

Constatação indireta de consumo hídrico e elétrico por meio de análise de demanda da bomba de recalque

Indirect verification of water and electric consumption through demand analysis of the discharge pump

DOI:10.34117/bjdv6n12-394

Recebimento dos originais: 17/11/2020

Aceitação para publicação: 17/12/2020

Alexandre Antonio Barelli

Mestrando em Engenharia Mecânica, PPGEMEC - UNISANTA

E-mail: ale156ale@hotmail.com

Vitor da Silva Rosa

Prof Dr. em Engenharia Química, PPGEMEC - UNISANTA.

E-mail: vitorsilva@unisanta.br

Marlene Silva de Moraes

Prof^a. Dr^a. em Engenharia Química, PPGEMEC – UNISANTA.

E-mail: marlene@unisanta.br

Maurício Conceição Mário

Prof. Dr. em Ciências, PPGEMEC – UNISANTA.

E-mail: cmario@unisanta.br

Deovaldo de Moraes Júnior

Prof. Dr. em Engenharia Hidráulica e Saneamento, PPGEMEC – UNISANTA.

E-mail: deovaldo@unisanta.br

RESUMO

O consumo e a escassez hídrica têm se tornado uma necessidade cada vez mais crescente no mundo. O presente estudo apresenta uma proposta de medição indireta de consumo hídrico através de medição de acionamento de uma bomba de recalque em um condomínio residencial na cidade de Santos-SP. O sistema era constituído basicamente por componentes eletrônicos simples para medição de tempo e funcionamento da bomba. É uma alternativa viável e de baixo custo para aferição real de consumo.

Palavras-chaves: Medição, Consumo, Condomínio, Arduino, Aferição.

ABSTRACT

Consumption and water scarcity have become an increasing need in the world. The present study presents a proposal for indirect measurement of water consumption by measuring the activation of a discharge pump in a residential condominium in the city of Santos-SP. The system consisted basically of simple electronic components for measuring the time and operation of the pump. It is a viable and low-cost alternative for real measurement of consumption.

Keywords: Measurement, Consumption, Condominium, Arduino, Gauging.

1 INTRODUÇÃO

Considerando-se um ambiente de carência hídrica e a manutenção dos atuais padrões de consumo, um controle de sistema hídrico e abastecimento se torna necessário (SANTOS; VIEIRA; TEIXEIRA, IRAZUSTRA; DEGASPERI, 2014), soma-se a isso, a ampliação cada vez mais necessário do encaminhamento de recursos naturais a locais mais longínquos, principalmente no Brasil.

A equalização no balizamento de perdas e o custo gerado pelo real consumo é de grande importância no atual contexto econômico do país, uma vez que os valores estão cada vez mais expressivos para cada metro cúbico hídrico.

A importância não só pela perda e escassez hídrica são assuntos relevantes, mas também a qualidade e melhorias no sistema de distribuição são pertinentes, principalmente nos locais mais remotos do Brasil, conforme apontam estudos de BRITO et al (2020).

Os vazamentos, contribuem significativamente para a elevação dos índices de perdas na rede de distribuição, destacando-se os visíveis e os não visíveis que dificultam a localização (TSUTIYA, 2006) e considerando que os componentes do sistema de distribuição vão se deteriorando, torna-se mais frequente suas manutenções (ORELLANA; MARTIM; ZUFFO; DALFRÉ FILHO, 2018).

Além da supracitada escassez, também existe o uso irracional de água potável. O uso perdulário e o conseqüente desperdício da água também podem ser atribuídos ao sistema unificado de medição de água em condomínios (TABORDA, 2018).

Estudos sobre desenvolvimento sustentável e consumo racional de água, principalmente em residências verticais tem se tornado um norte nas principais pesquisas relacionadas ao tema (PONTE; COELHO; TEIXEIRA, 2018) (NEVES; NOGUEIRA, 2014).

Nesse contexto um sistema de medição, que não impacte o fornecimento de água e de baixo custo, pode se tornar um forte atrativo para avaliação do real consumo na busca de soluções para evitar o desperdício e até mesmo gerar economia para os usuários interessados.

