



## EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA PARA REALIZAÇÃO DE AULA PRÁTICA REMOTA A PARTIR DE LABORATÓRIO EQUIPADO COM MODELO FÍSICO SOBRE DETENÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Raphael Miranda – [raphaelmiranda@id.uff.br](mailto:raphaelmiranda@id.uff.br)

João Luiz de Amorim Pereira Neto – [joao\\_luiz@id.uff.br](mailto:joao_luiz@id.uff.br)

Alexandre Santos de la Vega – [alexandresantoslavega@id.uff.br](mailto:alexandresantoslavega@id.uff.br)

Grupo PET-Tele – <http://www.telecom.uff.br/pet>

Universidade Federal Fluminense – UFF

Escola de Engenharia – TCE

Departamento de Engenharia de Telecomunicações – TET

Rua Passo da Pátria, 156 / Bloco D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – Rio de Janeiro

**Resumo:** Este trabalho propõe uma nova infraestrutura ao projeto de integração de saberes que visa à facilitação do processo ensino-aprendizagem de Engenharia, realizado pelo grupo PET-Tele em conjunto com o Laboratório de Drenagem, Irrigação e Saneamento Ambiental (LaDISan), da Universidade Federal Fluminense. Ele possibilitou o desenvolvimento de aulas práticas remotas, onde ensaios realizados no laboratório foram assistidos, em tempo real, pelos alunos em sala de aula teórica. A prática aborda o efeito de reservatórios de retenção em série, aplicados à minimização de cheias urbanas. O laboratório está equipado com um modelo físico de estudos hidráulicos, que simula o funcionamento de dois reservatórios de retenção conectados em série, apoiados por um sistema de reserva e bombeamento, que permite o reuso contínuo de água. Anteriormente, o PET-Tele implantou um sistema para automatização do processo de medida, com o registro simultâneo de vazão em três pontos: na entrada do primeiro reservatório, na conexão entre o primeiro e o segundo, e na saída do segundo. Os três hidrogramas foram registrados simultaneamente e transmitidos para a sala de aula teórica. Os resultados dessas aulas práticas remotas, realizadas em alguns períodos letivos, ampliaram-se para além de sua motivação inicial, apenas ligada à questão do pequeno espaço físico do laboratório em relação ao número de alunos por turma. Houve vantagens adicionais, tais como: a economia de tempo, maior eficácia na apreensão do conteúdo da prática, além de maior interesse e aceitação por parte dos alunos. Uma proposta de evolução da infraestrutura original é aqui apresentada.

**Palavras-chave:** Programa de Educação Tutorial (PET). Aula prática remota. Laboratório de Graduação. Planta Didática. Aquisição Automática de Dados.

### 1 INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Tutorial (PET) (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2020) exige que os bolsistas dos seus grupos, ao serem submetidos a uma formação complementar, desenvolvam atividades que possuam, conjuntamente, itens relativos às áreas de Pesquisa, Ensino e Extensão, que consigam algum tipo de penetração no curso ao qual pertencem e que realizem trabalhos de cooperação com outros grupos, ligados ou não ao seu curso de origem. Logo, o PET busca atitudes inovadoras em educação.



Procurando atender aos requisitos do Programa, o grupo PET do Curso de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense (PET-Tele/UFF) (PET-TELE, 2020) vem realizando um trabalho de colaboração com o Laboratório de Drenagem, Irrigação e Saneamento Ambiental (LaDISan), da Escola de Engenharia (TCE), da Universidade Federal Fluminense (UFF) (LaDISan, 2020).

