IV-020 - PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA DESCARTE DA PARCELA DE ESCOAMENTO INICIAL DA ÁGUA PLUVIAL CAPTADA EM COBERTURAS VISANDO AO SEU APROVEITAMENTO PARA FINS NÃO POTÁVEIS: CONCEPÇÃO E ESTUDO EXPERIMENTAL

Marcos Rocha Vianna[(1)]
Engenheira Civil pela Escola de Engenharia da UFMG. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC.
Lilian Bedran Kahey
Graduada em Licenciatura Matemática pelo Instituto de Ciências Exatas da UFMG. Graduada em Engenharia Ambiental pela Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC. Bolsista de Iniciação Científica patrocinada pela empresa Mineração Aricanga Ltda.
Prof Francisco José da Silva
Engenheiro Eletricista pela Escola de Engenharia da UFMG. Especialista em eletrônica industrial, análise de sistemas da informação e Engenharia de Materiais. Professor Assistente da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC.

Endereço[(1)]**:** Rua Cobre, 200 - Cruzeiro - Belo Horizonte - MG - CEP: 30310-190 - Brasil - Tel: (31) 3228 3000 - e-mail: mrvianna@fumec.br

RESUMO

A experiência dos autores tem mostrado que projetos importantes de captação de água pluvial originária de coberturas não tem levado em conta o descarte das primeiras águas precipitadas, preocupando-se tão somente em gradear, ou peneirar, a água coletada. Essas grades ou peneiras têm sido erroneamente denominadas de filtros na mídia eletrônica, o que pode induzir à falsa segurança de que esse equipamento assegura uma água pluvial de boa qualidade. Em seu texto, a NBR 15527:2007 da ABNT estabelece apenas que "pode ser instalado no sistema de aproveitamento de água de chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial". Portanto, ela não obriga sua instalação, não obstante sua comprovada importância. Ela recomenda também que tal dispositivo seja automático. Este trabalho apresenta a concepção e os primeiros testes realizados com um protótipo de dispositivo concebido para permitir a descarga automática dessas primeiras águas.

PALAVRAS-CHAVE: Água pluvial, Aproveitamento de água pluvial, Descarte da parcela de escoamento inicial da água pluvial, Dispositivo para descarte da parcela de escoamento inicial da água pluvial.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água pluvial em edificações constitui tema frequente em eventos científicos nacionais e internacionais. Não se concebem construções sustentáveis que deixem de considerar essa possibilidade. A Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) elaborou a NBR 15527:2007, com o objetivo de disciplinar essas iniciativas. O Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB – dedicou uma publicação em que esse tema é abordado, à luz dos mais recentes trabalhos científicos desenvolvidos no Brasil (GONÇALVES, 2006).

Dúvidas persistem a respeito da atual viabilidade econômica deste aproveitamento. Em estudo recente, Araújo *et al* concluíram que existia viabilidade econômica para aproveitamento dessa água em obras do tipo mercado de varejo (supermercado), com retorno do capital investido em menos de 10 (dez) anos. Noutro estudo, Mendes *et al* concluíram que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para residências de interesse social na cidade de Criciúma/SC era economicamente viável, quando considerado o período de 9 anos e 1 mês.

Quanto à qualidade da água, Cohim e Dantas (2011) relataram um estudo que realizaram a respeito dos indicadores microbiológicos em cisternas de água de chuva. Concluem que ela apresenta boa qualidade

microbiológica, sendo excelente para balneabilidade em mais de 90% das amostras, mas não tem qualidade compatível com o padrão de potabilidade.

Sabe-se que as primeiras águas coletadas a partir do escoamento da água pluvial captada em coberturas apresentam qualidade ruim, sendo recomendável descarta-las. A esse respeito, a NBR 15527:2007 (ABNT, 2007) estabelece as recomendações transcritas nos Itens a seguir, relativas ao sistema de acumulação de água potável. A numeração apresentada é a mesma da citada norma.

4.2.3 Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos. Estes dispositivos podem ser, por exemplo, grades e telas que atendam à ABNT NBR 12213.

