

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ARIEL DA SILVA LIMA BENEDITO
ESTHEFANE SOUZA DA SILVA
MARIANE VIANA PACHECO**

**CONTROLE OPERACIONAL DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM
TRÊS POÇOS, VOLTA REDONDA-RJ**

**VOLTA REDONDA
2018**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CONTROLE OPERACIONAL DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM
TRÊS POÇOS, VOLTA REDONDA-RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Alunos:

**ARIEL DA SILVA LIMA BENEDITO
ESTHEFANE SOUZA DA SILVA
MARIANE VIANA PACHECO**

Orientador:

Prof. Doutor: Marcello Silva e Santos

VOLTA REDONDA

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Alunos:
Ariel da Silva Lima Benedito
Esthefane Souza da Silva
Mariane Viana Pacheco

CONTROLE OPERACIONAL DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM TRÊS POÇOS,
VOLTA REDONDA-RJ

Orientador:
Prof. Doutor: Marcello Silva e Santos

Banca Examinadora:

Prof.

Prof.

Prof.

DEDICATÓRIA

Dedicamos esta Monografia à nossa família pela confiança e apoio.

Aos professores e nosso orientador, Prof. Dr. Marcello Silva e Santos pela dedicação e disponibilidade para oferecer suporte ao desenvolvimento desse trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma tornaram este caminho possível de ser percorrido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pois sem ele não teríamos forças para chegar até aqui. Agradecemos aos nossos pais, por serem exemplos de inspiração e por sempre nos apoiar em todos os momentos. Aos professores pelo apoio, compreensão e por todos os ensinamentos.

Agradecemos também aos amigos e todos que contribuíram de alguma forma para realização deste sonho.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade discutir os problemas relacionados à falta de abastecimento de água na região do bairro Três Poços. Desta forma, é fundamental analisar todas as implicações possíveis de decisões relativas a adição e reformulação de linhas existentes, estimulando-se a reflexão crítica sobre a situação do recurso hídrico na região a fim de propor metas e soluções capazes de provocar mudanças e melhorias no abastecimento. Esta pesquisa procurou analisar os fatores associados ao abastecimento de água na região de Três Poços, no município de Volta Redonda, que vem passando por rápido crescimento, a fim de entender de forma mais criteriosa a situação das águas utilizadas pela população local. Na análise empreendida, foi necessário identificar a demanda premente, os custos associados às decisões de instalação das linhas de distribuição, as intercorrências à montante e à jusante do ponto de abastecimento e os principais motivos de perda, além da própria qualidade da prestação do serviço de abastecimento de água potável e a destinação da rede de água. O resultado da análise de viabilidade mostrou que a proposta para o problema de abastecimento de água, resultante da análise de viabilidade, e a utilização de equipamentos de última geração, a troca e a implementação da nova rede de distribuição, por parte da concessionária, proporcionou um melhor monitoramento e controle no sistema de abastecimento. A partir da implementação do sistema, obteve-se uma melhoria no desempenho em relação ao volume dos reservatórios, pois o mesmo passou a funcionar de maneira mais equilibrada.

Palavras-chave: Abastecimento; Água; Qualidade; Controle.

ABSTRACT

The present work has the purpose of discussing the problems related to the lack of water supply in the Três Poços neighborhood. In this way, it is fundamental to analyze all the possible implications of decisions regarding the addition and reformulation of existing lines, stimulating the critical reflection on the situation of the water resource in the region in order to propose goals and solutions capable of provoking changes and improvements in the supply . This research sought to analyze the factors associated with water supply in the region of Três Poços, in the municipality of Volta Redonda, which is undergoing rapid growth, in order to better understand the situation of the water used by the local population. In the analysis carried out, it was necessary to identify the urgent demand, the costs associated with the decisions to install the distribution lines, the upstream and downstream supply points and the main reasons for loss, as well as the quality of the service provided. supply of drinking water and the destination of the water network. The result of the analysis of vibbility showed that the proposal for the water supply problem, resulting from the feasibility analysis, and the use of the latest generation equipment, the exchange and the implementation of the new distribution network, by the concessionaire, provided better monitoring and control in the supply system. From the implementation of the system, an improvement in the performance with respect to the volume of the reservoirs was obtained, since it started to function in a more balanced way.

Keywords: Water Supply; Quality; Control.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Justificativa.....	17
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Geral.....	17
1.2.2 Específicos	18
2 METOLOGIA	19
3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	20
3.1 Sistema de abastecimento de água	20
3.2 Processos da distribuição de água	22
3.2.1 Avaliação da água	22
3.2.3 Estação de captação	24
3.2.4 Estação de Tratamento de Água	24
3.2.5 Adutora de água	26
3.2.6 Rede de distribuição.....	26
3.2.7 Reservatórios.....	27
3.3 Perdas no sistema de abastecimento de água	29
3.3.1 Definição de perdas de água.....	29
3.3.2 Uso doméstico de água	33
3.3.3 Controle e redução de perdas	34
3.4. Sistema de Controle Operacional	35
4 DESENVOLVIMENTO – ESTUDO DE CASO	39
4.1 Métodos de Análise de Viabilidade Financeira.....	43
4.2 Métodos mais comuns para a Análise de Investimento	43
4.3 Calculo de viabilidade Financeira.....	45
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	51
6 CONCLUSÃO	53
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Crescimento Populacional de Volta Redonda – RJ
- Figura 2 - Índice de risco de escassez de água
- Figura 3 - Etapas do Sistema de Abastecimento de Água
- Figura 4 - Modelo de um Sistema de Abastecimento de
- Figura 5 - Captação em curso de água e com reservatório apoiado
- Figura 6 - Captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado
- Figura 7 - Analogia do volume de água no planeta com um reservatório
- Figura 8 - Configurações dos tipos de vazamentos
- Figura 9 - Uso doméstico da água em Geral
- Figura 10 - Sistema de Monitoramento
- Figura 11 - Representação de um Sistema SCADA
- Figura 12 - Booster do Reservatório Santa Luzia
- Figura 13 - Percurso Atual da Tubulação de Abastecimento
- Figura 14 - Trecho Projetado da Nova Tubulação
- Figura 15 - Fluxo de Caixa do Projeto

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Estação de Tratamento

Fotografia 2 - Centro de Controle Operacional

Fotografia 3 - Obra da rede de distribuição

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo de Hab/litros diários

Quadro 2 - Custos Mensais

Quadro 3 - Dados do Projeto

Quadro 4 - Cálculo VLP

Quadro 5 - PAYBACK Descontado

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo dos Bairros para Manutenção nas Redes

LISTA DE SIGLAS

ETA: Estação de Tratamento de Água

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano

MS: Ministério da Saúde

SAAE: Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto

SELIC: Sistema Especial de Liquidação e Custódia

VPL: Valor Presente Líquido

ONU: organização das Nações Unidas

SNIS: Sistema nacional de informações sobre saneamento

NBR: Norma Brasileira

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

PH: Potencial de Hidrogênio

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial e importante para o planeta terra, indispensável para a existência e o bem-estar de todo ser vivo. O planeta é constituído por 96,5% de água salgada existentes nos oceanos e 3,5% estão em rios e lagos de água doce, sendo que 1,8% estão em estado sólido em geleiras inacessíveis. Além disso, atualmente, existem 2,5 milhões de pessoas em regiões com escassez de água, ou seja, um índice de insuficiência de água, nesta classe, superior a 0,4%.

Neste contexto, o reuso da água, juntamente com a sua conservação transformam-se em instrumentos de suma relevância no manejo sustentável dos recursos hídricos. Aliás, um dos maiores desafios enfrentados por diferentes nações atualmente diz respeito ao reaproveitamento de águas inservíveis. Entidades preservacionistas e fundações ligadas a personalidades como Bill Gates têm se dedicado a financiar projetos que exploram estratégias e tecnologias de reuso (ASANO *et al.*, 2008).

A área desse estudo é a região de Três Poços, na bacia do Rio Paraíba do Sul, em Volta Redonda, que possui população estimada em 265.201 habitantes e uma área de 182,483km², de acordo com informações do site eletrônico do SAAE. Volta Redonda, considerada a maior cidade da região e a terceira maior do interior do estado, é também conhecida como “cidade do aço” devido a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), uma das maiores siderúrgicas do país e do mundo. O rio Paraíba do Sul, percorre de oeste para leste, contornando o município de Volta Redonda, formando uma curva acentuada, responsável pelo nome da cidade. Naturalmente, o rio é o principal meio de abastecimento de água na região.

A cidade vem enfrentando constante falta de água, devido sobretudo a uma grande concentração populacional e uma população que cresce gradativamente, aumentando a pressão sobre a demanda. Além dos fatores relatados, a má utilização, furto e o desperdício de água tratada aumentam o

índice de perdas do recurso hídrico, resultando em constantes reclamações de falta de água na cidade.

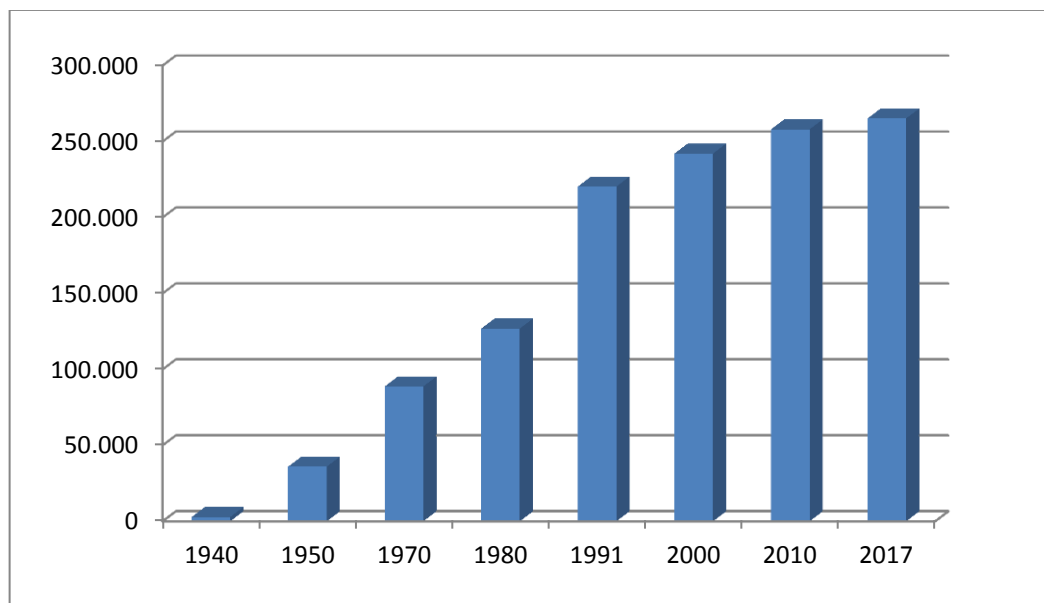


Figura 1 - Crescimento Populacional de Volta Redonda – RJ

Fonte: IGBE (2017)

A necessidade para o abastecimento da população, por meio da utilização de água tem importância fundamental para a vida das pessoas, sendo o fornecimento dessa água realizado por meio de um sistema hídrico contínuo que distribui conforme a evolução da demanda, ou seja, o consumo. O sistema de controle operacional de água é um conjunto de serviços com o objetivo de suprir as necessidades da demanda populacional. Este sistema é composto por unidades de captação e tratamento da água, reservatórios, rede de distribuição, monitoramento dos níveis dos reservatórios e controle dos medidores de pressão e vazão instalados nas redes e no bombeamento de água.

