ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

PAREDE HIDRÁULICA EXPERIMENTAL: O APRENDIZADO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS

VERÓL, Aline Pires
(alineverol@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

OLIVEIRA, Carolina Tavares de Figueiredo
(carolina.tavares@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

GERALDO, Rebeca Schettini
(rebeca.geraldo@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

OLIVEIRA, Beatriz Fernandes de
(beatriz.oliveira@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

TEIXEIRA, Verônica Baiense
(veronica.teixeira@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

ROLA, Sylvia Meimaridou
(sylviarola@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Parede hidráulica experimental, sistemas prediais hidrossanitários, SPHS

RESUMO

A experiência laboratorial atua como um catalisador no âmbito da aprendizagem. A apresentação somente de dados teóricos e expositivos pode não ser suficiente para o pleno entendimento do conteúdo de disciplinas com forte teor prático. A Parede Hidráulica Experimental, concebida no Laboratório de Saneamento e Sistemas Prediais Hidrossanitários (LabHidro) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2018, teve o intuito de recriar, de forma sistêmica e didática, os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) de uma residência. Todas as instalações são visíveis e funcionais, para permitir maior compreensão da operação de um sistema predial hidrossanitário, seus equipamentos, usos e desempenhos. O experimento é aplicado como suporte didático ao curso de Arquitetura e Urbanismo, assim como em pesquisas de Iniciação Científica, no âmbito dos SPHS. O presente trabalho vem apresentar os resultados obtidos na primeira fase de testes, que simulou o uso dos aparelhos sanitários, tal qual em uma residência: duas vezes ao dia, cinco dias por semana, com registro da vazão em cada aparelho sanitário e, também, em cada hidrômetro. Com a construção da Parede Hidráulica Experimental, houve uma aproximação dos alunos com os sistemas prediais hidráulicos e sanitários de forma prática. A utilização de experimentos com modelos físicos valoriza o aprendizado, aproximando os alunos da realidade e permitindo maior apreensão dos sistemas usados atualmente na construção civil.

1. INTRODUÇÃO

O curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) tem, em seu currículo, disciplinas voltadas para a definição de sistemas prediais e, também, para a realização de planos de intervenção no espaço urbano, metropolitano e regional fundamentados nos sistemas de infraestrutura, saneamento básico e ambiental. Dentre elas, destacam-se as disciplinas de Saneamento Predial e de Saneamento Urbano.

Para fomentar tal estudo foi criado o Laboratório de Saneamento e Sistemas Prediais Hidrossanitários (LabHidro), que tem como objetivo atuar na área de Saneamento e de Sistemas Prediais, em particular, os Sistemas Hidráulicos e Sanitários (SPHS). Este novo laboratório preenche uma importante lacuna no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRJ, pois proporciona o aprofundamento do conhecimento nas áreas de sistemas urbanos e prediais, atendendo alunos em todas as fases do curso de graduação e pós-graduação. Dentre as linhas de pesquisa que são desenvolvidas no âmbito do Laboratório, ressaltam-se pontos tais como: uso racional da água; sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial em edificações; e manejo sustentável de águas urbanas.

A metodologia usada para o ensino das disciplinas de Saneamento Predial e Saneamento Urbano tem sido, historicamente, aquela pautada no uso de tabelas, gráficos, ábacos e cálculos manuais, com o uso de calculadoras e, eventualmente, planilhas *excel*. Com o advento dos computadores, tornou-se possível o uso de *softwares* aplicados a essas áreas, permitindo a solução de problemas com mais rapidez, alta precisão e com fácil interpretação, além de seu uso nas atividades de projeto e de planejamento de um determinado empreendimento. Desta forma, por exemplo, no desenvolvimento de um projeto de SPHS de um edifício se tornou possível a aplicação de métodos mais precisos com saídas gráficas informatizadas e com possibilidade de simulação de vários cenários num curto espaço de tempo com baixo custo. O mesmo também ocorre na simulação de redes de abastecimento de água e de drenagem, no ambiente urbano.

