

“As (novas) perspectivas da segurança pública a partir da utilização da Engenharia de Produção.”

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil – 25 a 27 de Maio de 2022.

## **Desenvolvimento de um hidrômetro inteligente para um consumo consciente**

Débora Pereira de Mattos (Universidade Veiga de Almeida) deboramattos007@gmail.com

Naiele Lyra da Conceição (Universidade Veiga de Almeida) naiele.lyra@hotmail.com

### **Resumo**

O presente trabalho retrata o desenvolvimento do protótipo de um hidrômetro inteligente de baixo custo, cujo este é capaz de mensurar e enviar ao usuário em tempo real, a vazão de água atual (em litros por segundo) e o total de água consumido (em litros) em cada ponto, de forma remota e local. Este é um dispositivo do tipo *Plug & Play*, podendo ser instalado em diversas áreas como cozinha, banheiro, área de serviço e entre outros, fornecendo ao usuário o consumo individual de cada área.

**Palavras Chaves:** Medidor inteligente, hidrômetro, hardware, software.

### **1. Introdução**

De acordo com a UNRIC (2019), a ONU prevê que 55% da população mundial vivem em cidades, tendo a expectativa de aumentar para 70% até 2050. Estima-se que as áreas urbanas atualmente respondem por mais de 67% dos gases de efeito estufa globais relacionados à energia, podendo chegar a 74% até 2030 (WORLD BANK, 2010), de acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a população mundial aumentará em 2 bilhões até 2050. Portanto, não é surpresa que o meio ambiente seja pressionado a um nível quase insustentável.

Por esses motivos, a tecnologia será uma importante aliada na proteção do meio ambiente, estando tecnologia e desenvolvimento sustentável mais próximo do que nunca. À medida que as metas globais relacionadas ao meio ambiente e uma sociedade consciente e engajada no consumo se tornam mais exigentes, a inovação tecnológica mostra-se um forte aliado para as empresas, pois esta é capaz de juntar o desenvolvimento e responsabilidade socioambiental (V2COM, 2020).

Nos últimos anos, muitas empresas estabeleceram metas para promover iniciativas que reduzem o uso indiscriminado de recursos naturais. Atualmente, uma empresa que não gera resíduos desnecessários e consome menos recursos do que pode gerar é considerada sustentável (V2COM, 2020).

Um dos recursos naturais mais importantes de serem preservados é a água. Esta pode ser considerada como fonte primordial da vida.

"é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, para a produção de energia e alimentos, para a construção de ecossistemas saudáveis e para a sobrevivência da espécie humana. A água é também essencial para fazer frente às alterações climáticas, servindo como elo crucial entre a sociedade e o meio ambiente." (UNRIC, 2019).

Apesar do Brasil ter 12% da água doce mundial, as más condições de distribuição, dificultam o controle para utilização de forma mais adequada possível, resultando em altos desperdícios (EBC, 2019). Com isso, voltou-se o foco para o desenvolvimento de medidas que contribuíssem para a diminuição do consumo desenfreado e negligente da água potável.

A partir deste contexto, foi-se desenvolvido um software e um hardware de um hidrômetro inteligente que proporciona o melhor aproveitamento da água, tendo a capacidade de fornecer dados de consumo com precisão para cada unidade residencial em tempo real e de forma simplificada para o usuário.

## 2. Revisão da Literatura

A sociedade passa por transformações constantemente, modificando e evoluindo seus métodos de produção. Essas transformações são marcadas pelas revoluções industriais.

Em 1784 na Inglaterra, ocorreu a primeira revolução industrial, com a mecanização dos processos através da energia hidráulica e do vapor. A partir de 1880, a segunda marcou o início da produção em massa, graças ao uso da energia elétrica. Já no final da década de 1960, surgiu a terceira, com tecnologias como computadores, redes, conectividade, *internet* e automação que possibilitaram a automatização de processos (MARCELLO, 2020).

E agora, estamos na quarta revolução industrial ou indústria 4.0, conceito surgido em 2011 como um projeto do governo alemão que promovia a transformação digital da fabricação, alavancada por tecnologias como *internet* das coisas (IoT, do inglês *Internet*

*Of Things*), *big data/analytics*, inteligência artificial, robótica e computação em nuvem (MARCELLO, 2020).

