

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Luis Henrique Brusius Filho

**INDICADORES DE DESEMPENHO NA SUBSTITUIÇÃO DE REDES DE ÁGUA NO  
MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO. 2007-2017**

**Porto Alegre  
2019**

Luis Henrique Brusius Filho

**INDICADORES DE DESEMPENHO NA SUBSTITUIÇÃO DE REDES DE ÁGUA NO  
MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO. 2007-2017**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão Pública.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Faé

Porto Alegre  
2019

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Reitor: Prof. Dr. Rui Vicente Oppermann  
Vice-reitora: Profa. Dra. Jane Fraga Tutikian

### **ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**

Diretor: Prof. Dr. Takeyoshi Imasato  
Vice-diretor: Prof. Dr. Denis Borenstein

### **COORDENAÇÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA**

Coordenador: Prof. Dr. Paulo Ricardo Zilio Abdala  
Coordenador substituto: Prof. Dr. Rafael Kruter Flores

### **DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

Brusius Filho, Luis Henrique  
INDICADORES DE SANEAMENTO: AVALIAÇÃO DA  
POLÍTICA PÚBLICA DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES DE  
ÁGUA NO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO NOS ÚLTIMOS  
DEZ ANOS / Luis Henrique Brusius Filho. -- 2019.  
48 f.  
Orientador: Rogério Faé.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de  
Administração, Especialização em Gestão pública, Porto  
Alegre, BR-RS, 2019.

1. Saneamento. 2. Políticas Públicas. 3. Substituição de  
redes. 4. Índice de Perdas. 5. Vazamentos. I. Faé, Rogério,  
orient. II. Santos, Jaqueline G., coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS  
com os dados fornecidos pelo autor.

### **Escola de Administração da UFRGS**

Rua Washington Luiz, 855, Bairro Centro Histórico  
CEP: 90010-460 – Porto Alegre – RS  
Telefone: 3308-3801  
E-mail: eadadm@ufrgs.br

Luis Henrique Brusius Filho

**INDICADORES DE DESEMPENHO NA SUBSTITUIÇÃO DE REDE DE ÁGUA NO  
MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO. 2007-2017**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão Pública.

Aprovada em 06 de junho de 2019.

**Banca Examinadora**

---

Examinadora: Profa. Dra. Sueli Goulart  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

---

Examinador: Prof. Dr. Ronaldo Bordin  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

---

Orientador: Prof. Dr. Rogério Faé  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de fazer um curso de especialização de forma gratuita. Agradeço a todos da UFRGS, que sempre foram atenciosos e me ajudaram durante esta jornada.

Agradeço aos colegas de trabalho que foram compreensivos com as mudanças de humor durante o curso e me ajudaram com o fornecimento de materiais de pesquisa.

Agradeço ao meu pai que sempre me incentivou a continuar estudando, a minha querida mãe, que a perdi aos 12 anos de idade, mas que foi responsável pela construção do meu caráter e a minha irmã que sempre me apoiou.

Agradeço também a minha namorada, Anine, que durante todo o curso me deu apoio incondicional e me cobrou mais até do que os professores do curso, para que eu pudesse seguir firme até o final.

## RESUMO

A água é um recurso fundamental para existência da vida. Através do serviço de saneamento básico os brasileiros são atendidos com o abastecimento de água tratada, que é distribuída por redes de distribuição. Atualmente, 40% da população do planeta sofre as consequências da falta de água e um dos motivos disto é o elevado índice de perdas. Diante disto, a Comusa – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, adotou um programa de substituição de redes de distribuição de água. Serão descritos os resultados alcançados pela substituição de redes de distribuição de água, em termos operacionais, no período de 2007 a 2017. O presente trabalho consiste em uma pesquisa documental e bibliográfica e apresenta uma análise de dados, através de dois indicadores de desempenho, o indicador de perdas e o número de ocorrências de vazamentos anuais, obtidos entre 2007 e 2017 durante a implantação do programa. Como resultado da pesquisa, é possível verificar uma redução no indicador de perdas e no número de vazamentos anuais, concluindo que o programa de substituição de redes é a melhor alternativa para atuar em condições de deterioração dos sistemas de distribuição de água com idades elevadas.

**Palavras-chave:** Saneamento. Substituição de redes. Indicador de perdas. Vazamentos.

## ANEXOS

Cadastro digital do sistema de distribuição .....	46
Subsistemas de distribuição .....	47
Manutenção das redes no ano 2016 .....	48

## **GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Índice de Perdas em relação à Taxa de Substituição de Redes..... 35

Gráfico 2 - Número de Vazamentos em relação à Taxa de Substituição ..... 36



## **QUADROS**

Quadro 1 - Principais tipos de materiais utilizados para abastecimento de água..... 20

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Índice de perdas na distribuição 2013 .....	22
Tabela 2 - Extensão de Redes Substituídas.....	29
Tabela 3 - Extensão e materiais da rede distribuidora .....	31
Tabela 4 - Índice de perdas de faturamento na COMUSA (2007-2017).....	33
Tabela 5- Quantidade de Vazamentos por Ano.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EAB	Elevatória de Água Bruta
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
MCA	Metro de Coluna de Água
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PEMD	Polietileno de Média D
PVC	Policloreto de Vinila
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1 ÁGUA .....	15
<b>2.1.1 Importância e disponibilidade da água</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.2 Água no Brasil</b> .....	<b>15</b>
2.2 SANEAMENTO BÁSICO .....	16
2.3 REDES DE DISTRIBUIÇÃO .....	17
<b>2.3.1 Materiais Já Utilizados Para Redes</b> .....	<b>18</b>
2.3.1.1 Aço .....	18
2.3.1.2 Fibrocimento .....	18
2.3.1.3 Ferro Fundido .....	18
2.3.1.4 PVC .....	19
2.3.1.5 PEAD .....	19
<b>2.3.2 Perdas</b> .....	<b>21</b>
<b>3 PROBLEMA DE PESQUISA</b> .....	<b>24</b>
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
4.1 OBJETIVO GERAL .....	24
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
<b>5 MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
5.1 ÁREA DE ESTUDO .....	25
5.2 HISTÓRIA.....	26
5.3 CADASTRO TÉCNICO DIGITAL DA COMUSA .....	27
<b>6 RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
6.1 INDICADORES DE DESEMPENHO .....	32
<b>6.1.1 Indicador de Perdas Totais</b> .....	<b>32</b>
<b>6.1.2 Número de Vazamentos em Rede</b> .....	<b>34</b>
6.2 DISCUSSÃO .....	35
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estabelecido legalmente na Constituição Federal de 1988 o saneamento básico é um direito do cidadão e um dever do Estado. A edição da Lei Federal 11.445/07 estabelece diretrizes nacionais a serem seguidas tendo conceituado saneamento básico, quando esse se referir ao abastecimento de água potável, como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

Orellana (2011) diz que os sistemas de abastecimento de água são um dos primeiros serviços a serem implantados nas formações das cidades/povoados, o que leva a termos sistemas bastante antigos, gerando problemas de operação e manutenção. O envelhecimento natural dos sistemas de abastecimento de água é inevitável e, à medida que seus componentes atinjam o final da vida útil, a quantidade de vazamentos tende a aumentar, as rupturas e interrupções do abastecimento tornam-se cada vez mais constantes.

Segundo Leite Júnior (2009), é necessário completar a tarefa de universalização e melhorar a qualidade dos serviços oferecidos, migrando do foco na quantidade para o foco na qualidade. Deveras a solução para ampliar a oferta de água, passa pela construção de novos sistemas de abastecimento, porém, em uma situação emergencial, soluções alternativas seriam necessárias e aqui deparamo-nos com a gestão das perdas de água e o uso racional dos recursos hídricos. De nada adianta produzir mais água, exaurindo o meio ambiente, se continuarmos, de certa forma desperdiçando.

O Brasil é um país privilegiado, em termos de disponibilidade hídrica, porém, uma análise mais consistente sobre o assunto, evidencia sérios problemas envolvendo o desperdício do recurso, onde são computados elevados índices de perdas de água. Essas perdas representam prejuízos, econômico e ambiental, pois o líquido se perde antes de chegar ao seu destino final, sendo elas equivalentes ao volume de água disponibilizado e não contabilizado (MIRANDA, 2005).

Como uma alternativa na redução do desperdício de água, o presente estudo tem como delimitação de tema o programa de substituição de redes de água do município de Novo Hamburgo implantado pela empresa Comusa – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, que iniciou em 2005, a fim de se identificar, através da

análise dos dados obtidos, o impacto da substituição de redes no índice de perdas de água tratada e de incidência de vazamentos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ÁGUA**

#### **2.1.1 Importância e disponibilidade da água**

Água é um recurso fundamental para existência da vida, na forma em que nós conhecemos. Segundo a Declaração Universal dos Direitos da Água, o direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no artigo 30 da Declaração Universal dos Direitos do Homem (GUERRA, 2009).

