

Trabalho de Conclusão de Curso IV

Elaboração de aula prática remota a partir da automatização de experimento sobre detenção de água de chuva em laboratório de graduação

Alunas: Lorraine de Miranda Paiva
Maria Carolina Milhomem Magalhães

Co-orientador: Prof. D.Sc. Dario de Andrade Prata Filho

Orientador: Prof. D.Sc. Alexandre Santos de la Vega

Sumário

- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Sumário

- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Objetivo e Motivações

Objetivo

Elaborar e realizar uma aula prática remota, a partir da automatização de um experimento com modelo físico sobre retenção de água de chuva no LaDISan.

Motivações

- **A relação entre o pequeno espaço físico do laboratório e a grande quantidade de alunos por turma;**
- **O fato da planta do laboratório ser originalmente desprovida de equipamentos para medição automática;**
- **A inovação na relação ensino-aprendizado.**

Sumário

- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Cenário Inicial

O Laboratório LaDISan

O Laboratório de Drenagem, Irrigação e Saneamento Ambiental foi criado para proporcionar suporte aos cursos de Engenharia da UFF, por meio da pesquisa, do ensino e da extensão.

Nele, são realizados estudos para acarretar a consolidação de tecnologias inovadoras, através de experimentos que simulem problemas reais.

A aula remota desenvolvida foi centrada no experimento com tema relacionado aos Reservatórios de Detenção, aplicados aos problemas de macrodrenagem.

Cenário Inicial

Conhecimento do Experimento - Teoria

Chuvas intensas

Escoamento superficial pluvial

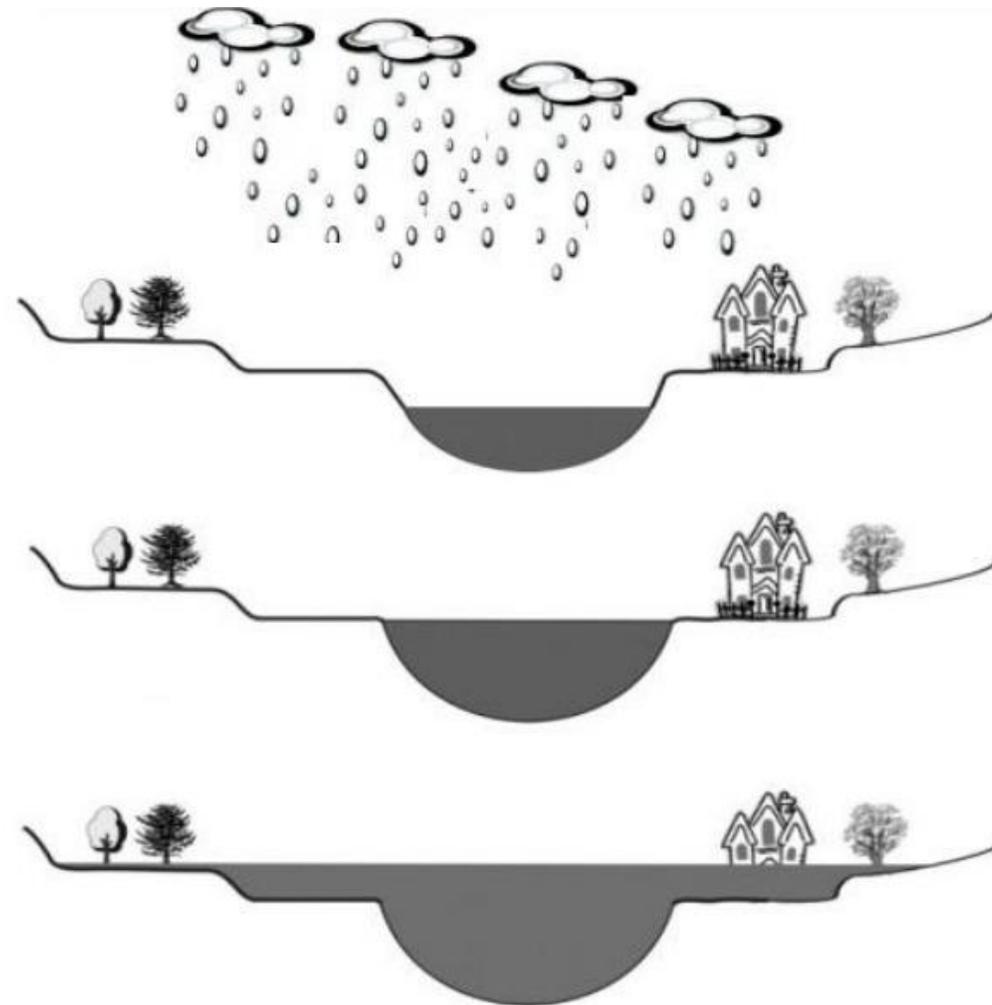
Várzeas de inundação e vegetação ciliar

+

**Crescimento urbano sem
planejamento prévio**



Cheias urbanas

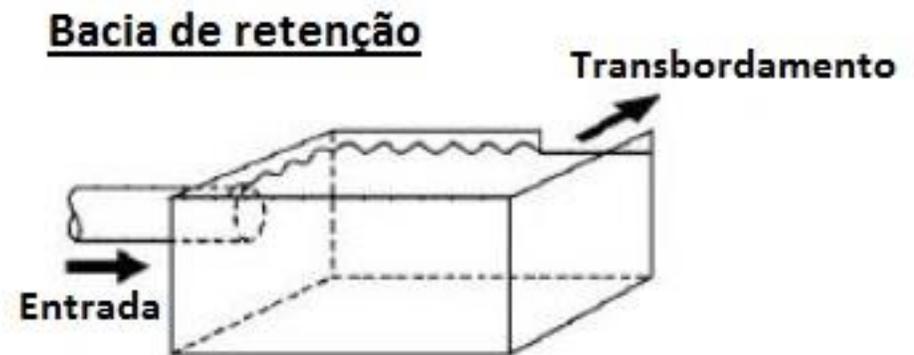
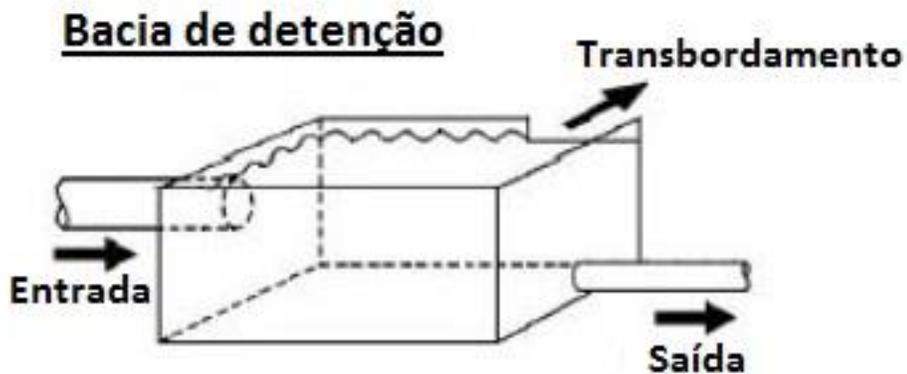


Cenário Inicial

Conhecimento do Experimento - Teoria

Soluções para redução de cheias urbanas:

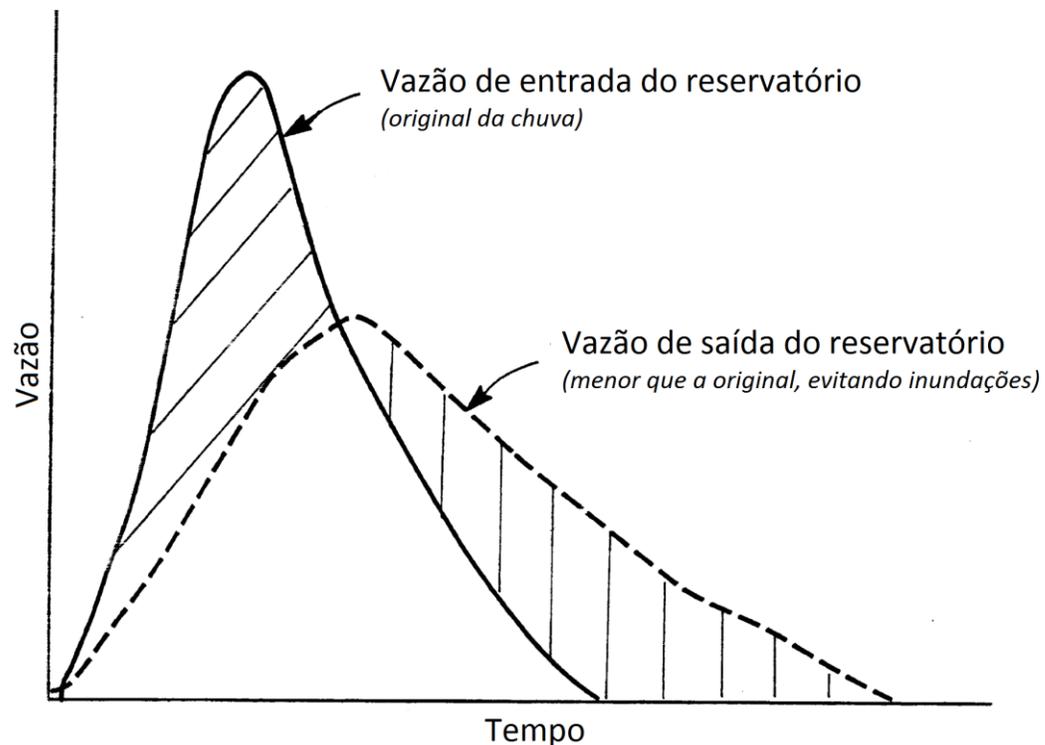
Reservatório de Detenção X Reservatório de Retenção



Cenário Inicial

Conhecimento do Experimento - Teoria

Bacia de Detenção - *detention pond*



Aspectos levados em consideração para a utilização de Bacias de Detenção:

- A vazão máxima suportada pelo leito do curso d'água à jusante para que não ocorra inundação além de suas margens;
- A vazão máxima que o reservatório poderá deter sem verter;
- A geometria do leito do curso d'água, tais como dimensões da calha de condução, declividade, rugosidade, e, tipo de uso do solo nas áreas adjacentes.

