

## XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **ESTUDO DE VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL**

*Bruno Marcel Barros da Silva<sup>1</sup>, Demetrius David da Silva<sup>2</sup>, Hugo Alexandre Soares Guedes<sup>3</sup>, Luana Lisboa<sup>4</sup>, Camila Reis Gomes<sup>5</sup>.*

**Resumo** – Água é um importante insumo da maioria das atividades industriais. O setor industrial, em cumprimento à Lei 9.433 de 1997, deve requerer outorga e pagar pelo uso da água. Assim, de forma indireta, é pressionado a melhorar a eficiência e aplicação do recurso hídrico em suas atividades e procurar por novas fontes de captação a fim de reduzir custos e melhorar os indicadores ambientais. Cresce no Brasil a quantidade de estudos e publicações sobre o potencial de utilização da água de chuva como fonte alternativa de recurso hídrico para fins não potáveis. Neste trabalho, a qualidade da água de chuva captada na cobertura dos galpões de uma fábrica foi avaliada e o volume de reservatório necessário para suprir parte do consumo do setor de refrigeração foi calculado. Foram instalados dois reservatórios em escala piloto, um para descarte da ‘primeira água’, mais concentrada em poluentes, e outro para aproveitamento. Os resultados mostraram que é possível utilizar água da chuva como insumo desde que ocorra o tratamento para adequação segundo a norma técnica vigente. O método utilizado para dimensionar o volume do reservatório necessário para atender a vazão mensal imposta ao sistema de água de chuva provou-se financeiramente inviável no momento atual.

**Abstract** – Water is an important input in most of industrial activities. The industrial branch, in fulfillment of Brazilian Water Law 9.433 from 1997, must apply for water rights and pay for consumption, indirectly these the users fell pressured to improve water use efficiency and search for alternative water sources in a way to achieve better environmental indicator and costs reduction. In Brazil, the amount of scientific studies and publications about rainwater potential as a non-consumable water source is growing. In this paper, rainwater was harvested from a warehouse roof at an industry and analyzed with refrigeration use objective. A volume was also calculated and should be necessary to supply the refrigeration system in a certain monthly flow. For all this, a pilot collect system was settled composed by two reservoirs; one to discharge the ‘first water’ (atmosphere and roof cleanliness) and other to simulate the input water. Quality results proved that it is possible to use rainwater since it receives adequate treatment to achieve Brazilian specific rainwater standards. Nevertheless, the method used to calculate the reservoir volume necessary to supply the monthly flow requested presented a construction financially impracticable to be built.

**Palavras-chave:** reuso, água de chuva, indústria.

---

<sup>1</sup> Mestrando. Universidade Federal de Viçosa, Dep. de Eng. Agrícola. bruno\_eab@yahoo.com.br (31) 8668 -7447;

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Dep. de Eng. Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Campus da UFV. Av. P.H Rolfs s/n.

<sup>3</sup> Doutorando. Universidade Federal de Viçosa, Dep. de Eng. Agrícola. hugo.guedes@ufv.br;

<sup>4</sup> Doutoranda. Universidade Federal de Viçosa, Dep. de Eng. Agrícola. luanaeaaufv@yahoo.com.br;

<sup>5</sup> Mestranda. Universidade Federal de Viçosa, Dep. de Eng. Agrícola. camila\_reis@ymail.com;

## INTRODUÇÃO

No Brasil a Lei 9.433 de 1997, chamada Lei das Águas, instituiu sete instrumentos de gestão dos recursos hídricos, dentre eles a outorga, para captação da água superficial e subterrânea, e a cobrança figuram como as de principal interesse aos usuários diretos. Como consequência deste atendimento, no meio industrial, cresce o controle sobre este insumo por meio de redução dos índices de desperdício, tratamento e reuso com vias a redução de gastos e ganhos ambientais. Jeßberger (2010) explica que, para a indústria, a água é um fator produtivo essencial, usado, com algumas exceções, em praticamente todas as partes do processo produtivo. Segundo ONU (2009), o setor industrial e de geração de energia respondem a 20% do consumo de água no mundo.

Em bacias muito industrializadas e populosas já não há água para atender aos usos múltiplos na época de estiagem e em algumas partes do globo os conflitos pelo direito de uso da água são discutidos em escala internacional [Brandão *et al*, 2006].