Conjuntamente ao desenvolvimento feito pelo ensino em sala de aula e pelo uso de *softwares* no aprimoramento do estudo, existe a necessidade da utilização de experimentos com modelos físicos em laboratório, que valorizam o aprendizado, aproximando os alunos da realidade e permitindo maior apreensão dos sistemas usados atualmente, tanto na construção civil, quanto em obras públicas. De acordo com diversos autores (Cachapuz, 2000; Gil-Pérez *et al.,* 1999; Hart, Mulhall, Berry, Loughran e Gunstone, 2000; Saraiva-Neves, Caballero e Moreira, 2006, apud Cunha *et al.,* 2012), o trabalho experimental ampara o processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, na primeira fase de criação de modelos físicos para o LabHidro-FAU/UFRJ estava o desenvolvimento da Parede Hidráulica Experimental, experimento em escala real, com intuito de recriar, de forma sistêmica e didática, os SPHS de uma residência, desde a entrada da água potável até a sua saída enquanto esgoto.

Considerando a importância e obrigatoriedade de conhecimento dos SPHS para a formação do Arquiteto e Urbanista, a Parede Hidráulica Experimental surge como uma aliada no processo didático. De acordo com Silva (2017), a realização de atividades experimentais valoriza a participação dos estudantes no processo de construção do conhecimento, aumentando seu interesse nos assuntos programáticos.

Além de suporte didático, a Parede Hidráulica Experimental se insere na pesquisa acadêmica, sendo base para estudo e análise de dados para maior compreensão do consumo doméstico e esgoto gerado em uma residência. O experimento está disponível para um público anual de 240 alunos, bem como para palestras, demonstrações, e está aberta aos alunos dos demais cursos da UFRJ.

2. OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo apresentar a Parede Hidráulica Experimental, projetada e construída na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro no ano de 2018, para fins didáticos e de pesquisa no âmbito dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS).

3. METODOLOGIA

A Parede Hidráulica Experimental representa todas as áreas molhadas de uma residência, começando pelo seu armazenamento em um reservatório superior, percorrendo unidades como banheiro (bacia sanitária, chuveiro e lavabo), cozinha (pia) e área de serviço (tanque), e terminando com a coleta do esgoto.

O projeto foi desenvolvido no âmbito do próprio LabHidro-FAU/UFRJ, em consonância com as normas vigentes na ocasião: NBR5626:1998 (ABNT, 1998) e NBR 8160:1999 (ABNT, 1999), tendo como referência experimentos de alguns importantes laboratórios nacionais, tais como: Laboratório de Instalações Prediais da Universidade de Caxias do Sul (UCS, 2006), Laboratório do Ensino para Construção e Indústria (ENCID), Laboratório de Instalações Prediais - FAAT Faculdades (FAAT, 2017), Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento - LIP (IPT, 2008) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2008).

De acordo com o projeto elaborado, o sistema predial de água fria contempla o armazenamento de água potável em um reservatório inferior com volume de 125 L, próximo a uma motobomba que succiona e recalca esta água para um reservatório superior, também de 125 L. As áreas molhadas previstas são abastecidas por duas colunas de água fria de 25 mm, cada qual alimentando um ramal de 20 mm: o primeiro ramal abastece a cozinha (pia) e a área de serviço (tanque), e o segundo abastece o banheiro (bacia sanitária, chuveiro e lavatório). Cada ramal é controlado por um registro de gaveta e possui um hidrômetro próprio. A água servida gerada por cada aparelho é coletada pelo sistema predial de esgoto sanitário, composto por tubulações de esgoto primário (efluente da bacia sanitária e do ramal

de esgoto) e de esgoto secundário (efluente do tanque e da pia), caixas sifonada, de gordura e de inspeção. Após a coleta, os efluentes são encaminhados para um reservatório, que tem duas funções: a de simular a caixa de inspeção final de uma residência, ao mesmo tempo em que funciona como reservatório inferior. Este artifício foi empregado para permitir a recirculação de água no sistema, evitando desperdício. Nos reservatórios foram previstos dispositivos de esvaziamento total do sistema, para limpeza. Ademais, existe um ponto de entrada de água, ligado ao sistema de abastecimento formal, para alimentar o experimento após o esvaziamento total. Todas as instalações são visíveis e funcionais, para permitir maior compreensão do real funcionamento de um sistema predial, suas instalações, usos e desempenhos. Todas as tubulações e conexões são em PVC. A figura 1 apresenta em perspectiva o projeto da Parede Hidráulica Experimental.

