



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

ANA PAULA BARBOSA DA COSTA

**TESTE DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA,
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO:**

PORTO NACIONAL - TO

2017

ANA PAULA BARBOSA DA COSTA

**TESTE DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA,
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE VRP'S:**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.º Dr. Ângelo Ricardo Balduino.

Coorientador :Diogo Pedreira Lima

PORTO NACIONAL – TO

2017

ANA PAULA BARBOSA DA COSTA

**TESTE DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA,
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE VRP'S:**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em ____/____/____ () APROVADO () REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Ricardo Balduino .

Coorientador : Diogo Pedreira Lima

Prof.: Leonardo Alves Lopes

PORTO NACIONAL

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meu bom Deus, que me permitiu chegar até aqui, superando todas as dificuldades que enfrentei nessa longa jornada. A minha irmã Sônia Barbosa da Costa, que esta desaparecida desde outubro de 2012, mesmo sem saber onde ela esta, sempre coloquei ela nos meus pensamentos e luto a cada dia com o sofrimento da sua ausência.

Ana Paula Barbosa da Costa

AGRADECIMENTOS

Á Deus por ter me dado saúde e força superar as dificuldades.

Agradeço em especial aos meus pais, Paulo e Sueli por sempre ter confiado no meu potencial me ajudando nos momentos difíceis.

A minha avó Julia Francisca da Luiz, que sempre me apoio nos momentos difíceis com sábios conselhos.

Ao meu orientador Ângelo Ricardo Balduino pelo suporte e apoio, pelas suas correções e incentivo.

A professora da disciplina Silvia Gomes.

A minha colega de aula Loraine Ferreira Rodrigues

Ao meu Co-orientador Diogo Pedreira.

Ao meu amigo é professor Eduardo Gouveia Lage, por ter me ajudado na instalação da VRP na bancada de associação de Bombas .

Por fim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Ana Paula Barbosa da Costa

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

A água sustenta a vida. Esta é um produto único e sem similaridade. O que dá valor a um bem ou a um insumo é a escassez. Um dos principais indicadores de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água é o índice de perdas. A preocupação principal das companhias de saneamento é evitar o desabastecimento de água. Controlar a pressão elevada, reduzir as perdas, para evitar que futuramente a escassez de água possa prejudicar a população que precisa da água para sobreviver. O avanço da tecnologia está contribuindo com as melhorias nas companhias de Saneamento na criação de novos métodos. O objetivo desse trabalho é apresentar o estudo laboratorial no uso da válvula redutora de pressão VRP, estudar as etapas nos processos de instalação da VRP, para obter resultados eficientes, no intuito de sanar os problemas de pressão elevadas no sistema de abastecimento de água.

Palavras-chave: Redução, Perdas, Controle, Vazão.

ABSTRACT

Water sustains life. This is a unique product and no similarity. What gives value to a commodity or an input is scarcity. One of the main operating efficiency indicators of water supply systems is the loss ratio. The main concern of the sanitation companies is to avoid the shortage of water. Control high blood pressure, reduce losses, to prevent future water shortages could harm the population that needs water to survive. The advancement of technology has contributed to improvements in sanitation companies in creating new methods. The aim of this paper is to present the laboratory study in the use of pressure reducing valve VRP, study the steps in the VRP installation processes for efficient results in order to solve the problems of high pressure in the water supply system.

Keywords: reduction, losses, Control, Flow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição.	22
Figura 02 – Desenho Esquemático VRP.	25
Figura 3 - Válvula Redutora de Pressão instalada na Bancada de Associação de Bombas.	29
Figura 4- Ensaio de uma Bomba.....	30
Figura 5 – bombas associadas em série	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Relação de redução carga x redução de perdas	19
Quadro 2 - Válvulas Redutora de Pressão Tipo Globo DN 50mm	24
Quadro 03 - Procedimentos De Manutenção	27
Quadro 4 - Ensaio de Bomba Centrífuga	38
Quadro 5 – Ensaio de Bomba em Serie	33

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1- Com ΔH (m.c.a) no eixo das abscissas e a Q (m^3/h) no eixo das ordenadas	34
Gráfico 2 - Com ΔH (m.c.a) no eixo das abscissas e a Q (m^3/h) no eixo das ordenadas.	34

LISTA DE ABREVIATURAS

Δh : Perda de carga ou perda de energia

ΔH_{man} : Altura Manométrica

C: coeficiente de correção

COPASA: Companhia de Saneamento de Minas Gerais.

DTA: Documentos Técnicos de Apoio C2

Eq: Equação

H: carga hidráulica

ISO: Organização Internacional de Normalização

K: Número de Reynolds

n: velocidade constante

NBR: Norma Brasileira Regulamentadora

ODEBRECHT: Ambiental | Saneatins: Companhia de Saneamento do Tocantins .

$P_{associação}$: Pressão de associação

PLANASA: Plano Nacional do Saneamento

PNCDA: Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água.

$P_{recalque}$: Pressão de recalque

$P_{sucção}$: Pressão de sucção

PVC: Policloreto de Vinila, Matérias Plásticas

Q: Vazão

RDA: Rede de distribuição de Água.

SAA: Sistema de Abastecimento de Água.

V: Velocidade média na seção

VRP: Válvula Redutora de Pressão.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	4
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 OS RECURSOS HÍDRICOS	16
2.2 O ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	16
2.3 CONTROLE DE PRESSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO	17
2.1. VAZÕES EM ORIFÍCIOS	18
2.4 RECOMENDAÇÕES DA NBR12218/94 SOBRE PRESSÕES EM REDES HIDRÁULICAS DE ABASTECIMENTO.....	20
2.5 PERDAS	20
2.5.1 Perdas Na Distribuição.....	21
2.6 FUNCIONAMENTO DA VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO (VRP).....	22
2.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA VRP BGT 106 -10 (MARCA BUGATTI) 23	
2.7.1 Princípios do Funcionamento da Válvula Redutora de Pressão	23
2.7.2 Instruções Para Instalação da Vrp Bgt 106 -10 (Marca Bugatti)	24
2.7.3 Instruções Para Início de Operação	25
3 OBJETIVO.....	28
3.1 GERAL	28
3.2 ESPECIFICO	28
4 METODOLOGIA.....	29
4.1 INSTALAÇÃO DA VRP DA MARCA BUGATTI DN 50MM, NA BANCADA DE ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS EM LABORATÓRIO	29
4.2 EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS.....	29
5 RESULTADOS DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXO A: VALVULA REDUTORA DE PRESSÃO	37
ANEXO B: CALIBRAGEM.....	38

