

RECUPERAÇÃO DO COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE ADUTORA DE ÁGUA BRUTA ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS VENTOSAS COM A TUBULAÇÃO EM CARGA

Romulo Ruiz Gasparini ⁽¹⁾

Engenheiro de Desenvolvimento Operacional da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) – U. R. Pato Branco. Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Especialista em Gestão e Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

Endereço ⁽¹⁾: Rua Clarice Soares Cerqueira, nº 185 – Bairro Santa Terezinha – Pato Branco – Paraná – Brasil – C.E.P.: 85501-140 – Telefone: +55 (46) 3902-1838 – Fax: +55 (46) 3902-1824 – E-mail: romulorg@sanepar.com.br

RESUMO

Este trabalho vem apresentar a experiência vivenciada por equipe da Companhia de Saneamento do Paraná, referente à intervenção em Adutora de Água Bruta do Sistema de Abastecimento de Água de Pato Branco, para a implantação de 12 novas ventosas com a tubulação em carga, sendo que, esta atividade, foi desenvolvida para melhorar as condições de segurança da referida Unidade Operacional, em função de seu aumento da Capacidade de Transporte, já que havia esta necessidade para suprir o aumento de demanda do referido sistema, além de recuperar o coeficiente de rugosidade “C” da canalização. Esta intervenção foi necessária realizar com a tubulação em carga para evitar rodízios no abastecimento. Esta experiência a vem a consolidar com duas das principais missões das Empresas de Saneamento, que é a não interrupção no fornecimento de água aos clientes externos e o não desperdício de sua matéria-prima, além da otimização de sua infra-estrutura existente. As Empresas de Saneamento, de um modo geral, geralmente realiza este tipo de intervenção realizando a interrupção do funcionamento das tubulações, o que gera uma série de inconvenientes, principalmente o desabastecimento de seus clientes externos e as perdas de água.

PALAVRAS-CHAVE: Tubulação em carga, implantação de ventosas, coeficiente de rugosidade “C”.

INTRODUÇÃO

Para a realização de intervenções em redes de adução ou de distribuição de água, visando à implantação de novos dispositivos operacionais (descargas, hidrantes e ventosas) e interligações em novas redes, as Empresas de Saneamento geralmente realizam a interrupção do funcionamento de tais tubulações, descarregando a quantidade de água existente em seu interior para possibilitar a execução do serviço. Este tipo de procedimento acarreta nos seguintes inconvenientes:

- Desabastecimento de água, o que gera a insatisfação dos clientes externos;
- Perdas de água, o que acarreta em desperdícios com Energia Elétrica e Insumos Químicos, no caso de tubulações de água tratada, além de elevação dos Indicadores de Controle de Perdas. Outro fator negativo para as perdas de água é o compromisso ambiental que as Empresas de Saneamento devem ter perante todos;
- Insegurança operacional, para o descarregamento e recuperação do volume de água das tubulações, devido a variações de pressão, o que pode vir a provocar novos rompimentos na tubulação e danificação de suas unidades operacionais (descargas, hidrantes, registros em linha, válvulas e ventosas).

Conforme Silva et al (2010), a interrupção do funcionamento de tubulações pode ainda gerar uma série de outros problemas de ordem operacional e de imagem externa, sendo eles:

- Maior número de profissionais envolvidos na atividade;
- Maior demanda por quantidade de horas trabalhadas;
- Faturamento das Empresas de Saneamento afetado;
- Gastos com divulgação da atividade junto à população;

- Condições críticas de trabalho;
- Prejuízo para o abastecimento;
- Imagem das Empresas de Saneamento afetada.

Todos estes fatores contribuem para desgastar a imagem das Empresas de Saneamento perante a sociedade, conforme acima citado. Em função destes problemas apresentados e considerando a necessidade de implantação de 12 novas ventosas na AAB Rio Pato Branco, devido à necessidade de otimização da referida Unidade Operacional, a Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, através da Unidade Regional de Pato Branco – URPB, optou pela utilização de uma tecnologia que permite a furação da parede das tubulações em carga com a utilização de equipamento de pequeno porte, permitindo assim a não paralisação da referida adutora, adutora esta responsável pelo o total abastecimento da cidade de Pato Branco – PR.

