

## **Geogerenciamento e Ganho de Eficiência em Recursos Hídricos**

**Cristiane Brandão dos Santo<sup>(1)</sup>**

Mestranda em Gestão e Regulação de Recurso Hídricos - UNESP-Ilha Solteira, Pós-graduada em Controladoria – Mackenzie, Graduada em Geoprocessamento – FATEC Jacareí, Graduada em Ciências Econômicas e Contábeis - FECAP, licenciada em Formação Pedagógica – UNIBAN.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Antônio Armando Justiça, 874 – Parque Rodrigo Barreto - Arujá – São Paulo - CEP: 07417-325 - Brasil- Tel.: +55 (11) 37542676 - e-mail: santos.cris18986@gmail.com, brandao.santos@unesp.br.

### **RESUMO**

Para empresas de abastecimento e seus distritos pitométricos, água é mais que um bem escasso e precioso. São economias do negócio traduzido em volume, consumo, perdas e faturamento. A palavra de ordem é conhecer o território, fazer uso de ferramentas tecnológicas. Prever, analisar, avaliar e propor soluções adequadas que elimine perdas e viabilize a maximização dos resultados, contrapondo com equilíbrio do ecossistema. No contexto cartográfico, os objetivos gerais do estudo e pesquisa são os cenários da espacialização territorial das 24 áreas de atendimento (exemplificado em duas áreas urbanas em Jacareí – São Paulo), o arranjo da rede de distribuição de água, a visualização das faixas de consumo as perdas. O mapeamento iniciou-se pela imagem de satélite, passou pela geocodificação das economias (hidrômetros), seguiu-se pelo cruzamento de áreas ambientais, os endereços, o uso da estatística para identificar o papel das variáveis do controle financeiro e, assim como, apresentar o potencial do faturamento espacializado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento, Perdas, Recursos Hídricos.

### **INTRODUÇÃO**

A sociedade brasileira no processo de exploração dos recursos naturais, ao longo do tempo, tem influenciado nas características ambientais do território e, conseqüentemente, no equilíbrio do ecossistema. Ao mesmo tempo, que busca atender suas necessidades básicas conforme a Constituição Federal de 1988, pautadas em relação a alguns princípios fundamentais, dos direitos sociais, da União, dos Estados Federados e dos Municípios: os artigos I - inciso III - a dignidade da pessoa humana; VI -são direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados; XXVI – inciso II - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União; inciso II - as áreas, nas ilhas oceânicas e costeiras, que estiverem no seu domínio, excluídas aquelas sob domínio da União, Municípios ou terceiros; inciso III - as ilhas fluviais e lacustres não pertencentes à União; XXX - inciso VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano; e inciso II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber<sup>1</sup>.

As primeiras leis de regulação do Sistema de Saneamento Básico como a lei 9.433/97 não distingue o termo água e de recursos hídricos, no entanto, favoreceu um novo modelo de gestão através da implantação do comitê da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2006). A distinção entre recursos hídricos nos serviços de saneamento básico transcorre no artigo 4 da lei 11.445/2007, que define o sistema de abastecimento público de água da seguinte forma: constitui-se no conjunto de obras, nas quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial, entre outros.

Nesse sentido, o processo de planejamento às cidades são primordiais com a participação, a discussão e a execução do pacto, do panorama e da consulta pública para estabelecer desenvolvimento socioeconômico, considerando as águas superficiais e subterrâneas, as normativas internacionais, a lei de política urbana local, a relação com as questões da Saúde, da modalidade dos resíduos sólidos e a outorga dos serviços de saneamento básico cedida aos municípios através de empresas públicas, parcerias públicas e privadas, ou privadas.

O marco regulatório transformado na Lei Ordinária 14026/2020 propõe facilitar a privatização de estatais do setor de saneamento básico. Em controvérsia, os posicionamentos anunciam a inviabilidade do abastecimento de locais afastados das macrorregiões e subdesenvolvidos – a denominada universalização -, em virtude do

<sup>1</sup> Preâmbulo, Senado Federal, 2017.

item na lei que retira o subsídio, ou seja, áreas com receita pública maior financiam a expansão dos serviços em outras cidades menores e periféricas (Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico, 2019). Outro ponto observado pelos representantes dos municípios é a livre condições para estabelecer o modelo de regionalização aos Estados e União sem consulta as autoridades locais. (Frente Nacional de Prefeitos, 2019).

Fato é a precariedade ou a não totalidade de atendimentos desses serviços seja em distribuição de água ou em coleta de esgoto em diferentes regiões, que impactam na saúde pública relacionada a mortalidade infantil e condições socioeconômicas da população (IBGE, 2008). Situação impulsionada pelo crescimento demográfico, a industrialização de grandes centros urbanos, a não aplicação de políticas públicas e investimentos no setor sanitário do país. Em observância ao papel da empresa pública, o advento da crise hídrica entre os anos de 2014 e 2016, reforçam a necessidade por uso de novas tecnologias para “Geogerenciar” – conhecer o território.

O modelo deste estudo, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí - SAAE, localizado na região do Vale do Paraíba e abastecido pelo o Rio Paraíba do Sul, a contar da nascente Paraitinga, que percorre 180 municípios perfazendo aproximadamente 1.150 km (Prianti Junior, 2009), no rastreo por eficiência em suas operações de serviços, comprometimento com a transparência nas informações e cumprimentos já preestabelecido no Marco Legal do Saneamento Básico, a empresa pública contribui para os objetivos do trabalho com amostras do faturamento de duas economias ao longo do período de 2019 para análise. Um dos distritos pitométricos têm os dados apresentado parcialmente e o outro totalmente, respectivamente da região Norte como DP05 e da região Leste como DP24 do município de Jacareí.

Os diagnósticos da avaliação do sistema nacional de informações sobre o saneamento, os aspectos de metodológicos de um sistema de abastecimento de água composto por mananciais, captação, adução, estação elevatória, tratamento, reservação e rede de distribuição, por exemplo, são intrinsecamente observados em metodologias preestabelecidas dos indicadores econômico-financeiros e administrativos, além dos indicadores operacionais de água, para controle e acompanhamento da qualidade da prestação de serviços nesse sistema – o faturamento é uma fração dessa avaliação.

Nesse caso, o conceito “Geogerenciamento” tem a missão de gerir os recursos hídricos num novo redesenho do negócio. A partir da combinação ou a importância do trajeto que percorre a distribuição de água aos consumidores – do bombeamento ao hidrômetro dos clientes – isso, perfaz compatibilizar os custos e os preços do negócio considerando o balanço hídrico (volume de água extraído em relação ao consumido dessa riqueza). Por outro lado, o levantamento de informações primárias, definindo a diferença entre os tipos de perdas, podem confirmar o potencial de volume a captar pela operadora, remodelando políticas operacionais para atender por completo a população local.