1 INTRODUÇÃO

O consumo de água vem aumentando devido ao crescimento da população urbana, com isso as companhias de saneamento estão melhorando cada vez mais a eficiência dos sistemas de abastecimento de água. Elas têm um papel preponderante na gestão do ciclo urbano da água. Esta gestão deve respeitar os limites de abundância deste elemento e observar que se trata de um recurso cada vez mais escasso no planeta, zelando pela sua conservação, dada a sua importância como fonte de vida. Deve – se evitar qualquer tipo de desperdício de água, como por exemplo, perdas referentes ao seu uso, vazamentos na distribuição, entre outros.

Desde a captação, tratamento, distribuição de água, até o momento em que é consumida, a água passa por várias etapas e processos distintos de tratamento e transporte. Durante esse processo parte da água é perdida e não chega ao consumidor final, não sendo faturada pelas companhias e nem utilizada para quaisquer de seus usos autorizados. As perdas ocorridas no sistema de abastecimento de água e o grande volume não contabilizado, ameaça a estabilidade financeira das companhias devido a falta retorno financeiro programada para seus investimentos.

A prevenção de perdas assim como o equilíbrio da pressão de distribuição depende da eficiência do sistema de abastecimento de água – SAA. Os locais na rede onde a pressão é muito alta estão sempre sujeitos à danos na tubulação. Consequentemente a redução dessa pressão nesses pontos da rede de distribuição aumenta sua eficiência assim como sua vida útil, evitando vazamentos e desperdícios de água tratada. Após identificar, na rede os pontos de pressões exageradamente elevadas, bem como os pontos de pressão insuficiente para o ideal funcionamento, do sistema de abastecimento de água, são instaladas as válvulas redutoras de pressão - VRP's. Estes dispositivos, reduzem e estabilizam a pressão nos locais onde há excesso e elevam a pressão nos locais onde a mesma encontra-se insuficiente.

Os vazamentos nas tubulações de distribuição ocasionam uma perda excessiva de água, gerando impactos financeiros devido ao custo de deslocamento da equipe de manutenção e reparos realizados e impactos ambientais na área atingida onde pelo vazamento. Além disso, geram transtornos às famílias abrangidas

pela rede danificada provocando escassez de água nas torneiras das residências, danos à pavimentação asfáltica ameaçando a qualidade de vida da população atingida.

A aplicação das válvulas Redutoras de Pressão no Sistema de Abastecimento de Água irá reduzir os custos de manutenção oriundos dos reparos na tubulação rompida devido ao excesso de pressão.

A água é um recurso natural indispensável à vida. A existência da água é essencial para o desenvolvimento de praticamente todas as atividades realizadas pelo homem sobre a terra, sejam elas urbanas industriais ou agropecuárias. Além disso, a água é responsável pelo equilíbrio da terra.

No planeta terra, cerca de 97,5% de toda água é salgada restando apenas 2,5% de água doce. Da totalidade de água no planeta, 1,72% está congelada nas calotas polares e geleiras e 0,75% estão reservatórios subterrâneos, restando apenas 0,02% de água contida em plantas e animais e só 0,01% de toda água do planeta está disponível em rios, lagos e represas.

No século XXI, a humanidade depara-se com a possibilidade de escassez permanente da água, obrigando-se a cobrar responsabilidade pelo uso deste recurso. As nações precisam discutir o futuro da água e, conseqüentemente, da vida. Visto esta ameaça, o setor de saneamento talvez nunca tenha ocupado tanto espaço na mídia nacional e internacional quanto nesses últimos anos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OS RECURSOS HÍDRICOS

A água é um elemento essencial para preservação da vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis em todas as atividades humanas, dentre elas destacam-se a irrigação agrícola que supre às necessidades de alimentação da humanidade, o desenvolvimento dos processos industriais diversos, a produção de energia elétrica, além das atividades de lazer e recreação. No Planeta Terra a água se apresenta em três estados, sendo estes: sólido, líquido e gasoso e encontra-se em praticamente toda a parte, ocupando 70% do seu espaço, estando na superfície ou no subterrâneo, em formas de: doce, salgada, mineralizada, congelada, vapor, entre outros. Porém, menos de 3% de toda esta água está disponível como água doce (TUNDISI, 2003).

2.2 O ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água com qualidade e quantidade adequada para suprir toda a demanda de consumo da população é uma das principais prioridades dos administradores públicos que, junto com as companhias de saneamento, se esforçam para atender. De acordo com a Lei Federal de Recursos Hídricos nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a água é um recurso limitado e dotado de valor. Logo, é preciso ter responsabilidade no que diz respeito ao seu uso.

A implantação dos sistemas de abastecimento de água vem sendo feita com muitos investimentos a partir das últimas décadas, de modo a levar água potável com qualidade ao maior número de usuários possível. No Brasil, esta implantação iniciou-se nas décadas de 1970 e 1980 com o PLANASA – Plano Nacional do Saneamento, atingindo o atendimento de aproximadamente 90% da população urbana. Atualmente, as maiores deficiências observadas nos sistemas de abastecimento, se devem por conta da deterioração das tubulações mais antigas e por falta de manutenção adequada, que frequentemente apresentam problemas como rompimentos, acarretando vazamentos nas redes de distribuição ocasionando a falta de abastecimento (PLANASA,2016).

2.3 CONTROLE DE PRESSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

A diferença entre água produzida e água efetivamente entregue aos consumidores, é o que chamamos de perdas físicas e tem atingindo níveis inaceitáveis na maioria dos serviços públicos de abastecimento de água em todo o mundo. Essa diferença é ocasionada devida a vários fatores como: (ODEBRECHT Ambiental | Saneatins,2017).

- a) Perdas não físicas, ocasionadas por erro de leitura em hidrômetros;
- b) Vazamentos em tubulações e conexões;
- c) Consumos públicos não medidos; e
- d) Ligações ilegais.

