

SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E A ESCASSEZ HÍDRICA: UM ESTUDO SOBRE EFICIÊNCIA OPERACIONAL NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA - SP

Pedro Rogério de Almeida Veiga ⁽¹⁾

Engenheiro Civil, Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (2008). Pós-graduado Lato Sensu em Segurança do Trabalho – UNICSUL (2010). Mestrando em Gestão e Desenvolvimento Regional - UNITAU. Gerente de Divisão no Município de Caraguatatuba, Litoral Norte - SABESP.

Rui César Rodrigues Bueno⁽²⁾

Graduado em Química Industrial pela Escola Superior de Química Osvaldo Cruz (1989) – São Paulo. Especialização em Saúde Pública pela FMRP – USP (1992) – Ribeirão Preto. Mestre em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP (2000) – São Paulo, MBA em Administração pela FUNDACE – USP – Ribeirão Preto, 2009. Superintendente da Unidade de Negócio Litoral Norte - SABESP.

Claudia Ferreira Brito⁽³⁾

Técnica em Edificações pelo SENAI Orlando Laviero Ferraiuolo – SP (2014). Graduanda de Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Caraguatatuba – SP. Estagiária de Engenharia Civil na Unidade de Negócio Litoral Norte – SABESP.

Arthur Alexandre Neto⁽⁴⁾

Tecnólogo Civil, Modalidade em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC (2001). Pós-graduado Lato Sensu em Gestão de Negócios pela Universidade Cidade de São Paulo – UNICID (2004). Pós Graduação Lato Sensu em Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (2018). Analista de Gestão da Unidade de Negócio Litoral Norte – SABESP.

Endereço⁽¹⁾: Avenida São Paulo, nº 433 - Centro - Caraguatatuba – São Paulo - CEP: 11665-191 - Brasil - Tel: +55 (12) 3886-2300 - e-mail: praveiga@sabesp.com.br.

RESUMO

Os recursos hídricos preservados são indispensáveis para o desenvolvimento de uma sociedade organizada, com reflexos diretos para sustentabilidade das áreas econômica, social e ambiental. Neste cenário faz-se essencial uma eficiente e eficaz gestão dos recursos para que estes possam alcançar a plenitude do sucesso e dessa forma continuar investindo nos diversos setores da sociedade. Entre os referenciais de eficiência de maior importância para as empresas que realizam a gestão dos sistemas públicos de abastecimento hídrico, encontram-se as metas operacionais de aproveitamento da matéria prima essencial, a água. Esta ação de gestão eficiente deve ocorrer para que o desperdício seja eliminado e dessa forma venha ter reflexos na preservação dos mananciais hídricos. Baseado nesta configuração, este trabalho realizou por meio de uma análise documental e de campo a gestão operacional nos sistemas públicos de abastecimento de água no município de Caraguatatuba – SP. Na abordagem, foram criadas proposições de gestão neste setor por meio de uma avaliação quantitativa da eficiência operacional, cujos resultados indicaram que as proposições tornaram-se ferramentas eficientes e atraentes para a garantia da sustentabilidade financeira, social e ambiental que o setor e a sociedade necessitam.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Regional; Gestão; Saneamento Básico; Recursos Hídricos; Abastecimento de Água, *Triple Bottom Line*, Caraguatatuba.

1. INTRODUÇÃO

O Saneamento Básico, conforme a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS) é a gestão dos fatores sociais que tem capacidade de acarretar efeitos prejudiciais ao ser humano, alterando seu equilíbrio e bem-estar físico, e mental. A gestão e controle destes fatores prejudiciais acontecem por meio da necessidade de medidas eficientes nos sistemas operacionais, compreendidos no abastecimento de água potável; na coleta e no tratamento e destinação do esgoto sanitário; na limpeza urbana, no manejo dos resíduos sólidos e; na drenagem pluvial urbana. Entretanto quando o sistema não possui uma gestão eficiente consequências negativas podem ocorrer em todo

sistema operacional, mas o abastecimento de água potável é o que primeiro leva prejuízo à saúde e a vida dos habitantes, além de danos irreparáveis aos mananciais passíveis de exploração.

Porém de acordo com Nozaki (2007), a última década do século passado e a primeira deste trouxeram transformações positivas e significativas no contexto político, econômico e social no Brasil. O setor de Saneamento Básico que é o reflexo dos benefícios de um agrupamento de políticas públicas tem acompanhado estas transformações, como é o caso da implantação da Lei do Saneamento (Lei 11.445/2007), que congrega o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável; coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos.

Para Tardelli Filho (2015), independentemente dos benefícios que a legislação pode trazer a médio ou longo prazo, deve-se observar a forma como ela é aplicada pela gestão do sistema. Ainda segundo o autor, com a promulgação da lei de Saneamento, alguns indicadores socioeconômicos, apresentaram evolução nos seus resultados, obtendo benefícios financeiros imediatos ao sistema de saneamento. Outro indicador não menos importante é o índice de perdas de água nos sistemas públicos de abastecimento. Explicitando, a cada litro de água produzido nas estações de tratamento de água, simplesmente joga-se outro litro fora e, sem o conhecimento de como ele se perdeu. Lembrando que neste material o que “se perde”, há grande valor financeiro agregado, entre eles pode-se destacar: horas de trabalhos dos técnicos que trabalham na produção de água, produtos químicos utilizados, energia elétrica, impostos, entre outros.

Em uma forma singular, poder-se-ia dizer que o explicitado (o índice de perdas de água nos sistemas públicos de abastecimento) seria o escopo e o argumento necessário para uma discussão profissional e acadêmica, pois se percebe que a melhoria deste indicador no mínimo já traria uma nova perspectiva financeira para as empresas que atuam neste setor.

No entanto, o “fator climático excepcional” surge como um dos fatores de preocupação, e conseqüentemente há a necessidade de reavaliação dos números e dos resultados obtidos pelo sistema. Como exemplo, têm-se a crise de 2014, quando o sistema Cantareira ficou desabastecido como visto na Figura 1. Essa crise segundo Martins (2015), trouxe graves problemas financeiros de extrema relevância ao setor, uma vez que a matéria prima desta linha de produção apresentou-se e se apresenta escassa, o que obrigou as concessionárias de saneamento a racionalizar o fornecimento, ocasionando dessa forma a redução no seu faturamento, e não mantendo uma situação econômica sustentável.