Em 2017, o grupo desenvolveu e implantou um sistema automático de medição de fluxo de água para uma planta didática do LaDISan (COELHO *et al.*, 2017). As motivações básicas do projeto foram melhorar a capacitação dos bolsistas envolvidos e realizar uma aquisição automática de dados, aumentando a eficiência no uso da planta didática, que foi criada para uso tanto em aulas práticas quanto na modelagem de problemas reais que envolvem fluxo e detenção de água no solo. O sistema foi implantado e tem sido utilizado em aulas práticas no LaDISan. Segundo relatos, além de ter uma boa aceitação por parte dos usuários, ele melhorou a dinâmica das aulas e o interesse dos alunos pelas práticas. Em seguida, diante da impossibilidade de receber todos os alunos de uma mesma turma simultaneamente no pequeno espaço físico do LaDISan, surgiu a ideia de realizar uma aula prática remota, com controle da planta e estabelecendo contatos visuais e auditivos entre os dois ambientes. Tal iniciativa não pretende evitar o uso do laboratório nem afastar os alunos do ambiente prático. Pelo contrário, ela busca disponibilizar mais uma ferramenta de apoio ao aprendizado, possibilitando que todos os alunos acompanhem conjuntamente uma experiência prática, de tal forma que os possíveis questionamentos e seus resultados possam afetar a todo o conjunto. Para atender ao novo desafio, o PET-Tele levantou as necessidades, realizou um grupo de estudos e propôs uma solução inicial para a realização de uma prática remota a partir do LaDISan. A aula remota tem sido realizada conforme o planejado, durante alguns períodos consecutivos (de 2017-2 a 2019-2), havendo uma boa aceitação por parte dos alunos.

Agora, como proposta deste trabalho, integrantes do PET-Tele, após desenvolver grupos de estudos com novos dispositivos, propuseram uma nova infraestrutura para a realização das aulas remotas, incluindo: (i) atuação remota sobre o registro de admissão de água; (ii) troca da "Central de Controle" e (iii) troca do "Software de Controle".

O projeto elaborado é apresentado a seguir. A Seção 2 trata do histórico da colaboração entre o PET-Tele e o LaDISan. As motivações e o objetivo do atual projeto de aula remota são abordados na Seção 3. A Seção 4 descreve o desenvolvimento do projeto. Finalmente, as considerações finais são realizadas na Seção 5.

## 2 HISTÓRICO DA COLABORAÇÃO ENTRE O PET-TELE E O LADISAN

Entre outras obrigações, um grupo PET deve procurar desenvolver certas competências nos alunos do Curso no qual ele está inserido. O grupo PET-Tele possui experiência com o *kit* de desenvolvimento Arduino (ARDUINO, 2020). Isso foi conseguido através de atividades de ensino e pelo desenvolvimento de projetos simples, cujo objetivo principal quase sempre não é o produto, mas sim a formação dos alunos envolvidos (DI RENNA *et al.*, 2014 – COBENGE - 1), (DI RENNA *et al.*, 2014 – COBENGE - 2), (DI RENNA *et al.*, 2014 - RiEi), (FONSECA & DE LA VEGA, 2011) e (PET-TELE, 2020).

Em 2017, o responsável pelo LaDISan, professor Dario de Andrade Prata Filho, contactou o grupo PET-Tele da UFF a fim de verificar a viabilidade do desenvolvimento e da implantação de um sistema automático para medição de fluxo de água em uma planta didática do laboratório. A planta didática em questão é usada em aulas práticas, mas pretende-se que ela seja utilizada também na modelagem de problemas reais que envolvem fluxo e detenção de água no solo.



"Os desafios para formar hoje o engenheiro do amanhã"

Na sua configuração original, a planta era desprovida de equipamentos para medição automática e era formada por um único reservatório, com controles independentes de entrada e de saída da água, conectado a um equipamento para coleta e bombeamento da água.

O PET-Tele aceitou a tarefa, realizou um grupo de estudos, desenvolveu um protótipo e realizou alguns testes no LaPEC (LAPEC, 2020). Por fim, o protótipo foi levado ao LaDISan e, após uma série de testes e de ajustes, o sistema foi implantado e está em operação (COELHO *et al.*, 2017). O sistema é baseado no sensor de fluxo de água WATER FLOW G1/2 (SENSOR DE FLUXO, 2020) e no *kit* de desenvolvimento Arduino. Os dados provenientes das medições dos sensores e dos cálculos realizados pelo Arduino são enviados para um computador. Nele, os componentes *Serial Monitor* e *Serial Plotter*, do IDE (*Integrated Design Environment*) do *kit*, foram utilizados, nessa primeira versão, para coletar os dados numéricos e visualizar seus gráficos, respectivamente.