Verifica-se nos equacionamentos que os vazamentos dependem das pressões e estas variam no decorrer do dia em função da demanda, e que, além disso, a demanda de consumo também depende dessa pressão na rede. Assim percebe-se a eficiência de se controlar as pressões num setor conforme o perfil de consumo da região. Para isso utilizam-se componentes como válvulas redutoras de pressão, bombas, booster entre outros. (ODEBRECHT Ambiental | Saneatins,2016).

O controle das pressões nas redes de distribuição procura minimizar as pressões do sistema e a faixa de duração de pressões máximas, assegurando os padrões mínimos de serviço para os consumidores, sendo o limite mínimo determinado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR12218/94 fixado em 10 m.c.a. Estes objetivos traçados e atingidos pelo projeto específico e setorização dos sistemas de distribuição de água, pelo controle de bombeamento direto na rede (boosters) ou pela introdução de válvulas redutoras de pressão (VRP's).

O DTA do PNCDA (1999) apresenta as vantagens do controle de pressão na rede de distribuição:

- Redução do volume perdido em vazamentos, economizando recursos de água e custos associados;
- Redução da frequência de rompimentos de tubulações e, consequente, danos que têm reparos onerosos, minimizando também as interrupções de fornecimento e os perigos causados ao público usuário de ruas e estradas;

- Possibilitar um serviço com pressões mais estabilizadas ao consumidor, diminuindo a ocorrência de danos às instalações internas dos usuários até a caixa d'água (tubulações, registros e bóias); e
- Redução dos consumos relacionados com a pressão da rede.

2.1. VAZÕES EM ORIFÍCIOS

Conforme Porto (2001), para o cálculo da vazão que ocorre durante o escoamento do líquido através de um orifício de pequenas dimensões, é de primordial importância considerar as perdas de energia e a contração da veia, já que a vazão efetivamente descarregada é aproximadamente 60% da vazão que teoricamente passaria pelo orifício. Os coeficientes de correção das equações teóricas são levantadas através da experimentação. Esses coeficientes dependem do tipo e forma da abertura e da carga sobre o orifício, entre outros fatores, com alguma variação entre valores recomendados por fontes distintas. Isso implica que a determinação da vazão nas aplicações práticas está afetada por uma certa margem de incerteza, em geral em torno de mais ou menos 5%.

Assim as perdas por vazamentos na rede de distribuição, sejam decorrentes de falhas construtivas, defeitos em peças especiais e conexões, rupturas ou materiais inadequados, aproximam-se do conceito de escoamento em orifícios e fendas (PORTO, 2001).

Segundo Azevedo & Alvarez (1985)apudPorto (2001) a perda de carga que ocorre na passagem por um orifício de um modo geral, pode ser expressa através da (Eq. 01) de *Borda-Carnot*:

$$\Delta h = K \cdot \frac{V^2}{2g} \text{ (Eq. 01)}$$

Onde:

Δh = a perda de carga ou perda de energia (m.c.a.);

K = o coeficiente adimensional que depende da geometria da conexão, do número de Reynolds, da rugosidade da parede e, em alguns casos das condições de escoamento; e

V = a velocidade média na seção (m/s).

Substituindo a equação da continuidade à equação (Eq). 2.4.1, Silva (1999) apresenta uma relação matemática Eq. 3.2.2 para tubulações metálicas, segundo a qual, a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica (H), conforme equação:

$$Q = C \cdot \left(H^{\frac{1}{2}}\right) \text{ (Eq. 02)}$$

Sendo o valor do coeficiente de correção (C) inerente à forma e posição dos orifícios, com valores entre 0,6 e 0,8 para velocidades comuns em sistemas de abastecimento.

Em função da Eq. 02, o Quadro 01 abaixo representa vários valores de reduções de cargas e as consequentes diminuições nos índices de perdas, para a casa de tubulação metálica.

Redução de Carga (%)	Redução de Perda (%)
20%	10%
30%	16%
40%	23%
50%	29%
60%	37%
70%	44%
80%	51%

Quadro 01– Relação de redução carga x redução de perdas
Fonte: Silva, (1999).

Pelo Quadro 01 verifica-se que para uma redução de 60% da pressão de um setor existe uma redução de 37% no valor das perdas. Esta diminuição ocorre em consequência da diminuição de pequenos vazamentos, da falta de estanqueidade da tubulação e da diminuição do número de reparos na rede. Segundo Silva (1999), para tubulações em materiais plásticos (PVC), a redução de perdas com controle de pressão tem apontado coeficientes maiores que estes apresentados para tubulação metálica. Dessa forma, especial atenção deve ser dada ao controle de cargas hidráulicas na rede, pois sua simples redução leva à substanciais reduções nas perdas nos vazamentos existentes, além de restringir o risco de novas rupturas.

2.4 RECOMENDAÇÕES DA NBR12218/94 SOBRE PRESSÕES EM REDES HIDRÁULICAS DE ABASTECIMENTO

Segundo a NBR12218/94 a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa (50 m.c.a.), e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa (10 m.c.a.). Para que o setor todo possa ser abastecido por apenas um reservatório é necessário que o mesmo seja elevado ou se localize fora do setor, ficando numa cota de pelos menos 10 metros acima da cota mais elevada do setor.

Conforme NBR12218/94, a velocidade mínima nas tubulações deve ser de 0,6 m/s, e a máxima, de 3,5 m/s. O limite máximo de 3,5 m/s pode resultar em perda de carga relativamente alta, na rede primária, caso ela seja extensa. Segundo Documento Técnico de Apoio do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA, 1999), considera-se que uma velocidade máxima em torno de 2,0 m/s deva ser utilizada para a rede primária, o que permitirá operar o sistema com pressões mais estáveis.

2.5 PERDAS

Em sistemas de abastecimento de água, perdas conceituam-se como toda perda física, ou não física ou todo o consumo não autorizado que determina aumento do custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita operacional (COPASA,2017).

A Perda de Água é igual ao Volume de Entrada menos o Consumo Autorizado, onde: O Volume de Entrada em um Sistema é o volume de água que entra em um sistema de transporte ou distribuição (ODEBRECHT Ambiental | Saneatins,2017).