Cenário Inicial

Conhecimento do Experimento - Prática

Planta Didática do experimento de Bacia de Detenção:



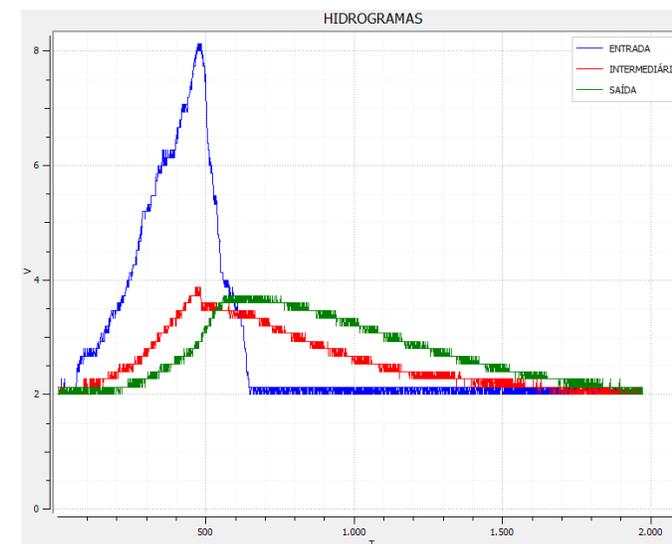
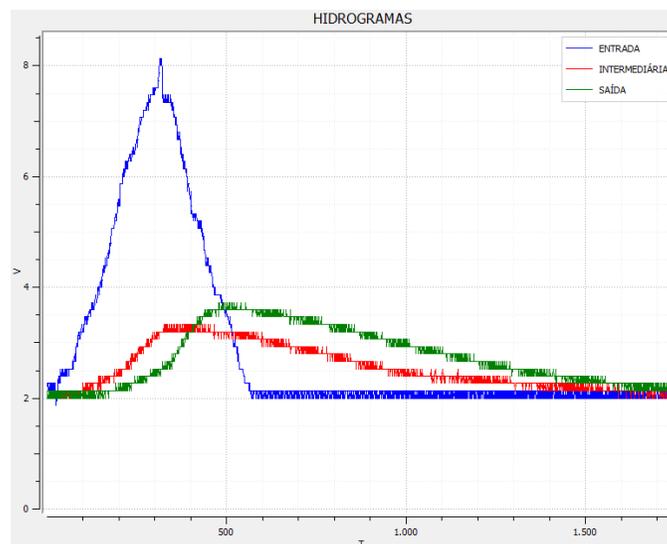
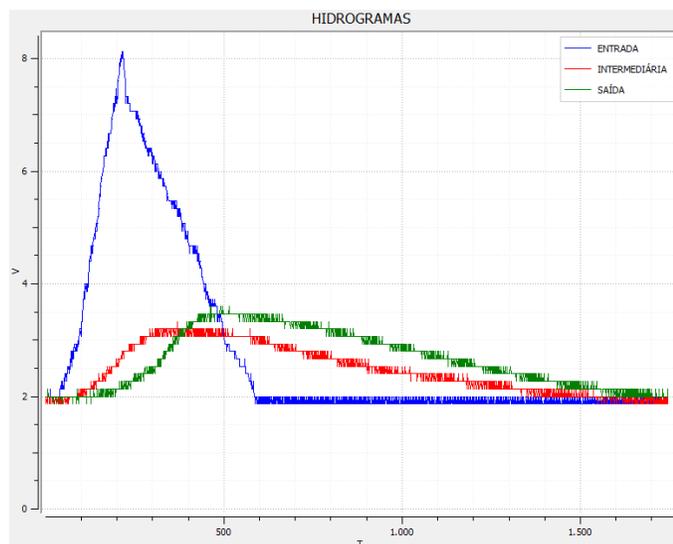
Cenário Inicial

A disciplina Saneamento Básico II

O estudo do uso de reservatórios de detenção, começa na aula teórica dessa disciplina e depois é ilustrado em uma aula prática.

Usualmente são simulados três tipos de hidrogramas:

- **Assimétrico, com fase de avanço rápida e fase de recessão longa;**
- **Simétrico, com as fases de avanço e de recessão ocorrendo em tempos iguais, e;**
- **Assimétrico, com fase de avanço lenta e fase de recessão rápida.**



Os problemas enfrentados durante a aula prática dessa disciplina foram as motivações para este trabalho.

Sumário

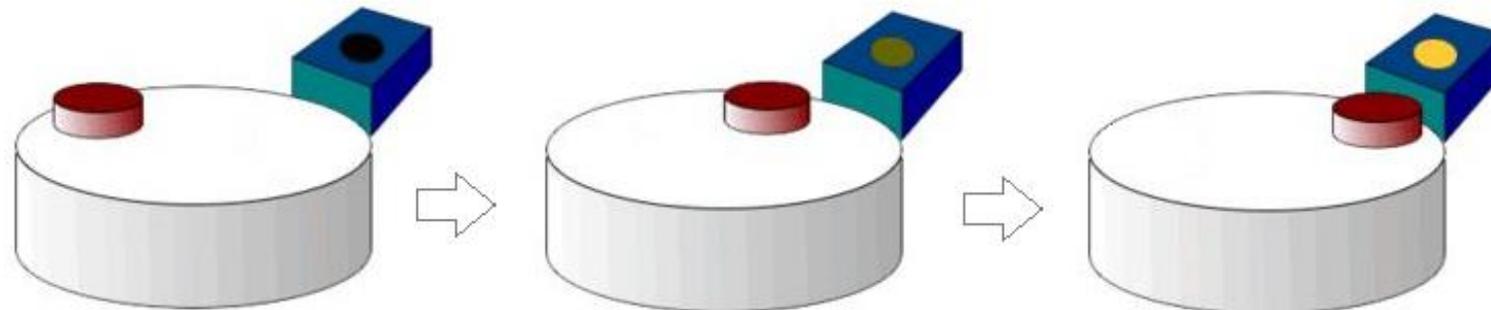
- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Primeira Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: Sensor *water flow*

Um sensor *water flow* é um objeto de plástico que contém um rotor (hélice) movido à água e um sensor de efeito Hall.

Este sensor foi utilizado para automatizar o processo de medição da vazão de água.



Primeira Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: Arduino

O Arduino é uma plataforma eletrônica baseada em um conceito de *hardware* e *software* abertos e de fácil utilização.