A otimização da AAB Rio Pato Branco foi necessária devido a existência, de trechos da canalização, com excesso de perda de carga, devido a ocorrência de admissão de ar no interior do mesmo. Estes trechos estavam comprometendo com a Capacidade de Transporte da referida adutora.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O município de Pato Branco, localizado na Região Sudoeste do Estado do Paraná, possui uma população urbana estimada em 68.093 habitantes, conforme dados do Censo 2010 – IBGE. A Sede Urbana possui 19.670 Ligações Totais de Água e 25.990 Economias Totais de Água. A Demanda Média Diária, registrada em 2010, foi de 11.550 m³/dia, sendo que, a Demanda Máxima Diária, deste mesmo ano, foi de 14.270 m³/dia, o que gera um Coeficiente do Dia de Maior Consumo (k1) de 1,24.

Para o atendimento da Sede Urbana, a Sanepar possui um único Sistema Produtor, sendo a AAB Rio Pato Branco parte integrante deste sistema. Esta adutora possui uma extensão total de 12.458 metros, divididos em 03 trechos distintos, conforme a seguir:

1° Trecho

- Unidade Operacional de Montante: Alto Recalque da Captação Rio Pato Branco;
- Cota da Unidade Operacional de Montante: 687 metros;
- Unidade Operacional de Jusante: 1° Stand-pipe;
- Cota da Unidade Operacional de Jusante: 877 metros;
- Desnível Geométrico do Trecho: - 190 metros (Escoamento por Recalque);
- Extensão do Trecho: 4.676 metros;
- Material e Diâmetro da Tubulação do Trecho: Ferro Dúctil (FD) DN 450;
- Dispositivos Operacionais Existentes no Trecho: 03 descargas, 12 ventosas e 02 estações pitométricas.

2° Trecho

- Unidade Operacional de Montante: 1° Stand-pipe;
- Cota da Unidade Operacional de Montante: 877 metros;
- Unidade Operacional de Jusante: 2° Stand-pipe;
- Cota da Unidade Operacional de Jusante: 858 metros;
- Desnível Geométrico do Trecho: 19 metros (Escoamento por Gravidade);
- Extensão do Trecho: 4.380 metros;
- Material e Diâmetro da Tubulação do Trecho: FD DN 450;
- Dispositivos Operacionais Existentes no Trecho: 07 descargas, 09 ventosas e 03 estações pitométricas.

3° Trecho

- Unidade Operacional de Montante: 2° Stand-pipe;
- Cota da Unidade Operacional de Montante: 858 metros;
- Unidade Operacional de Jusante: ETA Rio Pato Branco;
- Cota da Unidade Operacional de Jusante: 814 metros;
- Desnível Geométrico do Trecho: 44 metros (Escoamento por Gravidade);
- Extensão do Trecho: 3.402 metros;
- Material e Diâmetro da Tubulação do Trecho: FD DN 350;
- Dispositivos Operacionais Existentes no Trecho: 03 descargas, 03 ventosas e 01 estação pitométrica.

Segundo Gasparini, Favaro e Depexe (2011), no início do ano de 2010, a Capacidade Real de Produção do SAA Pato Branco era de 12.577 m³/dia, valor este inferior a Demanda Máxima Diária registrada nos últimos anos. Em função desta situação, neste mesmo período, houve a necessidade de realização de rodízio do abastecimento de água da cidade em dois dias distintos, o que gerou a insatisfação dos clientes externos de toda a cidade e região. Para minimizar este problema, a Sanepar desenvolveu melhorias no Sistema Produtor para ampliar a sua vazão operacional em 30 l/s, totalizando assim em 15.168 m³/dia a Capacidade Real de Produção Diária, capacidade esta suficiente para atendimento do crescimento da demanda para os próximos 04 anos, tempo este suficiente para desenvolvimento de projeto e obra para ampliação global do sistema. Dentro destas melhorias, houve a necessidade de implantação de 12 novas ventosas na AAB Rio Pato Branco.

Inicialmente, para a ampliação da Capacidade Real de Produção do Sistema, foi realizado o cadastramento, georreferenciado, da Adutora de Água Bruta, em planta e perfil, no final do ano de 2009. Esta adutora foi executada no início da década de 1980 e não havia um cadastro confiável. Neste cadastramento, foram realizadas em torno de 30 sondagens, para a identificação do material, diâmetro e recobrimento da tubulação do trecho. Ainda durante o cadastramento, foram identificados todos os dispositivos operacionais da adutora (ventosas, descargas e estações pitométricas).