Figura 1: Sistema Cantareira desabastecido em julho/2014. Fonte: <http://agenciabrasil.etc.com.br> (julho, 2014)

Ainda segundo Martins (2015), estas questões estão presentes no dia-a-dia das operadoras e concessionárias de saneamento sendo que em momentos de crise hídrica, como a excepcionalidade enfrentada nesta década, elas se potencializam, tornando a gestão eficiente no combate ao desperdício algo essencial e totalmente estratégico. Da mesma forma, regiões áridas e que convivem com escassez de recursos hídricos devem utilizar este procedimento como algo primordial para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Infelizmente percebe-se que em regiões (como o Nordeste brasileiro) onde existe carência deste recurso precioso também se ostenta índices de perdas que caracterizam total descaso com esta real possibilidade de subsistência.

Observa-se então que a sustentabilidade econômica, social e ambiental das empresas de saneamento está intimamente ligada à redução dos índices de perdas nos sistemas públicos de abastecimento. Conforme Elkington (1999), o termo *Triple Bottom Line (TBL)* consiste em buscar um equilíbrio entre a ascensão econômica, a conscientização ambiental e um fator extremamente importante, mas infelizmente marginalizado, que é a justiça social. Neste contexto o *TBL*, representado na Figura 2, pode ser considerado como algo revolucionário que foi

construído a partir da necessidade de sistematizar a dimensão econômica, ambiental e social dentro do planejamento estratégico das organizações. Seus conceitos primordiais são primar pela sustentabilidade, aproveitando recursos do setor privado, sem penalizar o meio ambiente e as pessoas, angariando ganhos econômicos e agregando valor para as organizações.



Figura 2: Sustentabilidade segundo o Triple Bottom Line (TBL) Fonte: <http://sabesp.com.br>

Inicialmente o autor que estruturou o *Triple Bottom Line* teve o objetivo de as empresas produtoras de petróleo e gás assimilarem as três faces do desenvolvimento sustentável, sendo elas: prosperidade econômica, justiça social e proteção ao meio ambiente. Sendo também este o contexto a ser analisado, neste estudo, para as empresas de saneamento, por intermédio da preservação dos recursos hídricos refletidos na redução do índice de perdas e dentro da complexidade temporal da indisponibilidade hídrica, vivenciada pelo setor na primeira metade da presente década.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a eficiência operacional nos sistemas públicos de abastecimento de água frente ao desafio da sustentabilidade econômica, social e ambiental do setor de saneamento; compreendendo o cenário hídrico brasileiro da presente década.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar o sistema público de abastecimento de água em suas instalações operacionais;
- Analisar a eficiência operacional do sistema público de abastecimento de água sob a ótica econômica e social;
- Analisar a gestão hídrica por intermédio da eficiência operacional do sistema de abastecimento de água sob a ótica ambiental.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa foi de forma predominante quantitativa, bibliográfica e documental, tendo em vista que a parte metodológica possibilitou a compreensão do sistema de abastecimento de água, a partir de análises do processo envolvido no setor de saneamento.

A abordagem qualitativa utilizada foi voltada para a análise de alguns exemplos do setor de saneamento básico tanto nacionalmente como internacionalmente. O trabalho foi concentrado no setor de saneamento, mais precisamente nos sistemas de abastecimento de água, permitindo uma análise operacional panorâmica destes.

O local de abordagem da pesquisa foi o município Caraguatatuba, no Litoral Norte de São Paulo, apresentado na figura 3, e o seu respectivo sistema público de abastecimento de água, operado pela Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.



Figura 3: Litoral Norte do Estado de São Paulo – Macro-região do Estado de São Paulo. Fonte: Relatório Técnico Final (CONSÓRCIO GEASANEVITA / ENOPS, 2015)

O município de Caraguatatuba, conforme dados do IBGE (2019), consta com uma população de 121.532 habitantes e com uma área de unidade territorial de 484.947 km², perfazendo uma densidade demográfica de 250,61 hab./km². A extensão das redes de abastecimento de água do município, de acordo com os dados da SABESP em mar/20, conta com 633.304 m.

A ascensão do turismo como a principal atividade econômica da cidade provocou um rápido processo de urbanização e aumento populacional, em especial na década de 70. Registros relataram que na década de 80, 98% da população encontrava-se em área urbana, podendo atribuir o turismo e a atividade portuária a causa deste fenômeno. Ao longo de três décadas observou-se um aumento significativo da população da cidade, tendo como explicação o mecanismo de animação econômica do município, cujas atividades estão vinculadas ao setor de serviços e de construção civil.

Dentro deste contexto de crescimento populacional e intensa urbanização do final do século XX fez-se necessário à implantação de um sistema de abastecimento contemplando tratamento completo de água e sua ampla distribuição, considerado a essencialidade destes serviços para a população. Tais investimentos ganharam representatividade a partir da década de 90 e desde então metodologias de modernização das ferramentas para controle dos recursos hídricos começaram a ser utilizadas. Com estas, iniciou-se a preocupação com a eficiência operacional por intermédio do controle e redução do desperdício de água no abastecimento do município. A seguir nas figuras 4 e 5 verifica-se a configuração estratégica do maior sistema produtor de água do município de Caraguatatuba (Sistema Porto Novo).



Figura 4: Estação de Tratamento de Água Porto Novo, o principal produtor de água do município de Caraguatatuba. Fonte: SABESP

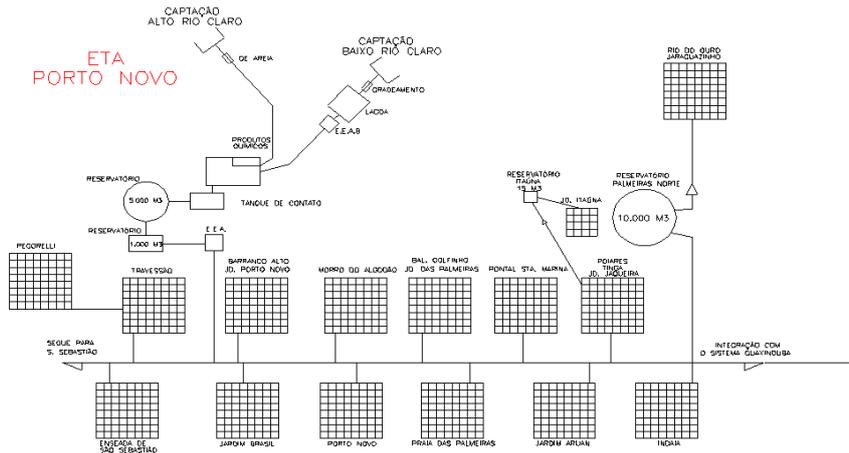


Figura 5: Esquemático ETA Porto Novo. Fonte: SABESP

O procedimento para a coleta de dados utilizados neste projeto adotou a pesquisa documental. Para Lakatos e Marconi (1982), “a metodologia científica utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos”. A pesquisa documental realizada no trabalho consistiu na avaliação de documentos sobre o tema abordado, através de livros, artigos, registros da gestão de qualidade e relatórios operacionais da gerência da operadora, dados estatísticos, jornais e revistas especializadas, entre outros. Arquivos e sites de empresas do setor de saneamento básico disponíveis foram importantes fontes de pesquisa, permitindo o acesso à informação com maior agilidade.

