

# ESTUDO DE VIABILIDADE DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM UMA FÁBRICA DE VASSOURAS DE JOÃO MONLEVADE

**Brenda Oliveira Melo (UFOP)**

brenda\_omelo@hotmail.com

**Maressa Nunes Ribeiro Tavares (UFOP)**

maressanr@gmail.com

**Jean Carlos Machado Alves (UFOP)**

jean.mep@gmail.com

**Vinicius Lacerda de Oliveira (UFOP)**

lacerda\_vlo@hotmail.com

**Viviane da Silva Serafim (UFOP)**

viviane.silserafim@gmail.com



*O aproveitamento de água deixou de ser uma questão exclusivamente social e ecológica passando a ser uma questão de necessidade, visando não apenas ganhos econômicos, mas também a preservação de um recurso essencial para a manutenção da vida. Isso se deve, em parte, ao fato de a água não ser considerada mais um recurso renovável, uma vez que o consumo de água potável tem aumentado a cada dia, poluindo e tornando imprópria para o uso grande parte da água doce disponível. Neste contexto, é imprescindível buscar alternativas para economizar água. O presente trabalho visa pesquisar a viabilidade de captação de água da chuva para reuso dentro de uma fábrica de vassouras, situada em João Monlevade - MG. Inicialmente, foi realizado o levantamento de dados de índices pluviométricos da cidade e o consumo de água da organização. Uma vez que os dados já se encontravam disponíveis, o próximo passo consistiu da avaliação econômica no que concerne aos custos para construção do sistema de captação e distribuição da água da chuva, e o retorno do investimento, ressaltando que pode ser tanto o retorno financeiro como o retorno socioambiental. Por conseguinte, o estudo possibilitou o aprofundamento e conhecimento sobre o aproveitamento da água da chuva em microempresa, tema ainda pouco abordado. A partir desse resultado positivo é possível que o reuso da água da chuva se torne viável para outros âmbitos além da organização em questão.*



## XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

“A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção”

Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

*Palavras-chave: Reaproveitamento da Água da Chuva, Responsabilidade Socioambiental, Sustentabilidade.*

## 1. Introdução

A representação que a água possui para o meio ambiente em geral é de suma importância, pois ela é responsável pelo bom funcionamento de aspectos importantíssimos, dentre eles os biológicos, o transporte, a geração de energia elétrica, fontes de alimentos, dentre outros.

Aproximadamente três quartos da superfície do planeta é coberta por água. O volume de água existente na Terra é de quase um milhão e meio de km<sup>3</sup>, dos quais 97,4% são de águas do mar e 1,8% são das calotas polares e geleiras, restando apenas 0,8% de água potável, incluindo lagos, cursos d'água e da atmosfera, mas principalmente a água subterrânea (RICARDO; CAMPANILLI, 2008). Essa pequena parcela é responsável pelo sustento da vida e está desigualmente distribuída para atender toda a população mundial, por isso a necessidade de preservá-la.

Em relação ao consumo de água potável no mundo 70% é utilizado para agricultura, 8% é destinado ao uso doméstico e 22% corresponde à parcela das indústrias. Esses valores podem ser alterados de acordo com o desenvolvimento e subdesenvolvimento do país (GOBBI, 2011).

Nesse contexto, o grande consumo, e principalmente, mal-uso de água juntamente com a redução da disponibilidade, tem comprometido a preservação dos recursos hídricos para que gerações futuras também possam usufruir do mesmo. Tendo a consciência ecológica aliada à escassez vivida nos últimos anos, o reaproveitamento de água tem sido cada vez mais comum, inclusive da chuva, para fins não potáveis, auxiliando na utilização de água para fins que não exigem tal nível de pureza.

As técnicas de reuso de água pluvial são muito difundidas em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Japão, Austrália e Alemanha (TOMAZ, 2001). Entretanto, no Brasil, a utilização de água da chuva ocorre nas áreas rurais, principalmente na região semiárida, para consumo humano; e nas áreas urbanas para demandas secundárias. Além disso, a produção científica em relação à captação de água pluvial nas áreas urbanas ainda é muito incipiente, ao contrário da produção acadêmica em relação a esse aproveitamento nas áreas rurais (GOMES *et al.*, 2014).

Dentre as várias tipologias e atividades industriais tem-se a produção de vassoura de piaçava, essa que em seu processo produtivo consome uma grande quantidade de água e, em alguns casos, por um problema de planejamento, há geração excessiva de resíduos, os quais também podem

consumir muita água, pois possuem alto potencial de combustão. Por isso, torna-se de extrema importância o umedecimento da piaçava durante todo o processo.

Em uma realidade mais específica, na cidade de João Monlevade, aplicou-se o referido estudo em uma fábrica de vassouras sobre a possibilidade da implantação de um sistema que captasse a água da chuva para fins não potáveis em suas instalações. Pois, a organização planeja aumentar suas vendas e conseqüentemente aumentará a utilização de água em todo o seu processo produtivo reforçando a necessidade de vislumbrar a sustentabilidade e responsabilidade ambiental da empresa além da possibilidade de redução de custos a longo prazo.

