

EFICIÊNCIA NAS OPERAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA NO MEIO URBANO

EFFICIENCY IN OPERATIONS FOR THE WATER PRODUCTION IN URBAN AREAS

Rogério Dezem Silva

Professor do ensino técnico de mecânico do Centro de Paula Souza de Barretos.
rogeriodezem@terra.com

Jonas Krause

RESUMO

A busca pela eficiência em sistemas de operações tem trazido uma grande evolução para os processos produtivos. Os conhecimentos de operações, fundamentados em conceitos teóricos práticos, trazem para o meio produtivo um desempenho com grande significado no custo de muitas empresas. Atualmente, reduzir custo não se trata de um diferencial, mas sim de um requisito básico na atual economia globalizada. Cobram-se muito dos fornecedores de serviços para que forneçam um produto com qualidade e custo relativamente rentável. Um exemplo que podemos citar é a água potável, elemento de extrema necessidade para o ser humano, que deve não somente estar em condição de uso, sem odor, com qualidade (como pH, cloro e flúor), mas também com custo relativamente baixo para que todos possam usufruir desta magnitude. Este trabalho tem como objetivo demonstrar as eficiências em operações para produção de água em um modelo teórico-prático comparado com a coleta de informações realizado em campo na cidade de Barretos/SP. Concluímos que o custo do metro cúbico de água está diretamente relacionado com a eficiência mecânica do sistema, a logística dos centros de distribuições, com a eficiência de operações uma vez que um erro no processo produtivo pode acarretar numa manobra que poderá forçar a produção a utilizar bombas com potências maiores (cv/m³), ou um funcionamento em horário no qual o quilowatts hora (Kwh) tem um maior custo, ou ainda aumentar a perda de carga no sistema acarretando numa diminuição do rendimento de produção.

Palavras-chave: Eficiência de operações. Logística de armazenamento. Redução de Custo.

ABSTRACT

The search for the efficiency in operation systems has promoted a great evolution in the productive processes. The knowledge of operations, based on theoretical and practical concepts, brings to the productive environment performance with great significance in costs of many companies. Nowadays, reducing costs is not a differential, but a basic requirement in the current globalized economy. It is demanded from service suppliers to provide a product with quality and relatively profitable costs. An example is the drinking water, an extremely necessary element for the human being. Not only must it be in good condition of use, without odor, with quality (such as pH, chlorine and fluorine) but also it must have relatively low cost so that all people can benefit from it. This paper aims to discuss the efficiency in operations for the water production by means of a theoretical-practical model. A comparison with the collection of information in field in the city of Barretos, state of São Paulo, will be made. It could be concluded that the cost of a cubic meter of water is directly related to the mechanical efficiency of the system, the logistics of distribution centers and the efficiency of operations. An error in the production process may result in some problems. For example, a maneuver can force the production with more powerful water pumps (cv/m³). The operation can also occur in a period that value of the kilowatt/hour (kWh) will be higher. Moreover, it is possible to occur an increase in reduction of pressure in the system, resulting in a decrease in the production yield.

Key words: Water production. Operation systems. Urban environment.

INTRODUÇÃO

O que todos os seres humanos buscam, é a melhor aplicação de sua remuneração, nos quesitos de saneamento básico.

Neste trabalho demonstraremos que o sistema de abastecimento de água e esgoto em uma cidade pode acarretar em custo direto para a população, uma vez que os erros e acertos operacionais estarão ligados diretamente no custo final, do produto “água potável”.

Quando pensamos em água potável pensamos nela cristalina, sem odor (cheiro) e sem gosto.

Para o processo de produção de água potável temos que correlacionar os conceitos de logística com o meio de produção para poder fornecer o produto no lugar certo, no momento certo e em condições de uso. Este princípio do sistema logístico ajudará muito no quesito de satisfação do cliente.

PADRÕES DENTRO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO

Para utilizar padrões de qualidade da água temos que utilizar os padrões do sistema sanitário brasileiro.