Entre os documentos analisados na empresa houve relatórios gerenciais, boletins operacionais, indicadores de eficiência de qualidade e ordens de serviço.

O presente trabalho foi construído com base em características quantitativas e uma abordagem qualitativa. Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa, se preocupa [...] “com um nível de realidade a qual não pode ser quantificada”. Já para Bogdan (apud Godoy 1995), a pesquisa qualitativa, é caracterizada pelos seguintes aspectos: tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento base; é descritiva, pois o significado das pessoas; das coisas; e da vida são preocupações essenciais do investigador. Portanto, este tipo de pesquisa tratou de um nível de realidade que não pode ser totalmente quantificado, sendo o seu objeto de estudo a parte histórica, o dinamismo e a especificidade como características fundamentais da questão abordada.

Inserido no contexto exposto desta forma de pesquisa, para o presente trabalho foi de extrema importância à literatura utilizada, pois por meio desta foi possível compreender o cenário histórico que é a causa do enredo atual do setor estudado, sem este entendimento seria inviável posteriormente utilizar a pesquisa quantitativa para conquistar os números que geraram a análise deste trabalho.

Já na abordagem quantitativa, a intenção foi de garantir com maior precisão os resultados, utilizando-se de média, porcentagem e estatística, visando não distorcer a interpretação, conforme afirma Richardson (1986). Embora de natureza aparentemente opostas, as duas pesquisas não se contradizem conforme Minayo e Sanches (1993):

“(...) se a relação entre quantitativo e qualitativo, entre objetividade e subjetividade, não se reduz a um *continuum*, ela não pode ser pensada como oposição contraditória. Pelo contrário, é de desejar que as relações sociais possam ser analisadas em seus aspectos mais ‘concretos’, e aprofundadas em seus significados mais essenciais. Assim, o estudo quantitativo pode gerar questões para serem aprofundadas qualitativamente e vice-versa”.

O trabalho abordou um método comparativo de análise quantitativa o qual buscou atingir os objetivos e que tratou da análise dos indicadores que justificasse a proposta de busca do equilíbrio deste setor. Por intermédio dos relatórios, atas de reuniões, ordens de serviço e documentos operacionais específicos foi possível conquistar os números necessários para realizar no recorte temporal pretendido, a evolução positiva frente ao combate ao desperdício de recursos hídricos no sistema de abastecimento do município e seus consequentes resultados.

Segundo Bruyneet al. (1977), um método comparativo de análise tal como o utilizado neste estudo consiste na possibilidade de análise de semelhanças e resultados entre os números pesquisados, destacando percepções diferenciadas dentro do mesmo setor estudado.

4. RESULTADOS OBTIDOS

A realização deste trabalho teve como ênfase responder algumas questões formuladas de início e confirmar algumas hipóteses, as quais nortearam esta proposta. Os instrumentos utilizados possibilitaram realizar abordagem e aferir o comportamento do setor frente ao assunto de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

As empresas deste setor enfrentam um grande desafio quanto à questão da universalização, que passa gradativamente por um planejamento, a nível nacional e que envolve a disseminação de práticas de participação e controle social. Com isso, o presente trabalho abordou o tema da eficiência operacional, frente aos números relacionados ao meio, tendo a gestão dos recursos hídricos o espaço a ser explorado.

Conforme o Relatório de Informações Gerenciais SABESP da Divisão de Caraguatatuba (2019) o Sistema de Abastecimento de Água do Município de Caraguatatuba conta com índices de atendimento de excelência, compatíveis com os melhores níveis internacionais de países desenvolvidos. A Tabela 1, a seguir, demonstra o atendimento ao redor do mundo e a comparação com município aqui estudado.

Tabela 1: Dados mundiais retirado do estudo do Trata Brasil de 2015

	África Subsaariana	América do Norte	Américas do Sul e Central	Leste Asiático e Pacífico	Oriente Médio e Norte da África	União Europeia	Mundo	Caraguatatuba Fonte: SABESP
População com acesso à água	67,6 %	99,3 %	94,6 %	94,1 %	93,5 %	99,8 %	91,0 %	90,0 %
População com acesso ao serviço de esgoto	29,7 %	100,0 %	83,2 %	77,2 %	91,1 %	97,9 %	67,5 %	76,0%

O sistema de abastecimento público de água operado pela empresa SABESP onde se focalizou o estudo compreende um total de 90% dos domicílios do município e, os demais imóveis de Caraguatatuba que correspondem a 10% do total são atendidos por pequenos sistemas particulares onde não se existiu acesso aos números e sendo assim não estão contemplados na análise deste trabalho. Da mesma forma, no sistema operacional estudado, não existe linearidade entre o percentual de imóveis atendidos e o percentual da população atendida, uma vez que a quantidade de moradores não é a mesma em todos os imóveis, inclusive existindo domicílios onde não há moradores fixos, pois se trata de município com a economia estruturada em turismo veranista.

A capacidade de exploração, produção, reservação e distribuição de água em Caraguatatuba respeita a geologia da região, sendo assim existe um sistema de abastecimento maior e outros de menor tamanho e expressão, que apesar de serem operados separadamente abastecem de forma única os indicadores do município. A Tabela 2 demonstra esta situação.

Tabela 2: Estrutura Operacional Fonte: Relatório de Informações Gerenciais – SABESP (2019)

Estrutura Operacional do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Caraguatatuba	
Captações de água	6 unidades
Estação de Tratamento de Água Porto Novo	Vazão de 550 l/s
Estação de Tratamento de Água Guaxinduba	Vazão de 180 l/s
Estação de Tratamento de Água Massaguaçu	Vazão de 100 l/s
Estação de Tratamento de Água Tabatinga	Vazão de 10 l/s
Reservatório Palmeiras Norte	Capacidade de 10.000 m ³
Reservatório ETA Porto Novo	Capacidade de 6.000 m ³
Reservatório Guaxinduba	Capacidade de 2.000 m ³
Reservatório Benfica	Capacidade de 1.750 m ³
Reservatório Massaguaçu	Capacidade de 1.500 m ³
Reservatório Tabatinga	Capacidade de 400 m ³
Reservatório Roteiro do Sol	Capacidade de 80 m ³