O desenvolvimento de um hidrômetro inteligente, está intimamente ligado ao conceito do IoT, pois ele traz consigo a possibilidade de conectar o mundo físico e o digital das mais variadas formas. A *Internet das Coisas* descreve a rede de objetos físicos que são incorporados a sensores, software e outras tecnologias, com o objetivo de conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas pela internet (ORACLE, 2020).

Com isso, de acordo com a pesquisa realizada pela *IoT Analytics* (2021), em 2020 havia 11,3 bilhões de dispositivos IoT conectados em todo o mundo, estabelecendo uma estimativa de 12,3 bilhões para o ano de 2021, um aumento de 9% em relação ao ano anterior. Foi-se estimado também que, até 2025, haja um número de 27,1 milhões de dispositivos IoT conectados em escala global.

A IoT também gerará impacto econômico: de acordo com o McKinsey Global Institute (2015), estima-se que a IoT teria um impacto potencial de US\$ 3,9 trilhões a US\$ 11,1 trilhões por ano até 2025. Além disso, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) estimou que até 2025 aplicativos e soluções de IoT movimentarão US\$ 132 bilhões na economia brasileira (SECRETARIA GERAL, 2017).

### **3. Metodologia**

Até chegar ao produto final, foram seguidos alguns passos:

1. Pesquisa de campo;
2. Apresentação e análise de dados;
3. Busca de soluções para os dados apresentados;
4. Planejamento de um hidrômetro inteligente;
5. Elaboração e testes de um protótipo.

#### **3.1 Pesquisa de campo**

Para desenvolvimento do protótipo, foi-se necessário fazer uma pesquisa de campo para obtenção de dados reais e comprovação de dados já analisados teoricamente. A mesma foi elaborada em um condomínio localizado na região de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. Este é composto por 8 prédios, sendo cada prédio considerado 1 bloco, onde 6 prédios contém 4 andares e os outros 2 prédios possuem 6 andares, como mostra a imagem abaixo:

Figura 1 – Condomínio utilizado para pesquisa de campo



Fonte: Google Maps, 2018.

Em cada andar há 4 apartamentos, totalizando 144 apartamentos no condomínio. O condomínio possui também área de lazer que é dividida em: piscina, parque para as crianças e quadra. Este também possui uma área com jardinagem.

E para desenvolver melhor o projeto, era necessário buscar o máximo de informações possíveis, portanto, além da observação, foi feita entrevista com os moradores, funcionários, síndico e subsíndico do condomínio. Nesta entrevista, houve relato de diversos problemas no condomínio na forma de pagamento e o preço da conta de água, além dos conflitos gerados entre moradores referentes à mesma. E a causa destes problemas é que neste condomínio, a medição de água é feita de forma coletiva, ou seja, há apenas 1 hidrômetro por prédio. Com isto, a conta é dividida de forma proporcional entre os moradores do conjunto de acordo com o a quantidade de água total consumida no mesmo.

No condomínio existem dois tipos de conta: a conta do condomínio geral (pagamento relacionado a manutenção do condomínio e a área de lazer) e a conta do custo de água do bloco. As duas contas somam cerca de R\$ 2.000, podendo variar de acordo com consumo, manutenção, contratação de serviço terceirizado etc. Através dos problemas relatados, houve a elaboração de uma árvore de objetivos dos requisitos que o hidrômetro inteligente deveria ter para resolver tais problemas encontrados.

### 3.2 Apresentação e Análise de dados

A partir de dados públicos do Instituto Trata-Brasil em parceria com a consultora GO Associado (2021, ano base 2019), o Brasil apresenta perdas na distribuição em 39,2%. Isso equivale a desperdiçar a água tratada de 7.500 piscinas olímpicas todos os dias, ou sete vezes mais do que o maior reservatório que abastece o estado de São Paulo. Essa quantidade é suficiente para abastecer mais de 63 milhões de pessoas em um ano.

Essas perdas são classificadas em perdas reais (físicas) e perdas aparentes (comerciais). As perdas reais estão principalmente associadas a vazamentos e as perdas aparentes estão principalmente associadas a erros de medição, desgaste ou não funcionamento de medidores e furtos de água (TRATA-BRASIL, 2021).

Com isso, analisando o contexto urbano, as edificações residenciais, uma das formas de controlar o consumo está relacionado a instalação de hidrômetros em cada unidade residencial, sendo eles responsáveis por fazer a medição do consumo individual de cada residência. Ou seja, cada residência é responsável por pagar somente aquilo que consome. Este sistema provoca um maior cuidado por parte do consumidor, reduzindo consumos exacerbados (PERUCH ; BACK, 2012).