Uma solução coletiva é o sistema de abastecimento de água fornecido a uma comunidade. Vincula-se ao fato de retirar a água da natureza, com enfoque na sua qualidade, onde é transportada até o

fornecimento da população, na garantia da sua demanda. Pode-se utilizar o sistema de abastecimento de água tanto para atender grandes cidades, até pequenos povoados, de forma a suprir suas necessidades. Uma vez que, o sistema de abastecimento de água possa ser concebido, é necessário equipamentos, um conjunto de obras e serviços para o abastecimento, com fins de consumo industrial, uso domésticos de comunidades, serviços públicos e, entre outros. O homem por sua vez precisa de água de qualidade no padrão adequado e com uma quantidade suficiente que possa atendê-lo, de forma a propiciar o desempenho econômico e proteger a sua saúde. Assim como, a água torna-se elemento fundamental à vida animal e vegetal.

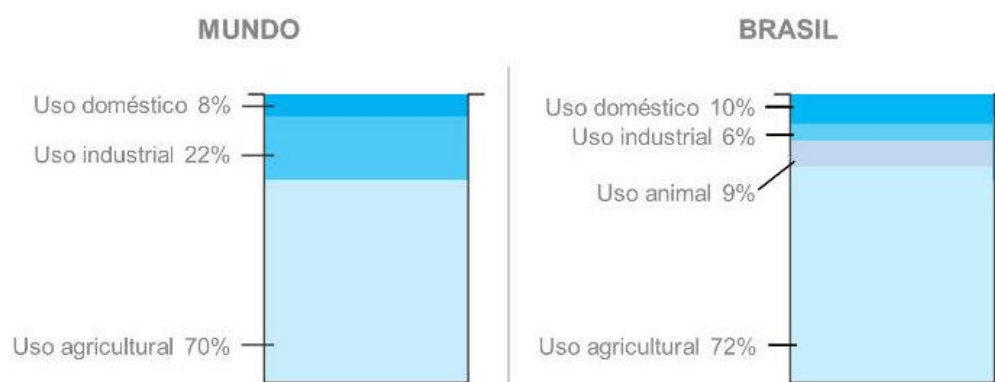


Figura 2 - Índice de risco de escassez de água

Fonte: UNESCO (2015)

Desta forma, pode-se verificar a necessidade de investimentos em desenvolvimento tecnológico, tubulações, ferramentas gerenciais da qualidade e visando soluções alternativas para o desenvolvimento na oferta de água. Com isso, é nítido a necessidade de conscientização população quanto a utilização deste recurso hídrico, para que os mesmos usem de maneira racional, reduzindo assim os desperdícios e também os índices de perdas.

1.1 Justificativa

As constantes reclamações pela falta de água no bairro de Três Poços, que tem provocado grande mobilização de moradores, que por vezes chegaram a bloquear a principal avenida que corta a região – e que liga as cidades de Volta Redonda e Pinheiral – durante protestos para reivindicação de providências ruas como forma de protestos, ajudam a expor a necessidade de melhoria em proporção ao abastecimento público local de água.

A concessionária responsável pelo abastecimento, SAAE-VR realizou pesquisas referente aos problemas enfrentados pelo bairro com o déficit no abastecimento. Após a análise e apuração dos fatos, constatou-se então ser importante um planejamento que possa implementar nova rede na localidade, para que se possa obter uma melhor a distribuição de água para residências e comércio locais.

Esse trabalho de conclusão de curso justifica-se, portanto, pela necessidade premente de se evitar a perda e o desperdício da água. Assegurando o abastecimento de água potável, nos padrões de qualidade e a menores custos, contribuindo para a sustentabilidade regional, representada pelo desenvolvimento social, econômico e ambiental da cidade de Volta Redonda.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

O objetivo deste trabalho constitui em identificar os gargalos operacionais no abastecimento de água potável da região de estudo e propor melhorias que permitam à concessionária garantir o abastecimento adequado no bairro de Três Poços, Volta Redonda, RJ.

1.2.2 Específicos

- a) Monitoração da falta de água local por intermédio das reclamações na central de atendimento e pelo sistema de monitoramento do nível do reservatório.
- b) Pesquisas dos motivos das perdas do recurso hídrico.
- c) Elaboração dos relatórios estatísticos de pesquisa.
- d) Conscientização dos usuários a respeito da deferência na qualidade da água a ser consumida.
- e) Identificação dos gargalos no abastecimento e distribuição de água;
- f) Economia no processo de abastecimento de água a longo prazo;
- g) Garantia de qualidade do serviço prestado a população, certificando-se que a imagem da concessionária atenda a sua demanda.

2 METOLOGIA

O estudo refere-se a uma abordagem exploratória e descritiva, aplicando tanto técnicas qualitativas quanto quantitativas, com o intuito de gerar informações aplicáveis à melhoria operacional do problema abordado. Os dados foram extraídos do banco de dados da concessionária por meio de relatórios do sistema que possuem controle estatístico, histórico de tendências e gráficos, o que permitiu melhor entendimento de todo o processo.

É possível ensejar por meio da metodologia o conhecimento estabelecido da realidade, produção, objeto, desenvolvimento, procedimento e comportamento, formulando conceitos que outorga a fonte do problema para explicá-lo e estudá-lo (*OLIVEIRA, 2002 apud MORAIS, 2011*).

Sendo assim, foi efetuado o levantamento bibliográfico e o recolhimento de dados disponibilizados pela concessionária responsável pelo abastecimento SAAE-VR, onde foram analisados e interpretados com o intuito de elaborar um plano de ação referente às perdas de água do bairro Três Poços e constatar possíveis soluções para o problema. Para a interpretação e análise dos dados realizou-se também uma revisão bibliográfica nos sítios eletrônicos.

3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 Sistema de abastecimento de água

De acordo com *CHAUDHRY (2000)*, a água é convenientemente um bem de consumo indispensável á vida de todos os seres vivos, um recurso básico para todas as atividades humanas (*CASTELLANO e CHAUDHRY, 2000*). O consumo desse precioso recurso, portanto, deve ser gerenciado de forma a não incorrer falta ou desabastecimento hídrico, visto que por vezes o mesmo é utilizado em grande escala de forma desordenada, comprometendo a sobrevivência das comunidades.

Dados da ONU (organização das Nações Unidas), declara que haverá um grande problema de demanda de água nos próximos 50 anos do século XXI. Nesse sentido, o Brasil é um país privilegiado, possuindo a maior disponibilidade hídrica do mundo, mais especificamente, 13,7% de toda reserva água doce existente no mundo. Entretanto, essa abundância não deve ser interpretada como um passe para abusos na gestão hídrica, seja pelas autoridades ou pelo consumo irresponsável.

Há de se referir ao tema do saneamento, intrinsecamente associado ao processo de gestão hídrica. Segundo *BARROS (2017)* o primeiro registro de saneamento no Brasil ocorreu em 1561, quando foi ordenado pelo fundador Estácio de Sá, a escavação de um poço artesanal que abasteceria o Rio de Janeiro). Porém, centenas de anos depois ainda existem regiões do país com problemas graves de saneamento, inclusive na bacia amazônica, o que se configura uma grande e absurda contradição.

O maior índice de consumo de água diário por habitante do país está localizado no estado do Rio de Janeiro, de acordo com as referências do sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS). O consumo médio de 244 litros diariamente acarreta um reflexo negativo em sustentabilidade, que resulta em desperdício e má gerenciamento das empresas que operam no abastecimento de água. Segundo o consultor em

saneamento e especialista em gestão de serviços públicos, João Batista Peixoto, 140 litros diariamente por habitante seriam suficientes para suprir as necessidades de cada habitante.

O abastecimento de água possui um sistema referente ao consumo humano que apresentam padrões de distribuição de água, onde é necessário a avaliação da água em todo o processo. O principal objetivo é disponibilizar a água potável aos consumidores, de modo a abastecer continuamente em quantidade necessária e pressão adequada.

Com abrangência, aos sistemas mais comuns de abastecimento são concebidos por manancial, estações de captação e de tratamento de água (ETA), adutora de água, redes de distribuição e reservatórios para garantir que abasteça a população com qualidade (Ministério da Saúde, Brasil, 2011).

O conceito de abastecimento de água insere-se em um amplo conceito de saneamento, segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), como o domínio de todos os coeficientes do ser humano, que exercem ou não os efeitos destrutivos sobre seu bem-estar físico, social e mental (*HELLER, 2006*).

Define-se como um sistema de abastecimento de água o conjunto de serviços, equipamentos e obras destinados para que a população possa ter o abastecimento de água potável, com finalidade em serviços públicos, consumo industrial, abastecimento doméstico e outros usos (*AZEVEDO NETTO et al., 1991*).



Figura 3 - Etapas do Sistema de Abastecimento de Água

Fonte: SAAE (2016)

3.2 Processos da distribuição de água

3.2.1 Avaliação da água

A avaliação da água tem como objetivo indicar se a mesma está dentro dos padrões de salubridade e ponto de vista estético. A água doce para o consumo humano demanda alguns determinados padrões de potabilidade e qualidade, como microrganismo e substâncias definidas pelo Ministério de Saúde e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Entre os indicadores de avaliação e verificação da qualidade da água, podemos destacar a portaria nº 2.914, reproduzida a seguir, que provém de procedimentos para a análise da qualidade da água e controle garantindo o seu padrão de potabilidade e consumo humano.

Art. 27. Neste artigo a água potável deve apresentar conformidade em relação ao padrão microbiológico, de certa forma como encontra-se no Anexo I e em outras disposições desta Portaria.

§ 1º Quando as amostras são identificadas com resultado positivo para os coliformes totais, devem ser realizadas ações corretivas, assim como, novas propostas de amostras devem ser coletadas, para que assim sejam alcançados resultados satisfatórios, para assim garantir o total controle de qualidade da água.

§ 2º Ao tratar-se dos sistemas de distribuição, devem estar incluso em novas amostras a recoleta que foi constatado positivo o resultado para coliformes totais, além de mais duas das amostras extras, sendo uma à jusante do local da recoleta e outra à montante.

§ 3º Para analisar o percentual mensal quando o resultado para coliformes totais é positivo, devemos ignorar os cálculos das recoletas.

§ 4º Caso o resultado for negativo em novas análises, não devemos excluir os resultados positivos das amostras para coliformes totais, considerando os cálculos de percentual.

§ 5º Ao expressar nesta portaria o Anexo I, os resultados positivos que ocorrem na recoleta não são tolerados, nos termos do § 1º deste artigo, quando trata-se de proporções de amostras de resultados positivos mensais de coliformes totais.