Ele foi incluído no projeto com o objetivo de realizar a aquisição dos dados provenientes da medição da vazão de água, feita pelo sensor *water flow*.



```
HelloWorld | Arduino 1.8.4
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

HelloWorld
...
43 // include the library code:
44 #include <LiquidCrystal.h>
45
46 // initialize the library by associating any needed LCD interface
47 // with the arduino pin number it is connected to
48 const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2;
49 LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
50
51 void setup() {
52 // set up the LCD's number of columns and rows:
53 lcd.begin(16, 2);
54 // Print a message to the LCD.
55 lcd.print("hello, world!");
56 }
57
58 void loop() {
59 // set the cursor to column 0, line 1
60 // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0)
61 lcd.setCursor(0, 1);

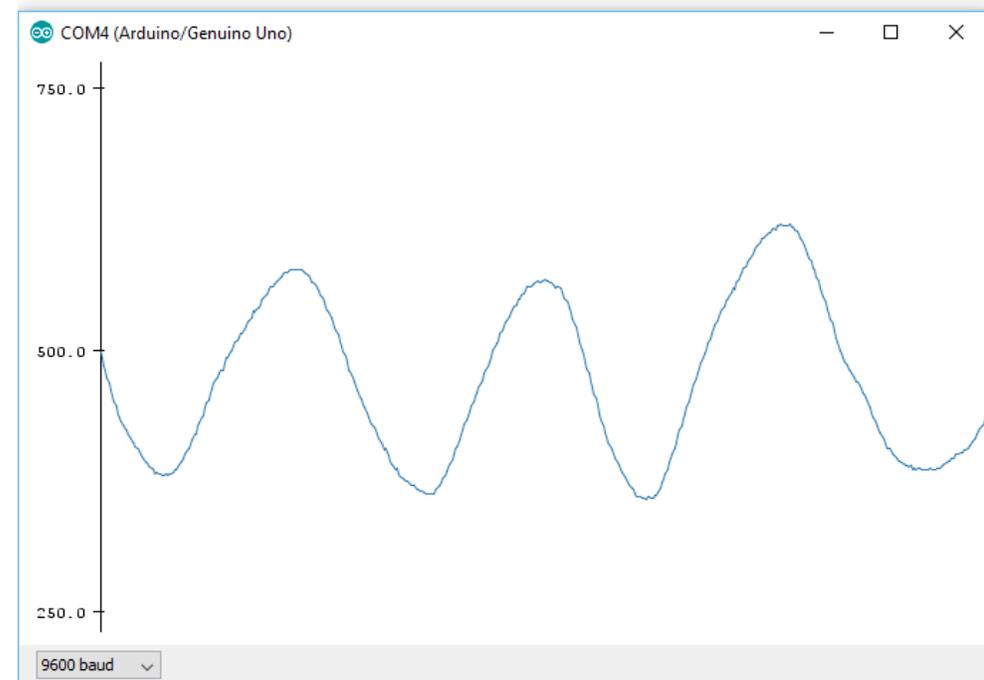
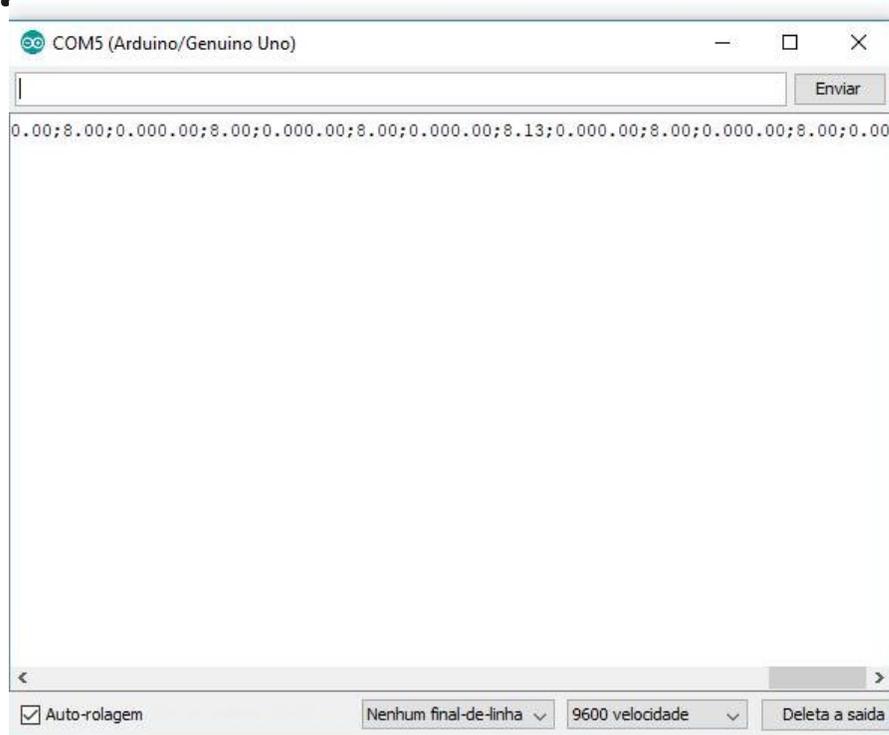
```

Arduino/Genuino Uno em COM10

Primeira Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: Arduino

O *Serial Monitor* e o *Serial Plotter* são terminais virtuais seriais que auxiliam no recebimento e envio de dados do computador para a placa Arduino sem a necessidade de recorrer a uma ferramenta externa.



Primeira Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: *Webcam*



Uma *webcam* é uma câmera de vídeo que captura e transfere imagens em tempo real para um computador ou uma rede de computadores.

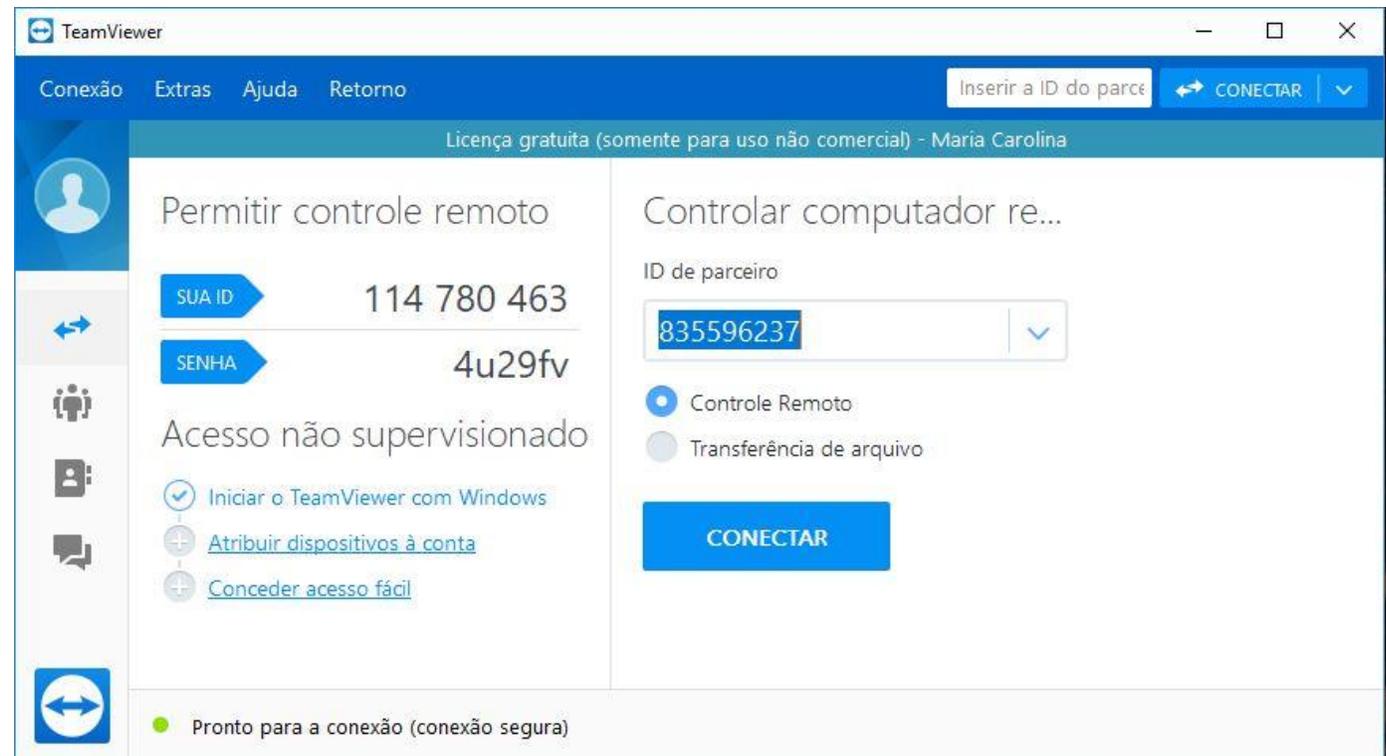
Essa câmera foi utilizada para que a prática fosse visualizada, em tempo real, na sala de aula.

Primeira Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: TeamViewer

O TeamViewer é um *software* para controle remoto que compartilha a área de trabalho da interface gráfica com o usuário de um sistema operacional, realiza transferência de arquivos entre computadores e faz conferência online.

Ele foi utilizado no projeto para que o computador localizado dentro da sala de aula pudesse visualizar a imagem da *webcam* e manipular o IDE do Arduino, conectados a um computador localizado dentro do laboratório.



Primeira Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: Conexão *Internet*

Foram realizados testes na rede escolhida (EduRoam) para conectar os computadores durante a aula prática remota, para verificar se ela estava dentro dos requisitos necessários.