2 OBJETIVO

O presente trabalho visou fornecer uma alternativa para medição e constatação hídrica do efetivo consumo de forma indireta, onde a possibilidade de instalação de medidores seja dificultosa ou que a instalação impacte na interrupção no fornecimento do consumo.

Como objetivo secundário é destacada a aferição de alguma forma de interferência hidráulica que impedisse o uso completo do produto fornecido pela concessionária, como a eventual identificação de vazamento ou perda, visando constatar se realmente o que estava sendo pago condizia com o real consumo condominial.

Outro objetivo secundário é o cálculo da demanda elétrica consumida no período, bem como o custo de energia demandada no período para manter o sistema de recalque em funcionamento.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 ESTRUTURA GERAL DO SISTEMA DE MEDIÇÃO

A principal medida adotada foi através da implantação de um sensor indutivo para medição da corrente da bomba centrífuga, fazer as medições de acionamento através da alteração da corrente de partida do motor e com a alta corrente, indicava o período de operação.

O sistema básico foi a plataforma Arduino Uno que é uma interface integrada de desenvolvimento que pode ser programada *online* ou *off-line* (ARDUINO AG, 2020), onde fora desenvolvida uma placa do tipo *shield*¹ para interligação dos componentes discriminados a seguir.

O sensor indutivo responsável pela coleta da indução provocada pelo fio foi o SCT013 (POWERUC, 2020) com uma relação de 100A para 50mA que possibilita uma medição através de uma porta analógica a corrente drenada pelo sistema.

O sistema contou também com um sensor de tensão ZMPT101B (USINAINFO, 2020) para aplicação em projetos futuros, no caso específico não foi utilizado pois a variação de tensão não era mandatória, sendo relevante apenas os períodos de acionamento da bomba e seu horário específico.

Como citado, para o controle preciso do horário foi utilizado um módulo de relógio em tempo real (RTC – *real time clock*) modelo DS3231 (DALLAS SEMICONDUCTOR, 2005) que após a configuração inicial de horário o sistema foi configurado para a coleta da corrente de 5 (cinco) em 5 (cinco) segundos.

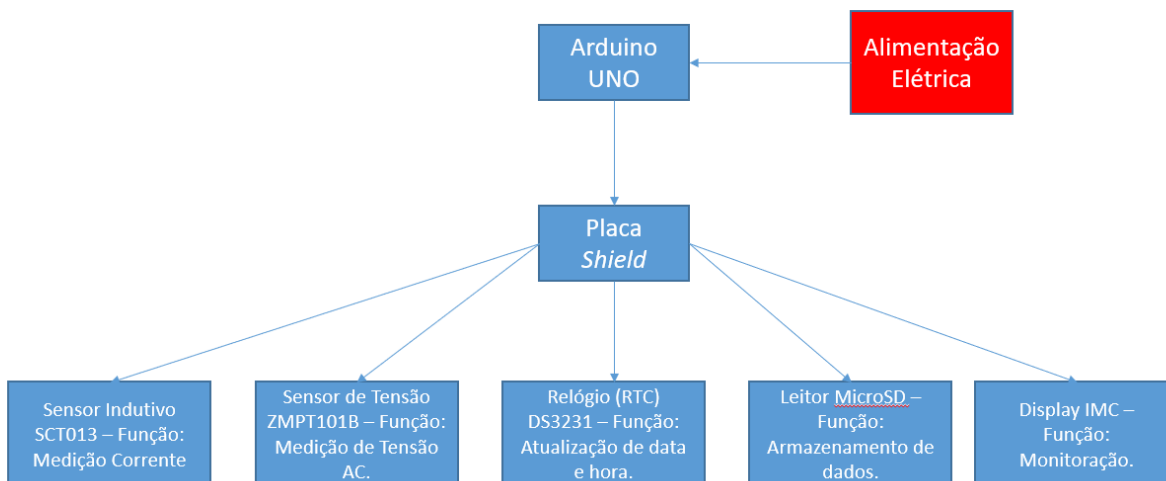
Foi acoplado um módulo de leitura de cartão do tipo micro SD para que os dados coletados fossem armazenados para coleta futura. O cartão utilizado foi de apenas 1 Gb de armazenamento, espaço perfeitamente suficiente para gravação das leituras durante os dias 27/07/2020 a 26/08/2020.

