



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE
CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU



BRUNA RODRIGUES BENTO

AUTOMAÇÃO APLICADA À REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM
INSTALAÇÕES PREDIAIS

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Ouro Preto, 2016

BRUNA RODRIGUES BENTO

AUTOMAÇÃO APLICADA À REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM
INSTALAÇÕES PREDIAIS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro.

Ouro Preto

Escola de Minas – UFOP

Março/2016

Monografia defendida e aprovada, em 11 de março de 2016, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro - Orientador



Prof. Dr. Luiz Fernando Rispoli Alves – Professor Convidado



Prof. Dr. Sávio Augusto Lopes da Silva – Professor Convidado

B478a Bento, Bruna Rodrigues.

Automação aplicada à redução do desperdício de água em instalações prediais [manuscrito] / Bruna Rodrigues Bento. – 2016.

lxiii,63f. : il., color., tab.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Ouro

Aos meus pais e avós, que sempre me acolheram e me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde, força e coragem para superar todas as dificuldades encontradas durante o curso. À Universidade Federal de Ouro Preto, que composta por todo o corpo docente, me proporcionou um ensino de altíssima qualidade que será posto em prática para o bem da sociedade. Ao meu orientador e professor Paulo Monteiro, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas correções e incentivos. Para mim, você é um modelo de ótimo professor. Com muito carinho, dedico a minha mãe Conceição, meu pai Olivério e minha irmã Bárbara, pela compreensão, apoio e contribuição para minha formação acadêmica. A toda minha família que em algumas datas de confraternização, eu tive que me abster para estudo ou atividades relacionadas ao meio acadêmico. Agradeço por toda a paciência e apoio. E a todos que de alguma forma fizeram parte da minha formação, tanto acadêmica como profissional. Sem dúvidas, de alguma maneira vocês me fizeram uma pessoa melhor.

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.
Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas
admiráveis”.*

(José de Alencar)

RESUMO

A água é um elemento essencial à vida e, no entanto, vem sendo utilizada com muito desperdício. De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), esse desperdício é tão grande atualmente, que o mundo poderá enfrentar um "déficit global da água", diferença entre a demanda e a reposição, de 40% em 2030. Nessa perspectiva, o presente trabalho apresenta algumas tecnologias do campo da engenharia de controle e automação que podem contribuir para a redução do desperdício de água em instalações prediais. Também é elaborada uma nova proposta de um sistema de supervisão e controle que permite uma administração centralizada do abastecimento e consumo de água em um prédio multifamiliar.

Palavras-chave: Desperdício de água, Automação, Prédio Multifamiliar, Instalação Predial.

ABSTRACT

Water is an essential element to life, however, it has been used with much waste. According to the UN (United Nations), this waste is so great currently that the world may face a "global deficit of water," difference between the demand and the replacement, of 40% in 2030. In this perspective, this work presents some technologies from the field of control and automation engineering that can contribute to reduce water waste in building facilities. In addition, a new proposal for a supervision and control system that allows centralized management of the supply and consumption of water in a multifamily building is elaborated.

Keywords: Waste of water, Automation, Multifamily building, Building installation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos sistemas de abastecimento.	16
Figura 2 - Sistema direto.	17
Figura 3 - Sistema direto sem bombeamento.	18
Figura 4 - Sistema direto com bombeamento.	18
Figura 5 - Sistema indireto.	19
Figura 6 - Sistema indireto RS.	20
Figura 7 - Sistema indireto RI-RS.	20
Figura 8 - Sistema indireto com bombeamento.	21
Figura 9 - Sistema hidropneumático sem bombeamento.	22
Figura 10 - Sistema hidropneumático com bombeamento.	22
Figura 11 - Sistema hidropneumático.	23
Figura 12 - Sistema predial de água fria.	23
Figura 13 - Sistema de medição coletiva.	25
Figura 14 - Sistema de medição individualizada.	26
Figura 15 - Esquemático dos sistemas de medição individualizada.	27
Figura 16 - Coletor de Dados.	29
Figura 17 - Antena receptora.	29
Figura 18 - Aquisição de dados móvel.	30
Figura 19 - Concentrador GPRS.	30
Figura 20 - Sistema via RF com dispositivo de aquisição de dados fixo.	31
Figura 21 - Medidor eletrônico para sistema pré-pago.	32
Figura 22 - Soluções e sistemas de pré-pagamento oferecidos pela Mobix SA.	33
Figura 23 - Sistema pré-pago.	34
Figura 24 - Aplicativo Dropcountr.	35
Figura 25 - Aplicativo MOBii Minha Conta.	36
Figura 26 - Aplicativo Da Sua Conta.	37
Figura 27 - App. Da Sua Conta.	37
Figura 28 - Calculadora dos Sonhos.	38
Figura 29 - Aplicativo Pegada Hydros.	39
Figura 30 - Pegada Hydros.	40
Figura 31 - Portal Organize meu condomínio.	41
Figura 32 - Torneira automática de pressão.	42

Figura 33 - Torneira automática de toque.	42
Figura 34 - Torneira automática com sensor de presença.	43
Figura 35 - Chuveiro Evok.	43
Figura 36 - Chuveiro MyShower.....	44
Figura 37 - Chuveiro EVA.	45
Figura 38 - Dispositivo Waterpebble.	46
Figura 39 - Dispositivo iSave Faucet.	47
Figura 40 - Console Ôasys.	47
Figura 41 - Tecnologia Ôasys.....	48
Figura 42 - Interface Ôasys.	48
Figura 43 - Consumo excessivo de água detectado pelo Ôasys.	49
Figura 44 - Arduino UNO.	51
Figura 45- Sistema de supervisão e controle proposto.	53
Figura 46 - Sensor de Nível tipo Bóia para controle de nível de líquidos LA16M-40.	54
Figura 47 - Especificações técnicas do sensor de nível LA16M-40.....	54
Figura 48 - Sensor de umidade do solo Higrômetro.....	55
Figura 49 - Sensor de fluxo de água YF-S201.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características do Arduino UNO.	52
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivo geral	15
1.2	Justificativa do trabalho	15
1.3	Metodologia proposta	15
1.4	Estrutura do trabalho.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	Classificação dos sistemas de abastecimento predial de água.....	16
2.1.1	Sistema de abastecimento direto.....	16
2.1.1.1	Sistema direto sem bombeamento	17
2.1.1.2	Sistema direto com bombeamento.....	18
2.1.2	Sistema de abastecimento indireto	19
2.1.2.1	Sistema indireto por gravidade	19
2.1.2.2	Sistema indireto hidropneumático	21
2.2	Elementos de um sistema de abastecimento predial de água.....	23
2.3	Sistemas de medição de água em prédios multifamiliares.....	25
2.3.1	Sistema de medição coletiva.....	25
2.3.2	Sistema de medição individualizada.....	25
3	TECNOLOGIAS NO MERCADO	28
3.1	Sistema de Telemetria para medição do consumo de água	28
3.1.1	Radiofrequência.....	28
3.2	Sistema pré-pago de utilização da água.....	31
3.3	Aplicativos e softwares	34
3.4	Dispositivos inteligentes	41
4	NOVA PROPOSTA.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Indubitavelmente, a água é um recurso indispensável à vida. Além de ser essencial para a sobrevivência de praticamente todos os organismos existentes no planeta, este bem natural é o suporte da maioria das atividades sociais e econômicas desenvolvidas pelo homem, como agricultura, indústria, pecuária, transporte, turismo, geração de energia e abastecimento público, por exemplo. Apesar de sua importância e o muito que se tem discutido atualmente sobre sua utilização racional e sustentável, o desperdício ainda é extremamente alto e preocupante.

Um estudo realizado pelo grupo Parceiro da Natureza chegou a prever que se nenhuma providência for tomada até 2025, um terço da população viverá em estado de escassez absoluta e dois terços em condições de séria escassez. De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), o desperdício de água é tão grande atualmente, que o mundo poderá enfrentar um "déficit global da água", diferença entre a demanda e a reposição, de 40% em 2030.

Diante destas previsões alarmantes, o mau uso, o consumo irresponsável, o desperdício de água em residências não pode ser ignorado. Os vazamentos em conexões, tubulações, equipamentos, reservatórios; a negligência do usuário, ao deixar uma torneira mal fechada após o uso, por exemplo, as fraudes, os furtos, o consumo exagerado e o mau desempenho de algum sistema são alguns dos principais problemas que podem ocorrer e contribuir ainda mais para o desequilíbrio entre a oferta e a procura do recurso. Evidentemente estes problemas merecem atenção e requerem soluções seguras e eficazes.

A automação muito se tem desenvolvido no sentido de criar novas tecnologias, dispositivos, produtos que possibilitam diminuir o consumo, reduzir o desperdício e as perdas de água nas residências. Este trabalho propõe justamente mostrar algumas destas tecnologias já existentes no mercado bem como sugerir uma nova possibilidade que atenda as novas necessidades de se economizar água. Por fim, vale reforçar que o foco será tecnologias para edifícios residenciais multifamiliares (com mais de uma unidade residencial).

1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo apresentar algumas tecnologias do campo da engenharia de controle e automação, já existentes no mercado, que contribuem para reduzir o desperdício de água em prédios residenciais. Além disso, propõe-se um sistema de supervisão e controle que permita uma administração centralizada do abastecimento e consumo de água nesses edifícios residenciais multifamiliares.

1.2 Justificativa do trabalho

A escassez, a demanda cada vez maior e o grande desperdício de água constituem hoje, uma grave e crescente ameaça ao desenvolvimento econômico, à preservação do meio ambiente e ao bem-estar do ser humano. Foi pensando nesta realidade que surgiu o tema deste trabalho. É urgente e essencial que as pessoas comecem a estabelecer novos pensamentos e ações que promovam a conservação e o uso racional, sustentável e consciente deste recurso.

1.3 Metodologia proposta

Inicialmente serão expostos alguns conceitos teóricos relevantes ao tema proposto.

Estudo dos tipos de sistemas de abastecimento de água predial, dos componentes básicos que fazem parte deste abastecimento predial e dos tipos de sistemas de medição existentes para prédios multifamiliares.

Na etapa seguinte será desenvolvido um estudo acerca das tecnologias da automação existentes no mercado e que constituem um avanço neste cenário de crise global hídrica. Sites de diversas empresas do ramo serão visitados no intuito de identificar o que há de mais moderno no mercado.

Por fim, já com um embasamento teórico forte, uma nova possibilidade da automação será pensada. No caso, será idealizado um sistema de supervisão e controle adequado ao tema proposto neste trabalho.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos. O primeiro apresenta um contexto introdutório sobre o trabalho; no capítulo 2 está disponível uma breve revisão bibliográfica referente ao tema proposto. Conceitos sobre os tipos de sistemas prediais de suprimento de água, os componentes de um sistema de abastecimento predial e os tipos de sistemas de medição são abordados neste tópico. No capítulo 3 algumas tecnologias que visam reduzir o grande

desperdício de água em prédios residenciais são apresentadas. No capítulo 4 há uma apresentação do sistema de supervisão e controle proposto. Por fim, no último capítulo são tratadas as conclusões e considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Classificação dos sistemas de abastecimento predial de água

Segundo Azevedo Netto (1998), um sistema de abastecimento de água define-se como o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins domésticos, de serviços públicos, consumo industrial ou para outros usos.

Sistemas de abastecimento predial de água podem ser classificados conforme mostra a figura 1.



Figura 1 - Classificação dos sistemas de abastecimento.

Fonte: SALGADO, 2011.

2.1.1 Sistema de abastecimento direto

Conforme observado por Segatto e Dias (2015), o sistema de abastecimento direto é aquele em que não há reservatórios de água entre a rede pública e os pontos de consumo da edificação. A alimentação da rede predial é feita diretamente pela rede de água da rua, como exemplificado na figura 2.