§ 6º Quando o modelo microbiológico estabelecido nesta portaria no Anexo I for violado, à autoridade de saúde pública deve ser informada e assim realizar medidas a fim de corrigir os efeitos negativos.

§ 7º Se houver certa interpretação duvidosa, ou seja, não adequada nas típicas reações dos ensaios analíticos na conformidade com os coliformes totais e *Escherichia coli*, é necessário realizar uma recoleta.

Para a avaliação do aspecto da água, deve se levar em conta o seu pH, todas as impurezas, nutrientes e sais minerais presentes na água, vistas através de exames químicos e testes microbiológicos realizados nos laboratórios de diagnósticos, garantindo assim que o consumo humano de água possa ser de qualidade.

Os mananciais são reservas hídricas, ou seja, é o local onde fornece água para o abastecimento, que pode ser de rios de fonte subterrânea ou superficial. A água é retirada deste manancial e utilizada para o abastecimento público, como fonte que atenda suficientemente toda a demanda da região (ANDREOLI, 1998).

3.2.3 Estação de captação

A estação de captação e a de tratamento realiza o trabalho bruto com o processo total de tratamento da água. A captação de água é local onde a água bruta é retirada do rio, e é necessária que realize obras para retirar a água dos mananciais. Tem por finalidade criar condições e assegurar a fácil entrada de água através do conjunto de obras que referencia-se ao manancial para que assim haja a retirada da mesma que será destinada ao sistema de abastecimento. Após sua captação, a água é direcionada a estação de tratamento.

De acordo com *Tsutiya (2006)*, na captação pode ser utilizada no tratamento, adução e distribuição de água. Após sua captação, a o transporte da água para a estação de tratamento.

3.2.4 Estação de Tratamento de Água

Não existe exatamente uma padronização total para tratamento, porque depende da qualidade da água captada no manancial. Contudo, todos os sistemas que existem possuem uma estação para tratamento da água para ser consumida pela população, que por meios de técnicas físico-químicas, que tem como objetivo de levar água à população de forma segura conforme as normas do Ministério da Saúde (2012).

As técnicas que envolvem o tratamento de uma estação de água (ETA) atendem a um projeto de melhoria e qualidade da água. A NBR 12216/1992 (ABNT, 1992) frisa que a norma caracteriza o bom funcionamento das unidades com função de eliminar as impurezas que é prejudicial à saúde.

Vale ressaltar que as técnicas de tratamento são feitas por partes para atender aos critérios de qualidade.

Para a Coagulação é o momento que a água bruta entra na ETA, ela ganha uma quantidade de sulfato de alumínio que une as partículas que estão na água; o procedimento da flotação caracteriza o movimento da água dentro

dos tanques, as impurezas sólidas se juntam em partículas maiores; decantação separa a água das partículas, é o desempenho da gravidade, que ficam situadas no fundo de um segundo tanque; processo de filtração faz as impurezas pequenas ficarem grudadas no filtro quando atravessam, que são feitos de carvão, pedras e areia de vários tamanhos; desinfecção é o processo para retirar microrganismos que causam doenças, colocado na água ozônio ou cloro; fluoretação serve para prevenir a cárie dentária, é adicionado flúor na água e por último o de correção que tratado do PH, esse método é para retificar o PH da água, que coloca na água uma certa porção de carbonato de sódio ou cal hidratada. (COMUSA, 2017)

O Ministério da Saúde possui normas, onde apontam para a portaria 2914 que o PH da água deve ser analisado para segurança da população, afim de que a água possa ser fornecida para rede pública de abastecimento de forma segura.

A finalidade de uma estação de tratamento é tratar a água bruta antes de disponibiliza-la para os consumidores. É necessário técnicas para potabilizar e evitar riscos sanitários prejudiciais à saúde da população, devido a poluição e contaminação da água bruta. São necessários materiais específicos e equipamentos destinados á produção e ao tratamento de água potável, para assegurar a melhor qualidade possível.



Fotografia 1 - Estação de Tratamento

Fonte: SAAE-VR (2017)

As estações elevatórias existem dois modos de recalcar a água, em sistemas de abastecimento de água, o recalque de água bruta e o recalque de água tratada. É comum na estação elevatória possuir um tipo “booster”, que aumenta a vazão e a pressão nas redes de distribuição de água ou adutoras (*TSUTIYA, 2005*).

3.2.5 Adutora de água

A adutora é responsável pelo transporte da água através das tubulações de abastecimento até a rede de distribuição. Em um todo, ela não é responsável para que a distribuição de água chegue aos consumidores, ela antecede a rede fazendo uma interligação da estação de captação, estação de tratamento e dos reservatórios. (*TSUTIYA, 2006*).

3.2.6 Rede de distribuição

Pode-se afirmar que as redes de distribuição de água são constituídas por tubulações interligadas entre si, que transportam a água até os seus respectivos usuários. Essas tubulações são localizadas em vias de acesso públicos subterradas, cada tubulação exige um diâmetro adequado, com pressão e vazão definida conforme a demanda de cada região para atender os padrões necessários de consumo (*HELLER, 2006*).

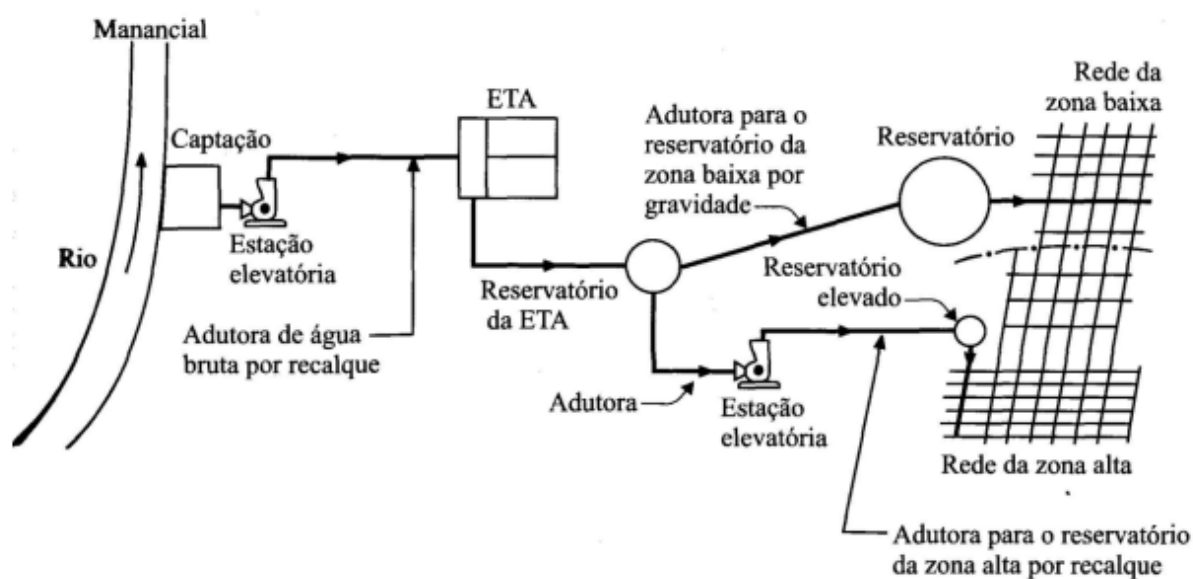


Figura 4 - Modelo de um sistema de abastecimento de água

Fonte: Orsini (1996)

3.2.7 Reservatórios

Os reservatórios armazenam a água que é induzida da rede de distribuição, eles ficam localizados em pontos estratégicos que possam possibilitar a chegada de água nas residências sejam com maior pressão. De modo que sejam o meio de distribuição principal de água potável, que é feito através da rede de abastecimento (TSUTIYA, 2004).

O sistema de abastecimento apresenta perfis longitudinais com reservatório apoiado e com reservatório enterrado e elevado como mostra as figuras a seguir.

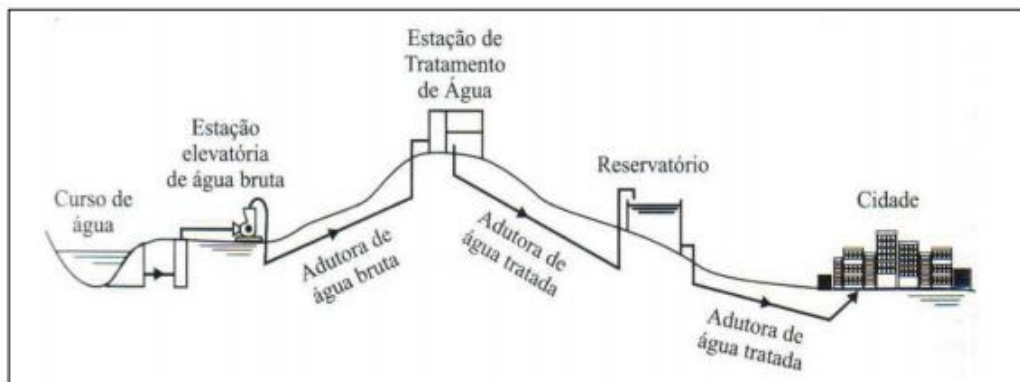


Figura 5 - Captação em curso de água e com reservatório apoiado

Fonte: Tsutiya (2004)

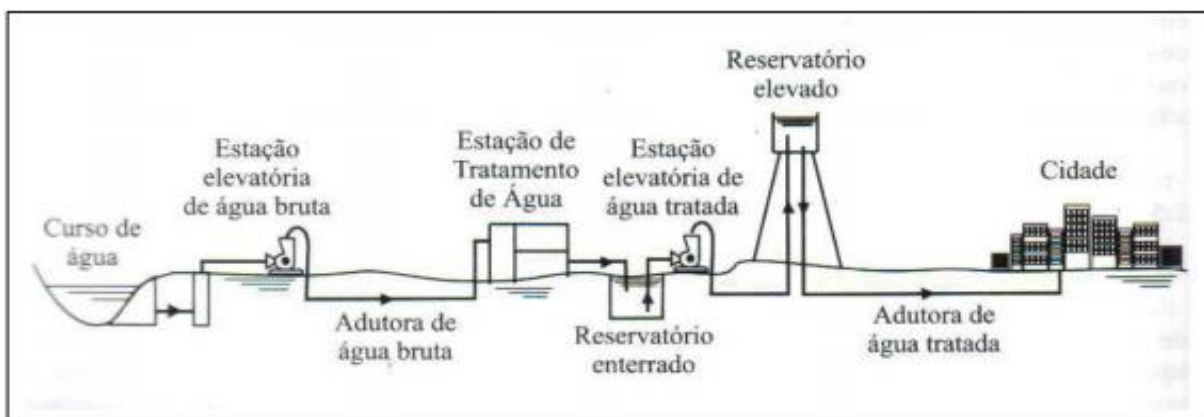


Figura 6 - Captação em curso de água e com reservatório enterrado e elevado.