Nosso planeta está inundado d'água, cerca 71% da superfície da Terra são constituídos de água (GRASSI, 2001). Por isso a frase que se propagou mundialmente, quando o primeiro homem a subir ao espaço, o soviético Yuri Gagarin, ao ver o planeta Terra do espaço, impressionado, afirmou: "A Terra é azul!" (WINTER, 2011).

De toda a água estocada disponível na Terra 97% correspondem aos oceanos e mares, 2,2% a geleiras e somente 0,8% são águas doces. Ressalta-se que a maior parcela desta água doce 97% é constituída de água subterrânea e apenas 3% de águas superficiais (SPERLING, 1996). Isto quer dizer que a maior parte da água facilmente disponível e própria para consumo é mínima perto da quantidade total de água existente na Terra.

A água como sendo um recurso essencial para vida, para o desenvolvimento social e econômico deve, portanto, ser de interesse de todos, cidadãos, gestores públicos e empresas, o cuidado com os recursos hídricos, uma produção mais responsável e um consumo mais consciente (SEBRAE, 2015).

#### **2.1.2 Água no Brasil**

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Tem a maior reserva de água doce da Terra, representando 12% do total mundial. Sua distribuição, porém, não é uniforme em todo o território nacional. As maiores concentrações populacionais do país encontram-se nas capitais, distantes dos

grandes rios brasileiros (BRASIL DAS ÁGUAS, 2015). Das águas superficiais disponível no Brasil, 70% está localizada na Amazônia, que detém a maior bacia pluvial do mundo (SEBRAE, 2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3 m<sup>3</sup>/pessoa/mês, cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene. No entanto, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia (SEBRAE, 2015).

## 2.2 SANEAMENTO BÁSICO

A lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, possuindo entre seus fundamentos a universalização do acesso, a integralidade do serviço com máxima eficácia, eficiência e sustentabilidade econômica e controle social entre outros princípios. Conforme a referida lei, define-se saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Conceituou também saneamento básico, quando esse se referir ao abastecimento de água potável, como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

A lei também definiu que os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderiam delegar a organização, regulação, a fiscalização e a prestação dos serviços.

Segundo o Trata Brasil (2018), 83,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, são quase 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico. Em 2016, um em cada sete brasileiros não tinha acesso à água. No Norte, 57,49% da população é abastecida com água tratada; o abastecimento de água acontece para 73,25% da população no Nordeste. A região Sudeste abastece 91,25% da população com água tratada, enquanto no Sul, o índice de atendimento total de água é de 89,68%, já na região Centro-Oeste, 90,13% da população é abastecida com água tratada.



Com isso, no saneamento, a preocupação fundamental não deve ser tão somente a implantação dos sistemas de engenharia, mas o seu funcionamento pleno, duradouro e acessível a toda a população (SOUZA; FREITAS; MORAES, 2007). Para solucionar os problemas de saneamento não basta construir grandes obras de infraestrutura sanitária, é necessário ainda repensar a gestão destes setores e adotar medidas como capacitação de profissionais e programas de educação ambiental, a fim de salientar a importância de cada usuário no funcionamento do sistema.

### 2.3 REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Sendo um conjunto de peças específicas, uma rede de distribuição designa-se a transportar a água até os alvos das instalações como residências, prédios e/ou nos mais diversos pontos de consumo público, continuamente e de forma segura. Geralmente são organizadas por dois tipos de canalização, principais e secundárias. Então sendo as canalizações principais, de máximo diâmetro, fornecem as secundárias de mínimo diâmetro e as mesmas se vinculam espontaneamente aos pontos de consumo.

De acordo com Tsutyia (2006), as redes de distribuição são classificadas conforme seu traçado e sentido de escoamento nas tubulações secundárias, dentre elas possuem as ramificadas, malhadas e mistas. Dessa forma fica sabida da grande importância que tem a canalização para que água chegue a seu destino com qualidade.

Faz-se necessário saber a importância de que as redes de distribuição devem ser arquitetadas de modo adequado, considerando as particularidades da região e as necessidades da população, e demandam uma equipe sucessivamente acabada para atuar e aperfeiçoar quando necessário. Tal equipe tem ampla responsabilidade com a saúde das pessoas que se beneficiam da água tratada.

A rede de distribuição é construída para impedir que a pressão eficaz mínima e a pressão estática máxima não excedam os limites aconselhados e preestabelecidos.

Segundo Misawa (1975), as condições a que os materiais empregados nas tubulações devem obedecer alguns critérios como a condição de qualidade,

quantidade e pressão da água que será utilizada. Somente assim poderá se alcançar o sucesso almejado.

### **2.3.1 Materiais Já Utilizados Para Redes**

A seguir serão apresentados, de forma resumida, os principais tipos de materiais utilizados para redes de distribuição de água.

#### **2.3.1.1 Aço**

O aço pode ser classificado segundo o teor de carbono presente em sua composição, sendo este, determinante nas características finais do produto, tais como tenacidade, ductilidade, resistência, dureza, etc. O processo de fabricação dos tubos é descrito por Alambert Júnior (1997, p. 63): “[...] consiste na dobra das chapas de aço e na soldagem destas, de forma retilínea ou helicoidal. [...]”.

#### **2.3.1.2 Fibrocimento**

Os tubos de fibrocimento já foram uma alternativa para sistemas de abastecimento de água e, embora não sejam mais fabricados, ainda é possível encontrar estes tubos em operação, em linhas que ainda não passaram pelo processo de substituição. Eram compostos de argamassa de cimento Portland e areia, com armação de fibras de amianto, misturados sob pressão. As vantagens destes tubos são: resistência à corrosão interna, leveza (em comparação com o ferro fundido), baixa rugosidade, sem necessidade de utilização de juntas de expansão. Entre as desvantagens, destacam-se: baixa resistência estrutural a esforços de flexão, quebra com facilidade e, quando em solos ácidos, facilmente corroído (ALAMBERT JÚNIOR, 1997).

#### **2.3.1.3 Ferro Fundido**

Sendo o ferro fundido uma liga metálica, composta de ferro e carbono com teor de 2,2 a 4,5%, seu processo de fabricação é caracterizado para tubos e conexões. Como citado por Garcez (1969, p. 301),

Os tubos são fabricados através de um recozimento em fornos contínuos, seguida por centrifugação do metal fundido em formas, sendo posteriormente aplicadas pinturas de proteção do metal. Já as conexões são produzidas através de fundição em areia, passando por usinagem para retirada de rebarbas e limpeza.

De acordo com os estudos de Landi (1993), a vida útil do ferro é baixa e esse material apresenta desvantagens como: ferrugem, condução de calor, além do fenômeno da incrustação, ou seja, redução da seção transversal devido ao acúmulo de resíduos em suas paredes internas. É preciso uma atenção especial em relação a este tipo de tubulação.

#### 2.3.1.4 PVC

Esse material tem uma caracterização baseado em Policloreto de Vinila (PVC), produzido por meio do sal e especialmente do petróleo, sendo um dos plásticos mais versáteis existentes e por este motivo, é um dos materiais mais utilizados e estudados. De acordo com Nunes (2006, p. 41),

Os estudos sobre o histórico deste material mostram que, o Monômero de Cloreto de Vinila (MVC) foi sintetizado pela primeira vez, em 1835, em laboratório por Justus Von Liebig. Sua descoberta fez-se por meio da reação do dicloroetileno com hidróxido de potássio em solução alcoólica.

Brandão (2010) afirma que Victor Regnault, em 1839, fez observações verificando que quando se expunha uma ampola fechada contendo o MVC à luz solar, ocorria à formação de um pó branco. Porém, esse pó não era o PVC, tratava-se de poli (cloreto de vinilideno). Sendo que em 1872, E. Baumann sintetizou o Policloreto de Vinila (PVC).

Vale ressaltar que o PVC no mundo, fica em terceiro lugar no consumo de plásticos e que o setor da Construção Civil corresponde por mais de 50% do consumo deste material, pois as instalações feitas com PVC têm um menor custo de manutenção e uma vida útil bem maior (NUNES, 2006).

#### 2.3.1.5 PEAD

O polietileno (PE) é uma resina derivada do etileno, com propriedades termoplásticas, ou seja, um material que amolece quando aquecido e enrijece ao ser resfriado (TSUTIYA, 2006).

De acordo com Kuroda e Pádua (2006, p. 706): “Dependendo da forma de polimerização do etileno, pode-se obter o PEAD (polietileno de alta densidade), o PEMD (polietileno de média densidade) e o PEBD (polietileno de baixa densidade).” Dentre estes, o PEAD, é a forma mais rígida e que suporta maiores pressões, portanto é comumente utilizado em sistemas de abastecimento de água (BRASTUBO QUÍMICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. [2014], p. 13).

O Quadro 1 apresenta de forma resumida os principais tipos de materiais de tubulações utilizadas para o abastecimento de água e suas principais vantagens e desvantagens.

Quadro 1 - Principais tipos de materiais utilizados para abastecimento de água.