A Parede Hidráulica Experimental foi construída nas dependências do LabHidro-FAU/UFRJ durante os meses de junho e julho de 2018 e teve seu uso iniciado no segundo semestre de 2018, inicialmente como demonstração para os estudantes da graduação. Os estudantes, organizados em grupos, eram recebidos no laboratório pelos monitores da disciplina, que explicavam a função de cada aparelho e demonstravam o funcionamento do experimento como um todo. Além disso, também era requisitada a medição dos hidrômetros antes e depois da abertura dos aparelhos, para que seja registrado o consumo de água durante a demonstração. Como produto da visita, os estudantes elaboravam um desenho esquemático do experimento, identificando cada uma de suas partes constituintes, bem como produziam um breve relatório da visita. Na figura 2 é possível visualizar as etapas de sua construção e início de operação e na figura 3 é possível observar o experimento finalizado.

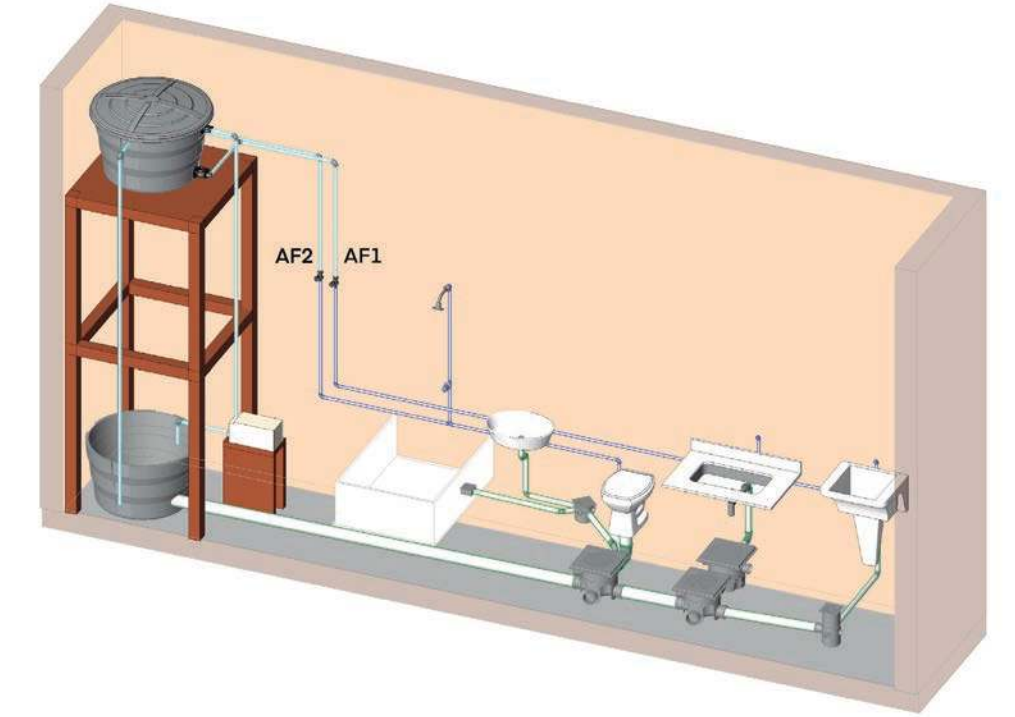


Figura 1. Projeto da Parede Hidráulica Experimental.



Figura 2. Etapas de construção e início de operação da Parede Hidráulica Experimental – LabHidro-FAU/UFRJ em 2018.