O índice mais utilizado pela literatura técnica para aferir a quantidade de água desperdiçada em um determinado sistema de abastecimento denomina-se IPDt (Índice de Perdas Totais por Ramal na Distribuição), tal índice é apresentado por litros/ramal*dia, ou seja, a quantidade total de água desperdiçada para cada ligação domiciliar do sistema, representada em litros por dia. Conforme a seguir na equação 1 representada:

$$\text{IPDt} = \text{Vperdas}/\text{La}$$

equação (1)

Onde:

IPDt = Índice de Perdas Totais por Ramal na Distribuição (litros/ramal*dia)

Vperdas = Volume perdido é o volume total desperdiçado (litros/dia)

La = Quantidade total de ramais da rede de distribuição (ramal)

O volume perdido por sua vez é representado pela equação 2 basicamente da seguinte forma:

$$\text{Vperdas} = \text{VP} - (\text{VO} + \text{VCM})$$

equação (2)

Onde:

VP = Volume Produzido é o total de água tratada para o abastecimento (litros/ dia)

VO = Volume Operacional, volume de água de uso comum e estratégico, para o qual não há cobrança. Como exemplo água disponibilizada para os hidrantes públicos de combate a incêndio (litros/dia)

VCM = Volume Micromedido é volume total de água consumida (litros/dia)

Na figura 6 é possível identificar a aplicação da equação.

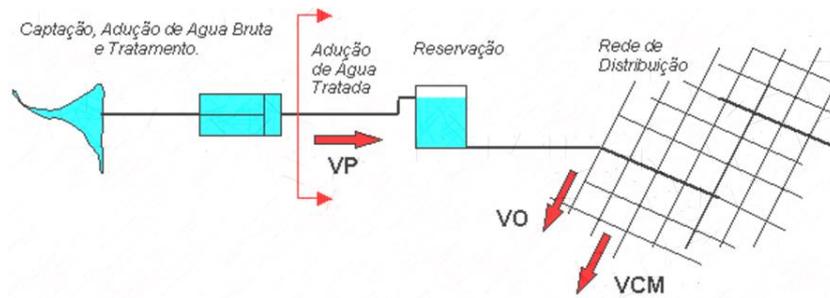


Figura 6: Síntese do processo Fonte: SABESP

A produção média por mês de água tratada em Caraguatatuba, no ano de 2019 foi de 1.190.153 m³. Percebe-se que, a sazonalidade interfere diretamente na capacidade de produção e distribuição de água do município quando nos meses de temporada, durante a estação de verão nos meses de dezembro a março, os sistemas trabalham próximos as suas capacidades máximas, atingindo o pico entre os dias 24/12 a 10/01, essa variação mensal é representada pela figura 7.

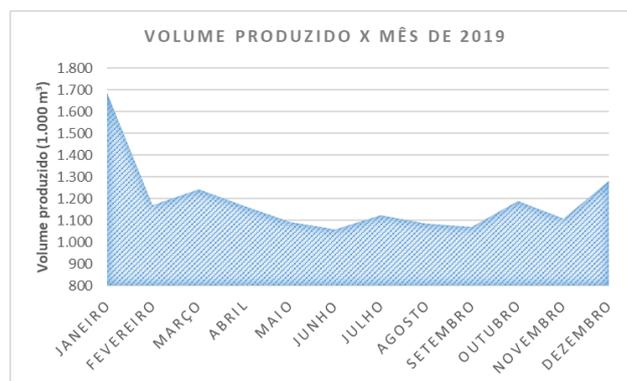


Figura 7: Volume produzido em função dos meses de 2019. Fonte: SABESP (2020)

A operadora de abastecimento do município conta com uma carteira de consumidores/clientes representados pelos imóveis conectados a rede pública. Este número tem variação mensal devido à construção de novos imóveis, demolição de imóveis antigos e cortes/religações devido ações de combate à inadimplência, esta oscilação periódica pode ser verificada na figura 8.

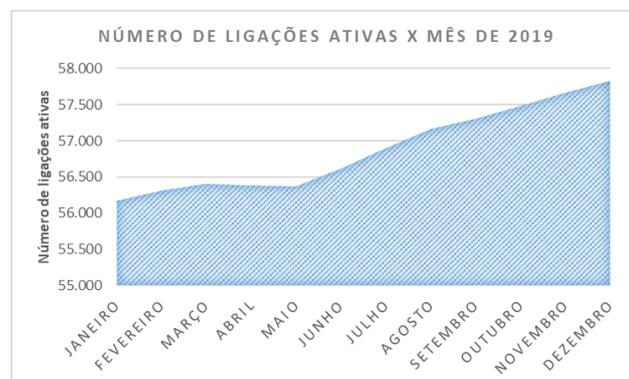


Figura 8: Número de ligações ativas em função dos meses de 2019 Fonte: SABESP (2020)

O volume consumido micromedido representado também por mês em m³, sendo este volume verificado após as leituras realizadas mensalmente nos hidrômetros dos consumidores, conforme verifica-se na figura 9.

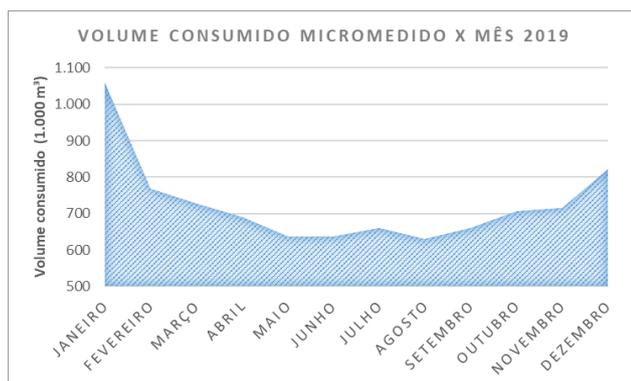


Figura 9: Volume consumido em função dos meses de 2019 Fonte: SABESP (2020)

Juntando os gráficos apresentado nas figuras 7 e 9 fica nítida a perda no sistema todo o volume produzido não consumido será o volume perdido. Como é possível visualizar na figura 10.