Água potável é aquela que pode ser consumida sem risco à saúde e sem causar rejeição ao consumo (Brasil, 2006).

Para alcançar o padrão desejado da água potável precisa-se conhecer o processo de captação de água podendo ser de manancial e/ou poços subterrâneos. No sistema de captação manancial temos que saber que em épocas de chuvas a água bruta pode estar mais turva, podendo assim ser uma variável o seu tratamento.

Qualidade da água bruta, tratamento da água e qualidade da água tratada são variáveis interdependentes (Brasil, 2006). No meio de captação e tratamento de água bruta existem padrões que o sistema de qualidade exige para torna-la água potável.

A inspeção sanitária constitui a verificação *in loco* da fonte de água e de todas as instalações e equipamentos de um sistema (ou solução) de abastecimento, condições e procedimentos de operação e manutenção, visando avaliar a suficiência de todos esses componentes para produzir e fornecer, em condições seguras, água para consumo humano (Brasil, 2006).

Considerando que o produto produzido “água potável” necessita de padrões de qualidades e que estes padrões tem que ser repassado para o departamento de operações, no qual manuseia o sistema tornando o produto final como fonte de saúde para a população (água), sendo que neste contexto temos que transcrever que os padrões de operações estão diretamente relacionados com o efeito do produto ou com a satisfação ou insatisfação do cliente (população do município).

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo, as necessidades do cliente (Campos 2004, p.2).

Por mais que se pense em qualidade, não tem como fazer a qualidade funcionar se não pensar no contexto de produção, pois cada manobra de rede, ligação da bomba hidráulica para captação de água, ou a ligação da bomba hidráulica para abastecer a rede

principal ou ainda a ligação da bomba hidráulica para abastecer o reservatório (elevado), precisa ter planejamento de produção.

Assim, a produção é a chave fundamental, pois tem que possuir um planejamento para atender a demanda que o cliente necessita.

O sistema de produção é a parte mais importante do grupo de atividades de uma empresa, que por esse motivo deve ser administrada para utilizar eficientemente os recursos disponíveis e atingir o objetivo a que se propõe (PARANHOS FILHO, 2007, p.12).

Como produção é algo que produzimos e para isto se faz um planejamento para buscar os resultados esperados, podemos então dizer empiricamente que sem um planejamento não se pode ter êxito na produção do projeto.

Projetar consiste em tanto formular um plano para a satisfação de uma necessidade específica, quanto em solucionar um problema (SHIGLEY, 2005, p.26).

Quando projetamos ou planejamos um produto ou serviços visamos ter alguns aspectos como a qualidade para podermos atender o cliente dentro do prazo, baixo custo e máxima qualidade.

Para atender estes conceitos de qualidade temos que estar atentos para o processo deste novo produto, sendo ele um bem ou um serviço. Campos (2004, p.3), menciona que para aumentar a produtividade é preciso produzir cada vez mais e/ou melhor, com cada vez menos. Assim o mundo fica cada vez mais competitivo, forçando as empresas a mudarem o seu perfil de qualidade, que se trata de qualidade técnica para qualidade técnica exigida. Tendo base o que o cliente quer, deseja e exige.

QUALIDADE PARA PRODUTO E SERVIÇOS

Na corrida pela qualidade do produto ou serviço, e aplicando o contexto de competitividade, as empresas buscam novos métodos para este sistema de gestão de produção.

Paranhos Filho (2007, p.67) comenta que a tecnologia de produção define a maneira como o bem será produzido, se de forma unitária ou seriada com altos volumes, se

necessitará de processos padronizados ou será produzido por encomenda sob um projeto específico, se a fábrica será dedicada a um único produto ou a vários simultaneamente, se o processo será em lotes ou contínuo, enfim qual será a operacionalização da produção.

Neste contexto estamos mencionando o produto “água potável”, e então precisamos saber que o seu processo não tem fim: é um sistema contínuo, uma produção por processamento.