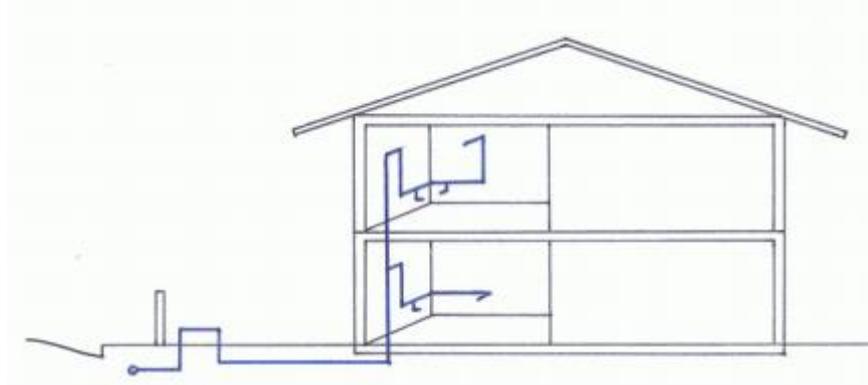


Figura 2 - Sistema direto.

Fonte: GHISI, 2004.

A distribuição direta normalmente garante água de melhor qualidade devido à taxa de cloro residual existente na água e devido à inexistência de reservatório no prédio. O principal inconveniente da distribuição direta no Brasil é a irregularidade no abastecimento público e a variação da pressão ao longo do dia provocando problemas no funcionamento de aparelhos como os chuveiros. O uso de válvulas de descarga não é compatível com este sistema de distribuição (GHISI, 2004). Vale ressaltar também que, para esse sistema, qualquer interrupção no fornecimento de água no sistema público poderá acarretar a falta de água no edifício.

2.1.1.1 Sistema direto sem bombeamento

A alimentação da rede interna de distribuição é feita diretamente pelo ramal predial ou alimentador.

- Ramal predial ou ramal externo: é a parte da canalização compreendida entre a rede pública de distribuição e o hidrômetro ou peça limitadora de vazão;
- Alimentador predial ou ramal interno de alimentação: é a tubulação que se estende do ramal predial até a primeira derivação ou até a válvula de flutuador (torneira de boia).

Nesta tipologia de sistema direto, espera-se que o abastecimento público seja contínuo, abundante e que as condições de vazão e pressão sejam suficientes para o abastecimento da instalação. A figura 3 ilustra um sistema direto sem bombeamento.

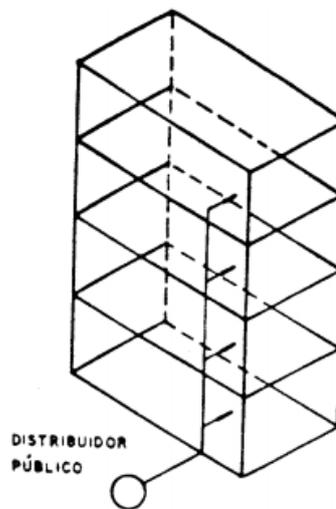


Figura 3 - Sistema direto sem bombeamento.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

2.1.1.2 Sistema direto com bombeamento

Neste caso, um sistema de bombeamento direto é acoplado junto à rede de distribuição (figura 4) e a água é recalçada do sistema de abastecimento até as peças de utilização. Esse sistema geralmente é utilizado quando a rede pública não oferece as condições necessárias de vazão e pressão para que a água seja elevada aos pavimentos superiores.

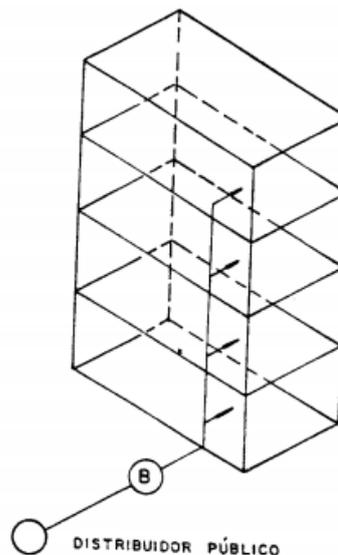


Figura 4 - Sistema direto com bombeamento.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

2.1.2 Sistema de abastecimento indireto

De acordo com Ilha (2004), o sistema de abastecimento indireto é aquele que possui ao menos um ponto de reserva de água e, a partir do qual, se alimenta a rede de distribuição. Observe a figura 5.

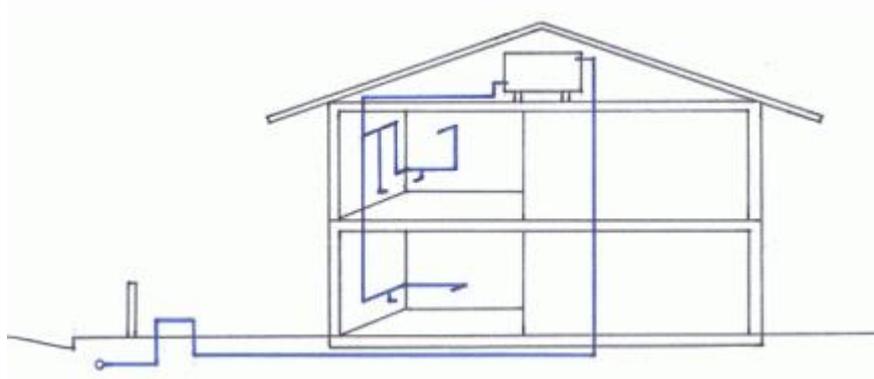


Figura 5 - Sistema indireto.

Fonte: GHISI, 2004.

A instalação de um reservatório de água ajuda a reduzir os problemas em relação às variações de pressão da rede pública e as interrupções temporárias ou irregularidades no abastecimento de água, no entanto, o armazenamento de água em reservatórios requer sérios cuidados quanto à sua concessão e manutenção.

No sistema indireto, consideram-se duas situações, descritas a seguir.

2.1.2.1 Sistema indireto por gravidade

Neste tipo de sistema, o reservatório é superior e cabe a ele a função de alimentar a rede de distribuição do edifício. O sistema por gravidade pode ser indireto RS, indireto RI-RS ou indireto com bombeamento.

Em um sistema indireto RS, o reservatório elevado é equipado com uma válvula de bóia. Quando ocorre o consumo de água no prédio e há uma diminuição no nível do reservatório, esta válvula se abre e o reservatório é reabastecido. A figura 6 ilustra um sistema indireto RS.

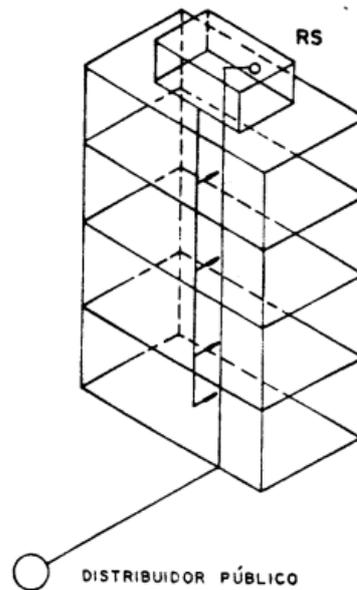


Figura 6 - Sistema indireto RS.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

No caso do sistema indireto RI-RS, tem-se dois reservatórios: um superior e outro inferior. Quando o reservatório superior atinge seu nível mínimo, uma chave elétrica de nível é acionada e a água contida no reservatório inferior passa a abastecer o superior até o nível máximo ser atingido e a chave ser desligada. Caso o reservatório inferior esteja vazio, uma chave elétrica de nível impede o abastecimento do superior. O reservatório inferior também apresenta uma válvula de bóia que se abre, quando este estiver em seu nível mínimo, permitindo seu abastecimento pela rede pública de distribuição. Observe a figura 7.

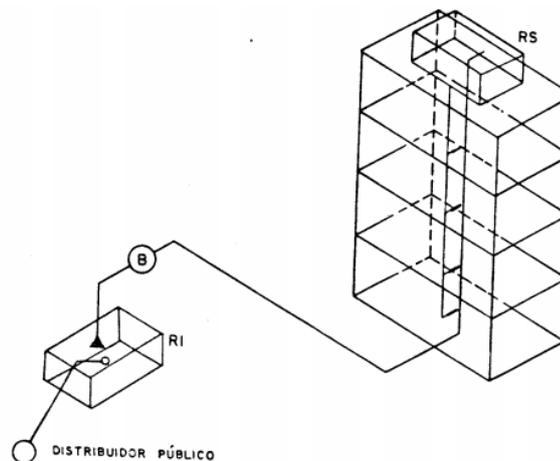


Figura 7 - Sistema indireto RI-RS.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

O sistema indireto com bombeamento apresenta basicamente o mesmo funcionamento do sistema indireto RS, no entanto este sistema é utilizado quando a pressão da rede pública não é suficiente para a elevação da água até o reservatório superior. O esquema deste sistema está apresentado na figura 8.

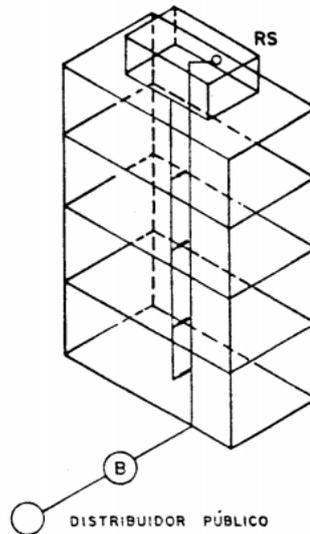


Figura 8 - Sistema indireto com bombeamento.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

2.1.2.2 Sistema indireto hidropneumático

Esse sistema utiliza um tanque de pressão contendo ar e água para a pressurização da água que chega da rede de distribuição. Normalmente ele é utilizado quando há necessidade de pressão em um dado ponto da rede ou quando não se tem um reservatório elevado.

O sistema de abastecimento indireto hidropneumático pode ser sem bombeamento, com bombeamento ou um sistema com bombeamento e reservatório inferior, também chamado de sistema hidropneumático.

Em um sistema indireto hidropneumático sem bombeamento, a pressurização do tanque é através do sistema de abastecimento. Observe a figura 9.

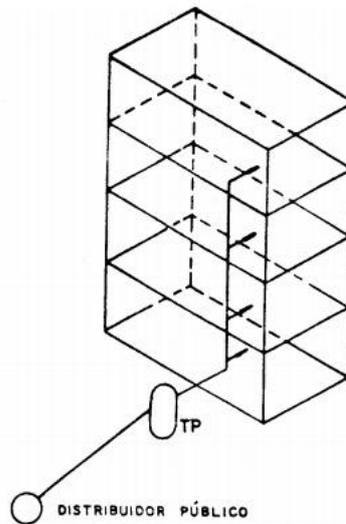


Figura 9 - Sistema hidropneumático sem bombeamento.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

No sistema com bombeamento, o tanque é pressurizado através da instalação elevatória. A figura 10 ilustra o esquema deste sistema.

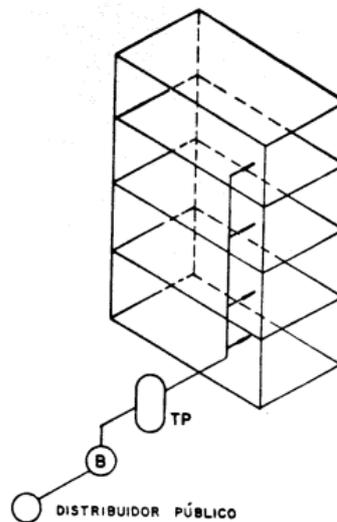


Figura 10 - Sistema hidropneumático com bombeamento.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

No caso do sistema hidropneumático, a água é pressurizada a partir de um reservatório inferior, abastecido pela rede pública (Figura 11).

