETA para tratamento, e em seguida, será enviada para a Lagoa de reuso, sendo cada uma com um volume útil de 1.000 m<sup>3</sup>. A água será bombeada da lagoa de reuso de volta ao processo industrial. Esta lagoa suprirá também o sistema de prevenção e combate a incêndio, podendo ser usada em outras demandas, além de contar com um extravasor para a rede pública para o caso de um volume de nível muito alto.

### **3.3.1 – MEMORIAIS DE CÁLCULO**

#### **3.3.1.1 Cálculo dos volumes dos Tanques de Quarentena:**

“First Flush” precipitação adotada 0,013 m.

**Tanque 01:** 10.000 x 5.000 x 4.000 m = 125 m<sup>3</sup> úteis.

**Tanque 02 :** 10.000 x 5.000 x 4.000 m = 125 m<sup>3</sup> úteis.

Foi acrescentado um metro na profundidade dos tanques para instalação do filtro.

(ver Anexo 01).

#### **3.3.1.2 - Cálculo do volume da Lagoa de água contaminada**

Levou-se em conta principalmente uma melhor condição operacional para a ETE, que hoje trabalha sem uma lagoa de equalização, minimizando os picos de carga poluente, além de desvincular a operação da ETE com a produção de efluentes, tornando possível uma operação a fluxo constante. A Lagoa terá uma capacidade de armazenar 1.000 m<sup>3</sup> (úteis) com as seguintes medidas: 10,0 m de largura, 40,0 m de comprimento e 2,8 m de

profundidade.

### 3.3.1.3 - Cálculo do volume da Lagoa de água de reuso

Tabela 3: Simulação do Volume do reservatório

<b>Aplicação da análise de simulação do volume do reservatório considerando a série sinética</b>								
<b>Da precipitação mensal, coeficiente de Runoff C = 0,80 e área de captação A = 10.600 m<sup>2</sup></b>								
Armazenamento de toda a água possível de ser captada								
1	2	3	5	6	7	8	9	10
Mês	P (mm)	Dt (m <sup>3</sup> )	Qt (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	St - 1 (m <sup>3</sup> )	St (m <sup>3</sup> )	Ov (m <sup>3</sup> )	S (m <sup>3</sup> )
Janeiro	204	300	1729,92	1000	0	0	429,92	0
Fevereiro	109	300	924,32	1000	0	624,32	0	0
Março	118	300	1000,64	1000	624,32	624,32	324,96	0
Abril	69	300	585,12	1000	624,32	909,44	0	0
Maio	28	300	237,44	1000	909,44	846,88	0	0
Junho	19	300	161,12	1000	846,88	708	0	0
Julho	12	300	101,76	1000	708	509,76	0	0
Agosto	16	300	135,68	1000	509,76	345,44	0	0
Setembro	37	300	313,76	1000	345,44	359,2	0	0
Outubro	103	300	873,44	1000	359,2	932,64	0	0
Novembro	202	300	1712,96	1000	932,64	932,64	1345,6	0
Dezembro	198	300	1679,04	1000	932,64	932,64	1311,68	0

Tabela 4: Otimização dos volumes armazenados

Mês	P (mm)	Dt (m <sup>3</sup> )	Qt (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	St - 1 (m <sup>3</sup> )	St (m <sup>3</sup> )	Ov (m <sup>3</sup> )	S (m <sup>3</sup> )
Janeiro	204	300	700	1000	450	850	0	0
Fevereiro	109	300	350	1000	850	900	0	0
Março	118	300	350	1000	900	950	0	0
Abril	69	300	350	1000	950	1000	0	0
Maio	28	300	200	1000	1000	900	0	0
Junho	19	300	150	1000	900	750	0	0
Julho	12	300	100	1000	750	550	0	0
Agosto	16	300	100	1000	550	350	0	0
Setembro	37	300	300	1000	350	350	0	0
Outubro	103	300	400	1000	350	450	0	0
Novembro	202	300	400	1000	450	550	0	0
Dezembro	198	300	400	1000	550	650	0	0

A lagoa tem a capacidade de armazenar 1.000 m<sup>3</sup> (úteis) medindo: 10,0 m de largura, 40,0 m de comprimento e 2,8 m de profundidade. Recomenda-se o sistema de cobertura sobre esta lagoa para evitar a proliferação de algas e vetores transmissores de doenças (dengue) conforme o Anexo 02.