4.2.4 Pode ser instalado no sistema de aproveitamento de água de chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial. É recomendado que tal dispositivo seja automático

4.2.5 Quando utilizado, o dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

Durante o XI Simpósio Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Andrade Neto (2012) apresentou um desenho de um dispositivo que permite efetuar o descarte dessas primeiras águas, utilizável em cisternas rurais. No mesmo evento, Cilento *et al* (2012) apresentam um equipamento para remoção de sólidos e descarte da primeira chuva. Esse equipamento foi desenvolvido, construído e testado no Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT-SP). Os testes laboratoriais efetuados indicaram excelentes eficiências de aproveitamento da água.

Este trabalho apresenta um protótipo de dispositivo concebido para contemplar os dois últimos Itens. Não houve preocupação quanto ao atendimento do Item 4.2.3, já que o mercado oferece atualmente diversos modelos de grades e telas para esse fim, alguns dos quais autolimpantes.

CONCEPÇÃO ORIGINAL DO PROTÓTIPO

O protótipo do dispositivo inicialmente desenvolvido pelos autores seria baseado em concepções clássicas encontradas na literatura técnica. Ele é apresentado esquematicamente na Figura 1.
A água originária da cobertura do edifício, proveniente de um coletor vertical, seria encaminhada a um receptáculo dotado de tela fina. Daí, ela iria para o interior de um rerervatório plástico, através de um tubo D = 75 mm, cuja extremidade se bifurcaria em um tê.

No fundo dessa caixa haveria um sensor de nível (1) que inicialmente acusaria a ausência de água em seu interior. Com o passar do tempo e, portanto, com o fluxo de água pluvial para o interior da caixa, ele passaria a acusar a presença de água.

Com o passar do tempo, o volume retido em seu interior atingiria o volume correspondente aos 2 mm de precipitação sobre a cobertura. Neste instante, o nível líquido teria feito com que o flutuador de elastômero obstruísse a extremidade do tê. A água de chuva teria então, como alternativa, subir, sendo então encaminhada ao reservatório de água pluvial.

Nesse trajeto, ela encheria uma pequena câmara, em cujo fundo há um sensor de nível (2), que acusaria a presença ou ausência de água em seu interior.

Terminada a chuva, a pequena câmara esvaziaria e o sensor de nível (2) acusaria a ausência de água em seu interior.

A válvula solenóide estaria normalmente fechada, exceto quando o sensor S1 indicasse que deixou de existir água na pequena câmara e o sensor S2 indicasse que houvesse água no reservatório. A Figura 2 ilustra o funcionamento do dispositivo de comando dessa válvula.