Acoplado ao sistema foi adicionado uma interface do tipo homem-máquina (IHM) para o monitoramento diário do sistema, onde qualquer problema ou erro ficou registrado na referida tela e permitia contornar qualquer anomalia. A referida saída foi dotada de um *display* de 16 colunas por 2 linhas, com um bus de comunicação do tipo I2C (MENDONÇA, 2020) que permite a interligação simultânea de vários dispositivos a um microcontrolador central, que no caso foi o Arduino UNO.

O diagrama esquemático do sistema pode ser observado na Figura 1.

¹ Essa placa foi desenvolvida pelo primeiro autor com a função precípua de interligar os vários módulos adicionais ao Arduino uno de forma a evitar a ligação por fios, tornando o projeto compacto de fácil manuseio em campo.

Figura 1 - Diagrama esquemático do sistema de medição.



Fonte: Autores.

3.2 CONEXÃO DOS COMPONENTES

O módulo de MicroSD foi conectado através das portas 10 (*cs*), 13 (*sck*), 11 (*mosi*) e 12 (*miso*), conforme Figura 2, considerando o canal de comunicação SPI (*Serial Peripheral Interface*).

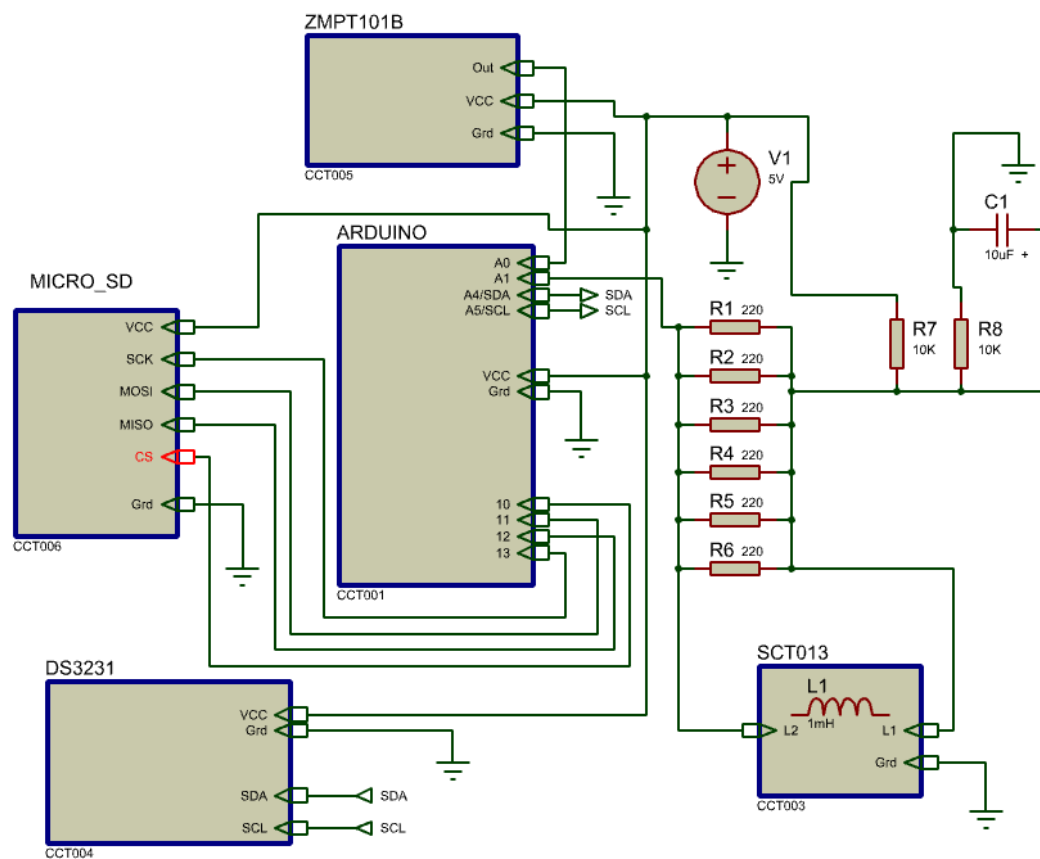
O relógio de tempo real DS3231, além das alimentações elétricas (*gnd* e *vcc*), foi conectado aos pinos *SDA* (A4) e *SCL* (A5) juntamente com o display 16 colunas x 2 linhas e adaptador padrão *I2C*. O barramento de bus foi definido através do endereçamento de cada componente previamente identificado através de programação própria.