Assim, o objetivo do presente artigo é estudar quais estratégias e métodos se adequam a realidade e a sustentabilidade da organização e avaliar os resultados obtidos, discernindo a possível adoção de melhores práticas e alternativas para a empresa.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Gestão e Responsabilidade Socioambiental**

Em um contexto de globalização, mudanças climáticas e sociais, uma organização precisa, principalmente, planejamento colocar em pauta a temática de gestão e responsabilidade socioambiental como forma de atender não só às exigências do mercado como dos consumidores que vêm demonstrando um aumento da sua consciência socioambiental.

Autores como Tachizawa e Pozo (2007) discutem os conceitos sobre gestão socioambiental que de forma resumida pode-se dizer que é a resposta natural que as empresas devem passar aos seus clientes, ao consumidor que considera práticas ecologicamente corretas. A empresa sustentável de hoje, significará bons negócios no futuro empreendendo de forma duradoura e alcançando o lucro. Resumindo, enxergar a sustentabilidade como desafio e transformá-la em vantagem competitiva. Ainda reforça quanto a sua importância, o Conselho Nacional de Justiça (2005, p.5),

(...) a questão socioambiental está contemplada no artigo 170, VI, da Constituição da República Federativa do Brasil, que trata da defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; como também no artigo 225 que estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Responsabilidade socioambiental, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), está ligada a ações que respeitam o meio ambiente e a políticas que tenham como um dos principais objetivos a sustentabilidade. Preservação ambiental é responsabilidade de todos: governo, cidadãos e organizações.

Em complemento à ideia supracitada, o Instituto Ethos (2015, p. 33) refere-se à responsabilidade social como a promoção ao desenvolvimento econômico, e reafirma que “A consciência global é fundamental no processo de preservação do meio ambiente e do patrimônio cultural, na promoção dos direitos humanos e na construção de uma sociedade economicamente próspera e socialmente justa.”

## **2.2 Engenharia da sustentabilidade**

O termo sustentabilidade tem sido bastante usado, e pode ser utilizado para qualquer âmbito que possui o intuito da preservação ambiental, a não degradação do meio ambiente e práticas não-predatórias. A gestão empresarial com foco apenas nos interesses dos acionistas revelou-se insuficiente; ela deve ser balizada pelas necessidades e expectativas de um conjunto maior de partes interessadas, tais como clientes, fornecedores, colaboradores, sociedade, entre outras. (CÔRTEZ, 2011).

Neste sentido, percebe-se que um dos desafios deste século se relaciona à perspectiva de que as sociedades se tornem social, ambiental e economicamente sustentáveis, de forma a satisfazerem as necessidades das presentes gerações sem diminuir as chances de as futuras gerações satisfazerem as delas (LOUREIRO *et al.* 2016). A partir deste desafio, vários estudos foram desenvolvidos no intuito de propor o desenvolvimento de forma sustentável. Mediante esses, houve a consolidação de uma área, que ficou conhecida como Engenharia da Sustentabilidade, a qual pode ser interpretada como a engenharia que vai ao encontro das necessidades das organizações, pois trabalha com o planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos diversos, da destinação e tratamento dos resíduos e efluentes destes sistemas, bem como da implantação de sistema de gestão ambiental e responsabilidade social” (CRISTINA *et al.*, 2010, p. 2).

Arelado à Engenharia da Sustentabilidade, deve-se evocar, a ótica do Desenvolvimento Sustentável que pode ser dividido em três pilares; o econômico, o social e o ambiental,

(...) juntos, formam o poderoso tripé da sustentabilidade. Os três pilares são essenciais para se ter uma empresa, ou até mesmo um país sustentável, pois a questão econômica ajuda a garantir os lucros de uma empresa ou de um determinado país, mas não adianta o lucro se não houver consciência, pois cada forma de lucrar gera consequência, as quais nem sempre podem ser boas pra sociedade ou para o meio ambiente (XAVIER *et al.* 2015, p. 10).

Partindo do norte dos três pilares do desenvolvimento sustentável, espera-se que paulatinamente as organizações passem a incorporar em seus projetos o prisma da Engenharia da Sustentabilidade levando a uma Ecoeficiência Organizacional.

### 2.3 Ecoeficiência

De acordo com Oggionia *et al.* (2011), Ecoeficiência trata principalmente da habilidade de prestar serviços ou produzir produtos através da redução de desperdícios, emissões de poluentes e economia de energia. Entretanto, segundo os autores, as políticas ambientais são tratadas de formas distintas em escala global, tendo assim problemas quanto ao repasse de informações, por esse motivo existem dificuldades na medição da Ecoeficiência em larga escala.

Observa-se que se encaixa no conceito de produzir mais utilizando menos recursos quanto for possível. Não se trata sobre reciclagem ou reutilização, e sim o consumo moderado e consciente daquilo que será utilizado.