**OBS:** A diretoria da empresa se propôs a construir uma Lagoa de com 3 vezes o volume determinado, ou seja, equivalente a 3.000 m<sup>3</sup> de volume (útil) medindo: 24,6 m de largura, 42 m de comprimento e 3,0 m de profundidade.

**3.3.1.4 - Cálculo dos sistemas de bombas e tubulação de transferência do Tanque de Quarentena n° 01 para as Lagoas de água contaminada e/ou Lagoa de água de reuso:**

Diâmetro da tubulação (externo) = 85 mm; DN 75; Classe 20; NBR 5647.

Velocidade do fluido = 1,45 m/s; Material = PVC.

$$Q = A \times v = \underline{Q = 21,73 \text{ m}^3 / \text{h.}}$$

O sistema de bombeamento deve possuir duas bombas submersíveis, por cada tanque de quarentena, com capacidade de 22,0 m<sup>3</sup>/h e 30 m.c.a, acionada por motor elétrico de 5,0 cv, sendo uma delas “stand by”.

**3.3.1.5 - Cálculo dos sistemas de bombas e tubulação de transferência do Tanque de Quarentena n° 02 para as Lagoas de água contaminada e Lagoa de água de reuso:**

Diâmetro da tubulação (externo) = 60 mm; DN 50; Classe 20; NBR 5647.

Velocidade do fluido = 2,05 m/s; Material = PVC.

$Q = A \times v = 15,31 \text{ m}^3/\text{h}$ .

O sistema de bombeamento terá duas bombas submersíveis, por cada tanque de quarentena, com capacidade de 16,0 m<sup>3</sup>/h e 35 m.c.a, acionada por motor elétrico de 3,0 cv, sendo uma delas “stand by”.

### **3.3.1.6 - Cálculo do sistema de bombas e tubulação de transferência da Lagoa de água contaminada para a ETE.**

Dimensionado para enviar 10 m<sup>3</sup> em 20 minutos.  $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

O sistema de bombeamento terá 2 (duas) bombas submersíveis cada uma com capacidade de 30 m<sup>3</sup>/h e 36 m.c.a, acionada por motor elétrico de 7,5 cv, sendo uma delas “stand by”.

### **3.3.1.7 - Cálculo do sistema de bombas e tubulação de transferência da ETE para a Lagoa de água de reuso**

Diâmetro da tubulação (externo) = 85 mm; DN N° 75; Classe 20; NBR 5647.

Velocidade do fluido = 2,03 m/s; Material = PVC.  $Q = A \times v = 30 \text{ m}^3 / \text{h}$ .

O sistema de bombeamento terá duas bombas com capacidade de 30,0 m<sup>3</sup>/h e 40 mca, acionada por motor elétrico de 7,5 cv, sendo uma delas “stand by”.

#### **4. CONCLUSÃO**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade do aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em áreas industriais. Através do estudo de caso da Indústria Tudor MG de Baterias Ltda, uma empresa sediada em Governador Valadares, no Leste de Minas Gerais, conclui-se que o reaproveitamento da água de chuva de modo inteligente e responsável representa uma solução eficiente e economicamente viável para os custos de produção, visto que registramos a presença de sólidos em suspensão.

Nossa contribuição, no âmbito da presente proposta, foi projetar um sistema eficiente para a captação e aproveitamento adequado da água de chuva, procurando influenciar e divulgar a idéia para que se torne uma prática corrente no meio industrial, a ponto das novas empresas sejam projetadas com a previsão da idéia.

As precipitações observadas na região mostram que é possível captar grandes volumes de água de chuva, que devem ser aproveitadas de acordo com o dimensionamento dos reservatórios para acumulação da água de chuva para fins de aproveitamento para a situação desejada. A água ainda pode ser reaproveitada em diversos meios, além dos que foram o foco do estudo de caso descrito neste trabalho.

A aplicação do estudo em outras regiões e empresas será em função das características mencionadas. É importante destacar ainda que, o estudo não apenas atende a necessidade da indústria em manter o seu papel sócio-ambiental como também representa uma solução viável para a conservação do meio ambiente.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAETA DE OLIVEIRA, FREDERICO M. ***Aproveitamento de Água de Chuva para Fins Não Potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto***. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2008.

HAFNER, ANA VRENI. ***Conservação e Reúso de Água em Edificações – Experiências Nacionais e Internacionais***. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2007.