## **OBJETIVO**

A pesquisa tem como objetivo fazer uma reflexão sobre o que dizem os dados: apresentar o setor de saneamento por meio da estrutura de uma operadora; demonstrar as variáveis de perdas da água; mensurar a produtividade do negócio; mensurar a expansão territorial das redes de distribuição desse sistema espacializada; manipular uma amostra de informação para quantificá-los e qualificá-los no uso; e navegar em cenários hídricos a título de potencializar o território.

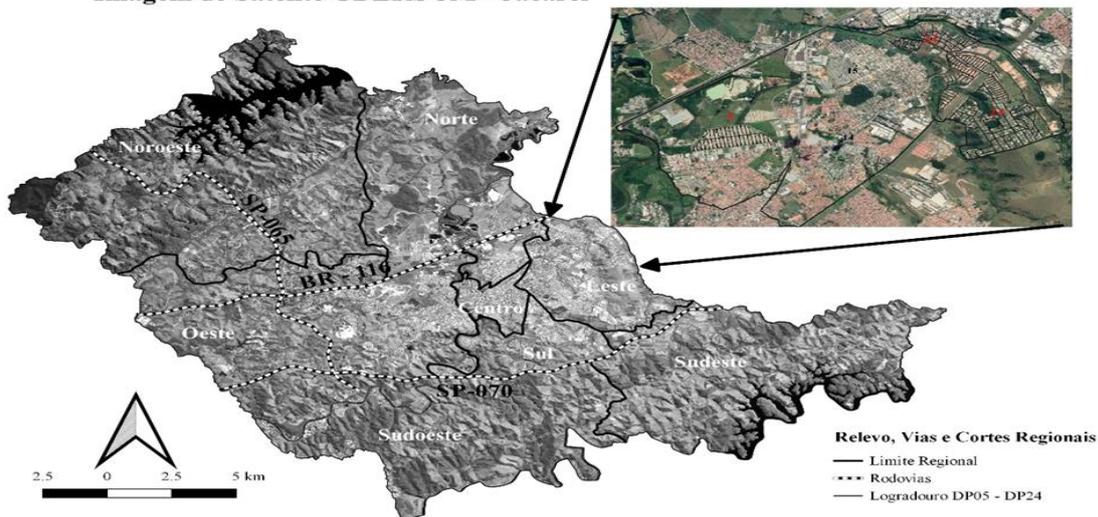
## **METODOLOGIA UTILIZADA**

A princípio apresentando a cidade de Jacareí observa-se dois territórios, distritos pitométricos com limite geográfico arbitrado de 21.806 km entre a região norte e leste no sistema de referência de coordenadas EPSG 31983, SIRGAS 2000, UTM zona 23 Sul e na escala de 1:100.000, visualizado no raster de 5 metros de resolução (CBERS 4 PAN). Configura-se os aspectos:

- Bairro dos Sinos – pertence ao DP05 (distritos pitométricos), área de 12.714 metros com o perímetro total de 3.967.79 m<sup>2</sup> totais, sendo que a parcela em estudo perfaz uma área de 453.667 m<sup>2</sup> dentro de um perímetro 3.089 metros, e possui coordenadas aproximadas de latitude e longitude aproximadamente -23.279 e -45.961;
- Conjunto Colinas Vale, Parque Residencial Santa Paula e Parque Mirante do Vale – ambos denominados DP 24 Santa Paula, perfazem uma área total de 2.497.507 m<sup>2</sup> num perímetro de 7.713 metros, entre as coordenadas de latitudes e longitudes de -23.271 e -45.929, -23.263 e -45.9128, -23.279, -45.920;
- Rio Comprido – área com loteamento irregular apurada no DP24, com área 551.511m<sup>2</sup> e perímetro de 4.449 metros, nas coordenadas de latitude de -23.260 e -45.931.

A estrutura de operação da empresa do sistema de saneamento básico no local totaliza 170 estações entre captação, distribuição, tratamento e coleta de água e esgoto. Computados nos itens bairros, consumo e volume.

**Imagem de Satélite CBERS 5M - Jacareí**



**Figura 1: Área de Estudo.**

**Infraestrutura**

Reservatórios	Estações de Elevatórias de Água	Estações de Tratamento de Água	Unidades Compactas de Tratamento de Água	Poços Profundos	Estações de Elevatórias de Esgoto	Estações de Tratamento de Esgoto (*)
71	27	2	3	14	48	5

(\*) Bandeira Branca, ETE Villa Branca, ETE Parque Meia-Lua, ETE São Silvestre, ETE Conjunto 22 de Abril  
Fonte: SAAE Jacareí, site em acesso 15.08.20

**Recursos Hídricos**

Economias Totais	Bairros Totais	Extensão (km <sup>2</sup> )	Consumo Medido (m <sup>3</sup> )	Média Consumo Medido (m <sup>3</sup> )	Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	Média Volume Faturado (m <sup>3</sup> )	Média Consumo (m <sup>3</sup> )	Média da Média Consumo (m <sup>3</sup> )
80.793	149	799,85	1132811	14,02	1220415	16,41	1079228	13,36

Dados: Faturamento/2019 - SAAE Jacareí  
Fonte: autor

**Figura 2 - Distribuição dos Recursos Hídricos e Saneamento.**

No período apurado, com o auxílio de outra ferramenta exclusiva para tabelamento, cálculos e gráficos, entre as situações operacionais de ligados, inativos e desligados, o número total das economias ativas são de 80.793 (figura 3).

Situação Hidrômetros	Ligados	Potencial (pendentes)	Factível (pendentes ou não faturados)	Inativos
Consumidores /	73653	4899	2174	67

Dados: Faturamento/2019 - SAAE Jacareí  
Fonte: autor

**Figura 3 – Classificação Pitométrica**

Um aspecto pesquisado são os valores aplicados para a distribuição da água, esgoto e serviços, de acordo com a figura 3, que mostra claramente a perda do faturamento - o chamado valor residual (figura 4). Outro fator é o potencial econômico que está representado na figura 4, na qual o controle de faturamento da empresa com os distritos pitométricos aliados aos componentes demonstram o solo – imagem de satélite LANDSAT com resolução 30 metros -, e expõe no mapeamento a técnica da composição “falsa-cor” (estilo). A proposta é sintetizar uma série de valores de mesma natureza e variação global em relação ao reconhecimento da ocupação e divisão do solo.