O cenário econômico mundial acirra a situação de conflitos. A melhora mundial dos indicadores industriais mostra não só a recuperação do setor a níveis próximos a pré-crise (2009-2010), mas também a expansão dos parques industriais em alguns segmentos. Esta expansão vem atrelada ao aumento do uso de insumos produtivos, dentre eles a água.

Além da questão quantitativa, a qualidade dos recursos hídricos disponíveis também é discutida. Marques (2010) explica que, em consequência ao aumento das pressões causadas pelas atividades antrópicas, a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos da Terra estão cada vez mais ameaçadas.

Diante deste problema quantitativo e qualitativo da água, notam-se estudos a respeito de fontes alternativas para aquisição deste recurso sendo a água de chuva assunto de várias publicações [Texas, 2005; Tomaz, 2009] e estudos científicos [May, 2004; Melo, 2007; Silva, 2007; Brito *et al*, 2007; Moreira Neto, 2011], nacionais e internacionais, em diversos segmentos econômicos e para diversas aplicações.

Nas indústrias, o cenário para coleta de água de chuva é ideal, com área de cobertura e local de uso a curtas distâncias, restando apenas observar questões técnicas normativas, em especial a NBR 15.527 de 2007 que trata do uso de água de chuva para fins não potáveis. A água de chuva não é contemplada em lei, não sendo passível de outorga e cobrança, o que a torna mais atrativa frente à captação em mananciais hídricos ou a compra de concessionárias privadas ou públicas.

## OBJETIVOS

Realizar um estudo qualitativo e quantitativo sobre a possibilidade de uso de água de chuva como insumo em uma área industrial.

### Objetivos Específicos

- Analisar a qualidade da água precipitada na fábrica e comparar os resultados obtidos com a NBR 15.527, estudos científicos e publicações sobre o assunto.
- Quantificar o volume de água a ser armazenado que possa suprir uma demanda fixa mensal do setor de refrigeração e verificar sua viabilidade construtiva e o tempo de amortização.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A água da chuva foi analisada sob dois aspectos, qualitativa e quantitativa, de forma segregada conforme descrito nos subitens a seguir.

### Análise Qualitativa

Tomaz (2009) recomenda que em torno de 1,5 mm de lâmina precipitada, conhecida como ‘água de primeira chuva’ ou ‘água de lavagem’, seja descartada de modo a se reservar água de melhor qualidade. Já Texas (2005) indica que a parte da precipitação que não se aproveita varia entre 0,76 mm a 2,54 mm. De modo a atender a estas recomendações e comprovar o ganho de qualidade nessa segregação, foram instalados dois reservatórios de 200 litros, um para a água a ser descartada (reservatório de descarte – RD) e outro para aproveitamento (reservatório de aproveitamento – RA), na calha de drenagem de um galpão de 126 m<sup>2</sup> de área de contribuição (Figura 1).

Deste modo, o reservatório de 200 litros resultaria em um descarte de:

$$Descarte = \frac{0,2 \text{ m}^3}{126 \text{ m}^2} = 0,00159 \text{ m} = 1,59 \text{ mm} \quad (1)$$

As peças hidráulicas usadas em ambos reservatórios foram: válvula de globo em PVC, instaladas na base para coleta de amostras e drenagem, e flange para união da canalização no topo. As particularidades foram o sistema de bóia no RD, para evitar a perda do volume de água coletada e impedir o contato com o restante da tubulação, e o extravasador, composto por um flange e encanamento, no RA.