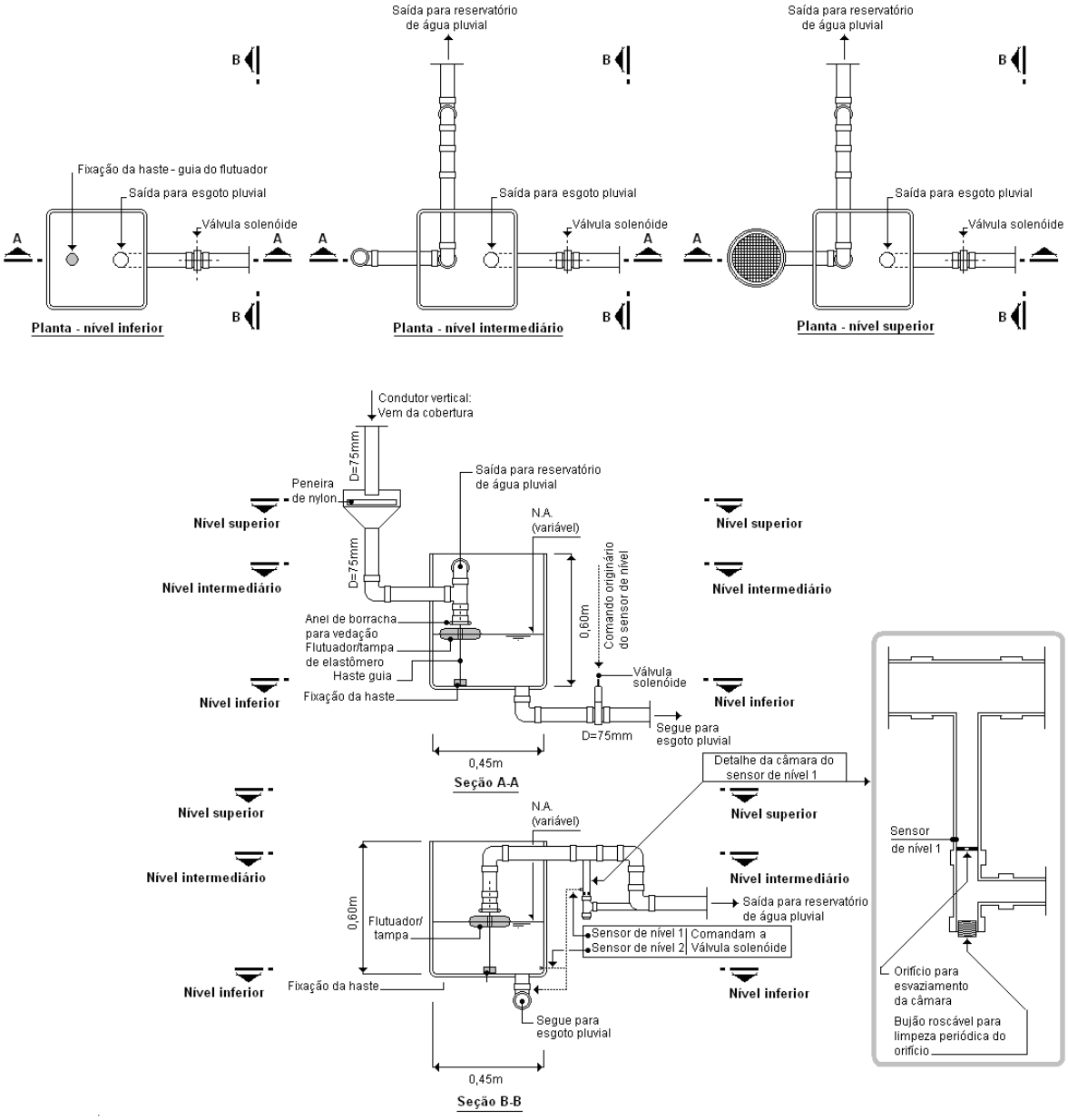

Figura 1: Protótipo do dispositivo: concepção original.

a) Inicialmente, na ausência de chuva, a caixa estaria vazia. Assim sendo, os sensores S1 e S2 estariam indicando a ausência de água. Nestas condições, a válvula solenóide estaria fechada.

b) Com o início da chuva, a água começaria a se acumular na caixa e o nível em seu interior começaria a subir. O flutuador, responsável pelo fechamento do acesso à água nessa caixa, ainda não teria atingido a abertura que permite essa entrada. O sensor S1 estaria indicando a presença de água e o sensor S2 estaria indicando a ausência de água. Nestas condições, a válvula solenóide permaneceria fechada.

c) Com o passar do tempo, a acumulação da água no interior da caixa faria com que o flutuador, responsável pelo fechamento do acesso à água nessa caixa, atingisse a abertura que permitiria essa entrada. A água de chuva passaria a percorrer o caminho alternativo, qual seja, o que a conduz ao reservatório de água pluvial. Ao percorrer esse caminho, ela preencheria a câmara do sensor de nível

S1. Assim sendo, o sensor S1 passaria a indicar a presença de água e o sensor S2 permaneceria indicando a presença de água. Nestas condições, o dispositivo de abertura da válvula solenóide seria armado, mas a válvula solenóide permaneceria fechada.

d) Cessada a chuva, a água esvaziaria a câmara do sensor de nível S1. Assim sendo, o sensor S1 passaria a indicar a ausência de água e comandaria a abertura da válvula solenóide. Nestas condições, a válvula solenóide abriria e, em consequência, a caixa esvaziaria. Terminado esse esvaziamento, o sensor S2 passaria a indicar a ausência de água, comandando o fechamento da válvula solenóide. Estará então restabelecida a condição descrita no Item (a) anterior.