Fonte: Tsutiya (2004)



Figura 7 - Analogia do volume de água no planeta com um reservatório.

Fonte: MANO (2004)

3.3 Perdas no sistema de abastecimento de água

3.3.1 Definição de perdas de água

Como os recursos naturais e a demanda, vislumbra-se utilizar a água de forma mais racional, uma vez que soluções para um abastecimento mais adequado e uma melhor qualidade na distribuição de água implicam em elevados custos. Dessa forma, as políticas de abastecimento tendem a ser mais rigorosas e a uma necessidade de combate aos desperdícios e conscientização quanto ao uso adequado da água.

Toda e qualquer perda de água é bastante significativa, visto que a água, antes de chegar ao destinatário, ou seja, o consumidor, passa pelos seguintes processos normalmente deve ser bombeada, tratada em seguida armazenada e distribuída. Sendo assim, em todas essas operações dependem de procedimentos, processos e equipamentos.

O efeito das perdas visíveis na gestão da empresa tem personalidade financeira que reflete diretamente no preço de venda da água tratada ao consumidor. Esse efeito tem consequências mais graves quando associado a outro fator importante alusivo ao volume faturado de esgotos, o qual, comumente, é faturado a parte de volume de água medida. Entretanto, em locais onde há rede de esgotos, uma unidade de volume recuperado de perdas aparentes significa duas unidades de volume faturado (água + esgoto) (TUSTIYA, 2008).

As perdas podem ocorrer desde a produção (capitação /á estação de tratamento), e/ou distribuição (após o tratamento):

Produção: podem ocorrer perdas até mesmos nos próprios mananciais, em adutoras, linhas de recalque de água bruta, em certos equipamentos de estações elevatórias e de tratamento;

Distribuição: ocorrem geralmente nas perdas de adutoras, linhas de recalque, estações elevatórias, reservatórios, redes de distribuição e unidades consumidoras.

De acordo com Lambert (1993), as perdas de distribuição de água em redes são calculadas através da diferença entre a vazão medida na entrada da rede e a vazão fornecida para os consumidores, incluindo perdas em instalações. Assim, podemos verificar que temos as perdas físicas e as não físicas.

Perda de água pode também estar associada à toda e qualquer perda que determine o aumento no custo da produção de água, sendo elas: causadas por vazamentos, extravasamentos, consumos excessivos, consumos especiais (*Suzuki e Fávero 1992*).

a) Perdas em adutoras

Essas perdas podem ocorrer de várias formas, tais como:

- Pressão, que irá afetar a qualidade e a frequência com que a mesma é distribuída;
- Características, aspecto e movimento do solo;
- Deterioração e danificação da rede de água;
- Qualidade inferior por instalações e de materiais;
- Falhas no projeto em sua realização;
- Manutenções precárias;
- Tráfego de veículos como no nosso caso em Três Poços e
- Adutoras ultrapassadas ou antigas.

b) Perdas no tratamento de água

Existem algumas perdas que são mais comuns quando se está tratando a água, podemos as listar das seguintes formas:

- Mão de obra desqualificada;
- Problemas na impermeabilidade nos decantadores e rachaduras no local;
- Equipamentos inapropriados;
- Ineficiência nos meios de comunicações;

- Projetos criados com bastantes indicadores negativos e ineficientes.

c) Perdas nos reservatórios

Nessa parte pode-se dizer que é uma das mais elevadas em quantidades perdas de água:

- Rachaduras e permeabilidade nos reservatórios;
- Operações deficientes podem causar extravasamentos;
- Mão de obra desqualificada;
- Meios de comunicações inadequados, relativamente falhos.

d) Perdas na rede de distribuição

As perdas na sua destruição podem ocorrer de forma semelhante às perdas em adutoras, entretanto, elas possuem um fator mais agravante e alarmante, uma vez que em sua maioria de casos, apresentam-se com seu cadastro técnico em deficiência na rede. Tendo mais impacto uma vez que, a uso de padrões prejudiciais e inadequados de ramais. Por acrescentar também muitas das vezes ramais clandestinos, por não ter cadastro de usuários realizados corretamente e também falta de conscientização dos consumidores. (COELHO, 1996).

Já segundo *Technical Group on Waste of Water* (1980), quando fala-se em vazamentos a quantidade mais elevada do mesmo dá-se por distribuição R.U. podendo-se observar em torno de 18,6 litros por propriedade por hora, que quando distribuídas podem gerar perdas neste processo.

e) Perdas devidos ao uso populacional (consumidores)

Podendo ocorrer das seguintes formas:

- Desperdícios por usuários que não possuem hidrômetros, como consequência de instalações precárias;

- Perdas por falta de manutenção corretiva e preventiva em seus hidrômetros;
- Um superdimensionamento inadequado de hidrômetros instalados;
- Desvio fraudulento do hidrômetro.

f) Perdas reais (físicas)

Onde vimos que o caso mais comum de perdas reais é por meio de Vazamentos dentro de um sistema de abastecimento de água. Sendo assim, um dos principais pontos de vazamentos é na estrutura da ETAs, porém onde ocorrem o maior volume perdido de água são nos ramais prediais e nas redes de distribuição. Segundo Lambert (2000, *apud GIROL, 2008*) esses vazamentos possuem três tipos de classificação:

- a) Visíveis: Possuem altas vazões e vazamentos de curtas durações, que vão afloras na superfície diminuindo as dificuldades ao visualizarem. Assim como, representam 45% dos vazamentos.
- b) Não-visíveis: Esses tipos de vazamentos são mais difíceis de detectar, pois não afloram à superfície. Suas vazões são moderadas e a duração vai depender de sua frequência. Bem como, representam 30% dos vazamentos.
- c) Inerentes: Esses são os tipos de vazamentos que não podemos visualizar e nem mesmo detectá-los, por meio de equipamentos de detecção acústica. Em geral, são vazões abaixo de 250 litros/hora. E neste caso, representam 25% dos vazamentos.

Na figura a seguir podemos verificar os tipos de vazamentos citados.

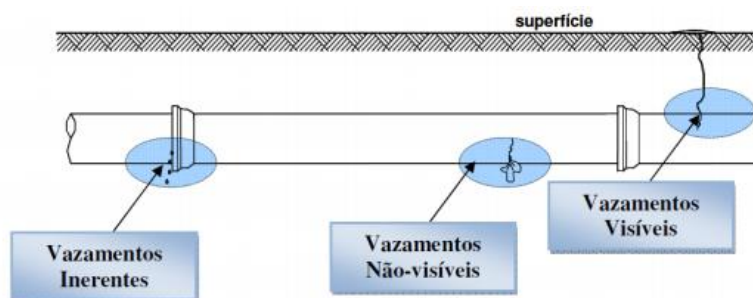


Figura 8 - Configurações dos tipos de vazamentos

Fonte: Modificado de Gonçalves (1998)

Para Tardelli (2006, apud GIROL, 2008) quando aumentamos relativamente à pressão na rede, obtemos então dois problemas: primeiro se refere à alta frequência e assim o arrebentamento das tubulações, já o segundo é referente ao aumento dos vazamentos e das vazões, assim com este dois problemas relativamente ocasionamos grandes perdas físicas no sistema.

3.3.2 Uso doméstico de água

No país o consumo de água é destinado a 9% em abastecimento urbano. Que por sua vez, obteve um aumento em seu volume populacional, e portanto, o desperdício e sua demanda de consumo cresceram.

A hábitos atuais pelos brasileiros que se vincula ao fato da má gestão em relação aos recursos hídricos. E dessa forma, vão agravar a escassez de água. Dentre esses hábitos pode-se citar: o banho demasiadamente demorado, mangueira ligada sem uso, torneira mal fechada, limpeza excessiva nos carros, a lavagem de calçadas, escovar os dentes com a torneira aberta entre outros hábitos.

Com o aumento da população do ser humano, houve um aumento no consumo da água no qual podemos relacioná-lo. Assim como, o saneamento básico e a melhoria nas condições de higiene. Podemos

reduzir o consumo doméstico de água, assim que forem desenvolvidos hábitos que possam assegurar a preservação deste recurso. Entretanto, em alguns países, nas zonas urbanas, as perdas de água, nos processos dos sistemas de distribuição, representam 40% do volume inicial, por possuírem redes longas, aumentando os riscos de perdas hídricas (MANO, 2004).

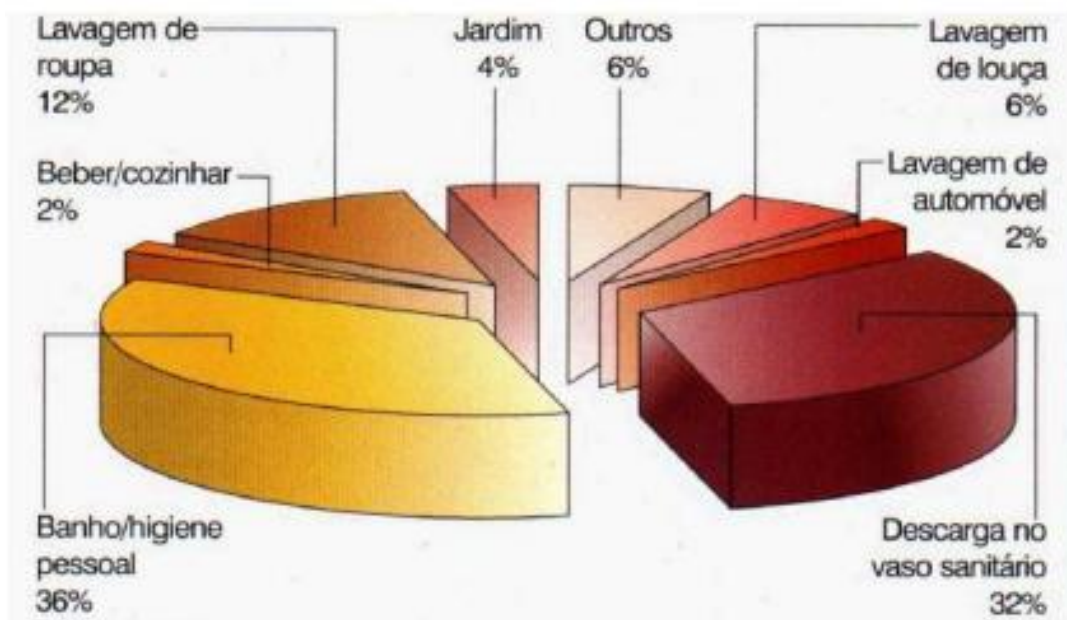


Figura 9 - Uso doméstico da água em Geral

Fonte: MANO (2004)

3.3.3 Controle e redução de perdas

Pode-se dizer que neste atual momento o controle de perdas, é extremamente necessário tem sido de grande relevância dentro das concessionárias de tratamento e saneamento de água, em todo o Mundo. Por esse fator estar ainda em acontecimento e aperfeiçoamento para este enfoque em redução das perdas, ainda se têm gerado grandes esforços para minimizar os desperdícios e criar uma metodologia para solucionar essa questão devidamente.