Tubulação	Aplicação	Vantagens	Desvantagens
Aço Carbono	Adutoras	> Suporta pressões de serviço elevadas até 600 mca	> Resistência ao escoamento aumenta com o tempo
	Travessias	> Alta resistência diametral	> Baixa resistência à corrosão
	Barriletes	> Grande variedade de acessórios de ligação	> Alto custo
Fibrocimento	Sifões		
	Adutoras	> Relativa resistência à carga externa	> Baixa resistência estrutural
Ferro Fundido	Redes de distribuição	> Fácil instalação	> Constituído por fibras cancerígenas (amianto)
	Adutoras	> Baixo custo	
Ferro Fundido	Adutoras	> Alta resistência à ação de carga externa	> Baixa resistência ao choque devido a cristalização do carbono
		> Alta resistência à pressão interna, podendo chegar a 640 mca em função do diâmetro	> Resistência ao escoamento aumenta com o tempo
	Redes de distribuição	> Alta resistência diametral	> Material rígido
		> Boa resistência a corrosão	> Alto custo
		> Grande gama de diâmetros (80 a 2000 mm)	
		> Suporta altas temperaturas	
	> Fácil instalação		

Policloreto de Vinilo (PVC)	Redes de distribuição de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Baixo custo</li> <li>&gt; Flexível</li> <li>&gt; Leve</li> <li>&gt; Fácil instalação</li> <li>&gt; Resistência ao escoamento não aumenta com o tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Pressões de serviço até 160 mca</li> <li>&gt; Suporta temperaturas até 83°C</li> <li>&gt; Baixa resistência diametral</li> <li>&gt; Cuidados especiais na instalação, necessita de recobrimento com materiais finos</li> </ul>
Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	<p>Aduoras</p> <p>Redes de distribuição</p> <p>Ramais domiciliares</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Boa resistência a pressão interna e externa, suporta até 200mca</li> <li>&gt; Grande gama de diâmetros (25 a 1200 mm)</li> <li>&gt; Flexível</li> <li>&gt; Fácil instalação</li> <li>&gt; Resistência ao escoamento não aumenta com o tempo</li> <li>&gt; Médio custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Não resiste a altas temperaturas</li> <li>&gt; Instalação requer equipamento</li> <li>&gt; Baixa resistência diametral</li> </ul>

Fonte: Venturini (2003).

### 2.3.2 Perdas

“Hoje, 40% da população do planeta já sofre as consequências da falta de água” (SEGALA, 2012, p. 41). Trata-se de uma problemática global que está se agravando e alguns dos motivos para isso, são o mau uso e o elevado índice de perdas de água.

Brochetto (2015) diz que há de se lamentar que, somente quando da iminência de racionamento, o assunto ganhe proporções gigantescas e as discussões passem a ser acirradas em busca de soluções imediatistas para amenizar a situação, que, desde sempre, deveria ter sido objeto de monitoramento.

Segundo dados do SNIS de 2013, no Brasil o indicador de perdas de água ocorrido na distribuição apresenta uma variação descompensada entre as regiões do país, como pode-se verificar na Tabela 1:

Tabela 1 – Indicador de perdas na distribuição 2013

Estado / Região	IN <sub>049</sub> (%)
Acre	55,9
Amazonas	47,0
Amapá	76,5
Pará	48,9
Rondônia	52,8
Roraima	59,7
Tocantins	34,3
Norte	50,8
Alagoas	46,1
Bahia	41,6
Ceará	36,5
Maranhão	37,8
Paraíba	36,2
Pernambuco	53,7
Piauí	51,8
Rio Grande do Norte	55,3
Sergipe	59,3
Nordeste	45,0
Espírito Santo	34,4
Minas Gerais	33,5
Rio de Janeiro	30,8
São Paulo	34,3
Sudeste	33,4
Paraná	33,4
Rio Grande do Sul	37,2
Santa Catarina	33,7
Sul	35,1
Distrito Federal	27,3
Goiás	28,8
Mato Grosso do Sul	32,9
Mato Grosso	47,2
Centro-Oeste	33,4
Brasil	37,0

Fonte: SNIS (2013, p.33).

Segundo Correia Jr. e Arnt (2014), o Japão e a Alemanha são os países onde ocorrem as menores perdas de água (7%), atrelado ao fato de possuírem redes eficientes, seguido pelo Reino Unido (16%) e França (26%). Diante destes percentuais, as taxas brasileiras de perdas de água são elevadas (embora tenham

apresentado um sensível redução nos últimos anos) e agravam a escassez hídrica, computando uma vergonhosa média nacional, transformando-se, assim, em um grande desafio aos operadores sua melhoria.

Brochetto (2015) classifica as perdas de água de duas formas. Denominam-se perdas aparentes, perdas não físicas, perdas de água comercial ou perdas de faturamento, o volume de água efetivamente consumido pelo usuário, mas que, por alguma circunstancia, não foi mensurado ou contabilizado, em suma, não foi faturado. Já as perdas reais, também chamadas de perdas físicas, equivalem ao volume de água produzido que não chega ao usuário, esvaindo-se ou desperdiçando-se no trajeto.

Diversas são as origens das perdas de água, sendo uma utopia ponderar a sua não existência, especialmente tendo em vista que ocorrem ao longo de todas as etapas da cadeia de abastecimento (captação, adução, tratamento e distribuição). Conforme exposto por Zanta (2008), devido à extensão e as condições de implantação, as redes de distribuição e os ramais prediais, são as unidades operacionais do sistema onde ocorrem as maiores perdas em termos de volume e onde se localizam a grande maioria dos vazamentos.

Para o engenheiro Bággio (2015), as perdas de água ocorrem comumente por três motivos: problemas na rede que ocasionam vazamentos, ligações clandestinas e por dificuldades relacionadas a gestão.

Grandes prejuízos são provocados pelas ligações clandestinas (classificadas como perdas aparentes), conhecidas como “gatos”, em que a água é consumida, mas não faturada. As perdas aparentes vinculadas a ações administrativas como melhorias na gestão comercial podem ser tipificadas como: aferição inadequada em hidrômetros, fraudes, falhas no cadastro e erros de leitura dos hidrômetros (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Gomes (2009), as perdas de água são uma demanda que necessita de ações estruturantes ao seu combate, com vistas a garantir o fornecimento de água e o equilíbrio econômico dos operadores, afetando os prestadores de serviços de saneamento, sejam públicos ou privados.

O ensinamento de Oliveira (2005) pondera que embora as elevadas perdas de água possam sinalizar problemas de ordem operacional, as ações mais eficazes para a solução de tais problemas estão no campo da gestão.

### **3 PROBLEMA DE PESQUISA**

Até 2006 não havia um programa voltado para substituição de redes na cidade de Novo Hamburgo. O sistema de distribuição de água da cidade operado pela Comusa possuía um sistema predominantemente de ferro fundido e PVC, embora houvesse uma pequena quantidade de outros materiais, como cimento amianto, aço, entre outros. Na época, havia em torno de 840 quilômetros de redes subterrâneas, abastecendo 75 mil economias (casas, apartamentos, estabelecimentos comerciais, educacionais, industriais). O indicador de perdas do faturamento girava em torno de 45% e o número de vazamentos era próximo a três mil ocorrências anuais.

Devido a isso, a Comusa – Companhia de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, implementou o Programa de Substituição de Redes a partir do ano de 2006 (NOVO HAMBURGO, 2017).

O diretor geral da Comusa na época destacou que, embora provoque alguns transtornos aos moradores durante sua execução, a troca das redes vai contribuir com a redução de vazamentos e de custos com consertos (JORNAL NH, 2017).

Para todo o exposto, surge o questionamento sobre qual é o impacto que representou a substituição de redes de água no município de Novo Hamburgo em termos de eficiência operacional?

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Descrever os resultados alcançados pela substituição de redes de água, no município de Novo Hamburgo, em termos operacionais no período 2007-2017.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar as taxas percentuais de perda de água tratada antes e depois da substituição das redes de distribuição de água.

Comparar os resultados obtidos a fim de confirmar ou não a eficiência do programa de substituição de redes de água.



## 5 MÉTODOS

Consiste em uma pesquisa documental, que, conforme Zanella (2009), é semelhante à pesquisa bibliográfica e se utiliza de fontes documentais, que podem ser quantitativos ou qualitativos e podem ser encontrados junto à empresa estudada.

Será utilizada também uma pesquisa bibliográfica, que, segundo Markoni e Lakatos (2003), abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais.

Para obtenção dos resultados de pesquisa serão feitos comparativos da substituição de redes de água com o índice de perdas de água tratada e o de incidência de vazamentos. Tais dados serão obtidos através de pesquisa no banco de dados da Comusa.

“Uma vez manipulados os dados e obtidos os resultados, o passo seguinte é a análise e interpretação dos mesmos, constituindo-se ambos no núcleo central da pesquisa.” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 167).

A análise de dados é definida por Zanella (2009, p. 353), “como ‘a categorização, ordenação, manipulação e sumarização de dados’ e tem por objetivo reduzir grande quantidade de dados brutos a uma forma interpretável e mensurável”.

Após a pesquisa e coleta de dados, serão elaborados tabelas e gráficos comparativos dos dados obtidos, concluindo sobre a eficiência do Programa de Substituição de Rede.