Através de uma cadeia resistiva em paralelo foi criado um resistor equivalente de 36Ω visando a equalização do sensor SCT013 e esse foi conectado à porta analógica A1 (Figura 2). A opção pela conexão a essa porta deveu-se ao fato de permitir a leitura fracionada de valores intermediários, através do conversor analógico-digital intrínseco ao Arduino Uno.

Por fim, além das conexões de alimentações (*gnd* e *vcc*) fora conectado na porta A0 o sensor de tensão ZMPT101B, aproveitando a mesma característica do conversor analógico-digital do sensor de corrente, permitindo uma precisão mais segura.

Como o projeto tem por características seu uso em outras situações e experiências, por ocasião do presente foi fixado, via software, a tensão de trabalho em 220V (considerando as características da bomba em estudo), haja vista que a tensão de trabalho na região é conhecida e não sofre variações.

Figura 2 - Diagrama unifilar de interconexão dos componentes.



Fonte: Autores.

3.3 MÉTODO

O método aplicado foi o monitoramento diário e contínuo, de 5 em 5 segundos. Cada leitura gerava um registro em um arquivo diário e instantaneamente era gravado no cartão micro SD.

O sistema hidráulico estudado é de um condomínio predial residencial localizado na cidade de Santos, em São Paulo, com 4 (quatro) pavimentos, com duas unidades residenciais em cada. As unidades autônomas possuem pontos de consumo comuns de uma residência, além de dois banheiros cada, dotados de válvulas do tipo “Hydra”.

O fornecimento de água tratada era oriundo de uma entrada comum da empresa concessionária da região, interligada a reservatório subterrâneo de alvenaria de 10m^3 . O sistema de sucção da bomba, dotado de uma válvula do tipo “pé e crivo” no nível do terreno, era distanciada a 2 (dois) metros da caixa. O dreno tinha uma altura manométrica calculada de 13,7 m até as caixas de água superiores, que permitiram a distribuição do consumo a todas unidades residenciais.

A bomba em estudo era do tipo centrífuga, monoestágio e monofásica de 220V, da empresa Schneider, modelo BC-91T de $\frac{3}{4}$ CV com rotor em bronze e selo mecânico em viton.

Figura 3 - Bomba Scheneider, modelo BC-91T.



Fonte: Autores.

O período de medição de consumo, pela empresa responsável pelo fornecimento, se dava nos últimos dias de cada mês. Com base nesse fato, o dispositivo foi instalado no dia 19/07/2020 precisamente as 11 horas 21 minutos e 46 segundos e removido no dia 29/08/2020 as 12 horas 44 minutos e 38 segundos.

Cada leitura gerou um registro diário de aproximadamente 17200 (dezessete mil e duzentas) linhas de informações, compreendido um período de 24 horas, com exceção dos dias da instalação e remoção do dispositivo.

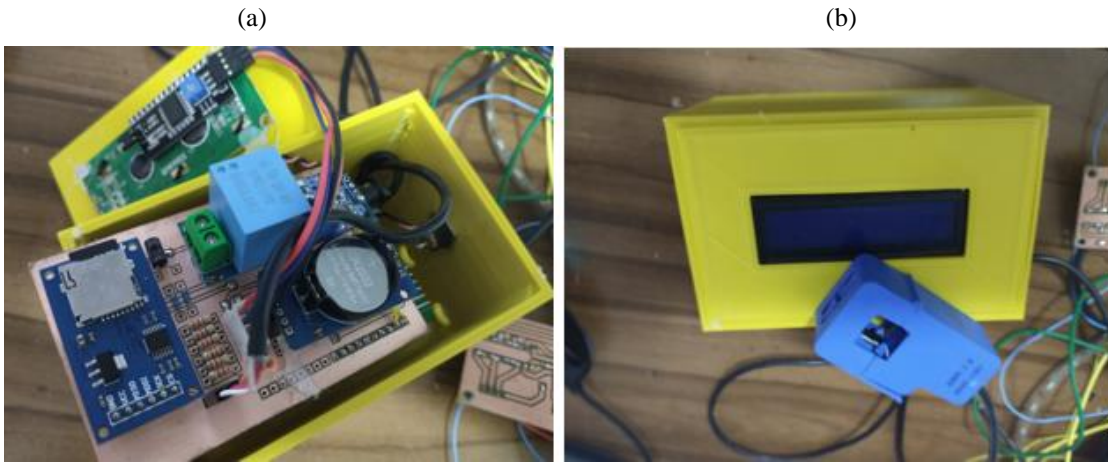
A aferição da empresa concessionária iniciou-se (para o período de estudo) no dia 27/07/2020 e finalizou-se no dia 26/08/2020 com uma leitura inicial de 1.072 m^3 e final de 1.211 m^3 registrando um consumo total de 139 m^3 de água.