O principal objetivo relaciona-se ao sistema de abastecimento de água é disponibilizar a água potável aos consumidores, de modo a abastecer continuamente em quantidade necessária e pressão adequada.

3.4. Sistema de Controle Operacional

O sistema de controle operacional de água é um conjunto de serviços com o objetivo de suprir as necessidades do abastecimento de água potável. Inicialmente os sistemas de monitoramento utilizavam dispositivos e níveis mecânicos para controlar o processo de abastecimento. Com o desenvolvimento tecnológico este sistema foi sendo substituído por um dispositivo automático, ou seja, por “interfacs homem-máquina IHM, que atua em um centro de controle operacional CCO que possibilita mediante a uma área de visualização (*display*) o monitoramento e controle dos níveis dos reservatórios, a pressão e a vazão da rede de distribuição e o bombeamento de água.

Segundo Moraes e Castrucci (2007), IHM são sistemas utilizados em automação normalmente de “chão de fábrica”. É caracterizado por uma construção robusta, resistente a temperatura, jatos de água direto, umidade e poeira. Moraes e Castrucci (2007) relatam que uma IHM é normalmente composta por uma inserção de dados utilizada em um software próprio para sua programação.

A central de controle conta com um sistema de automação nos reservatórios de água, onde é possível monitorar o nível através de um sensor instalado dentro do reservatório, que indica qual sua reserva de água em tempo real. Esse sistema também tem a função de desligar e ligar automaticamente a bomba quando a mesma atinge seu nível máximo e mínimo estabelecido dentro da média de consumo diário conforme a Figura 3. Essas bombas e reservatórios ficam localizados em cada bairro da cidade.

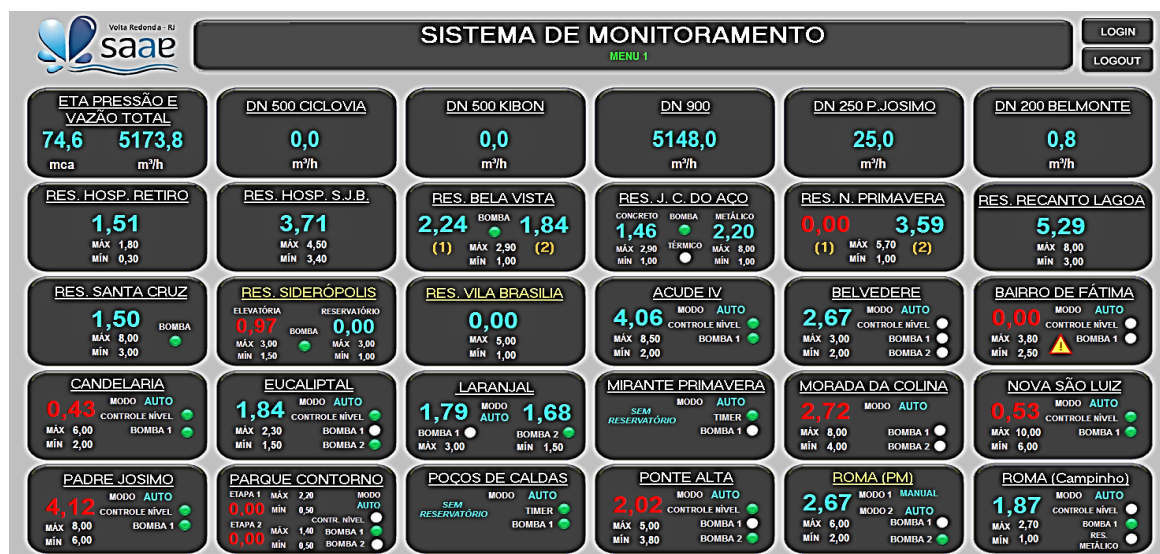


Figura 10 - Sistema de Monitoramento

Fonte: SAAE-VR (2018)

O Sistema automatizado de monitoramento foi desenvolvido justamente para suprir a necessidade do aumento da produção de água, onde possibilita que os custos operacionais mecânicos sejam reduzidos, e proporciona maior eficiência no monitoramento dos níveis e na operação do controle de abastecimento.

De acordo com o TSUTIYA (2004), o controle e os softwares de monitoramento são programas para que os computadores possam consultar as memórias do CLPs interface ou via rede de comunicação, que apresentam telas gráficas no processo, gráficos de tendências, relatórios de alarmes, históricos de operação, edição do programa dos controladores e exportação de processos no bancos de dados.

MORAES e CASTRUCCI (2007) apontam os Sistemas Supervisórios como sistemas digitais para o monitoração e operação do processo. As variáveis neste processo são atualizadas constantemente e podem ser salvas em bancos de dados para registrar historicamente. Geralmente, estão localizadas em centros de trabalho (computadores dedicados a uma determinada função) que estão sempre distantes do processo controlado e

usualmente servem para supervisionar todo o funcionamento desses sistemas. Sendo chamadas de centro de controle.



Fotografia 2 – Centro de Controle Operacional

Fonte: SAAE-VR (2018)

O sistema de monitoramento utilizado pelo SAAE é o Supervisão Controle e Aquisição de Dados (SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition). O sistema SCADA é para monitorar e controlar os equipamentos, tais como, telecomunicações e controle de água e esgoto.

Os sistemas têm por função transferir seus dados para os computadores: o computador central onde está instalado o sistema SCADA e os demais Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). O sistema SCADA, portanto, coleta os conhecimentos, repassa para a central e mostra para a estação que um vazamento aconteceu, realizando análise e controle, se o vazamento é crítico e se essas informações são lógicas e organizadas.

O sistema de monitoramento pode ser mais simples, quando monitora condições do ambiente de pequeno porte, ou muito complexo, de forma a

monitorar todas as atividades realizadas em relação ao sistema de abastecimento de água.

Propiciar o desenvolvimento desses sistemas de controle por intermédio de CLPs industriais, para a visualização e informações necessárias para os usuários por meio da internet, os níveis de controle, a visualização, e sua hierarquia de automação.

No sistema de supervisão podemos obter a geração automática de relatórios, com o controle estatístico, histórico de tendências, acesso automático a banco de dados e gerenciamento das condições de alarme.

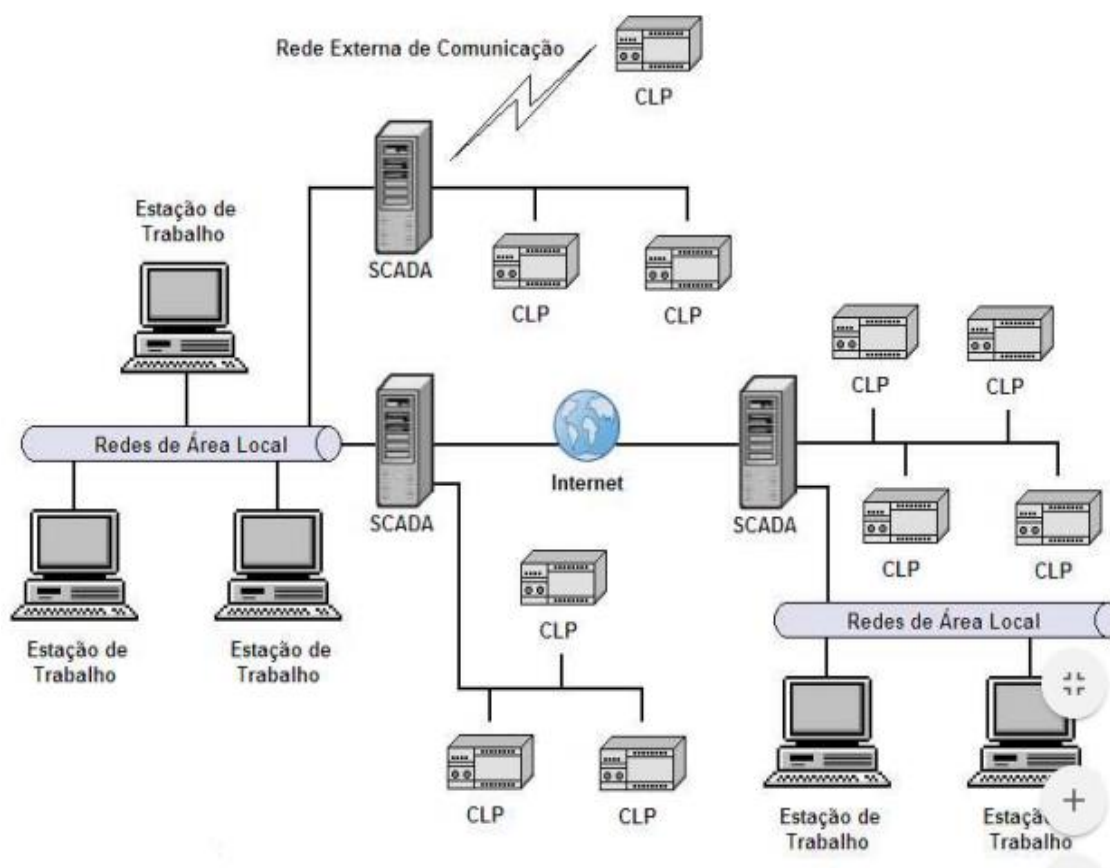


Figura 11 – Representação de um Sistema SCADA

Fonte: Adaptada pelo autor (2018)

4 DESENVOLVIMENTO – ESTUDO DE CASO

Devido ao crescimento populacional de Volta Redonda, o reservatório Santa Luzia, manifesta por níveis críticos em relação ao abastecimento dos bairros Água Limpa e Três Poços. No período analisado, assim como, os dados que recolhemos, foi identificado que a água que passa pela rede não é suficiente para suprir a demanda da população.

Outra questão é que o bairro não possui um reservatório próprio, a distribuição de água é através do bairro Água Limpa que compartilha com o bairro Três poços, isso faz com que o reservatório do bairro da Água Limpa distribua e supra as demandas de abastecimento de ambos.

A solução provisória proposta pelo centro de controle operacional para o problema descrito foi à realização de manobras de abertura e fechamento de válvulas na entrada do reservatório Santa Luzia, onde é feito em pontos estratégicos próximos ao reservatório o fechamento da rede em período de menor consumo, para recuperar o nível do reservatório e conseguir atender a população dos dois bairros, sendo essa manobra feita de forma alternada, abastecendo um bairro a cada dia conforme a necessidade. Com base no nível médio indicado do reservatório Santa Luzia foi acionado o comando da válvula, transmitido (via rádio-modem) à central de controle.

O reservatório Santa Luzia localizado na Rua Rio Preto, nº 160, Água Limpa tem capacidade de $300\text{m}^3 = 300.000$ litros. A vazão da rede que abastece o reservatório é igual a $176\ 700\ \text{m}^3/\text{h}$ conforme a Figura 12.