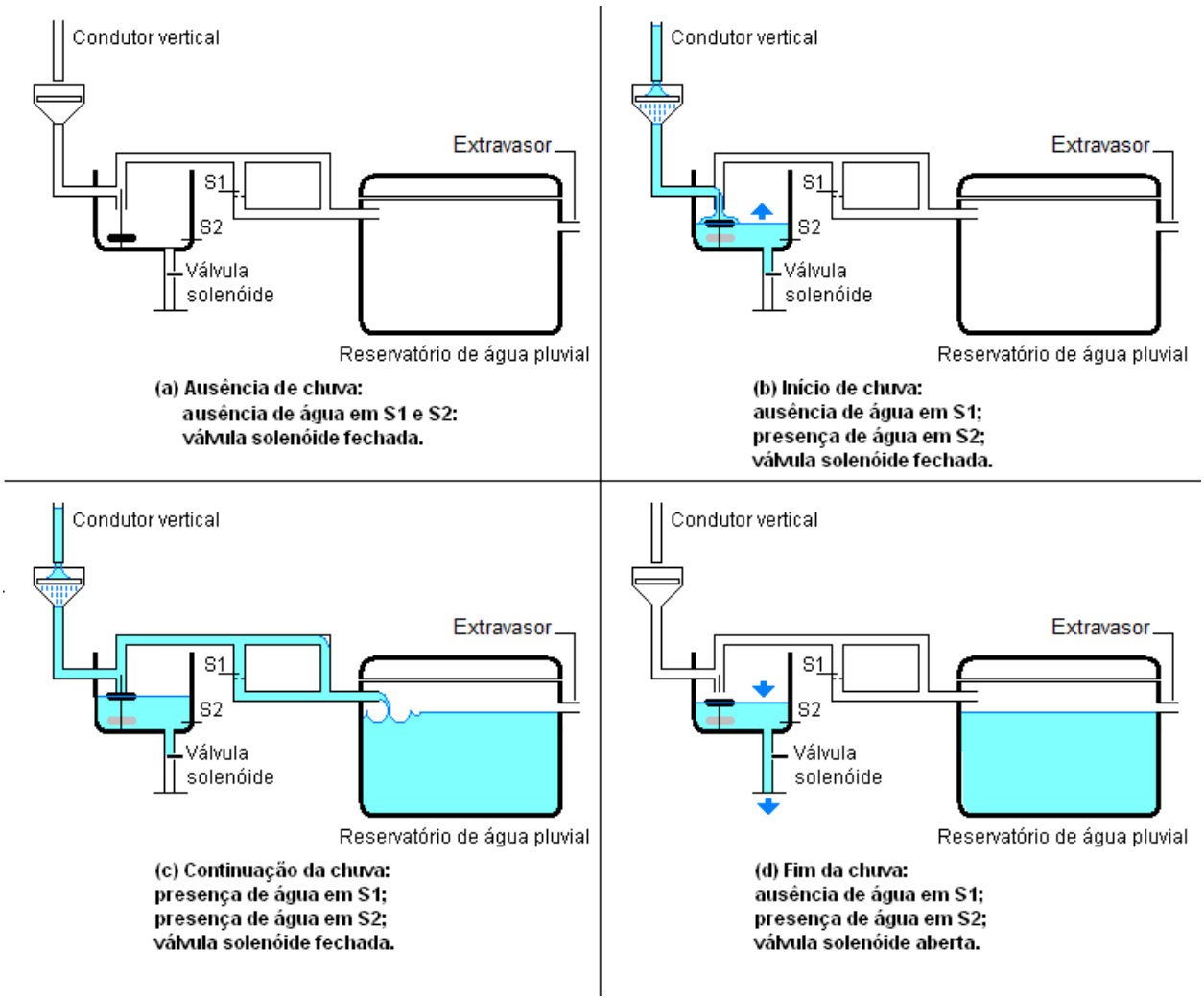

Figura 2: Concepção original: funcionamento do dispositivo.

CRÍTICAS AO SISTEMA CONCEBIDO ORIGINALMENTE

Durante os trabalhos de construção, o modelo originalmente proposto foi, pouco a pouco, se mostrando pouco prático e de difícil implantação, pelas razões expostas a seguir, entre outras.

- O reservatório destinado ao armazenamento temporário das primeiras descargas deveria apresentar volume relativamente grande, além de variável conforme a área drenada pelo condutor vertical a ser atendido.
- O flutuador responsável pelo fechamento do acesso de água ao interior desse reservatório também se mostrou problemático, em virtude da possibilidade de seu entupimento por detritos que fossem trazidos juntos com a água pluvial coletada.