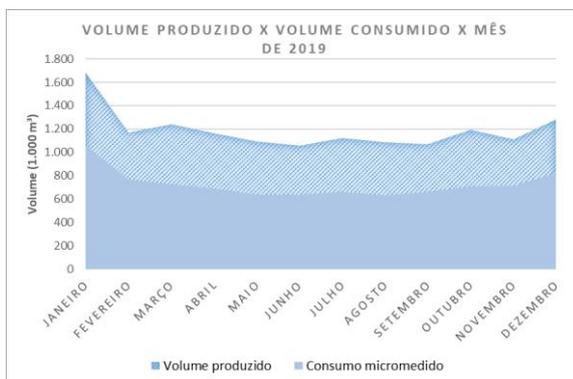


Figura 10: Volumes produzidos e consumidos em função dos meses de 2019 Fonte: SABESP (2020)

Considerando estas representações e os números expostos acima, adquirem-se os índices mensais de IPDt de Caraguatatuba em 2019. Em outubro/2019 iniciou-se no Sistema de Abastecimento de Água de Caraguatatuba, um trabalho com novas ações para redução de Perdas, cujos resultados deste trabalho são visíveis no IPDt até agora, onde quando se reduziu o indicador de 229 em outubro/2019 para 213 em abril/2020. Conforme a Figura 11 a seguir.

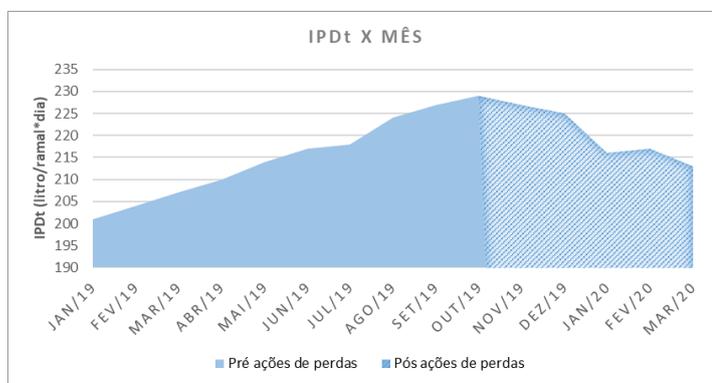


Figura 11: IPDt em função dos meses Fonte: SABESP (2020)

As principais ações empregadas para a conquista desta evolução positiva no indicador seguiram duas frentes:

Controle e redução de vazão e pressão

- Para reduzir ocorrências de vazamentos em redes e ramais domiciliares relacionados à fadiga do material, sem afetar o abastecimento;

Melhoria da infraestrutura

- Gestão e redução do tempo dos serviços de reparo de vazamento na malha de distribuição, atendendo-os no menor tempo possível, conquistando-se assim a menor quantidade possível de perda de água por vazamento identificado;
- Realização de troca preventiva de ramais de água por idade, com a realização deste serviço preventivo inibe-se a ocorrência de possíveis futuros vazamentos;
- Pesquisa noturna de vazamentos não visíveis com este trabalho detecta-se vazamentos que ainda não estão visíveis e assim reduz-se o tempo de “vida” do vazamento;
- Controle de nível remoto dos reservatórios, reduzindo a possibilidade de transbordamentos destes;
- Maximização da quantidade de trocas de hidrômetros residenciais, os hidrômetros sofrem desgastes com o tempo, ou seja, quanto mais velho maior seu erro de medição. Sendo assim, com um parque de hidrômetros mais novos foi possível aumentar o volume micromedido.

A projeção neste trabalho segue as metas adotadas pela SABESP contando com as ações de Perdas de água em atuação por um período de quatro anos, a estimativa é que em 2024 o IPDt seja de 178 l/r x dia. Conforme a figura 12 a seguir.

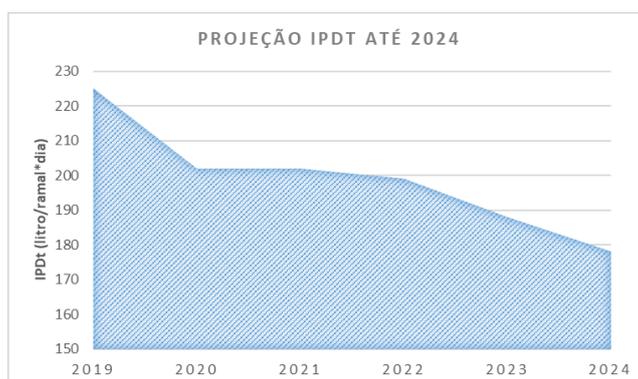


Figura 12: Projeção IPDt até 2024 Fonte: SABESP (2020)

Esta expectativa apresenta uma redução no índice de Perdas de 47 L/r x dia quando comparado o início do trabalho ao seu término (2019 x 2024) considerando as projeções da SABESP, em volume de água consequentemente verifica-se uma economia de 65.294 m³ por mês, conforme tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Economia de água por mês após o final do plano Fonte: SABESP

Data referência	IPDt (l/rxdia)	Total de ligações de água (ramal)	Dias por mês (dias/mês)	Total de perdas por mês (m ³ /mês)
Dez/2019	225	57.827	31	403.343
Dez/2024	178	61.263	31	338.049
Diferença	47	-	-	65.294

Conforme o índice anual apresentado no Relatório de Informações Gerenciais da Divisão de Caraguatatuba (2019), o custo para tratamento e disponibilização de água neste município foi de R\$ 2,13/m³. Sendo assim, se os índices do IPDt continuarem os mesmos após atingir-se a meta em 2024 o valor economizado com essa diminuição no IPDt pode ser representado na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4: Economia de água por mês após o final do plano Fonte: SABESP

Volume economizado	Custo do tratamento	Valor economizado mensalmente	Valor economizado anualmente
65.294 m ³	R\$ 2,13 / m ³	R\$ 139.076,22	R\$ 1.668.914,64

Comparando-se o IPDt aferido em dezembro/2019 ao projetado para dezembro/2024 verifica-se que existe a redução do indicador de Perdas que resulta em um total de 65.294m³ de água tratada por mês. Considerando o valor médio para captação, tratamento e distribuição de água referencial de R\$ 2,13 / m³, deixa-se de desperdiçar um total de R\$ 1.668.914,64 ao ano, uma vez que não é aplicada mão-de-obra, energia elétrica, produtos químicos, impostos e outros para captar, produzir e tratar uma quantidade de água não aproveitada para o consumo e consequentemente não faturada pela empresa que tem a concessão do sistema.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Por intermédio da projeção deste trabalho demonstrou-se uma economia maior que um milhão de reais ao ano no sistema de abastecimento estudado, sem a necessidade do aporte de grandes investimentos para a conquista dos resultados. Tal valor financeiro fez-se totalmente expressivo dentro do sistema operacional de Caraguatatuba. Com a economia conquistada nesta ação pode-se inclusive investir em melhoria do sistema operacional como, por exemplo, a automatização de sistemas visando reduzir ainda mais os custos operacionais. Além dos ganhos financeiros descritos, faz-se importante citar que a evolução satisfatória do índice de perdas, reduz a necessidade de ampliação dos mananciais e das estações de tratamento, postergando assim o aporte de novos investimentos nestas áreas. Entende-se que a presente ação se faz importante do ponto de vista de sustentabilidade econômica para a organização estudada e outras do presente setor, estando em conformidade com os critérios de composição do *Triple Bottom Line*. Conforme a figura 13 ocorre à demonstração da economia gerada por ano.