### 5.1 ÁREA DE ESTUDO

A Comusa, localizada na cidade de Novo Hamburgo, na região do Vale dos Sinos, município com população de aproximadamente 237 mil habitantes, foi criada como empresa de economia mista no ano de 1989, tornando-se autarquia em 2008, com a missão de prestar serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto de forma mais eficiente e qualificada, assegurando a água como um bem essencial e público à população hamburguesa (COMUSA, 2018).

Atualmente conta com 279 funcionários distribuídos entre as suas sedes comerciais, administrativas e operacionais. Sua elevatória de água bruta (EAB),

localizada as margens do Rio dos Sinos, capta 740 litros por segundo, que levam esta água até a estação de tratamento de água (ETA), onde são tratados em média 60 milhões de litros por dia, armazenados em 22 reservatórios em pontos estratégicos da cidade e distribuídos através de 868,49 km de redes de água, atendendo em torno de 80 mil economias. Conta também com cinco estações de tratamento de esgoto (ETE) (GARSKE, 2016).

## 5.2 HISTÓRIA

O serviço de abastecimento de água do município de Novo Hamburgo inicialmente foi prestado pela Corsan – Companhia Riograndense de Saneamento através de Contrato de Concessão, firmado em 1969, por 20 anos. Em 1989, não tendo havido denúncia do Contrato de forma tempestiva, o mesmo ficou vigendo automaticamente.

A Comusa surgiu em Novo Hamburgo a partir dos constantes colapsos no sistema de abastecimento de água na década de 80. Formou-se uma comissão com o ideal de criar uma companhia municipal de saneamento e amenizar a falta de água. Em 20 de dezembro de 1989, com a Lei Municipal 184/89, a Prefeitura autorizou a criação de uma empresa de economia mista, chamada Companhia Municipal de Saneamento, cuja sigla passou a ser conhecida como Comusa, sendo esta fundada em 17 de junho de 1991 (DANNENBERG, 2013).

Autoriza ao executivo municipal constituir uma sociedade anônima de economia mista, denominada companhia municipal de saneamento, subscrevendo parcela de capital, bem como conceder ou permitir a exploração dos serviços públicos municipais de abastecimento de água potável e de esgoto cloacal, e dá outras providências. (NOVO HAMBURGO, 1989).

Assim, em 17 de junho de 1991, foi constituída a Companhia Municipal de Saneamento - Comusa, como uma sociedade de economia mista, com capital social acima de 99 % do Município de Novo Hamburgo, com a finalidade de prestar os serviços de abastecimento e esgotamento sanitário no Município de Novo Hamburgo.

Em 1992 o Município de Novo Hamburgo formulou ação judicial com vistas e encerrar a Concessão com a Corsan, e prestar os serviços através da Companhia

Municipal de Saneamento. Com base em sentença judicial, os serviços da concessionária foram encerrados em 02 de dezembro de 1998.

A principal missão era desenvolver uma política de saneamento capaz de proporcionar um aumento significativo na qualidade de vida da população. Com este foco, em 3 de dezembro de 1998, a Comusa passou a operar o sistema de abastecimento do município. Em 1º de junho de 2008, tornou-se autarquia, passando a se chamar Comusa - Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo (COMUSA, 2018).

Na primeira década de atuação a Comusa dedicou-se a atualizar o sistema de abastecimento de água, melhorando a sua produção, distribuição e a gestão do sistema, recuperando a situação precária em que se encontrava, criando o centro de distribuição operacional online e o cadastro digital (GARSKE, 2016).

Nos últimos anos, dentro de novas diretrizes, a Comusa passou a prestar os serviços de coleta e tratamento de esgoto de novos loteamentos, tendo ampliado o tratamento de esgoto na cidade de 2% para 4,5%, atendendo a mais de 3,5 mil economias com o serviço (GARSKE, 2016).

Além disso, a Comusa projetou a coleta e o tratamento de esgoto para 80% da cidade, para as bacias dos Arroios Luiz Rau e Pampa. Desta obra, executou os interceptores ao longo do arroio Luiz Rau, a Estação de Bombeamento, adquiriu a área da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e está preparando a licitação da obra desta ETE (COMUSA, 2018).

Para enfrentar os desafios de atender aos anseios de uma sociedade cada vez mais consciente dos benefícios que o saneamento de qualidade proporciona e em sintonia com as diretrizes da política nacional de saneamento básico, a autarquia está sempre em processo de investimentos, modernização e qualificação de suas atividades (GARSKE, 2016).

### 5.3 CADASTRO TÉCNICO DIGITAL DA COMUSA

A Comusa possui um cadastro técnico de todo o sistema de distribuição de água da cidade em formato digital, conforme exemplo no Anexo 1. Através do cadastro digital é possível manter atualizadas as informações de redes de distribuição, subsistemas de abastecimento, cadastro de reservatórios, redes

coletoras de esgoto, mapas de manutenção, cadastro de redes desativadas, cadastro dos loteamentos de Lomba Grande – que possuem sistema de captação através de poço com controle realizado pela Comusa – entre outras informações relevantes para a operação do sistema.

O cadastro técnico consiste na digitalização dos levantamentos de campo e amarração dos pontos notáveis das redes de água e esgoto, provenientes do andamento das obras, onde é dado apoio aos Técnicos de Obras em campo. Também são elaboradas pesquisas e criação de mapas temáticos através de geoprocessamento utilizando o banco de dados atrelado ao sistema gráfico do AutoCadMap.

Atualmente, Novo Hamburgo tem 868,49 km de redes de abastecimento de água e 39 km de redes coletoras de esgoto cloacal. Toda a parte de desenho fica atualizada e disponível aos usuários da Comusa através do cadastro digital. O Anexo 1 mostra a parte urbana da cidade a oeste do rio dos Sinos com suas redes de água e o sistema viário. O Anexo 2 apresenta em cores as regiões com os subsistemas de distribuição de água.

O cadastro das ligações novas também é uma tarefa contínua.

## 6 RESULTADOS

No ano de 2006, a Comusa iniciou um grande projeto denominado (Programa de Substituição de Redes de Água), que tem como objetivo a substituição das canalizações existentes em fibrocimento, que já estão com sua vida útil esgotada, apresentando constantes problemas de rompimentos, por PEAD - Polietileno de Alta Densidade, material mais resistente e com garantia de vida útil de, no mínimo, 50 anos.

No ano de 2009, a Comusa iniciou de fato as substituições de redes de água antigas, executando 21,33 km de redes novas, beneficiando cerca de 8.100 hamburguenses.

A Tabela 2 mostra a extensão, em quilômetros, de redes substituídas pelo programa, no decorrer dos anos.

Tabela 2 - Extensão de Redes Substituídas

Ano	Extensão de rede substituída por ano (km)	Extensão de rede substituída acumulada (km)	Extensão total de rede (km)	Taxa de substituição de redes acumulada (%)
2009	21,33	21,33	703,85	2,46
2010	27,04	48,37	717,37	5,57
2011	41,13	89,50	737,94	10,30
2012	46,83	136,33	761,35	15,70
2013	20,77	157,10	771,73	18,08
2014	48,65	205,75	796,06	23,69
2015	58,92	264,67	825,52	30,47
2016	47,75	312,42	849,39	35,97
2017	38,20	350,62	868,49	40,37

Fonte: Elaborado pelo autor

A substituição das redes antigas pretende, além de resolver o problema dos rompimentos, melhorar o abastecimento das diversas regiões da cidade, com o redimensionamento das tubulações (adutoras e redes de distribuição), tendo como horizonte de projeto o ano de 2030, baseado no Plano Diretor de Água e Estudo de

Concepção do Sistema de Abastecimento de Novo Hamburgo, trabalho desenvolvido pela Magna Engenharia no ano de 2005.

Este Programa de Substituição de Redes de Água se justificaria apenas por substituir as redes antigas que vêm apresentando seguidos problemas de rompimentos, diminuindo custos com manutenção e perdas físicas. Porém, numa análise global, a implantação desse Programa resulta numa série de melhorias, tanto para a população beneficiada como para a Comusa:

- Melhoria na vazão aduzida, com menor perda de carga nas tubulações, com conseqüente aumento nas pressões disponibilizadas, principalmente nos horários de maior consumo;
- Padronização dos ramais existentes, eliminando possíveis vazamentos ocultos e também ligações clandestinas;
- Diminuição das reclamações devido às interrupções no fornecimento;
- Possibilidade de atendimento de novos consumidores, com garantia de um bom serviço prestado;
- Facilidade de manutenção em casos de vazamentos, uma vez que as novas redes serão assentadas nos passeios;
- Facilidade de execução de novas ligações e de cortes de ramais, em função das redes no passeio;
- Melhoria na qualidade da água distribuída, evitando a entrada de sujeira que ocorre quando do conserto de vazamentos;
- Redução de perdas físicas e de faturamento.

No cadastro da autarquia, como mostra a Tabela 3, as redes de fibrocimento (que são as principais responsáveis pelo alto índice de perdas) ainda representam 180,96 km do total de 868,49km, ou seja, 20,84% de redes a substituir. Vale salientar que, em termos de extensão as redes a substituir, o comprimento deverá ser duplicado, visto que atualmente há apenas um por rua e é previsto o assentamento das redes nos dois passeios de cada rua, com a finalidade de evitar custos futuros com ligações novas ou manutenções com reparos de asfalto.