Quanto ao consumo elétrico no período foi calculado a potência da bomba durante todo o tempo de funcionamento, observando-se o custo unitário, ao final, somado o custo total de funcionamento através de uma planilha eletrônica para facilitação dos cálculos. O valor alcançado foi menor que o custo do faturamento elétrico do período, uma vez que haviam outros componentes de uso elétrico ligados na parte comum da edificação.

4 RESULTADOS

O sistema de medição eletrônica operou de forma ininterrupta por 42 dias, foi alimentado por energia elétrica e contingenciado por sistema de baterias (Figura 4).

Figura 4 – (a) Sistema desmontado para mostrar os componentes internos, (b) Caixa fechada com o sensor indutivo e o display IHM.



Fonte: Autores.

A corrente indicada com a bomba desligada variou de 0,01A a 0,02A e a nominal, em funcionamento, passava dos 5A ficando nesse patamar durante todo o serviço de recalque.

Após o período final, foi agrupado todos os arquivos de texto gerado pelo sistema em uma planilha eletrônica e formatado o campo de corrente para que marcasse uma cor em destaque todo o período em que foi superior em 5A.

Extraído a data e horário de início e encerramento do funcionamento da bomba, percebeu-se que não havia uma constância de acionamento durante o período, uma vez que o recalque está estritamente ligado ao consumo, confirmado que a média de acionamento foi de 4 (quatro) vezes diárias.

Considerando o horário de início e termino de cada acionamento, foi calculado a diferença indicando o tempo de acionamento por período. Agrupado em acionamentos diários, foi somado o total de tempo entre os dias 27/07/2020 a 26/08/2020.

O consumo registrado pela empresa concessionária responsável pelo fornecimento da água tratada pode ser verificado na Figura 5.

Figura 5 - Registro de consumo dos dias 27/07/2020 a 26/08/2020.



Fonte: Autores.

A curva da bomba foi obtida através do catálogo do fabricante (Figura 6).

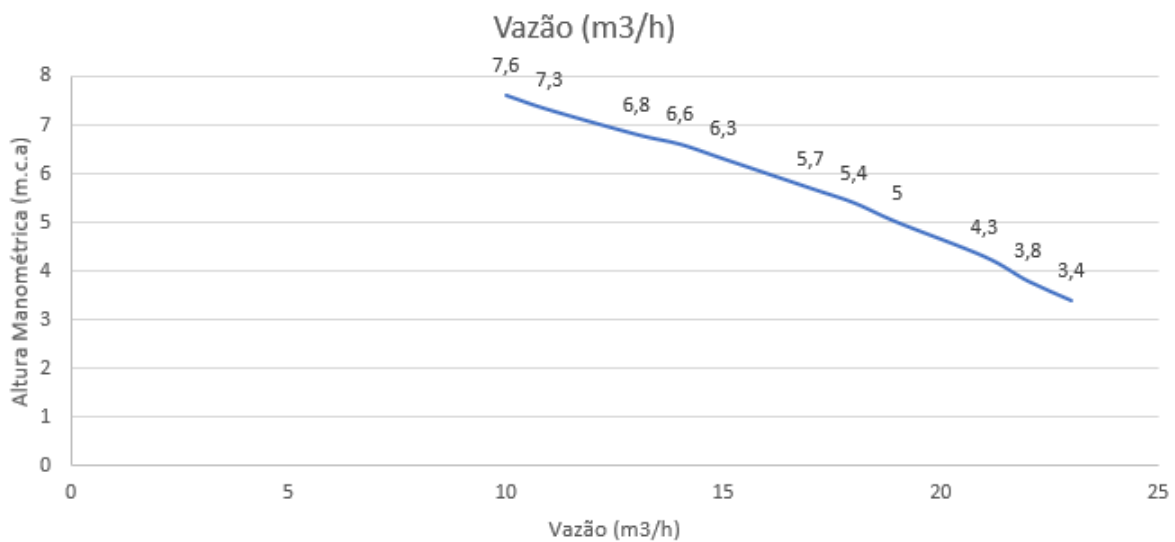
Tabela 1 e Figura 6).