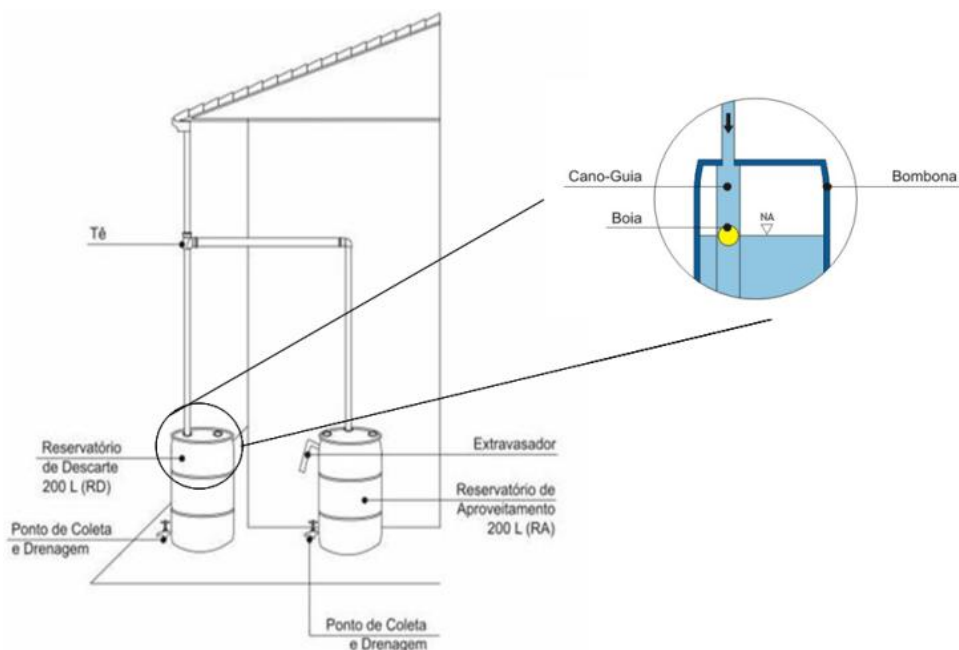


Figura 1- Montagem dos reservatórios.

No interior do RD foi instalado um sistema de vedação, composto por um cano-guia (cano de PVC com 100 mm com várias ranhuras para facilitar o escoamento da água e minimizar a perda de carga) e uma esfera-oca de borracha com a finalidade de servir como agente vedante da entrada do cano-guia (vide detalhe na Figura 1). Com este sistema foi possível isolar o reservatório RD e possibilitar através da derivação em Tê o enchimento de RA.

Após cada evento de chuva no período de estudos, entre agosto e novembro de 2009, foram coletadas amostras de cada reservatório, RD e RA, e foram analisados, por métodos sugeridos em APHA (2005), os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica (CE), alcalinidade, dureza total, cloretos, sílica, fosfato, ferro total, sólidos totais dissolvidos (STD), bactérias totais, coliformes totais e. Somado a estes, a turbidez também foi analisada. Todos foram analisados para controle de qualidade da água na entrada do sistema de refrigeração.

### Análise Quantitativa

De modo simplificado, o volume de água precipitado em determinada área pode ser calculado segundo a equação:

$$V = A \times P \quad (2)$$

em que,

V - Volume precipitado (m<sup>3</sup>);

A - Área de contribuição (m<sup>2</sup>);

P - Total precipitado (m).

Para a determinação da área de contribuição para coleta da água de chuva foi contemplado apenas a cobertura dos galpões de produção. Tomaz (2009) explica que o uso de telhados é preferencial por apresentarem melhores condições técnicas, necessitando apenas, em certos casos, da instalação de calha coletora. Foi critério de estudo analisar as partes das coberturas onde as canalizações drenantes estavam expostas na lateral dos prédios (Figura 2), já que nos galpões de produção, devido à extensão, parte da drenagem converge para o interior dos prédios onde não há espaço físico suficiente para novas tubulações e/ou instalação de sistema de coleta de água de chuva sem afetar, de algum modo, o processo produtivo ou a disposição das canalizações já existentes.



Figura 2 - Fachada lateral dos prédios de galpão com o padrão de drenagem adotado.

Foram utilizadas para esta quantificação a planta-baixa dos telhados, formato MicroStation, com as cotas e a localização das tubulações para se identificar cada entrada de tubulação e sua área de contribuição.

Foram obtidos para o local estudado os valores de precipitação das Normais Médias Anuais (ano base 1961-1990) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

O valor do coeficiente de escoamento superficial, razão entre o volume escoado e o volume precipitado, é estimado em 0,8 por Tomaz (2009) como valor típico em projetos de coleta de água de chuva; 0,95 por Downey (2009) para telhados de metal; variando entre 0,7 e 0,95 de acordo com Netto (2010) para telhados, sendo acrescentado à Equação 2 resultando em:

$$V = A \times P \times C \quad (3)$$

em que,

C = Coeficiente de escoamento superficial.

## Dimensionamento do Reservatório

O reservatório para o armazenamento da água coletada foi dimensionado usando-se o método de *Rippl*. Este método também conhecido como “diagrama de massas”, tipicamente utilizado para cálculo de reservatórios em cursos d’água é recomendado pela NBR 15.527 e é facilmente implementado em sistemas computacionais (MAY, 2004).

O método se baseia nas séries históricas mensais ou diárias de precipitação e tem como premissa que o somatório da demanda ao longo do ano deverá ser menor que o somatório do volume de chuva passível de armazenamento, descontando as perdas.