Tabela 3 - Extensão e materiais da rede distribuidora

<b>Material</b>	<b>Extensão (Km)</b>	<b>%</b>
AÇO	4,70	0,54
FIBROCIMENTO	180,96	20,84
FERRO FUNDIDO	46,28	5,33
PEAD	350,62	40,37
PVC	285,93	32,92
<b>Total geral</b>	<b>868,49</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

A Comusa tem optado por fazer o assentamento das novas redes pelos passeios, em ambos os lados das ruas, o que evita o bloqueio do trânsito, também facilita e desonera os consertos e manutenções quando necessárias, pois não abre mais o asfalto, mesmo para ligações novas.

Nesses anos a Comusa desenvolveu critérios técnicos e operacionais para selecionar as regiões de redes de água que retornarão o investimento com maiores benefícios a população ao substituí-las. Nesta busca, em 2009 foi elaborado o primeiro Mapa temático com incidência de custo de manutenção por quilometro de redes no período do respectivo ano. Neste Mapa são feitas as análises para a programação dos setores de manobras a serem substituídos. Essa estratégia trouxe a maximização dos benefícios do investimento, pois desde então há um constante acompanhamento dos custos de manutenção, tanto das redes já substituídas, quanto das redes ainda a substituir. Percebeu-se também que regiões com frequentes faltas de água foram solucionadas, outras regiões com déficit de abastecimento tiveram sua regularidade satisfeita, além da diminuição dos custos de manutenção de redes.

No Anexo 3 está representado o Mapa de Manutenção, com as áreas onde houve o maior número de consertos de rede, dividido em cores conforme o custo de manutenção por setores de distribuição (R\$/Km, conforme legenda). De acordo com a legenda, onde as áreas representadas variam da cor branca à cor vermelha, as áreas em vermelho são as regiões que mais geraram custos de manutenção no período para a Comusa, sendo um indicador para possíveis obras de substituição de redes.

## 6.1 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho tem uma contribuição significativa no controle da empresa, primeiro é necessário entender o planejamento estratégico e ter objetivos claros na hora da definição das metas que devem ser alcançadas. A partir daí, a elaboração e a gestão dos indicadores de desempenho podem ser direcionadas para o monitoramento da evolução dos resultados da empresa e servir como referência para o processo de tomada de decisão e a criação de estratégias de melhoria (ENDEAVOR, 2015).

O uso de indicadores de desempenho permite ao gestor acompanhar a performance das rotinas e aprimorar a tomada de decisão com alta precisão. Além disso, a empresa passa a ter uma visão abrangente sobre todos os seus processos e quais os caminhos são necessários para atingir melhores resultados (FOCCOERP, 2017).

Os indicadores de desempenho são uma ferramenta de gestão que permite analisar os resultados dos processos de forma mais direcionada. Os indicadores escolhidos para a avaliação do Programa de Substituição de Redes da Comusa, foram o Indicador Perdas Totais e o Número de Vazamentos em redes. Eles indicam e fornecem um comparativo de como está o cenário atual da empresa com relação ao de anos anteriores ao da implantação do programa.

### 6.1.1 INDICADOR DE PERDAS TOTAIS

Segundo o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), o índice de perdas de faturamento corresponde à comparação entre o volume de água disponibilizado para distribuição (produzido), o volume faturado, volume de água importado e água de serviço (caminhão pipa), e o índice de perdas na distribuição faz a comparação entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume consumido.

Atualmente, o Indicador de Perdas é um dos melhores parâmetros para avaliação da eficiência de um sistema de distribuição de água, pois permite a adequada mensuração do volume perdido e a quantificação da perda financeira neste sistema (ORELLANA, 2011).



Os dados gerados pela Comusa, referentes ao ano de 2017, apresentam uma taxa de perdas de faturamento de 38,28%. A evolução desse indicador pode ser observada na Tabela 4. É importante registrar que parte expressiva deste índice decorre de perdas por sub-medição, onde por razões de tecnologia dos hidrômetros, os mesmos medem menos água do que realmente entra nos imóveis

Segundo o Instituto Trata Brasil (2018), o Indicador de Perdas é calculado da seguinte maneira:

1. No caso das perdas comerciais, multiplicando o volume de água não faturada pela tarifa média de água. Significa o quanto de recursos poderia ter sido faturado se todos pagassem pela água furtada ou não medida;
2. No caso das perdas físicas, multiplicando o volume de água perdida nos vazamentos pelo custo marginal da produção de água (custos despendidos com produtos químicos, energia e serviços de terceiros);
3. No caso do volume de serviços, multiplicando o volume de água utilizada e não faturada pelo custo marginal da produção de água (custos despendidos com produtos químicos, energia e serviços de terceiros).

Tabela 4 - Perdas de faturamento na Comusa (2007-2017)

Ano	Perda de faturamento (%)
2007	43,44
2008	49,94
2009	51,45
2010	52,67
2011	51,31
2012	42,87
2013	41,77
2014	40,53
2015	39,08
2016	37,76
2017	38,28

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao considerar a possibilidade de ser inadequado utilizar somente um indicador para o propósito da pesquisa, foi incluída a quantidade de vazamentos de rede, conforme falaremos a seguir.

### 6.1.2 NÚMERO DE VAZAMENTOS EM REDE

Ocorrências na rede que ocasionam vazamentos podem estar vinculadas às seguintes causas: qualidade da água (água de má qualidade pode causar corrosão interna na tubulação), idade das redes (em funcionamento há muitos anos), utilização de materiais de qualidade duvidosa (normalmente por serem adquiridos via licitações mal especificadas), influência do tráfego na cidade e oscilações de pressão, dentre outros. Os vazamentos de água normalmente estão relacionados às perdas reais.

A deterioração das redes e ramais ao longo dos anos pode provocar rompimentos nas tubulações, o que gera além dos danos financeiros e ambientais, a sérios problemas para a operação do sistema de abastecimento (ALMEIDA; CAVALCANTE; MORAIS, 2008).

No cadastro da autarquia, como mostra a Tabela 5, são observadas a quantidade de vazamentos no decorrer dos anos.

Tabela 5 - Quantidade de Vazamentos por Ano

Ano	Quantidade de vazamentos	Extensão total de rede (km)	Vazamento por km
2007	2803	703,85	3,98
2008	2885	703,85	4,10
2009	3069	703,85	4,36
2010	3370	717,37	4,70
2011	3285	737,94	4,45
2012	2650	761,35	3,48
2013	2330	771,73	3,02
2014	2046	796,06	2,57
2015	1846	825,52	2,24
2016	1865	849,39	2,20
2017	0781	868,49	0,90

Fonte: Elaborado pelo autor

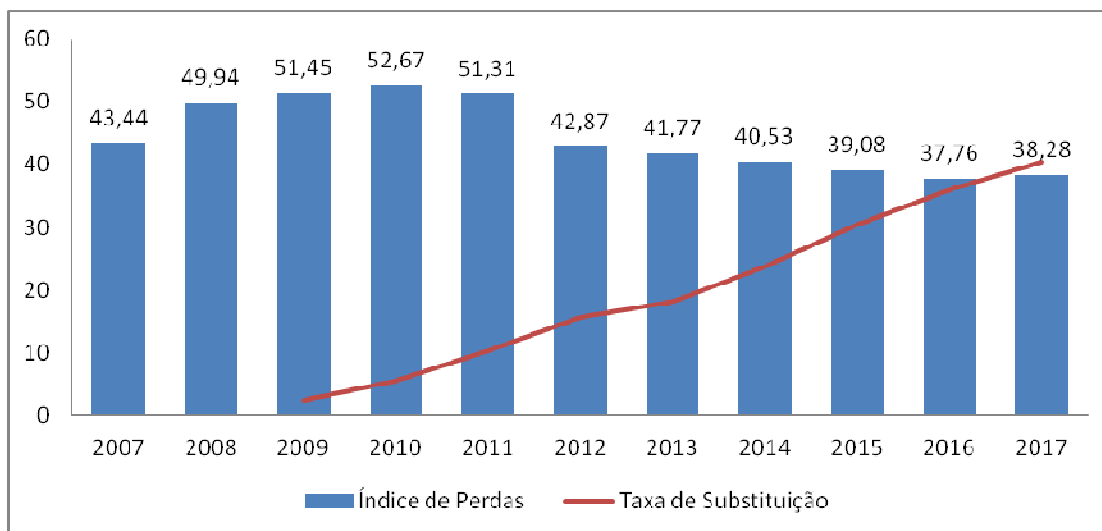
## 6.2 DISCUSSÃO

Após o período 2007-2017 de implantação do programa de substituição de redes, a Comusa já substituiu, por tubulações de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), 350,62 Km de redes antigas, o que representa 40,37% da extensão total do município, que é de 868,49 Km.

Com base nos dados obtidos foi possível elaborar gráficos para melhor visualização e interpretação do impacto da substituição de redes no Indicador de Perdas Totais e no número de vazamentos anuais.

