



Perdas de água na indústria: um estudo acerca da aplicação do método WCM em uma indústria de fabricação de máquinas de construção

Érika Maria Faustino Cristino¹; Pedro Henrique Soares de Oliveira²;
Tiago Silveira Gontijo³

Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix

Resumo

A metodologia WCM, *World Class Manufacturing*, pode proporcionar às indústrias maior velocidade e eficácia na produção, bem como, vantagens competitivas devido a sua metodologia de mapear e identificar perdas reduzir custos e agregar valor aos processos. O objetivo desse trabalho foi identificar as perdas ambientais relacionadas ao consumo de água da indústria Alpha, através da metodologia de estudo do desdobramento de custos e da aplicação das ferramentas do sistema WCM. Em paralelo foi proposto o desenvolvimento de projetos de redução do consumo de água e reutilização do efluente industrial com o intuito de reduzir custo para a organização. O levantamento de perdas consistiu no mapeamento das áreas impactadas bem como na identificação de custos relacionados a não otimização, consumo excessivo, consumo desnecessário, análise de consumo mensal de efluente descartado através da metodologia dos sete tipos de perda de água. Como principal resultado obteve-se o mapeamento da perda de utilização de água no processo e a proposta de implantação do sistema de tratamento do efluente para reuso no próprio processo.

Palavras-chave: Perdas ambientais; Recurso Hídrico; Desdobramento de Custo.

Introdução

Perda é o trabalho que adiciona custo, mas não adiciona valor e é deduzida pela diferença entre o esperado e o resultado obtido, dada certa quantidade de recursos de entrada. Dessa, forma, pode ser compreendida como algo possível de se mensurar, e de

¹ Graduada em Engenharia de Produção (CEUNIH) erika.ciea@gmail.com

² Graduado em Engenharia de Produção (CEUNIH) henriquesoares3@hotmail.com

³ Mestre em Engenharia de Produção (UFMG) tiago.gontijo@izabelahendrix.edu.br

acordo com Ohno (1997), é qualquer coisa que não seja a quantidade mínima de equipamentos, materiais, peças e tempo de trabalho que são essenciais à produção.

A área industrial é responsável em média por 18% do consumo de toda água no mundo, dado este afirmado pelas estatísticas da Agência Nacional de Águas – ANA (2007). É comum observar o grande consumo de água nos processos operacionais de uma indústria e excelentes oportunidades de identificar e mapear as perdas desse recurso relacionadas ao consumo que não está diretamente ligado ao produto final, realizar o mapeamento da água consumida por áreas produtivas e as perdas pelo não reaproveitamento em outras atividades. Os exemplos de desperdícios de água são vastos, como nas atividades de lava jatos de máquinas e peças, pintura, usinagem, utilidades, entre outras, sendo assim, é possível identificar um grande consumo de água em todo processo que no final é descartada como efluente industrial, sendo que este recurso, que é proveniente desse processo, poderia ser reutilizado em outras áreas.

Neste contexto, a demanda por técnicas de reuso cresce, juntamente com os estudos nesta área e com o desafio de compatibilizar todos os aspectos envolvidos na reinserção de águas servidas nos processos. O reuso da água deve ser estimulado, visto que constitui uma fonte de economia de água potável e um estímulo ao uso racional dos recursos hídricos, além de ser uma medida de proteção dos mananciais e por atender às premissas do desenvolvimento sustentável e da Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos

O reuso de forma direta se dá com o uso e tratamento planejado para as águas servidas geradas para determinadas finalidades, tais como a irrigação e a reciclagem interna em instalações industriais com o intuito de economizar água e prevenir a poluição (CUTOLO, 2009; LIMA *et al.*, 2012).

Pesquisas segundo as de Mierzwa (2005), defendem estratégias que buscam minimizar os problemas relacionados à disponibilidade hídrica e o lançamento de efluentes, o mínimo consumo de recursos hídricos nos processos industriais e técnicas inovadoras de tratamento de água. A presente pesquisa se diferencia das demais, pois fará um estudo do levantamento de perdas ambientais através da metodologia dos sete tipos de perdas



resultantes de uma análise de *Cost deployment* (desdobramento de custos), que ainda é pouco explorada em pesquisas. As perdas do *Cost Deployment* ambiental de água se dividem em três tipos: Água potável, industrial e desmineralizada.