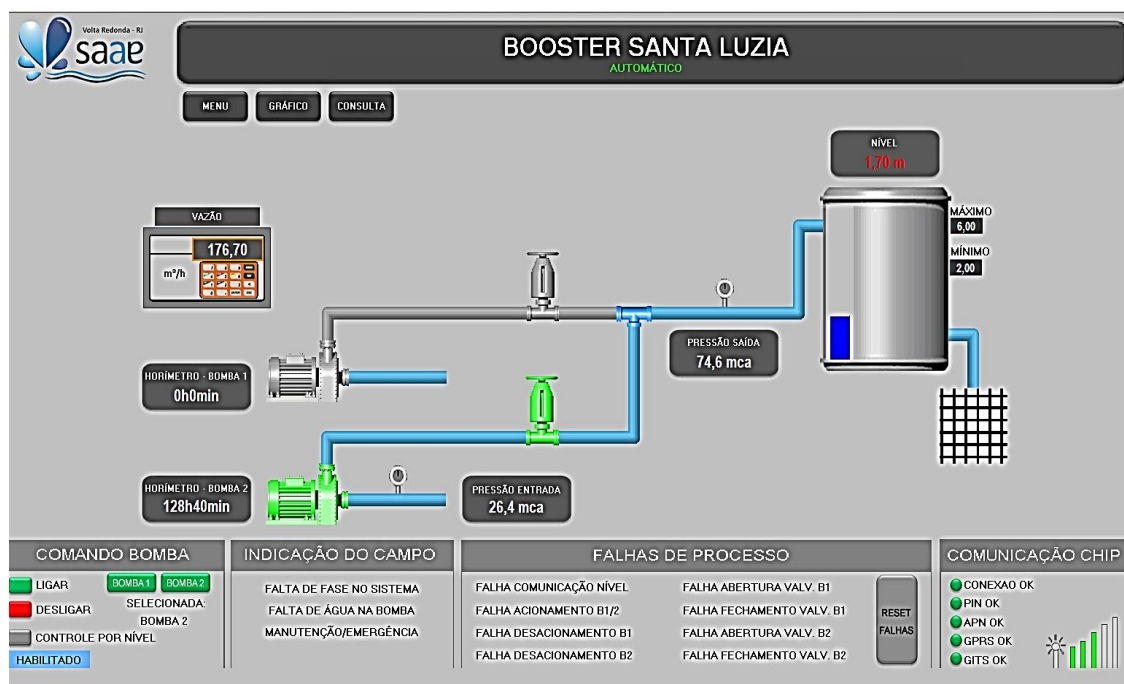


Figura 12 - Booster do Reservatório Santa Luzia

Fonte: SAAE-VR

A média diária de água para suprir os dois bairros, Três Poços e Água Limpa, é de 6.071.985 litros, conforme apresentado no Quadro 1.

Se a cada hora chega 178.700 litros em seu reservatório, obtém-se ao final do dia, já que o mesmo não tiver consumo, estará com capacidade de 4.240.800 litros, o que não supre a demanda prevista de 6.071.985 litros diários.

Bairro	Hab x litros diários	Total
TRÊS POÇOS	15.000 hab x 237,8 L/hab.dia	3.567.000 litros diários
ÁGUA LIMPA	10.534 hab x 237,8 L/hab.dia	2.504.985 litros diários
		= 6.071.985 litros

Quadro 1 - Comparativo de Hab/litros diários

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além de sanar o problema com falta de água dos moradores de Três Poços, o bairro Água Limpa também se beneficiará com a conclusão desta obra, que atualmente tem uma rede compartilhada de distribuição de água com Três Poços, onde a água passa primeiro pela rede de distribuição da Água Limpa para depois abastecer a rede do bairro, ambas terão uma rede independente com um sistema exclusivo.

A solução para o problema apontado é a implementação de uma nova rede de abastecimento, com reservatório, localizado no bairro de Três Poços, assim ambos os bairros terão seu próprio reservatórios e pressão suficiente para chegar às partes menos favorecidas.



Fotografia 3 - Obra da rede de distribuição

Fonte: SAAE-VR

A Figura 13 a seguir apresenta a foto de satélite indicando o percurso atual da tubulação de abastecimento de água que atende ao bairro Três Poços em Volta Redonda.

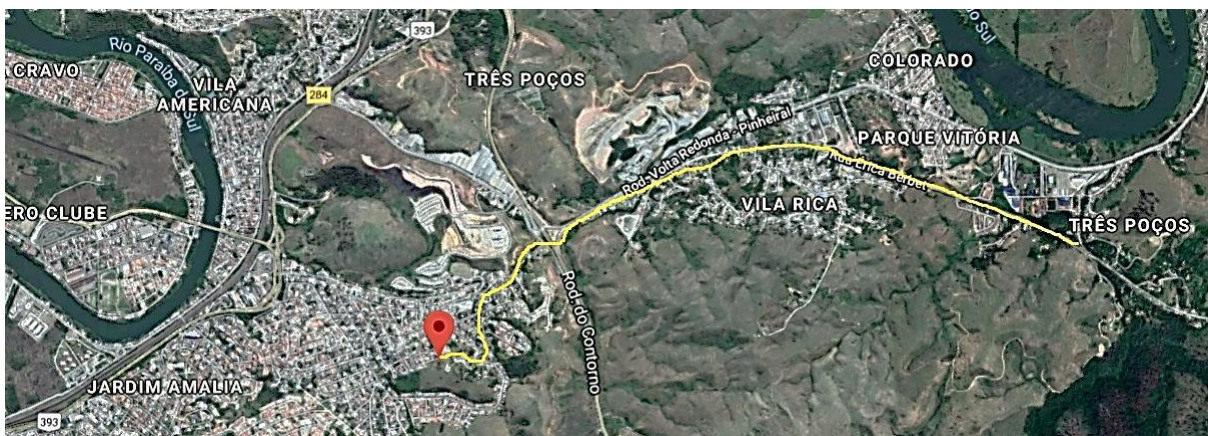


Figura 13 – Percurso Atual da Tubulação de Abastecimento

Fonte: Adaptado pelos autores

No bairro Três Poços a nova rede de abastecimento será de três quilômetros de rede de água potável, compreendido no trecho da Avenida Paulo Erley Alves Abrantes, que se inicia na BR- 393, onde será construído o reservatório, e finaliza na Rua Votorantin. A Figura 14 apresenta, destacado em vermelho, esse trecho projetado de tubulação.

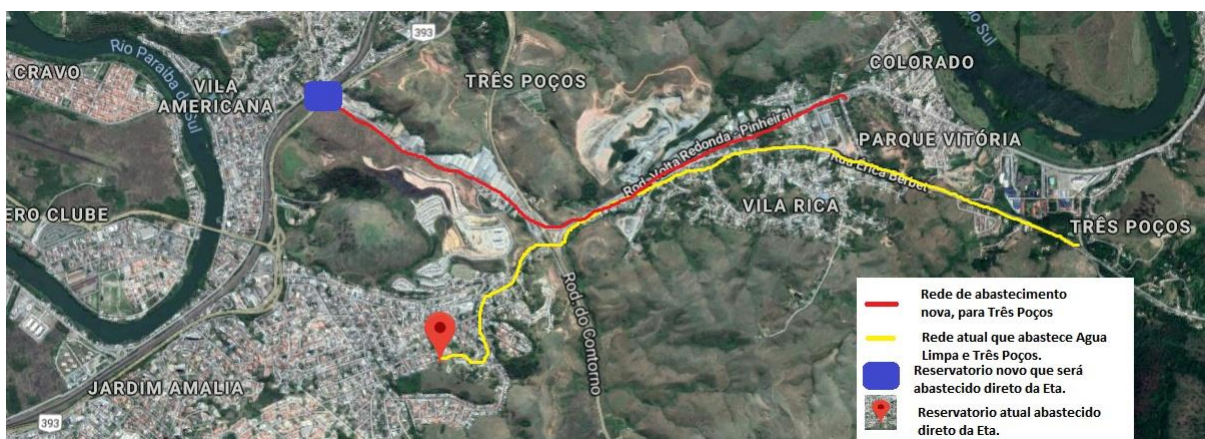


Figura 14 – Trecho Projetado da Nova Tubulação

Fonte: Adaptado pela autora

4.1 Métodos de Análise de Viabilidade Financeira

A análise de investimentos se constitui no emprego de métodos contábeis e financeiros para identificar qual o melhor gênero de investimento entre as alternativas que existem.

O estudo que avalia a aplicação de recursos, com as mesmas condições que o antecederam seus resultados posteriores, com o destino de enxergar se existe rentabilidade, se o investimento está ou não dando certo de e quanto pode ser (ASSAF, 2012).

Kerzner (2016), declara “as organizações tendem a não autorizar projetos cujos benefícios não superem os seus custos”. Isso aparenta uma correta afirmação financeira. E conclui: “benefícios podem ser considerados financeiros ou não”.

4.2 Métodos mais comuns para a Análise de Investimento

Payback é tempo de retorno do investimento, ou Período de Payback, refere-se por meio do tempo que um projeto demora para pagar o investimento inicial. Ao ser computar sem descontar todos os fluxos de caixa futuros é chamado de Payback Simples. Geralmente, é errado utilizar Payback Simples, porque o mesmo não leva em conta o tempo no valor do dinheiro. Payback descontado é semelhante ao payback simples, porém sua diferença é que utiliza uma determinada taxa de desconto precedentemente à soma dos fluxos de caixa. Essa taxa de desconto será a Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Neste recurso, os fluxos de caixa futuro são descontados pela taxa em relação ao período ao qual o fluxo foi realizado. Trata-se do tempo necessário que a empresa recupera o seu investimento inicial em relação a um projeto, calculando por meio de suas entradas de caixa. (GITMAN, 1997, p.45)

Segundo de *Degen* (2009), o cálculo do tempo para recuperação do investimento (Payback) é simples e muito utilizado. O cálculo do tempo para a recuperação do investimento é utilizado para verificar o período em que os investimentos nos negócios estão expostos, não levando em considerações

os valores de negócios após o tempo para a recuperação dos investimentos.

Se aplicados em decisões de aceitar ou rejeitar, os critérios de decisão são: se o Período de Payback for menor que o período máximo aceitável de recuperação, sendo assim aceito, o projeto será rejeitado se o período for maior que o período máximo aceitável de recuperação.

- Valor presente líquido – VPL

De acordo com *GITMAN* (1997), o valor presente líquido é apontado como uma técnica de análise de orçamentos de capital. Neste tipo de técnica, os fluxos de caixa da empresa vai descontar a uma taxa específica. Essa taxa, é chamada de taxa de desconto, custo de oportunidade ou custo de capital.

De acordo com *Atkinson* (2000), o valor líquido presente será sempre a soma dos valores exibidos do fluxo de caixa, de modo que todas as entradas e saídas de caixa seja agregado no projeto. Este é o primeiro método que junta o valor do dinheiro no tempo.

A condição do valor presente líquido na definição da taxa de desconto a ser usada nos fluxos de caixa. De modo geral , O VPL não apura direto na rentabilidade do projeto, ao descontar os fluxos de entradas de um determinado investimento por uma taxa de desconto mínima aceitável pela empresa, segundo *Assaf* (2012).