<b>Economias Gerais</b>	<b>Economias Ativas</b>	<b>Economias Inativas *</b>	<b>Esgotos</b>	Valor Água (R\$/m <sup>3</sup> )	Média Valor Água (R\$/m <sup>3</sup> )	Valor Esgoto (R\$/m <sup>3</sup> )	Média Valor Esgoto (R\$/m <sup>3</sup> )	Valor Serviço (R\$/m <sup>3</sup> )	Média Valor Serviço (R\$/m <sup>3</sup> )
80793	73764	6567	462	4657825,5	63,15	3822488,53	51,82	447706,51	6,06
Valor Total Faturado Geral (R\$/m <sup>3</sup> ) **	Valor Créditos Gerais	Valor Total Serviços (R\$/m <sup>3</sup> )	Valor Total Faturado Residual (R\$/m <sup>3</sup> )						
9182465,33	-31358,62	8928020,54	223086,17						

(\*) Considera os "nulls" do Valor total Faturado. (\*\*) Dif. VI. Esgoto e Serviço  
Dados: Faturamento Dez/2019 - SAAE Jacareí  
Fonte: autor

**Figura 4 – Economias x Valores de Consumo – Geral**

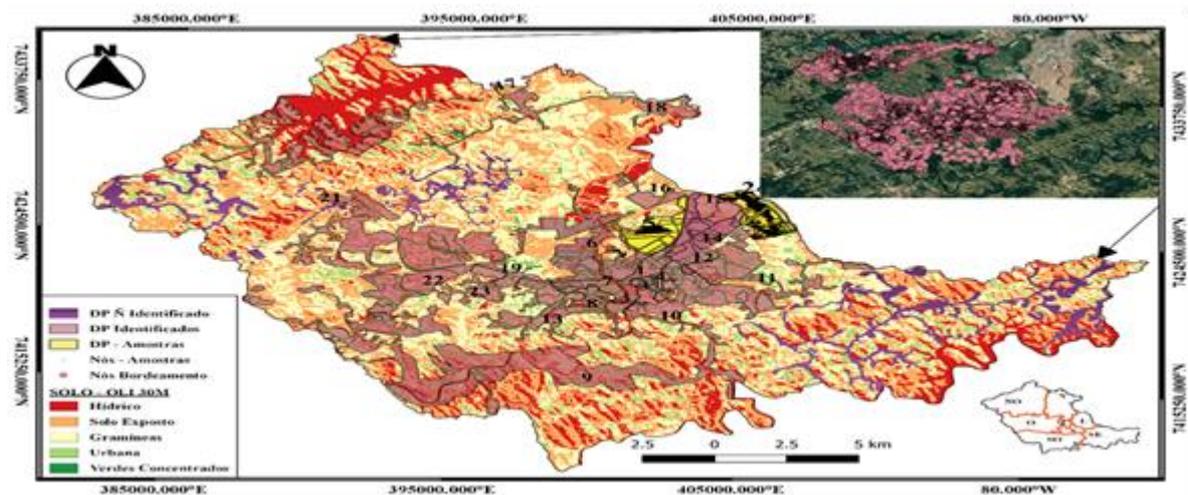
A projeção topológica de todos os distritos pitométricos, que expõem as intersecções entre arcos – os nós se traduz em 18726 nós das 274 feições poligonais (DP's), realizada na ferramenta QGIS como rastreamento das 24 divisões pitométricas, além da visualização dos objetos (categorias em áreas), que representam o potencial expandido da arrecadação do faturamento (figura 5 e 6).

<b>DP</b>	<b>Valor médio da Água</b>	<b>Tx. Crescimento Geométrico* (média anual)</b>	<b>Nós DPs</b>	<b>Incremento Acumulativo Geométrico por borda</b>
Dez/2019 - Geral	63,15	0,77	18726	R\$ 910.561,11
DP 05_S	43,97	0,77	974	R\$ 32.976,62
DP24	53,35	0,77	2788	R\$ 114.529,65

Dado: Seade/ 2020

Fonte: autor

**Figura 5 – Projeção Financeira por Incremento Espacial**



**Figura 6 – Solos e Distritos Pitométricos – SAAE Jacareí**

A metodologia adotada para o desenvolvimento dos trabalhos de estudo, pesquisa e aplicação foram a pesquisa bibliográfica, a pesquisa de campo, as videoaulas para teste e uso dos softwares com linguagens específicas como SQL, Python da aplicação QGIS – versões 2.18, 3.4 e 3.6, RStudio – versões 3.6.2 e 4.0.1 (opensource) e uso da subscrição de arquivos de arquitetura (extensão DWG), que auxiliaram retratar a fonte para as perdas aparentes. Na extensão da pesquisa de campo foram realizados os seguintes encaminhamentos: a construção de um “check-list” à operadora do saneamento básico, relativo ao funcionamento do negócio para entendimento do fluxo de informações e uso dos dados; e entrevistas com os responsáveis pela área de Geoprocessamento da Sabesp e a Nexus (GeoSan) para esclarecer abordagens do setor de recursos hídricos.

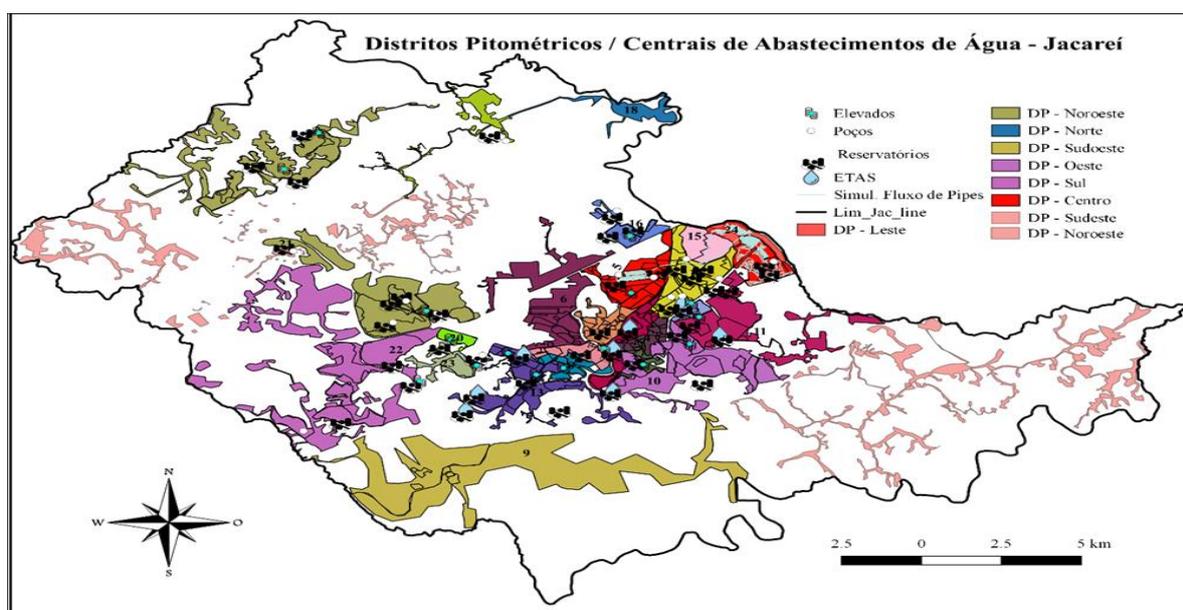
Por sua vez, o uso dos dispositivos “plugins” como WaterGis (Epanet) e Networks, no intuito de verificar as perdas físicas (reais), aquelas vistas por pressão e vazões nas tubulações e requer dados técnicos do setor hidráulico, que se registraram a alguns testes na proposta da pesquisa por falta do diagnóstico dos erros de medição, erros de ligação, fraudes ou desvios clandestinos relatados à operadora. Outras informações não obtidas, que delimitou o escopo na tentativa de simular os dados no ambiente hidráulico, foram: a capacidade de produção (litro por segundos e m3); a potência instalada das estações dos reservatórios, dos poços (KW e

CV); a altura (elevação) das estruturas; e as pressões estáticas estimada para as tubulações com os pontos de conexões da rede de água e os pontos das válvulas que retém o fluxo das tubulações.