LaDISan			
Medições	Potência (dBm)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)
1	-45	13,9	22,2
2	-47	22,3	33
3	-48	22,8	21,7
4	-44	22,9	30,1
5	-45	17,3	28,6
6	-47	16,4	24,8
7	-49	27,4	41,1
8	-47	19,6	30
9	-45	19,0	30,7
10	-51	17,8	30
11	-49	11,2	35,8
12	-52	19,8	22,8
13	-48	19,5	41,7
14	-50	23,4	37,9
15	-49	18,2	31,2
Médias	-47,73	19,43	30,77
Desvios Padrões	2,34	4,03	6,37

Sala de aula			
Medições	Potência (dBm)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)
1	-55	0,33	11,2
2	-54	1,78	11,7
3	-56	3,94	8,77
4	-59	0,63	1,43
5	-57	0,70	1,25
6	-60	0,15	1,65
7	-51	0,57	1,44
8	-52	1,80	1,85
9	-53	1,61	1,2
10	-61	1,93	1,31
11	-59	3,35	3,44
12	-57	0,45	0,97
13	-62	4,61	6,47
14	-59	3,49	4,06
15	-60	0,66	4,05
Médias	-57	1,74	4,05
Desvios Padrões	3,40	1,46	3,74

Primeira Etapa do Projeto



Primeira Aula Prática Remota Realizada

Preparação da Aula:

Na versão atual do IDE do Arduino, o *Serial Monitor* e o *Serial Plotter* não podem ser executadas ao mesmo tempo. Dado que foi considerado que mostrar os gráficos em tempo real era mais importante do que os valores, o *Serial Plotter* foi escolhido para ser exibido durante a aula.

Por esta razão, todos os três tipos de hidrogramas que são simulados na aula prática foram reproduzidos em um experimento no laboratório, utilizando o *Serial Monitor*, antes da realização efetiva da aula prática remota, para armazenar os valores.

Primeira Etapa do Projeto

Primeira Aula Prática Remota Realizada

A primeira aula prática remota efetiva foi realizada no dia 20 de setembro de 2017.

- **Infraestrutura montada e testada;**
- **Rede utilizada: EduRoam;**
- **Público de 40 alunos;**
- **Aula teórica realizada antes da prática;**
- **Válvula e *Webcam* conduzidas manualmente;**
- **Serial Plotter;**
- **Três tipos de hidrogramas realizados.**



```
Sketch_mq25a [Arduino 1.8.4]
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
Sketch_mq25a
1 #include "PicoSensor.h"
2 #define PinIrtp1 11
3 #define PinIrtp9 9
4 #define PinIrtp5 5
5
6 float vaso_entrada; //Variável para armazenar o valor em L/min
7 float vaso_intermediaria;
8 float vaso_saida; //Variável para armazenar o valor em L/min
9
10 int contaPulso_entrada; //Variável para a quantidade de pulsos
11 int contaPulso_intermediaria;
12 int contaPulso_saida;
13 int L=0; //Variável para contagem
14
15 void setup() {
16   Serial.begin(9600); //Inicia a serial com um baud rate de 9600
17
18   pinMode(PinIrtp5, INPUT);
19   pinMode(PinIrtp9, INPUT);
20   pinMode(PinIrtp11, INPUT);
21   pinMode(PinIrtp5, INPUT);
22   pinMode(PinIrtp11, INPUT);
23
24   Serial.println("Iniciando"); //Imprime início na serial
25   Serial.println("ENTRADA -- INTERMEDIARIA -- SAIDA");
26 }
```

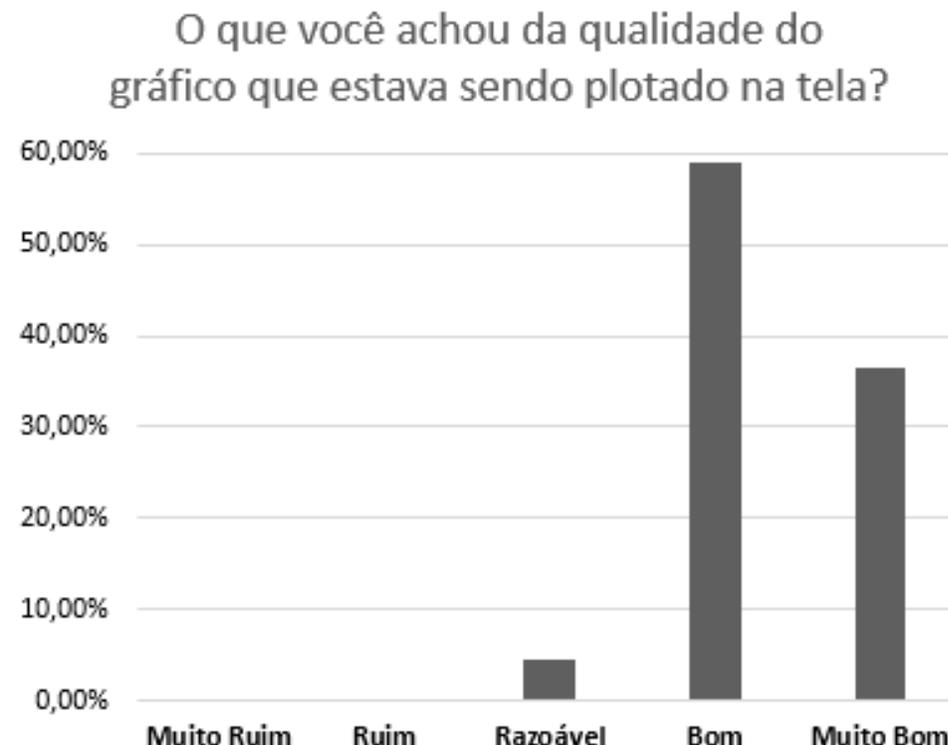
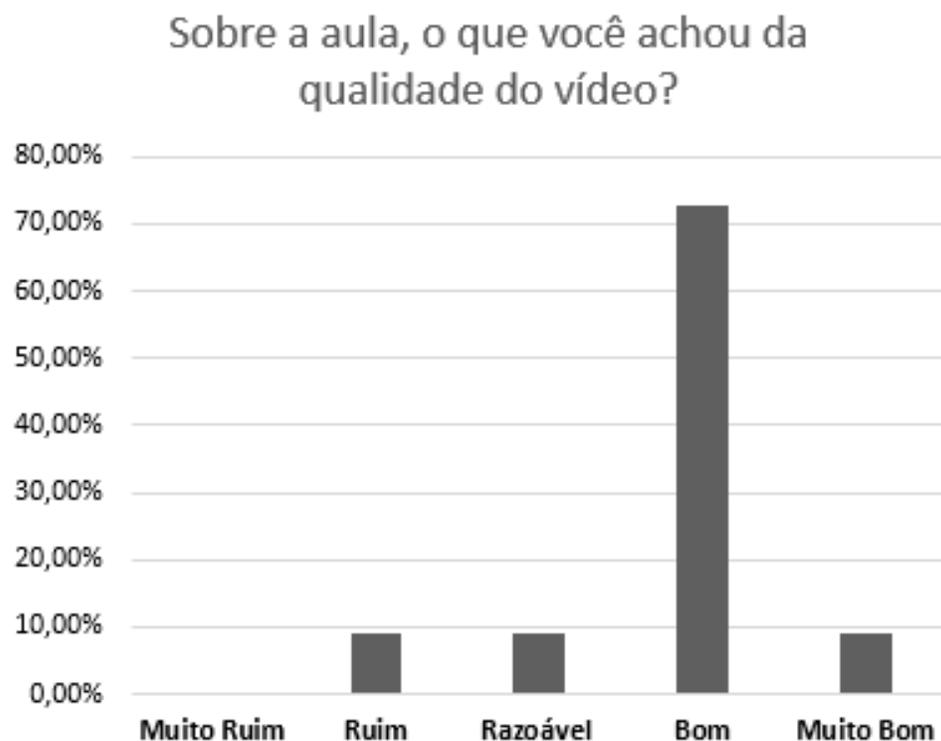
Primeira Etapa do Projeto

Primeira Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

Um formulário foi criado para saber a opinião da turma sobre a aula realizada.

Adesão de 22 alunos.



Primeira Etapa do Projeto

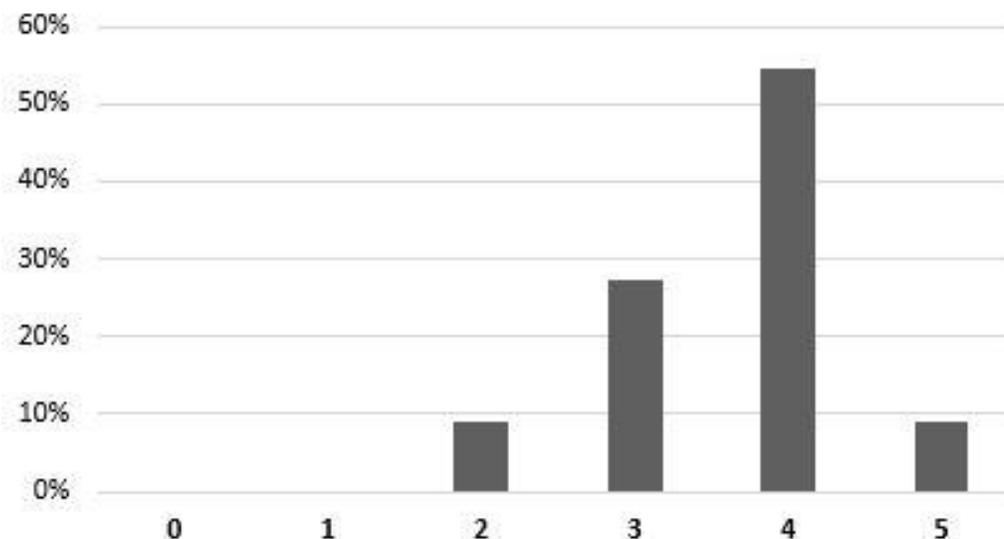
Primeira Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

Um formulário foi criado para saber a opinião da turma sobre a aula realizada.