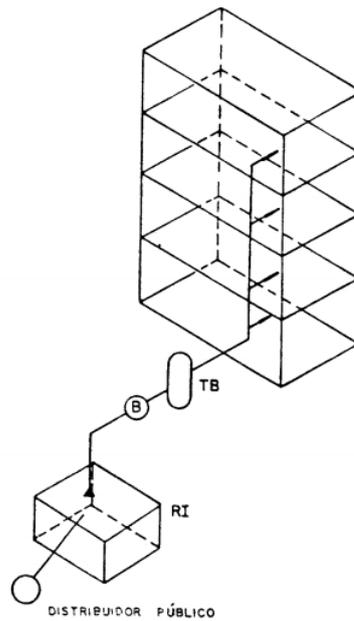


Figura 11 - Sistema hidropneumático.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

2.2 Elementos de um sistema de abastecimento predial de água

Na figura 12 são mostrados, de forma esquemática, os componentes básicos de um sistema predial de abastecimento de água fria.

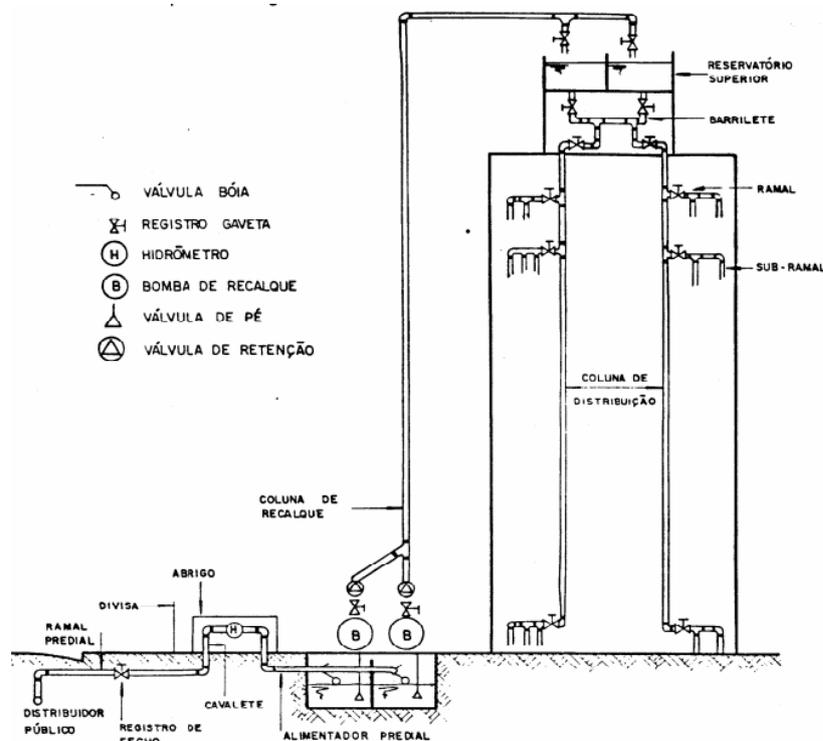


Figura 12 - Sistema predial de água fria.

Fonte: ILHA; GONÇALVES, 1994.

A norma NBR 5626:1998 (Instalação Predial de Água Fria) apresenta as seguintes definições:

- Barrilete: Tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto. No caso de tipo de abastecimento direto, pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou diretamente ligada à fonte de abastecimento particular;
- Coluna de distribuição: Tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais;
- Ramal: Tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais;
- Sub-ramal: Tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização;
- Alimentador predial: Tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico;
- Ramal predial: Tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial ou de rede predial de distribuição. O ponto onde termina o ramal predial deve ser definido pela concessionária;
- Registro de fechamento: Componente instalado na tubulação e destinado a interromper a passagem da água. Deve ser usado totalmente fechado ou totalmente aberto. Geralmente, empregam-se registros de gaveta ou registros de esfera. Em ambos os casos, o registro deve apresentar seção de passagem da água com área igual à da seção interna da tubulação onde está instalado;
- Registro de utilização: Componente instalado na tubulação e destinado a controlar a vazão da água utilizada. Geralmente empregam-se registros de pressão ou válvula-globo em sub-ramais.

A NBR 8009:1997 (Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal - Terminologia) define:

- Hidrômetro ou medidor de água: Instrumento destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa.

2.3 Sistemas de medição de água em prédios multifamiliares

2.3.1 Sistema de medição coletiva

Em um sistema de medição coletiva, um único hidrômetro localizado na entrada do edifício abastece todas as unidades habitacionais (figura 13). Ao final do mês, a conta de água é dividida igualmente entre todos os moradores.

Apesar de ainda estar bastante presente em edifícios multifamiliares, principalmente em prédios mais antigos, este modelo de medição certamente estimula o desperdício. Uma pessoa que consome muita água é beneficiada pelo rateio entre os condôminos enquanto que aquela que economiza é penalizada. Além do mais, devido ao não monitoramento individual de consumo, a verificação e detecção de vazamentos nas unidades habitacionais tornam-se mais difíceis.

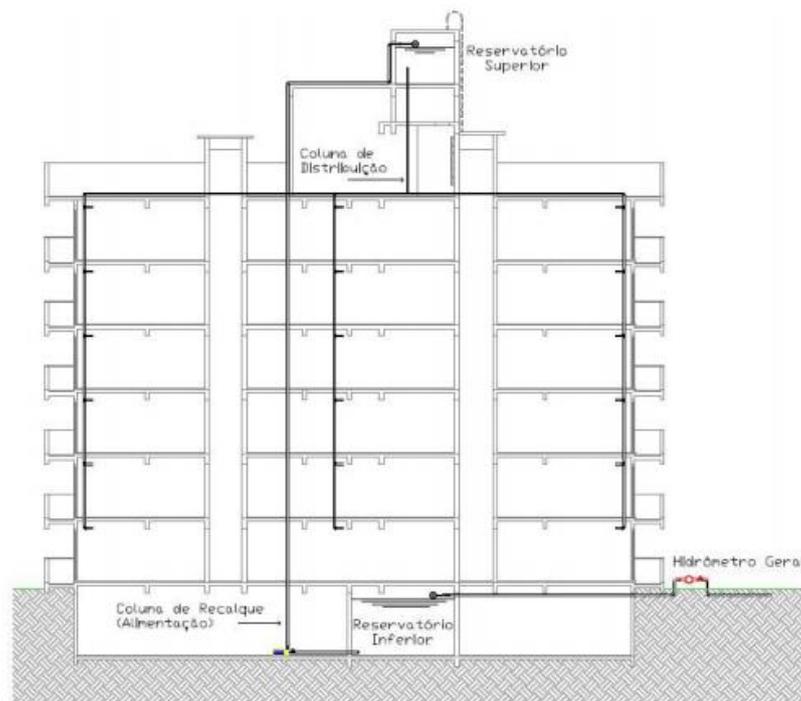


Figura 13 - Sistema de medição coletiva.

Fonte: BUSSOLO, 2010.

2.3.2 Sistema de medição individualizada

No sistema de medição individualizada, além do hidrômetro geral instalado na entrada do prédio, existe um hidrômetro próprio para cada apartamento (figura 14). As contas de água são emitidas individualmente e cada morador paga somente o consumo registrado no seu medidor.

Segundo a construtora ENGEMAG (2013), este modelo de medição propicia alguns benefícios. São eles: maior facilidade para a detecção de vazamentos no prédio, possibilidade da eliminação de fraudes e leituras erradas, maior facilidade para prevenções e manutenções, maior justiça social pelo fato das contas dos apartamentos serem baseadas em consumos reais, possibilidade de manutenção em uma unidade sem afetar as demais, possibilidade de controle pontual de problemas, diminuição de inadimplentes, redução do consumo de energia elétrica pela redução do volume bombeado para o reservatório superior, maior economia de água e redução da conta.

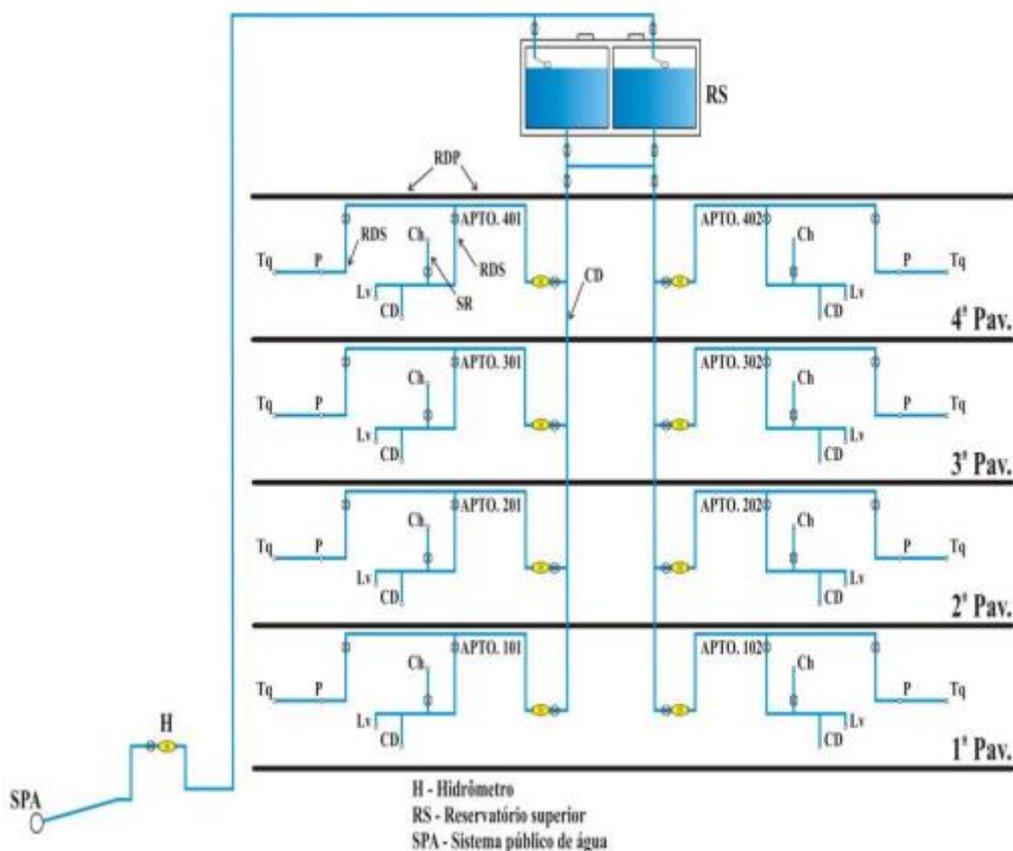


Figura 14 - Sistema de medição individualizada.

Fonte: GONÇALVES, 2010.

Peres (2006) observa que um sistema de medição individualizada de água pode ser classificado de acordo com o local de instalação dos hidrômetros. Estes podem localizar-se no barrilete do edifício (MI-B), nos halls de cada um dos pavimentos (MI-H) ou no pavimento térreo da edificação (MI-T). Observe a figura 15.