A produção por processamento ocorre quando o seu processo é contínuo, ou seja, inicia-se em um equipamento e é transferido através de tubulações para o seguinte e assim sucessivamente (PARANHOS FILHO, 2007, p.82).

Existem diversas ferramentas para auxiliar as empresa para controlar sua qualidade. Desta forma, vamos criar um exemplo real para demonstrar como a eficiência no processo produtivo pode manter os objetivos específicos de suprimentos que visa manter uma quantidade com qualidade para poder atender dentro do prazo, com baixo custo.

Mediante isto vamos ter que conhecer alguns conceitos:

Em economia, demanda, procura, ou “demandada” é a quantidade de um bem ou serviço que os consumidores desejam adquirir por um preço definido em um dado mercado, durante uma unidade de tempo (WIKIPEDIA).

Atendendo as necessidades da demanda e perante a análise de produção, as organizações começam a preocupar com os recursos disponíveis como financeiro, de pessoal, materiais e tecnológicos.

MODELO PRÁTICO

Nesta situação vamos analisar uma cidade, como Barretos, considerando uma população de 112.101(Fonte: IBGE 2010) habitantes. Com os dados podemos considerar nossa demanda ou consumo por dia, que vai ser representado por:

EFICIÊNCIA NAS OPERAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA NO MEIO URBANO

$D = \text{Habitantes} \times \text{Demanda (m}^3/\text{dia)} \times \text{Coeficiente de perdas (correção)}$

$D = 121069 \times 0,200 \times 1,2$

$D = 29146 \text{ m}^3/\text{dia}$

Tabela 1 – Crescimento populacional e consumo da cidade de Barretos

Ano	População (hab.)	Demanda (m ³ /dia)
2005	105000 (Estimativa)	25200
2010	112101 (Fonte IBGE)	26924
2012	113338 (Fonte IBGE)	27201,12
2013	113956 (Estimativa)	27349,44

Através dos dados teremos que planejar estrategicamente para instalarmos os centros de operações ou centros de distribuições para o abastecimento da nossa cidade. Vale lembrar que existe um índice de demanda para cada bairro de uma cidade. No nosso caso estou falando de uma região sobre planície, não há muitos rios e é necessário a extração sob poço profundo também.

Dai começa o conceito de efetuar um sistema com uma logística de suprimentos para atender as necessidades do consumidor final.

Segundo Razzolini Filho (2009), as organizações contam com instalações localizadas em diferentes pontos.

Tabela 2 – Demanda versus população por região (Fonte SAAEB – Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de Barretos)

Região	População 2013 (estimativa hab.)	Demanda (m ³ /dia)
1	13458	3229,92
2	38221	9173,04
3	19635	4712,40
4	15088	3621,12
5	6473	1553,52
6	968	232,32
7	2040	489,6
8	0	0
10	18073	4337,52
TOTAL	113956	27349,44

Dentro do quesito de logística temos que suprir as necessidades da cadeia de suprimentos, que ultimamente vem evoluindo significativamente. Temos que oferecer o mais alto nível de serviço, estando no lugar certo, na hora certa e em condições de uso. Mas o consumidor ainda necessita de outro fator que é o menor custo possível.

Os setores da corporação tem que estar interligados, num elo de cadeia, de tal forma que utilizando os recursos tecnológicos e de telecomunicações possa visualizar em forma direta a sua eficácia no desempenho operacional, com a melhor eficiência possível. “Assim o gerenciamento dos fluxos numa cadeia de suprimentos torna-se crucial” (CHRISTOPHER, 2009).

Quando utilizada a logística de maneira correta ou incorreta, pode ser um fator determinante primário de lucro ou de prejuízo para a instituição.