Figura 3. Parede Hidráulica Experimental. Foto de Alexandre Bueno, 2019.

Como segunda etapa de implantação do experimento, foi montada uma equipe, formada por docentes e estudantes, para realizar uma bateria de medições de consumo de água. Nesse sentido, foram realizadas medições nos dois hidrômetros, em ambas as colunas, em dois momentos: antes e após o uso dos aparelhos sanitários. As medições foram realizadas duas vezes ao dia, cinco dias por semana, com registro de vazão de ambos os hidrômetros. A fim de variar o tempo e coletar novos dados, foram previstas duas etapas de medição, conforme descrito na tabela 1. Os testes ocorreram durante o ano letivo de 2019.

1ª etapa de medições		2ª etapa de medições	
Tanque	3 min	Tanque	5 min
Torneira	3 min	Torneira	5 min
Bacia com caixa acoplada	1 descarga completa	Bacia com caixa acoplada	1 descarga completa
Lavatório	3 min	Lavatório	3 min
Chuveiro	5 min	Chuveiro	5 min
Recalque	Se necessário	Recalque	Se necessário

Tabela 1. Etapas de medições, com tempos específicos para cada aparelho sanitário.

Como procedimento de registro das informações, foi estabelecido que inicialmente deveria ser anotado o valor apresentado em ambos os hidrômetros. Em seguida, abria-se cada aparelho sanitário, coletando o volume de água em um bécher de 1L e registrando o tempo de coleta com um cronômetro, conforme estabelecido na tabela 1. O volume coletado era anotado em planilha específica e, posteriormente, a vazão correspondente era calculada. Ao final do uso de cada aparelho, o consumo de cada um dos hidrômetros era medido.

4. RESULTADOS

Após a coleta dos resultados, na etapa inicial de funcionamento da Parede Hidráulica Experimental, os dados registrados foram plotados em um gráfico. Neste mesmo gráfico, foram plotados dados de aparelhos tradicionais, disponíveis na NBR 5626:1998 (ABNT, 1998), que foi consultada como referência em virtude de a nova versão, publicada em 2020 (ABNT, 2020), não apresentar tal informação. Também foram plotados no gráfico dados de aparelhos economizadores existentes no mercado. Utilizou-se, a título de exemplo, os aparelhos economizadores disponíveis nos catálogos do fabricante Docol. A figura 4 apresenta estas informações.

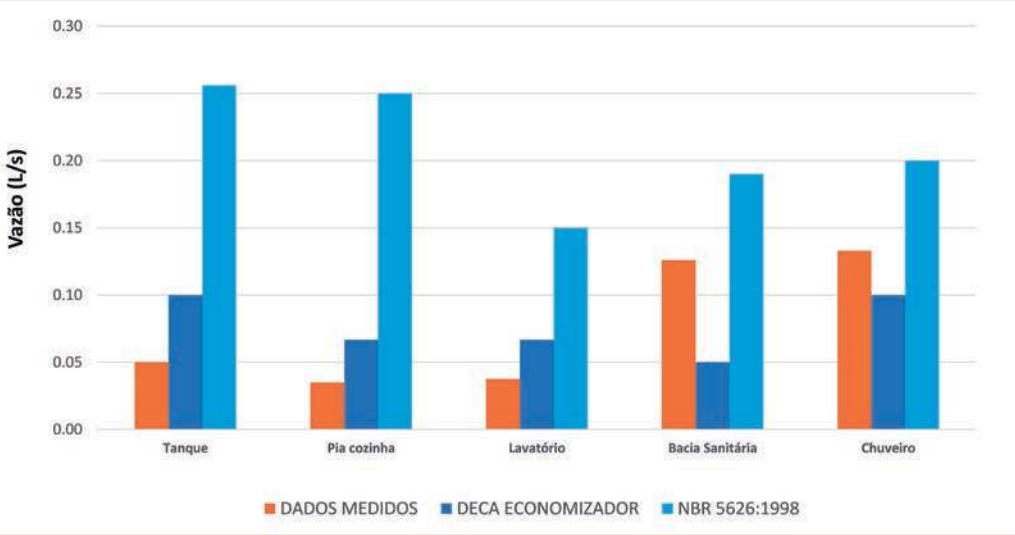


Figura 4. Resultados das medições realizadas na primeira etapa.