Van Berkel (2007), descreve Ecoeficiência como a entrega de mercadorias e serviços a preços que sejam possíveis de serem competitivos no mercado e que satisfaçam as necessidades humanas, trazendo qualidade de vida aliado a diminuição dos impactos ecológicos.

Na visão de Salgado (2007, p. 6) “consiste numa das ferramentas existentes que apoia a sustentabilidade empresarial, cujo conceito surge como uma resposta do mundo empresarial às cobranças contínuas de ações que contribuíssem ao desenvolvimento sustentável”.

Todos esses conceitos ratificam a estratégia e os benefícios proporcionados para a organização, externa e internamente, essas vantagens adquiridas significam hoje maior competitividade, melhor relacionamento com os *stakeholders* e melhor gestão ambiental. Além disso, há possibilidades de acrescentar tanto na autoestima dos funcionários quanto na reputação da empresa com a sociedade (CEBDS, 2005).

A estratégia da ecoeficiência pode auxiliar a organização a melhorar seu processo produtivo tornando-o mais sustentável como, por exemplo, no uso consciente da água em atividades que

demandam um grande consumo, o qual pode ser amenizado de várias formas com ações muitas vezes simples e renováveis, como é o caso do reuso de água da chuva.

### 2.3.1 Reuso da Água da Chuva

O reuso de água pluvial é possível através da construção e instalação de um sistema de captação que envolva materiais como tanque de tamanho requerido, bomba para dar força à água até o seu destino, calhas para a captação da água da chuva, canos para distribuir toda essa água recolhida, dentre outros (COHIM *et al.*, 2008, p.05).

A ideia do reaproveitamento consiste em conseguir utilizar a água de chuva para os fins não potáveis de todo o processo produtivo e necessidades de uso. Esse reaproveitamento pode ser utilizado em residências, edificações e organizações, mudando apenas alguns dos componentes da construção do sistema de captação, tornando-o mais simples ou complexo, de acordo com o seu intuito de distribuição (SILVA; SANTANA, 2014).

Partindo da primícia de buscar-se o reaproveitamento da água das chuvas, para se dimensionar o tamanho do reservatório existem diversos métodos que podem ser adotados, por exemplo, os Métodos de RIPPL e o Método de Simulação. O primeiro, de acordo com Pereira *et al.*, (2008) consiste em se determinar o volume tendo como norte a área de captação e a precipitação registrada na localidade, tendo em vista que nem toda água que de fato é precipitada na região será armazenada.

Neste sentido, Amorim (2008) *apud* Pereira (2004) recomenda que, quanto menor o intervalo nos dados pluviométricos, maior será a precisão no dimensionamento, devido ao conceito do Método de Rippl, sendo a utilização de valores diários suficiente. A Figura 1, apresenta a formulação matemática, para o cálculo do reservatório.

De acordo com Tomaz (2001), deve-se considerar como 0,80, o Coeficiente de Runoff para telhados metálicos.

Por outro lado, o Método de Simulação consiste basicamente em se indexar um volume de reservatório e através de comparações verificar qual a porcentagem do consumo será atendida com a utilização deste reservatório.

Figura 1- Fórmula matemática do Método de RIPPL

$$Q(t) = P(t) * A * C$$

Sendo que:

$Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo  $t$  ( $m^3$ );  
 $P_{(t)}$  - Precipitação no tempo  $t$  (mm);  
 $A$  - Área de captação ( $m^2$ );  
 $C$  - Coeficiente de escoamento superficial (adimensional).

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

Sendo que:

$S_{(t)}$  - Volume de água no reservatório no tempo  $t$  ( $m^3$ );  
 $Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo  $t$  ( $m^3$ );  
 $D_{(t)}$  - Demanda ou consumo no tempo  $t$  ( $m^3$ ).

somente  $V = \sum S(t)$ , para valores  $S(t) > 0$

Fonte: (FAVRETTO *et al.* 2016)

Segundo Tomaz (2001) *apud* Werneck (2006), o modelo de simulação propõe que o cálculo para reservatório pode ser realizado para o período de um ano. A Figura 2, apresenta as equações necessárias para o cálculo.

Figura 2 - Fórmula Matemática para o Método de Simulação



$$Q(t) = P(t) * A * C$$

Sendo que:

$Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$P_{(t)}$  - Precipitação no tempo  $t$  (mm);

$A$  - Área de captação ( $m^2$ );

$C$  - Coeficiente de escoamento superficial (adimensional).

Fonte: (FAVRETTO *et al.* 2016)

Além desses métodos, existem diversos outros na literatura, porém não são pertinentes ao presente trabalho.

### 3. Metodologia de pesquisa

No que concerne à metodologia, a mesma pode ser caracterizada quanto ao seu objetivo o que propõe Gil (2008) como pesquisa explicativa, uma vez que a mesma visa identificar os fatores que apresentam correlação e determinam a ocorrência dos fenômenos. Seguindo a mesma classificação proposta pelo autor, no que se refere aos procedimentos técnicos a mesma se enquadra como estudo de caso, que se baseia na premissa do estudo exaustivo de um ou poucos objetivos, para que se possa realizar um maior detalhamento do trabalho.