EFICIÊNCIA NAS OPERAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA NO MEIO URBANO

Tabela 3a – Estações de capitação de água profunda (Fonte SAAEB)

Estação	Capitação água profunda (m³/h)	Motor elétrico (cv)	Reservatório semi enterrado (m³)		Bombas semi enterra (m³/h)	Motor elétrico (cv)	Reservatório elevado (m³)	Motor do resfriamento (cv)
Barretos II	300	600	625	1250	370	40	450	25
			625		300			40
Comitivas	300	500	1750	3500	500	100	700	20
			1750		500			100

Tabela 3b – Estações de capitação de água rasa (Fonte SAAEB)

ESTAÇÃO	CAPITAÇÃO AGUA (m³/h)	MOTOR ELÉTRICO (CV)	BOMBAS SEMI ENTERRA (m³/h)	MOTOR ELÉTRICO (CV)	RESERVATÓRIO ELEVADO (m³)	RESERVATÓRIO SEMI ENTERRADO (m³)
Cristiano de Carvalho	40	-	157	20	200	570

Tabela 3c – Estações de capitação de água superficial (Fonte SAAEB)

ESTAÇÃO	BOMBA CAPITAÇÃO ÁGUA BRUTA (m³/h)	BOMBA ABASTECIMENTO (m³/h)	MOTOR ELÉTRICO (CV)
Baroni	-	200	40
Aleixo	250	-	100

Tabela 3d – Estações de distribuição de água - reservatório (Fonte SAAEB)

CENTRO DE DEPÓSITO	DEPÓSITO METÁLICO (m ³)	BOMBA ALIMENTAÇÃO (m ³ /h)	MOTOR ELÉTRICO (CV)	DEPÓSITO CONCRETO (m ³)
Sorvetão	1500	500	100	500
FEB				

Em seguida foram feitos os levantamentos dos pontos fortes e dos pontos fracos para podermos determinar onde se localizam os Centros de Operações (CO) ou Centros de Distribuições (CD) para determinarmos qual será a capacidade de demanda.

Na tabela abaixo informamos quantos CO temos e suas respectivas capacidades:

Tabela 4 – Demanda dos Centros de Operações (Fonte SAAEB)

CENTRO DE OPERAÇÕES	CAPACIDADE MÁXIMA DE PRODUÇÃO (m ³ /dia)
CO – Barretos II	7200
CO – Comitivas	7200
CO – Pereira *Pitangueiras	16800
CO – Baroni *Aleixo	6000
CO – São Francisco	400
CO – Cristiano de Carvalho	720
CO – Alberto Moreira	90
CO – Ibitu	50
TOTAL:	38460

Sabemos que as atividades logísticas de operacionalização necessitam de profissionais competentes e qualificados para um melhor desempenho da cadeia (RAZZOLINI FILHO, 2009).

Vale ressaltar que para a boa funcionalidade da logística de suprimentos temos que ter, além das interações de comunicações, as interligações físicas dos CO para que se possa ter uma boa eficácia operacional. Temos que levar em consideração algumas interferências

de agentes externos, como: falta de energia elétrica, quebra da bomba, defeito das chaves de partidas das bombas, consumo maior que o planejado, dutora danificada (vazamento), entre outros.

Começamos a fazer algumas análises. Anteriormente mencionamos que a demanda da cidade de Barretos não era superior que 29624 m³/dia e na tabela das estações estamos mencionando que a soma de todos os CO equivale a 37300 m³/dia. Desta forma podemos associar que a capacidade de consumo será muito maior que a demanda esperada. O consumo nunca é o mesmo, pois temos alguns agentes externos que interferem como umidade relativa do ar. Se o tempo está mais quente, se está chovendo, se é final de semana e outros.

Dai a necessidade do corpo de operadores, das estações, ter o conhecimento na área de sistemas, logística, operacional, máquinas e equipamentos, energia elétrica, hidráulica, mecânica dos fluidos, física, automação e outros.

Tais demandas exigem das organizações um gerenciamento baseado em uma visão mais abrangente de todo o sistema logístico, o que significa que é necessária uma visão sistêmica, não funcional, dos sistemas organizacionais conduzindo a uma abordagem de chamada administração da cadeia de suprimentos (Supply Chain Management – SCM) (RAZZOLINI FILHO, 2009).