Observa-se que os valores medidos nesta etapa inicial são inferiores àqueles apresentados na norma técnica e aproximados aos dos aparelhos economizadores, sendo inferiores no tanque, na pia da cozinha e no lavatório e superiores na bacia sanitária e no chuveiro. Percebe-se, com isso, a baixa pressão disponível no sistema, semelhante ao funcionamento de aparelhos economizadores, que introduzem uma perda de carga que diminui a pressão. O reservatório superior do experimento está localizado a três metros de altura do piso do laboratório, o que pode justificar as baixas vazões medidas.

Os testes iniciais foram realizados durante o ano letivo de 2019, mas não puderam ter continuidade no ano seguinte em virtude do estado de pandemia pelo COVID-19. Pretende-se realizar uma nova bateria de testes, como segunda etapa de instalação da Parede Hidráulica Experimental, quando as dependências da Universidade puderem ser acessadas com segurança novamente. Nesta nova etapa de testes, pretende-se, inclusive, medir a pressão dos aparelhos sanitários por meio do uso de piezômetros, a serem adquiridos e instalados.

Em relação ao seu funcionamento como suporte didático à disciplina da graduação, a Parede Hidráulica Experimental obteve sucesso, despertando o interesse e aproximando os estudantes dos SPHS, o que se confirma pelo aumento no interesse das pesquisas de Iniciação Científica relacionadas ao tema. Na figura 5 pode ser visto o desenho, feito à mão, por estudantes da disciplina, como registro da visita ao laboratório.

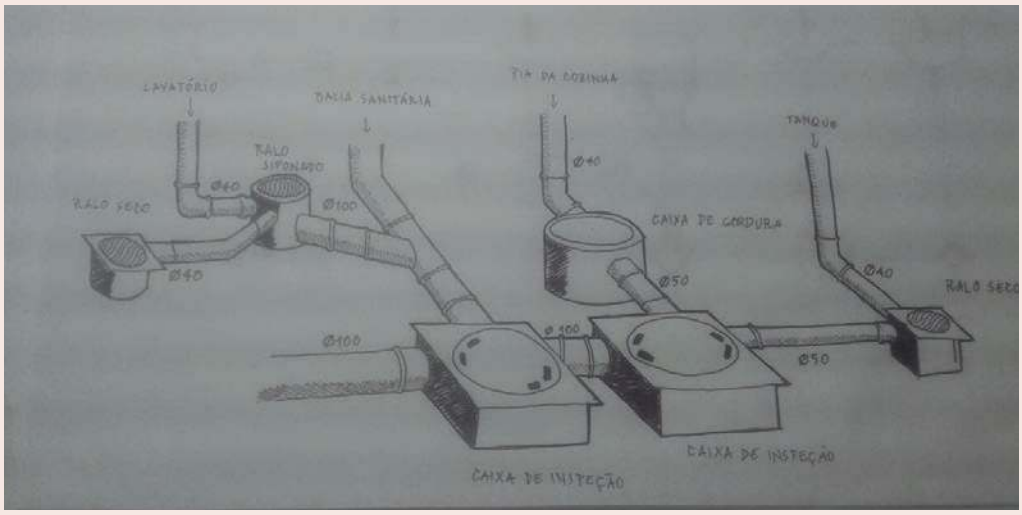


Figura 5. Desenho da Parede Hidráulica Experimental elaborado por Leticia da Silva Ramos e Antonio Braga Araújo Junior em 2019.