Após o trabalho de cadastramento, foi realizado um trabalho de monitoramento da adutora, monitoramento este realizado em março de 2010. Neste monitoramento, foram realizadas leituras de pressão junto às ventosas, através da instalação de loggers de pressão. No barrilete dos conjuntos motor-bomba do Alto Recalque, foi instalado um manômetro para o monitoramento da pressão de recalque. Ainda foi acompanhado, visualmente, o nível de água junto à Câmara de Sucção do Alto Recalque, junto ao 1º e ao 2º Stand-pipes e junto à câmara de início do processo de tratamento. Em cada um dos 03 trechos da adutora, foram realizados trabalhos de pitometria, para uma mesma condição de vazão. Todo este trabalho foi realizado para as 03 combinações possíveis dos conjuntos motor-bomba existentes no Alto Recalque da Captação Rio Pato Branco. Em paralelo a este trabalho, foram realizadas medições dos parâmetros elétricos dos referidos conjuntos. A Figura 01 apresenta o perfil da adutora, com base no trabalho de cadastramento da mesma e a linha de pressão, com base do levantamento de campo.

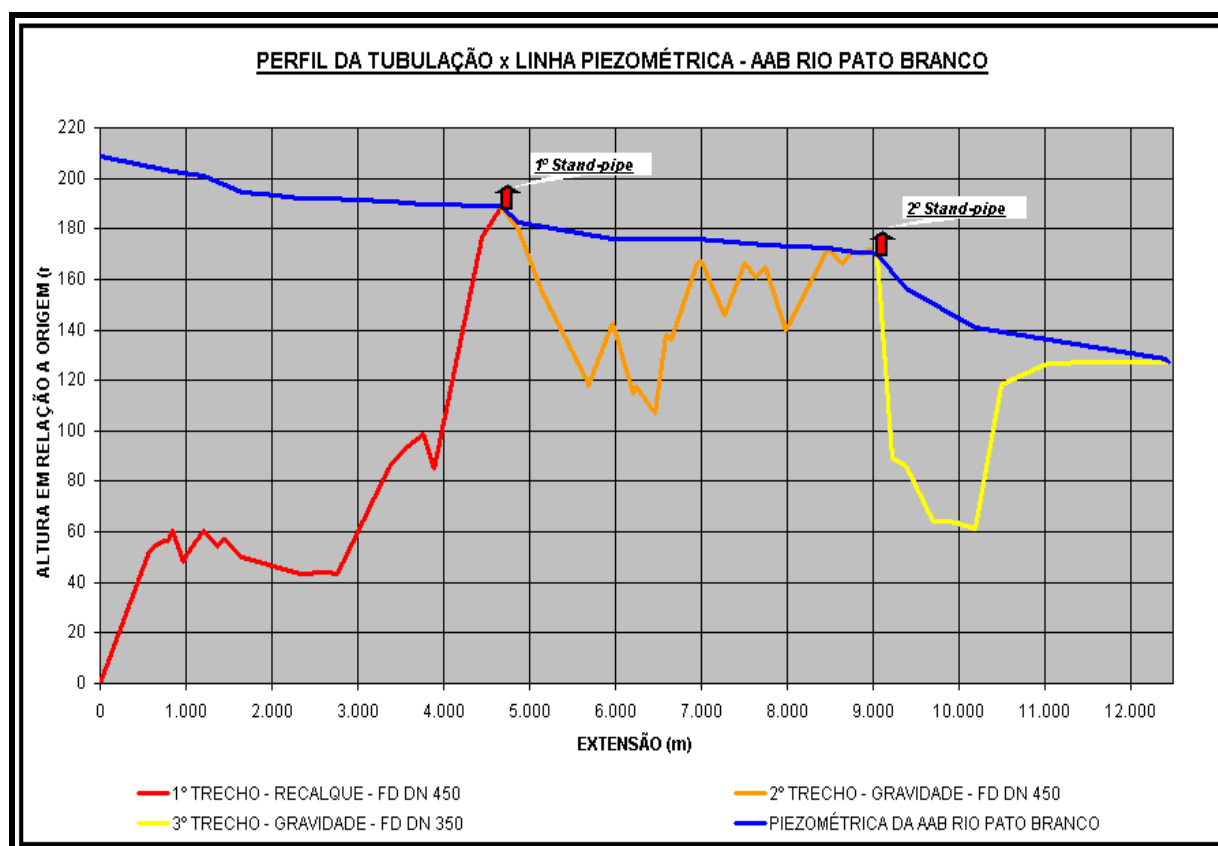


Figura 01: Perfil da tubulação x linha piezométrica, com base no levantamento de campo, da AAB Rio Pato Branco.
Fonte: Acervo do autor, 2010.