Consumo Autorizado é o volume de água medido e/ou não medido, faturado e/ou não faturado utilizado pelos consumidores domésticos, comerciais, industriais ou por quem está autorizado pelo prestador do serviço de água (PNCDA ,2017).

Em sistemas de abastecimento, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto a parcela de água não consumida, como a água consumida e não registrada as quais se

definem respectivamente como perdas físicas e perdas não físicas. A seguir, apresenta-se o estudo de cada uma destas perdas (PNCDA, 2017).

2.5.1 Perdas Na Distribuição

São as perdas decorrentes de vazamentos na rede de distribuição e nos ramais prediais e de descargas. As perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo com que as ações corretivas sejam complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica. (ODEBRECHT Ambiental | Saneatins, 2017).

Nesse caso também, se encaixam as perdas decorrentes de descargas para melhoria da qualidade da água ou esvaziamento da tubulação para reparos. A magnitude das perdas será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas. As experiências de técnicos do ramo indicam que a maior quantidade de ocorrências de vazamentos está nos ramais prediais. Em termos de volume perdido, a maior incidência é nas tubulações da rede distribuidora. O uso de materiais adequados, associados à execução da obra com pessoal treinado e equipado com ferramentas compatíveis com os materiais utilizados, incluindo a realização de testes de estanqueidade, são pré-requisitos para a existência de baixos níveis de perdas. (COPASA, 2017).

As perdas por vazamentos na rede de distribuição decorrentes de falhas construtivas, defeitos em peças especiais e conexões, rupturas, materiais Inadequados, etc. aproximam-se ao escoamento em orifícios e fendas. (PNCDA, 2017).

A Figura 01 ilustra os pontos nas tubulações onde geralmente observa-se maior ocorrência de danos concomitantes aos vazamentos e perdas.

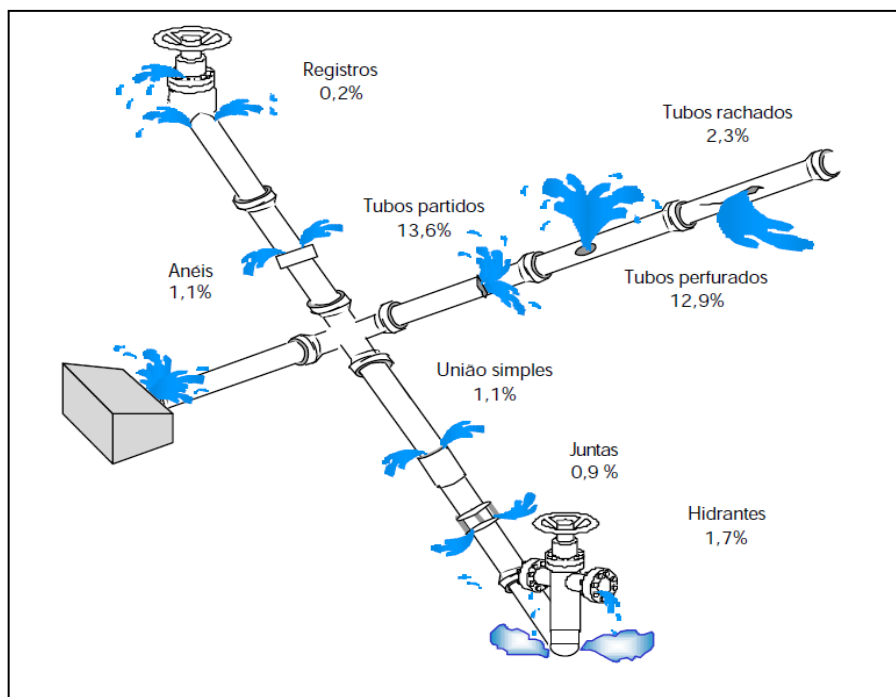


Figura 01— Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição.
Fonte: COPASA, (2017).

2.6 FUNCIONAMENTO DA VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO (VRP)

Conforme o DTA do PNCD (1999), as variações topográficas juntamente com as perdas de carga dentro de uma área de pressão favorecem a utilização de válvulas redutoras de pressão (VRP), com a intenção de manter pressões na rede inferiores a 50 m.c.a., segundo NBR12218/94. O princípio básico de funcionamento da VRP é a manutenção de uma pressão fixa na sua saída.

Em locais onde se verificam consideráveis variações de pressão, decorrentes de perdas de carga no sistema, torna-se interessante a utilização de controladores eletrônicos, que são equipamentos dotados de circuito eletrônico com armazenador de dados e válvulas solenóides. Desta forma, conforme o DTA do PNCD (1999), há três tipos básicos de controle de pressão com utilização de VRP:

- Pressão de saída fixa (VRP sem controlador): é usada quando o sistema a ser controlado não tem mudanças significativas de demanda, bem como perdas de carga relativamente pequenas (menores do que 10 m.c.a., sob quaisquer condições de operação).
- Modulação por tempo: é usada para controlar um sistema que apresenta grande perda de carga (superior a 10 m.c.a.), porém de perfil regular de

consumo. Assim, a válvula irá trabalhar com patamares de pressão de saída, ajustados no tempo.

- Modulação por vazão: é usada para controle em sistemas que apresentam grande perda de carga (grandes áreas) e mudanças no perfil de consumo, que podem ser no tipo de uso, na sazonalidade ou na população (como no caso de cidades turísticas). Apesar de ser o tipo de controle mais eficiente, necessita de controlador mais caro, além de um medidor de pulso de vazão.

2.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA VRP BGT 106 -10 (MARCA BUGATTI)

2.7.1 Princípios do Funcionamento da Válvula Redutora de Pressão

Válvula de controle Auto - operada, unidirecional, instalada na rede, reduz a pressão de entrada mais alta e variável para uma pressão mais baixa e constante de saída. Independente das variações de vazios. É recomendado para tubulações com velocidade de fluxo entre 2 a 5 m/s.

O Quadro 02 descreve as válvulas utilizadas usualmente e os modos de regulagem utilizados.