- Taxa interna de retorno – TIR

A taxa interna de retorno é apontada como a técnica mais utilizada na a avaliação de investimentos, assim definida como a taxa de desconto que iguala o presente valor das entradas de caixa ao investimento inicial de um projeto.

Segundo *Samanez* (2002) a TIR é a taxa de atualização do projeto que geralmente irá gerar um VPL nulo, e a taxa medida e escalada aos

capitais que se mantêm investidos no projeto, de maneira que o investimento inicial é recuperado progressivamente.

4.3 Cálculo de viabilidade Financeira

O estudo de viabilidade técnica mostra a avaliação de alternativas de procedimentos construtivos adequados perante as condições geográficas, humanas e técnicas presentes.

O investimento já orçado pelo SAAE-VR para o projeto, onde a região possui aproximadamente 15 mil moradores, é de R\$ 831.263,05. Estes recursos para o projeto são do próprio SAAE-VR.

O estudo de viabilidade financeira direciona a elaboração de suposições custo/benefício e dos riscos do investimento e nos dará o resultado à decisão de realizar ou não a obra.

É fundamental fazer essa análise sempre que pretender ampliar a área de atuação. Realizar esse estudo e ter informações suficientes para medir a capacidade de retorno do investimento. Com isso, conseguimos analisar se os fundamentos que foram gerados são válidos, ou seja, realmente pode se tornar algo lucrativo e real para o negócio, trazendo resultado no tempo esperado.

Em uma comparação do bairro Três Poços e o bairro Jardim Amália, podemos analisar que há grandes ocorrências anormais no bairro de Três Poços-VR, conforme os gráficos apresentados abaixo.

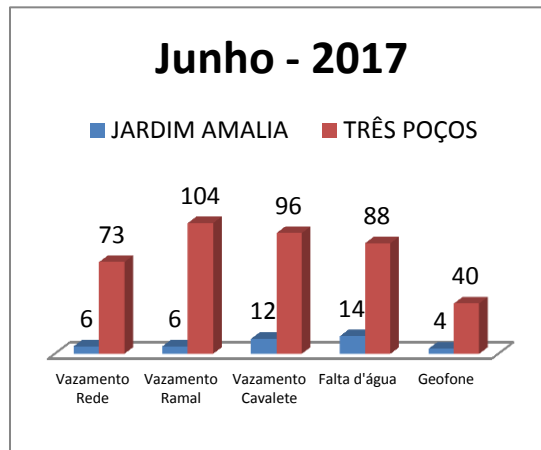
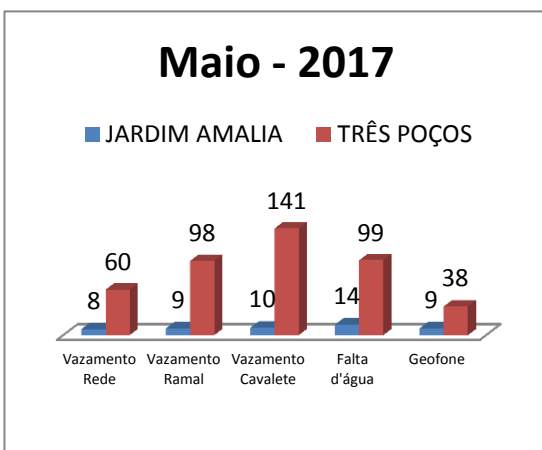
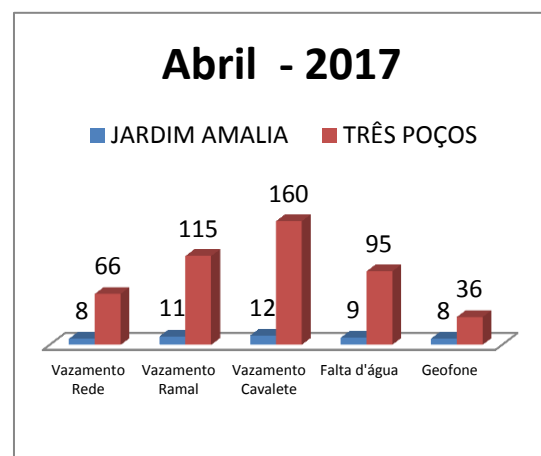
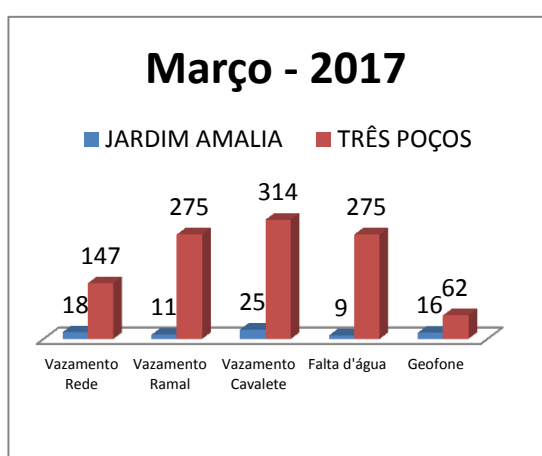
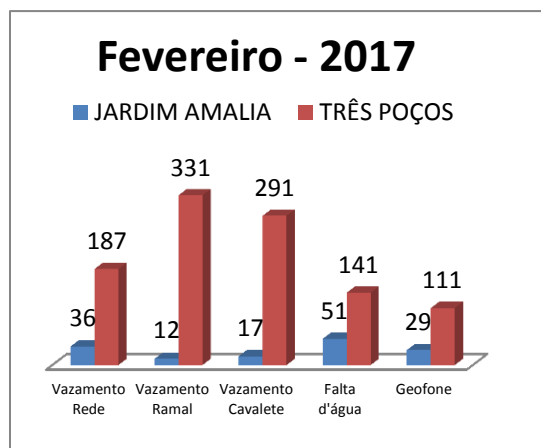
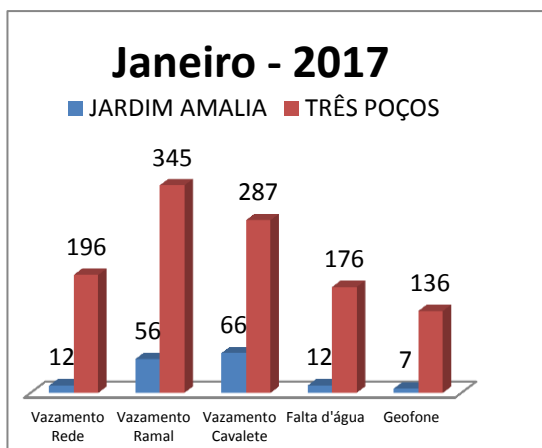


Gráfico 1 - Comparativo dos Bairros para Manutenção nas Redes

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Baseados nos gráficos mostrado anteriormente, o bairro de Três Poços necessita de uma atenção maior, todos os tipos de manutenções existentes têm um número significativo maior em comparação ao Jardim Amália. As ocorrências na região, por finalidade contribui para uma situação precária, através do desperdício abusivo de água. Devem também ressaltar as categorias de escolas existentes, número de alunos e funcionários por período, os períodos de atendimento aos alunos, entre outras relevâncias referente ao funcionamento da unidade escolar. Empresas de grande porte também estão na localidade de Três Poços.

Com base nas manutenções ocorridas no sistema de abastecimento do bairro e no abastecimento emergencial com carros pipas, foi possível fazer um levantamento de custos mensais que o órgão municipal desembolsa. Estes valores são apresentados no Quadro 2.

Operações	Valor mensal	Observações
Manutenção nas redes (materiais)	R\$ 8.250,00	Materiais diversos
Combustível (cada 3 dias) R\$260,00	R\$ 5.200,00	2 carros
12 Funcionários a R\$ 1.500,00	R\$ 18.000,00	12 funcionários fixos na equipe revezados em turnos.
Caminhão pipa (R\$ 300,00 10mil litros)	R\$ 27.000,00	3 viagens diárias, caminhão abastecido com a água potável do próprio SAAE-VR.
Total	R\$ 58.450,00	

Quadro 2 - Custos Mensais

Fonte: Elaborado pelos autores(2018).

A economia mensal com o projeto será de R\$ 58.450,00, considerando este valor fixo durante o período, a economia anual será de R\$ 701.400,00.

Pelo fato do SAAE-VR não dispor de uma Taxa Mínima de Atratividade para calcular seus projetos, será usado como TMA a Taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia), sendo a taxa básica da economia brasileira.

No presente momento, o Copom (Comitê de Política Monetária do Banco Central) decidiu manter a Selic em 6,50% ao ano. Essa é a taxa que será usada para calcular o payback descontado e o Valor Presente Líquido (VPL) de todo o projeto.

Segundo os levantamentos realizados, pode-se resumir os dados de projeto conforme Quadro 3.

SELIC (JUROS)	INVESTIMENTO	REDUÇÃO DE CUSTOS ANUAL
6,50% ao ano	R\$ 831.263,05	R\$ 701.400,00

Quadro 3 - Dados do Projeto

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Na Figura 15 é apresentado o Fluxo de Caixa do projeto para um horizonte de planejamento de cinco anos.

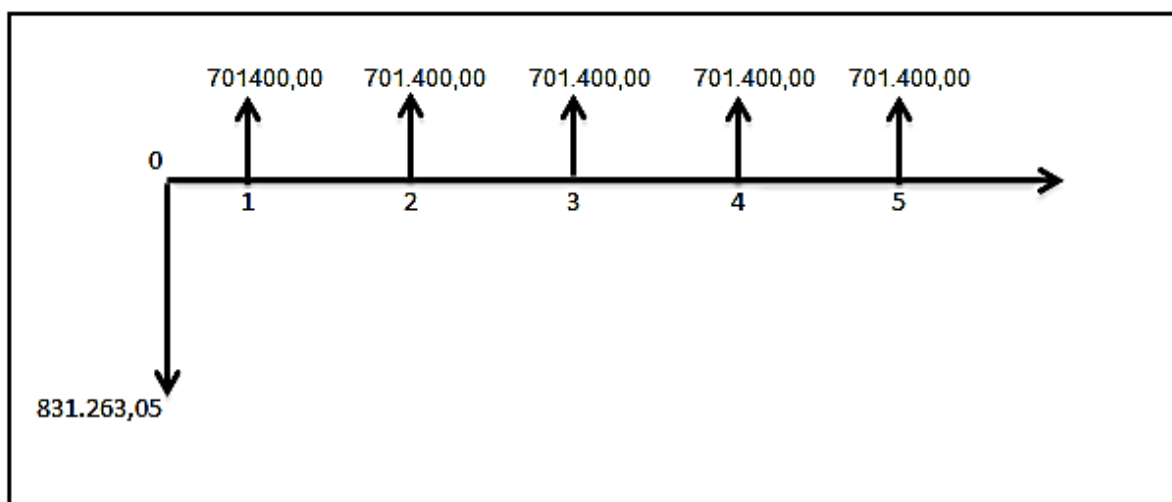


Figura 15 – Fluxo de Caixa do Projeto

Fonte: Adaptado pelos autores (2018)

O cálculo do VPL foi desenvolvido com os dados levantados do projeto: investimento; entradas no fluxo de caixa, ou seja, redução de custos com manutenção, e, finalmente, para essa Taxa Mínima de Atratividade usada nos cálculos, foi adotada a Taxa Selic. Utilizando o fluxo de Caixa demonstrado na Figura 8, foi calculado um VPL de R\$ 2.083.530,51 para o projeto.