Contudo, em algumas edificações, como em condomínios prediais, não há a instalação de medidor individual, e sim, coletivo, como visto na pesquisa de campo.

O hidrômetro individual ou coletivo se diverge principalmente no custo de implantação, onde o sistema de medição individual é 18% mais caro em relação ao sistema de medição coletiva. Isto, pois o sistema de medição individual demanda maior número de tubulações e conexões que devem ser instaladas para atender os pontos de utilização de cada unidade habitacional (GUEDES; JÚNIOR, 2015).

Entretanto, o sistema de medição individual em longo prazo, possui vantagens que contribuem de forma mais significativa do que o sistema de medição coletiva para conservação da água:

1. Um sistema de medição coletivo apresenta consumo diário entre 64% e 86%, enquanto condomínios com sistema de medição individual apresentam consumo diário entre 50% e 54%, considerando o consumo de água diário ideal de 200 litros por pessoa, indicado pela norma NBR 5626:1998 (PERUCH; BACK, 2012).
2. Redução do consumo do edifício de até 30% (COELHO, 2015);

3. Redução no índice de inadimplência (COELHO, 2015). Através da pesquisa de campo, obteve-se a informação de que o consumo por alguns moradores era feito de forma excessiva devido o sistema de medição coletiva. Além de aumentar o consumo e a conta no final do mês, conflitos entre os moradores surgiam devido tal situação.

Porém, mesmo que um condomínio com medição coletiva tenha o interesse de mudar seu sistema de medição para o individual, o preço para elaboração do projeto hidráulico pode chegar a R\$ 4.000,00 por unidade residencial, podendo este valor variar de acordo com a cidade, número de unidades e infraestrutura. Tem-se também a questão do custo relacionado aos hidrômetros que variam entre R\$ 350 e R\$ 750 a unidade, podendo ainda estar incluso a taxa de gerenciamento por unidade condominial (EOS Consultores, 2021).

Há a lei federal 13.312, sancionada em 12 de Julho de 2016, que “torna obrigatória à medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais”. O texto original desta lei foi alterado, pois estendia a obrigatoriedade para os prédios antigos (que normalmente possuem sistema de medição coletivo) devido os altos custos para tais alterações hidráulicas.

Apesar das metodologias apresentadas para controle de consumo, segundo Coelho (2009), o hidrômetro convencional não é um medidor ideal que registra o volume exato de água que o atravessa. Na prática, alguns medidores têm considerável limitação de exatidão, muitas vezes, o medidor não registra parte da água consumida e em decorrência esta deixa de ser paga pelo cliente. Dependendo da tecnologia do medidor, alguns fatores podem afetar significativamente a exatidão do aparelho.

Na prática, alguns medidores têm considerável limitação de exatidão, muitas vezes, o medidor não registra parte da água consumida e em decorrência esta deixa de ser paga pelo cliente. Dependendo da tecnologia do medidor, alguns fatores podem afetar significativamente a exatidão do aparelho.

### **3.3 Busca de soluções para os dados apresentados**

Conter as perdas de água é um imperativo e também uma oportunidade, por isso os medidores inteligentes são mais eficazes, pois além de erros na medição tenderem a zero, eles podem ser lidos remotamente, através de “*Automatic Meter Reading*” (AMR), em um processo que acontece em quatro etapas: (i) medição; (ii) transferência dos

dados; (iii) processamento e análise; e (iv) *feedback* sobre o consumo. A cadência de transferência varia de acordo com a tecnologia empregada. (MCNABB, 2011).

Segundo Abbott (1999), o termo “*Hydroinformatics*” faz parte do ramo da ciência a utilizar novas tecnologias para transformar dados relacionados à água em informação que pode ser produzida, negociada, comercializada, transmitida, transformada e, em última instância, consumida de novas formas. Através dos “*smart grids*” (medidores inteligentes) o “*hydroinformatics*” serão inseridos na era do *Big Data* e melhorar a gestão de recursos naturais (CHEN E HAN, 2016). Sendo esta uma das principais motivações para aquisição destes aparelhos, mas existem outros desdobramentos importantes como aumento do faturamento, redução de custos e construção de resiliência nas cidades.