Segundo os responsáveis pelo LaDISan, o sistema tem sido bem aceito pelos usuários, aumentando a dinâmica das aulas e a motivação dos alunos pelas práticas.

Uma visão geral da planta didática no LaDISan, com um único reservatório de detenção e o sistema automático de medição de fluxo inicialmente instalado, é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Visão geral da planta didática, no LaDISan, com o sistema de medição.  
[Da esquerda para direita: Elton de Oliveira (técnico do lab), professor Dario (responsável pelo lab), professor Alexandre e Thiago (PET-Tele)]



A instalação do sistema automático de medição (COELHO *et al.*, 2017) possibilitou que a planta original fosse expandida em 2018. Na configuração seguinte, ela passou a contar com dois reservatórios de detenção, ligados em cascata, e com três sensores de fluxo. O grupo alterou a programação do Arduino para atender aos três pontos de medição de fluxo. Essa expansão possibilitou que uma experiência prática mais complexa pudesse ser realizada.

Após o projeto do sistema automático de medição, um outro problema foi apresentado: a relação entre o pequeno espaço físico do laboratório e a grande quantidade de alunos por turma. Em termos quantitativos, o espaço em torno da planta didática comporta, adequadamente, menos de dez pessoas, enquanto os módulos das turmas podem variar de trinta a sessenta alunos. Obviamente, esse problema foi inicialmente contornado com a repetição da aula prática para subgrupos da turma.





Diante do problema de espaço, o PET-Tele sugeriu, estudou, planejou e implantou a realização de uma aula prática remota, com controle da planta e estabelecendo contatos visuais e auditivos entre os dois ambientes (PAIVA & MAGALHÃES, 2018) (DE LA VEGA *et al.*, 2018).

Deve ser ressaltado que tal iniciativa não pretende evitar o uso do laboratório nem afastar os alunos do ambiente prático. Pelo contrário, ela busca apenas disponibilizar mais uma ferramenta de apoio ao aprendizado, possibilitando que todos os alunos acompanhem conjuntamente uma experiência prática, de tal forma que os possíveis questionamentos, discussões e conclusões, possam afetar a todo o conjunto simultaneamente. Isso não impede que os alunos, isoladamente ou em pequenos grupos, repitam a experiência no laboratório, de forma presencial.

A aula remota tem sido realizada conforme o planejado, durante alguns períodos consecutivos (de 2017-2 a 2019-2), havendo uma boa aceitação por parte dos alunos.

### 3 MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

Diversas foram as motivações para o desenvolvimento dessa nova etapa do projeto: aprendizado e incorporação de novos conhecimentos ao grupo, colaboração entre grupos, inovação em infraestrutura (expansão da planta) e inovação na relação ensino-aprendizado (realização de uma experiência mais complexa e experiência conjunta de todos os alunos de uma determinada turma por meio de uma aula prática remota).

O problema original de realizar aula prática remota pode ser dividido em três partes: realizar comunicação entre o laboratório e a sala de aula, transmitir dados entre ambos e estabelecer um *loop* de controle sobre a planta didática.

A infraestrutura anterior (PAIVA & MAGALHÃES, 2018) (DE LA VEGA *et al.*, 2018) contava com os seguintes elementos no laboratório: sensores de fluxo de água na planta didática; aquisição de dados por *kit* Arduino; captura de imagem e de som do laboratório por câmera IP com controle de *zoom* e de movimento; controle do Arduino e da câmera por *notebook*; exibição de dados pelo aplicativo ViewDuino (VIEWDUINO, 2020). Por sua vez, em sala de aula, os elementos eram: um *notebook* para recepção de dados; um *datashow*. Os dois *notebooks* foram conectados pela rede da UFF e foram pareados pelo aplicativo TeamViewer (TEAMVIEWER, 2020). As interfaces de som utilizadas foram os microfones e os autôfalantes dos *notebooks*.