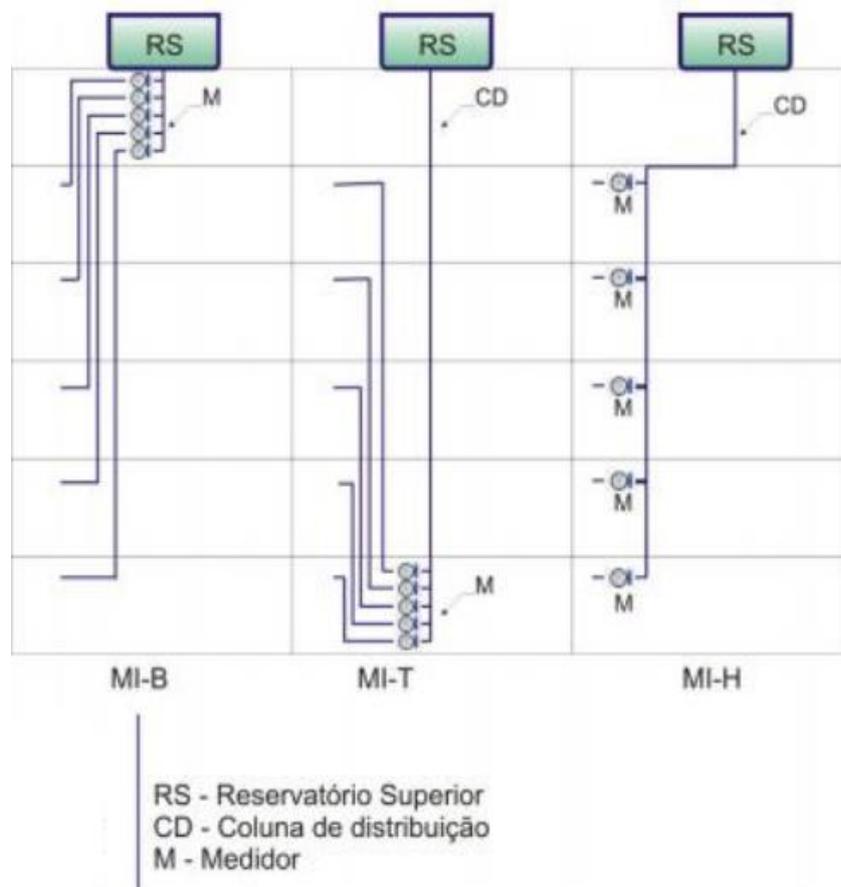


Figura 15 - Esquemático dos sistemas de medição individualizada.

Fonte: PEREIRA; ILHA, 2009.

Estudos realizados por Pereira e Ilha (2009) concluem que os três modelos apresentados são favoráveis quanto ao acesso para a leitura e manutenção, desde que haja uma escadaria de acesso ao barrilete na tipologia MI-B. Ainda de acordo com Pereira e Ilha (2009), as três configurações de medição individualizada permitem a implementação de sistemas de medição remota, sendo que os modelos com baterias de medidores são mais adequados para sistemas que utilizam cabos para transmissão dos dados. No que se refere à perda de carga e incremento de materiais, a configuração com medidores agrupados no térreo mostra-se mais desfavorável devido ao maior trajeto das tubulações.

3 TECNOLOGIAS NO MERCADO

3.1 Sistema de Telemetria para medição do consumo de água

“A telemedição é entendida como a tecnologia da automatização da medição e da transmissão de dados de fontes remotas para estações de recebimento, onde os dados sofrem processamento, análise, arquivamento e podem ser aplicados” (TAMAKI, 2003).

A utilização de um sistema de telemetria para a medição do consumo de água em um prédio multifamiliar traz contribuições importantes para o combate às perdas e para a melhoria do atendimento aos moradores. Essa tecnologia de medição a distância possibilita que, tanto o distribuidor quanto o condômino tenham acesso, em tempo real, aos dados sobre o consumo e aos possíveis problemas ocorrentes no abastecimento de água. A telemedição torna possível monitorar medidores de vazão, reservatórios, estações elevatórias e outros dispositivos hidráulicos. Também é possível o armazenamento e apresentação de dados históricos sobre a qualidade do abastecimento. Alarmes para vazamentos, consumos excessivos, falhas de equipamentos, falhas de operação, valores anormais de vazões, pressões e níveis podem ser empregados contribuindo ainda mais para minimizar o desperdício de água no edifício.

A transmissão dos dados em um sistema de telemetria pode ser feita através de fios, via rádio, modem, satélite, redes, entre outras. Um dos tipos que tem alcançado bastante aceitação no mercado são os sistemas com transmissão de dados via radiofrequência.

3.1.1 Radiofrequência

Segundo a empresa Predial Água, a telemedição por radiofrequência consiste na instalação de um dispositivo radiotransmissor acoplado ao hidrômetro. O medidor transmite o consumo de água apontado ao dispositivo que, por sua vez, envia as informações via rádio. Esse sistema de medição é considerado seguro, preciso, prático e de fácil aplicação. É uma solução importante para o gerenciamento do consumo de água em prédios residenciais.

Ainda de acordo com a Predial Água, existem diversos modelos de radiofrequência disponíveis no mercado. Alguns utilizam sistema de compartilhamento, onde pode haver a utilização de até quatro hidrômetros para um único rádio; o mais atual, entretanto, utiliza um aparelho para um medidor e é conhecido como um por um.

Quanto à leitura remota de hidrômetros equipados com dispositivos de rádio frequência, existem duas possibilidades: por passagem (*Walk by*) e fixa (Concentrador GPRS).

- Leitura via *Walk by*

A coleta dos dados é feita periodicamente por um funcionário da empresa prestadora do serviço que, com um dispositivo de aquisição de dados móvel *Walk by* (figura 16) composto por data logger e antena receptora de rádio (figura 17), recebe as informações enviadas pelo rádio transmissor acoplado ao hidrômetro. Vale ressaltar que a comunicação entre a antena e o coletor de dados é feita sem cabos através de Bluetooth.



Figura 16 - Coletor de Dados.

Fonte: HIDROMETER, 2016.



Figura 17 - Antena receptora.

Fonte: HIDROMETER, 2016.

Posteriormente os dados de consumo são descarregados na central da empresa alimentando um banco de dados com o histórico da medição. A empresa prestadora do serviço faz então o gerenciamento dos dados podendo apontar vazamentos e até mesmo tentativas de fraude.

Observe a figura 18 para um melhor entendimento deste processo de leitura remota.



Figura 18 - Aquisição de dados móvel.

Fonte: HIDROMETER, 2016.

• Leitura via concentrador GPRS

Neste caso, os medidores ou hidrômetros enviam constantemente informações de consumo por rádio frequência a um centralizador disposto de forma estratégica na planta de medição, e o centralizador através de comunicação GPRS (telefonia móvel de dados) envia dados de consumo ao servidor, alimentado banco de dados com históricos de medição e alarmes da aplicação (HIDROMETER, 2016). A figura 19 mostra um concentrador GPRS da empresa Hidrometer.



Figura 19 - Concentrador GPRS.

Fonte: HIDROMETER, 2016.

Para melhor compreensão será mostrada a Figura 20 composta pelos componentes do sistema de radio frequência oferecido pela empresa Mobix SA.

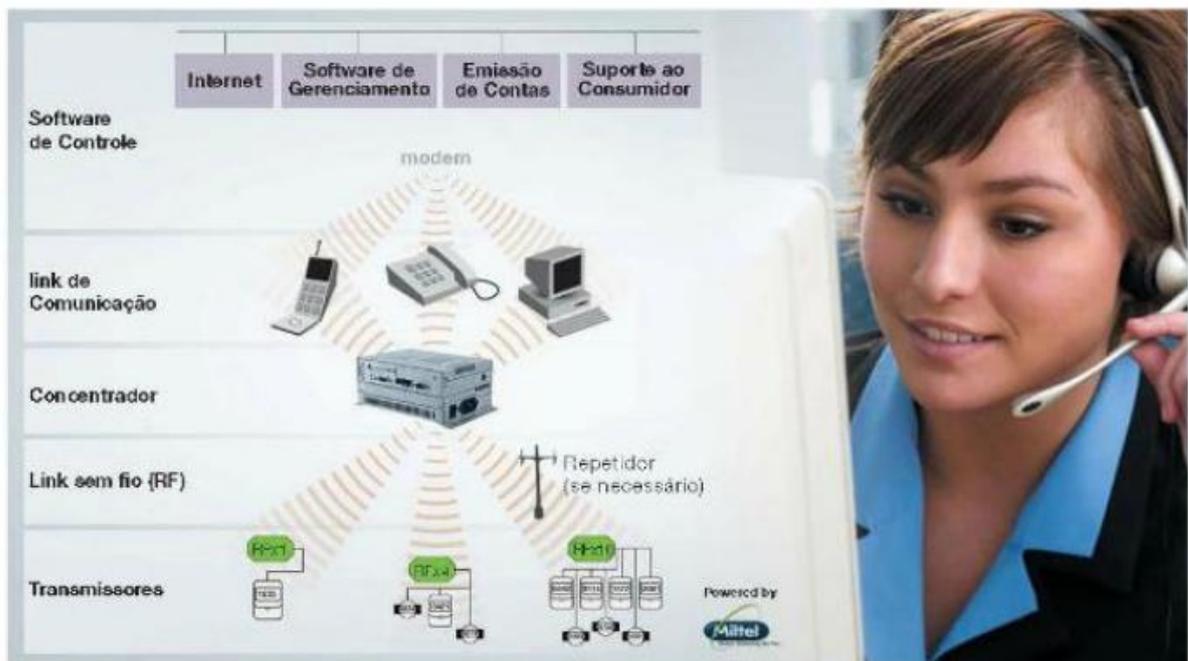


Figura 20 - Sistema via RF com dispositivo de aquisição de dados fixo.

Fonte: MOBIX, 2009.

Nesse sistema, a empresa oferece o acesso à leitura em tempo real de diversos medidores; o bloqueio e desbloqueio total ou parcial de forma remota; a geração, emissão e apresentação de relatórios customizados; impressão e envio de contas; sinalização para permitir intervenções; banco de dados local com função de arquivo; informação automática de perdas, desvios e desconexões; configurações e gerenciamento de tarifas diferenciadas; map browser e web interface.

3.2 Sistema pré-pago de utilização da água

Um sistema pré-pago de abastecimento de água consiste em uma tecnologia de medição eletrônica do consumo da água, que por intermédio de cartões ou Smart Cards, permite a liberação de quantidades limitadas de litros de água ao consumidor.

Um medidor eletrônico, um cartão de consumo e um gerenciador de consumo são os componentes de um sistema de medição eletrônica. O medidor eletrônico (figura 21) é o equipamento que substitui o hidrômetro comum, com a função de permitir ou interromper o fornecimento de água. O cartão de consumo é um cartão descartável e semelhante aos cartões pré-pagos para celular. O usuário compra o cartão nos terminais de venda conectados à própria companhia de abastecimento, raspa uma tarja e digita no gerenciador a senha impressa

no cartão. Após digitar o código, a quantidade de litros de água disponível para consumo aparecerá no visor digital do gerenciador.

Quando a residência possui água para somente mais três dias, o usuário é avisado pelo gerenciador, e, esgotados os créditos, o fornecimento de água é suspenso até que uma nova recarga seja feita. Caso queira, o consumidor tem a opção de realizar um ‘empréstimo’, uma vez por mês, de uma determinada quantidade de litros de água. O valor desse ‘empréstimo’ é descontado no próximo cartão de recarga.



Figura 21 - Medidor eletrônico para sistema pré-pago.

Fonte: JDMETER, 2016.

A companhia de abastecimento de Tocantins (SANEATINS), que vem testando há mais tempo o sistema pré-pago de água em residências no Brasil, aponta as seguintes vantagens desta tecnologia:

- Diminuição do número de consumidores inadimplentes e dos custos;
- Redução do consumo de água em 20%, segundo os testes realizados;
- Maior facilidade para detecção de vazamentos, afinal, o usuário poderá observar o consumo de água pelo medidor eletrônico, controlando e evitando o desperdício por vazamentos;
- Redução de fraudes, também devido ao controle do consumo da água pelo medidor eletrônico;
- Melhor planejamento do uso da água, pois o usuário poderá fazer um controle diário da quantidade de água que já foi gasta e a quantidade que ainda se tem para utilizar;
- Consumo de água de acordo com a disponibilidade financeira, sem excessos;
- Eliminação da leitura, digitação e impressão de contas.

Em contrapartida, as pessoas que não são favoráveis à implementação de um sistema pré-pago de água utilizam os seguintes argumentos:

- Mercantilização da água: a água passa a ser tratada como uma mercadoria;
- Aumento dos cortes como resultado da falta de condições financeiras para o pagamento antecipado;
- Diminuição de postos de trabalho com a eliminação da leitura, digitação e impressão de contas;
- Aumento dos índices de criminalidade (furto de água);
- Aumento da exclusão daqueles que não tem acesso à água tratada.