No ano de 2020, por conta da pandemia, houve a necessidade de realização de ensino em formato remoto. Com isso, as visitas ao laboratório foram suspensas, assim como todas as atividades de ensino presencial na Universidade. Como tentativa de aproximar os novos alunos do experimento, os monitores da disciplina elaboraram, sob orientação das professoras responsáveis pela disciplina, e utilizando fotografias, desenhos e vídeos gravados anteriormente, um vídeo didático que apresenta a Parede Hidráulica Experimental, disponibilizado no Canal YouTube da FAU/UFRJ (Parede hidráulica experimental. ([s.d.]).).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da Parede Hidráulica Experimental no âmbito do LabHidro-FAU/UFRJ se mostrou um importante instrumento de suporte ao aprendizado dos SPHS pelos estudantes do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRJ.

A instalação do experimento permitiu ampliar o entendimento entre teoria e construção. Nas visitas de campo em edifícios residenciais é comum observar apenas alguns elementos, mais visíveis dos SPHS, como reservatórios, hidrômetros, ralos e caixas de inspeção. Tendo em vista que a Parede Hidráulica Experimental apresenta todas as suas instalações de maneira aparente, elementos que costumam ficar ocultos nas edificações, tais como as tubulações de água fria e esgoto, estão expostos aos olhares dos estudantes.

A realização de um vídeo didático sobre a Parede Hidráulica Experimental permitiu aos estudantes que cursaram a disciplina em formato remoto a aproximação com o experimento. Além disso, permitiu a estudantes e pesquisadores de outras instituições conhecerem o trabalho realizado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). NBR 5626. Instalações Prediais de água fria. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1999). NBR 8160. Sistemas prediais de esgoto sanitário. Rio de Janeiro.

Cohim, E.; Garcia, A. P.; Kiperstok. (2008). A. Captação e Utilização de Água Pluvial em Residências Para População de Baixa Renda em Áreas Urbanas: estudo de caso. Salvador.

Cunha, A. E. et al. (2012). Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias, Vigo, v. 11, n. 3, p. 635-659. Disponível em <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_9_ex658.pdf>.

Docol. Catálogo geral (2018/2019). Disponível em <https://docol-product-file.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Catalogo/catalogo-geral-2018-2019.pdf>.

"EGC UNIDAVI: Inovações Amanco". EGC UNIDAVI (2016). Disponível em <http://engenhariacivilunidavi.blogspot.com/2016/05/inovacoes-amanco.html>.

FAAT Faculdades. (2017). <http://www.faat.com.br/site/noticias01.asp?noticia=2544>.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (2008) <https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CETAC/laboratorios_e_sessoes/51-laboratorio_de_instalacoes_prediais_e_saneamento___lip.html>.

Marinoski, D. L.; Ghisi, E; Gomez, L. A. (2004). Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório para Fins Não Potáveis: Estudos de Caso em um Conjunto Residencial Localizado em Florianópolis-SC - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo.

Parede hidráulica experimental. ([s.d.]). Recuperado em 7 de agosto de 2021, de https://www.youtube.com/watch?v=g7FKI3ESu5c

Silva, E. D. (2017). A importância das atividades experimentais na educação. Tese de mestrado (mestrado em docência). Faculdade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, Brasil.

UCS - Universidade de Caxias do Sul (2006). Disponível em <https://www.ucs.br/site/tourvirtual/locais/detalhe/327/laborat%C3%B3rio-de-instalac%C3%A3o-hidr%C3%A1ulica-e-eletrica>.

UCS - Universidade de Caxias do Sul (2006). Disponível em <https://www.ucs.br/site/tourvirtual/locais/detalhe/355/laborat%C3%B3rio-de-instalac%C3%B5es-prediais>.

Veról, A.P.; Vazquez, E.G.; Miguez, M.G. (2018). Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários: Projetos Práticos e Sustentáveis. Rio de Janeiro: Elsevier.

Veról, A. P.; Rola, S. M. (2018). O ensino de sistemas prediais hidráulicos e sanitários em arquitetura no âmbito do ateliê integrado 1. Reflexões sobre o ensino integrado do projeto de arquitetura, p. 170-196. Rio de Janeiro, Rio Books.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Superpesa, AquaFluxus, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFRJ e o Laboratório de Hidráulica Computacional/COPPE UFRJ, pelo financiamento da construção da Parede Hidráulica Experimental.