Adesão de 22 alunos

De 0 a 5, o quanto você conseguiu visualizar do que estava acontecendo no laboratório via vídeo?



Primeira Etapa do Projeto

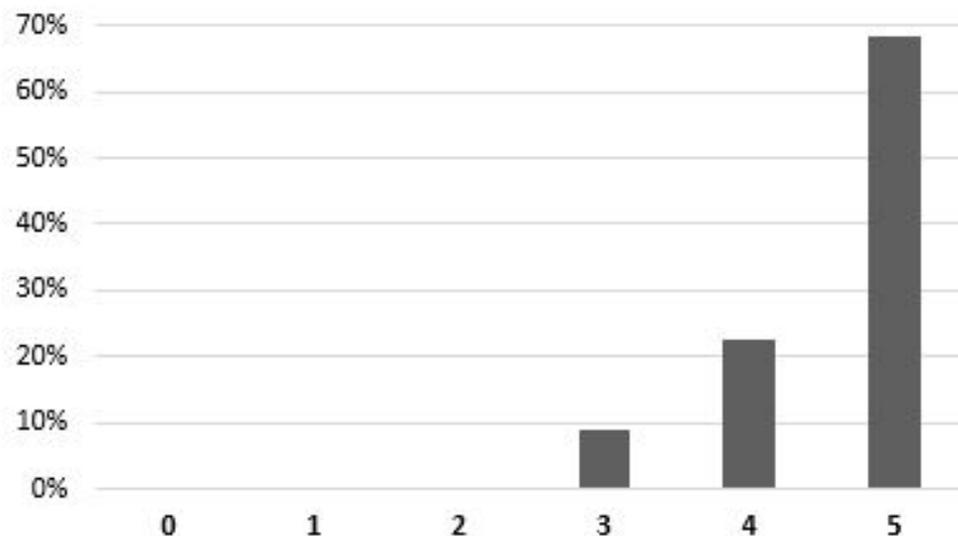
Primeira Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

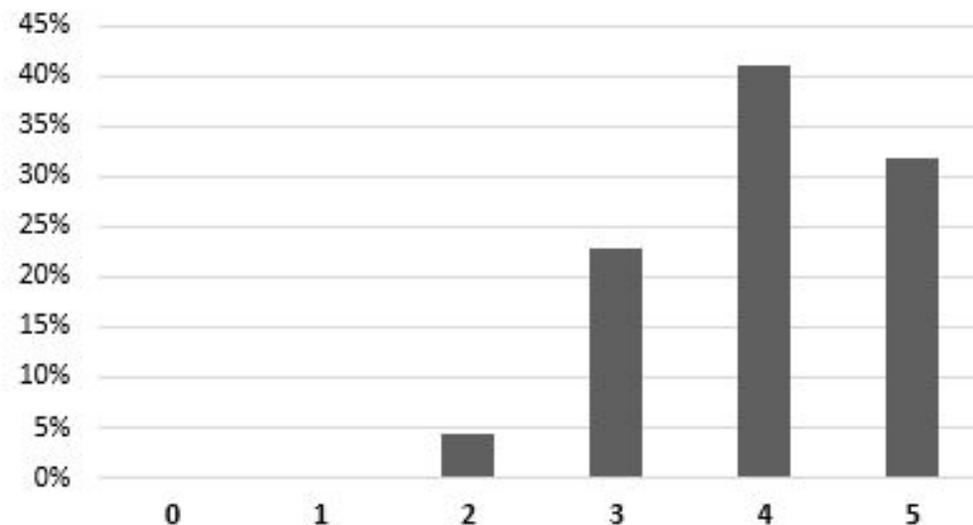
Um formulário foi criado para saber a opinião da turma sobre a aula realizada.

Adesão de 22 alunos

De 0 a 5, o quanto você conseguiu entender da experiência via vídeo?



De 0 a 5, você achou que a aula experimental via vídeo te ajudou a entender a teoria da disciplina?



Primeira Etapa do Projeto

Primeira Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

Um formulário foi criado para saber a opinião da turma sobre a aula realizada.

Adesão de 22 alunos



“A aula foi bastante produtiva e dinâmica. Professor conseguiu explicar o experimento com as imagens e eu consegui entender completamente as três diferentes formas apresentadas. Muito obrigada!”

“Por já ter trabalhado em laboratório, acredito que a experiência profissional seja obrigatória. Porém, com os problemas apresentados, vídeos podem vir a ser uma alternativa viável.”

“Bela iniciativa para a turma (que é grande) para assistir os experimentos sem ficar um em cima do outro lá no laboratório.”

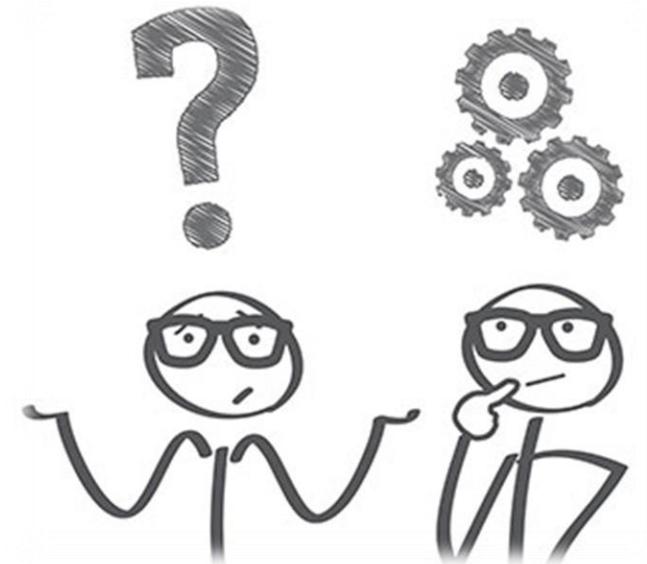
“Seria bom se a câmera pudesse acompanhar o experimento e que não fosse fixa em apenas um lugar.”

Primeira Etapa do Projeto

Problemas Enfrentados

Essa primeira etapa do projeto, apesar de bem sucedida, apresentou alguns problemas.

- **Serial Monitor X Serial Plotter;**
- **Redução da qualidade da imagem na recepção;**
- **Limitações de qualidade e mobilidade da *webcam*;**
- **Equipamento conduzido manualmente;**
- **Audioconferência;**
- **Não adesão por toda a turma ao formulário.**



Sumário

- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Segunda Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: Câmera IP



Uma câmera IP pode ser acessada e controlada via qualquer rede IP e possui diversas funções, como controle e rotação da câmera, habilitação de áudio e luz infravermelha para uso noturno.