De forma geral, esse trabalho buscou identificar perdas nas áreas improdutivas da fábrica, como restaurante, lava jato, vestiários e banheiros, para propor maneiras de reduzir o desperdício de água em que a empresa alvo do estudo aponta. De forma específica o objetivo da pesquisa foi:

- I. Medir o consumo de água no período de janeiro a dezembro de 2015;
- II. Identificar perdas de consumo de água na área improdutiva;
- III. Utilizar a metodologia WCM para solução de problemas e redução de custos;
- IV. Propor um plano de ação embasado nas ferramentas de qualidade da metodologia;
- V. Propor soluções para redução do consumo de água e de custos para a empresa

Metodologia

Conforme a categorização proposta por Ganga (2012), essa pesquisa foi classificada como descritiva, aplicada e quantitativa, no qual a coleta de dados foi obtida de forma documental empregando uma análise de cálculo para quantificar os dados identificados.

O universo dessa pesquisa abrangeu uma empresa fabricante de máquinas de movimentação de terras. Foram utilizados como fonte amostral os relatórios de consumo de água durante o período de janeiro a dezembro de 2015 considerando a medição absoluta por mês em m^3 e a quantidade de máquinas produzidas e valor da tarifa de água definida pela concessionária. A população observada foi a área de lava jato de máquinas, apontada pela empresa como área de maior consumo.

Foi realizada a análise para coleta de dados dessa pesquisa a partir do banco de dados da própria empresa, consolidando informações necessárias ao desenvolvimento do estudo, constituindo numa pesquisa documental. A princípio foi realizado a coleta dos dados através das contas de concessionária para levantar o consumo e o custo mensal total da



empresa. Posteriormente foram coletados os dados do sistema online de medição de consumo de água, através dos medidores instalados nas áreas para medir o volume de água utilizado por dia.

Após o levantamento das contas de água foi avaliado o processo de lava jato levantando o número de máquinas lavadas por mês, e o volume de água consumido na atividade para consolidar a média de consumo. Também foi levada em consideração, a metodologia que a empresa utiliza para classificação das suas perdas que são os sete tipos de perda de água, considerando:

- i. Tipo 1: Perda na consumo desnecessário;
- ii. Tipo 2: Perda de excesso de consumo;
- iii. Tipo 3: perda devido à não-otimização;
- iv. Tipo 4: Perda na não utilização de recursos recuperáveis;
- v. Tipo 5: Distribuição da perda;
- vi. Tipo 6: Perda de transformação;
- vii. Tipo 7: Perda devido à não utilização de recursos renováveis.

A análise dos dados foi realizada através da medição diária do consumo de água em m³ para equalização com o valor da tarifa da concessionária, o volume consumido foi dividido pelas máquinas produzidas da fábrica conforme cálculo da Equação 1 para identificar o real consumo de água por mês em concordância com a meta definida pela organização corporativa da empresa.