Para uma boa operacionalização, o profissional tem que ser competente e qualificado e ter uma visão estratégica, pois se ocorre algum erro operacional e demora para refazer as manobras de operações, poderá acarretar um alto índice de insatisfação do cliente.

Mas como conseguir operar o sistema como um todo? Exatamente aí que esta o ponto no qual os conhecimentos técnicos de mecânica de fluidos são de extrema importância.

Temos que saber como é o produto que vamos manipular que no nosso caso é a água. Nos termos técnicos água é um fluido. Então temos que entender o que é um fluido.

Segundo Bistafa (2010) fluido é um meio material que não resiste à aplicação de forças pontuais. Fialho (2007) diz que fluido é qualquer substância capaz de escoar e assumir a forma do recipiente que o contém.

Como todo material, o fluido tem algumas propriedades que chamamos de massa específica [$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$] e peso específico [$\gamma = \frac{m \times g}{V} \left(\frac{Kgf}{m^3}\right)$], entre outros.

Quando trabalhamos com aplicações em sistemas de fluidos temos que observar qual vai ser o meio de transmissão forçado ou por gravidade. No meio forçado temos um dispositivo mecânico movimentando o fluido que é a bomba hidráulica, já por gravidade temos um agente externo que é a pressão da gravidade atuando sobre o fluido.

Existem alguns fenômenos nos fluidos que, quando submetidos a uma força, provocam um fenômeno que chamados de laminar e turbulento.

O movimento interno da água assume essencialmente uma ou outra de duas formas distintas – ou os elementos do fluido seguem uns aos outros ao longo de linhas de movimento que os conduzem da maneira mais direta aos seus destinos, ou eles redemoïnham em trajetórias sinuosas mais indiretamente possível (BISTAFA, 2010).

Desta maneira podemos afirmar pelo método de operação, qual manobra gerará um maior ou menor custo no processo produtivo. Todas as vezes que analisamos qual Estação de tratamento de água (ETA) vamos utilizar para suprir a necessidade do consumo da população, sem causar interrupções do fornecimento de água, temos que verificar qual é a manobra com menor impacto.

PROCESSO DE OPERAÇÃO

Para focar no processo de operações temos que entender que uma cidade como Barretos, projetada já alguns bons anos, tem gargalos no processo de produção. Vale lembrar que um bairro se desenvolve (crescimento populacional) mais que outros.

Vamos voltar um pouco no tempo no ano de 2004 quando o processo produtivo, a produção era de forma ininterrupta. O que significava produzir e colocar na rede sem parar os equipamentos. Neste ano foram pagos R\$164.805,95 (em média) com a conta de energia para produzir água para uma população de 105.000 habitantes.

Tabela 5 – Valor pago de energia elétrica (Fonte SAAEB)

Ano	2004	2008
Valor pago energia (média) em R\$	R\$ 164.805,95	R\$ 194.936,42

Tabela 6 – Índice reajuste tarifário de energia elétrica para a CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz

Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Índice	21,1	17,74	10,83	7,06	-13,61	21,56	2,7	7,23	2,89	77,5

(Elaborado pelo autor em consulta a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica)

Depois de 2004, mais precisamente em fevereiro de 2005, começa uma nova forma de operar o sistema de produção de água que se resume em estrangular o sistema para poder ocorrer um sistema misto com o objetivo de laminar a água dentro da tubulação, pois segundo Paranhos Filho, boa parte da energia de bombeamento são dissipadas nas paredes do tubo.

Vale ressaltar que a tubulação é super dimensionada, pois é feita uma projeção para 10 anos, no caso do SAAEB já tem 35 anos de operação. Isto nos fala que a tubulação esta subdimensionada.

Utilizando este processo vamos controlar a pressão no ponto alto e vamos diminuir nossa perda de carga ou perda na rede, procurando desta forma o ponto de menor perda. Esse controle é feito através de instrumentos de nível de altura e mediante isto elabora uma estratégica de metas em m³/h para atender a população sem a falta de água. Como o processo é checado de hora em hora, fica mais fácil efetuar correções de manobras para corrigir a produção quando for necessário. Neste processo controlamos somente 12 pontos.