- A válvula solenóide responsável pela drenagem periódica do reservatório apresentava preço elevado, quando comparado ao preço total do sistema; esse preço crescia bastante com o acréscimo do diâmetro.

Diante disto, foi concebido um modelo mais simples e prático, descrito a seguir.

CONCEPÇÃO FINAL DO PROTÓTIPO

Baseado no modelo originalmente proposto foram feitas modificações. Os componentes da concepção final adotada estão ilustrados na Figura 3. As fotos correspondentes a alguns componentes do protótipo construído são apresentadas nas Figuras 4 a 6.

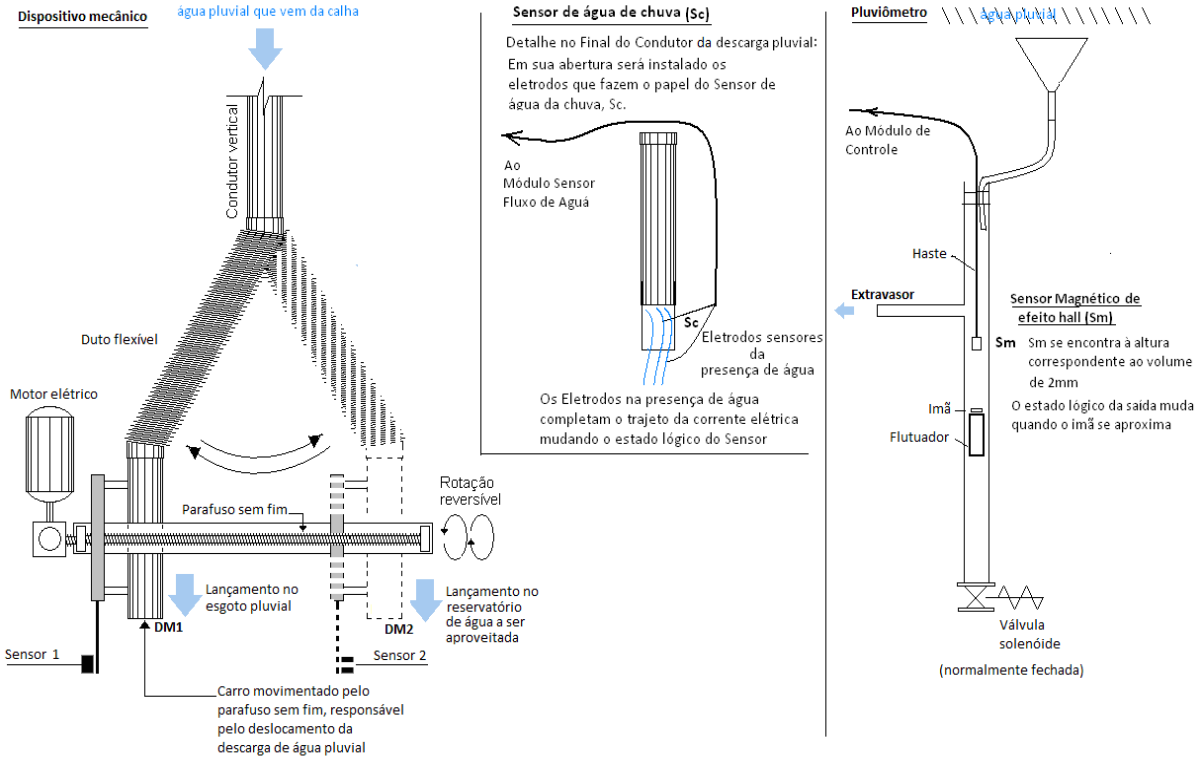

Figura 3: Protótipo do dispositivo: concepção final.

Um tubo calibrado exerce a função de pluviômetro, sendo instalado ao ar livre o coletor de chuva que o alimenta. Em sua parte inferior está instalada uma válvula solenóide. No interior do tubo existe um flutuador, em cuja parte superior está fixado um pequeno ímã. Ele é responsável pelo acionamento de um sensor, instalado na extremidade inferior de uma haste (ver Figura 4) destinado a sinalizar que a altura de precipitação correspondente a 2 mm foi atingida.

Um dispositivo mecânico (ver Figuras 5 e 6) permite mover a descarga do condutor de água pluvial. Inicialmente ele descarrega no esgoto pluvial da propriedade. Quando acionado, o dispositivo mecânico desvia a descarga do coletor pluvial para o reservatório de água a ser aproveitada.