## RESULTADOS

### Análise Qualitativa

A Tabela 1 apresenta os resultados estatísticos obtidos das análises qualitativas das amostras coletadas no RD e RA para os eventos ocorridos no período observado.

Tabela 1- Resultado das análises físico-químicas

Parâmetros	Unidade	Média e desvio padrão		Nº de amostras	
		RD	RA	RD	RA
pH	-	6,1 (0,3)	6,3 (0,1)	7	5
CE	$\mu\text{S cm}^{-1}$	22,7 (25,5)	8,2 (6,1)	7	5
Turbidez	UNT	16 (20)	6 (5)	7	5
Alcalinidade Total	$\text{mg L}^{-1}$	15,6 (2,8)	13,0 (1,4)	5	2
Dureza Total	$\text{mgCaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	9,9 (2,7)	9,7 (1,56)	5	2
Cloretos	$\text{mg L}^{-1}$	7,1 (0,0)	7,1 (0,0)	5	2
Sílica	$\text{mg L}^{-1}$	1,9 (2,8)	0,6 (0,1)	5	2
Fosfato	$\text{mg L}^{-1}$	0,36 (0,59)	0,00 (0,00)	5	2
Ferro Total	$\text{mg L}^{-1}$	0,41 (0,40)	0,25 (0,01)	5	2
Sólidos Totais Dissolvidos	$\text{mg L}^{-1}$	25,3 (14,1)	20,7 (0,2)	5	2
Bactérias Totais	UFC $\text{mL}^{-1}$	$1,0 \times 10^3$ (0,00)	$\leq 1,0 \times 10^3$ (0,00)	5	2
Coliformes Totais	UFC $\text{mL}^{-1}$	$1,0 \times 10^3$	$\leq 1,0 \times 10^3$	1	1

O número de amostras difere em RD e RA já que em alguns eventos de precipitação no intervalo de tempo observado não houve altura superior a 1,59 mm de lâmina para encher o RD e extravasar para o RA. Todos os parâmetros apresentaram redução de concentração e o pH se aproximou da neutralidade na segregação imposta ao sistema.

A água de chuva é naturalmente ácida ( $\text{pH} < 7$ ) com valores ao redor de 5, porém, após passar pelas superfícies de cobertura, seu pH tende a aumentar até um valor aproximado de 6,5 segundo

Tomaz (2009). Em teste estatístico de médias (teste *t*), ao nível de significância de 5%, verificou-se que a média de pH no RD e RA não diferem significativamente da média de 6,5. Esta tendência também foi observada por May (2004).

Houve melhora de aproximadamente 280% na CE quando comparado RD e RA. O alto desvio padrão, de 25,5, observado no RD, é explicado pelo tempo de intervalo entre os eventos de precipitação o que proporcionou uma piora na qualidade da atmosfera. Esta variação foi principalmente notada nas primeiras chuvas, coletadas após longo período de estiagem no local.

Texas (2005) cita uma concentração de STD na água de chuva entre 2 e 20 mg L<sup>-1</sup>. No RA, em média, a concentração de sólidos totais foi de 20,2 mg L<sup>-1</sup>. Após a lavagem dos telhados e segregação da água no RD e RA, observou-se uma diferença de 18,2% entre os reservatórios.

Os valores de turbidez se encontram acima dos valores sugeridos por USEPA (2004) para uso em torres de resfriamento, 3 UNT, e a NBR 15.527, como apresentado na Tabela 2, exige que a turbidez seja menor que 2 UNT na água de chuva distribuída. É necessário, então, que um sistema de filtragem seja instalado para remoção de parte dos sólidos suspensos para adequação do mesmo.

May (2004), Silva (2007) e Moreira Neto (2011) constataram a presença de coliformes totais e termotolerantes em diferentes concentrações em seus respectivos estudos. Para o tipo de telhado do local, chapas galvanizadas, Neto (2009) afirma que a média é entre 6 e 45 UFC 100mL<sup>-1</sup> para coliforme termotolerantes e totais, respectivamente. Neste ciclo de coletas apenas uma amostra foi encubada por motivos técnicos. Moreira Neto (2011) utilizou um filtro-lento seguido por cloração no tratamento de águas pluviais e observou que, na saída do filtro, os resultados obtidos foram da ordem de até quatro casas logarítmicas de remoção de coliformes totais e termotolerantes. O autor realizou também ensaio com pastilhas de cloro disponíveis no mercado e constatou a utilidade das mesmas para garantir que este parâmetro da norma seja atendido. Deve-se levar em conta a vazão de saída do clorador para garantir a concentração mínima necessária de cloro residual livre e a desinfecção da água.