O gráfico 1 mostra a percentagem do Indicador de Perdas em relação a taxa de substituição de redes e o gráfico 2 acompanha o número de vazamentos anuais em relação a mesma taxa de substituição de redes.

Gráfico 1 - Indicador de Perdas em relação à Taxa de Substituição de Redes



Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar, no Gráfico 1, que no ano de 2007 o Indicador de Perdas estava em 43,44%, aumentando gradativamente ano a ano, chegando a 52,67% em 2010, sendo este o maior número durante o período pesquisado.

Mesmo após o início das obras do programa, em seu primeiro ano de substituição de redes, o indicador de perdas teve um acréscimo de 1,22% de 2009

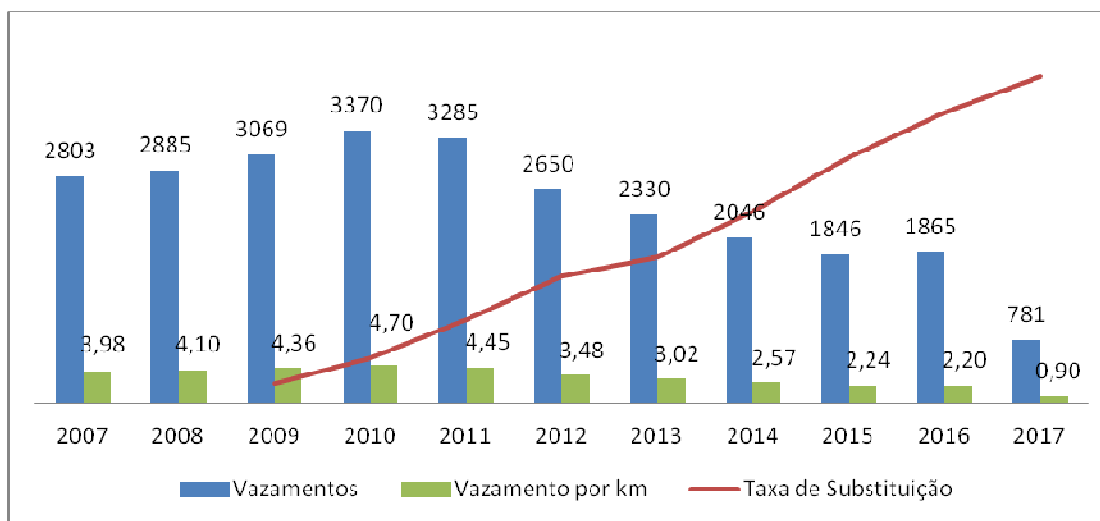
para 2010. Somente após a taxa de substituição de redes atingir aproximadamente 10%, é que se torna possível perceber os efeitos desta no Indicador de Perdas, que entra em declínio, passando para 51,31% em 2011.

No ano de 2016, o Indicador de Perdas apresentou o seu melhor resultado, 37,76%, representando uma redução de 14,91% em relação ao seu pior resultado no ano de 2010, 52,67%.

No entanto, observa-se que a partir de 2015, o Indicador de Perdas mesmo com a continuidade do programa de substituição de redes, se manteve estável com variação em torno de 1% ao ano, enquanto a taxa de substituição teve um avanço de 10% no mesmo período.

Esta estabilidade no Indicador de Perdas de água reforça a teoria de que este índice não está atrelado somente às perdas operacionais de manutenção de redes, mas também a outras causas, como as ligações clandestinas e dificuldades relacionadas à gestão (erros de medição, fraudes, entre outros). Necessitando de outras ações estruturantes para a diminuição deste indicador.

Gráfico 2 - Número de Vazamentos em relação à Taxa de Substituição



Fonte: Elaborado pelo autor

No Gráfico 2 pode-se observar que o número de ocorrências de vazamentos anuais no ano de 2007 era 2803 ocorrências, o que dava em média 3,98

vazamentos por km de rede e chegou a 3370 ocorrências no ano de 2010, ou 4,70 vazamentos por km, sendo este o maior número durante o período pesquisado.

Mesmo após o início das obras do programa, em seu primeiro ano de substituição de redes, o número de vazamentos teve um acréscimo de 301 ocorrências de 2009 para 2010. Somente após a taxa de substituição de redes atingir aproximadamente 15%, é que se torna possível perceber os efeitos desta no número de ocorrências de vazamentos anuais, que entra em declínio, passando para 2650 em 2012, uma média de 3,48 vazamentos por km.

É possível observar que a medida que a substituição de redes avança, o número de ocorrências de vazamentos anuais diminui, chegando a 781 vazamentos em 2017, seu melhor resultado, representando uma média de 0,90 vazamentos por km de rede de distribuição.

Pode-se observar que o número de vazamentos anuais teve seus melhores resultados a partir do ano de 2015, onde passou a apresentar números inferiores as 2 mil ocorrências e a taxa de substituição de redes superou os 30%.

Do início do programa em 2009 até 2017, a Taxa de Substituição chegou a 40%, enquanto a redução do número de vazamentos chegou a aproximadamente 77% se considerarmos o seu pior e seu melhor resultado. O que reforça a teoria de que o número de vazamentos está diretamente ligado a deterioração das tubulações de redes de distribuição de água.

Ao comparar os dois gráficos, é possível observar que os dois indicadores apresentavam números expressivos no início do período estudado e ambos tiveram seus piores resultados no ano de 2010. O ano de 2011, quando a Taxa de Substituição de redes superou os 10%, foi onde os dois indicadores entraram em declínio, sendo mais perceptível esta queda no ano de 2012, após a taxa de substituição atingir os 15%.

No entanto, a quantidade de ocorrências de vazamentos anuais teve uma redução mais significativa, apresentando uma redução de 77% em seu melhor resultado, enquanto o Índice de Perdas apresentou uma redução de aproximadamente 15% e manteve-se estável a partir de 2015.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi traçado como objetivo específico verificar o impacto operacional através da observação do indicador de perda de água tratada e da quantidade de vazamentos anuais, antes e depois da substituição das redes de distribuição de água, a fim de avaliar os resultados obtidos e confirmar a eficiência da política de substituição de redes de água.

Com base na análise de dados dos indicadores de desempenho utilizados para a pesquisa, a fim de avaliar a eficiência do programa de substituição de redes de distribuição de água da cidade de Novo Hamburgo, pode-se dizer que este mostrou-se eficiente tanto para a redução no Indicador de Perdas, quanto para a queda no número de vazamentos anuais.

O impacto da substituição de redes no Indicador de Perdas atingiu 14,91% de redução, servindo para colocar o município de Novo Hamburgo próximo aos melhores Indicadores de Perdas nacional. É possível concluir que a taxa de perdas de água não está somente relacionada a perdas operacionais de manutenção de redes, pois ela pode estar relacionada a outras causas, como as ligações clandestinas e por dificuldades relacionadas à gestão (erros de medição, fraudes, entre outros).

Em relação ao número de ocorrências de vazamentos, o programa de substituição de redes de distribuição de água implantado apresentou um impacto muito positivo na redução deste, sendo no ano de 2007, 2803 ocorrências e média de 3,98 vazamentos por km e no ano de 2017 estes números foram reduzidos a 781 ocorrências, com média de 0,90 vazamentos por km de rede de distribuição.

Pode-se dizer que a deterioração dos sistemas de distribuição de água e suas consequências são as principais causas de aumento dos custos operacionais de manutenção e contribuem para o aumento do índice de perdas de água. Além disto, as manutenções constantes, na maioria dos casos, não corrigem o problema, apenas o mantêm sob controle parcial.

A melhor alternativa de agir nessas condições é a substituição das redes em idades elevadas, atuando na causa dos problemas e não somente nas consequências. Também é uma oportunidade para a correção de diversos

problemas estruturais simultaneamente e de modernização do sistema de distribuição.

## REFERÊNCIAS

ALAMBERT JÚNIOR, N. **Manual prático de tubulações para abastecimento de água**: informações práticas e indispensáveis para projetos, obras e manutenções. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

ALMEIDA, A. T. de.; CAVALCANTE, C. A. V.; MORAIS, D. C. **Priorização de Áreas de Controle de Perdas em Redes de Distribuição de Água**. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2008.

BÁGGIO, Mário Augusto. **Gestão de Perdas de Água é pauta de reunião com empresas de saneamento do RS**. 2015.

BRANDÃO, R. G., **Estudo de viabilidade da utilização de PVC, PEX e PPR em empreendimentos multifamiliares**. 2010. 116f. Trabalho de Conclusão de Graduação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. **Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providencias. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 de janeiro de 2007. Disponível em: <[HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)>. Acesso em: 06 set. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.:il. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>>. Acesso em: 06 set. 2018.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A importância da água**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 23 set. 2018.

BRASTUBO QUÍMICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. **Manual técnico de Polietileno**. São Vicente, 2014.

BRITO, Paulo. **Economia Brasileira – Planos Econômicos e Políticas Econômicas Básicas**. São Paulo, 2004.