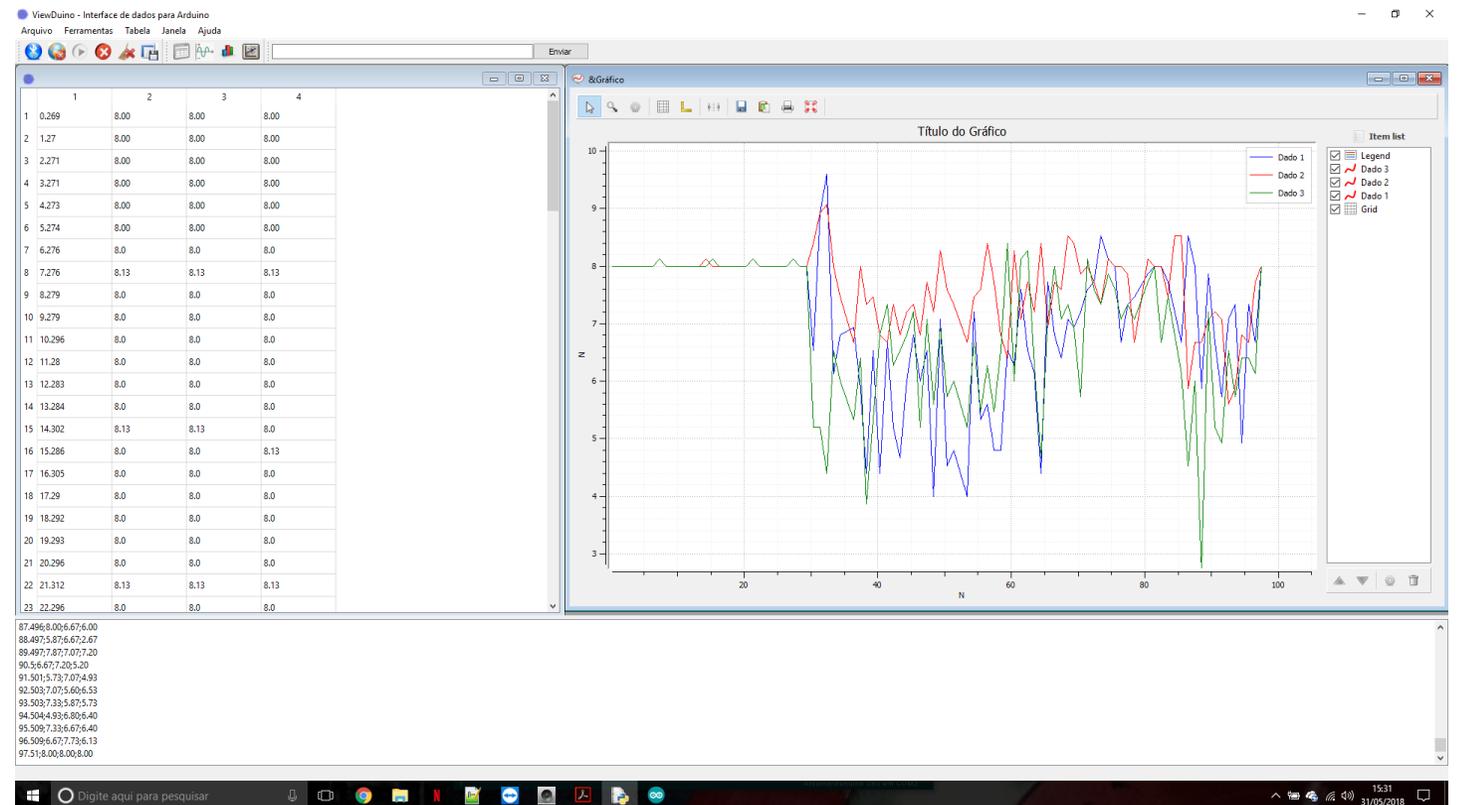
A câmera IP foi utilizada no projeto para melhorar a qualidade e estabilidade da imagem, assim como a sua movimentação.

Segunda Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: ViewDuino

O ViewDuino é um aplicativo capaz de receber dados provenientes da comunicação serial do Arduino e, dentre suas funcionalidades, mostra valores e curvas de um gráfico em tempo real e cria tabelas para armazenamento de dados.

Ele foi adicionado ao projeto como uma solução para o problema enfrentado pelo atual IDE do Arduino, que não permite a execução simultânea do *Serial Monitor* e do *Serial Plotter*.



Segunda Etapa do Projeto

Soluções Implementadas: Melhorias de Audioconferência



O computador utilizado só oferecia uma conexão do tipo HDMI e o projetor só oferecia uma conexão do tipo VGA. Foi necessário utilizar um conversor HDMI-VGA para realizar a transmissão entre o computador e o projetor.

Configurou-se o *notebook* para não transmitir o áudio pela conexão HDMI, e, sim, externalizar o áudio em uma caixa de som externa à ele.

Segunda Etapa do Projeto

Segunda Aula Prática Remota Realizada

Preparação da Aula:

Para executar o ViewDuino foi preciso instalar o interpretador *Python* e os pacotes nele não incluídos. Os testes realizados com esse aplicativo funcionaram perfeitamente. Foram eles: a visualização dos valores numéricos, a geração de uma tabela com esses valores e a geração dinâmica de curvas.

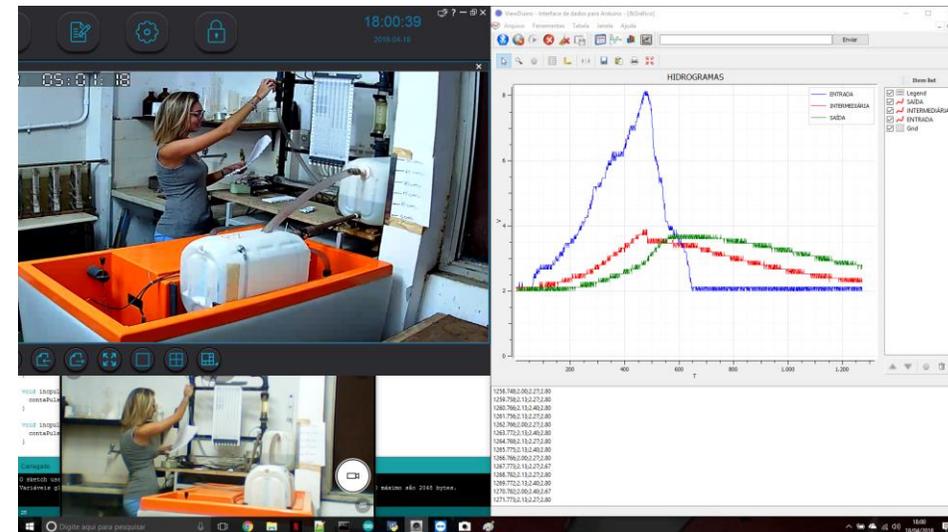
Para a câmera IP foi necessário instalar seus aplicativos, para o celular e para o computador e configurá-la para utilizar a tecnologia *Wi-Fi*. Durante os testes realizados com a câmera IP, ela parou de aceitar a configuração *Wi-Fi* e foi preciso utilizar a tecnologia *Ethernet* no dia da aula por meio de um cabo de rede.

Segunda Etapa do Projeto

Segunda Aula Prática Remota Realizada

A segunda aula prática remota efetiva foi realizada no dia 18 de abril de 2018.

- **Infraestrutura montada e testada;**
- **Rede utilizada: EduRoam;**
- **Público de 25 alunos;**
- **Aula teórica realizada antes da prática;**
- **Válvula conduzida manualmente;**
- **Duas câmeras;**
- **ViewDuino;**
- **Três tipos de hidrogramas realizados.**

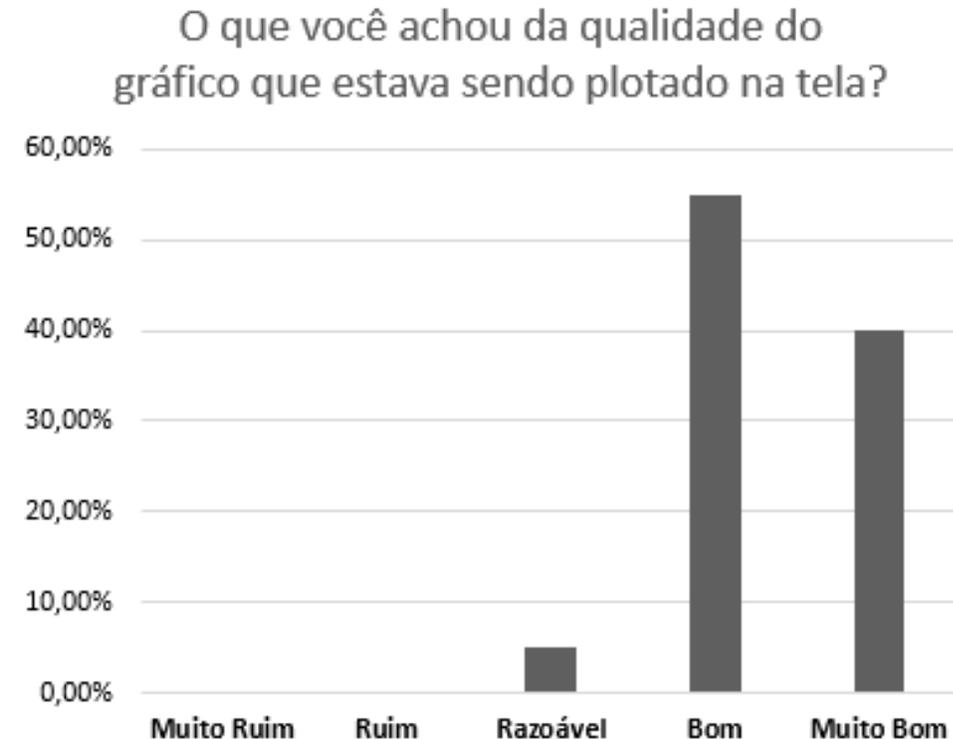
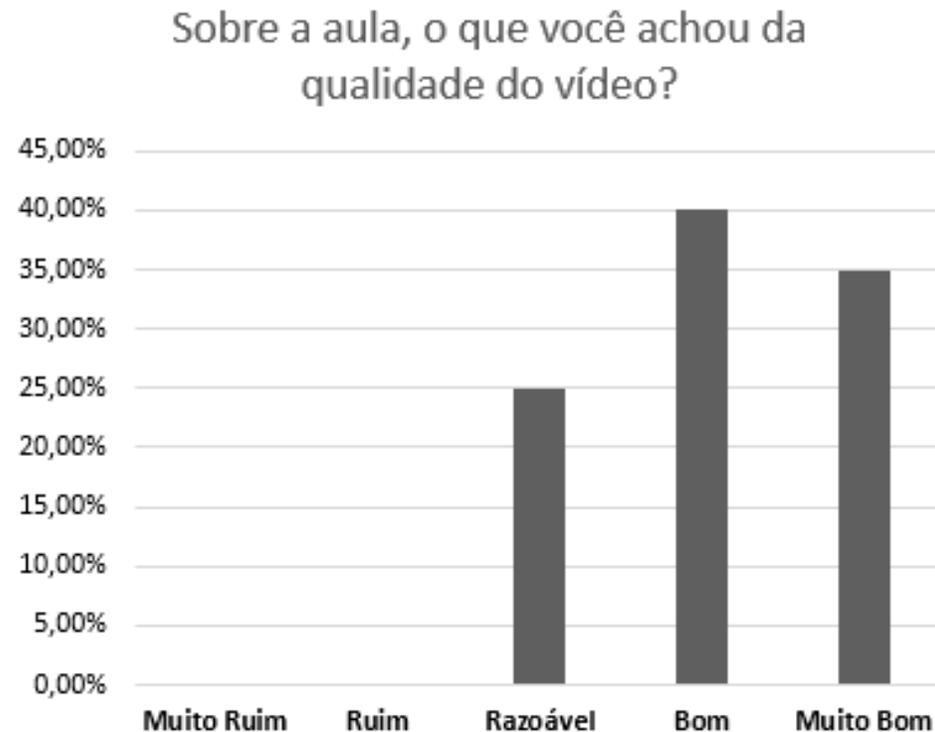


