



## XI - 117- POTENCIAL ENERGÉTICO DO PARQUE DE VRPS DOS SETORES DE ABASTECIMENTO GRAJAÚ E MARILDA

### **Edilson Souza Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Nove de Julho 2016 e Pós-Graduado em Saneamento Básico e Ambiental, 2019 Universidade Estácio de Sá. Trabalha na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo há 08 anos, atua como encarregado operacional, responsável pelo controle e redução de perdas, Controle e Monitoramento dos equipamentos operacionais.

### **Alessandro Esmeraldo<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Nove de Julho e formação técnica na FGV-Fundação Getúlio Vargas no curso de Saneamento Ambiental. Trabalha na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo há 20 anos, atua como encarregado operacional, responsável pelo controle e redução de perdas, Controle e Monitoramento dos equipamentos operacionais.

### **Henrique dos Santos de Oliveira<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Graduado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo Nove de Julho 2002, e Pós-Graduado Perícias e Avaliações, 2018 INBEC, MBA em Gestão de Negócios 2014 Uninove, Segurança no Trabalho em 2006. Trabalha na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo há 20 anos, atua como Engenheiro Civil, a área da Operação de Água e Controle de Perdas da Unidade.

### **Thiago Santim<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Civil pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em 2007 e mestre em Engenharia Civil com especialidade em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em 2010, atualmente é Gerente de Operações na Suez Brasil.

### **Maurício Yamada<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Civil pela Anhembi Morumbi em 2014 e Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento pela FATEC em 2011. Atualmente é Engenheiro na Suez Brasil.

**Endereço(1, 2 e 3)** Avenida Interlagos, 6935 – Interlagos – São Paulo – SP – CEP: 04777-001 – Brasil – Tel.: (11) 5660-5024 – e-mail: richard@sabesp.com.br

**Endereço(4)** Rua Butantã, 434 - Pinheiros – São Paulo – SP – CEP: 05424-000 – Brasil – Tel.: (11) 995768605 – e-mail: thiago.santim@suez.com

**Endereço(5)** Rua Butantã, 434 - Pinheiros – São Paulo – SP – CEP: 05424-000 – Brasil – Tel.: (11) 971101943 – e-mail: mauricio.yamada@suez.com

## **RESUMO**

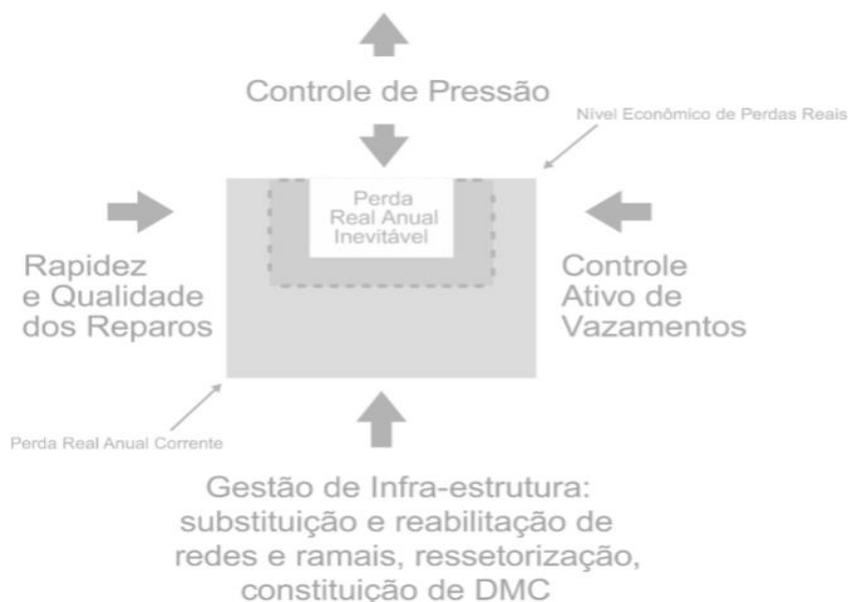
Os Sistemas de Abastecimento de Água do Grajaú e Marilda, apresentam regiões com grandes diferenças altimétricas, o que causa por consequência em alguns setores do sistema elevados valores de pressões dinâmica e estática. Do ponto de vista do abastecimento de água, essa configuração causa problemas como rompimentos de redes, ramais e equipamentos de controle, contribuindo para o incremento do índice de perdas reais em uma região cuja oferta de água sofre restrição. Tal problema vem sendo combatido ao longo dos anos com a implantação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) e com base nessa premissa do controle e combate dos vazamentos, este trabalho avaliou a alternativa de substituição das VRPs por microturbinas para geração de energia elétrica através da redução de pressão com o intuito de reduzir o dispêndio com energia elétrica na operação do SAA. O trabalho foi desenvolvido com a utilização de modelagem hidráulica simulado através do programa WaterCAD calibrado com as variáveis hidráulicas obtidas nas estações de redução de pressão, com o objetivo de otimizar os locais de instalação de equipamentos para geração de energia. Com os resultados das reduções de pressões foram determinados o potencial de energia possível de ser produzido em cada estação de redução de pressão.