VÁLVULAS BUGGATTI		
DESCRIÇÃO	OBJETIVOS	REGULAGEM
Válvula principal	Proporcionar o controle desejado por intermédio de um conjunto auto operado composto de um diafragma ligado a um obturador.	Válvula auto operada.
Filtro	Impedir o ingresso de partículas estranhas no circuito de controle.	Sem regulagem. Proceder à limpeza periódica.
Válvula de Agulha	Incorporada no Piloto, controla, controla a velocidade de fechamento da válvula principal	Gire o parafuso o parafuso $\frac{1}{4}$ de volta de cada vez até atingir a velocidade de fechamento ideal. (No sentido anti-horário a válvula fecha mais rápida). A regulagem original de fabrica é $\frac{1}{4}$ de volta.
Manômetro	Indicar a pressão de ajuste do funcionamento ou controle	Sem regulagem, proceder á aferição periódica.
Válvula de Bloqueio	Isolar o circuito de controle e, auxiliar o inicio da partida do equipamento.	Válvula de esfera comandada por alavanca, abrindo e fechando com $\frac{1}{4}$ de voltas
Piloto Redutor	Comandar o funcionamento da valvular principal quanto á regularidade da pressão de saída .	Girando o parafuso no sentido horário, eleva-se o ponto de regulagem de abertura e vice – versa. (Cada volta corresponde a 10m.c.a)

Quadro 2-Válvulas Redutora de Pressão Tipo Globo DN 50mm
Fonte: Manual de VRP's BGT 106-10, (2016).

2.7.2 Instruções Para Instalação da VrpBgt 106 -10 (Marca Bugatti)

É recomendada a instalação de válvula redutora de pressão em serie quando a diferença da pressão a ser reduzida é muito elevada, entrando na curva de

- Fechar a agulha (4) totalmente, retornar uma volta e travar com a porca;
- Verificar a pressão de saída no manômetro (7) e se necessário, girar o parafuso de regulagem do piloto redutor (6) no sentido horário para aumentar a pressão e vice – versa; e
- Abrir lentamente a válvula de bloqueio á jusante da válvula principal, até aproximadamente 1/4 da sua abertura. A válvula principal inicia a abertura proporcional, indicando em seu manômetro (7) a pressão de saída regulada. Ajustar a pressão se necessário com a válvula em funcionamento. É importante manter a válvula de bloqueio de jusante parcialmente aberta quando a rede estiver vazia, caso contrário poderá ocorrer transientes hidráulicos.
- Para uma resposta mais rápida na velocidade de fechamento da válvula príncipe (1), gire o parafuso de regulagem (6) no sentido anti-horário. Esta regulagem é muito sensível e deve ser efetuada 1/ 4 de volta de cada vez. A válvula é regulada de fábrica com 1/ 4 de volta.

É importante ressaltar que para uma regulagem confiável, não ocasião da operação, o sistema esteja nas condições normais de operação.

Nunca operar o conjunto com a agulha (4) totalmente aberta, com o risco da válvula principal (1) não abrir nas pressões reguladas.

Verificar se as válvulas de bloqueio (2A , 2B,2C) de montante e jusante estão abertas , com o risco da válvula principal (1) não abrir nas pressões regulares.

Os procedimentos de manutenção devem ser seguidos de acordo com os passos do Quadro 03.

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO		
OCORRENCIA	CAUSA PROVAVEL	AÇÃO CORRETIVA
A Válvula Principal (1) não fecha	Filtro Obstruído (2) Válvula (15) fechada Agulha (3) muito aberta	1) Limpar o filtro 2) Abrir Válvula 3) Regular agulha conforme instruções Acima
Válvula não reduz a pressão regulada	Diafragma da válvula principal (1) danificado	Substituir
Vazamento pela respiro do corpo piloto (34).	Diafragma do piloto (34) danificado	Substituir
Vazamento pela sede da válvula principal (1).	1) Sede obstruída 2) Vedação danificado	Desobstruir Substituir
Vazamento pelas partes móveis (hastes)	Anéis O´ring danificados	Substituir

Quadro 03 - Procedimentos De Manutenção
Fonte: Manual de VRP's BGT 106-10,(2016)

3 OBJETIVO

3.1 GERAL

O presente trabalho tem por objetivo comprovar a melhoria da eficiência operacional no sistema de distribuição de água e a diminuição de perdas, através da aplicação de Válvulas Redutoras de PressãoVRP's, tendo como base a verificação do funcionamento da VRP da marca BUGATTI DN 50mm, através da Bancada de Associação de Bombas, em laboratório.

3.2 ESPECIFICO

- Verificou-se as vazões Máxima e mínima que circulam dentro da bomba influenciando seu comportamento;
- Verificaram-se as pressões máxima e mínima ao longo da rede de através de manômetro;
- Foi avaliado os recalques máximo e mínimo da rede assim como os principais componentes do sistema de recalque.

4 METODOLOGIA

4.1 INSTALAÇÃO DA VRP DA MARCA BUGATTI DN 50MM, NA BANCADA DE ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS EM LABORATÓRIO.

No dia 10 de março no laboratório Hidráulico, do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos – ITPAC Porto, foi instalada na Bancada de Associação de Bombas modelo XL22.1 a Válvulas Redutoras de Pressão DN50 mm - da marca BUGATTI, juntamente com um sistema de “By-pass”.

A Figura 03 ilustra a Válvulas Redutoras de Pressão, instalada na Bancadas De Associação Bombas com “By-pass”.



Figura 3 - Válvula Redutora de Pressão instalada na Bancada de Associação de Bombas.
Fonte: AutoriaPrópria, (2017).

4.2 EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS

4.2.1. Ensaios de Bomba Centrífuga ; Levantamento da curva ΔH versus vazão Q de uma bomba centrífuga .

Objetivo desse ensaio é obter a curva de funcionamento de uma Bomba centrífuga é a curva Altura manométrica ΔH_{man} versus Vazão (Q), que é obtida com o rotor operando em velocidade constante (n).

Na Figura 04 é mostrada a configuração para este ensaio.