Pode ser observado que, no primeiro trecho de tubulação a jusante dos 02 Stand-pipes, há uma significativa redução de pressão, em função da admissão de ar nestes dispositivos operacionais. Conforme Gasparini, Favaro e Depexe (2011), em função da ineficiência das ventosas existentes na linha, ventosas estas que são de simples função, o ar admitido no 2º Stand-pipe estava dificultando o Processo de Tratamento, nas etapas de floculação e de decantação, já que o ar admitido estava provocando a aeração da água bruta, o que dificultava a formação dos flocos e a sua respectiva sedimentação. Este fato era comprovado em função da necessidade de lavagem freqüente dos filtros. Durante os levantamentos de dados, foi observado que no primeiro trecho a jusante do 1º Stand-pipe e no último trecho a montante e no primeiro trecho a jusante do 2º Stand-pipe, a adutora funciona com um canal livre, sendo que, nestes trechos, a adutora trabalhava em meia seção. Pode ser observado também que o 3º Trecho da adutora, em função de sua redução de seção, apresenta a maior perda de energia.

Conforme Azevedo Netto (1998), para a análise da rugosidade das paredes das tubulações, que é a grandeza que provoca a perda de carga nas tubulações, deve ser considerado as seguintes situações:

- o material empregado na fabricação dos tubos;
- o processo de fabricação dos tubos;
- o comprimento de cada tubo e o número de juntas na tubulação;
- a técnica de assentamento;
- o estado de conservação das paredes do tubo;
- a existência de revestimentos especiais;
- o emprego de medidas protetoras durante o funcionamento.

Uma ventosa pode ser entendida como uma medida protetora para o funcionamento de uma adutora. A ventosa além de atenuar os efeitos de subpressão e de sobrepessão durante a interrupção do fornecimento de energia elétrica do conjunto elevatório de montante à adutora, proporciona a expulsão de bolsões de ar formado durante o regime operacional, sendo que, estes bolsões, reduzem a Capacidade de Transporte da tubulação.

Uma tubulação de PVC é mais lisa e oferece condições mais favoráveis ao escoamento, ou seja, uma melhor Capacidade de Transporte para uma tubulação de mesmo diâmetro, em comparação a uma tubulação de FD. Por outro lado, os tubos de FD, quando novos, oferecem resistência menor ao escoamento que quando usados.

Segundo Porto (1999), para se calcular as perdas de carga nas tubulações, pode-se utilizar a fórmula empírica de Hazen-Williams, conforme a Equação 01 a seguir:

$$\Delta H = 10,65 \cdot \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \cdot L \quad (\text{Equação 01})$$

Onde o ΔH (m) é a perda de carga entre os pontos de montante e de jusante do trecho a ser avaliado; o Q (m³/s) é a vazão de operação do sistema; o D (m) é o diâmetro da tubulação do trecho a ser avaliado; o L (m) é a extensão do trecho a ser avaliado; o C é o coeficiente de rugosidade que depende da natureza e estado das paredes do tubo. O coeficiente “C” é um número adimensional. Ainda segundo Azevedo Netto (1998), a fórmula de Hazen-Williams pode ser satisfatoriamente aplicada para qualquer tipo de conduto e de material.

Para tubulações em FD, que é o caso da AAB Rio Pato Branco, o coeficiente “C” pode possuir os seguintes valores:

- tubos novos: $C = 130$;
- tubos usados (aproximadamente 10 anos de idade): $C = 120$;
- tubos usados (aproximadamente 20 anos de idade): $C = 105$.

Para o cálculo do coeficiente “C” de tubulações existentes, basta apenas o levantamento de dados em campo (vazão, pressão e diâmetro da tubulação) e aplicar na fórmula de Hazen-Williams ajustada conforme a Equação 02 a seguir:

$$C = 1,85 \sqrt{\frac{10,65 \cdot L}{\Delta H \cdot D^{4,87}}} \cdot Q \quad (\text{Equação 02})$$

A Tabela 01 apresenta os dados do monitoramento de pressão e de vazão realizado em 11 diferentes pontos da AAB Rio Pato Branco, como forma de se calcular o seu coeficiente “C” ao longo da tubulação.

Tabela 01: Trabalho de monitoramento de pressão e de vazão realizado na AAB Rio Pato Branco.