BROCHETTO, Viviane. **Perdas de água e gerenciamento de sistemas de abastecimento**: Um estudo de caso no município de Caxias do Sul. Porto Alegre, 2015.

CAVALCANTI, Mônica Maria de Arruda. **Avaliação de Políticas Públicas e Programas Governamentais (2008)**. Disponível em: <<http://www.socialiris.org.br>>. Acesso em: 05 fev. 2019.



COHEN, Ernesto; FRANCO, Rolando. **Avaliação de Projetos Sociais**. Petrópolis – RJ, 1993.

COMUSA. **A Comusa**. 2018. Disponível em: <<http://www.Comusa.rs.gov.br/index.php/institucional/aComusa>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

CORREIA JÚNIOR, Milton; ARNT, Ricardo. O problema não é só a falta de chuva. **Revista Planeta**, n. 497, mai. 2014.

COSTA, Marli M. M. da. **Direito, Cidadania e Políticas Públicas**. Porto Alegre, 2006.

DANNENBERG, Ronan. **Relatório de Atividades 2009/2013**. Novo Hamburgo: 2013.

DURKHEIM, Emile. **Coleção Grandes Cientistas Sociais**. São Paulo, 1978.

DYE, Thomas D. **Understanding Public Policy**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1984.

ENDEAVOR. **5 indicadores de desempenho para medir seu sucesso. 2015**. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/indicadores-de-desempenho/>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

ESGOTO E VIDA. **Dossiê do Saneamento**. 2015. Disponível em: <<http://www.esgotoevida.org.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2019.

FOCCOERP. **O que são indicadores de desempenho e como usá-los em sua empresa**. 2017. Disponível em: <<https://www.foccoerp.com.br/gestao-de-empresas/o-que-sao-indicadores-de-desempenho/>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

GARCEZ, Lucas Nogue. **Elementos de Engenharia Hidráulica**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1969.

GARSKE, Ana. **Relatório de Atividades 2013/2016**. Novo Hamburgo: 2016.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**, v. 35, n. 2, p.57-63, mar./abr. 1995. Disponível em: <<http://rae.fgv.br/rae/vol35-num2-1995/introducao-pesquisa-qualitativa-suas-possibilidades>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

GOLLO, Vanderlei; SILVA, Tarcísio P. da. Eficiência no desempenho econômico financeiro de cooperativas de crédito brasileiras. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 9, n. 25, p. 43-55, 2015.

GOMES, Heber Pimentel. **Eficiência hidráulica e energética em saneamento: Análise Econômica de Projetos**. 2. Ed. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009.

GRASSI, M. T. Águas do planeta Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, p. 31-40, mai. 2001. Edição especial.

GUERRA, V. S. S. Experiências de Agenda 21 no mundo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EXPERIÊNCIAS DE AGENDAS 21: OS DESAFIOS DO NOSSO TEMPO, 2009, Ponta Grossa. **Anais...** Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2009.

JORNAL NH. **Renovação de redes de água de Novo Hamburgo vai custar R\$36 milhões.** Disponível em: <[https://www.jornalnh.com.br/\\_conteudo/2017/06/noticias/regiao/2125596-r-36-milhoes-para-substituir-redes-antigas-de-agua.html](https://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2017/06/noticias/regiao/2125596-r-36-milhoes-para-substituir-redes-antigas-de-agua.html)>. Acesso em: 05 set. 2018.

KURODA, E. K.; PÁDUA, V. L. de. Tubulações e acessórios. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. p. 683-740.

LANDI, F.R. **A Evolução Histórica das Instalações Hidráulicas**. São Paulo, 1993.

LEITE JÚNIOR, Alcides Domingues. **Desenvolvimento e mudanças no estado brasileiro**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2009.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2003.

MIRANDA, Ernani Ciríaco de. **É necessário adotar um modelo sustentável de gestão de perdas. Saneamento Para Todos – Guarulhos uma experiência inédita na gestão de perdas de água**. Brasília, 2005.

MIRANDA, Ernani Ciríaco de; KOIDE, Sérgio. Indicadores de perdas de água: O que, de fato, eles indicam? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville/SC. **Anais...** Joinville, Brasil: ABES, 2003.

MISAWA, T. **Tubulação Utilizada em Sistema de Abastecimento de Água**. CETESB, São Paulo, 1975.

MYABCM. **O que é eficiência operacional e por que ela é importante? 2016.** Disponível em: <<https://www.myabcm.com/pt-br/blog-post/o-que-e-eficiencia-operacional/>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

NOVO HAMBURGO. **Lei Municipal nº 184 de 20 de Dezembro de 1989**. Autoriza ao Executivo Municipal constituir uma sociedade anônima de economia mista, denominada Companhia Municipal de Saneamento, subscrevendo parcela de capital, bem como conceder ou permitir a exploração dos Serviços Públicos municipais de abastecimento de água potável e de esgoto cloacal, e dá outras providências. Novo Hamburgo, 1989. Disponível em: <[https://sapl.camaranh.rs.gov.br/media/sapl/public/norma\\_juridica/3173/3173\\_texto\\_in\\_tegral.pdf](https://sapl.camaranh.rs.gov.br/media/sapl/public/norma_juridica/3173/3173_texto_in_tegral.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2019.

NOVO HAMBURGO. **Programa de Substituição de Redes avança no bairro Ideal**. Disponível em: <<https://novohamburgo.rs.gov.br/noticia/programa-substituicao-redes-avanca-bairro-ideal>>. Acesso em: 05 set. 2018.

NUNES, L.R., RODOLFO JR., A., ORMANJI, W., **Tecnologia do PVC**. 2ª Edição, Braskem, 2006.

OLIVEIRA, Abelardo de. Novo espaço para a apresentação de ideias criativas. **Saneamento Para Todos - Guarulhos uma experiência inédita na gestão de perdas de água**, n. 1, p.3-4, set. 2005.

ORELLANA, Alex. **Contribuição ao estudo do planejamento de reabilitação de redes de distribuição de água**. Campinas, SP, 2011.

PAIVA, Clarice Amaral. **Políticas públicas e sua aplicabilidade pelo terceiro setor. Socialter**. 2002. Disponível em: <<http://www.socialtec.org.br>>. Acesso em: 12 out. 2018.

PETERS, B.G. **American Public Policy**. Chatham, N.J.: Chatham House, 1986.

RITA, Cleyton de O.; SORATO, Kátia A. D. L.; HEIN, Nelson. Análise envoltória de dados para avaliação da eficiência financeira dos cursos de graduação de uma IES comunitária. **Revista GUAL**, Florianópolis, SC, 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Gestão da água**. 2. ed. Cuiabá, 2015.

SEGALA, Mariana. **Especial Água: A escassez de um recurso abundante na natureza**. Guia Exame de Sustentabilidade. 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/guia-de-sustentabilidade/arquivo/2012/>>. Acesso em: 06 set. 2018.

SOUZA, Cezarina Maria N.; FREITAS, Carlos M. de; MORAES, Luiz Roberto. Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, n. 4, p. 371-379, out/dez 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n4/a03v12n4.pdf>>. Acesso em 07 set. 2018.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

TRATA BRASIL. **Situação do saneamento no Brasil**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 21 set. 2018.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2006.

VENTURINI, M. A. A. G. **Metodologia de análise e decisão multicriterial para reabilitação de sistemas de abastecimento de água**. 2003. 259 f. Tese (Doutorado) Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, 2003.