Tabela 2 - Qualidade mínima da água de chuva exigida para uso segundo a NBR 15.527

Parâmetros	Período de análise	Resultado esperado
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg L <sup>-1</sup>
Turbidez	Mensal	≤ 2,0 UT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos ≤ 5,0
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes de sua utilização)	Mensal	≤ 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado.

Nota: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

<sup>a</sup> Nos casos de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

<sup>b</sup> UT unidade de turbidez.

<sup>c</sup> uH unidade Hazen.

Os demais parâmetros analisados apresentaram melhoras de até 100% e concentrações médias que satisfazem as exigências do sistema de resfriamento e água gelada da fábrica (Tabela 3). Apesar da boa qualidade da água do RD, é o lodo da lavagem dos telhados que necessita ser removido deixando só a água de melhor qualidade alimentar o sistema de aproveitamento.

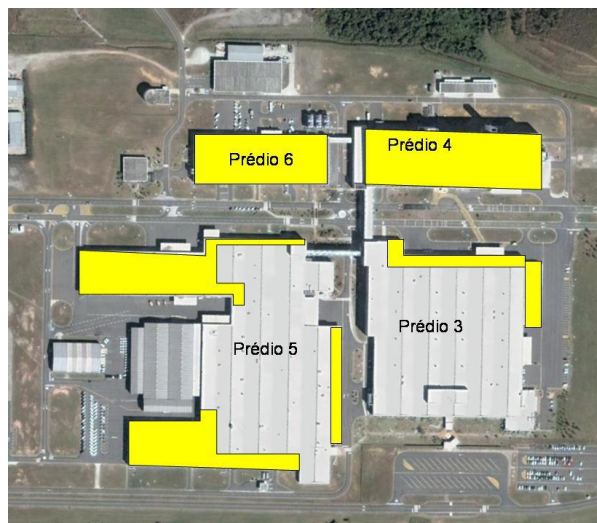
Tabela 3 - Parâmetros de controle de qualidade da água usada no sistema de resfriamento da fábrica em estudo

Parâmetros	Unidade	Água Gelada	Torre de Resfriamento	Valores médios	
				RD	RA
pH	-	8,5 – 9,5	7,5 – 9,0	6,1	6,3
CE	μS cm <sup>-1</sup>	-	Máx. 1.500,0	22,7	8,2
Alcalinidade Total	mg L <sup>-1</sup>	-	Máx. 300,0	15,6	13
Dureza Total	mgCaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	Máx. 150,0	Máx. 250,0	9,9	9,7
Cloretos	mg L <sup>-1</sup>	-	Máx. 250,0	7,1	7,1
Sílica	mg L <sup>-1</sup>	Máx. 100,0	Máx. 150,0	1,9	0,6
Fosfato	mg L <sup>-1</sup>	20,0 – 50,0	10,0 – 30,0	0,36	0
Ferro Total	mg L <sup>-1</sup>	Máx. 10,0	Máx. 3,0	0,41	0,25
Sólidos Totais	mg L <sup>-1</sup>	-	Máx. 1.500,0	25,3	20,7
Dissolvidos					
Cloro Livre	mg L <sup>-1</sup>	-	0,5 – 1,0	-	-
Bactérias Totais	UFC mL <sup>-1</sup>	Máx. 10 <sup>4</sup>	Máx. 10 <sup>4</sup>	1x10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>3</sup>



## Análise Quantitativa e Dimensionamento de Reservatórios:

Todas as plantas de engenharia dos telhados da fábrica foram analisadas e, de acordo com o proposto, a área de contribuição, como apresentado na Figura 3, soma aproximadamente 38.713 m<sup>2</sup> e, a princípio, poderá ser adaptada com transtornos mínimos à produção.



Prédio	Área de Cobertura (m <sup>2</sup> )
Prédio 3	4.756
Prédio 4	10.443
Prédio 5	16.462
Prédio 6	7.052
<b>Total</b>	<b>38.713</b>

Figura 3 – Áreas de telhado aproveitadas para coleta de água de chuvas.