Para a elaboração deste trabalho, *a priori*, foram realizadas visitas *in loco* para que se pudesse conhecer a organização e o espaço, no qual seria proposto a implantação do sistema de reaproveitamento de água. A partir da etapa de visitação, foram realizados alguns levantamentos, tais como: revisão bibliográfica de artigos, teses, dissertações, *sites* de meteorologia para apuração dos dados meteorológicos da cidade de João Monlevade, no período de 2010 a 2015; e, pesquisa da legislação municipal, estadual, federal e normas regulamentadoras ou mesmo alguma norma internacional referente a construção e até mesmo as características químicas e biológicas da água para ser reutilizada, bem como a planta da fábrica com os dados do projeto de ampliação e a quantidade de água consumida pela mesma durante o ano de 2015.

Em um segundo momento, o grupo de pesquisadores optou por elaborar um projeto de reaproveitamento da água da chuva com um método artesanal e um industrial para avaliar os custos de cada projeto. Neste sentido, realizou-se um novo levantamento bibliográfico a fim de conhecer sobre as práticas de reaproveitamento desenvolvidas na região nordeste do país. Nos

materiais selecionados, encontrou-se a explanação sobre seis modelos utilizados para a determinação da capacidade do reservatório a ser construído, a saber: Método de Rippl, Método do Maior Período de estiagem, Método Prático Brasileiro (Método Azevedo Neto), Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Modelos Computacionais – Simulações. Desses, apenas os cinco primeiros foram escolhidos para servirem como norteadores desta pesquisa, pois identificou-se que o consumo de água potável não é tão significativo, tornando desnecessário a utilização de métodos computacionais para a solução.

Uma vez que os modelos foram escolhidos os dados meteorológicos e de consumo levantados foram aplicados a cada um dos modelos para se obter o volume do reservatório de captação. De ato, é válido discorrer que para esse trabalho só foram analisados para a construção do reservatório os valores obtidos entre os meses de julho de 2015 e junho de 2016.

#### **4. Apresentação dos resultados**

##### **4.1. Estudo de caso: Fábrica de Vassouras São José**

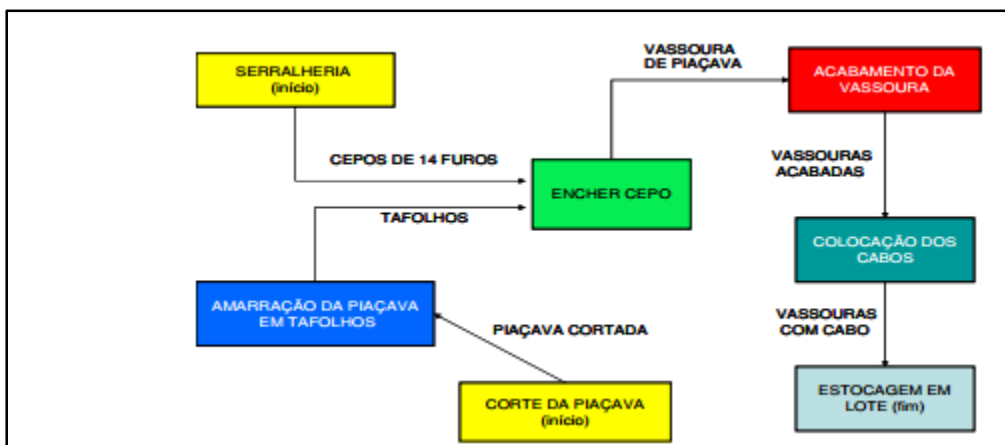
Localizada na cidade de João Monlevade - MG, a Fábrica de Vassouras São José é uma organização fundada em 1994 que tem como objetivo a produção e a comercialização de “utensílios de limpeza doméstica e empresarial”, tendo como matéria prima principal a piaçava, fibra originada da extração das espécies de palmeiras a *Attaleafunnifera*, palmeira nativa do estado da Bahia.

Com a mudança para a nova sede e com o ganho de espaço para a produção, a empresa passou a ter um gasto maior com a produção de vassouras de piaçava tendo em vista que uma maior quantidade era produzida. Pensando em um projeto de ampliação da área de produção da empresa, foi levantada a hipótese de se fazer um estudo para analisar a viabilidade da construção de um sistema de reaproveitamento de água da chuva para assim pensar na sustentabilidade e responsabilidade ambiental da empresa, e consequentemente reduzir os custos a longo prazo com o processo de produção.

##### **4.2 Processo produtivo**

O processo produtivo da vassoura de piaçava consiste nas seguintes etapas demonstradas na Figura 3.