Embora a infraestrutura descrita já tenha sido suficiente para a realização das aulas remotas, ainda faltava um item para fechar o *loop* de controle, que era a atuação à distância sobre o registro de entrada de água da planta, pois, nessas aulas, ela foi realizada manualmente, por uma pessoa localizada no laboratório.

Novos integrantes do PET-Tele, com experiência em impressão 3D e projetos de drones, propuseram e implantaram uma evolução da infraestrutura existente no LaDISan, incluindo: (i) atuação remota sobre o registro de admissão de água; (ii) troca da “Central de Controle” e (iii) troca do “Software de Controle”. Tais itens são discutidos a seguir.

### 4 DESENVOLVIMENTO DA NOVA INFRAESTRUTURA

O PET exige que as vertentes Pesquisa-Ensino-Extensão sejam trabalhadas de forma indissociável. Isso faz com que o trabalho dos grupos PET possam ser orientados à resolução de demandas. Assim foi com o desafio inicial e assim foi com atual proposta de evolução.



Novos integrantes do PET-Tele, com experiência em impressão 3D e projetos de drones, com interesse no estudo de novos dispositivos, propuseram e implantaram uma evolução da infraestrutura existente, incluindo os seguintes itens: impressão 3D de peças de suporte e de engrenagens, para acoplamento de um servomotor ao registro de admissão de água; troca do *notebook* do laboratório por um Raspberry Pi (RASPBERRY, 2020), para controle dos sensores, da câmera e do servomotor; troca do TeamViewer por um sistema autoral de comunicação e controle; troca do ViewDuino por um aplicativo autoral de armazenamento e visualização dos dados adquiridos. Isso é detalhado a seguir.

#### 4.1 Instalação de engrenagens e acoplamento de servomotor

Para resolver o problema de atuação sobre o registro de admissão de água, foram levados em consideração os seguintes requisitos: aproveitamento da estrutura existente, baixo custo, habilidades e interesses dos alunos.

Foram sugeridas duas soluções. A atuação direta na vazão, a partir da inserção de uma bomba DC na tubulação da planta, ou o acoplamento de um motor elétrico ao registro de água já existente. A primeira abordagem seria complexa e onerosa, além de provocar alterações na estrutura da planta. Por outro lado, uma vez que os proponentes já possuíam experiência com impressão 3D e uso de servomotores em drones, bem como a única alteração no sistema seria sobre um registro externo à planta, foi escolhida a segunda abordagem.

Dado que as plataformas de controle utilizadas (Arduino e Raspberry Pi) oferecem sinais PWM (*Pulse-Width Modulation*), decidiu-se usar um servomotor para atuar sobre o registro de admissão. Baseado em medições sobre o registro, um servomotor comercial genérico foi especificado e adquirido.

O acoplamento do motor ao registro foi dividido nas seguintes etapas: (i) instalação de engrenagens no servomotor e no registro; e (ii) instalação de peças para suporte da estrutura. Após medições e cálculos iniciais, tanto as engrenagens quanto as peças foram desenhadas e confeccionadas em material plástico, em impressora 3D. O registro original e a montagem final do conjunto podem ser vistos nas Figuras 2. A Figura 3 mostra a montagem final do conjunto de admissão, juntamente com o Arduino e o primeiro reservatório de detenção.

A nova estrutura foi instalada, testada, operacionalizada e utilizada em aula remota, no período letivo de 2019-2.

Figura 2 – Registro original e montagem final do conjunto.