Atualmente, existem no mercado diversas empresas que já oferecem a tecnologia para pré-pagamento da utilização da água. Em seguida, as figuras 22 e 23 mostram as soluções e sistemas de pré-pagamento disponibilizados pela empresa Mobix SA.

Sistema Small e Large

A MOBIX possui SOLUÇÕES E SISTEMAS DE PRÉ PAGAMENTO para diferentes necessidades e consumidores.

Sistema Small

Desenvolvido para medição de água através de sistema de PRÉ PAGAMENTO em redes de pequeno porte com vazões de até 3 m³/h.

Sistema Large

Desenvolvido para a medição de água através de sistema de PRÉ PAGAMENTO em redes de grande porte com tubulações de 2", 3" e 4".

Solução de Pré Pagamento

Os cartões de indução ou smart card são programados através de uma Central de Recarga com a quantidade de créditos adquiridos pelo consumidor.

Ao passar o cartão pela leitora do medidor, abre-se uma válvula interna permitindo a passagem da água.

O crédito é armazenado em um sistema eletrônico interno, que administra o consumo e controla o funcionamento do medidor.

Figura 22 - Soluções e sistemas de pré-pagamento oferecidos pela Mobix SA.

Fonte: MOBIX, 2009.



Figura 23 - Sistema pré-pago.

Fonte: MOBIX, 2009.

3.3 Aplicativos e softwares

Atualmente, existem diversos aplicativos e softwares online que podem auxiliar no controle do consumo de água, na redução dos desperdícios e na utilização de forma mais consciente deste recurso. A seguir, serão apresentadas algumas alternativas encontradas no mercado. São ferramentas que, se utilizadas corretamente pelos condôminos, podem colaborar para a economia de água no prédio.

- Dropcountr

Disponível para Android e iOS, o Dropcountr é um aplicativo gratuito que, além de identificar o quanto é gasto de água em cada uma das tarefas diárias, permite comparar o seu consumo com o de outras famílias de porte semelhantes. Outra função do Dropcountr é estabelecer uma meta de consumo para o mês, com o aplicativo informando quando o limite estiver se aproximando. A interface do aplicativo pode ser vista na figura 24.

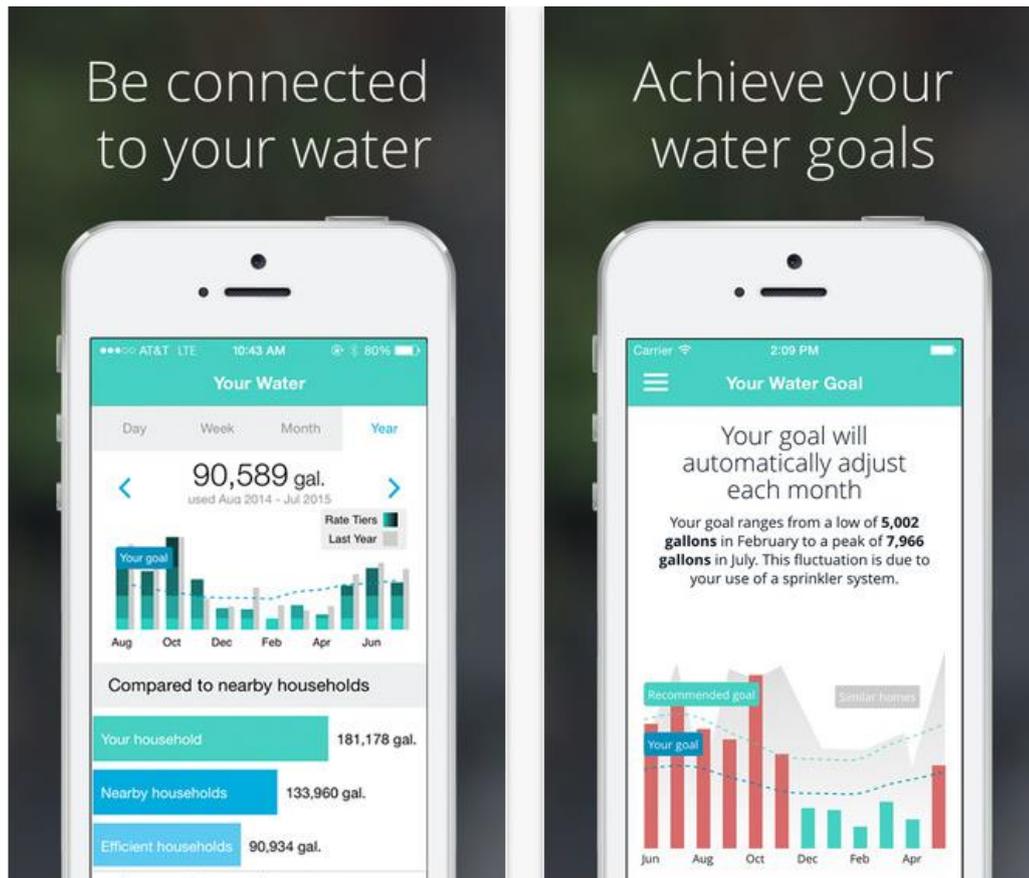


Figura 24 - Aplicativo Dropcountr.

Fonte: ITUNES, 2016.

- MOBii Minha Conta

Desenvolvido pela empresa CAS Tecnologia, o aplicativo MOBii Minha Conta (figura 25) permite que o usuário receba informações diárias sobre o consumo, previsões do valor da conta no mês, alertas sobre vazamentos e também acompanhamento de metas.

No caso de consumo inesperado e extrapolação da meta estipulada, o aplicativo é capaz de alertar o usuário por meio de um alarme, indicando uma suspeita de perda. O MOBii Minha Conta também contém informações sobre as tabelas de tarifas das concessionárias de água.



Figura 25 - Aplicativo MOBii Minha Conta.

Fonte: CAS TECNOLOGIA, 2013.

• Da Sua Conta

O aplicativo “Da Sua Conta”, desenvolvido pelo Departamento de Água e Esgoto de São Caetano do Sul e disponível para iOS, monitora o consumo de água de acordo com as informações no hidrômetro.

Conforme os valores diários são preenchidos, o aplicativo exibe um gráfico e mostra quanto seu consumo poderia ter sido reduzido durante o mês. Também é possível saber qual é a sua média de consumo e compará-la com a média recomendada pela ONU (EXAME, 2014). O “Da Sua Conta” ainda oferece dicas ilustradas para economizar água no dia a dia.

As figuras 26 e 27 mostram um pouco da interface do aplicativo.



Figura 26 - Aplicativo Da Sua Conta.

Fonte: TECHTUDO, 2015.



Figura 27 - App. Da Sua Conta.

Fonte: ITUNES, 2016.

• Calculadora dos Sonhos

A “Calculadora dos sonhos” é uma ferramenta virtual desenvolvida pela Sabesp, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, para incentivar a redução do consumo de água na capital paulista. Para ter acesso ao aplicativo, é necessário realizar um cadastro em um site específico da Sabesp. São exigidos o número de Registro Geral do Imóvel (RGI) e uma conta de água para que a leitura periódica do hidrômetro possa ser feita.

Realizado o cadastro, o usuário tem acesso a um sistema que dará orientações de como reduzir o valor da conta de água. A ferramenta acompanha o consumo e possibilita então calcular o quanto é necessário economizar para que o consumidor possa adquirir um determinado bem (cadastrado como “sonho”) e em quantos meses será possível comprá-lo com o dinheiro poupado da conta de água. A Sabesp diz que o “sonho” e seu respectivo valor cadastrados pelo usuário são meramente ilustrativos, servindo única e exclusivamente para incentivar a economia de água.

Observe na figura 28 a página inicial do site onde é possível realizar o cadastro para a utilização dessa ferramenta.

Figura 28 - Calculadora dos Sonhos.

Fonte: SABESP, 2016.

- Pegada Hydros

Disponível para plataformas iOS e Android, em inglês, português e espanhol, o aplicativo Pegada Hydros oferece ao usuário um questionário completo com perguntas relacionadas ao seu consumo diário de água. Ao final do questionamento, a aplicação tenta chegar a uma estimativa da quantidade de água consumida pelo indivíduo e a compara a um número ideal, à média mundial e à quantidade de “piscinas olímpicas” que poderiam ser preenchidas com o que foi gasto. É interessante que o aplicativo contabiliza desde a água usada para beber e lavar louça até a utilizada na fabricação de uma calça, por exemplo.

O Pegada Hydros também disponibiliza dicas de consumo consciente e apresenta uma breve introdução sobre a água no mundo, com dados estatísticos da superfície doce e salgada.

As figuras 29 e 30 apresentam um pouco da interface do aplicativo Pegada Hydros.



Figura 29 - Aplicativo Pegada Hydros.

Fonte: EXAME, 2014.



Figura 30 - Pegada Hydros.

Fonte: GOOGLE PLAY, 2016.

- Organize meu condomínio

O Organize meu condomínio é uma ferramenta online, direcionada a síndicos, moradores e gestores em geral, que permite monitorar o consumo de água em prédios, tanto residenciais quanto comerciais. Para usufruir dessa funcionalidade, o administrador do edifício precisa cadastrar seu condomínio, configurar sua meta de consumo e seus dados de medição de água individualizada.

O gestor do prédio carrega os dados de medição do consumo de cada unidade e define a meta de consumo de acordo com a determinação da concessionária de água. A partir daí, o sistema monta um gráfico da evolução do consumo e apresenta em metros cúbicos quanto foi consumido por unidade e pela área comum (salão de festas, piscina, playground, portaria, áreas de circulação, entre outros). O sistema também monta uma tabela com todas as unidades e apresenta visualmente como está a meta de consumo do prédio.

Com essa tecnologia, o administrador pode visualizar os dados de consumo de todas as unidades, monitorar o gasto nas áreas comuns, obter o histórico de consumo de anos anteriores, identificar quais condôminos não estão contribuindo com a meta e ainda enviar um relatório personalizado para cada unidade.

Quanto aos moradores, estes podem acessar seus dados de consumo de água, acompanhar suas metas e médias de consumo, visualizar históricos e ainda receber, por e-mail, avisos e relatórios.

Observe a figura 31 para melhor entendimento dessa ferramenta.

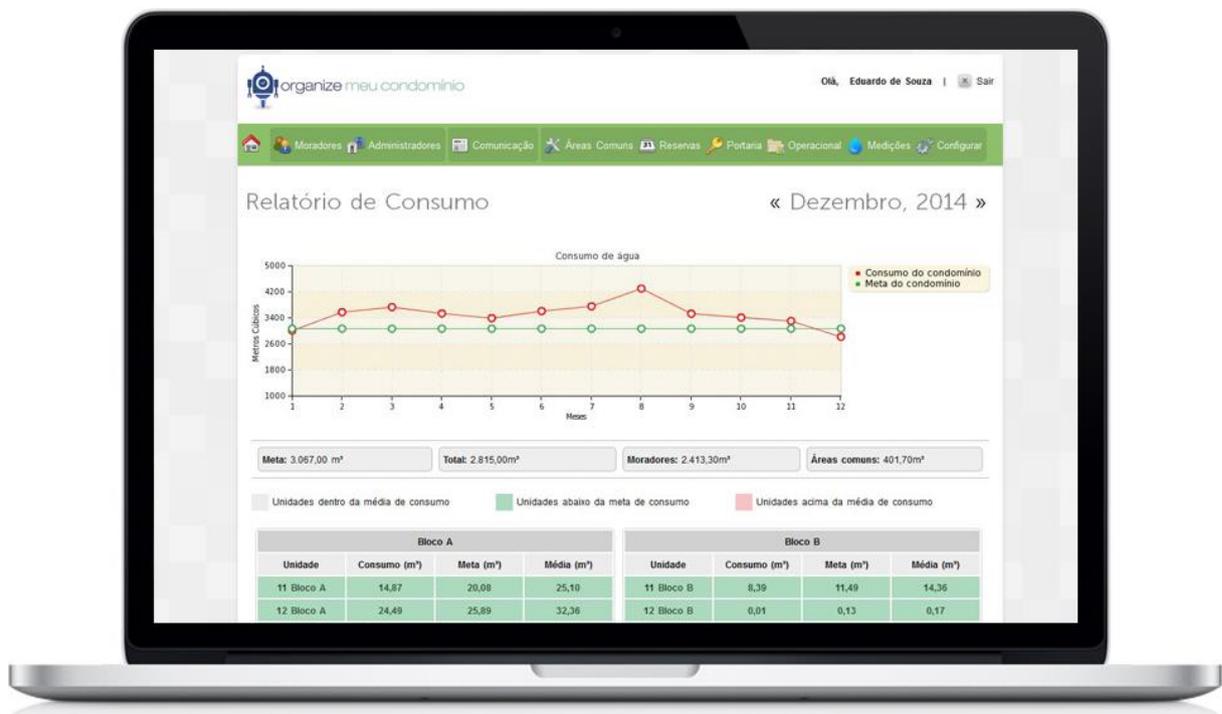


Figura 31 - Portal Organize meu condomínio.