## RESULTADOS OBTIDOS

Entre os resultados obtidos de avaliar as economias dos distrito pitométricos, como um todo, inserir um método de projeção monetária com base geográfica, constam os cenários construídos a partir das seguintes etapas:

Etapa 1: A investigação e mensuração dos dados no sensoriamento remoto baseou-se na captura de imagens com resolução de 5, 10, 20 e 30 metros, respectivamente, dos satélites CBERS e LANDSAT do banco de dados do INPE para identificação do uso e ocupação do solo, em especial os aspectos urbanos. “Os dados de sensoriamento remoto são atualmente críticos para a modelagem de processos naturais (mudanças climáticas, eutrofização, desertificação, desastres naturais etc.) ou causados pelo homem nos casos de desflorestamento, poluição, expansão urbana, deslizamentos, entre outros” (Souza, 2010). A técnica de compor cores no raster facilitou na visualização da distribuição entre área urbana e rural. E, também, confrontado com a ferramenta Google Earth Pro (software) com suas diversas visualizações de satélites e posicionamento tridimensional possibilitou a formação do logradouro da área irregular ou não oficializada do Rio Comprido, que é muito populada, no entanto, parcialmente atendida no extremo leste pelo sistema de água (figura 7).

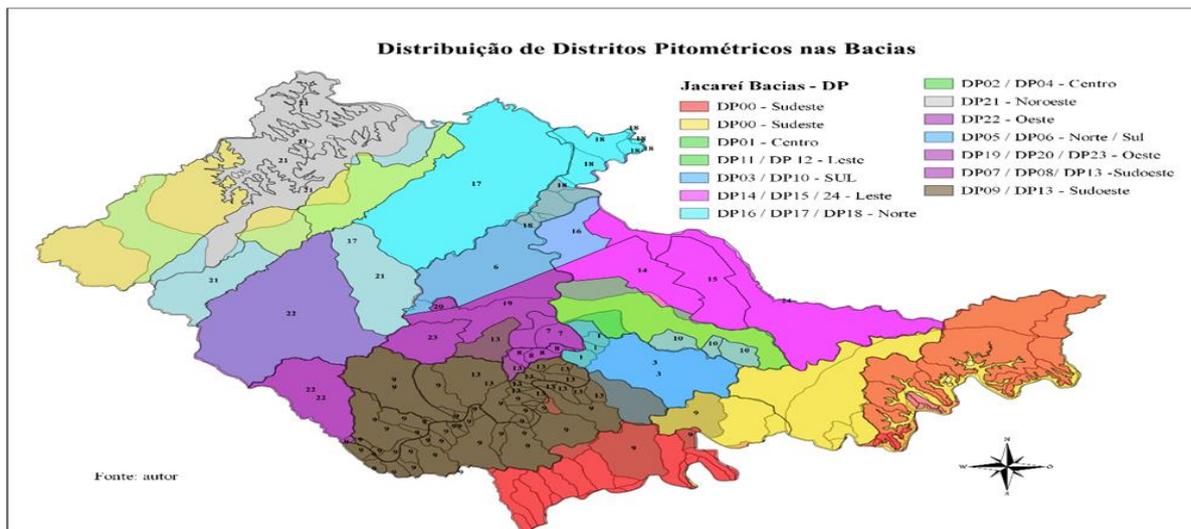


**Figura 7 – Recursos Hídricos – SAAE Jacareí**

Etapa 2: A manipulação dos dados em Sistemas de Informação Geográfica a elaboração e criação dos mapas correspondem a captação, distribuição e uso da água. Para isso, foram utilizados dados da Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria do Planejamento com dados de lotes, áreas de mananciais e bacias, além do mapa pitométrico cedido em arquivo de extensão \*.dwg e \*.pdf.

Na impossibilidade do uso do software AUTOCAD, os arquivos \*.dwg com suas séries de hachuras teria como opção de leitura e compilação dos dados o pacote Geopackge no QGIS, devido ao tamanho não houve suporte na subscrição do processamento. O mapa pitométrico, por exemplo, foi desenhado com inferência nos dados vetoriais atribuídos ao QGIS para a construção de cada polígono, observando estabelecimentos locais no trajeto e a formação do mapa SAAE Jacareí sobre os 24 distritos pitométricos.

Os arquivos shapefiles (\*.shp) concedidos sobre a formação das bacias e microbacias, lotes, malha viária e divisão censitária do IBGE agregaram na identificação de bairros, na formação dos logradouros e na definição das divisões regionais. Vislumbrando a distribuição de todos os distritos ao longo das camadas de drenagens hidrográficas, fonte de informação para extração e captação. Segundo a pesquisa de campo realizada junto a operadora da água, o volume captado representa 2.700 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) por hora do Rio Paraitinga, bacia hidrográfica Paraíba do Sul, além 300 m<sup>3</sup> de água dos poços outorgados. Observando essa temática foram realizados os cruzamentos das informações geolocalizadas (dado vetorial polígono) com as drenagens em relação aos distritos, conforme figura 8.



**Figura 8 – Espacialização dos Recursos Hídricos sobre Ótica das Bacias Hidrográficas**

Os dados do faturamento no formato \*.xls, em especial, foram arquivos de entrada para processar os dados vetoriais (camada cadastral de endereços). Esses arquivos foram realinhados e limpos de acentuação por representarem caracteres especiais e, também, os dados na linguagem de programação depende da codificação binária (UTF-8 ou ISO-8859-1, respectivamente caracter universal ou latino). Outra percepção de proposta foi a inclusão nos dados origem da divisão dos meses com classificação de estação do ano para análise de comparação temporal na situação de perdas aparentes.

Na ferramenta QGIS os dados foram agrupados por distritos pitométricos do referencial SAAE, por feições, e tratadas na ferramenta da calculadora por interface do uso da linguagem SQL. Para utilização geocodificação foi utilizado MMQGIS através da API do Google (chave para receber lote de coordenadas geográficas de proximidade). Este serviço é limitado para disponibilidade livre, sendo assim, delimitou o número das economias importadas - restrita aos distritos pitométricos DP05 - Sinos e DP24.

Nessa fase tanto a ferramenta Google Earth e Google Maps auxiliaram na verificação das coordenadas que geram os pontos – as denominadas gotas ou economias locais ativas. Segundo Pamboukian (LabGeo UPM, 2005?), “...os erros de georreferenciamento podem ser visuais e na tabela dos pontos de controle identifica-se a diferença entre o deslocamento das latitudes (X) e longitudes (Y) inclusa pelo plugin source de referência pixel e as coordenadas das latitudes (X) e longitudes (Y) de referência UTM”. Desta forma, para os ajustes desse residual considera-se a raiz quadrada destas coordenadas, somadas e radiadas ( $\sqrt{dX^2 + dY^2}$ ) – em busca do quadrado perfeito ou posicionamento adequado.