Um dispositivo eletrônico interliga o pluviômetro ao dispositivo mecânico. Uma vez interligados entre si, o funcionamento do sistema ocorre conforme explicado a seguir.

- Não havendo chuva, não haverá água no interior do pluviômetro; a válvula solenoide instalada em sua extremidade inferior estará fechada; o flutuador que contem o ímã estará em sua posição inferior. O dispositivo mecânico estará posicionado de modo a lançar a água pluvial para o esgoto (DM1).

- Iniciada a chuva, o nível d'água no interior do pluviômetro começará a subir. O flutuador acompanhará essa subida. Quando o ímã atingir a altura correspondente a 2 mm de precipitação, ele enviará informação para o módulo de controle que comandará o motor do dispositivo mecânico e movimentará a descarga de água pluvial para o reservatório de água a ser aproveitada (DM2). Ao atingir essa nova posição o sensor 2 será acionado e desligará o motor.

- Cessada a chuva, o sensor de chuva (Sc) existente na extremidade do tubo de descarga de água pluvial acionará um temporizador. Se nova chuva for detectada num intervalo de tempo não superior a 30 minutos (esse tempo poderá ser alterado de acordo com a poluição do local), o temporizador será zerado. Decorrido esse intervalo de tempo, a válvula solenóide será aberta e o pluviômetro será esvaziado.

- Nessa situação, o motor elétrico do dispositivo mecânico será acionado em direção oposta, e a descarga de água pluvial será direcionada para o esgoto, ou seja, posição inicial DM1. O Sistema voltou ao estado inicial sem chuva e com o Pluviômetro vazio.

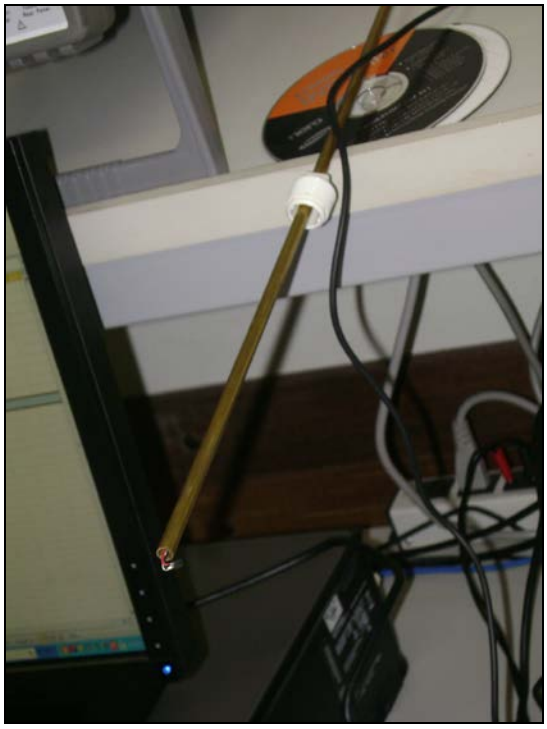

Figura 4: Haste com sensor magnético instalado em sua extremidade.

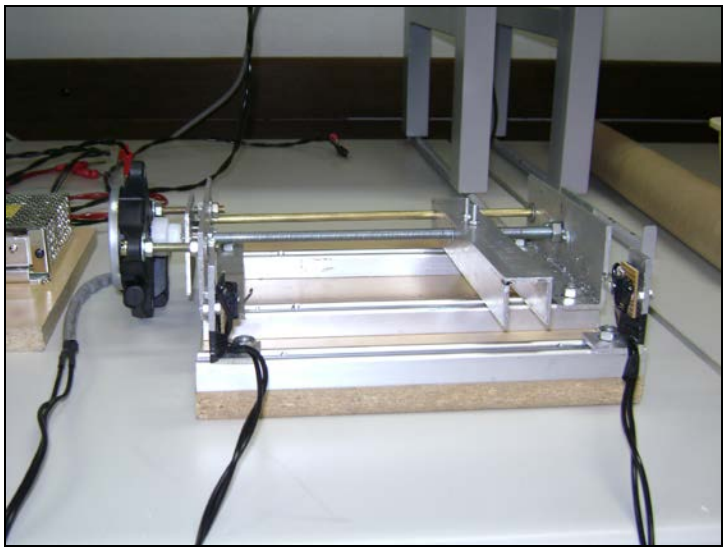

Figura 5: Dispositivo mecânico – vista lateral.