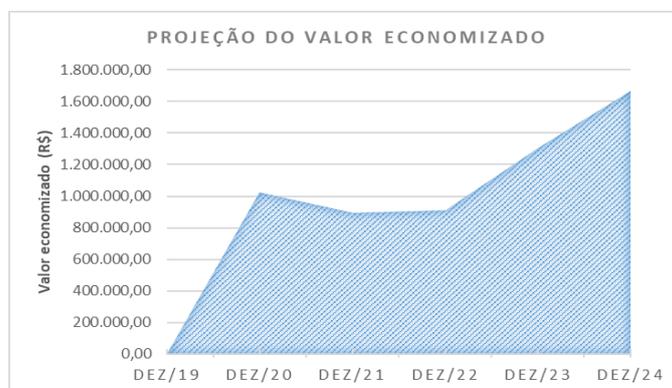


Figura 13: Economia gerada em R\$ por ano

Após observar a figura 13 e realizar análise de todo o período do estudo, realizando-se então as boas práticas de combate e redução ao índice de Perdas no sistema de abastecimento de água, verifica-se expressiva economia financeira acumulada ao decorrer dos cinco anos, em um total de R\$ 5.803.948,76 conforme Tabela 5 a seguir:

Tabela 5: Economia acumulada ao final do plano

Ano	Economia ao ano
2020	R\$ 1.023.284,61
2021	R\$ 896.039,51
2022	R\$ 908.910,61
2023	R\$ 1.306.835,39
2024	R\$ 1.668.914,64
Total economizado ao final do estudo	R\$ 5.803.984,76

A relevância do valor economizado ao longo do trabalho e a consistência do retorno mensal conquistado transmite ao sistema estudado uma alternativa atraente para a busca da sustentabilidade econômica, tal como preconiza o conceito do *Triple Bottom Line*.

5.2. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA AMBIENTAL

A sustentabilidade ambiental fez-se como um assunto de grande destaque dentro do enredo deste estudo, o desenvolvimento sustentável, conforme preconiza o conceito do *Triple Bottom Line*, surge como um modelo de crescimento global onde se pretende criar um ciclo capaz de atender as necessidades da população atual, sem colocar em risco a capacidade de atendimento das populações do futuro. Entre os diversos motivos para que uma operadora de um sistema de abastecimento de água não consiga faturar grande parcela do volume produzido estão as perdas físicas, ou seja, a água que realmente é desperdiçada por vazamentos na rede hidráulica, extravasamentos nos reservatórios, desperdícios na operação, entre outros.

Quanto maior é este volume desperdiçado, maior é a necessidade de crescimento e ampliação do manancial de recursos hídricos, aumentando-se obviamente a sua exploração. Sendo assim, conforme o presente trabalho, quanto maior a capacidade de redução do índice de perdas, menor é a dependência do manancial hídrico utilizado, o que se traduz em preservação do meio ambiente e não comprometimento da capacidade de abastecimento para as futuras gerações, conforme preconiza o *Triple Bottom Line*. A quantidade de água não desperdiçada após o período de desenvolvimento do trabalho corresponde à vazão de 25 litros/segundo. Um manancial hídrico com esta capacidade de exploração é capaz de atender uma população residencial de 14.397 habitantes, considerando-se a média diária de utilização de água por pessoa prevista na NBR 5626, conforme demonstra a Tabela 6 a seguir.

Tabela 6: Economia de água por mês após o final do plano. Fonte: SABESP

Data referência	IPDt	Total de economia por mês	Vazão equivalente	Capacidade de atendimento
Dez/2024	178 l/r x dia	65.294 m ³ /mês	25 l/s	14.394 hab.

Além deste importante fator de preservação do manancial hídrico por intermédio da redução da exploração das captações de água, tem-se também a possibilidade real de aplicação do valor financeiro economizado de forma direta em ações de educação ambiental. As contaminações dos mananciais hídricos em muito tem relação com a não utilização correta das instalações sanitárias e dos despejos inadequados de lixo e resíduos domésticos. Sendo assim tem-se também como alternativa aplicar o valor anual economizado em planejamento de educação ambiental com a rede de ensino do município, com intuito de se conquistar resultados de longo prazo como é de característica peculiar dos investimentos educacionais.

Sendo assim, tem-se como alternativa a aplicação do recurso diretamente nos estudantes do ensino fundamental matriculados no município. Conforme dados do INEP/MEC 2019, em Caraguatatuba existem 17.443 alunos matriculados no ensino fundamental e, por esta faixa educacional os alunos permanecem durante nove anos.

A ação envolveria todos os alunos, durante um dia e uma vez ao ano, com palestras, atividades e visitas aos mananciais de abastecimento de água em Caraguatatuba tendo enfoque na preservação dos recursos hídricos e a respectiva importância para a sustentabilidade ambiental do município. Desta forma, ao terminar o ensino fundamental todos os alunos teriam se dedicado durante nove dias de forma intensiva com esta atividade, consequentemente resultando em conhecimentos e conceitos que irão acompanhar o indivíduo em todas as ações de cidadania futuras com reflexos diretos na preservação ambiental da região. O recurso necessário para esta ação é encontrado na economia conquistada com a redução do índice de Perdas de Caraguatatuba e pode ser detalhado conforme Tabela 7 a seguir.

Tabela 7: Projeção do recurso a ser aplicado no ensino fundamental

Ação anual		
Recurso Financeiro	Alunos matriculados	Recurso por aluno
R\$ 1.668.914,64	17.443	R\$ 95,67

A relevância do recurso hídrico não explorado por conta das ações de combate ao desperdício é deixar o manancial preservado para o futuro crescimento do município e a credibilidade da ação de conscientização ambiental junto a todos os alunos do ensino fundamental transmite ao sistema estudado uma alternativa interessante para a busca da sustentabilidade ambiental, tal como preconiza o conceito do *Triple Bottom Line*.

5.3. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA SOCIAL

Concluiu-se após a compilação dos resultados e a verificação do saldo financeiro conquistado que, faz-se totalmente justo socialmente indicar como destino para o capital economizado a ampliação dos sistemas de saneamento visando atender população que ainda não dispõe de tais serviços. A ampliação dos serviços resultaria em melhoria da saúde da população mais carente, fazendo-se como uma expressiva conquista social, em respeito aos conceitos do *Triple Bottom Line*.