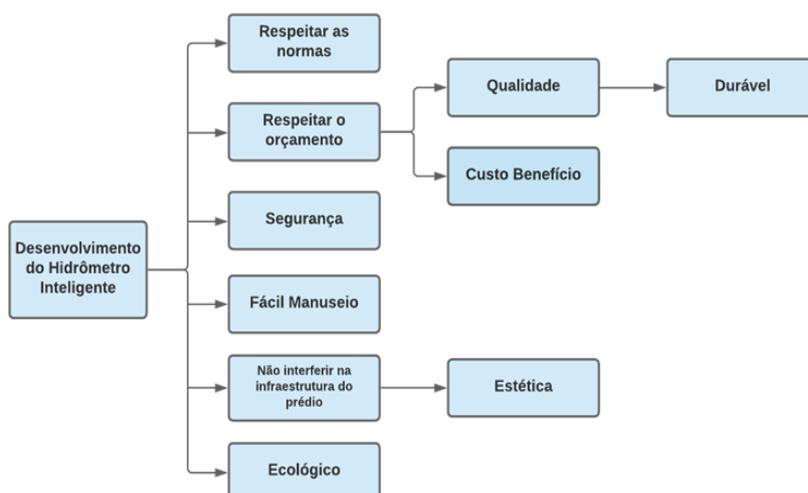
De acordo com todos os dados obtidos e analisados, como forma de solução, foi-se estabelecido a elaboração de um hidrômetro inteligente, que tem como objetivo principal diminuir o consumo e custo de água nas residências.

Estes deverão ter como funções/requisitos:

1. Sinalizar ao usuário o consumo de água no ponto instalado;
2. Produto de fácil instalação (tipo *Plug & Play*), não alterando a infraestrutura do local;
3. Sistema que fornece os dados através de forma local (*display*) e remota (aplicativo);

E para que o hidrômetro cumpra tal objetivo principal e suas funcionalidades, foi-se criada uma árvore de objetivo, que mostra os tópicos que o produto deve seguir/possuir.

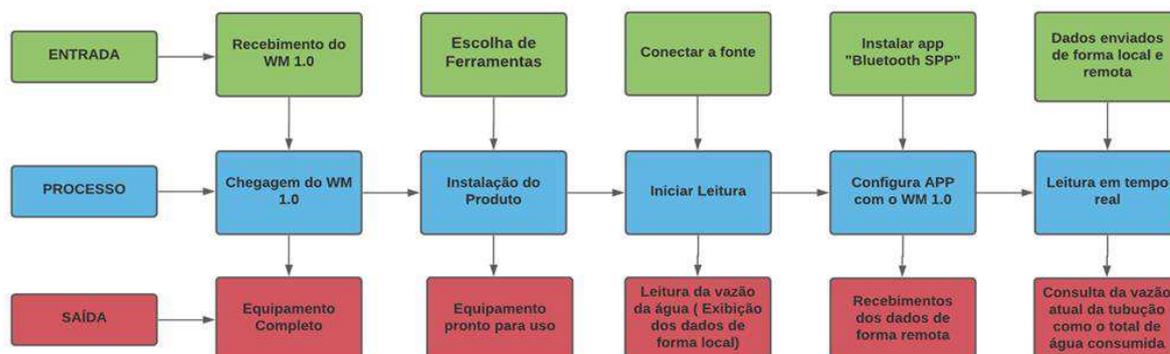
Figura 2 – Árvore de Objetivos



Fonte: Autoras, 2019.

Tendo os objetivos e funções definidas, para melhorar a visualização do funcionamento que o produto deve ter, foi-se desenvolvido um mapeamento do processo de instalação e uso do produto para o usuário:

Figura 3: Mapeamento do processo



Fonte: Autoras, 2019.