O método de *Rippl* foi aplicado (Tabela 4) para a área de cobertura dos prédios 4 e 6, totalizando 17.495 m<sup>2</sup> de área de captação, e demanda fixa de 1.900 m<sup>3</sup> de água ao mês, correspondendo a 40% da necessidade de consumo da torre de resfriamento, sendo este o máximo que o sistema pode fornecer nas condições propostas e sem que o somatório de consumo seja maior que o somatório de chuva mensal.

Tabela 4 - Método de *Rippl* para demanda constante de 1.900 m<sup>3</sup> do sistema de coleta de água de chuva

MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL (mm)	DEMANDA MENSAL (DM) (m <sup>3</sup> )	ÁREA DE COLETA (m <sup>2</sup> )	COEFICIENTE DE RUNOFF	VOLUME DE CHUVA MENSAL (VC) (m <sup>3</sup> )	DM - VC (m <sup>3</sup> )	DIFERENÇA ACUMULADA (m <sup>3</sup> )
JANEIRO	299,8	1.900	17.495	0,8	4.196,0	-2.296,0	
FEVEREIRO	217,4	1.900	17.495	0,8	3.042,7	-1.142,7	
MARÇO	198,3	1.900	17.495	0,8	2.775,4	-875,4	
ABRIL	107,1	1.900	17.495	0,8	1.499,0	401,0	401,0
MAIO	65,4	1.900	17.495	0,8	915,3	984,7	1.385,7
JUNHO	34,2	1.900	17.495	0,8	478,7	1.421,3	2.807,0
JULHO	27,5	1.900	17.495	0,8	384,9	1.515,1	4.322,1
AGOSTO	16,5	1.900	17.495	0,8	230,9	1.669,1	5.991,2
SETEMBRO	49,9	1.900	17.495	0,8	698,4	1.201,6	7.192,8
OUTUBRO	112,4	1.900	17.495	0,8	1.573,2	326,8	<b>7.519,7</b>
NOVEMBRO	191,0	1.900	17.495	0,8	2.673,2	-773,2	6.746,4
DEZEMBRO	327,1	1.900	17.495	0,8	4.578,1	-2678,1	4.068,3
<b>TOTAL</b>		<b>22.800</b>			<b>23.045,8</b>		

Neste método o valor máximo obtido para as condições propostas, observado na última coluna da Tabela 4, deverá ser o volume do reservatório a ser construído de modo a atender a demanda proposta no estudo.

Segundo Tomaz (2009), este método apresenta valor extremo do volume do reservatório e fornece como resultado reservatórios superdimensionados, em muitos casos inviabilizando a implantação do sistema. O autor recomenda o uso de outros métodos, como o Método da Análise de Simulação por permitir avaliação da confiança e eficiência para aproveitamento pluvial e resultar em reservatórios de tamanhos menores e mais viáveis. Este método foi usado por Moreira Neto (2011) para diferentes dimensionamentos para uma área aeroportuária. Dentre os reservatórios projetados, o tempo recuperação do investimento variou entre 3 e 15 anos.

Mierzwa (2007) exemplifica que a construção de um reservatório de 7.900 m<sup>3</sup> para atender a uma indústria teria um custo de aproximadamente US\$ 2 milhões, sem contar a limitação de área para tal empreendimento e tempo de amortização de quase 30 anos. O autor explica que o Método de *Rippl*, quando aplicado a indústrias, gera volumes de reservatórios incompatíveis com as necessidades e condições existentes do local.

## CONCLUSÕES

- Todos os parâmetros físicos, químicos e físico-químicos analisados mostraram melhorias de qualidade quando comparados os reservatórios de descarte e aproveitamento e apresentaram concentrações abaixo dos valores máximos exigidos para a água do sistema de refrigeração industrial analisado.
- Apesar da boa qualidade para uso industrial, a segregação da água captada nos reservatórios de aproveitamento e descarte é recomendada para descarte do lodo. É necessário que a água seja tratada para atender os preceitos da NBR 15.527 e atender o sistema específico de uso.
- O Método de *Rippl* mostrou-se um limitante na implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, uma vez que o tamanho do reservatório foi superdimensionado tornando-se financeiramente inviável, com longo tempo de amortização.
- Outros métodos, que não levem em conta a manutenção constante do uso do reservatório, podem ser contemplados e segundo a literatura tendem a fornecer reservatórios menores e, conseqüentemente, menor tempo de amortização.