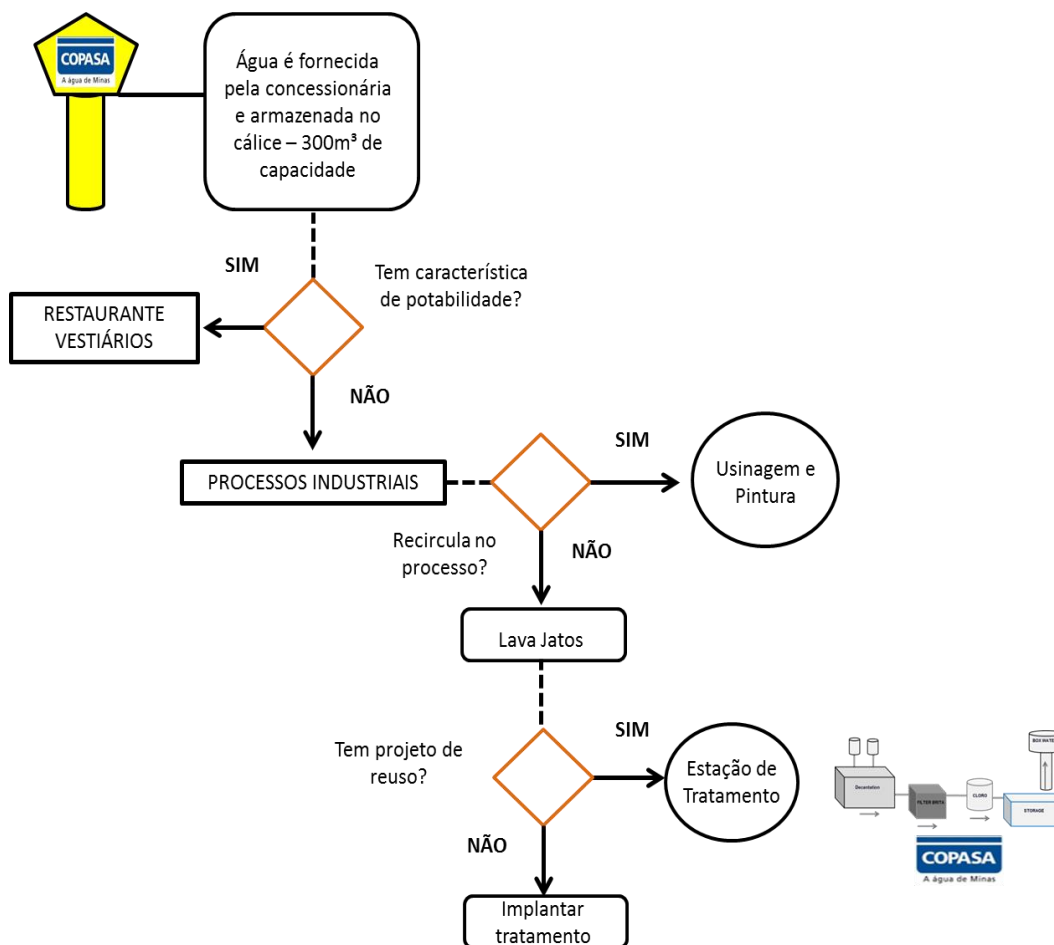
$$\text{Consumo} = \frac{\text{m}^3}{\text{máquinas produzidas}}$$

EQUAÇÃO 1 – Fórmula para o cálculo do consumo de água/máquina produzida

Resultados e discussão

O Fluxograma 1 apresenta o processo de abastecimento e distribuição de água na indústria Alpha, onde o recurso é fornecido pela concessionária. O volume de água que entra na empresa é medido no hidrômetro e após este processo, dentro da caixa d' água

existe uma divisão para tratamento, onde a água é distribuída para as instalações prediais de acordo com sua característica de consumo, ou seja, água potável para abastecer o restaurante, banheiros e os vestiários ou água industrial para abastecer os processos produtivos como usinagem e pintura e processos de apoio como os lava jatos para a lavagem de máquinas, foco do estudo apresentado onde se observou que não existe processo de recirculação e reutilização da água que é utilizada.



FLUXOGRAMA 1. Abastecimento de água na indústria Alpha

Foi proposta a aplicação da metodologia WCM, utilizando a ferramenta do pilar de qualidade Diagrama de Ishikawa, conforme Figura 1, para identificar o problema, o fenômeno e a causa raiz da perda de água, e com isso foi mapeada uma perda do tipo 2: Perda de excesso de consumo, no momento da lavagem das máquinas, onde os operadores deixavam a bomba d'água aberta na aplicação do sabão, e no momento do

enxague, onde o volume de detergente aplicado era muito grande e como consequência, o volume de água necessário para removê-lo também era alto.

FIGURA 1. Diagrama de Ishikawa

Dessa forma foi elaborado uma análise PDCA conforme Figura 2, para análise da melhoria contínua e como desenvolvimento, um plano de ação 5W1H conforme Quadro 1 para que as ações fossem detalhadas e distribuídas entre setores responsáveis para desenvolver o projeto com base nos princípios da metodologia WCM – redução de perdas e custos.