Etapa 3: As análises dos plugins EPANET e Networks foram impossibilitadas por ausência de dados operacionais como diâmetro e elevação das instalações do “pipes” (tubos), assim como o volume com carga de pressão estimada para item válvulas e nos tanques. Um outro fator de arrufamento foi a não possibilidade da importação da versão shapefile com os dados de pipes, tanks, pumps construídos frente informação coletadas e georreferenciadas no projeto (perímetro DP05-Pq. Dos Sinos e todo o DP24).

No que se refere ao desenho de rotas entre as economias (hidrômetros) não houve levantamento de dados suficientes para traçá-las adequadamente como elevação, tempo e distância percorrida pelo volume de água nas tubulações. Esses dados ajudariam estabelecer a informação de perdas físicas (por vazão e ou pressão). No entanto, o plugin de simulação hidráulica possibilitou a informação do fluxo de direção no experimento de rota alternativa entre as estações de distribuição e tratamento dentro do perímetro da amostra -histograma das quebras – “treliças” da proposta simulação hidráulica dos “pipes” (figura 9). Contudo, todas as fases sofreram ajustes manuais ou de intervenção no processo de produção das informações como revisão nas tabelas de atributos ou readequação das coordenadas.

Etapa 4: No ambiente integrado estatístico a inferência dos cálculos estatísticos para coletar, mensurar e demonstrar as informações do faturamento das “economias” foi conduzida numa plataforma de código aberto e software livre específico para estatística básica e aplicada – denominado RStudio. Os dados trabalhados são as economias, que representam os consumidores ou os hidrômetros ou de forma lúdica as gotas, além do consumo medido, a média de consumo - valor de dado estimado pela empresa -, o volume faturado, o valor da água, o valor do esgoto, entre outros. Além disso, observa-se as variáveis categóricas qualitativas como bairros e a situação dos hidrômetros, e as variáveis categóricas numéricas denominadas categorias divididas em subcategorias, figura 10.

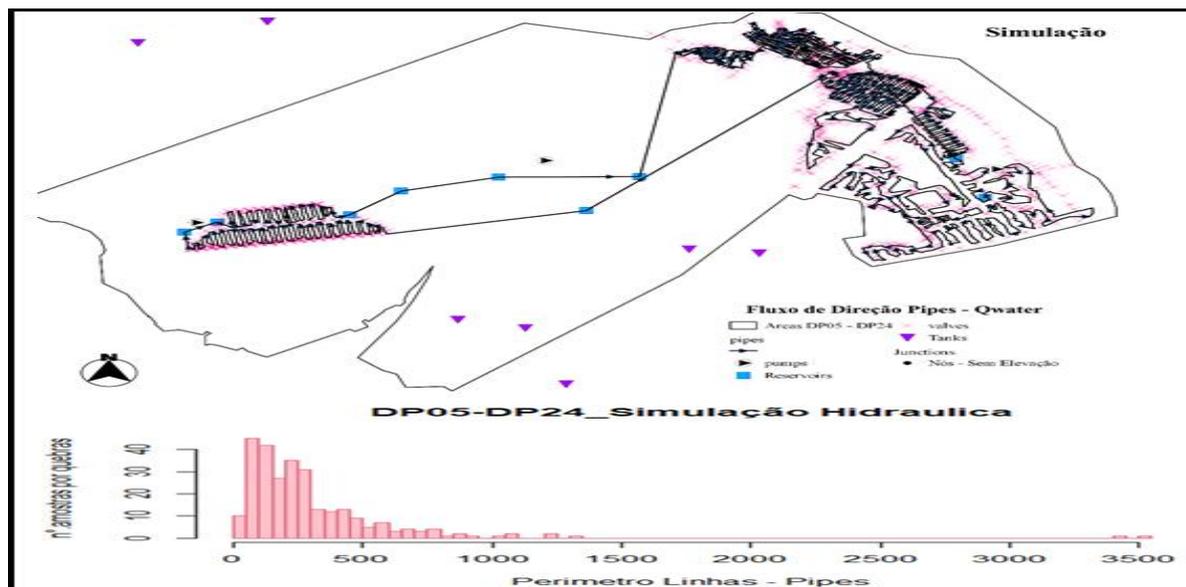


Figura 9 – Fluxo da Direção Hidráulica DP 5 e DP 24

DP	Bairros	Situação Hidrômetros	CATEGORIAS							
			Consumidores	Comercial	Mista	Residencial	Residencial Econômica	Pública	Industrial	Assistenciais
5	PQ DOS SINOS	Desligados	100	38	0	62	0	0	0	0
		Inativos	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ligados	874	46	0	820	5	2	0	1
24	RIO COMPRIDO	Desligados	202	11	3	188	2	0	0	0
		Inativos	1	0	0	1	0	0	0	0
		Ligados	1009	29	15	940	16	4	3	2
24	PQ RES STA PAULA	Desligados	88	12	0	76	0	0	0	0
		Inativos	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ligados	928	23	3	899	1	2	0	0
24	MIRANTE DO VALE II	Desligados	2	0	0	2	0	0	0	0
		Inativos	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ligados	199	0	0	199	0	0	0	0
24	MIRANTE DO VALE I	Desligados	4	0	0	4	0	0	0	0
		Inativos	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ligados	291	0	0	291	0	0	0	0
24	JD VEM VIVER JACAREI	Desligados	1	0	0	1	0	0	0	0
		Inativos	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ligados	63	0	0	63	0	0	0	0

Dados: Faturamento Dez/2019 - SAAE Jacareí  
Fonte: autor

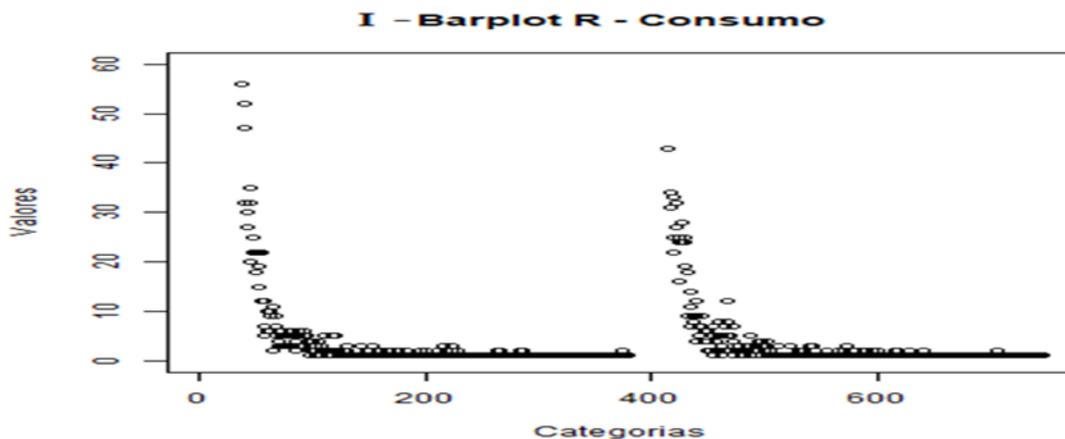
Figura 10 – Bairros x Hidrômetros x Categorias

Neste uso da água, em caráter amostral e descartado a hipótese das perdas reais, algumas variáveis foram manipuladas em cálculos de frequência, média, variância, desvio padrão (tendência central) para estabelecer seu nível ou identificação de dependência ou independência – quadro 6. Nesse sentido: qual é o papel dessas variáveis no conjunto de dados dessa amostra? Somente com esses dados representamos as perdas aparentes?