### 3.4. Hardware e Software

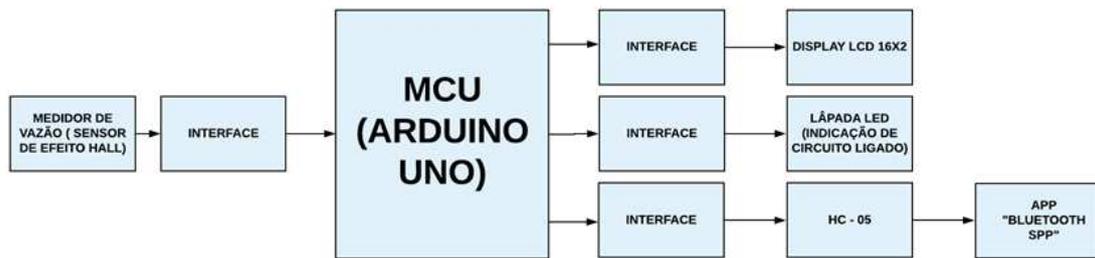
Para desenvolver o produto, foi-se feito um protótipo do medidor inteligente. Este foi nomeado de WM 1.0, sigla que significa *Water Meter* (em português, Medidor de Água), sendo esta a primeira versão a ser prototipada.

O levantamento de materiais e dispositivos eletrônicos para o protótipo foi feito buscando componentes de alta qualidade e eficiência, capazes de informar e fornecer os dados previstos com a precisão necessária. São eles:

- 01 sensor de fluxo YF-S201: Responsável por medir o fluxo de água;
- 01 Placa Arduino UNO: Responsável por receber os dados do sensor;
- 01 módulo *Bluetooth*<sup>®</sup> HC-05: Responsável por receber os dados do Arduino UNO e enviar via bluetooth os dados para o usuário através de um aplicativo (visualização remota);
- 01 LCD 16x2, para visualização dos dados de forma local;
- 1 fonte de 5V para alimentação do circuito;
- Resistores e capacitores para composição das interfaces (interliga os periféricos ao microcontrolador de forma segura e eficaz);
- LED para indicação de circuito energizado;

Para melhor visualização de como seria a conexão e a comunicação entre os componentes, foi feito um diagrama de blocos:

Figura 4: Diagrama de blocos: Comunicação do Hardware

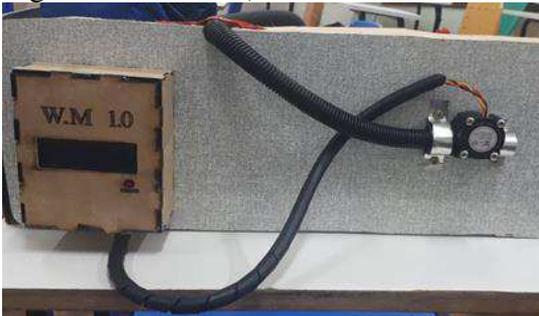


Fonte: Autoras, 2019.

Juntamente com a montagem do *hardware*, o *software* foi desenvolvido dentro do Arduino IDE. Foram realizados diversos testes e análises de dados, até que os resultados obtidos estivessem coerentes e de acordo com a vazão real.

Um dos requisitos do produto é que este em fosse do tipo *plug & play*, ou seja, de fácil instalação e que não interfira na estrutura física do local. Isto foi pensado para atender principalmente os condomínios antigos, pois como visto anteriormente, o sistema de medição individual possui grandes vantagens, porém altos custos. Com isso, o WM 1.0 é composto por um medidor de fluxo de vazão (YF-S201) e por um painel de controle (responsável por receber e exibir ao usuário todas as informações do medidor de fluxo), como mostrado na Figura 5. Tanto o painel como o sensor são de fácil instalação, podendo o sensor ser instalado em qualquer saída de água que siga os padrões da ABNT.

Figura 5– WM 1.0 ( Painel de Controle + Sensor de Fluxo YF-S201)



Fonte: Autoras, 2019.

O painel foi elaborado utilizando MDF de 3mm e cortado em máquina a laser. Todo o hardware responsável pelo recebimento e envio de dados se encontra dentro do painel de controle como mostrado na figura a seguir:

Figura 6 - WM 1.0 (Hardware )



Fonte: Autoras, 2019.

Os dados serão fornecidos ao usuário de forma local e remota. São apresentados ao usuário os valores de vazão atual (VA) dada em litros por segundo (mostra a vazão atual na tubulação) e valor consumido (VC)/vazão total, dado em litros (mostra a quantidade de água consumida até o momento).

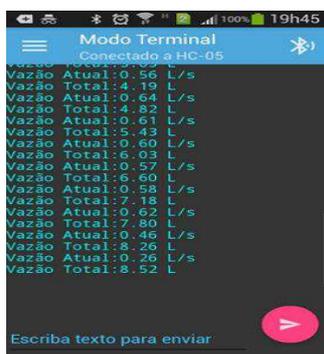
De forma local, os dados são exibidos através do *display* LCD 16X2 localizado no painel de controle, como pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 7 – Medidor W.M 1.0 – Dados recebidos de forma remota



Fonte: Autoras, 2019.