Conforme dados do IBGE 2018, o município de Caraguatatuba dispõe de 31.947 domicílios, e seguindo dados do relatório gerencial da SABESP 2019, tem -se um índice de cobertura de esgoto de 87%, ou seja, a SABESP não cobre cerca de 4.153 domicílios. Segundo a ABES 2016, o custo médio para a implantação de um sistema de esgotamento sanitário é de R\$ 9.457,89, por imóvel. Sendo assim, o valor montante necessário para adequação dos serviços de esgotamento sanitário no município de Caraguatatuba é de R\$ 39.279.657,54.

Desta maneira se o índice IPDt se mantiver em 178 l/r x dia a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município poderia acontecer em até 24 anos se utilizado todo o recurso disponível da redução do desperdício de água no sistema de abastecimento, conforme figura 14, a seguir, embora mediante ao combate ao índice de Perdas ainda vigente é muito provável atingir o valor necessário bem antes dos 24 anos previstos.

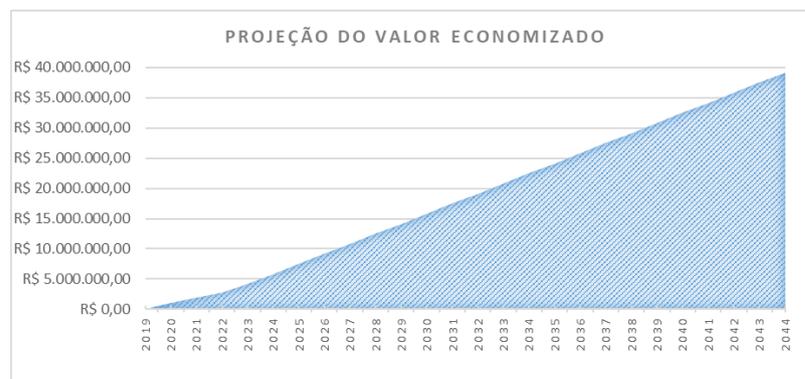


Figura 14: Valor economizado acumulado ano a ano

Após observar a figura 14, verifica-se que a soma das economias geradas após 24 anos faz-se suficiente para implantar a coleta e tratamento de esgotos a todos os domicílios do município e sendo assim será gerada economia com as despesas médicas do município, pois o investimento em saneamento reduz as despesas médicas futuras, conforme declaração da OMS (Organização Mundial da Saúde), onde se afirma que a cada valor investido em saneamento têm-se quatro economizado em saúde corretiva.

Outra proposta interessante para aplicação dos recursos conquistados visando a sustentabilidade social é a implantação de um projeto consistente de tarifa personalizada. Todas operadoras de saneamento tem uma carteira de clientes inadimplentes e que buscam soluções com fraudes no sistema de abastecimento devido a impossibilidade de pagamento por conta de dificuldade financeira familiar. Tal número reflete a situação econômica da região, sendo que quanto mais carente é o local maior é a relevância deste cenário. A recorrência desta situação agrava-se de maneira que a dificuldade deixa de ser somente uma questão de inexecução de cumprimento entre cliente e fornecedor e tem magnitude de problema social, criando então entraves legais que o tornam como um entrave de complexa solução. O investimento jurídico, técnico e financeiro das empresas são então mais expressivos para a recuperação dos clientes do que o retorno destes para a adimplência, deixando de ser esta uma ação atrativa para a concessionária.

Dentro deste contexto é que cria-se a relevância da proposta de tarifa personalizada, com objetivo social, pois após mapear os clientes com inclinação para tornarem-se futuras fraudes no sistema de abastecimento buscar-se-ia a formação de um grupo de clientes onde devido ao grupo social em que se encontram teriam acesso a uma tarifa diferenciada, com valor abaixo da média praticada, de forma que estes optariam pela tarifa ao invés de buscar soluções ilegais para o abastecimento de suas moradias. A ação teria grande relevância social com a legalização do abastecimento dos imóveis, acarretando em regularização das moradias perante a concessionária, poder público e comunidade e, com reflexo também ambiental e econômico, uma vez que em imóveis onde não há contabilização do consumo, o desperdício é muito maior e, criar-se-ia um ambiente favorável a não fomentar a utilização de fraudes.

A tabela 8 a seguir demonstra a proposta de tarifa diferenciada com vínculo social, com o valor recuperado (ex-clientes que retornariam a carteira de usuários do sistema de abastecimento), que poderia ser reinvestido de forma cíclica dentro deste contexto.

Tabela 8: Proposta da tarifa social

Carteira de clientes a ser recuperada	Valor da tarifa diferenciada	Valor recuperado ao ano
5.295 ligações	R\$ 8,88	R\$ 47.019,60

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho pautou-se na aplicação dos métodos de combate a perdas no sistema de abastecimento de água, inserido no contexto hídrico nacional e considerando a recente crise natural experimentada no Brasil, com o objetivo de analisar as diretrizes apresentadas pelo desenvolvimento sustentável, conforme preconiza o conceito do *Triple Bottom Line*.

O desenvolvimento deste referiu-se a conscientização da questão ambiental e da sustentabilidade a nível nacional, a partir do estudo realizado no sistema de abastecimento de água do município de Caraguatatuba, o qual apontou para a extrema importância da observação da ética de respeito dos limites pautados pela natureza quanto a necessidade de ampliar a exploração de novos mananciais para atendimento da crescente demanda de consumo hídrico.

Pode-se verificar que a disponibilidade de água no contexto mundial está totalmente atrelada a expansão da saúde e desenvolvimento e, que conseqüentemente a falta deste produto com a potabilidade necessária está da mesma forma relacionada a sérios problemas de saúde e evolução social vivenciado pela humanidade. Portanto faz-se essencial a preservação dos recursos hídricos, por intermédio de um modelo de desenvolvimento global sustentável, onde a economia e o consumo consciente deste bem possam refletir de forma direta no desenvolvimento regional.

Desta maneira o presente estudo demonstrou o cenário estratégico do setor de saneamento em busca do equilíbrio financeiro, ambiental e social traduzidos pela gestão responsável dos recursos hídricos, por intermédio do combate aos altos índices de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Dentro do sistema estudado, que reflete a situação e problemas vivenciados em todo o Brasil, observou-se que a metodologia aplicada gerou ganhos extremamente favoráveis que podem ser revertidos para o equilíbrio do setor, conforme os princípios do *Triple Bottom Line*. Os resultados obtidos e apresentados no contexto do *TBL* foram resumidos por ordem de importância dentro do enredo do setor de saneamento, aqui exposto pelo sistema de abastecimento de água do município de Caraguatatuba foco do estudo e, apresentado conforme Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Sustentabilidade apresentada

Impacto	Econômica	Ambiental	Social
Alta	X		
Média		X	X
Baixa			

Entende-se então que o impacto na busca da sustentabilidade econômica por intermédio do objetivo estudado é capaz de ter grande relevância dentro deste contexto na organização, uma vez que os valores gerados após o estudo podem trazer inúmeros benefícios e diversas formas de aplicação. Os recursos financeiros recuperados com a proposta (R\$ 1.668.914,64 ao ano) permitem um grande leque de opções que buscam o *Triple Bottom Line*, sem menosprezar o crescimento da própria empresa trazendo benefícios inclusive para os acionistas da concessionária.