## PALAVRAS-CHA

**VE:** Microturbina, Produção de Energia, Sistemas de Distribuição, Energia Renovável.

## INTRODUÇÃO

A gestão das pressões nos sistemas de abastecimento é uma das práticas apresentadas pela Cruz de Lambert, Figura 01, para o controle das perdas reais de água nos sistemas de abastecimento.



**Figura 01 – Cruz de Lambert**  
(Fonte: Brasil, 2018)

Por meio de sensores inteligentes para monitoramento das principais variáveis hidráulicas e com a aplicação integrada de controladores com macromedidores e com válvulas redutoras de pressão, o controle das pressões vem evoluindo a performance e flexibilizando a operação dos sistemas de abastecimento de água.

Essa evolução tem possibilitado o monitoramento e o controle em tempo real das pressões, tal condição resultou em uma demanda maior por perenidade no trânsito dos dados, tanto para recebimento, quanto para envio de comandos para os dispositivos inteligentes instalados no sistema. A Figura 02 apresenta uma instalação típica dotada de sensores de monitoramento, controlador, macromedidor e VRP.

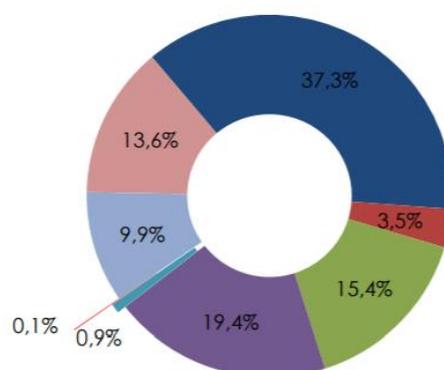
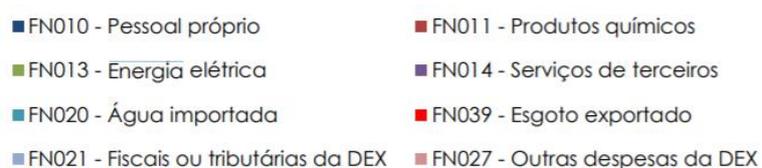
Como consequência da necessidade de regularidade na transmissão dos dados, houve um aumento na dependência pela estabilidade no fornecimento de energia elétrica para o funcionamento dos dispositivos inteligentes.

Desse modo, a gestão das perdas reais por meio do controle das pressões vem se estruturando sob um alicerce bastante importante e crítico no cenário nacional: a energia elétrica.

Conforme apresentado pela Figura 03, as despesas com energia elétrica figuram entre as principais despesas dos prestadores de serviço de saneamento.