Fonte: ORGANIZE MEU CONDOMÍNIO, 2016.

3.4 Dispositivos inteligentes

Diversos dispositivos podem auxiliar o morador a evitar o desperdício de água. Algumas alternativas de dispositivos inteligentes serão apresentadas a seguir.

- Torneiras automáticas

Conhecidas popularmente como “torneiras econômicas”, as torneiras automáticas evitam o desperdício de água pela ação do gotejamento e podem proporcionar uma economia no

consumo de água que varia de 20% a 70%, dependendo da regulagem e do modelo das mesmas.

De acordo com o mecanismo de acionamento, as torneiras automáticas se encontram em três segmentos: torneiras de pressão, torneiras de toque e torneiras com sensor de presença. No segmento das torneiras de pressão (figura 32), o usuário precisa acionar manualmente um botão de pressão para que certa quantidade programada de água seja liberada. Após algum tempo, a torneira é fechada automaticamente. No caso das torneiras automáticas de toque (figura 33), há um dispositivo capacitivo para o acionamento. Quando o usuário toca qualquer parte da torneira um circuito eletrônico identifica que houve variação de massa e então aciona o equipamento pelo tempo pré-ajustado. Por fim, as torneiras com sensor de presença (figura 34) são aquelas acionadas automaticamente por um sensor infravermelho em sua base. Quando as mãos do usuário se aproximam e entram no raio de atuação do sensor este manda um sinal para a placa eletrônica que, então, aciona a torneira. No momento em que se afastam as mãos, o fluxo de água é interrompido.

Torneiras Econômicas de Pressão

São temporizadas, acionadas por um botão de pressão, liberam 1 litro por ciclo/médio e fecham automaticamente.



Figura 32 - Torneira automática de pressão.

Fonte: DRACO, 2016.

Torneiras Econômicas de Toque

Possuem dispositivo para acionamento por toque, que é ativado quando o usuário toca em qualquer parte da torneira. Seu sistema libera 0,5 litro por ciclo/médio, evitando desperdícios de água.



Figura 33 - Torneira automática de toque.

Fonte: DRACO, 2016.

Torneiras Econômicas com Sensor

Possuem Sensor Infravermelho e são acionadas automaticamente através da detecção da presença do usuário. Esta versão de torneira libera apenas 0,25 litro por ciclo/médio, permitindo o uso da água na medida certa.



Figura 34 - Torneira automática com sensor de presença.

Fonte: DRACO, 2016.

• Chuveiros inteligentes

Os chuveiros podem ser grandes contribuintes para o desperdício de água em residências, principalmente onde há muitos moradores. A fim de reduzir esse desperdício e proporcionar um uso mais consciente do recurso, algumas soluções interessantes de chuveiros têm surgido no mercado.

Uma proposta neste sentido é o chuveiro inteligente Evok. Projetado pelo designer brasileiro Renato Saes, o Evok apresenta um sensor de presença no centro da ducha que funciona como controlador de vazão da água. Desse modo, quando a pessoa precisar se afastar do foco de água por algum motivo (para se ensaboar, por exemplo), o sensor percebe o afastamento e entra em ação reduzindo automaticamente o fluxo de água e evitando o desperdício. Além disso, o chuveiro inteligente Evok conta com funções de timer e ajuste de temperatura via conexão Bluetooth, e também por controle manual. Observe essa tecnologia na figura 35.



Figura 35 - Chuveiro Evok.

Fonte: CATRACA LIVRE, 2015.

Outra solução trata-se do chuveiro inteligente denominado MyShower. Desenvolvido pela empresa gaúcha Exatron com apoio da Finep (Financiadora de Estudos e Projetos), este chuveiro é capaz de informar o quanto foi gasto de água e de energia durante o banho, o tempo decorrido, a média de custo mensal e, ainda, permite que o banho seja avaliado em relação ao gasto de água, energia e tempo.

O MyShower também possui um sistema que permite programar, por meio de um controle remoto, a temperatura da água, a potência e o tempo máximo de banho para até cinco pessoas. O equipamento ainda pode emitir avisos sonoros a cada três minutos a fim de ajudar no monitoramento do tempo de banho e auxiliar em banhos mais rápidos. A figura 36 apresenta o chuveiro inteligente MyShower.



Figura 36 - Chuveiro MyShower.

Fonte: EXATRON, 2015.

O chuveiro inteligente EVA é outra tecnologia que visa economizar água. O equipamento (figura 37), feito para colocar entre o cano de água e o bucal dos chuveiros, possibilita poupar até 50% da água gasta durante o banho.

O aparelho EVA permite ajustar automaticamente a temperatura da água. Quando o chuveiro é acionado, o dispositivo começa a monitorar a temperatura. Assim que a água aquece o suficiente, o equipamento interrompe o fluxo e avisa o usuário que está tudo pronto. Desta forma, quando o usuário entrar para o banho, a temperatura já estará ideal, evitando desperdícios quando deixam a água a “correr” para aquecer. A tecnologia também conta com a função de diminuir o fluxo de água dependendo do que o usuário estiver fazendo. Se a pessoa estiver abaixo do chuveiro, os sensores do dispositivo automaticamente entendem que ela está enxaguando a cabeça ou o corpo e o fluxo de água fica no máximo. Caso a pessoa estiver se ensaboando, o fluxo de água diminui para 70%, ao se barbear ou realizar outras

atividades em que a pessoa fica mais distante do chuveiro, o fluxo é reduzido de 40% a 0% para evitar um desperdício maior.

Um usuário do chuveiro inteligente EVA pode também estipular um horário de término do banho e ser alertado quando este horário estiver se aproximando. Além disso, o usuário pode se conectar com um aplicativo de smartphone para visualizar seu histórico de consumo de água e comparar com de outros usuários do aparelho.



Figura 37 - Chuveiro EVA.

Fonte: COOL BUSINESS IDEAS, 2015.

- Dispositivo Waterpebble

Lançado por uma empresa de design britânica, o Waterpebble (figura 38) é um pequeno aparelho capaz de monitorar automaticamente a quantidade e o fluxo de água que escorre pelo ralo durante o banho.

O dispositivo memoriza o tempo e a quantidade de água utilizada no primeiro banho e aproveita essas informações como referência para banhos subsequentes. O funcionamento do Waterpebble é relativamente simples: o usuário instala o dispositivo próximo ao ralo do chuveiro/banheira e, por meio de uma série de LEDs, o aparelho indica a quantidade de água que está sendo consumida. O LED verde sinaliza que o usuário ainda pode consumir mais água, o amarelo significa que o tempo embaixo do chuveiro está se esgotando e, o vermelho alerta que o usuário deverá desligar o chuveiro imediatamente.

O Waterpebble também reduz fracionadamente o tempo dos banhos futuros. Sem que o usuário perceba, a duração de um banho pode ser reduzida em até seis minutos, o que gera uma economia de aproximadamente 20 litros de água por dia.



Figura 38 - Dispositivo Waterpebble.

Fonte: ECODESENVOLVIMENTO, 2012.

•Dispositivo iSave Faucet

Funcionando com energia produzida por uma turbina interna e podendo ser acoplado a torneiras e chuveiros, o iSave Faucet é um dispositivo integrado a um display digital que indica, na tela LED, a quantidade de água que está sendo consumida pelo usuário. O equipamento também informa, de acordo com a cor em que os números aparecem no display, se a pessoa está utilizando uma quantidade razoável de água (números azuis) ou se é hora de reduzir o consumo (números vermelhos).

A ideia desta tecnologia é tornar o consumo de água visível e fazer com que as pessoas fiquem mais cientes sobre a quantidade de água que estão consumindo, ajudando assim o usuário a ter um uso mais consciente da água.

O dispositivo iSave Faucet é mostrado na figura 39.



Figura 39 - Dispositivo iSave Faucet.

Fonte: ECOFRIEND, 2007.

- Dispositivo Ôasys

O Ôasys é um medidor inteligente que controla o consumo de água dentro de uma residência. Esse medidor foi idealizado em 2014, no Vale do Silício, região onde se encontram as sedes de várias empresas de alta tecnologia. Um grupo de empreendedores da empresa Imagine Creativity Center desenvolveu o projeto e levou a ideia para Barcelona, na Espanha. A partir daí, diversos protótipos do produto e seu design foram desenvolvidos.

A tecnologia Ôasys conta com dois elementos principais: um sensor wireless que deve ser conectado na parte externa do duto principal da residência e um console touch-screen de parede (figura 40) que pode ser instalado em qualquer local da casa/apartamento.



Figura 40 - Console Ôasys.

Fonte: ÔASYS, 2016.

O sensor, alimentado por uma pequena bateria, funciona como um microfone que “escuta” a mudança de frequência conforme a água flui pela tubulação principal. Desta forma, o usuário pode simplesmente acoplá-lo ao redor do tubo por onde passa todo o fluxo de água, sem

requerer ferramentas adicionais. Diariamente, informações atualizadas são enviadas do sensor, via wi-fi, para o console, que funciona como um painel informativo para ajudar a reduzir o consumo de água. Para melhor entendimento, observe a figura 41.

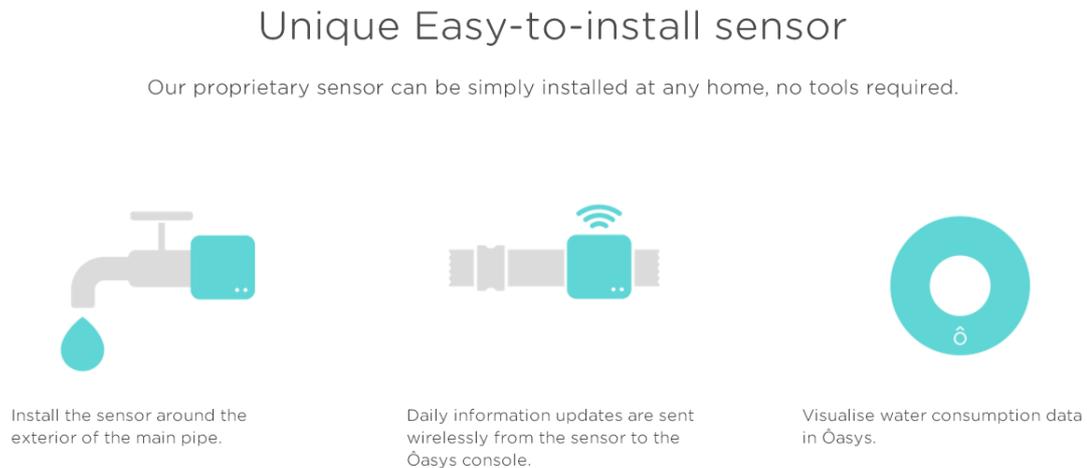


Figura 41 - Tecnologia Ôasys.

Fonte: ÔASYS, 2016.