Tabela 1 - Especificações da Bomba BC-91 S/T de 3/4 CV.

MODELO	Potência (cv)	Monofásico	Trifásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m c.a.)	Altura máxima de sucção (m c.a.)	Ø Rotor (mm)
BC-91 S/T	1/6	x		1 1/4	1	13	8	83
	1/4	x		1 1/4	1	15	8	92
	1/3	x	x	1 1/4	1	18	8	97
	1/2	x	x	1 1/4	1	23	8	111
	3/4	x	x	1 1/4	1	26	8	120
	1	x	x	1 1/4	1	28	8	123

Fonte: Schneider (2010).

Figura 6 – Gráfico de curva da bomba BC-91 S/T



Fonte: Schneider (2010) com adaptações dos autores.

O sistema elétrico foi calculado conforme amostra da Tabela 2, onde o valor da corrente da coluna “C” foi multiplicado pela tensão de 220V e dividido por 1000 (Equação 4.1), chegando-se ao valor da coluna “D” em KW. Multiplicado o KW do segundo, pelo consumo em KW.s e 5 segundo, chega-se ao valor da coluna “E”, somado todos os valores diário, chega-se ao total de custo/dia

(Equação 4.2). Valores de corrente inferiores a 0,05A foram desconsiderados dos cálculos considerando a resolução do instrumento de medição.

$$P = U \cdot i / 1000 \tag{4.1}$$

Sendo:

P = Potência elétrica em KW;

U=Tensão de trabalho em Volt (no caso 220V) e

i = corrente instantânea consumida.

$$\sum_{\text{Periodo}} C = KW \cdot KW \cdot s \cdot 5s \tag{4.2}$$

Em que:

$\sum_{\text{Periodo}} C$ = Somatório do custo diário durante o período de dias (em R\$);

KW = somatório do KW total no período (em KW);

KW.s = custo do KW a cada segundo (em R\$) e

5s = multiplicação da leitura a cada 5s.

Ao fim, somado todos os dias, chega-se ao custo total de acionamento da bomba que perfaz o valor total, no período de R\$ 45,15 (Tabela 3).

Tabela 2 - Planilha de cálculos de demanda e custo elétrico.

	A	B	C	D	E	F
3857	20/07/2020	05:45:11	0,01	0	0	
3858	20/07/2020	05:45:16	0,02	0	0	
3859	20/07/2020	05:45:21	0,02	0	0	
3860	20/07/2020	05:45:27	0,02	0	0	
3861	20/07/2020	05:45:32	6,11	1,3442	0,001188	
3862	20/07/2020	05:45:37	6,03	1,3266	0,001172	
3863	20/07/2020	05:45:43	6,06	1,3332	0,001178	
3864	20/07/2020	05:45:48	6,03	1,3266	0,001172	
3865	20/07/2020	05:45:53	6,04	1,3288	0,001174	
3866	20/07/2020	05:45:59	6,07	1,3354	0,00118	
3867	20/07/2020	05:46:04	6,08	1,3376	0,001182	
3868	20/07/2020	05:46:10	6,05	1,331	0,001176	
3869	20/07/2020	05:46:15	6,05	1,331	0,001176	
3870	20/07/2020	05:46:20	6,04	1,3288	0,001174	
3871	20/07/2020	05:46:26	6,04	1,3288	0,001174	

Fonte: Autores.

Tabela 3 - Valor Total de custos da demanda elétrica da bomba no período.