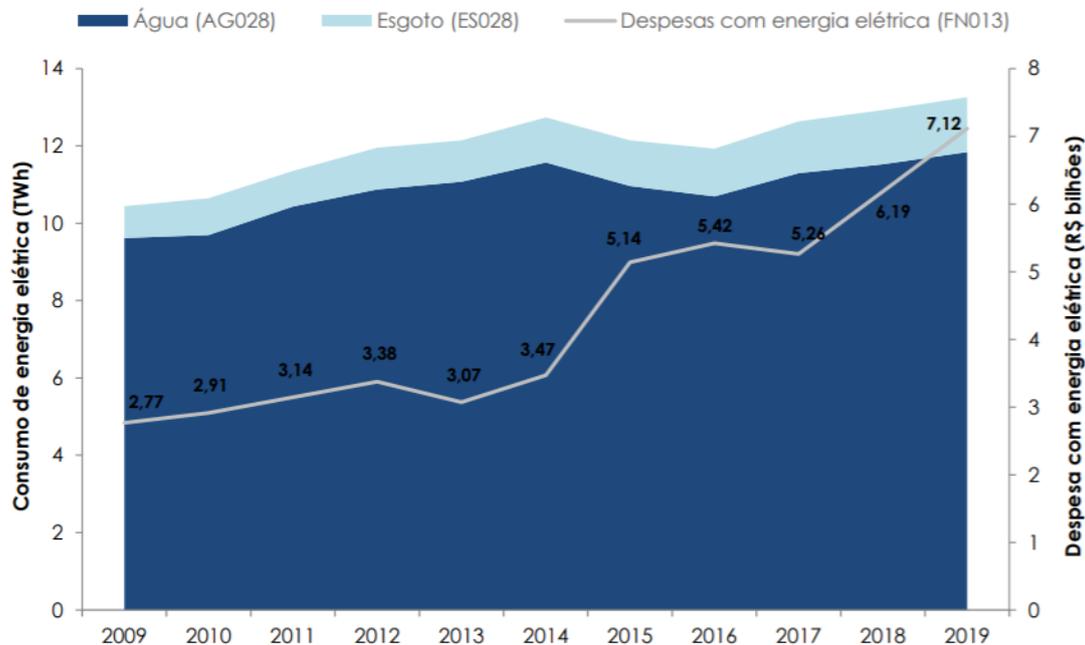


**Figura 02 – Registro fotográfico da VRP Paulo Guilguer – instalação dotada de sensores de monitoramento, controlador, VRP e macromedidor**



**Figura 03 - Composição média das despesas de exploração dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo componente das despesas (Fonte: BRASIL, 2020)**

O consumo de energia nos sistemas de abastecimento do Brasil entre 2009 e 2019 aumentou de 2,77 bilhões de reais para 7,12 bilhões de reais, conforme apresentado pela Figura 04.



**Figura 04 - Evolução do consumo com energia elétrica (AG028 e ES028) e despesas com energia elétrica dos prestadores de serviços participantes do SNIS de 2009 a 2019 (Fonte: BRASIL, 2020)**