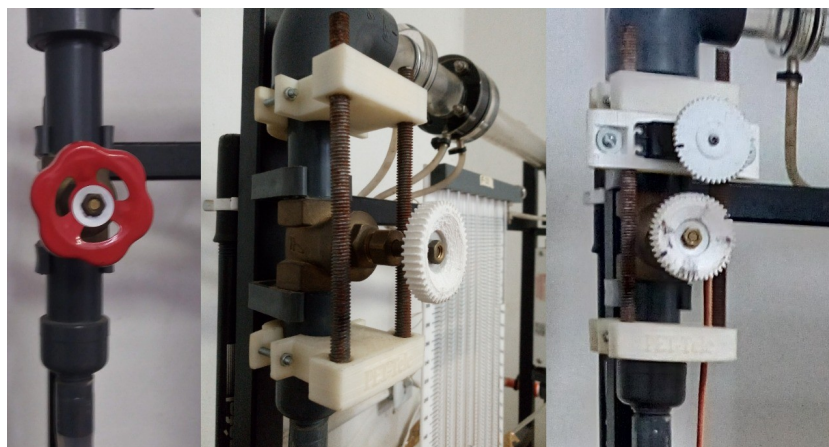
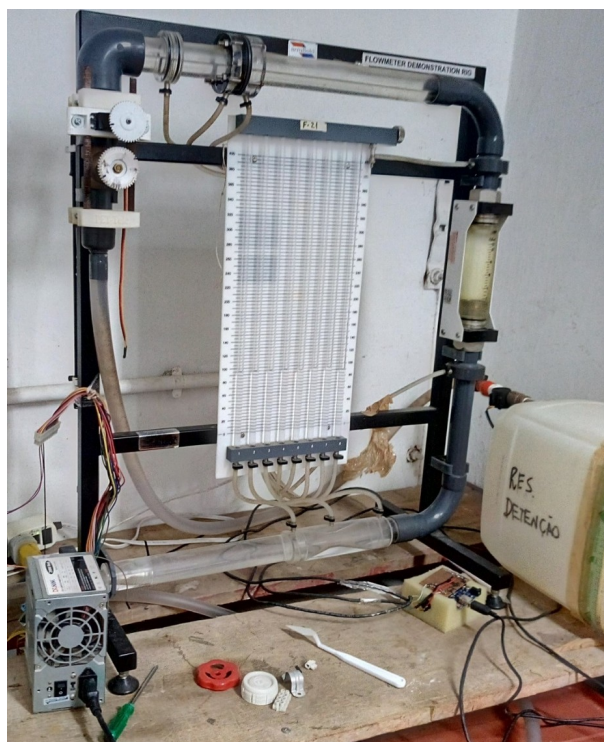




Figura 3 – Montagem final do conjunto de admissão.



#### 4.2 Troca do *notebook* pelo Raspberry Pi

Na infraestrutura original, o *notebook* do laboratório atuava como uma Central de Controle. Ele controlava a câmera IP e o Arduino (empregado para ler os sensores de fluxo). Os dados capturados pelo Arduino eram tratados pelo aplicativo ViewDuino. A conexão com a sala de aula era feita por meio do pareamento do *notebook* da sala com o do laboratório, por intermédio do aplicativo TeamViewer, via rede de computadores interna da UFF. Assim, o *notebook* da sala podia atuar sobre o do laboratório, exercendo um controle remoto.

Um segundo item na evolução de infraestrutura, foi a proposta de troca do *notebook* do laboratório por um Raspberry Pi, devido ao interesse dos alunos em adquirir experiência com essa plataforma.

Nesse sentido, após um período de pesquisa, estudo e desenvolvimento, o Raspberry Pi assumiu o papel de Central de Controle. Ele passou a controlar o Arduino e o servomotor. O controle da câmera continuou a ser efetuado por *software* proprietário, enquanto o controle do Arduino e do servomotor foi realizado por meio de *software* autoral, codificado na linguagem Python (PYTHON, 2020).

A conexão com a sala de aula também foi modificada. O pareamento por TeamViewer foi substituído por um *software* autoral, em Python, que disponibilizou o Raspberry Pi como um processo servidor, via rede interna da UFF, a um processo cliente no *notebook* da sala de aula.

A escolha de Python deveu-se à existência de bibliotecas apropriadas para o Raspberry Pi e para o seu sistema operacional, da família Linux.

Infelizmente, não foi possível utilizar o ViewDuino no Raspberry Pi. Assim, durante a aula remota de 2019-2, utilizou-se ainda um *notebook* com o ViewDuino instalado, apenas para mostrar o traçado *online* das curvas de fluxo.