E de forma remota, os dados serão exibidos através do aplicativo “*Bluetooth SPP*”. Tendo instalado o aplicativo no celular, pareando o celular com o módulo bluetooth HC-05, os dados serão exibidos na tela do celular em tempo real como mostra a imagem abaixo:

Figura 8 – Interface do aplicativo “*Bluetooth SPP*” (software)

Fonte: Autoras, 2019.

### 3.5. Testes e resultados

Para saber se o protótipo estava funcionando de maneira eficaz e se os dados estavam sendo exibidos de maneira correta, foram feitos diversos testes. Foi-se feito 35 testes de medição, passando água corrente pelo YF-S201 até que preenche-se um recipiente de 500 ml, com o objetivo de saber se os dados de vazão atual e vazão consumida fornecidos pelo WM 1.0 estariam de acordo. Todos esses dados foram tabelados, tendo o WM 1.0 apresentado um erro médio de 5,66% em relação ao valor real. Além de que os dados fornecidos ao *display* e o aplicativo tiveram sincronia na exibição de dados.

## 4. Conclusão

Enquanto uma pesquisa no Google Acadêmico por “redes inteligentes de água” e “medidores inteligentes de água” o retorno é muito baixo. Diante da tempestividade da questão e carência de estudos sobre o assunto, o objetivo deste trabalho é inventariar publicações, desafios da adoção de medidores inteligentes de água e mostrar um dispositivo único e exclusivo, com um custo acessível, em fase experimental, de projeto de iniciação científica, através de pesquisas de campo e teórica. No presente trabalho, o produto atingiu todos os requisitos.

Com o lançamento deste produto no mercado, o ramo da eficiência energética e automação se tornarão mais visíveis para o consumidor, despertando o desejo de possuir algum tipo de automação residencial em alguma área de seu domicílio. Com mais interesse por este tipo de ramo no mercado, com o maior consumo, este ramo com o decorrer do tempo irá se tornar cada vez mais acessível ao consumidor. Há também a expectativa de aprimorar tal projeto, podendo fornecer mais dados como dados mensais de consumo e torná-lo com menores custos.

Com o desenvolvimento deste projeto, obtivemos conhecimentos diversos, não somente em nossas de atuação, mas como fora dela, como por exemplo: elaboração de programação, diagramas eletrônicos, cronograma de desenvolvimento, etc.

Os objetivos estabelecidos inicialmente neste artigo foram alcançados da forma esperada, fornecendo um hidrômetro capaz de medir de forma eficaz a vazão atual e consumida no ponto de utilização, podendo ser instalado em qualquer saída de água (podendo ser uma alternativa a ser utilizada em condomínios antigos, como no condomínio de pesquisa), fornecendo ao usuário os dados de forma local e remota.

O resultado esperado inicialmente foi conquistado: um deles se refere ao preço, onde atingimos um valor de venda de R\$ 251,14 (considerando o valor com gastos dos materiais + lucro de 100%). Foi-se feito uma pesquisa no Google com o nome “medidor de fluxo de água digital”, e a média de preço dos produtos foi de R\$ 270,00. Estes produtos apresentavam suas informações somente por display, não tendo outras qualidades que o WM 1.0 apresenta.

Permitir que o usuário tenha capacidade de determinar através do W.M, o consumo ideal diário/ mensal de água. O W.M já configurado exibirá diariamente/mensalmente ao usuário se o consumo foi atingido ou não e como ele pode atingir tal meta.