Pelo console, a tecnologia Ôasys informa a quantidade de água consumida na última semana, apresenta a evolução do consumo, previsão do tempo para os próximos dias, nível do reservatório doméstico e ainda desenvolve metas para os moradores e envia um feedback sobre os avanços alcançados com os novos hábitos domésticos. De acordo com os designers do Ôasys, o sistema ainda é capaz, com o passar do tempo, de entender o consumo de água da residência e adaptar suas análises com base nisso. É importante ressaltar aqui também que a quantidade de água medida pelo dispositivo não é apresentada em litros ou galões, mas sim por meio de um número tirado de uma escala particular do Ôasys. Observe um pouco da interface Ôasys na figura 42.



Figura 42 - Interface Ôasys.

Fonte: ÔASYS, 2016.

Em caso de um potencial vazamento no sistema ou de um período de consumo excessivo de água o aparelho é capaz de alertar o usuário. O dispositivo tem LEDs que alteram de cor para notificar os moradores e, caso não esteja ninguém em casa, é possível configurar o sistema para enviar notificações para um celular. A figura 43 mostra o aparelho alertando sobre o consumo excessivo.



Figura 43 - Consumo excessivo de água detectado pelo Ôasys.

Fonte: ÔASYS, 2016.

4 NOVA PROPOSTA

Neste tópico sugere-se o desenvolvimento de um sistema de supervisão e controle que permita uma administração centralizada do abastecimento e consumo de água em um prédio multifamiliar.

Para concepção deste sistema torna-se necessária a utilização de sensores e atuadores, controladores e a elaboração de um software supervisorio que atue diretamente no controlador monitorando e controlando o estado de cada dispositivo conectado a ele.

Algumas funcionalidades pensadas para este sistema são:

- Monitoramento do consumo de cada apartamento: o sistema deverá informar o quanto está sendo consumido de água em cada apartamento durante todo o tempo para que seja possível identificar quem mais está desperdiçando água no prédio e assim elaborar uma estratégia para reduzir o gasto deste morador. Os dados de consumo também devem ficar armazenados por determinado tempo para que seja possível fazer análises de diferentes períodos.
- Monitoramento do nível do reservatório de água do prédio: com o emprego de sensores de nível, o sistema deve ser capaz de fornecer informações sobre o estado do reservatório principal do edifício. Com esse monitoramento, ações para diminuir o consumo de água podem ser planejadas. Por exemplo, nos horários em que ocorre frequentemente a maior baixa do nível de água no reservatório (período em que o consumo é maior), o administrador do prédio poderá reduzir a vazão a fim de que o desperdício seja minimizado;
- Detecção e alertas de vazamentos: o monitoramento contínuo da vazão de água que cada unidade do prédio está consumindo juntamente com outras informações agregadas podem auxiliar na detecção de possíveis vazamentos no prédio e assim alertar a supervisão sobre o problema;
- Controle do sistema de irrigação do jardim: utilizando sensores de umidade é possível controlar o sistema de irrigação do jardim de forma a evitar que o mesmo seja irrigado sem necessidade.

- Estrutura do sistema

Neste projeto propõe-se utilizar o software LabVIEW para a criação do sistema supervisorio. Este sistema ficará instalado e operado em um computador na central de operações do prédio. Associados ao sistema supervisorio, estarão os controladores que receberão informações dos

sensores e as transmitirão para o supervisor na central de operações. Este supervisor poderá também enviar comandos para o controlador de modo a determinar uma operação em algum local do prédio (no caso, poderá interromper ou não a irrigação do jardim). Para a proposta foi pensado em utilizar o arduino para desempenhar as funções de controlador. Como o preço desta placa microcontrolada é relativamente barato em comparação a um CLP (Controlador Lógico Programável), isto implicaria em uma economia no projeto aumentando ainda mais sua viabilidade.

O Arduino Uno (versão proposta para o projeto) é uma placa de desenvolvimento microcontrolada baseada no ATmega328P. Ele possui 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas analógicas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada para alimentação, um cabeçalho ICSP e um botão de reset. O Arduino pode ser energizado através da porta USB ou por uma fonte de alimentação externa. A fonte de alimentação é selecionada de forma automática (Arduino, 2016).

A figura 44 apresenta a placa Arduino UNO e a tabela 1 resume suas principais características.



Figura 44 - Arduino UNO.

Fonte: ARDUINO, 2016.

Tabela 1- Características do Arduino UNO.

Microcontrolador	ATmega328
Tensão operacional	5V
Tensão de alimentação (recomendada)	7-12V
Tensão de alimentação (limites)	6-20V
Pinos I/O digitais	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente contínua por pino I/O	40 mA
Corrente contínua para o pino 3.3V	50 mA
Memória Flash	32KB (2KB usados para o bootloader)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Velocidade de clock	16MHz

Fonte: ARDUINO, 2016.

Com esses parâmetros proporcionados pelo arduino é possível utilizá-lo para o monitoramento do consumo de água, para o monitoramento do nível do reservatório e para o controle do sistema de irrigação do jardim. Todos estes sistemas interligados poderão ser monitorados (sensores) e controlados (atuadores) pelo computador da central de operações no qual está o supervisor.

A comunicação entre o microcontrolador arduino e o supervisor poderá ser feita por meio da comunicação serial presente no arduino pelos pinos Tx e Rx, com a utilização de um cabo USB. Vale ressaltar que os pinos Rx (0) e Tx (1) são pinos usados para recepção (Rx) e transmissão(Tx) de dados seriais TTL. O canal de comunicação recomendado é o Full Duplex para que as informações possam ser trocadas simultaneamente em ambas as direções.

Quanto aos sensores e atuadores, estes estarão conectados ao arduino por meio de uma rede secundária. A comunicação em rede é permitida com a utilização de módulos (Shields) junto à placa microcontroladora.

A figura 45 ilustra a estrutura do sistema proposto.



Figura 45- Sistema de supervisão e controle proposto.

- Sensores e atuadores

Na eletrônica, um sensor é conhecido como qualquer componente ou circuito eletrônico que permita a análise de uma determinada condição do ambiente, podendo ela ser algo simples como temperatura ou luminosidade; uma medida um pouco mais complexa como a rotação de um motor ou a distância de um carro até algum obstáculo próximo ou até mesmo eventos distantes do nosso cotidiano, como a detecção de partículas subatômicas e radiações cósmicas (PATSKO, 2006).

Conforme observado por Rodrigo Cardoso Fuentes (2005), o sensor é um dispositivo que converte uma grandeza física de qualquer espécie em outro sinal que possa ser transmitido a um elemento indicador, para que este mostre o valor da grandeza que está sendo medida ou que seja inteligível para o elemento de comparação de um sistema de controle.

Já o atuador pode ser definido como um dispositivo capaz de atuar sobre (modificar) grandezas físicas do sistema no qual está inserido, atendendo a um comando automático ou manual. Esse processo envolve a conversão entre diferentes tipos de energia.

São exemplos de atuadores: motores, compressores, bombas, válvulas, cilindros, prensas, servo motores, solenoides, relés e contadores.

Para o desenvolvimento do sistema de controle e supervisão proposto será necessária a utilização de alguns sensores e atuadores específicos. Este tópico traz alguns elementos que poderão ser utilizados.

O sensor de nível da marca ICOS, por exemplo, poderá ser usado para o monitoramento do nível de água no reservatório. Com estes sensores é possível monitorar o nível de água no ponto (altura) em que o sensor for instalado no reservatório.

A instalação do sensor de nível ICOS LA16M-40 é feita pelo interior do reservatório com fixação através de porca e arruela em furo de 16 mm de diâmetro na lateral do reservatório. Para cada nível de água que se deseja detectar, é necessário um sensor de nível no ponto desejado. Observe a figura 46.



Figura 46 - Sensor de Nível tipo Bóia para controle de nível de líquidos LA16M-40.

Fonte: ICOS, 2015.

Algumas informações técnicas deste sensor são apresentadas na figura 47.

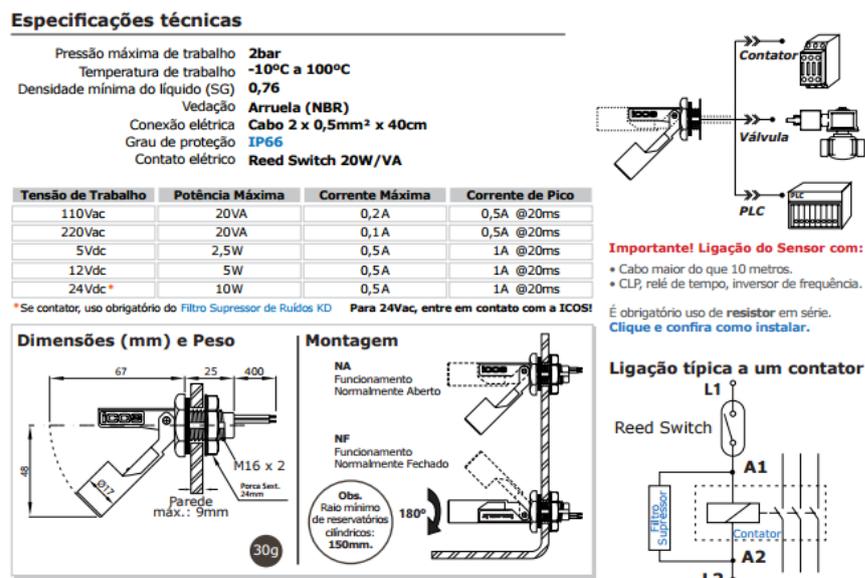


Figura 47 - Especificações técnicas do sensor de nível LA16M-40.

Fonte: ICOS, 2015.

A fim de possibilitar o controle do sistema de irrigação do jardim foi encontrado o sensor de umidade do solo Higrômetro (figura 48).

Este sensor foi feito para detectar as variações de umidade no solo, sendo que quando o solo está seco a saída do sensor fica em estado alto, e quando úmido em estado baixo (FILIPEFLOP, 2016).

O limite entre seco e úmido pode ser ajustado através do potenciômetro presente no sensor que regulará a saída digital D0. Contudo, para ter uma resolução melhor é possível utilizar a saída analógica A0 e conectar a um conversor AD, como a presente no arduino por exemplo (FILIPEFLOP, 2016)



Figura 48 - Sensor de umidade do solo Higrômetro.

Fonte: VINITRÔNICA, 2016.

A tensão de operação do sensor é 3,3 - 5V.

Para o acompanhamento contínuo do consumo de água em cada apartamento do edifício sugere-se utilizar o sensor de fluxo de água YF – S201. No caso, cada apartamento terá um circuito com um sensor deste para que seja possível saber quanto realmente cada unidade consumiu em um determinado período.

O sensor de fluxo de água YF-S201 consiste de uma carcaça plástica, um rotor e um sensor de efeito Hall. Conforme o fluxo de água passa pela câmara de água do sensor, faz movimentar as pás acopladas ao rotor. A medida com que a vazão de água aumenta, a velocidade com que o rotor gira aumenta proporcionalmente. O sensor de efeito Hall detecta quando o rotor com as pás completa um giro. Assim que essa volta completa é detectada, o sensor de efeito Hall envia um pulso de 5V no cabo de saída do sensor (ROCHA *et al*,2014).

Este sensor trabalha em uma vazão de até 30 litros por minuto, com uma pressão não superior a 2 Mpa , possui uma precisão em torno de 10% e opera com uma tensão de 5 a 18V.

A figura 49 apresenta o sensor de fluxo de água YF-S201.



Figura 49 - Sensor de fluxo de água YF-S201.

Fonte: ELETROGATE, 2016.

- Supervisório

Como dito anteriormente sugeriu-se utilizar o LabVIEW para a criação do sistema supervisório que irá interagir com o usuário. Dois fatores determinantes para a escolha deste software foi o contato com o programa dentro da grade curricular do curso e o custo, afinal com apenas uma licença pode-se gerar vários executáveis.