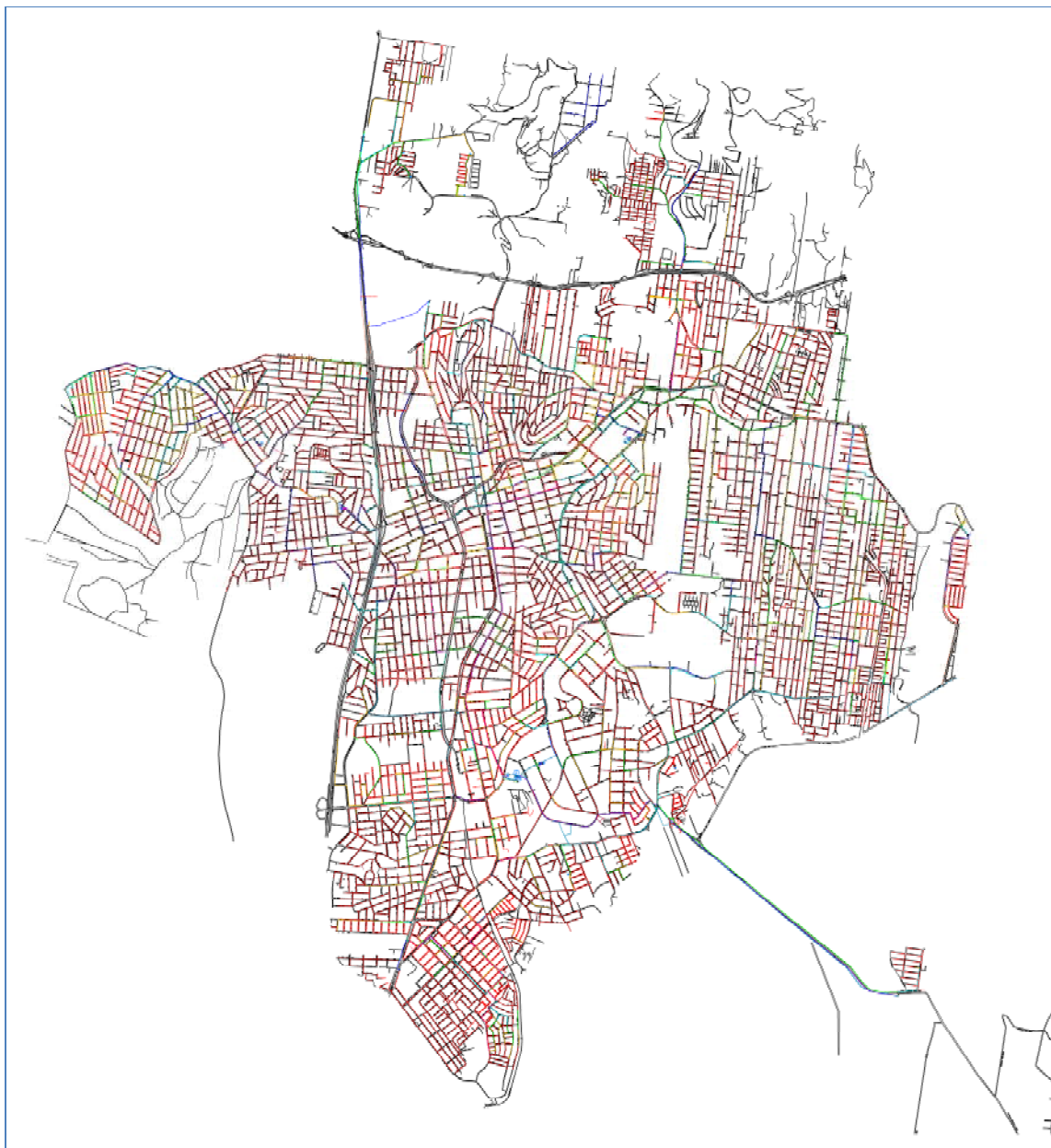
WINTER, O. A Terra é azul! **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 47, n. 280, 2011. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/280/a-terra-e-azul>>. Acesso em: 18 set. 2018.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis : Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília] : CAPES : UAB, 2009.

ZANTA, Viviana Maria (coord.). **Abastecimento de água**: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: guia do profissional em treinamento: nível 2. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador: ReCESA, 2008.

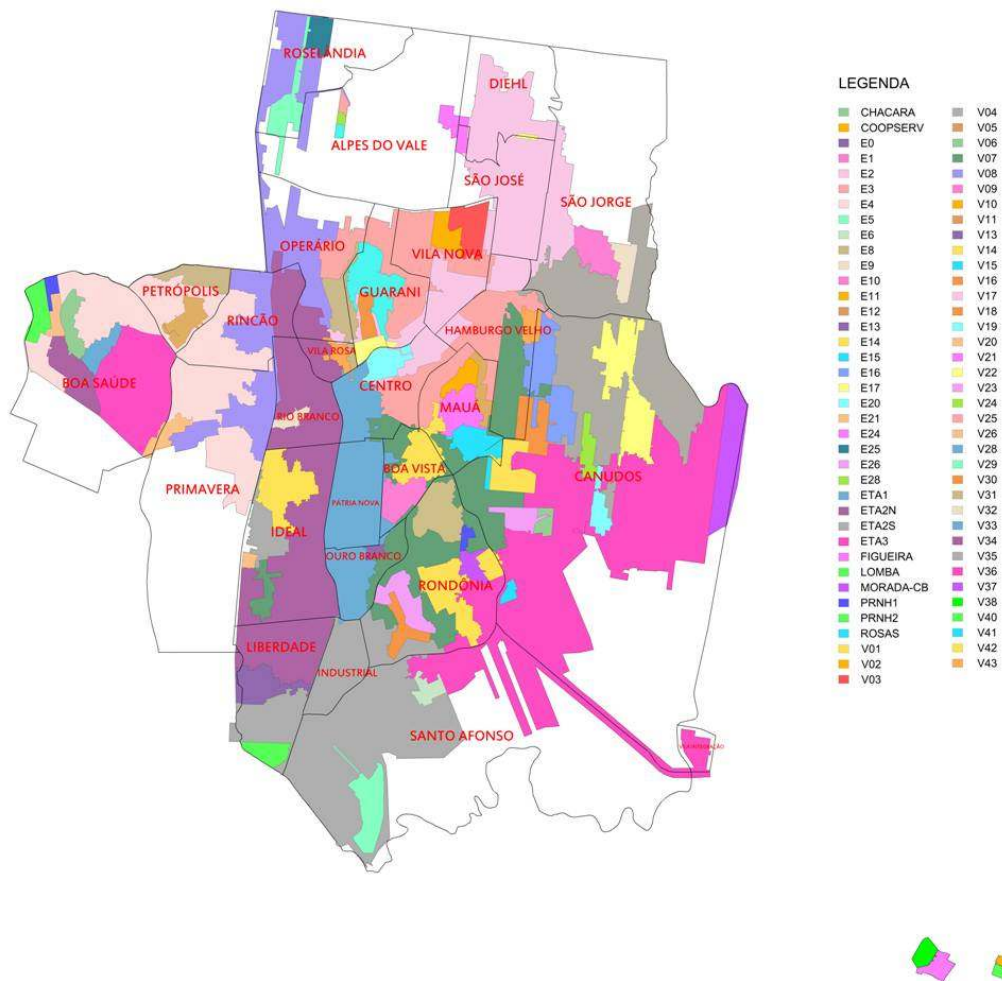
**ANEXOS**

## ANEXO 1 – Cadastro digital do sistema de distribuição



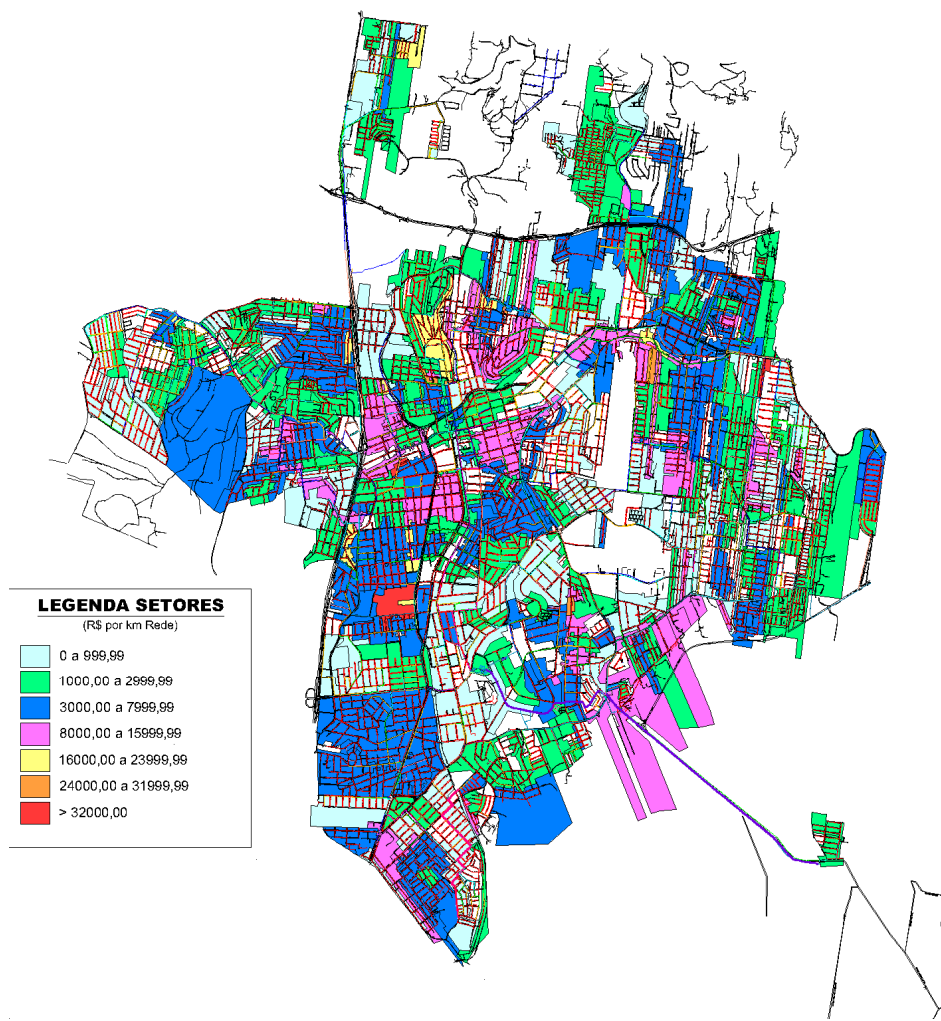
Fonte: COMUSA (2019)

ANEXO 2 – Subsistemas de distribuição



Fonte: COMUSA (2019)

## ANEXO 3 – Manutenção das redes no ano 2016



Fonte: COMUSA (2019)