## BIBLIOGRAFIA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*; 21ª ed. Washington, DC.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2007) “Norma Brasileira Regulamentadora 15.527 - Água de chuva para fins não potáveis”.

BRANDÃO, V.S; CECÍLIO, R.A; PRUSKI, F.F; SILVA, D.D. (2006) “Infiltração de Água no Solo”. Editora UFV. Viçosa-MG. 3ª Edição. p. 120.

BRITO, L. T. L., MOURA, M. S. B., GAMA, G.F.B. (2007). “Potencialidades da Água de Chuva no Semi-Árido Brasileiro”. EMBRAPA, ed. 1, p. 180.

COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL – CESAMA. (2011). *Tarifas*. Disponível em: <http://www.cesama.com.br/?pagina=tarifas>. Acessado em: 19 de maio de 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDUSTRIAS – CNI (2011). “Indicadores Industriais de Marco de 2011”. Disponível em: <<http://www.cni.org.br/portal/data/files/FF8080812FA1DE73012FD610A0393A71/Indicadores%20Industriais%20Mar%C3%A7o%202011.pdf>>. Acesso em: 17 de maio de 2011.

COMPANIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA/MG (CESAMA) – “Tabela Tarifária”. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/tarifas.php>> visitado em 08/04/2009 às 19:21.

DORNELLES, F., TASSI, R., GOLDENFUM. J.A. (2010) “Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva”. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol. 15, p. 59-68.

DOWNEY, N. (2009). *Roof-Reliant Landscaping*. Office of the State Engineer. New Mexico – MN, USA. 94 p.

GLEICK, P.H. (1997). “The human right to water”. *Water Policy* 1 p. 487-503

JEBBERGER, C; SINDRAM, M; ZIMMER, M; (2010). “Global warming induced water-cycle changes and industrial production – A scenario analysis for the upper danube river basin”. Ifo Working Paper no. 94, p. 36.

MIERZWA, J.C; HESPANHOL I; CABRAL DA SILVA, M. C; RODRIGUES, L DI B.; (2007). “Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado”. REGA – Vol. 4, no. 1, p. 29-37.

MARQUES, F. A. (2010). “Sistema de Controle Dinâmico para a Gestão dos Usos Múltiplos da Água”. UFV. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

MARQUES, F. A., SILVA, D. D., RAMOS, M. M., PRUSKI, F. F., (2009). *AQUORA — Sistema Multi-Usuário para Gestão de Recursos Hídricos*. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol. 14 n.4, p. 51-69

MAY, S. (2004). “*Estudo da viabilidade do aproveitamento da água de chuva em para consumo não potável em edificações*”. USP, f. 189(Mestrado em Engenharia). São Paulo - SP.

MELO, L.R.C., (2007). “*Variação da qualidade da água de chuva no início da precipitação*”. UFRN. f. 103 (Doutorado em Engenharia Sanitária). Universidade Federal do Rio Grande no Norte, Natal - RN

MOREIRA NETO, R.F. (2011). *Avaliação do Aproveitamento de Água Pluvial em Complexos Aeroportuários*. UFV, f. 66 (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG.

NETTO, A. (2010). *Manual de Hidráulica*. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo – SP. 669 p.

IHP – INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME – UNESCO (1998). *World Water Resources at the Beginning of the 21<sup>st</sup> century*. Cambridge, Cambridge University Press.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. (2009) *The United Nations World Water Development Report 3*. UNESCO. Disponível em: <[http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3\\_Water\\_in\\_a\\_Changing\\_World.pdf](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf)>. Acessado em 10 de maio de 2011.

SILVA, G. (2007). *Aproveitamento de Água de Chuva em um Prédio Industrial e Numa Escola Pública – Estudo de Caso*. UNICAMP. f. 103 (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD – TEXAS (2005), *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*. Austin - Texas, USA. p. 88.

TOMAZ, P. (2009). *Aproveitamento de Água de Chuva em Áreas Urbanas para Fins não Potáveis*. São Paulo-SP, p. 278.

USEPA. (2004). *Guidelines for Water Reuse*. Disponível em: <[www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r04108/625r04108.pdf](http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r04108/625r04108.pdf)> Acesso: 05/09/2010.

XUE-DONG, Z., QUN-HUI, W., JUN, M., JUAN-FANG, L. “*A Case Study of Rainwater Utilization in Tianjin, China*” in Anais da Management and Service Science, 2009. MASS '09. International Conference on, 20-22 Set. 2009