O LabVIEW é uma linguagem de desenvolvimento de aplicativos como a linguagem C, Delphi e Java. A diferença entre a linguagem de programação gráfica(G), na qual o LabVIEW se insere, e as demais é a forma de programação. Embora ambas sejam linguagens orientadas a objetos, cujo os compiladores simplificam o processo de programação pelas interfaces amigáveis com comandos, funções e propriedades pré-definidas; existe uma diferença fundamental. A linguagem de programação do LabVIEW é uma ferramenta de programação gráfica, altamente produtiva para construção de sistemas de aquisição de dados, instrumentação e controle, entre outras aplicações (REGAZZI;PEREIRA;SILVA JR, 2005)

A base de seu funcionamento são os chamados VIs (Virtual Instruments), que englobam a interface com o usuário e um ambiente de programação de blocos onde é implementado o algoritmo do software (MENDES,2013).

Os VIs são os arquivos que contêm todas as informações referentes a um aplicativo. Na área de interface, conhecido como painel frontal, são inseridos os componentes gráficos que serão responsáveis pela troca de informação entre o usuário e o programa (MENDES,2013).

A área de diagrama de blocos é responsável por desempenhar o algoritmo implementado através de conexões de funções presentes na biblioteca de funções do LabVIEW. As funções são representadas por blocos com entradas e saídas de informação e as conexões são representadas por linhas que indicam o fluxo de dados que está sendo carregada de um bloco para o outro (MENDES, 2013).

No supervisório proposto espera-se que o consumo de água de cada apartamento possa ser acompanhado em tempo real por intermédio de gráficos. Também seria interessante o supervisório fornecer um registro histórico do consumo de cada unidade em banco de dados com relatórios. Os sistemas de acionamento para irrigação do jardim, monitoramento do nível do reservatório do condomínio e os alarmes para detecção de possíveis vazamentos também estarão todos incluídos no supervisório.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostrou que já existem diversas tecnologias no mercado que incentivam o uso racional da água, reduzindo o seu desperdício. Na atualidade, muitas dessas tecnologias já são viáveis economicamente e tecnicamente para serem implantadas em residências, instalações prediais como forma de um bom controle do consumo de água. Este projeto também proporcionou um grande volume de informações, que agora poderão ser utilizadas como um aporte teórico para interessados na área.

Uma sugestão para algum trabalho futuro seria desenvolver o sistema de controle e supervisão proposto. Também poderiam ser implementadas algumas melhorias a ele como, por exemplo, o acesso via internet ao supervisor.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Datasheet: Arduino Uno R3. Publicação eletrônica, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998. 41p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8009**: Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal - Terminologia. Rio de Janeiro, 1997. 3p.

BATISTA, P.C.D.S. **Medição e controle de consumo de água em instalações prediais**. 2013. 52p. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Engenharia de Controle e Automação) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2013.

BUSSOLO, R.D.S. **Comparativo executivo e econômico de medição coletiva e individual de água em edifícios residenciais multifamiliares**. 2010. 83p. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina, 2010.

CALCULADORA DE SONHOS. Disponível em: < <http://calculadoradesonhos.sabesp.com.br/Default.aspx> > Acesso em: 10 Fev.2016.

CAMARGO, A.C.X. **O Sistema pré-pago de utilização da água e outros métodos eletrônicos de controle de uso da água**. 2004. Disponível em: < <http://jus.com.br/revista/texto/6505/o-sistema-pre-pago-de-utilizacao-da-agua-e-outros-metodos-eletronicos-de-controle-de-uso-da-agua/2> > Acesso em: 25 Jan.2016.

CAS TECNOLOGIA. Disponível em: < <http://www.castecnologia.com.br/index.php/telemetria-e-automacao/42-solucoes-cas/709-mobii-minha-conta> > Acesso em: 10 Fev.2016.

CATRACA LIVRE. **Designer brasileiro cria chuveiro inteligente que economiza água**. Disponível em: < <https://queminova.catracalivre.com.br/inventa/designer-brasileiro-cria-chuveiro-inteligente-que-economiza-agua/> > Acesso em : 16 Fev. 2016.

DA SUA CONTA. **Revista Exame**, São Paulo, 23 Jul. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/aplicativos/ios/da-sua-conta/>> Acesso em: 11 Fev. 2016.

DRACO. Disponível em: <<http://www.dracoeletronica.com.br/>> Acesso em: 15 Fev. 2016.

DROPCOUNTR. Disponível em: <<https://dropcountr.com/>> Acesso em: 9 Fev. 2016.

ECODESENVOLVIMENTO. **Designer cria dispositivo que monitora a quantidade de água utilizada no banho.** Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/marco/designer-cria-dispositivo-que-monitora-a>> Acesso em: 18 Fev. 2016.

ECOFRIEND. *iSAVE faucet – It's time to make it 'WE' save!*. Disponível em: <<http://www.ecofriend.com/isave-faucet-its-time-to-make-it-we-save.html>> Acesso em: 19 Fev. 2016.

ELETROGATE. **Sensor de Fluxo de Água de ½”** . Disponível em: <<http://www.eletrogate.com/pd-1b643c-sensor-de-fluxo-de-agua-de-1-2.html>> Acesso em: 25 Fev. 2016.

ENGEMAG, Construtora. Disponível em: <http://www.engemagconstrutora.com.br/pdf/sistema_de_agua.pdf> Acesso em: 10 Jan.2016.

EXATRON. Disponível em <<http://www.exatron.com.br/>> Acesso em: 16 Fev. 2016.

FILIPEFLOP. **Sensor de Umidade do Solo Higrômetro.** Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-aa99a-sensor-de-umidade-do-solo-higrometro.html>> Acesso em: 24 Fev. 2016.

FUENTES, R.C. **Apostila de Automação Industrial.** Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, 2005.31p. Apostila.

GHISI, E. **Instalações Prediais de Água Fria.** 26 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GOOGLE PLAY. **Pegada Hydros.** Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intuitiveappz.hydros&hl=pt_BR> Acesso em : 11 Fev. 2016.

HIDROLUZ, Grupo. Disponível em: < www.hidroluz.com.br/medicao_individualizada.aspx > Acesso em: 11 Jan. 2016.

HIDROMETER. Disponível em: < <http://hidrometer.com.br/hidrometros-radio-frequecia.php> > Acesso em 19 Jan. 2016.

ICOS. Disponível em: < <http://www.icos.com.br/> > Acesso em: 23 Fev. 2016.

ILHA, M.S.D.O. ; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. 113p. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1994.

ILHA, M.S.O. **Sistemas de medição individualizada em edifícios: os elos da corrente**. Hydro Aranda Editora. Janeiro 2008.

ITUNES, **Da Sua Conta**. Disponível em: < <https://itunes.apple.com/br/app/da-sua-conta/id508847436?mt=8> > Acesso em : 11 Fev. 2016.

ITUNES. **Dropcountr**. Disponível em: < <https://itunes.apple.com/br/app/dropcountr/id862676310?mt=8> > Acesso em: 9 Fev. 2016.

JD METER. Disponível em: < <http://www.jdmeter.com/en/> > Acesso em: 2 Fev. 2016.

JURISWAY, Sistema Educacional On Line. **O sistema de Consumo Pré-Pago de Água Frente a Lei das Águas**. 2007. Disponível em: < http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=262 > Acesso em: 25 Jan.2016.

MENDES, A.D.S. **Desenvolvimento de software em LabVIEW para balanceamento dinâmico de rotores**. 2013. 84p. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MENDES, D.D.S.; COSTA, Z.L.S. **O auxílio da modelagem matemática na compreensão e conscientização do desperdício de água potável nas residências**. 2014. Trabalho apresentado ao 20º Encontro Regional de Estudantes de Matemática da Região Sul, Bagé, 2014.

MOBIX INDIVIDUALIZA S/A. 2009. Disponível em: < www.mobixsa.com.br > Acesso em: 20 Jan. 2016.

MORAES, F.F.M.D.; PINHEIRO, S.P.D.F.; SILVA, R.R.D.S. **Automação predial em salas comerciais utilizando o LabVIEW e arduino**. 5p. Instituto de Estudos Superior da Amazônia, Belém, 201?.

NETTO, A. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998. 669 p.

NIGRO, B.; DOMINGUES, B. **PCS 2038 – Conceitos Gerais de Automação: Atuadores – Aplicação a Processos**. São Paulo, 2010. 37 slides, color. Acompanha texto.

ÔASYS. Disponível em: < <http://www.oasys.io/> > Acesso em: 20 Fev. 2016.

ONU – Organização das Nações Unidas. Disponível em: <www.onubrasil.org.br>. Acesso em: 2 Jan.2015.

ORGANIZE MEU CONDOMÍNIO. Disponível em: < <https://www.organizemeucondominio.com.br/site/acompanhamento-do-consumo-de-agua/> > Acesso em : 14 Fev. 2016.

PARCEIRO DA NATUREZA. Disponível em: < www.parceirodanatureza.com.br/patrimonio.html > Acesso em: 2 Jan. 2016.

PATSKO, L. F. **Tutorial: Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores**, 2006.

PEGADA HYDROS. **Revista Exame**, São Paulo, 23 Jul. 2014. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/tecnologia/aplicativos/ios/pegada-hydros/> > Acesso em: 11 Fev. 2016.

PEREIRA, L.G; ILHA, M.S.O. **Medição Individualizada em Edificações Verticais de Interesse social: Avaliação comparativa das Soluções Utilizadas**. Disponível em: < http://www.cesec.ufpr.br/sispred/atas/artigos/208_final.pdf > Acesso em: 10 Jan.2016.

PERES, A. R.B. **Avaliação durante operação de sistemas de medição individualizada de água em edifícios residenciais**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2006.

PREDIAL ÁGUA. Disponível em: < www.predialagua.com.br > Acesso em: 5 Fev. 2016

REGAZZI, R. D.; PEREIRA, S.P.; SILVA JR, M. F. **Soluções Práticas de Instrumentação e Automação Utilizando a programação gráfica LabVIEW**. 1. ed. Rio de Janeiro: KWG . 2005.456p.

ROCHA, C.B. FERREIRA, H.S.; HEROSO, L.F. **Sistema de monitoramento de consumo de água doméstico com a utilização de um hidrômetro digital**. 2014. 46p. Trabalho (Trabalho de Disciplina de Graduação em Engenharia de Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2014.

SALGADO, M.S. **Arquitetura, Materiais e Tecnologia** - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Centro de Letras e Artes - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Agosto, 2009. Revisão 1 - Agosto, 2011. Disponível em < http://nova.fau.ufrj.br/material_didatico/FAT360-%20Apostila%20PC3.pdf > Acesso em: 4 Jan.2016.

SEGATTO, E.C.; DIAS, A.M. **Análise comparativa da eficiência energética entre sistemas prediais de abastecimento de água**. 12p. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2015.

SIMONS, B. **Eva Smart Shower Device**. Apresenta informações sobre o chuveiro inteligente Eva. Disponível em: < <http://www.coolbusinessideas.com/archives/eva-smart-shower-device/> > Acesso em: 17 Fev. 2016.

TAMAKI, H.O. **A Medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais – Estudo de caso: Programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TECHTUDO. **Chuveiro smart ajuda na economia de água ao transformar banho em game** Disponível em: < <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/11/chuveiro-smart-ajuda-na-economia-de-agua-ao-transformar-banho-em-game.html>> Acesso em: 17 Fev. 2016.

TECHTUDO. **Conheça aplicativos gratuitos para ajudar a economizar água em casa**. Disponível em: < <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/conheca-aplicativos-gratuitos-para-ajudar-economizar-agua-em-casa.html> > Acesso em: 8 Fev. 2016.

VINTRÔNICA. **Sensor de umidade do solo Higrômetro.** Disponível em: < <http://www.vitronica.com.br/pd-19bcaa-sensor-de-umidade-do-solo-higrometro.html> >
Acesso em: 24 Fev. 2016.

WATERPEBBLE. Disponível em: < <http://waterpebbleus.com/> > Acesso em: 18 Fev. 2016.