Segunda Etapa do Projeto

Segunda Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

O mesmo formulário foi respondido pela segunda turma para saber a opinião sobre a aula realizada. A adesão foi de 20 alunos.



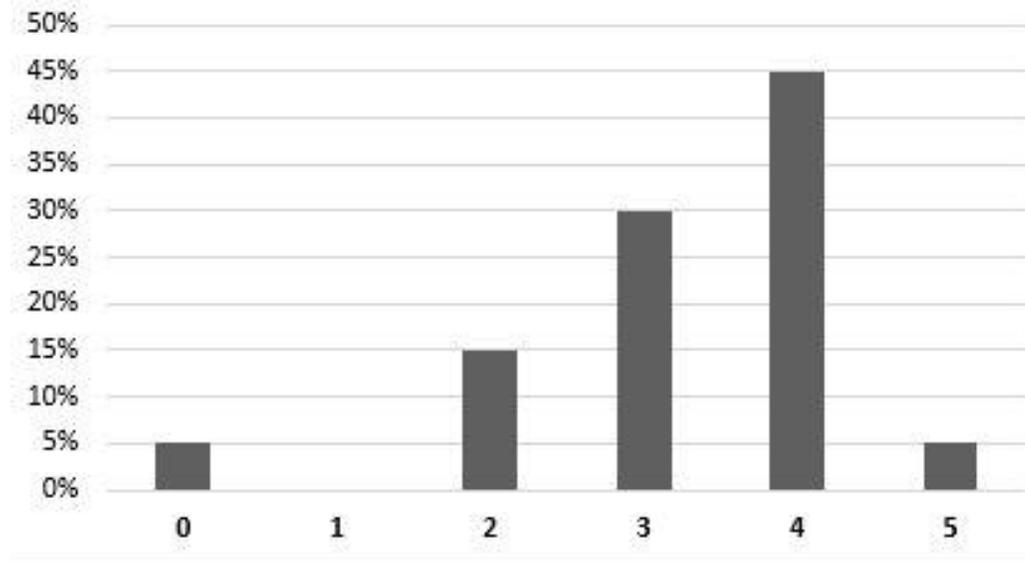
Segunda Etapa do Projeto

Segunda Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

O mesmo formulário foi respondido pela segunda turma para saber a opinião sobre a aula realizada. A adesão foi de 20 alunos.

De 0 a 5, o quanto você conseguiu visualizar do que estava acontecendo no laboratório via vídeo?



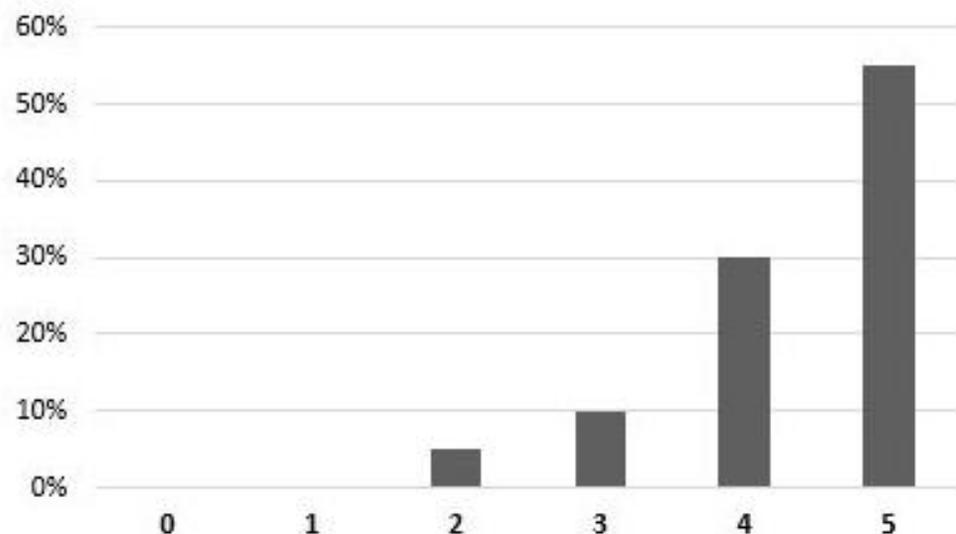
Segunda Etapa do Projeto

Segunda Aula Prática Remota Realizada

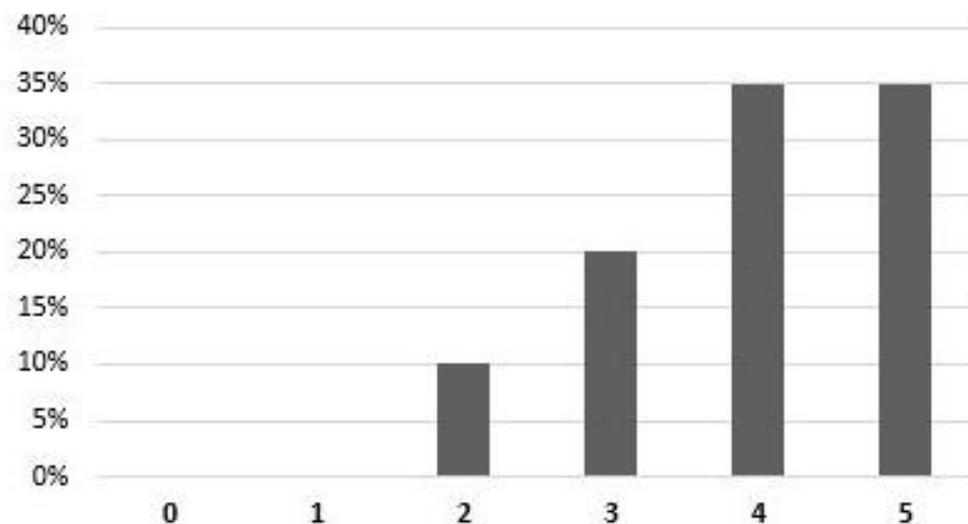
Recepção da Turma:

O mesmo formulário foi respondido pela segunda turma para saber a opinião sobre a aula realizada. A adesão foi de 20 alunos.

De 0 a 5, o quanto você conseguiu entender da experiência via vídeo?



De 0 a 5, você achou que a aula experimental via vídeo te ajudou a entender a teoria da disciplina?



Segunda Etapa do Projeto

Segunda Aula Prática Remota Realizada

Recepção da Turma:

O mesmo formulário foi respondido pela segunda turma para saber a opinião sobre a aula realizada. A adesão foi de 20 alunos.



“A aula por vídeo foi muito interessante, deu para ver o que acontecia claramente. Infelizmente houveram alguns travamentos mas fora isto tudo ok.”

“O vídeo junto com o gráfico acabaram ficando muito pequenos pra um mesmo retroprojeter, acho que talvez uma água colorida ou o uso de dois retroprojetores seria de melhor visualização.”

“Infelizmente a qualidade da Internet da Universidade não proporcionou a melhor experiência possível. Porém, a ideia é muito boa e cumpre seu objetivo.”