Tabela 7 – Tabela de Valor a ser pago na energia (utilizado tabela 5 e tabela 6)

Ano	2005	2006	2007
Valor estimado energia (média) em R\$	R\$ 194.042,53	R\$ 215.018,53	R\$ 230.198,83

A partir de 2008 mudamos o processo de produção que controla todos os pontos da cidade. Como tudo evolui, o processo de operações e produção também, e ainda passamos a controlar 20 pontos.

Tabela 8 – Valor pago de energia elétrica (Fonte SAAEB)

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Valor pago energia (média) em R\$	R\$ 253.756,68	R\$ 292.429,58	R\$ 296.233,62	R\$ 320.791,25	R\$ 326.973,33

Tabela 9 – Tabela de Valor a ser pago na energia (utilizado tabela 5 e tabela 8)

Ano	2009	2010	2011	2012
Valor estimado energia (média) em R\$	R\$ 308.466,61	R\$ 316.795,21	R\$ 339.699,51	R\$ 349.516,82

Desta forma fica claro: o que deveria ser pago em 2012 era um valor de R\$ 349.516,82 e o que foi realmente pago foi R\$ 326.973,33, totalizando uma diferença de R\$ 22.543,49 em média por mês.

CONCLUSÃO

Os centros de operações estão distantes uns dos outros, e é de extrema necessidade interligar estas ETAs para que se possa efetuar uma operação, pois temos

alguns riscos como quebra de uma bomba, queima do motor elétrico, queima de transformadores, queima da chave de partida (Soft start), falta de energia elétrica, entre outros, que afeta diretamente o abastecimento de água.

Por meio destes riscos podemos utilizar bombas com motores elétricos, com potência menor, tendo a mesma eficiência do que uma operação normal da estação.

Quando se trabalha de metas diárias e variáveis incertas (riscos), é necessário utilizar o processo produtivo sem que haja um custo do kWh para poder atender toda a população, pois o cliente quer abrir a torneira e utilizar o produto.

Desta forma concluímos que o custo do metro cúbico de água está diretamente relacionado à eficiência mecânica do sistema, à logística dos centros de distribuições com a eficiência de operações, uma vez que um erro no processo produtivo pode acarretar uma manobra que poderá forçar a produção utilizar bombas com potências maiores (Cv/m^3), ou um funcionamento em horário no qual o Kwh tem um custo maior, ou ainda aumentar a perda de carga no sistema, acarretando uma diminuição do rendimento de produção.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 84 p

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 256p.: il.

PARANHOS FILHO, M. P. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibpex, 2007. 340p. : il.

SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R.; BUDYNAS, R. G. **Projeto de engenharia mecânica**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 960p.; 28cm.

SELEME, ROBSON. **Métodos e tempos: racionalizando a produção de bens e serviços**. Curitiba: Ibpex, 2009.

RAZZOLINI FILHO, E. **O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil**. Curitiba: Ibplex, 2009

CHRISTOPHER, MARTIN. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2. Ed.. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

BISTAFA, SYLVIO R. **Mecânica dos fluidos: noções e aplicações**. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

WIKIPÉDIA a enciclopédia livre. **Demanda**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Demanda>. Acesso em 29 de abr. de 2012 as 16:40.

IBGE Cidades. **Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística São Paulo, Barretos população 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 17 de fevereiro de 2013 as 17:54.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica resolução homologatória N°85 de 7 de abril de 2004, N°81 de 6 de abril de 2005, N°313 de 6 de abril de 2006, N°445 de 3 de abril de 2007, N°627 de 7 de abril de 2008, N°795 de 7 de abril de 2009, N°961 de 6 de abril de 2010, N°1130 de 5 de abril de 2011 e N°1369 de 16 de outubro de 2012**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/ReajusteTarifario/default_aplicacao_reajuste_tarifario.cfm. Acesso 02 de maio de 2013 as 15:06.