#### 4.3 Troca do ViewDuino por aplicativo autoral

Com a impossibilidade de uso do ViewDuino, surgiu um terceiro item na evolução de infraestrutura, que foi a proposta de um aplicativo autoral que servisse de interface de controle e de visualização.

O aplicativo foi estudado, projetado, desenvolvido e testado *offline*, pois ele não ficou pronto a tempo de ser empregado na aula remota de 2019-2.

Foram desenvolvidos módulos para coleta, tratamento e transmissão de dados, bem como para atuação. Do lado do cliente (*notebook* em sala) são executados os módulos que visam receber os dados coletados, mostrá-los para o usuário de forma amigável e permitir o envio de comandos para o servidor. Do lado do servidor (Raspberry Pi), são executados os módulos responsáveis por coletar os dados de vazão, enviar esses dados para o cliente e controlar o servo motor de acordo com os comandos recebidos do usuário.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, o responsável pelo LaDISan, professor Dario de Andrade Prata Filho, contactou o grupo PET-Tele da UFF a fim de verificar a viabilidade do desenvolvimento e da implantação de um sistema automático para medição de fluxo de água em uma planta didática do laboratório. A planta didática em questão é usada em aulas práticas, mas pretende-se que ela seja utilizada também na modelagem de problemas reais que envolvem fluxo e detenção de água no solo.

O projeto passou por três etapas. Na primeira versão, o PET-Tele aceitou a tarefa, realizou um grupo de estudos, desenvolveu um protótipo e realizou alguns testes no LaPEC (LAPEC, 2020). Por fim, o protótipo foi levado ao LaDISan e, após uma série de testes e de ajustes, o sistema foi implantado e está em operação. O sistema é baseado no sensor de fluxo de água WATER FLOW G1/2 e no *kit* de desenvolvimento Arduino. Os dados provenientes das medições dos sensores e dos cálculos realizados pelo Arduino são enviados para um computador. Nele, o *Serial Monitor* e o *Serial Plotter*, do IDE do *kit*, foram utilizados, nessa primeira versão, para coletar os dados numéricos e visualizar seus gráficos, respectivamente. Segundo os responsáveis pelo LaDISan, o sistema foi bem aceito pelos usuários, aumentando a dinâmica das aulas e a motivação dos alunos pelas práticas. Em seguida, na segunda versão do projeto, diante da impossibilidade de receber todos os alunos de uma mesma turma simultaneamente no pequeno espaço físico do LaDISan, surgiu a ideia de realizar uma aula prática remota, com controle da planta e estabelecendo contatos visuais e auditivos entre os dois ambientes. O objetivo básico é disponibilizar mais uma ferramenta de apoio ao aprendizado, possibilitando que todos os alunos acompanhem conjuntamente uma experiência prática, de tal forma que os possíveis questionamentos e seus resultados possam afetar a todo o conjunto. A infraestrutura inicial contava com os seguintes elementos no laboratório: sensores de fluxo de água na planta didática; aquisição de dados por *kit* Arduino; captura de imagem e de som do laboratório por câmera IP com controle de *zoom* e de movimento; controle do Arduino e da câmera por *notebook*; exibição de dados pelo aplicativo ViewDuino. Por sua vez, em sala de aula, os elementos eram: um *notebook* para recepção de dados; um *datashow*. Os dois *notebooks* foram conectados pela rede da UFF e foram pareados pelo aplicativo TeamViewer. As interfaces de som utilizadas foram os microfones e os autofalantes dos *notebooks*. A aula remota tem sido realizada conforme o planejado, durante alguns períodos consecutivos (de 2017-2 a 2019-2), havendo uma boa aceitação por parte dos alunos.