TRABALHO DE MONITORAMENTO REALIZADO NA AAB RIO PATO BRANCO											
<u>IDENTIFICAÇÃO DO TRECHO DA ADUTORA</u>	<u>IDENTIFICAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO</u>				<u>DETERMINAÇÃO DOS DADOS NECESSÁRIOS</u>						
	Dispositivo operacional	Cota no ponto (m)	Distância em relação ao origem (m)	Diâmetro nominal do trecho (mm)	Pressão média no ponto (mca)	Piezométrica média no ponto (m)	Vazão medida (m ³ /h)		Cálculo do coeficiente “C” do trecho		Cálculo da perda de carga unitária do trecho (m/km)
							Pitometria	Macro medição	Pitometria	Macro medição	
TRECHO 01	Câmara de sucção do Alto Recalque	688	0	450	0	688	-	518	99	97	3,05
	EEB-02 – Alto Recalque da Captação	687	0		209	895	-				
	Ventosa nº 10	773	3.361		112	885	-				
	TAP nº 02	865	4.460		12	877	528				
TRECHO 02	Stand-pipe 01	876	4.676	450	1	877	-	518	64	62	6,87
	TAP nº 03	806	5.685		60	866	511				
	Ventosa nº 15	831	5.966		34	865	-				
TRECHO 03	Stand-pipe 02	857	9.057	350	1	857	-	518	111	112	2,33
	Ventosa nº 24	782	10.201		47	829	-				
	TAP nº 06	811	12.418		7	818	525				
	Chegada a ETA	815	12.458		0	815	-				
									61	60	25,03
									130	129	6,14

Fonte: Acervo do autor, 2010.

Considerando as vazões medidas pelo macromedidor de vazão da linha e pela pitometria, o 1º trecho apresentou um baixo valor do coeficiente “C”, o que indica que há uma excessiva perda de carga no trecho, ficando abaixo de 100. Neste mesmo trecho, entre as distâncias acumuladas de 3.361 metros e 4.460 metros, o coeficiente “C” ficou abaixo de 65. O 2º trecho apresentou um coeficiente “C”, na sua maior parte, em torno de 111. Porém neste mesmo trecho, nos primeiros 1.009 metros de tubulação a jusante do 1º Stand-pipe, o coeficiente de rugosidade “C” ficou em 50, reflexo da admissão de ar através referido dispositivo operacional. O 3º trecho apresentou um coeficiente “C”, na sua maior parte, em torno de 130. Porém neste mesmo trecho, nos primeiros 1.144 metros de tubulação a jusante do 2º Stand-pipe, o coeficiente de rugosidade “C” ficou em 60, em função também da admissão de ar. Para se elevar a Capacidade de Transporte da referida adutora, era necessário primeiramente, recuperar os trechos com altos índices de perda de carga distribuída. Portanto, havia a necessidade de recuperação do coeficiente de rugosidade “C” da adutora. Em função desta situação, foi

decidido por se implantar 12 novas ventosas ao longo da tubulação nas regiões da AAB Rio Pato Branco onde o coeficiente de rugosidade “C” era baixo, sendo decidido a implantação de 03 novas ventosas no 1º Trecho, 03 novas ventosas no 2º Trecho e 06 novas ventosas no 3º Trecho.

Para a implantação destas 12 novas ventosas na adutora, era necessário que sua forma de implantação ocorresse com a tubulação em carga, para que, assim, fosse evitada a necessidade de novos rodízios de abastecimento de água da cidade em função da paralisação da adutora. Como este tipo de atividade, até então, era novidade para os colaboradores da Sanepar de Pato Branco, uma equipe da URPB se deslocou a Curitiba, em junho de 2010, para o acompanhamento de implantação de um hidrante em tubulação em carga, conforme mostra a Figura 02.



Figura 02: Acompanhamento de furação de tubulação em carga para implantação de hidrante.
Fonte: Acervo do autor, 2010.

A Tabela 02 a seguir, apresenta os dados operacionais da tubulação e técnicos da furação realizada para a implantação de hidrante, acompanhada pela equipe da URPB.

Tabela 01: Dados operacionais da tubulação e técnicos da furação acompanhada por equipe da URPB.

Fluido do Processo	Água Tratada
Diâmetro Nominal da Tubulação	400 mm
Material e Classe da Tubulação	FD K7
Disposição da Furação	Direção Horizontal
Acessórios Implantados para Furação	Abraçadeira Especial Bi-partida, Registro Flangeado DN 100 e Mecanismo de Furação Adaptado com Serra Copo na Ponta
Acionamento do Mecanismo de Furação	Pneumático
Dados da Abraçadeira	Tê bi-partido DN 400 com Derivação Flangeada 4"
Tempo para Furação	Aproximadamente 5 Minutos
Quantidade de Furação Acompanhada	01 Unidade

Fonte: Acervo do autor, 2010.