No Quadro 4 a seguir é apresentado o resultado do Fluxo de Caixa Acumulado e, conseqüentemente, do VPL.

Ano	0	1	2	3	4	5
Fluxo de caixa	-831.263,05	701.400,00	701.400,00	701.400,00	701.400,00	701.400,00
Fluxo de caixa acumulado	-831.263,05	-172.671,50	445.724,32	1.026.377,67	1.571.592,09	2.083.530,51

Quadro 4 - Cálculo VLP

Fonte: Elaborado pelos autores(2018).

Segundo *DEGEN* (2009), é preciso arquitetar o fluxo de caixa para calcular o VPL do projeto, os saldos futuros de caixa, avaliar o investimento inicial e ver quantos períodos do fluxo de caixa serão necessários para pagar o investimento. Assim é calculado o Payback Descontado, conforme Quadro 5.

ANO	FL CX ANUAL	FL CAIXA AJUSTADO	FL CX ACUM AJUST
0	- 831.263,05		- 831.263,05
1	701.400,00	658.591,55	-172.671,50
2	701.400,00	618.395,82	445.724,32
3	701.400,00	580.653,35	1.026.377,67
4	701.400,00	545.214,42	1.571.592,09
5	701.400,00	511.938,42	2.083.530,51

Quadro 5 - PAYBACK Descontado

Fonte: Elaborado pelos autores(2018).

Como podemos observar o payback está entre os anos 1 e 2, pelo fluxo de caixa acumulado ajustado.

Assim temos: $\text{Payback} = 1 + (172.671,50 / 618.395,82) = 1,28$ anos.

Deseja-se saber: o investimento é viável, a um custo de oportunidade de 6,5% ao ano, usando o método da Taxa Interna de Retorno – TIR.

Neste caso específico, o projeto de implantação da nova rede de abastecimento de água terá um investimento inicial de R\$ 831.263,05 e depois irá gerar R\$ 701.400,00 de lucro nos anos seguintes, a TIR calculada com os dados apresentados foi de 79,90%.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo de viabilidade técnica do projeto que considera alternativas de métodos construtivos melhores e adequados por meio de condições geográficas, humanas presentes e técnicas. A localidade para a construção da nova rede de água potável no bairro de Três Poços, tem total estrutura e capacidade de receber a obra, além de ter licença dos órgãos ambientais e públicos.

Assim como viabilidade financeira, que por meio dos cálculos apresentados no trabalho, compreende que também será viável. Através do valor de investimento com a construção da nova rede de R\$ 831.263,05.

Com o fluxo de caixa apontado, calcula-se uma economia anual para a empresa de R\$ 701.400,00, que após 5 anos, terá um fluxo de caixa ajustado de R\$ 2.083.530,51(VPL). Portanto, possui payback calculado por uma taxa de juros de 6,5% ao ano, o tempo previsto para pagar o seu investimento inicial é de 1,28 anos.

E determinou que o projeto fosse viável financeiramente, por meio do $TIR=79,90\%$ que é muito superior à taxa mínima de atratividade. O estudo de viabilidade técnica do projeto concebe a consideração de alternativas de meios construtivos mais propício as condições geográficas, técnicas e humanas presentes. A localidade para a construção da nova rede de água potável no bairro de Três Poços, tem total estrutura e capacidade de receber a obra, além de ter licença dos órgãos ambientais e públicos.

Com o fluxo de caixa apontado, calcula-se uma economia anual para a empresa de R\$ 701.400,00, que após 5 anos, terá um fluxo de caixa ajustado de R\$ 2.083.530,51(VPL). Portanto com o payback calculado sob uma taxa de juros de 6,5% ao ano, o tempo previsto para pagar o seu investimento inicial é de 1,28 anos ou 1 ano e 4 meses. A análise também

determinou que o projeto fosse viável financeiramente, por meio do $TIR=79,90\%$, que é muito superior à taxa mínima de atratividade.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou uma proposta para resolver um problema de abastecimento de água em uma região delimitada de um município. Através da utilização de equipamentos de última geração, a concessionária de abastecimento de água busca também uma melhor monitoração e controle desse sistema. Dessa forma, a proposta deste trabalho consistiu na validação de um sistema de inteligência artificial em um sistema de distribuição de água, visando o melhoramento na distribuição de água nos reservatórios do município.

Após a implantação desse sistema, realizou-se um melhor aproveitamento no volume dos reservatórios, porque os mesmos enchem de maneira proporcional. E assim, referente aos nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o objetivo almejado foi alcançado, tendo contribuído o mesmo na solução do problema de falta de água na região que foi utilizada como área de estudo. A implementação da automação nos sistemas de abastecimento é uma alternativa bastante eficaz e vantajosa para o monitoramento em tempo real de todas as variáveis do sistema, gerando uma diminuição no consumo de energia elétrica para concessionária, bem como a redução no consumo de produtos químicos, agilidade na detecção de falhas no sistema, melhoria nos parâmetros de qualidade da água, maior precisão no controle das variáveis do processo e a diminuição no índice de perdas.

Com as informações expostas neste trabalho, pode-se perceber claramente que a concessionária responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água do município de Volta Redonda, a SAAE – VR, encontra-se em um momento crítico, sofrendo perdas na rede de distribuição com reflexos da baixa qualidade no sistema de abastecimento. Em sua maioria, as tubulações da rede de distribuição são antigas, ocasionando vazamentos e rompimentos nas redes, contribuindo na perda de água causando o desabastecimento das residências.

O estudo proporcionou uma visão mais ampla do sistema operacional de abastecimento da cidade, o que possibilita compreender de forma mais detalhada seu funcionamento, otimizando assim eventuais projetos de implementação das novas redes adutoras de água potável, estação de tratamento e os reservatórios.

Por fim, foi estipulado no contexto desse estudo de caso um plano financeiro, verificando-se a viabilidade econômica do empreendimento. A troca das tubulações antigas e ultrapassadas na rede de distribuição e um controle melhor em relação as perdas no abastecimento, realizado pela concessionária, também foi acompanhado pelo estudo em tela.

Espera-se, portanto, que o estudo tenha representado que houve a plena assimilação e utilização dos conceitos aprendidos no Curso de Engenharia de Produção e acredita-se que de alguma forma tenha o mesmo contribuído no sentido de solucionar ou amenizar os problemas no abastecimento de água na região de Três Poços e na cidade de Volta Redonda.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N.; **Os Mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana – SANARE –** Revista Técnica da Sanepar).

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**, 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

AZEVEDO NETTO, J.M. de; RICHTER, C.A. **Tratamento de Água Tecnologia Atualizada**. São Paulo : Edgard Blucher Editora ,1991.

BARROS, RODRIGO. **A história do saneamento básico no Brasil**. Disponível em: <<http://www.rodinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/>> Acesso em: 28 set 2018.

BLOG DA QUALIDADE. **Análise de modos de falhas e efeitos FMEA**. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/analise-de-modos-de-falhas-e-efeitos-fmea>>. Acesso 25 Ago. 2018.

BRASIL, Ministério da saúde. **Portaria nº 2.914**, Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html Acesso 26 jul. 2018.

CASTELANO, E. G.; CHAUDHRY, F. H. **Desenvolvimento Sustentado: problemas e estratégias**. São Paulo: Eesc USP, 2000.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/03/FUNASA-MANUAL-SANEAMENTO.pdf>>. Acesso 28 set. 2018.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**, 7ª ed. São Paulo: Editora Harbra, 1997. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/portaria-ms-no-2914-2011/>> Acesso 31 Ago. 2018.

GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias**. João Pessoa: Universitária-UFPB, 2004.

GOMES, H. P. , **Sistemas de abastecimento de água: Dimensionamento econômico e operação de redes elevatórias 3ª edição**. João Pessoa: Universitária-UFPB, 2009.

GONÇALVES, E. **Metodologias para controle de perdas em sistemas de distribuição de água – Estudo de caso da CAESB**. Brasília, 1998.

Instituto trata Brasil. **Perdas de água: entraves ao avanço do saneamento básico e riscos de agravamento á escassez hídrica no Brasil**. 2013. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/estudo-completo.pdf>> Acesso 26 jul. 2018.

KELMAN, J. **Escassez de água é um dos maiores problemas do século**. 2004. Disponível em < http://portugaliza.ulaek.com/old/numero05/Materia_ANA.pdf> Acesso 8 jun. 2018.

LÉO HELLER ; VALTER LÚCIO PÁDUA. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: UFMG , 2010.

PROJETOS UNIJUI. **Sistema de abastecimento de água estudo de caso: redentora – rs**. 2012. Disponível em:<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2012/TCC_Roque%20Rog%C3%A9rio%20Ottonelli%20Dalmas.pdf>. Acesso 28 Set. 2018.

ROQUE, PASSOS P.; MARIO TAKAYUKI K. **Qualidade das águas e poluição: Aspectos físicos - químicos**. São Paulo: Abes,2006.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda; SAAE-VR. **Saae realiza força-tarefa na região do Vila Rica-Três Poços**. 2018. Disponível

em: <http://www.saaevr.com.br/agenda_licitacao.asp?pagina=6&> Acesso 26 mar. 2018.

MANO, RAFAEL SIMÕES. A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: Aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda; SAAE-VR.
Construção de Rede de água Potável bairro Três Poços (Vila Rica).2017.
Disponível em: <http://www.saaevr.com.br/noticias_detalhes.asp?cod=6265> Acesso 30 mar. 2018.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda; SAAE-VR.**Nova rede de água para Três Poços deve ser entregue no mês que vem.** Disponível em:<http://www.saaevr.com.br/noticias_detalhes.asp?cod=6264>. Acesso 30 mar. 2018.

SABESP. Programa de redução de perdas na região metropolitana de São Paulo. 2006. Disponível em:
<[http://www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/1C54110AC84FC24C83257243004851C3/\\$File/apimec_prog_red_perdas.pdf](http://www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/1C54110AC84FC24C83257243004851C3/$File/apimec_prog_red_perdas.pdf)>. Acesso 01 Ago. 2018.

SEER UFRGS. Eliminação de vazamento em redes externas no contexto de programação de uso racional da água. 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/5410/3729>>. Acesso 01 Ago. 2018.

TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI. Abastecimento de água: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

TAKASHI A., BURTON, F.L.; LEVERENZ, H.L.; TSUCHIHASHI, R.;
TCHOBANOGLOUS, G. **Water Reuse, Issues, Technologies, and Applications.**
New York: McGraw-Hill Education , 2007.

VIANNA, M.R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**, 5ª ed.
São Paulo: Instituto de Engenharia Aplicada ,2014.