Figura 3 - Processo Produtivo da Piaçava



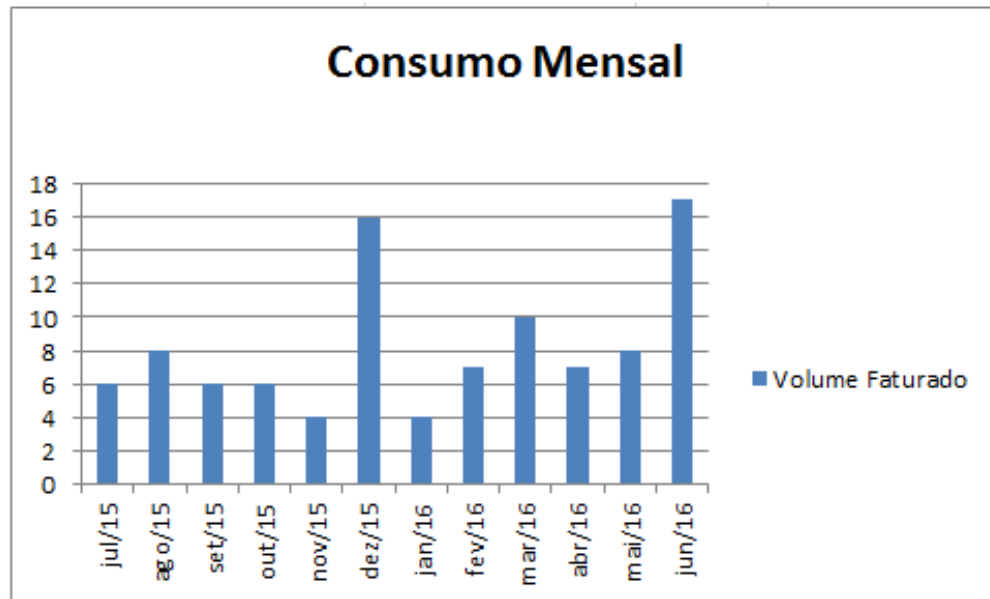
Fonte: MOREIRA *et al.* (2008)

Neste esquema, é válido ressaltar que como a piaçava em condições ambientais apresenta grande dureza, faz-se necessário o processo de umedecimento, para que a piaçava se torne mais macia e permita assim que seja feito o processo de corte da mesma, permitindo então a continuidade das outras etapas. É extremamente necessário que seja realizado esse umedecimento da piaçava durante todo o processo, garantindo assim maior vida útil das máquinas, evitando quebra de peças por causa da dureza da piaçava.

#### 4.3 Consumo de água na empresa e índice pluviométrico da cidade

Foi realizado um levantamento para a identificação da quantidade de água potável que a empresa consumia por mês. Os resultados obtidos se encontram na Figura 4, no período de julho de 2015 a junho de 2016.

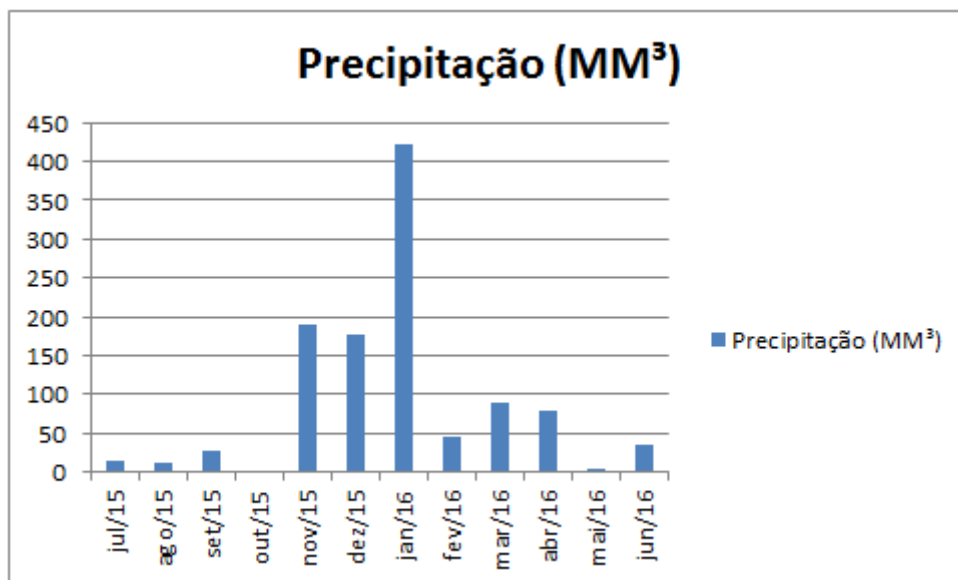
Figura 4 - Gráfico do consumo de água no período



Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Observa-se que, de fato, a empresa não apresenta um consumo relativamente alto de água. Neste sentido, *a priori*, ou seja, no atual contexto não seria interessante, “hoje”, fazer um investimento significativo na implantação do sistema de captação e utilização da água da chuva, mas são dados para se ter base em ações futuras, principalmente, visando ampliação da produção. Partindo deste pressuposto, foi realizado o levantamento do índice pluviométrico da cidade para avaliar a distribuição da chuva durante o ano, como evidenciado pela Figura 5.