## Referências

- ANALYTICS, 2021. Estado da IoT 2021: Número de dispositivos IoT conectados crescendo 9% para 12,3 bilhões globalmente, IoT celular agora ultrapassando 2 bilhões. IOT, Acesso em: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/#:~:text=In%202021%2C%20IoT%20Analytics%20expects,than%2027%20billion%20IoT%20connections.https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/#:~:text=In%202021%2C%20IoT%20Analytics%20expects,than%2027%20billion%20IoT%20connections..1>. Acesso em: 20/01/2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5626: Instalação Predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. Acesso em: 13/01/2022.
- COELHO, A. C. Micromedição em sistemas de abastecimento de água. João Pessoa, PB. Editora Universitária da UFPB, 2009.
- COELHO, A.C.; MAYNARD J.C.B. Experiência de Medição Individualizada de Apartamento em Edifícios Antigos. In: congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 20. Florianópolis, 2015, 14 p. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258020>. Acesso em: 13/01/2022.
- EBC, 2019. Onde está a água do Brasil?. Disponível em: <https://www.ebc.com.br/especiais-agua/agua-no-rasil/#:~:text=Cerca%20de%2012%25%20da%20disponibilidade,dos%20recursos%20h%C3%ADricos%20do%20pa%C3%ADs>. Acesso em: 18/01/2022.
- GUEDES, E.S.S.; JÚNIOR, G. B.A., “Comparativo de custos da medição individual e coletiva de água fria em edifícios residenciais”, VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS, 2015. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/XI-002.pdf>. Acesso em: 07/01/2021.
- INDIVIDUALIZAÇÃO DE ÁGUA: CONHEÇA OS BENEFÍCIOS E LEGISLAÇÃO. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/individualizacao-de-agua/>. Acesso em: 07/01/2021.
- LEI 13.312, de 12 de Julho de 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13312.htm). Acesso em: 20/01/2022.
- MARCELLO, J. As Revoluções Industriais e as tecnologias da Indústria 4.0. 2020. Pós-Graduação Biotecnologia em Medicina Regenerativa e Química Medicinal – PPGM-MRQM da Universidade de Araraquara – Uniara. Disponível em: <https://www.uniara.com.br/noticias/47734/artigo-as-revolucoes-industriais-e-as-tecnologias-da-industria-40/>. Acesso em: 13/01/2022.
- MCKINZEY GLOBAL INSTITUTE, 2015. Desbloqueando o potencial da Internet das Coisas. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>. Acesso em: 20/01/22.
- MCNABB, J. (2011) “Vulnerabilities of Wireless Water Meter Networks”, in DEFCON. Penguin Press. Disponível em: <https://www.defcon.org/images/defcon-19/dc-19-presentations/McNabb/DEFCON-19-McNabb-Vulns-Wireless-Water-MeterNetworks.pdf>. Acesso em: 12/01/2021.
- NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 181: Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro –Primeira ligação. São Paulo, 2017.
- ORACLE BRASIL, 2020. O que é Internet of Things (IoT)?. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>. Acesso em: 20/01/2022.
- PERUCH, D. H.; BACK, N. “Comparativo do consumo de água em edificações verticais residenciais multifamiliares com hidrômetros individuais ecoletivos”, 2012. 12f. “Artigo de tecnologia de rede”, Colloquium Exactarum v. 5, No1, pp. 43-56, jul. 2013. de TCC-Universidade do Extremo Sul Catarinense, Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://repositorio.Unesc.net/bitstream/1/1536/1/Di%C3%B3genes%20Hahn%20Peruch.pdf>. Acesso em: 07/01/2021.

SECRETARIA GERAL, 2017. Internet das Coisas deve movimentar US\$ 132 bi no Brasil até 2025, estima BNDES. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/noticias/2017/outubro/internet-das-coisas-deve-movimentar-us-132-bi-no-brasil-ate-2025-estima-bndes>. Acesso em: 20/01/2022;

THE WORLD BANK (2010) Cities and climate change: an urgent agenda. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17381>. Acesso em: 13/01/2022;

TRATA BRASIL, 2021 Perdas de água - Desafios Para Disponibilidade Hídrica E Avanço Da Eficiência Do Saneamento Básico. Disponível em: <https://www.tratabrasil.org.br/pt/estudos/estudos-itb/itb/perdas-de-agua-desafios-para-disponibilidade-hidrica-e-avanco-da-eficiencia-do-saneamento-basico>. Acesso em: 20/01/2022.

UNRIC, 2019. ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050. Disponível em: <https://unric.org/pt/onu-preve-que-cidades-abriguem-70-da-populacao-mundial-ate-2050/#:~:text=Segundo%20a%20ONU%2C%20atualmente%2055,implementando%20processos%20de%20pol%C3%ADticas%20descentralizadas>. Acesso em: 18/01/2022.

V2COM, 2020. IoT e sustentabilidade: inovação de mãos dadas com o meio ambiente. Disponível em: <https://v2com.com/2020/05/17/iot-e-sustentabilidade/amp/>. Acesso em: 20/01/22.