Em Curitiba, este tipo de atividade estava em seu primeiro de desenvolvimento, em função da demanda, junto ao Corpo de Bombeiros, para ajuste da área de cobertura dos hidrantes existentes. Foi acompanhada a realização de uma furação, sendo que, para a realização da atividade, foi utilizado um mecanismo de furação pneumático com uma serra copo em sua ponta, acoplado ao registro flangeado DN 100, que por sua vez estava acoplado a uma abraçadeira especial bi-partida com derivação flangeada. Nesta atividade, foram verificadas as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens

- Velocidade na execução do serviço, pois o tempo de furação foi próximo a 5 minutos;
- Não necessidade de utilização de serviços complementares, como a necessidade de Energia Elétrica.

Desvantagens

- Necessidade de sistema de compressor para o acionamento do mecanismo de furação. Este sistema de compressor não era portátil;
- Em função da necessidade de compressor, era necessário um veículo de médio porte para sua movimentação, o que pode prejudicar o desenvolvimento desta atividade em locais de difícil acesso;
- Em função da velocidade de furação da parede da tubulação, a serra copo utilizada apresentou rápido desgaste, sendo necessária a utilização de outros, se houve mais furos para serem realizados.

DESCRIÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Com base no trabalho acompanhado em Curitiba, a URPB realizou processo de contratação para a implantação das 12 ventosas na AAB Rio Pato Branco com a tubulação em carga. Coube a Empresa Contratada a confecção das abraçadeiras especiais bi-partida, conforme ilustra a Figura 03, e o desenvolvimento de mecanismo para furação da tubulação.



Figura 03: Imagem da abraçadeira especial bi-partida utilizada para a implantação das ventosas na AAB Rio Pato Branco.
Fonte: Acervo do autor, 2010.

O mecanismo desenvolvido para a furação consistia em uma furadeira industrial adaptada a uma conexão flangeada, para ser acoplada junto ao registro, podendo ser utilizada para furação nas bitolas DN 50, DN 75 e DN 100. Por isso, as 12 abraçadeiras especiais bi-partida possuíam a sua derivação com junta flange. Na ponta desta furadeira, foi adaptada a serra copo, podendo ser utilizado para diversos diâmetros, conforme as bitolas acima mencionadas, para a realização da furação. Junto a serra copo era inserido um imã para o resgate de parte da parede cortada.

Após a realização de limpeza do entorno da tubulação, no ponto a ser furado pelo equipamento, era realizado a montagem da abraçadeira especial bi-partida, que foi confeccionada em aço. Após esta montagem, era acoplado o registro flangeado a mesma, registro este fornecido pela Sanepar. Na seqüência, era realizada a montagem da furadeira adaptada, conforme já mencionado. A Figura 04 mostra o processo de furação utilizada na AAB Rio Pato Branco.



Figura 04: Execução de furação de tubulação em carga para implantação de 12 ventosas na AAB Rio Pato Branco.
Fonte: Acervo do autor, 2010.

A Figura 04 ainda demonstra que o sistema de acionamento da furadeira era um gerador elétrico de pequeno porte, a qual poderia ser deslocada por duas pessoas, o que facilitou na acessibilidade dos locais de realização de implantação das ventosas, pois em alguns casos estavam localizados em Zona Rural. No caso da AAB Rio Pato Branco, foram implantadas as ventosas nas bitolas DN 50 e DN 100. Para as ventosas implantadas na bitola DN 50, o diâmetro da serra copo acoplada na ponta da furadeira industrial adaptada era de 44 mm, o que gerou um diâmetro real do furo de 40 mm. Já para a ventosa implantada na bitola DN 100, o diâmetro da serra copo acoplada na ponta da furadeira era de 76 mm, o que gerou um diâmetro real do furo de 70 mm.

A Figura 05 mostra a parede da tubulação perfurada, denominada de “bolacha”, a qual era aprisionada no interior da serra copo em função da utilização de imã, para que a mesma não entrasse no fluxo de água.



Figura 05: Imagem das paredes das tubulações perfuradas para implantação de ventosa em rede em carga.
Fonte: Acervo do autor, 2010.

A Tabela 03 a seguir, apresenta os dados operacionais das tubulações e técnicos das furações realizadas para a implantação 12 ventosas na AAB Rio Pato Branco.