Agora, na terceira versão do projeto, que é a proposta deste trabalho, novos integrantes do PET-Tele, com experiência em impressão 3D e projetos de drones, com interesse no estudo de novos dispositivos, propuseram e implantaram uma evolução da infraestrutura existente no LaDISan, incluindo os seguintes itens: (i) impressão 3D de peças de suporte e de engrenagens, para acoplamento de um servomotor ao registro de admissão de água, a fim de permitir uma atuação remota sobre ele; (ii) troca do *notebook* de controle do laboratório por um Raspberry Pi, para controle dos sensores, da câmera e do servomotor; (iii) troca do aplicativo TeamViewer por um sistema autoral de comunicação e controle; (iv) troca do aplicativo ViewDuino por um aplicativo autoral de armazenamento e visualização dos dados adquiridos.

Em aula remota, realizada no período letivo de 2019-2, a nova infraestrutura foi instalada e testada. Embora tenha-se percebido que algumas otimizações podem ser propostas sobre essa primeira tentativa, os resultados obtidos foram positivos.

Como trabalhos futuros, o PET-Tele pretende realizar mais testes e algumas otimizações em toda a nova infraestrutura proposta, incluindo: (i) os *scripts* para controle automático do registro de admissão; (ii) os códigos Python de visualização dos histogramas, em substituição ao ViewDuino; (iii) os códigos “cliente” e “servidor” do aplicativo autoral; (iv) a finalização do desenvolvimento de uma GUI (*Graphical User Interface*), para tornar o sistema mais confortável ao usuário.

### ***Agradecimentos***

O grupo PET-Tele da UFF faz parte do Programa de Educação Tutorial (PET), financiado pelo Ministério da Educação (MEC).

O grupo PET-Tele agradece ao responsável pelo LaDISan, professor Dario de Andrade Prata Filho, pelo convite, pela confiança e, obviamente, por ter gerado uma oportunidade que permitiu aos alunos do grupo desenvolverem conhecimentos e habilidades, por meio de um projeto extremamente útil para a comunidade acadêmica.

Os autores agradecem aos demais bolsistas do grupo PET-Tele pela colaboração no desenvolvimento do projeto e na correção do presente artigo.

### **REFERÊNCIAS**

ARDUINO. **Website oficial**. Disponível em: <<http://arduino.cc>>. Acesso em: 25 maio 2020.

COELHO, T. C.; SIQUEIRA, L. P.; OLIVEIRA, F. B.; DE LA VEGA, A.S.. IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO PARA MEDIÇÃO DE FLUXO EM UMA PLANTA DIDÁTICA USANDO UM KIT ARDUINO E O SENSOR WATER FLOW G1/2. **Anais**: XLV - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Joinville, SC, 2017.

DE LA VEGA, A. S.; PAIVA, L. M.; MAGALHÃES, M. C. M.; PRATA FILHO, D. A.. REALIZAÇÃO DE AULA PRÁTICA REMOTA A PARTIR DE LABORATÓRIO EQUIPADO COM MODELO FÍSICO SOBRE DETENÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA. **Anais**: XLVI - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Salvador, BA, 2018.





"Os desafios para formar hoje o engenheiro do amanhã"

DI RENNA, R. B.; CUNHA, T. E. B.; BRASIL, R.D.R.; PAIVA, L. M.; DE LA VEGA, A.S.. Projeto e Implantação de um Curso Piloto Realizado pelo Grupo PET-Tele para Alunos do Curso de Engenharia de Telecomunicações da UFF. **Anais:** XLII - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Juiz de Fora, MG, 2014.

DI RENNA, R. B.; CUNHA, T. E. B.; PAIVA, L. M.; SIQUEIRA, L. P.; DE LA VEGA, A.S.. Elaboração de Material Didático para a Disciplina Optativa “Tópicos Especiais em Eletrônica II: Introdução ao Kit de Desenvolvimento Arduino”. **Anais:** XLII - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Juiz de Fora, MG, 2014.

DI RENNA, R. B.; CUNHA, T. E. B.; DE LA VEGA, A.S.. Estudio, Desarrollo y Resultados del Curso: Temas Especiales en Electrónica II. X Seminario Internacional – 2014. Red Internacional para la Educación de Ingenieros (RiEi). Mérida, Yucatán, México, sept/2014.