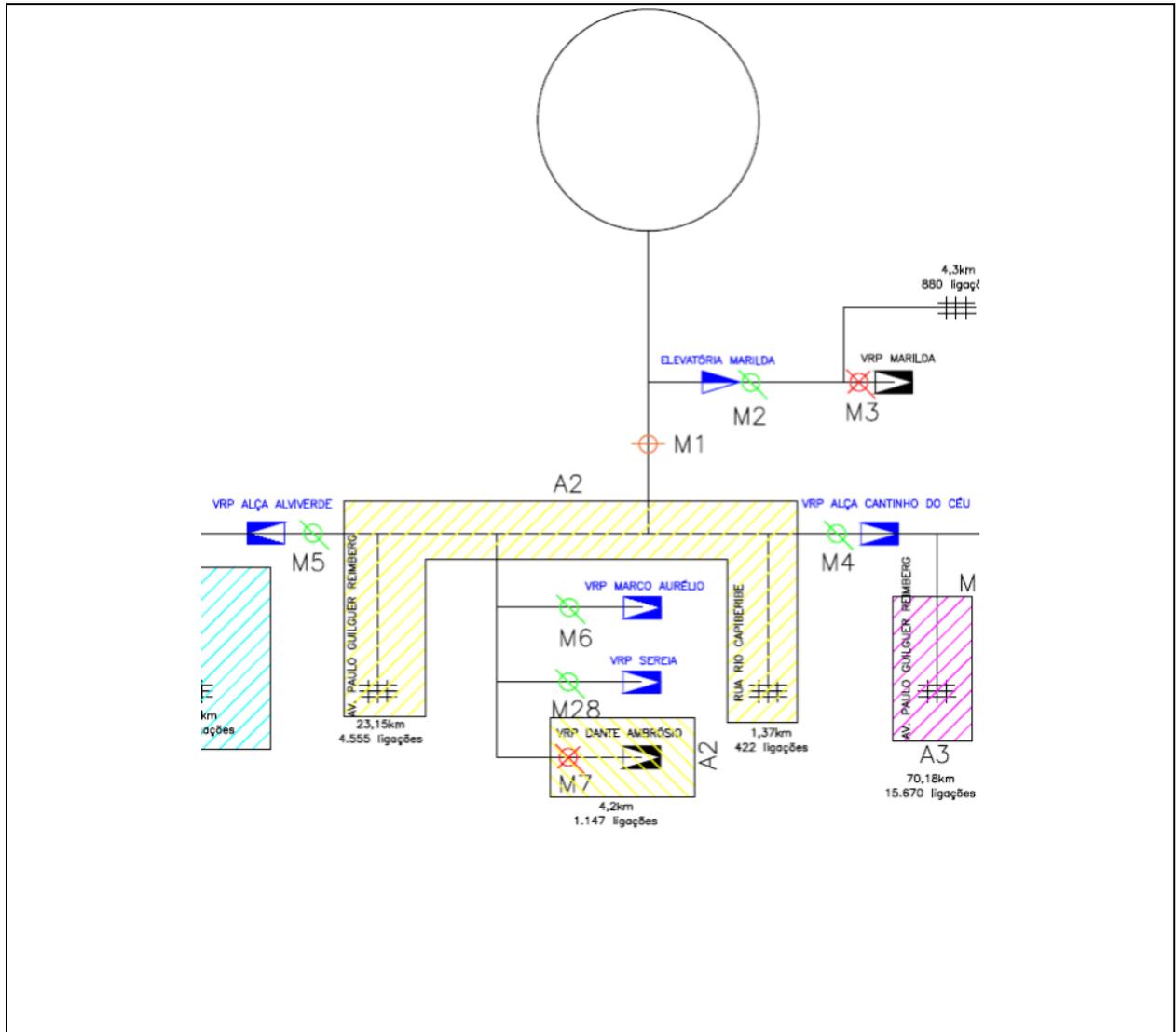
Portanto, este trabalho tem por objetivo verificar o potencial energético das estações redutoras de pressão dos Setores de Abastecimento Grajaú e Marilda, por meio da substituição das VRPs existentes por microturbinas, tendo como motivação o impacto das despesas com energia elétrica na administração dos prestadores de serviço de saneamento e aproveitando os avanços do controle das pressões nos sistemas de abastecimento onde a implantação de válvulas redutoras de pressão empregadas em conjunto com sensores inteligentes já vem sendo uma prática usual.

## MATERIAIS E MÉTODOS

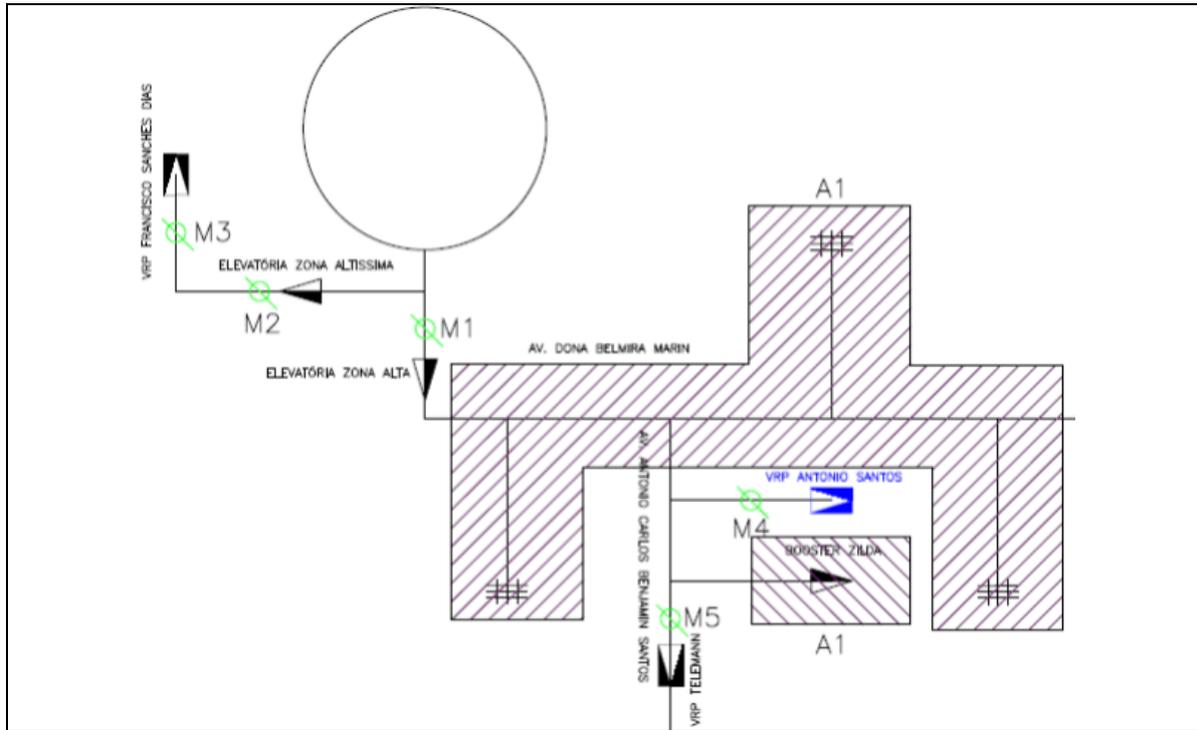
Para a realização deste estudo, lançou-se mão dos materiais conforme listados a seguir:

- Vectora Sys;
- Planilhas eletrônicas do Microsoft Excel;
- Catálogo Técnico dos fornecedores de turbinas;

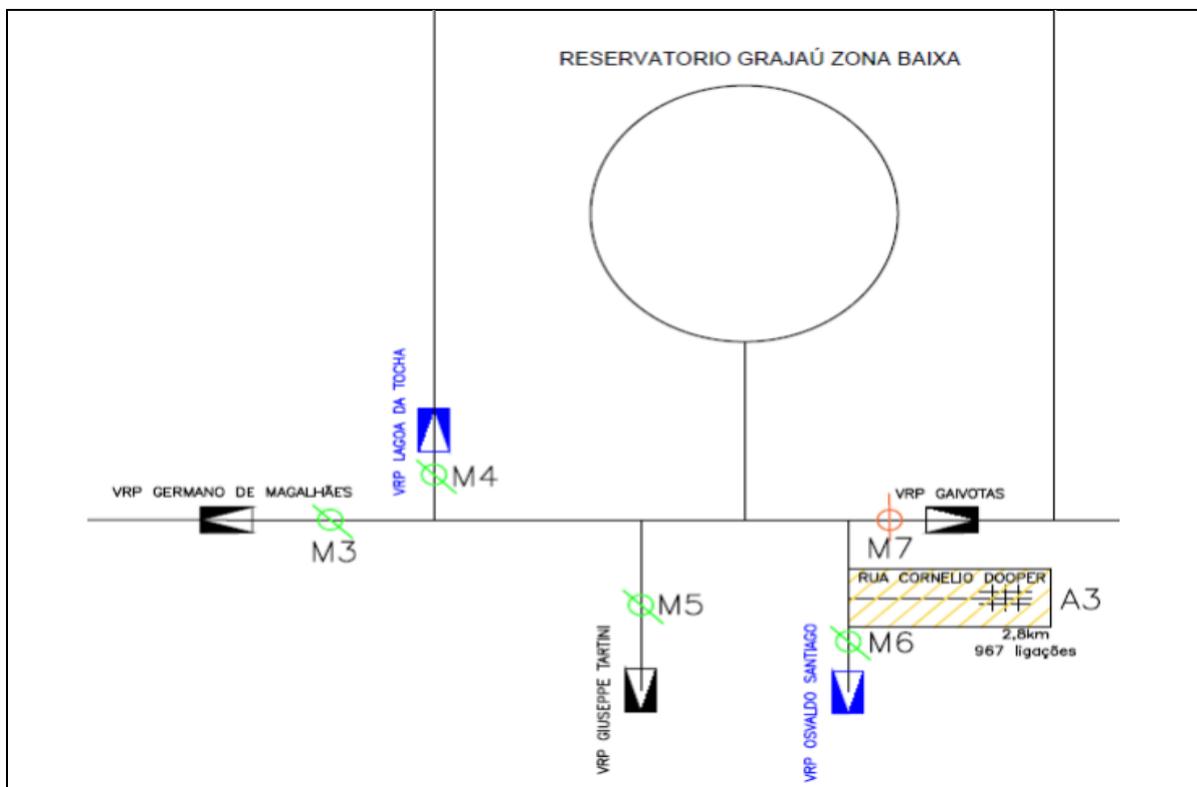
Diante do exposto, optou-se pelo uso das estações de redução de pressão dos Setores Grajaú e Marilda, pois elas possuem em sua estrutura macromedidores associados às VRPs, possibilitando o acesso ao histórico de registros das variáveis de pressão das VRPs e da relação das vazões registradas pelas estações de redução de pressão dos sistemas de abastecimento Grajaú e Marilda. As Figuras 05, 06 e 07 apresentam a configuração unifilar dos sistemas de abastecimento Grajaú e Marilda.