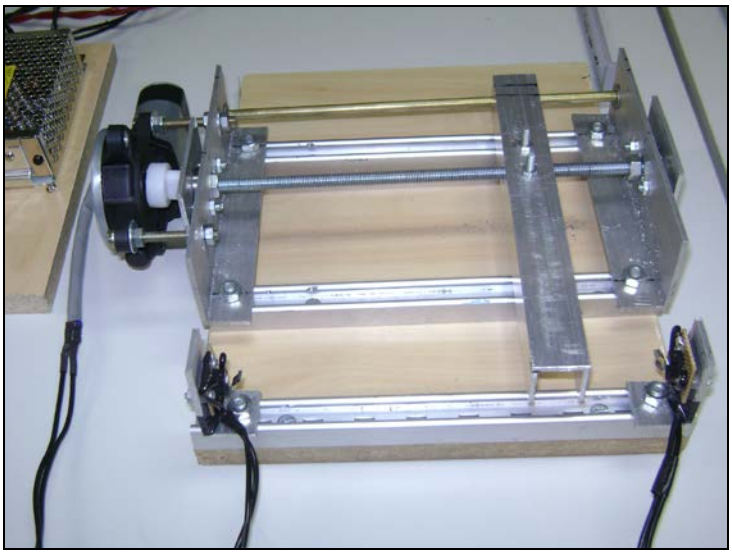

Figura 6: Dispositivo mecânico – vista superior.

ESTÁGIO ATUAL

O protótipo se encontra construído e testado através de simulação. Sua construção é simples, inclusive no que diz respeito aos seus componentes eletrônicos e mecânicos.

A introdução do pluviômetro como controlador do tempo do desvio do fluxo faz com que as dimensões desse componente independam das dimensões da área drenada.

Apenas o componente mecânico poderá tornar necessária a adoção de um motor elétrico de potência adequada às dimensões do condutor vertical a ser movimentado.

Entre as vantagens apresentadas pelo novo protótipo está o fato de que ele não apresenta componentes que possam ser entupidos por detritos trazidos pela água originária das coberturas.

PRÓXIMOS PASSOS

O equipamento será então instalado em situação real em laboratório, com o objetivo de verificar sua performance. Simultaneamente, serão realizados ensaios de qualidade da água captada em diferentes etapas da precipitação, com o objetivo de analisar a qualidade desde o inicio da chuva, passando pelos 2mm exigidos pela ABNT, até um ponto estável de maior pureza da água. Desta forma podemos montar um gráfico comparativo da qualidade da água em diferentes níveis pluviométricos. Os parâmetros a serem analisados inicialmente serão: pH, cor aparente, turbidez e demanda química de oxigênio (DQO).

Em fase posterior, depois de efetuados os ajustes necessários em protótipos, pretende-se desenvolver um equipamento com portabilidade que possa ser instalado em qualquer local sem gasto de muito tempo e recursos.

Tem-se o objetivo também de serem conduzidas análises comparativas da presença e contagem de organismos coliformes, Escherichia coli e unidades formadoras de colônias (UFC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Proteção sanitária das cisternas rurais. Trabalho apresentado no IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, MG, 2012.
2. ARAÚJO, Roque A. Aproveitamento econômico de água de chuva em edificações para fins não potáveis. Trabalho apresentado no 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, RS. 2011.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527:2007. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro> ABNT, 2007. 8p.
4. CILENTO, Francisco C. et al. Desenvolvimento de equipamento para remoção de sólidos e descarte da primeira chuva. Trabalho apresentado no IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, MG, 2012.
5. COHIM, Eduardo; DANTAS, Nara. Prevalência de indicadores microbiológicos em cisternas de água de chuva. Trabalho apresentado no 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, RS. 2011.
6. GONÇALVES, Ricardo Franci. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Uso Racional da Água em Edificações. Vitória: ABES, 2006. 332p.
7. MENDES, João Paulo et al. Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso da água de chuva em residência de interesse social. Trabalho apresentado no 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, RS. 2011.