Figura 5 - Gráfico de precipitação no período



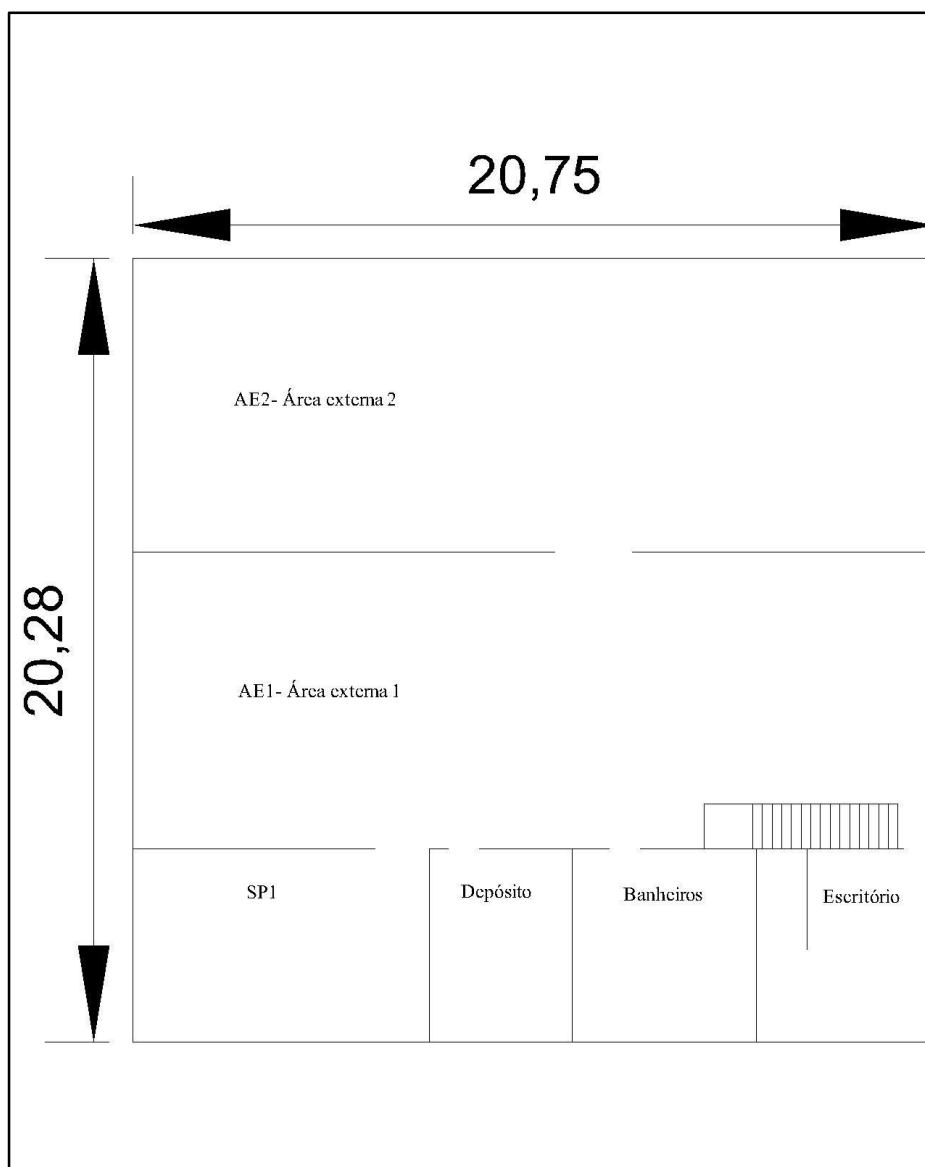
Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Na tabela acima, fica em evidência que os meses em que mais se tem precipitação de chuvas, são os meses de novembro, dezembro e janeiro. Embora nos outros meses o volume de precipitação não seja o mesmo, é de extrema importância ter o conhecimento dos mesmos para se definir qual método mais adequado para cálculo da capacidade.

#### 4.4 Método para cálculo do reservatório

Com esses dados pode-se iniciar os cálculos para tomada de decisão e previsão de uso da água da chuva. A primeira atividade nesta etapa foi analisar a planta baixa da organização para considerar a área em que seria construído o sistema de reaproveitamento. Neste sentido, a Figura 6 demonstra a planta baixa da organização.

Figura 6 - Planta Baixa da Empresa Vassouras São José



Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Pela análise da planta baixa verificou-se que a água pode ser coletada em uma área aproximada de 400 m<sup>2</sup> uma vez que as calhas podem ser implantadas em toda a área da empresa.

Em seguida, foi realizado o estudo e formulação matemática dos métodos encontrados na literatura para o cálculo do tamanho do reservatório do sistema de captação a partir do Método de RIPPL e do Método de Simulação.