	A	B	C
1	Valores		
2			
3	Custo Kw,h	0,636354	
4	Custo kw,s	0,000177	
5			
6	Total	45,15224	
7			
8			
9			
10			

Fonte: autores.

5 DISCUSSÃO

O tempo total de acionamento da bomba, do período de 27/07 a 26/08/2020 foi de 19 horas, 48 minutos e 08 segundos, perfazendo uma fração de 19,802 horas.

O consumo indicado pela concessionária no período foi de 139m³.

A altura total de recalque da bomba foi de 13,7m e, pela tabela da

Figura 6, por aproximação numérica, chegou-se a vazão de 6,6 m³/h. Multiplicando a vazão pelo período total de funcionamento da bomba obtêm-se o valor de 130,69 m³, tendo como uma diferença do calculado e o auferido de 8,3 m³ para menos, obtendo-se um erro porcentual de 5,97%.

Conforme Moraes; Silva; Moraes (2010) a velocidade prática ideal em uma tubulação hidráulica é de 2 m/s, sendo assim, pela vazão de 6,6 m³/h e a seção nominal da tubulação de dreno de 0,025m, perfazendo uma seção transversal de 0,000625 m². Multiplicando pela respectiva vazão obtêm-se uma velocidade de 2,93 m/s, que para efeitos práticos, se torna adequado ao projeto.

Considerando a tensão fixa de trabalho em 220V e as medições de correntes periódicas, é possível, os cálculos de consumo elétrico da bomba e fazer a aferição, além do dispêndio hídrico, e confrontar com os valores por ocasião do faturamento de energia.

O valor de R\$45,15 (quarenta e cinco reais e quinze centavos) está totalmente compatível com o padrão de gastos mensais, uma vez que na edificação tem-se, além do acionamento da bomba, outras despesas, como a iluminação noturna externa e de escadas e corredores, bem como os gastos para acionamento de maquinário para limpeza mensal das partes comuns do condomínio, conforme Figura 7.

Figura 7 - Custo total do faturamento elétrico para o mês de agosto de 2020 da edificação.

ATENDIMENTO		PN	SEU CÓDIGO	CONTA MÊS	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR							
[REDACTED]		[REDACTED]	INSTALAÇÃO	AGO/2020	18/09/2020	68,74							
DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO													
Cod. 116	Descrição da Operação N° 913501263006	Mês Ref.	Quant. Faturada	Unid. Med.	Tarifa com Tributos R\$	Valor Total da Operação R\$	Base Cálculo ICMS R\$	Aliq. ICMS%	ICMS	Base Cálculo PIS/COFINS	PIS 0,90%	COFINS 4,10%	Bandeiras Tarifárias (Dias)
0605	Consumo Uso Sistema [KWh]-TUSD	AGO/20	98,000	kWh	0,30686667	29,44	29,44	18,00	5,30	29,44	0,28	1,21	Verde
0601	Consumo - TE	AGO/20	98,000	kWh	0,32968750	31,85	31,85	18,00	5,70	31,85	0,28	1,30	16 Dias
	Total Distribuidora					61,09							Verde
	DÉBITOS DE OUTROS SERVIÇOS												
0607	Contrib. Custeio IP-CIP Municipal	AGO/20				7,65							14 Dias

Fonte: Autores.

Através de algumas pequenas adaptações no software, esses numerários podem ser executados automaticamente a cada medição, indicando-se o período de início e término, poderá também fazer o fechamento mensal de consumo, tanto hídrico quanto elétrico, tornando o sistema totalmente autônomo.

6 CONCLUSÕES

O sistema mostrou-se eficiente na medição proposta, demonstrando um erro percentual de 6%, justificando-se com vazamentos na caixa subterrânea de recalque da edificação, constatada por empresa especializada no ramo.

Quanto a validação de consumo hídrico, os valores se mostraram compatíveis com o valor cobrado pela empresa concessionária, pois após o período de estudo, foi detectado em uma das unidades residenciais, vazamento constante das válvulas Hydras em ambos os banheiros, sanados após substituição dos respectivos reparos.

Sendo assim, o sistema de medição e aferição indireta de consumo hídrico, através de análise de funcionamento de bomba de recalque se mostrou eficiente e uma alternativa de baixo custo e de pronto emprego para o fim que se propõe.