Tabela 03: Dados operacionais das tubulações e técnicos das furações realizadas para a implantação de 12 ventosas na AAB Rio Pato Branco com a tubulação em carga

Fluido do Processo	Água Bruta		
Diâmetro Nominal da Tubulação	450 mm		350 mm
Material e Classe da Tubulação	FD K7		
Disposição da Furação	Direção Vertical		
Acessórios Implantados para Furação	Abraçadeira Especial Bi-partida, Registro Flangeado DN 50 e Furadeira Industrial Adaptada com Serra Copo na Ponta	Abraçadeira Especial Bi-partida, Registro Flangeado DN 100 e Furadeira Industrial Adaptada com Serra Copo na Ponta	Abraçadeira Especial Bi-partida, Registro Flangeado DN 50 e Furadeira Industrial Adaptada com Serra Copo na Ponta
Acionamento Furadeira Industrial	Elétrico		
Dados da Abraçadeira Implantada	Tê bi-partido DN 450 com Derivação Flangeada 2" para Implantação de Ventosa DN 50	Tê bi-partido DN 450 com Derivação Flangeada 4" para Implantação de Ventosa DN 100	Tê bi-partido DN 350 com Derivação Flangeada 2" para Implantação de Ventosa DN 50
Tempo para Furação	10 minutos a 1 hora		
Quantidade de Furação Realizada	05 Unidades	01 Unidade	06 Unidades
Pressão Operacional da Tubulação no Ponto de Furação	15 a 80 m.c.a.		

Fonte: Acervo do autor, 2010.

Para a implantação das 12 novas ventosas, primeiramente foi implantada uma abraçadeira piloto, em um ponto pré-definido pela Sanepar, cuja pressão operacional, neste ponto, é de 20 m.c.a., juntamente com a ventosa, para acompanhamento, no mês de julho/2010. Após a verificação da inexistência de problemas ocasionados pela implantação da abraçadeira piloto, a Sanepar solicitou à Empresa Contratada a implantação das 11 demais abraçadeiras, juntamente com as ventosas, no mês de dezembro/2010.

Em relação ao trabalho acompanhado em Curitiba, o método utilizado para a implantação das 12 novas ventosas teve as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens

- Acessibilidade aos locais de implantação das novas ventosas com os equipamentos para a furação, pois, além da abraçadeira bi-partida, furadeira industrial adaptada e ferramentas, era também necessário um grupo gerador elétrico de pequeno porte, podendo ser facilmente deslocado por 02 pessoas. Em alguns casos na AAB Rio Pato Branco, o ponto de implantação de novas ventosas estava em locais de difícil acesso a veículos como lavouras de soja e mata, o que impossibilitaria o acesso para um caminhão transportando um sistema compressor, caso o sistema pneumático fosse o utilizado;
- Em função da baixa velocidade de rotação da furadeira industrial adaptada, era possível utilizar uma mesma serra copo para diferentes pontos de implantação da abraçadeira especial bi-partida.

Desvantagens

- Velocidade na execução do serviço, pois o mecanismo de furação pneumático apresentou tempo de furação de 5 minutos, enquanto a furadeira elétrica apresentou um tempo de até 1 hora, em função da velocidade de rotação de ambos os métodos.

Independente da metodologia de furação, seja ela pneumática ou elétrica, o grande aprendizado para a URPB foi verificar, na prática, um sistema de trabalho eficiente e condizente com a missão das Empresas de Saneamento, que é a não interrupção no fornecimento de água aos clientes externos e o não desperdício da matéria-prima, além de outros benefícios já mencionados. Outra questão foi de ordem econômica, pois o custo per capita de confecção e instalação das abraçadeiras especiais bi-partida foi, neste caso, semelhante ao custo

de aquisição das peças utilizados no sistema convencional (luva de correr, tê de redução e redução). Portanto, em relação ao método tradicional, houve a economia com os serviços de corte da tubulação e montagens das peças, além dos benefícios já elencados. A intenção da URPB é utilizar esta metodologia em futuras demandas.

Com a realização deste trabalho, segundo Gasparini, Favaro e Depexe, foi possível incrementar a Capacidade de Transporte da AAB Rio Pato Branco de 12.577 m³/dia para 15.168 m³/dia, ou seja, um incremento de 20,61%, sem um incremento do Consumo Específico de Energia Elétrica da Unidade Operacional de Montante, que é o Alto Recalque da Captação Rio Pato Branco.

Anterior a melhoria de implantação das 12 novas ventosas na AAB Rio Pato Branco, o coeficiente “C” dos 03 trechos distintos, calculado com base nos dados de vazão e pressão expressas na Tabela 01, com o auxílio da Equação 01, eram os seguintes:

- 1º trecho: C = 86;
- 2º trecho: C = 79;
- 3º trecho: C = 89.

Com a implantação das 12 novas ventosas e considerando a nova Capacidade de Transporte, o coeficiente “C” dos 03 trechos distintos da ficaram o seguinte:

- 1º trecho: C = 89;
- 2º trecho: C = 95;
- 3º trecho: C = 107.