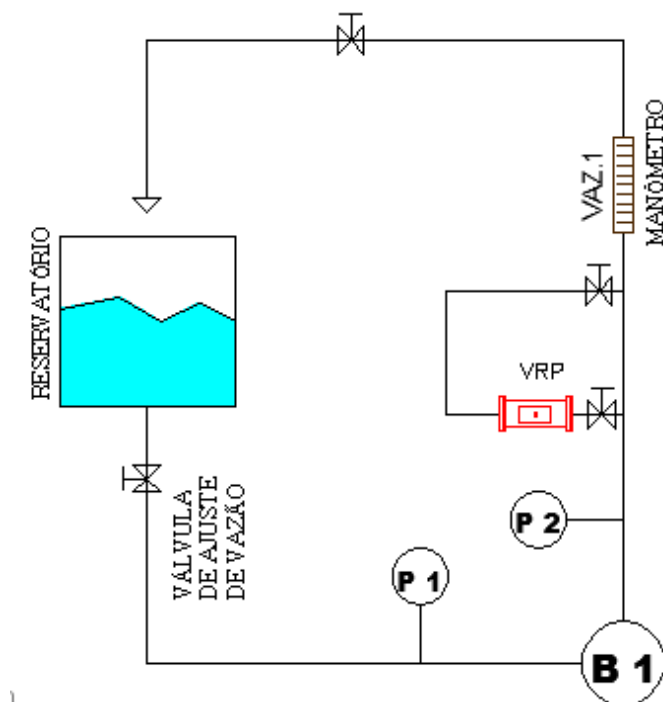


Figura 4-Ensaio de uma Bomba
Fonte: AutoriaPrópria, (2017).

a) Procedimento Experimental:

Preparação;

- Abrir V.01 e V.02
- Fechar V.03, V.04 e V.05
- Abrir V.07 e V.08 (“By – pass”)

b) Acionamento da Bomba 1 :

Modelo XL22.1

- Posicionar a chave Bomba 1 na posição “DESL”
- Posicionar chave na posição “ DIRETA ”
- Ligar a chave Geral na lateral direita do painel elétrico.

Modelo XL22.2

- Desligar as duas bombas.
- Ligar a chave Geral na lateral direita do painel elétrico.

Ensaio;

- Fechar totalmente a válvula de ajuste de vazão V.06
- Acionar a chave da bomba escolhida. (Bomba 01)

Anotar as medidas de $P_{recalque}$ e $P_{sucção}$ no Quadro 04. Esta será a pressão máxima de Bomba com vazão nula.

Abrir a válvula de ajuste de vazão V.06 acompanhado a evolução dos manômetros, manôvacuômetros e no respectivo rotâmetro preenchendo o Anexo B desde vazão nula até a máxima vazão possível (válvula V.6 totalmente aberta).

4.2.2. Levantamento da curva ΔH versus vazão Q de duas bombas em série

O objetivo deste ensaio foi obter a curva de funcionamento de duas bombas centrífugas associadas em série.

Quando uma única bomba não apresenta Altura Manométrica suficiente para transpor um desnível elevado podem-se associar duas bombas em série tal que a pressão resultante seja suficiente para vencer o desnível. As bombas de múltiplos estágios utilizam este tipo de associação.

Na Figura 05 pode ser vista a configuração para esta associação e pode ainda ser notado que a vazão em ambas as bombas é a mesma.

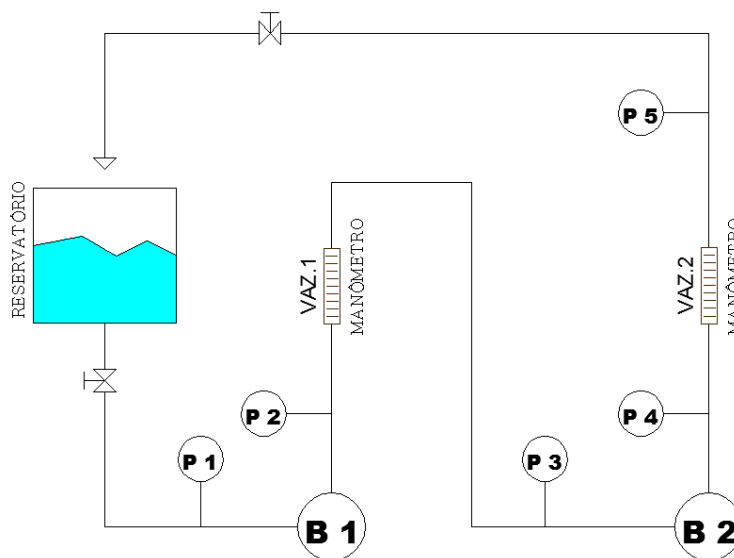


Figura 5 – bombas associadas em série
Fonte: Arquivo Próprio (2017)

a) Procedimento experimental:

Preparação:

Abrir V.01, V.02, V.04 e V.05

Fechar V.03.

Modelo XL22.1

Posicionamento a chave Bomba 1 na posição “DESL”

Posicionamento chave Bomba 2 na posição “DESL”

Selecionar a chave na posição “DIRETO”

Ligar a Chave Geral na lateral direita do painel elétrico.

Modelo XL22.2

Desligar as duas bombas.

Ligar a Chave Geral na lateral direita do painel elétrico.

- **Realização do ensaio:**

Fechar totalmente a válvula de ajuste de vazão V.06.

Acionar as chaves das bombas 1 e 2, ou seja, acionar as duas bombas.

Acionar as duas bombas pelas respectivas botoeiras.

Anotar as medidas de $P_{sucção_1}$, $P_{recalque_1}$, $P_{sucção_2}$, $P_{associação}$, no Quadro 05.

A $P_{associação}$ é a pressão máxima obtida pela associação série das bombas.

Abrir a válvula de ajuste de vazão V.06 acompanhando a evolução dos manômetros, manôvacuômetros e no respectivo rotâmetro preenchendo no Quadro 05 desde vazão nula a máxima vazão possível (válvula V.06 totalmente aberta).

A vazão pode ser medida por qualquer um dos rotâmetros já que será a mesma para todos. Recomenda-se utilizar um dos rotâmetros menores para melhor precisão.