Quando a análise da demanda elétrica e custos, o valor ficou plenamente aceitável considerando os valores totais do consumo elétrico no período, demonstrado a viabilidade do estudo tanto na medição do consumo hídrico como no consumo elétrico alcançando os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS

SANTOS, Rubens Francisco dos; VIEIRA, Antônio Carlos Costa; TEIXEIRA, Elisabeth Pelosi; IRAZUSTRÁ, Silvia Pierre; DEGASPERI, Francisco Tadeu. Aplicação de Metodologia para medição de perdas em redes de abastecimento de água - Estudo de caso do Residencial Jardim das Colinas em São Jose dos Campos. In: RESAG ENQUALAB, 14., 2014, São Paulo. **Saneamento e abastecimento de água e qualidade em metrologia**. São Paulo: Resag, 2014. p. 1-6. Disponível em: <http://www.resag.org.br/congressoresagenqualab2014/anais/trabalhos/arquivosumario42.1411149375.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020.

BRITO, Leandro Paes de; SOARES, Jéssica Maria Alexandre; SOUZA, Amanda Rafaela Ferreira; BARBOSA, Cassio José Sousa; PEREIRA, Julia Laurindo; DINIZ, Aline de Farias; AQUINO, Vitória Viviane Fereira de; MEDEIROS, Rosália Severo de. AVALIAÇÃO DO CONCEITO SOBRE ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA E CRISE HÍDRICA DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE ITAPETIM-PE. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 7, p. 54040-54052, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n7-885>.

ORELLANA, Alex; MARTIM, André Luís Sotero Salustiano; ZUFFO, Antonio Carlos; DALFRÉ FILHO, José Gilberto. Contribuição ao planejamento de reabilitação de redes de distribuição de água. **Ribagua**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 79-91, 3 jul. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/23863781.2018.1495991>.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. 3º ed. – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p. ISBN 85-900823-6-9

TABORDA, Allinson Von Muhlen. **Estudo sobre a implantação do sistema de medição individual de água em condomínios**. Porto Alegre: UFRGS, 2018.

PONTE, Victor Saré Ximenes; COELHO, Paula Danielly Belmont; TEIXEIRA, Luiza Carla Girar Mendes. **Determinação do Coeficiente de Consumo per Capita de água Potável em Empreendimentos residenciais verticais de Classe Média-Alta na Cidade de Belém/PA**. 2018. Disponível em: <http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletosPDF/I-110.pdf>. Acesso em: 16 out. 2020.

NEVES, Maria da Glória Ferreira das; NOGUEIRA, Patrícia Lima. **Estudo de Caso de Economia de Água em um Edifício Residencial no Bairro de Campo Limpo**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/1077>. Acesso em: 16 out. 2020.

Arduino AG. **Getting Started with Arduino UNO**. Itália, 2020. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>. Acesso em: 25 ago. 2020.

PowerUC. **Non-Invasive Sensor: YHDC SCT013 Used with Arduino**. 2020. Disponível em: https://www.poweruc.pl/blogs/news/non-invasive-sensor-yhdc-sct013-000-ct-used-with-arduino-sct-013?gclid=Cj0KCQjwqrb7BRDIARIsACwGad6kPKQwvTdw9A1fP6zn6wG8GQgSwUmWqV_Z66Fepsh31Up6gW9XDwkaAqDaEALw_wcB. Acesso em: 25 ago. 2020.

Usinainfo eletrônica e robótica. **Sensor de Tensão AC Zmpt101b. 2020.** Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-tensao-arduino/sensor-de-tensao-ac-zmpt101b-voltmetro-arduino-5658.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Dallas Semiconductor. **Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal DS3231.** Califórnia: Maxim Integrated Products, 2005.

MENDONÇA, Hélio Sousa. **SPI e I2C.** Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~hsm/docencia/comp/spi-e-i2c>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Franklin Eletric S.A. **Tabela de Seleção de Bombas e Motobombas.** Joinville: Schneider, 2010.

MORAES JÚNIOR, Deovaldo; SILVA, Edson Luiz, MORAES, Marlene Silva. **Aplicação industriais de estática e dinâmica dos fluídos I.** Santos, 2010, 360p.