**Figura 05 – Unifilar Sistema de Abastecimento Marilda Zona Alta e Zona Baixa**



**Figura 06 – Unifilar Sistema de Abastecimento Grajaú Zona Alta**



**Figura 07 – Unifilar Sistema de Abastecimento Grajaú Zona Baixa**

Com base na premissa mencionada, foram selecionadas 9 estações de redução compreendidas nos Sistemas de Abastecimento Grajaú e Marilda, agrupadas na Tabela 01, na qual são apresentadas as características médias de operação tais como: vazão, pressão de montante, pressão de jusante, queda de pressão na VRP, vazão e tempo diário de operação.

**Tabela 01 – Características das estações de redução dos sistemas de abastecimento Grajaú e Marilda**

Setor	Estação de redução	PM média (mca)	PJ média (mca)	$\Delta P$ média (mca)	Q (m <sup>3</sup> /s)	tempo (h)
Grajaú	VRP Germano Magalhães	28,57	24,43	4,14	0,12	18,00
	VRP GIUSEPPE TARTINE	34,34	16,49	17,85	0,01	18,00
	VRP Lagoa da Tocha	37,78	28,55	9,23	0,07	18,00
	VRP Osvaldo Santiago	27,74	11,00	16,74	0,01	18,00
	VRP Gaivotas	50,68	31,84	18,84	0,16	18,00
Marilda	VRP Carlos Barbosa	17,16	11,53	5,63	0,18	18,00
	VRP Marco Aurélio	65,74	33,97	31,77	0,00	18,00
	VRP Paulo Guilger	29,02	19,14	9,88	0,11	18,00
	VRP Sereia	33,57	28,92	4,65	0,00	18,00

Para o cálculo do potencial energético, fez-se a analogia da queda de pressão na VRP com a queda útil (Hu) considerada no cálculo da potência das turbinas, pois a perda de carga na tomada de água até a turbina, para o caso de uma turbina implantada nas redes de abastecimento, será desprezível. Assim, o cálculo da potência está apresentado pela Equação 01:

$$P = 9,81 \times \gamma \times Q \times Hu \times \eta$$

Equação 01

Em que:

P: Potência efetiva [W];

$\gamma$ : Peso específico da água [1000kgf/m<sup>3</sup>];

Q: Vazão turbinada [m<sup>3</sup>/s];

Hu: Queda útil sobre a turbina [m];

$\eta$ : Rendimento da turbina.

Para este trabalho, o rendimento da turbina foi adotado conforme o procedimento de Sosnoski (2015), no qual utilizou turbinas do tipo Turgo, que é uma adaptação da turbina Pelton e axiais de diversas dimensões, que se adaptam bem as condições operacionais e de instalação em um sistema de abastecimento de água, sendo assim, rendimento de 90%.

## RESULTADOS

Embasado pelo método proposto, foi elaborada a Tabela 02, na qual é apresentado os resultados obtidos para cada estação de redução de pressão.

**Tabela 02 – Características das estações de redução dos sistemas de abastecimento Grajaú e Marilda**

Setor	Estação de redução	PM média (mca)	PJ média (mca)	ΔP média (mca)	Q (m³/s)	tempo (h)	P (W)	P (kWh)
Grajaú	VRP Germano Magalhães	28,57	24,43	4,14	0,12	18,00	4.556,09	82,01
	VRP GIUSEPPE TARTINE	34,34	16,49	17,85	0,01	18,00	1.300,00	23,40
	VRP Lagoa da Tocha	37,78	28,55	9,23	0,07	18,00	5.819,09	104,74
	VRP Osvaldo Santiago	27,74	11,00	16,74	0,01	18,00	1.710,68	30,79
	VRP Gaivotas	50,68	31,84	18,84	0,16	18,00	27.158,52	488,85
Marilda	VRP Carlos Barbosa	17,16	11,53	5,63	0,18	18,00	8.855,53	159,40
	VRP Marco Aurélio	65,74	33,97	31,77	0,00	18,00	958,10	17,25
	VRP Paulo Guilger	29,02	19,14	9,88	0,11	18,00	9.418,15	169,53
	VRP Sereia	33,57	28,92	4,65	0,00	18,00	123,62	2,23
						<b>Soma =</b>	<b>59.899,79</b>	<b>1.078,20</b>