FIGURA 2. Ciclo PDCA



AÇÃO	WHAT O QUE?	WHO QUEM?	WHY PORQUE?	WHERE ONDE?	HOW COMO?
A	Calcular consumo de água	Meio Ambiente e Manufatura	Identificar volume de água consumido	Lava jato Restaurante Banheiros Vestiários	Leitura dos hidrômetros e medidores
B	Identificar tipo de perda de água na área de maior consumo	Meio ambiente	Definir categoria de tipo de perda dentro da empresa	Meio ambiente	Realizar o calculo da perda e correlacionar com a ferramenta dos 7 tipos da empresa
C	Relacionar a perda e o consumo de água / máquinas produzidas	Produção e Meio Ambiente	Identificar meta de consumo por máquina	Lava jatos	Cálculo de consumo x máquinas produzidas
D	Contabilizar excesso de consumo de água	Controladoria e produção	Identificar a perda em m ³ e o custo em R\$ pago pela empresa	Controladoria	Banco de dados da empresa – pesquisa documental
E	Desenvolver projeto para reutilização de água	Meio Ambiente e Manufatura	Reutilizar a água para reduzir o consumo da concessionária	Estação de Tratamento de Efluentes	Implantar uma estação de tratamento de efluentes de reuso.
F	Campanha de conscientização	Meio Ambiente e Alta direção	Conscientizar os empregados	Fábrica	Campanha visual, treinamentos.
G	Análise Critica do projeto	Meio Ambiente e Alta direção	Verificar se os resultados foram satisfatórios	Diretoria	Análise dos dados de consumo após implementação do projeto.

WHEN - QUANDO - SEMANAS																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	A	A																	
			B	B															
				C															
					D	D	D	D											
									E	E	E	E	E	E	E	E	E		
																		F	
																		G	G

QUADRO 1 – Plano de Ação – 5W1H

Na tabela 1 em anexo são apresentados os dados que consolidam o consumo de água e o volume de máquinas produzidas na indústria Alpha no ano de 2015, e são apresentados os dados referentes aos resultados do consumo de água nas atividades de lavagem de máquinas considerando o consumo mensal de água por máquina produzida.

ANO 2015												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Consumo (M³)	216	339	490	497	570	515	625	620	517	412	309	298
Máquinas produzidas	198	203	243	337	381	416	309	302	210	197	98	25
Consumo (m³/mp)	1,09	1,67	2,02	1,47	1,50	1,24	2,02	2,05	2,46	2,09	3,15	11,92

TABELA 1- Consumo de água no lava jato x máquinas produzidas

Observou-se no Gráfico 1 a análise dos dados de consumo de água que apresentou uma significativa variação do consumo no lava jato durante o período de 2015, observou-se nos meses de janeiro e fevereiro um baixo consumo devido a extensão das férias coletivas e o baixo volume de produção, porém uma média de consumo de 450m³/mês resultando no custo de R\$97.344,00 para a empresa.