DP	Bairros	Consumidores	Consumo_	Volume_	Media_	V. agua	V. esgoto	Total (R\$)
		(qt)	Me (qt)	Fat (qt)	Cons (qt)	(R\$)	(R\$)	
24	JD VEM VIVER JACAREI	64	747	941	850	3528,2	3175,52	7525,72
24	MIRANTE DO VALE I	295	6342	6525	6362	27439,45	0	27660,53
24	MIRANTE DO VALE II	201	4886	5030	5001	22359,97	0	22694,4
24	PQ RES STA PAULA	974	12369	14298	11820	47687,64	42687,81	96150
24	RIO COMPRIDO	1212	11957	14552	11370	50166,7	38914,9	99436,04
5	PQ DOS SINOS	1016	8863	11127	8306	38270,65	32574,02	76992,62
	<b>Nós (amostras)</b>	<b>3762</b>	<b>45164</b>	<b>52473</b>	<b>43709</b>	<b>189452,6</b>	<b>117352,25</b>	<b>330459,31</b>

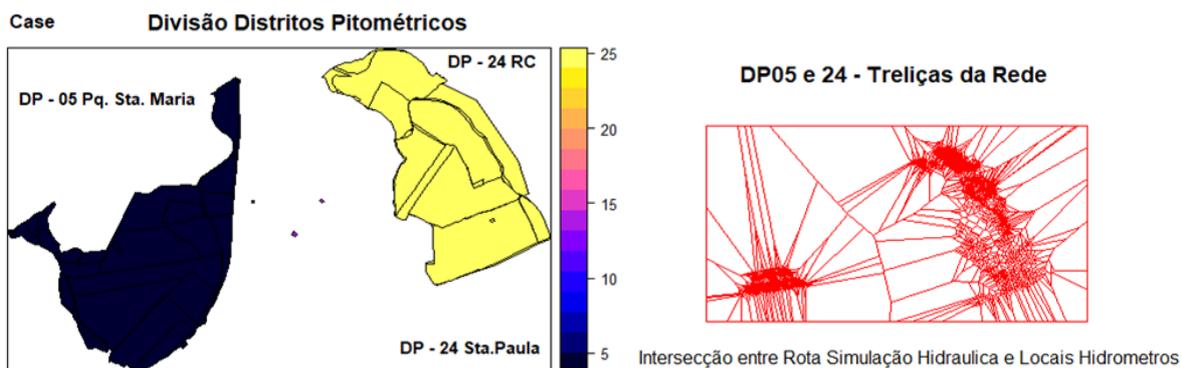
Dados: Fat. Dez/19 SAAE Jacareí - Tabela de Atributos QGIS  
Fonte: autor

**Figura 11 – Consumo (qt/m<sup>3</sup>) e Valores Faturados de Serviços (qt/m<sup>3</sup>)**



**Figura 12 – Inferência entre os valores faturados x categorias**

Os dados de consumo em relação aos valores de serviços faturados, contida numa amostra de 3762 pontos, nos quais as economias totais são de um universo 53.883 consumidores para o DP05, sendo que nesta análise somente o Bairro do Pq. Dos Sinos consta, 90% dos dados pertencem a categoria residencial e o consumo medido está entre o volume 900.622 m<sup>3</sup>. Portanto, no gráfico barplot (figura 12) demonstra que a razão absoluta numa dada frequência entre o uso da água e o consumo medido entre elas são mais compactas ou densas entre as quantidades “categorias (uso)” na faixa de 100 a 500, observando a faixa de consumo medido (m<sup>3</sup>) condensado entre 0 e 10 (m<sup>3</sup>) consumidos. Visto que: a linha zero no eixo “x” pode representar uma perda ou falha na medição ou situações inativas desse consumo medido (m<sup>3</sup>); e a densidade relativa não considera a dimensão da grandeza das variáveis em uma análise proporcional, situação que dificulta a interpretação.



**Figura 13 – Densidade de Pessoas por Km área e Decomposição do Espaço**

Na busca por resposta às perguntas que revelam a necessidade de conhecer a influência das variáveis contidas na tabela de atributos do QGIS, o primeiro teste aplicado no “R” foi o cálculo da densidade dos valores totais do distrito pitométrico 05 (total) - chamado de Pq. Santa Maria -, que compõe o bairro dos Sinos. O redesenho para gerenciar geograficamente o território deve considerar o cenário que, também, compacte a abordagem da forma, posição e atributo em vetor (apontado na figura 13). O método de proximidade por trelças (diagrama de Voronoi) demonstrado pela rede de distribuição de água das amostras selecionadas, apresentou distorção métrica no intervalo que consta os DP 14 e 15 não analisados nesta amostra, entre as DP05 e DP24 em volume geográfico total, e apresenta a decomposição do espaço. Além disso, a aplicação do mapa temático coropleto representa a expectativa de verificar o padrão do espaço geográfico em estudo através da variável estática (contínua) apresentando a densidade demográfica por área (Km).

## DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

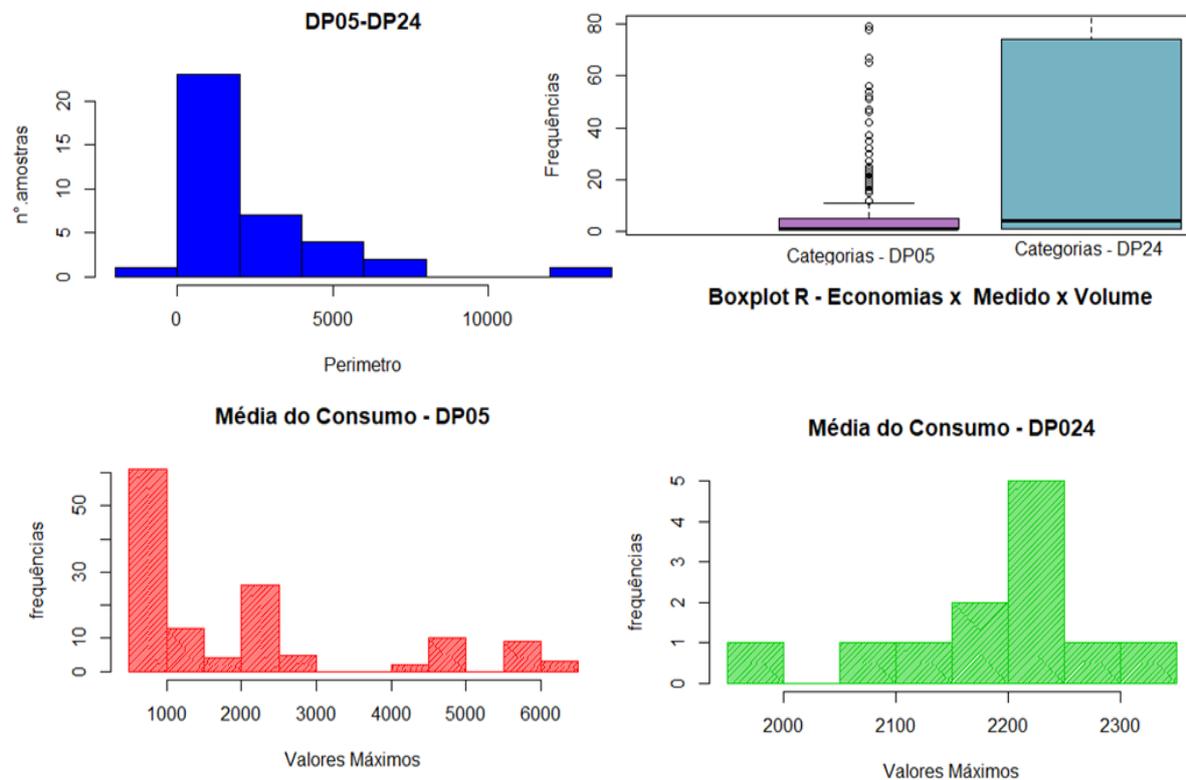
O tema “Recursos hídricos” apresenta profundidade em vastos assuntos diante a sua essencialidade à sociedade, em especial, a quem tem responsabilidade de extrair, captar e distribuir a água para o consumo.

Todavia, diante de tantas abordagens ou observância os itens que demonstram algumas oportunidades ambientais e espacializadas estão na estrutura desse estudo. No contexto apresentado de Geogerenciamento cujo foco percorreu a visão econômica do setor de saneamento básico, especificamente o conceito das perdas aparentes demonstrados no figura 14 e nos gráficos da figura 15. Neste caso, representam a totalidade dos distritos pitométricos 05 e 24 em metro cúbico de água distribuído e o respectivo faturamento médio.

Economias x Bairros - Análise Amostra								
Economias Totais	Bairros Total	Extensão	Consumo	Média	Volume	Média	Média	Média da
			Medido	Consumo	Faturado	Volume	Consumo	Média
		(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )					
(DP05 - Sinos)	7	60,3108	900,62	17,00	858,77	16,00	862,93	16,00
<b>Economias Parcial</b>	<b>Bairro</b>	<b>Extensão</b>	<b>Consumo</b>	<b>Média</b>	<b>Volume</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>	<b>Média da</b>
			Medido	Consumo	Faturado	Volume	Consumo	Média
	(Amostra)	(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )					
(DP05 - Sinos)	1	9,6822	103,85	9,00	129,66	12,00	96,59	9,00
<b>Economias Totais</b>	<b>Bairros Totais</b>	<b>Extensão</b>	<b>Consumo</b>	<b>Média</b>	<b>Volume</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>	<b>Média da</b>
			Medido	Consumo	Faturado	Volume	Consumo	Média
	(Amostra)	(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )					
(DP24)	5	28,0566	443,09	13,00	501,13	15,00	426,74	13,00

Dados: Faturamento Dez/2019 - SAAE Jacarei  
Fonte: autor

**Figura 14 – Economias x Bairros**



**Figura14 – Perímetro x Frequência x Consumo (m<sup>3</sup>)**

Segundo o Instituto Trata Brasil, o ideal é o consumo médio de 10 m<sup>3</sup> (10000.00 litros) e de 6,5 bilhões de água distribuída no Brasil a cada 10 litros, 3,9% representam perdas na distribuição desta água. Nos quadros acima, está relacionado relaciona as variáveis independentes e discretas denominadas “economias” com bairros – variável qualitativa nominal. Assim como, verifica-se a interpretação das informações correlacionadas no histograma da distribuição e frequência das variáveis derivadas como média do consumo (ou consumo medido), ambas em m<sup>3</sup> de água entre valores máximos. E, também, a variável contínua área apresentada por perímetro.



Situação Hidrometros DP05 (amostra)	Ligados	Potencial (pendentes)	Desligados	Inativos
<b>Consumidores / economias</b>	<b>49702</b>	<b>106</b>	<b>3983</b>	<b>92</b>
Situação Hidrometros DP05 / DP24				
Situação Hidrometros DP05 - Sinos (nós)	Ligados	Potencial (pendentes)	Desligados	Inativos
<b>Consumidores</b>	<b>10100</b>	<b>0</b>	<b>1144</b>	<b>13</b>
Situação Hidrometros DP24 (amostra e nós)				
Situação Hidrometros DP24 (amostra e nós)	Ligados	Potencial (pendentes)	Factive! (pendentes ou nã! faturados)	Inativos
<b>Consumidores / economias</b>	<b>25680</b>	<b>7398</b>	<b>384</b>	<b>51</b>

Dados: Faturamento Dez/2019 - SAAE Jacareí

Fonte: autor

**Figura 16 – Hidrômetros**

Na hipótese de mais economias está relacionada a situação dos hidrômetros (figura 16), que acabam influenciando na variável dependente - valor faturado dos serviços.

<b>Economias Ativas - DP 05</b>	<b>Economias Inativas *</b>	<b>Valor Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Serviço (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Serviço (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
53883	4075	3239136,47	60,11	3453588,29	64,09	317261,48	5,89
<b>Valor Total Faturado Geral (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Créditos Gerais (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Total Faturado Residual (R\$/m<sup>3</sup>)</b>					
7009986,24	-36072,31	6973913,93					
<b>Economias Ativas - DP 05 Sinos (nós)</b>	<b>Economias Inativas *</b>	<b>Valor Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Serviço (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Serviço (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
11257	1322	436801,68	43,97	372552,74	37,59	82124,87	8,27
<b>Valor Total Faturado Geral (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Créditos Gerais (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Total Faturado Residual (R\$/m<sup>3</sup>)</b>					
891479,29	-5384,28	886095,01					
<b>Economias Ativas - DP 24</b>	<b>Economias Inativas *</b>	<b>Valor Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Serviço (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Média Valor Serviço (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
29820	3693	1787875,36	53,35	1009032,18	30,11	203075,07	0,39
<b>Valor Total Faturado Geral (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Créditos Gerais (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor Total Faturado Residual (R\$/m<sup>3</sup>)</b>					
<b>2999982,61</b>	<b>-13009,64</b>	<b>2986972,97</b>					

(\*) Considera os "nulls" do Valor total Faturado.