5 RESULTADOS DISCUSSÃO

Devido ao que foi analisado, a influência da Válvula Redutora de Pressão na bancada de Associação de Bombas, onde foi instalado um monômetro para medir a pressão em m.c.a na saída após a conexão Tê onde se encontra a união da água da saída das duas Bombas 1 e 2 resultou-se em um total de 24 m.c.a na saída antes de passar no “By – pass” onde esta instalada a VRP. Quando foi instalado um monômetro na saída após a VRP para conferir a redução da pressão resultou-se em 15 m.c.a , valor obtido devido a regulação aplicada na VRP.

No quadro 5 mostra com mais esclarecimento a pressão de sucção, de recalque e de associação, assim como a vazão, entrada e saída das VRP's em suas respectivas medidas.

Medida	P sucção 1 (m.c.a)	P recalque 1 (m.c.a)	P sucção 2 (m.c.a)	P associação (m.c.a)	Vazão (m³/h)	Monômetro - Entrada VRP (m.c.a)	Monômetro - Saída VRP (m.c.a)
1	0	22,5	19	22	1,5	24	15,5
2	0	22	18,5	21	2	23	15,5
3	0	20	16	19	3	23	14,5
4	0	18	15	17	4	21,5	14
5	0	16	12,05	14	5	21	13
6	-0,4	14,05	9	11	6	20	12
7	-0,8	8,05	5	6	7	19	10,5
8	1	3	-0,5	2	8	18,5	10

Quadro 4 – Ensaio de Bomba em Serie
Fonte: arquivo Próprio (2017)

Os valores obtidos na Qm³/h 7, 8, 9 do Anexo B e quadro 5 aconteceram devido à elevação da vazão ate o limite das bombas e com isso a corrente subiu e o relé térmico do quadro de comando atuava, automaticamente desligando as bombas. As bombas utilizadas para o presente ensaio têm limite de vazão acima de 6m³/h.

Para melhor análise dos dados monta-se o Gráfico 01 com ΔH (mca) no eixo das abscissas e a Q (m³/h) no eixo das ordenadas

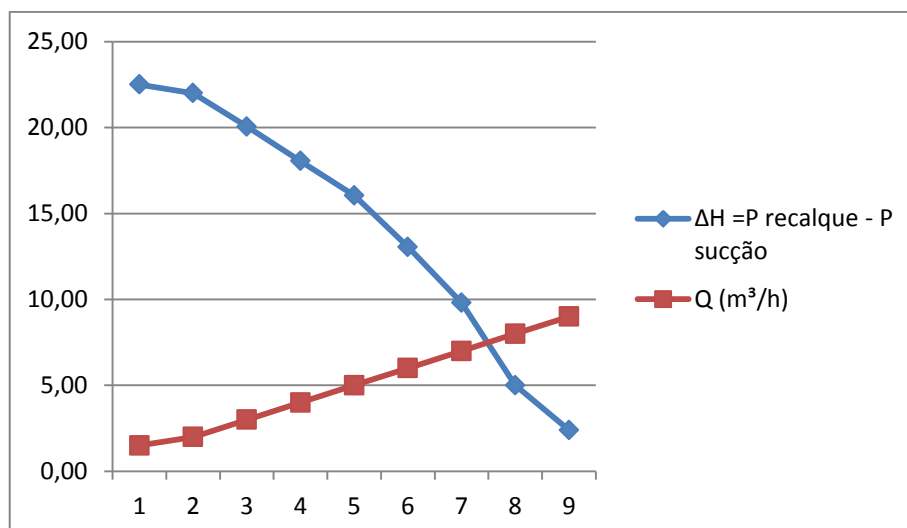


Gráfico 1- Com ΔH (m.c.a) no eixo das abscissas e a Q (m^3/h) no eixo das ordenadas
Fonte: Autoria Própria, (2017).

Segue abaixo o gráfico 2 do ensaio realizado que mostra com mais clareza os resultados das VRP's esclarecendo o seu bom funcionamento e eficiência (monômetro – VRP's de entrada e saída).

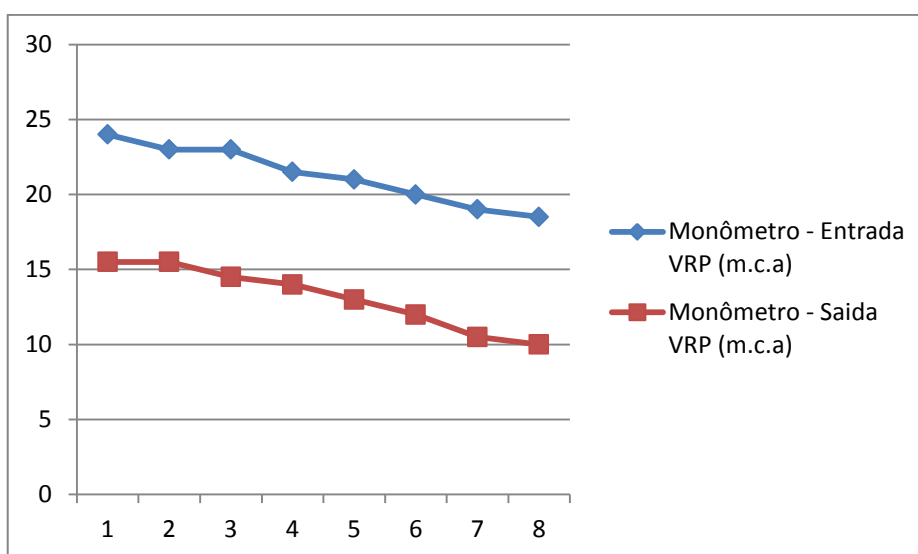


Gráfico 2 - Com ΔH (m.c.a) no eixo das abscissas e a Q (m^3/h) no eixo das ordenadas.
Fonte: Autoria Própria, (2017).

6 CONCLUSÃO

Ao fazer um teste em ambiente fechado Verificou-se as vazões Máxima e mínima que circulam dentro da bomba e ao longo da rede através de manômetro resultando em um total de 24 m.c.a na saída. Foi avaliado os recalques máximo e mínimo da rede assim como os principais componentes do sistema de recalque resultando em um Q_{max} 9 m³/h na medida 9 e Q_{min} 1,5 m³/h na medida 1, com isso Conclui-se que o desenvolvimento do presente estudo possibilitou comprovar- após o teste realizado no laboratório Hidráulico do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos – ITPAC Porto - que a Válvula Redutora de Pressão - VRP pode melhorar a apuração da redução de pressão elevada, que no ajuste do piloto na VRP e em seguida trabalhou-se com a regulação fina, pode se estabelecer o valor determinado de m.c.a a ser reduzido .