Para a aplicação do modelo foram coletados os dados de consumo e precipitação mensal no período de julho de 2015 a junho de 2016 e aplicados através do método analítico do Método de RIPPL, estes dados aplicados estão representados na Figura 7.

Figura 7 - Método analítico de aplicação do Método de RIPPL

Coeficiente de runoff (CR) = 0,8							
MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL	DEMANDA MENSAL	ÁREA DE CAPTAÇÃO	VOLUME DE CHUVA MENSAL	DIFERENÇA ENTRE O VOLUME DA DEMANDA E VOLUME DE CHUVA	DIFERENÇA ACUMULADA DA COLUMA 6 DOS VALORES POSITIVOS	SITUAÇÃO DO RESERVATÓRIO
	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5 = (Col 2 * Col4 * CR/1000)	Coluna 6 = (Col 3 - Col 5)	Coluna 7	Coluna 8
jul/15	15	6	420,21	5	1	0	E
ago/15	12	8	420,21	4	4	0	E
set/15	28	6	420,21	9	-3	0	E
out/15	0	6	420,21	0	6	1	D
nov/15	190	6	420,21	64	-58	5	D
dez/15	178	4	420,21	60	-56	2	S
jan/16	422	16	420,21	142	-126	8	D
fev/16	45	4	420,21	15	-11	0	E
mar/16	89	7	420,21	30	-23	0	E
abr/16	79	10	420,21	27	-17	0	E
mai/16	4	7	420,21	1	6	0	E
jun/16	36	8	420,21	12	-4	0	E
<b>Total</b>	1098	88		369	<b>Volume = 8 m<sup>3</sup></b>		
	mm/ano	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>			

Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Considerando a área de coleta igual a 420,21 m<sup>2</sup>, tomando o coeficiente de Runoff igual a 0,8, obteve-se como resultado, um reservatório de água de chuva de 8 m<sup>3</sup>, que corresponde ao maior valor obtido na coluna 7 da Figura 7.

Para a utilização do Método de Simulação foram aplicados valores mensais de precipitação e de demanda, no período de um ano. Os dados de precipitação foram obtidos através do *site* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para encontrar o valor mais adequado de volume do reservatório foram realizadas simulações fixando o valor do reservatório em seis, oito e dez metros cúbicos, sendo identificado como mais ideal o reservatório de 10 metros cúbicos, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Aplicação do Método de Simulação

Coeficiente de Runoff (CR)				0,8					
Volume do reservatório (m³)				10					
MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL	DEMANDA MENSAL	ÁREA DE CAPTAÇÃO	VOLUME DE CHUVA MENSAL	VOLUME DO RESERVATÓRIO FIXADO	VOLUME DO RESERVATÓRIO NO TEMPO (t-1)	VOLUME DO RESERVATÓRIO NO TEMPO (t)	OVERFLOW	SUPRIMENTO DE ÁGUA EXTERNO
	mm	m³	m²	m³	m³	m³	m³	m³	m³
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5=(Col 2 * Col4 * CR/1000)	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
jul/15	15	6	420,21	5,04	10,00	0,00	10,00	0,00	-0,96
ago/15	12	8	420,21	4,03	10,00	10,00	6,03	0,00	0,00
set/15	28	6	420,21	9,41	10,00	6,03	9,45	0,00	0,00
out/15	0	6	420,21	0,00	10,00	9,45	3,45	0,00	0,00
nov/15	190	6	420,21	63,87	10,00	3,45	3,45	51,32	0,00
dez/15	178	4	420,21	59,84	10,00	3,45	3,45	49,28	0,00
jan/16	422	16	420,21	141,86	10,00	3,45	3,45	119,31	0,00
fev/16	45	4	420,21	15,13	10,00	3,45	3,45	4,57	0,00
mar/16	89	7	420,21	29,92	10,00	3,45	3,45	16,37	0,00
abr/16	79	10	420,21	26,56	10,00	3,45	3,45	10,00	0,00
mai/16	4	7	420,21	1,34	10,00	3,45	-2,21	0,00	-2,21
jun/16	36	8	420,21	12,10	10,00	0,00	4,10	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>1098</b>	<b>88</b>		<b>369,11</b>				<b>250,86</b>	<b>-3,17</b>

Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

Considerando a área de captação de chuva de 420,21 m² e fixando o volume do reservatório em 10 m³, obteve-se através da aplicação do Método de simulação uma demanda externa de água de 3,17 m³. Porém, será mantida uma demanda mensal de água tratada, que será utilizada para fins potáveis, tendo em vista que a água pluvial será utilizada apenas para fins não potáveis.

## 5. Conclusões

A teoria foi de grande valia para a geração de ideias e a realização do projeto, uma vez que a escassez de água vivenciada pelas atuais gerações exige a criação de alternativas válidas para que vários âmbitos sejam beneficiados, atualmente vê-se cada vez mais o aumento com a preocupação ambiental por parte das organizações, visando tanto benefício econômico quanto socioambiental. Além de possibilitar o desenvolvimento de soluções para a crise hídrica vivida, o presente artigo pôde propor a implantação do sistema de reaproveitamento de água de chuva não só para a Fábrica de Vassouras São José, mas também para outras organizações, mostrando que com um investimento de valor razoável para uma empresa de pequeno porte, pode-se obter um ganho tanto financeiro quanto socioambiental.