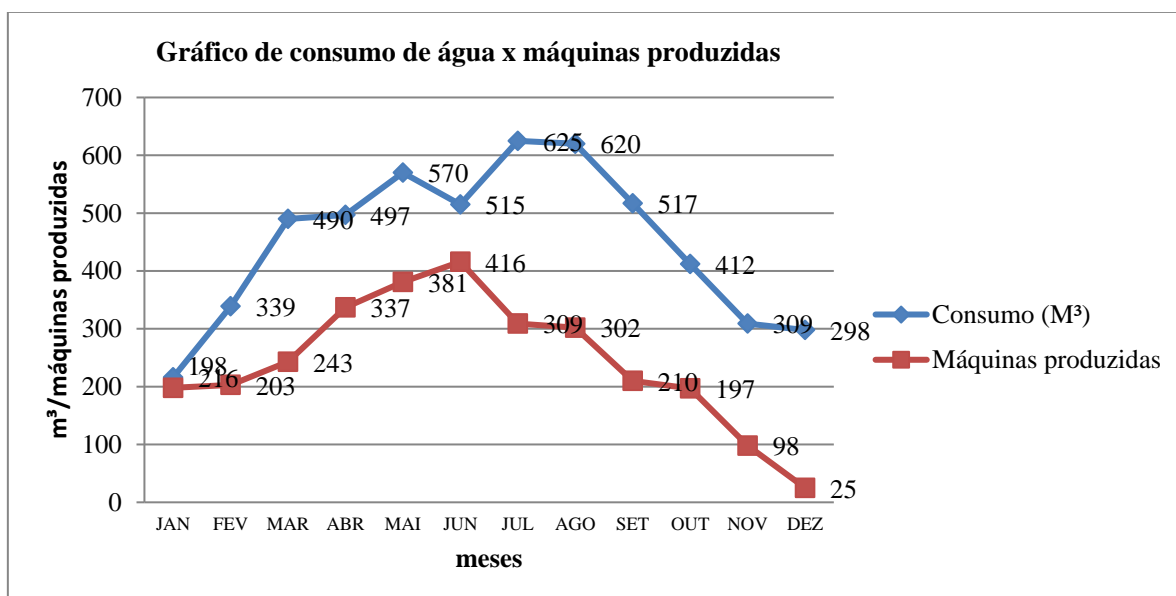


GRÁFICO 1 - Consumo de Água

O valor pago à concessionária conforme demonstrado na Tabela 2 referente ao ano de 2015 pelo consumo total de água da fábrica foi de R\$ 799.985,54 e o consumo do lava jato foi de 5.408m³ que representa 12% do consumo total da fábrica.

ANO 2015	
MESES	VALOR R\$
JANEIRO	73.102,83
FEVEREIRO	78.850,46
MARÇO	84.931,24.
ABRIL	89.584,68
MAIO	82.621,66
JUNHO	80.722,54
JULHO	86.016,50
AGOSTO	84.290,48
SETEMBRO	82.351,25
OUTUBRO	77.699,30
NOVEMBRO	74.493,60
DEZEMBRO	72.873,90
TOTAL	799.985,54

TABELA 2 – Valor das contas de água – Concessionária.

Considerações Finais

Nesse trabalho avaliou-se o consumo de água referente ao ano de 2015 do lava jato da indústria Alpha. Os resultados encontrados revelaram que o lava jato consumiu mais água do que o necessário diante a produção de máquinas estimadas por ano. A média de consumo por máquina era de 2,7m³, sendo que um volume estimado de consumo por máquina segundo dados e indicadores da empresa seria de 1,0m³/máquina.

Dessa forma, com a intenção de recuperar, tratar e reutilizar essa água que é perdida no processo e até mesmo recuperar a utilizada na lavagem das máquinas sugere-se a implantação de um tratamento secundário de efluentes para que o mesmo passe por um processo físico químico e obtenha características de efluente apropriado para reuso no próprio lava jato e posteriormente a possibilidade de expandir nos banheiros e vestiários para descargas de vasos sanitários e irrigação das áreas verdes da empresa.

Diante do exposto, percebe-se que a empresa terá uma economia de recurso natural e redução de custos. O presente trabalho possibilitou verificar a atual situação de disponibilidade de recurso hídrico na indústria e da urgência em reciclar para reutilizar a água. Além da implantação de tecnologias de sistemas de tratamento para reaproveitamento da água, é necessária uma mudança cultural de conscientização para a redução dos desperdícios MORUZZI (2008).

Referências

AGENCIA NACIONAL DA ÁGUA – ANA. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. 1. ed. Brasília: ANA, 2007. 126 p. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtew/2/pdf/volume_2_ANA.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2016.

BRASIL. **Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM>. Acesso em: 9 nov. 2016.

BESSANT, John; TIDD, Joe. **Gestão da Inovação**. Administração. Porto Alegre: Bookman, 2015.

CUTOLO, S. A. **Reuso de águas residuárias e saúde pública**. 1. ed. São Paulo: Annablume editora, 2009. 96 p.

GANGA, G. M. D.. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

MIERZWA, J.C & HESPANHOL I. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos. 2005. 143p

MORUZZI, Rodrigo Braga. **Reuso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios**. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 271 a 294. 2008 ISSN 1982-7784. Disponível em < www.olam.com.br >. Acesso em 08/11/16.

MOURA, L. A. A. Economia ambiental: gestão de custos e investimentos. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.



OHNO, T.. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

TUCCI, M. E. Águas Urbanas. **Revista Científica Portal de Revistas Sistema Integrado de Bibliotecas**. Universidade de São Paulo. v. 22, n. , 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295> >. Acesso em: 30 abr.2016.