FONSECA, E.G.P.; DE LA VEGA, A.S.. Tutorial sobre Introdução a Projetos Utilizando o *Kit* de Desenvolvimento Arduino. **Anais:** XXXIX - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Blumenau, SC, 2011.

LaDISan. **LaDISan – Laboratório de Drenagem, Irrigação e Saneamento Ambiental da UFF.** Disponível em: <<http://www.ladisan.uff.br>>. Acesso em: 25 maio 2020.

LaPEC. **Website oficial.** Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/delavega/LaPEC>>. Acesso em: 25 maio 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Apresentação – PET.** Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480)>. Acesso em: 25 maio 2020.

PAIVA, Lorraine de Miranda; MAGALHÃES, Maria Carolina Milhomem. **Uso de sensores e acesso remoto para a realização de aula prática sobre reservatórios de detenção aplicados à drenagem urbana.** 2018. 69 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2018. Disponível em: <<http://app.uff.br/riuff/handle/1/7080>>. Acesso em: 25 maio 2020.

PET-TELE. **PET – Engenharia de Telecomunicações da UFF.** Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/pet>>. Acesso em: 25 maio 2020.

PYTHON. **Python Software Foundation.** Disponível em: <<http://www.python.org>>. Acesso em: 25 maio 2020.

RASPBERRY. **Raspberry Pi Foundation.** Disponível em: <<http://www.raspberrypi.org/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

RITZEMA, H. P. (Editor). **Drainage Principles and Applications.** 3ª edição, Wageningen, Alterra: ILRI Publication 16, 2006.

SENSOR DE FLUXO. **Website do sensor de fluxo de água WATER FLOW G1/2.** Disponível em: <[http://www.seedstudio.com/wiki/G1/2\\_Water\\_Flow\\_sensor](http://www.seedstudio.com/wiki/G1/2_Water_Flow_sensor)>. Acesso em: 25 maio 2020.



SISTEMA EDUROAM. **Website oficial**. Disponível em: <<http://www.eduroam.org/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

SISTEMA EDUROAM-BR. **Website EduRoam-UFF**. Disponível em: <<http://www.midiacom.uff.br/eduroam-br/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

TEAMVIEWER. **Website oficial**. Disponível em: <<http://www.teamviewer.com/pt/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

VIEWDUINO. **Website do ViewDuino**. Disponível em: <<http://teachduino.ufsc.br/viewduino-uma-interface-grafica-para-dados-do-arduino/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

## **UPGRADING THE REALIZATION OF A REMOTE PRACTICAL CLASS FROM A LABORATORY EQUIPPED WITH A PHYSICAL MODEL ON RAINWATER DETENTION**

**Abstract:** *This work proposes a new infrastructure for the knowledge integration project that aims to facilitate the teaching-learning process of Engineering, carried out by the PET-Tele group in conjunction with the Drainage, Irrigation and Environmental Sanitation Laboratory (LaDISan), from Universidade Federal Fluminense. It enabled the development of remote practical classes, where tests performed in the laboratory were followed, in real time, by students in the theoretical classroom. The practice addresses the effect of serial detention reservoirs, applied to minimizing urban floods. The laboratory is equipped with a physical model of hydraulic studies, which simulates the operation of two detention reservoirs connected in series, supported by a reserve and pumping system, which allows continuous water reuse. Previously, the PET-Tele implemented a system to automate the measurement process, with the simultaneous registration of flow at three points: at the entrance of the first reservoir, at the connection between the first and the second, and at the exit of the second one. The three hydrographs were registered simultaneously and transmitted to the theoretical classroom. The results of these remote practical classes, held in some school periods, have expanded beyond their initial motivation, only linked to the question of the small physical space of the laboratory in relation to the number of students per class. There were additional advantages, such as: the saving of time, greater efficiency in understanding the content of the practice, in addition to greater interest and acceptance by the students. A proposal for the evolution of the original infrastructure is presented here.*

**Keywords:** *Tutorial Education Program (PET). Remote lab class. Undergraduate Laboratory. Teaching Plant. Automatic Data Acquisition.*