Sendo assim pondera-se que a relevância da proposta sobre a óptica de sustentabilidade econômica é considerada de alto impacto.

Observa-se também que os resultados na busca da sustentabilidade ambiental permitem um impacto com resultado diferente ao da sustentabilidade econômica. Destacou-se dois resultados ambientais, sendo que o primeiro é o reflexo direto na menor exploração do manancial hídrico e o segundo a possibilidade de utilização dos recursos financeiros economizados com educação ambiental o que traria um retorno a longo prazo. No entanto, apesar de apresentarem estes dois benefícios possíveis de grande sucesso, o segundo não depende exclusivamente da organização aqui estudada e outrora necessita de alianças fora da organização para obter-se o triunfo esperado, juntamente aos órgãos públicos responsáveis pela educação e, tais parcerias são um desafio adicional para a obtenção do resultado. Sendo assim pondera-se que a relevância da proposta sobre a óptica de sustentabilidade ambiental é considerada de médio impacto.

Da mesma forma os resultados na busca da sustentabilidade social permitem um impacto que lhe é peculiar, diferenciando-se dos resultados econômicos e ambientais. Apresentou-se então duas propostas de atuação, sendo que a primeira seria a aplicação dos recursos economizados em obras de expansão do sistema de esgotamento sanitário, beneficiando de forma direta a população mais carente com emprego, saúde, regularização das áreas e dignidade social e, a segunda proposta a criação de uma carteira para aplicação de tarifa diferenciada social, o que criaria uma possibilidade de retomada dos municípios que utilizam água de forma ilegal a se tornarem novamente clientes da concessionária, com reflexo em benefícios de regularização das moradias destes cidadãos. Todavia, apesar de apresentarem opções factíveis de grande sucesso, a segunda proposta não depende exclusivamente da concessionária, necessitando do envolvimento dos entes públicos de controle social para atingir o objetivo esperado, sendo que tal parceria é um obstáculo adicional para a obtenção do resultado. Sendo assim pondera-se que a relevância da proposta sobre a óptica de sustentabilidade social é considerada de médio impacto.

Observa-se que a ação realizada neste estudo representa a aplicação de maneira regional e que paralelamente ao resultado favorável reconhecido neste deve-se considerar que as questões que envolvem a aplicação das metodologias técnicas, para implantação de um controle eficiente dos índices de perdas a nível nacional, não podem se apresentar desvinculadas de inúmeras variáveis humanas e que se faz necessário interesse político, objetividade, transparência, ambiente legal e plena conscientização dos inúmeros atores envolvidos. Sendo assim, considera-se que a execução das práticas estudadas neste trabalho a nível regional se aplicadas de forma maximizada formam o desafio de alterar as relações de vetores existentes e que norteiam os códigos de comportamento dos envolvidos, fazendo-se assim um desafio de interesse para estudiosos inclusive de outras áreas do conhecimento científico, diferente do técnico de autoria deste estudo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.648: estudo de concepção de sistemas de esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
2. AGÊNCIA BRASIL. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-03/nivel-de-agua-dos-reservatorios-do-sistema-cantareira-continua-aumentando>> Acesso em 01 de maio de 2020.
3. ALEGRE, H. et al. Performance Indicator for Water Supply Services, IWA Publishing, Second Edition, 2006.
4. AROUCA, Justo. Memorial de sua excelência: história política de Caraguatatuba, FUNDAC, 2003.
5. AZEVEDO NETTO, J.M. ; FERNANDEZ, M.F.; ARAÚJO, R. e ITO, A.E. Manual de Hidráulica - 8ª edição. SP: Edgard Blucher, 669p, 2002.
6. BARBIERI, J. C.; SILVA, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. Revista de Administração da Mackenzie. São Paulo, SP. v. 12, n. 3, p. 51-82, mai./jun. 2011.
7. BOSA, F. A. Ângulos das águas: Desafios da integração. BH: Ed. UFMG, 2008.

8. BRASIL, Constituição da República. Brasília: Senado Federal, 2002.
9. ELKINGTON, J. Cannibal with forks: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone, 1997.
10. ELKINGTON, Jonh. Petroleum in the 21st century: The triple bottom line: implications for the oil industry. Oil&Gas, v. 97, n. 50, dez. 1999.
11. GARCIA, Fernanda et al. Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro. Saneamento é Saúde, São Paulo, n. , p.05-29, jul. 2010.
12. GODOY, A S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro, v.35, nº 2, p.57-63, abr/mai, 1995.
13. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Conceituação das características divulgadas na contagem da população: situação do domicílio. Disponível em: www.ibge.gov.br- Acesso em: 10/05/2020.
14. LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 1982.
15. LIMA E SILVA, P.P Dicionário brasileiro de ciências ambientais - 2002. ... Informações bibliográficas - Google Livros. Disponível em: books.google.com.br/.../Dicionário_brasileiro_de_ciências_ambi.htm- Acesso em diversas datas.
16. MUNHOZ, T. Tonelli. Gestão de recursos naturais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.
17. NASCIMENTO, E. P. Trajetória da Sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estudos Avançados. São Paulo, SP. v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.
18. __.SANCHES, Odécio. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/set, 1993.
19. NOZAKI, Victor Toyoji de. Análise do setor de saneamento básico no Brasil. 2007. 108 f. Dissertação(Mestrado) – Departamento de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007
20. ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômicoecológica. Estudos Avançados. São Paulo, SP. v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.
21. SAIANI, Carlos César Santejo; TONETO JÚNIOR, Rudnei. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil. Economia e sociedade, Campinas, n., p. 79-106, abr.2010.
22. TARDELLI FILHO, Jairo (Ed.). **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: Abes, 2015. 108 p.
23. VENTURINI, Lauren dal Bem; LOPES, Luís Felipe Dias. O modelo triple botton line e a sustentabilidade na gestão pública: pequenas práticas que fazem a diferença. 2015. Disponível:<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/.../Venturini_Lauren_Dal_Bem.pdf?...1...>. Acesso em: 12 jan. 2019.