Embora as organizações sempre almejem o lucro financeiro, poder investir em um sistema de reaproveitamento permitirá que no longo prazo, mais clientes conheçam esta prática da empresa e indiretamente pela postura ética e social adotada pela empresa “impulsione” a conscientização dos clientes. Esta conscientização pode-se dar timidamente, mas aos poucos que a população conhecerá esta política da empresa e a partir disso, poderá ocorrer um aumento nas vendas em virtude da conscientização ambiental dos clientes.

Por conseguinte, sugere-se que para trabalhos futuros seja feita uma análise econômica para avaliar o tempo de retorno do investimento da implantação do sistema tendo em vista que esse cálculo servirá como norte para a empresa em estudo e para outras empresas da região que desejem realizar o mesmo projeto.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, Simar; PEREIRA, Daniel. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.
- CEBDS. **Produção mais limpa e lucratividade**. Gazeta Mercantil, 2005. Disponível em: <<http://cebds.org/cebds/artigos.asp?area=2>>. Acessado em: 04 maio 2017.
- COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; Kiperstok, Asher. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2008.
- CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. Disponível em: < <http://www.cnj.jus.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2017.
- CÔRTEZ. **Contribuições para a Sustentabilidade na Construção Civil**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão 6 (2011), pp 384-397.
- CRISTINA, Ana; BOTTEGA, Estela; ANDRADE, Mônica; TEIXEIRA, Wellington. A área de Engenharia da Sustentabilidade: definição, subáreas, mercado de trabalho e projeções futuras. **IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial**. Campos Muourão-PR. 2010. Disponível em:< [http://www.fecilcam.br/anais\\_iveepa/arquivos/9/9-14.pdf](http://www.fecilcam.br/anais_iveepa/arquivos/9/9-14.pdf)> Acesso em maio de 2017.
- FAVRETTO, et al. **Dimensionamento de reservatórios para armazenamento de água pluvial: Estudo de caso no município de Bento Gonçalves (RS)**. Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade RBES ISSN 2448-1661 Pelotas, RS, UFPel-Ceng, v.2, n.2, p.17-24, dez. 2016.
- GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas,2008.
- GOBBI, Leonardo. **Água: Uso e Problemas**. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/agua-uso-e-problemas.html>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

GOMES, Uende Aparecida Figueiredo; DOMNECH, Laia; PENA, João Luiz; HELLER, Leo; PALMIER Luiz Rafael. **A Captação de Água de Chuva no Brasil: Novos Aportes a Partir de um Olhar Internacional**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 19, n. 1, p. 7 - 16, 2014.

INSTITUTO ETHOS. Disponível em: <<https://www3.ethos.org.br>> Acesso em: 3 mai. 2017

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home%2Fpage&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_grafit](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home%2Fpage&page=rede_estacoes_conv_grafit)> Acesso em: jul. 2016.

MOREIRA, D.; ESPINDOLA, J.; ALMEIDA, R. BARBOSA, R.; RODRIGUES, T. Análise da Cadeia Produtiva em uma Microempresa produtora de vassoura de piaçava através de um estudo de caso de tempo e movimentos. **In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

LOUREIRO *et al.* **A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável na educação em engenharia**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 306–324 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental>> Acesso em 30 abr. 2017

OGGIONIA, G.; RICCARDIA, R.; TONINELLIB, R. **Ecoefficiency of the world cement industry: A data envelopment analysis**. Energy Policy, v. 39, n. 5, pp. 2842-2854, 2011.

RICARDO, Beto; CAMPANILLI, Maura. **Almanaque Brasil Socioambiental**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

SILVA, Mayssa; SANTANA, Claudemir. **Reuso de água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas**. Revista do CEDS N. 1 agosto/dezembro, 2014.

SALGADO, V. G. **Indicadores de Ecoeficiência e o Transporte de Gás Natural**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007

TACHIZAWA, T.; POZO, H. **Gestão Socioambiental e Desenvolvimento Sustentável: Um indicador para avaliar a sustentabilidade empresarial**. Revista Eletrônica do Prodema, Fortaleza, v. 1, n.1, p. 35-54, dez. 2007.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água**. São Paulo: Navegar, 2001.

BERKEL, Van. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>> 2007 Apr;11(2):195-202. Epub 2007 Feb 1. Acessado em: 13 fev. 2017

XAVIER *et al.* **A Contribuição da Engenharia de Produção na Gestão Sustentável Empresarial**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica FAPEMIG (PROBIC/FAPEMIG) – pelo financiamento da pesquisa, e ao Roberto e Wilson, pela abertura da empresa para realização do trabalho e contribuições.