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR12218/94 Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994.

AZEVEDO, José M. Netto. **Manual de hidráulica**. 8ª edição, São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BUGATTI, **Catálogo de válvulas redutoras de pressão DN50 mm - BGT 106 -10**, 3,4,5 p.

LABTRIX ®. **Manual de experimentos. bancada didática e indústrias**. BANCADA PARA ESTUDO DE ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS XL22 ®.

LEI FEDERAL DE RECURSOS HÍDRICOS nº. **9.433**, de oito de janeiro de 1997.

Norma Técnica SABESP **NTS 299**. Fevereiro de 2016

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 2 ed.. São Carlos: EESC-USP, 2001.

SILVA, Ricardo Toledo, CONEJO, João Gilberto Lotufo, ALVES, Rodrigo Flecha Ferreira, MIRANDA, Ernani Círiac. **Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água**. 2.ed.,Brasília: SEPURB, 1999.

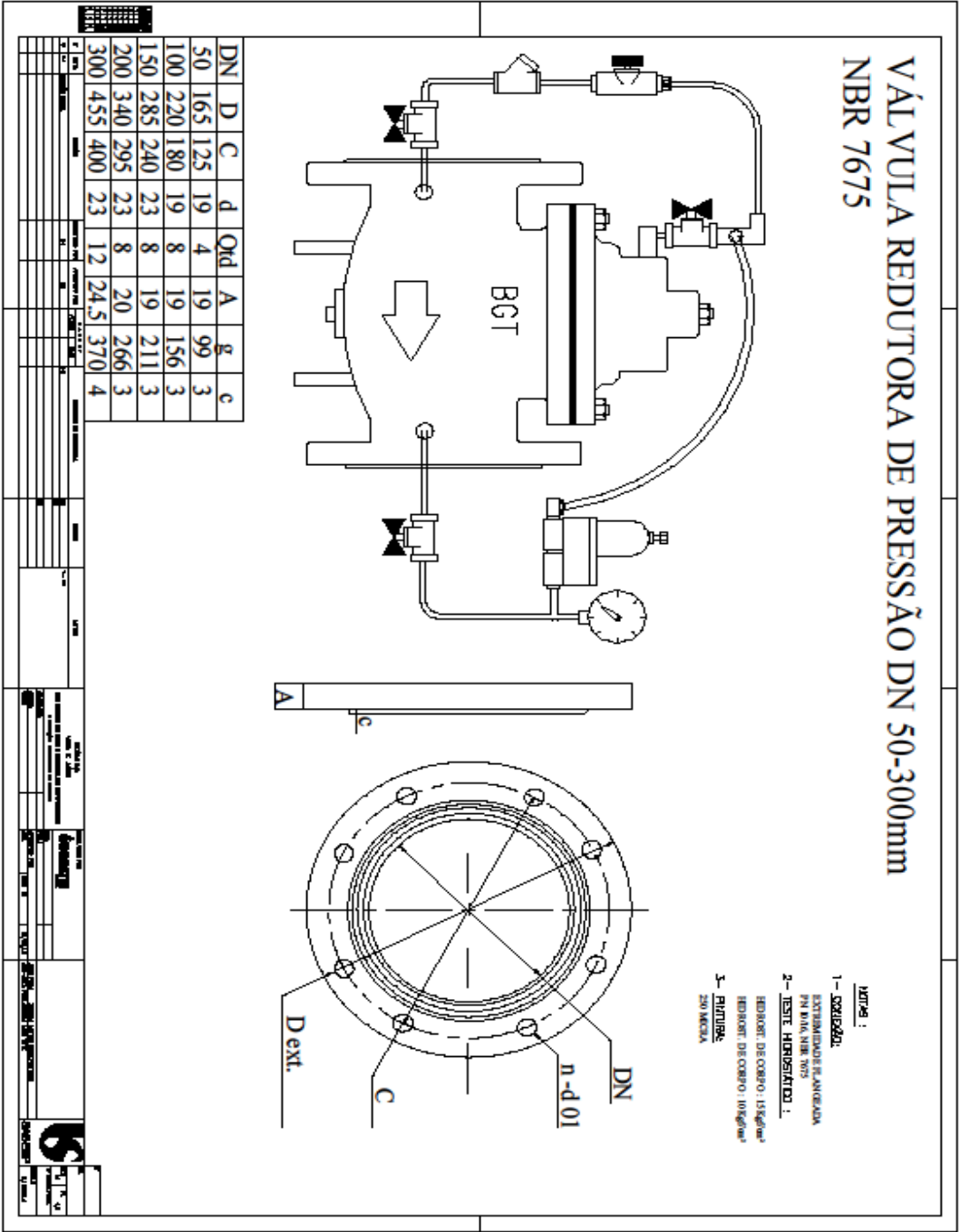
TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. RIMA/IIIE, 2003.

YOSHIMOTO, Paulo Massato, TARDELLI, Jairo Filho, SARZEDAS, Guaraci Loreiro.**Programa nacional de combate ao desperdício de água (PNCDA)– controle da pressão na rede – documento técnico de apoio**. Brasília, 1999.

ODEBRECHT Ambiental Saneatins , **Companhia de Saneamento do Estado do Tocantins** .

COPASA , **Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais**

ANEXO A: VALVULA REDUTORA DE PRESSÃO



ANEXO B: CALIBRAGEM

Medida	P recalque (mca)	P sucção (mca)	$\Delta H = P \text{ recalque} - P \text{ sucção}$	Q (m³/h)
1	22,5	0,00	22,50	1,5
2	22,00	0,00	22,00	2
3	20,05	0,00	20,05	3
4	18,05	0,00	18,05	4
5	16,05	0,00	16,05	5
6	13,05	0,00	13,05	6
7	9	-0,8	9,8	7
8	4	-1,00	5,00	8
9	1	-1,4	2,4	9

Quadro 5 - Ensaio de Bomba Centrífuga
 Fonte: Arquivo Próprio (2017)