Silveira, Bruna Q. ***Reuso da Água Pluvial em Edificações Residenciais***. Monografia de Especialização em Construção Civil. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, DEMC/CECC, 2008.

Tomaz, Plínio. ***Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas***. 2. Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

Azevedo Netto, José M. ***Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias***. São Paulo: Editora Blucher, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Normas ABNT 15.527. ***Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis***.

São Paulo: Atlas, 2007.

**SÃO PAULO.** Lei nº 12.526 - 2 de Janeiro de 2007. Dispõe sobre o Programa de Captação de Água de Chuva que deve ser aplicado no município. <http://www.jusbrasil.com.br/legislação>. 2009

**CURITIBA.** Lei nº 10.785 - 18 de Setembro de 2003. Dispõe sobre o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações que deve ser aplicado no município. <http://domino.cmc.pr.gov.br/prop2005.nsf>. 2009

**BRASIL. Constituição Federal da República Federativa do Brasil,** Artigo nº 225. <http://www.lei.adv.br/225-88.htm>. 2009

REVISTA TÉCNICA. **Sistema de Aproveitamento de água.** <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/148/artigo144176-2.asp>. 2009

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Reuso de Água.** [http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta\\_reuso.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp). 2009

SABESP. **Reuso de Água.** <http://www2.sabesp.com.br/solucoesambientais/> .São Paulo: 2009

## 6. ANEXO

### Anexo 1: Tanques de Retenção com decantação e sistema de filtragem

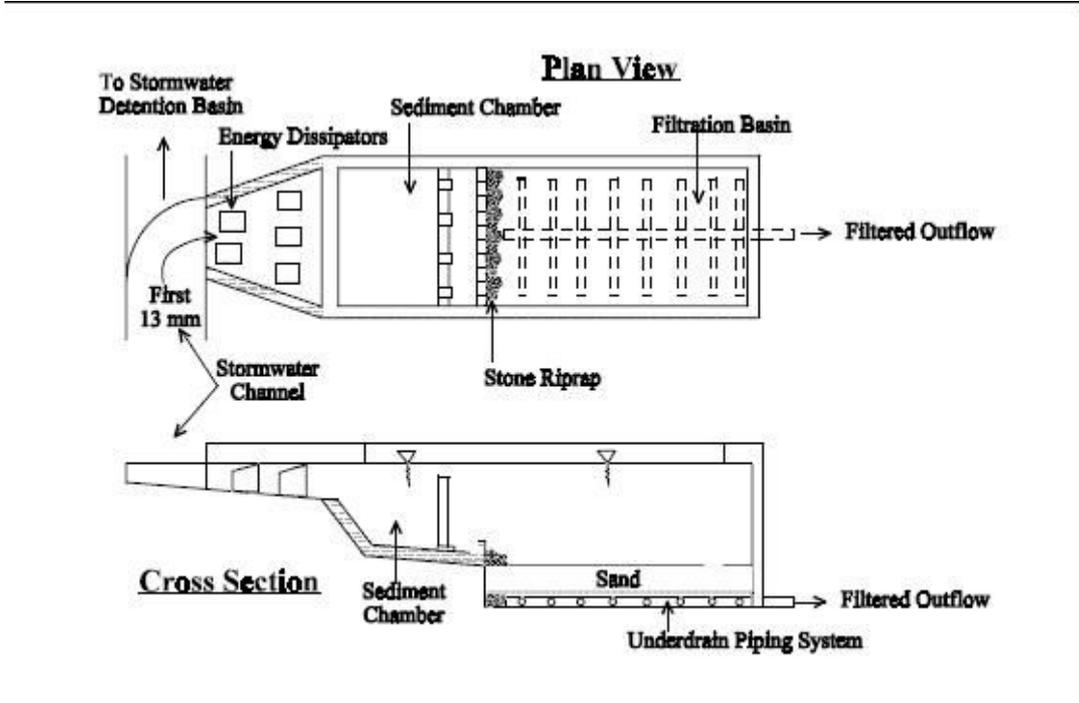


Figure 77. Original sand filter design developed in Austin, Texas.

### Anexo 02: Reservatório no solo cobertos – Castagnolli Sansuy



Anexo 03: Reservatório em cava no solo recoberto com PEAD ou Vinil a ser totalmente coberto com estrutura e vinil evitando luz solar (proteção contra algas) - Pode existir uma cobertura de vinil cobrindo todo canal acima desde que tenha no máximo 10m de largura, comprimento indeterminado, para evitar luz solar.