Pode ser observado que o 3º trecho foi o que teve melhor recuperação do coeficiente “C”, em função da implantação do maior número de novas ventosas. Portanto, com o trabalho realizado, pode-se afirmar que houve redução das perdas de carga ao longo da adutora, ou seja, recuperação do coeficiente de rugosidade “C”.

CONCLUSÕES

Segundo Silva et al (2010), este novo processo de intervenção em tubulações, que realiza o processo com a mesma em carga, apresenta as seguintes vantagens e ganhos para as Empresas de Saneamento:

- Elimina perda de água por descarregamento e sua decorrente perda de faturamento;
- Evita a reclamação dos clientes;
- Garante o abastecimento a população em tempo integral;
- Elimina custos referentes ao processo convencional de intervenção em tubulações, sendo eles: planejamento de parada, equipes de manobra, divulgação, etc.;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Elimina problemas referentes às paradas em tubulações, sendo eles: quebra de válvulas durante as manobras e falta de estanqueidade dos registros de manobra, o que acarreta em aumento da área a ser descarregada.

Há ainda os benefícios na otimização das despesas com Energia Elétrica. Para se ter uma idéia da importância de execução de novos dispositivos operacionais com as tubulações em carga, para se encher com Água Bruta toda a AAB Rio Pato Branco, cujo volume total é de 1.768 m³, seria necessário utilizar o montante de 1.646 kWh, a um importe de R\$ 560,00 para Sanepar, podendo chegar a um importe de R\$ 653,00, dependendo da condição de operação dos conjuntos motor-bomba do Alto Recalque da Captação Rio Pato Branco.

Há de se destacar ainda que a implantação de novas ventosas permitem a recuperação do coeficiente de rugosidade “C” da adutora, o que reduz as perdas de carga ao longo da tubulação adutora, promovendo, assim, a ampliação da Capacidade de Transporte da tubulação, sendo que, no caso específico da AAB Rio Pato Branco, o trecho da adutora que teve melhor recuperação do coeficiente de rugosidade “C” foi justo aquele que teve a maior quantidade de novas ventosas implantadas.

Este tipo de intervenção, com as tubulações em carga, vem a consolidar com duas das principais missões das Empresas de Saneamento, que é a não interrupção no fornecimento de água aos clientes externos e o não

desperdício de sua matéria-prima. Há de se mencionar também que houve economia de recursos financeiros com o desenvolvimento desta atividade, em comparação ao método de intervenção convencional, no caso específico da implantação das 12 ventosas na AAB Rio Pato Branco.

Como este tipo de serviço ainda não tinha sido desenvolvido na Unidade Regional de Pato Branco, os colaboradores desta unidade tiveram que realizar uma Visita Técnica para verificação desta tecnologia. Após esta visita, foi realizado contato com empresas para a confecção da abraçadeira especial bi-partida e implantação do mesmo em tubulação em carga, já que a URPB não dispõe de equipamentos e ferramentas para a realização de tal atividade. Ainda como medida preventiva, para a contratação do serviço, foi inserido um termo para a execução de uma abraçadeira piloto, antes da implantação de todas as demais abraçadeiras.

Com esta experiência, ficaram evidentes as vantagens da intervenção em redes de adução ou de distribuição de água com a tubulação em carga, em comparação ao método de intervenção convencional, em função de todos os benefícios mencionados.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. José Martiniano de Azevedo Netto; coordenação Roberto de Araujo; co-autores Miguel Fernandes y Fernandes, Acácio Eiji. 8ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

GASPARINI, R. R., FAVARO, M. A. e DEPEXE, M. D. Ampliação da Capacidade Real de Produção do Sistema de Abastecimento de Água de Pato Branco – PR. **Anais do XXII Encontro Técnico da Associação dos Engenheiros da Sabesp – Aesabesp**. São Paulo, 2011.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica**. Rodrigo de Melo Porto. 2ª edição. São Carlos: EESC-USP, 1999.

SILVA, J. M., SANTOS, C. E. A., COSTA, F. S., SIMÕES NETO, A. A., TABASCO, D. P. e MARCONI, R. G. Furação e Interligação de Redes de Distribuição em Carga: Processo que Elimina Paradas no Abastecimento de Água para a Execução de Ampliação, Melhoria e Manutenção do Sistema de Distribuição. **Anais do XXI Encontro Técnico da Associação dos Engenheiros da Sabesp – Aesabesp**. São Paulo, 2010.

www.ibge.gov.br – Site Oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.