Os resultados apresentados pela Tabela 02 não alteram a condição de operação das estações de redução, pois prezam prioritariamente pela manutenção das condições de abastecimento, que segundo Sosnosky (2018), a otimização objetiva a maximização dos ganhos da produção de energia em associação com a operação de sistemas de distribuição de água, mas dentro dos limites operacionais adequados para a manutenção do abastecimento.

A potência gerada pelas 9 estações de redução é de 1.078,20 kWh, o que equivale ao suprimento de 5,39 residências com consumo de 200 kWh.

O maior quantitativo na geração de energia está associado à estação de redução VRP Gaivotas, a qual opera com vazão média de 163 litros/segundo mantendo uma quebra de pressão média de 18,84mca. Essa estação sozinha responde por 45% de todo o potencial identificado.

Outras estações de redução podem ter seu potencial aumentado alterando-se os limites do setor e ampliando a vazão, sem que se tenha que reduzir a quebra de carga de pressão possível.



## CONCLUSÕES

Conforme apresentado, o quantitativo de 1.078,20 kWh não é suficiente para impactar na redução de custos com energia de toda a Sabesp, todavia, apresenta um ganho na otimização operacional, já que os resultados apresentados indicam que a adoção de microturbinas na geração de energia resultaria na autonomia da estação de redução de pressão, portanto, sem a necessidade de trocas de baterias nos macromedidores e controladores com modems GPRS.

Atualmente, a operação dos sistemas de abastecimentos em tempo real por meio de sensores inteligentes, possui um grande inconveniente: o tempo de retardo na recepção das informações.

Tal tempo de retardo é praticamente definido pelo tempo de transmissão de dados dos equipamentos. No caso, é praxe utilizarmos transmissões superiores a 30 min com o objetivo de prolongar a vida útil da bateria dos controladores associados a modems GPRS.

Como sugestão futura para aprimorar, indica-se o desenvolvimento de ferramenta que vise avaliar o comportamento do rendimento das microturbinas dada a variação de vazão e pressão a que estão sujeitas as redes de abastecimento. Além disso, conforme mencionado por Mendes et al (2019), a verificação da substituição das turbinas por bombas, que no caso funcionariam como turbinas, pode resultar em um ganho monetário importante, já que apesar de possuírem menor eficiência na geração de energia, poderão ainda sim dar autonomia à estação de redução.

Por fim, para uma análise de viabilidade de implantação, recomenda-se a consideração dos custos relativos as manutenções recorrentes em controladores, VRPs e filtros de circuito dos pilotos, assim como considerar os impactos pelos períodos sem informação em que a ação poderia ser tomada em tempo real, todavia, em função da política de preservação das baterias, a ação possui um tempo de retardo em que muitas vezes o acionamento da emergência operacional é feito pelos clientes, antes que o sistema aponte o problema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2019. Brasília: SNIS, 2020.
2. BRASIL. Ministério das Cidades. Caderno Temático 2 – Perdas Reais – Ações de Assistência Técnica em Redução e Controle de Perdas de Água e Uso Eficiente de Energia Elétrica. Brasília: 2018.
3. MENDES, LUIZ EDUARDO et. al. Avaliação do Potencial de Geração de Energia Elétrica em Distritos de Macromedição e Controle (DMCs) do Sistema de Abastecimento de Água do SAAE Guarulhos. Trabalho apresentado nos Anais da 49º Congresso Nacional de Saneamento da Assemee realizada de 06 a 10 em Cuiabá – MT. Maio de 2019.
4. SOSNOSKY, ANDRÉ SANDOR KOJDACSY BALLA, Produção De Energia Por Mini E Micro Hidrelétricas Na Rede De Distribuição De Água / AKSB Sosnosky-USP-São Paulo, 2015, 167p.