Dados: Faturamento/2019 - SAAE Jacareí

Fonte: autor

**Figura 17 – Economias e Valores de Consumo das Amostras**

Contudo, nas regras do saneamento básico o valor da água e o consumo são arbitrado e regulado pelas agências fiscalizadoras devido a essencialidade e escassez. Isto é, uma variável dependente - não controlada

diretamente pela operadora – e, que dependendo da característica territorial ou econômico valor médio da água varia não pelo número de economias (figura 17), considerando o m<sup>3</sup> de água consumido.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil e propôs variadas formas de praticar o Geogerenciamento dos Recursos Hídricos. Possibilita ampliar o leque de análises das variáveis dos dados de faturamento tanto no aspecto geográfico quanto do aspecto financeiro para ganho de eficiência do negócio.

A metodologia abarcada observa o território como potencial arrecadador em riqueza de recursos naturais no sentido de analisar e evitar as perdas, nesse caso, as aparentes. As aplicações matemáticas e estatísticas por diferentes ferramentas como sistemas de informação geográfico, planilhas de cálculos, ambiente integrado de dados vetoriais com plataforma lógicas de cálculo comprovaram as relações entre as variáveis e importância do papel das economias, consumo medido (m<sup>3</sup>) e volume faturado (m<sup>3</sup>) na trajetória financeira juntamente com suas características como tempo e espaço.

Os histogramas descrevem que o quanto maior for o espaço geográfico ocupado por indivíduos – pessoas, famílias -, nesse caso, representado por economias (ou hidrômetros instalados) maior é o potencial de arrecadação considerando o evento ocorrências, por exemplo, o consumo. Porém deve-se observar o item categorias, representação econômica do local. Já a relação entre as variáveis configurados no gráfico Boxplot demonstrou discrepância nos dados DP05 com as “bolinhas” se dispersando da média das categorias e no DP24 isso já não ocorre, ou seja, este distrito pitométrico desconsidera os “outliers” chegando aos valores máximos de comparação (gráfico da figura 14).

Nesse propósito outra forma de fornecer dados qualitativos e quantitativo ao tomador de decisão é observar a taxa de crescimento geométrico da região, que indica o crescimento populacional relacionado ao acompanhamento da natalidade, mortalidade e migrações (SEADE, 2020). Ao explorar esse incremento inferindo no atributo “novas feições de 18726” – camada de nós, a topologia arco-nó-polígono, que armazena dados dos vizinhos um por ligação entre linhas (Câmara, 1999) possibilitou a seguinte aplicação (quadro 4): ambos parâmetros geométricos, multiplicados ao valor médio de água que, por exemplo, propõe-se uma inferência intermediária para responder ao crescimento populacional, por conseguinte apresenta uma expansão de área por demanda de água, teoricamente potencializando o faturamento.

Por sua vez, nesse experimento proposto “incremento geométrico por borda”, cabe desenvolver ou aprimorar técnicas auxiliaadoras que observe e avalie melhor o fator multiplicador dos pontos por extensão das bordas do polígono (traçado do território). Situação que amplia numérica e visualmente a área através dos nós, assim como a viabilidade de aplicar paralelamente a taxa de crescimento médio anual da população no intuito de expor um mapa arrecadador.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Senado Federal – Legislativo. Preâmbulo da Constituição Federal. Disponível em: <[https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_14.12.2017/CON1988.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_14.12.2017/CON1988.asp)>. Acesso em: 03 jul. 2020

BRASIL. Lei nº 11445/2007 de 5 de janeiro de 2007. Lei nº 14026/2020 de 15 de julho de 2020. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e cria o Comitê Interministerial do Saneamento Básico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm), <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>>. Acesso em: 03 jul. 2020.

CÂMARA, G. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. [In] Introdução à Geoinformática. (Orgs) Gilberto Câmara, Clodoveu Davis e Antônio Miguel Vieira Monteiro. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 1999. p. 2-8.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PRIANTI JUNIOR, Nelson Gonçalves. Alterações na natureza da água do rio Paraíba do Sul e sua influência nos processos de potabilização no município de Jacareí – SP. Tese de Doutorado (Engenharia Civil, ênfase em Concentração de Saneamento e Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, dez. 2009.

PAMBOUKIAN, Vicente Denser; LEITE, Gabriella Teixeira Dias; CARMINATO, Larissa Porteiro. Geocodificação de Endereços e Georreferenciamento de Imagens no QGIS. In: Alice Brasil, Anais 2014-2015. Pg. 199. Universidade Presbiteriana Mackenzie – LabGeo. São Paulo, SP. Disponível em: <[https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user\\_upload/\\_imported/fileadmin/LABGEO/Curso/02.\\_Aula\\_02/0205.\\_Georreferenciamento\\_de\\_imagens\\_no\\_QGIS.pdf](https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Curso/02._Aula_02/0205._Georreferenciamento_de_imagens_no_QGIS.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2020.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Perfil Dos Municípios Paulistas – Taxa Geométrica de Crescimento. Disponíveis em: <<https://perfil.seade.gov.br/?#>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

SILVA. J.G. Segredos da Estatística para Geografia. Cadernos Geográficos. Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina; 2016. P. 18. v. 35. Disponível em: <<https://cadernosgeograficos.ufsc.br/files/2016/12/Cadernos-Geografico-n-35-Segredos-da-Estat%C3%ADsitca-para-Geografia.pdf>>. Acesso em: 03. ago. 2020.

SILVA. J.X. O que é Geoprocessamento? Revista Espaço Aberto CREA-RJ. LAGEOP/UFRJ. 2009. P. 42-44. v. 79. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oquegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 11. ago. 2020.

SOUZA. R.B. Sensoriamento Remoto: conceitos fundamentais e plataformas. Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais -CRS Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE. Santa Maria, 2010. Disponível em: <[http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/ronald\\_ceos.pdf](http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/ronald_ceos.pdf)>. Acesso em: 15. jun. 2020.

UN GLOBAL COMPACT – REDE BRASIL. Perdas de Água 2018 (SNIS 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. [Coord.] Instituto Trata Brasil. Estudo Técnico, GO Associados, 2018. Disponível em: <[https://wateractionhub.org/media/files/2018/07/04/Press\\_Release\\_-\\_Estudo\\_de\\_Perdas\\_2018.pdf](https://wateractionhub.org/media/files/2018/07/04/Press_Release_-_Estudo_de_Perdas_2018.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, a família, a todos da equipe do SAAE Jacareí (em especial, o pessoal de perdas em nome dos engenheiros Thiago Arouca Martins de Mello, José Carlos Moraes Filho, e Paulo Antônio Calvo), ao programa CNPQ-PIBITI, aos orientadores Clóvis Tavares e Jane Delane, aos professores da Fatec Jacareí e a Prefeitura de Jacareí. E sou muito grata pelo suporte técnico de Jorge Santos da empresa ClickGeo, assim como, aos senhores Nagip Cesar Abrahão (SABESP-SP) e José M. Villac Pinheiro (Nexus), que ambos gentilmente, relataram o funcionamento do sistema de saneamento básico.