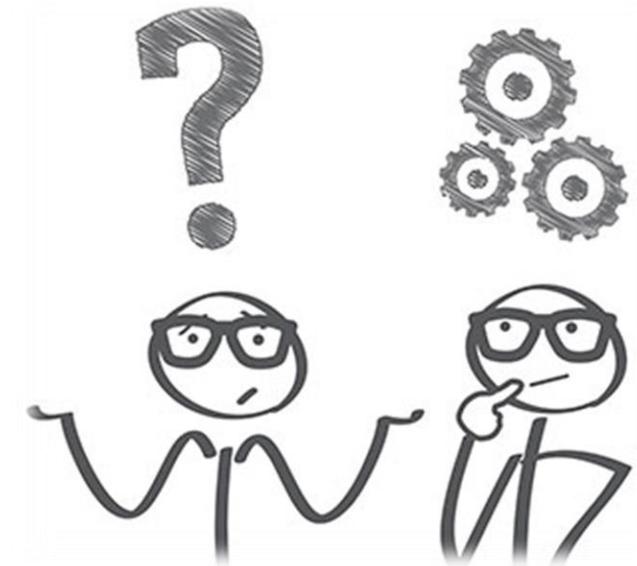
“Muito bom para contornar o problema de espaço no laboratório. Pena que a faculdade não oferece melhor infraestrutura (Internet, equipamentos, laboratório maior e etc).”

Segunda Etapa do Projeto

Problemas Enfrentados

Essa segunda etapa do projeto apresentou menos problemas do que a primeira, porém alguns ainda foram apresentados.

- **Redução da qualidade da imagem na recepção;**
- **Equipamento conduzido manualmente;**
- **Adversidade com a câmera IP;**



Sumário

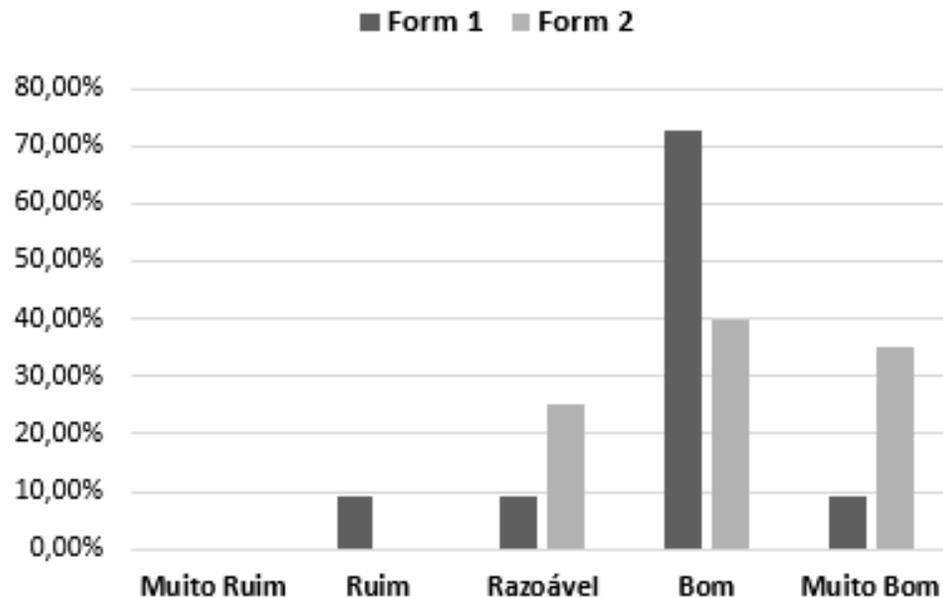
- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Comparação das Etapas

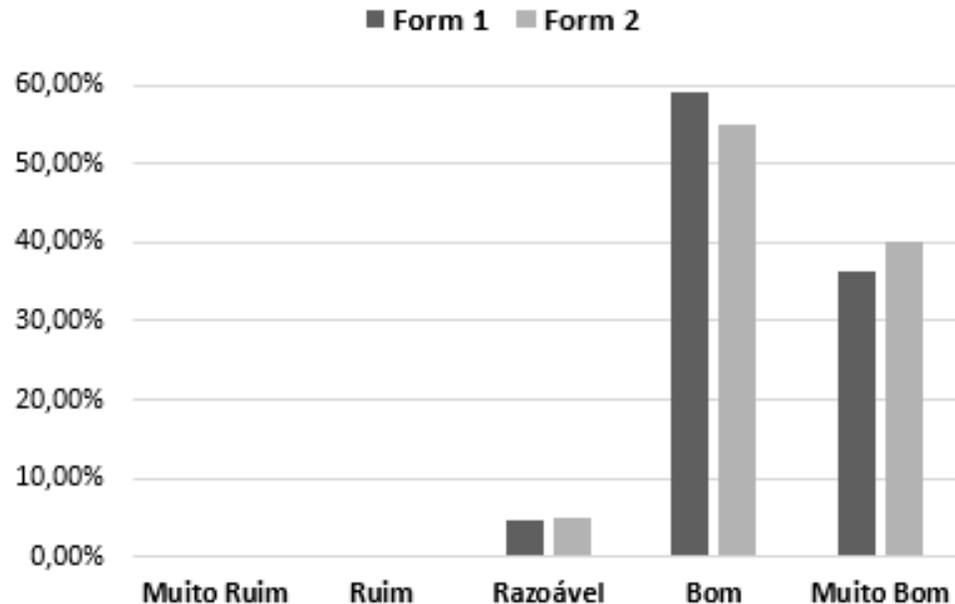
Recepção das Turmas:

Uma boa forma de comparar as etapas é justapor as opiniões das duas turmas que assistiram as aulas práticas remotas. O número de alunos que aderiram ao formulário foi quase o mesmo em ambas.

Sobre a aula, o que você achou da qualidade do vídeo?



O que você achou da qualidade do gráfico que estava sendo plotado na tela?

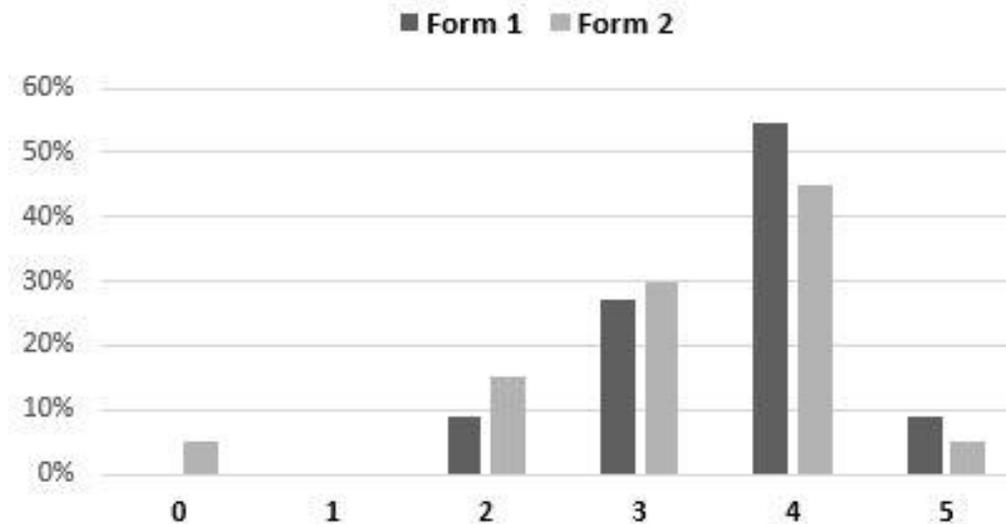


Comparação das Etapas

Recepção das Turmas:

Uma boa forma de comparar as etapas é justapor as opiniões das duas turmas que assistiram as aulas práticas remotas. O número de alunos que aderiram ao formulário foi quase o mesmo em ambas.

De 0 a 5, o quanto você conseguiu visualizar do que estava acontecendo no laboratório via vídeo?

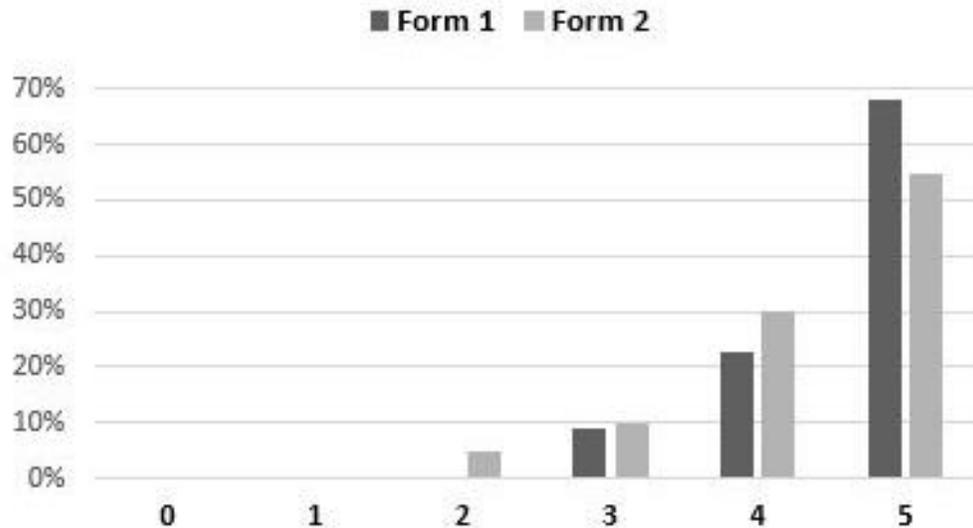


Comparação das Etapas

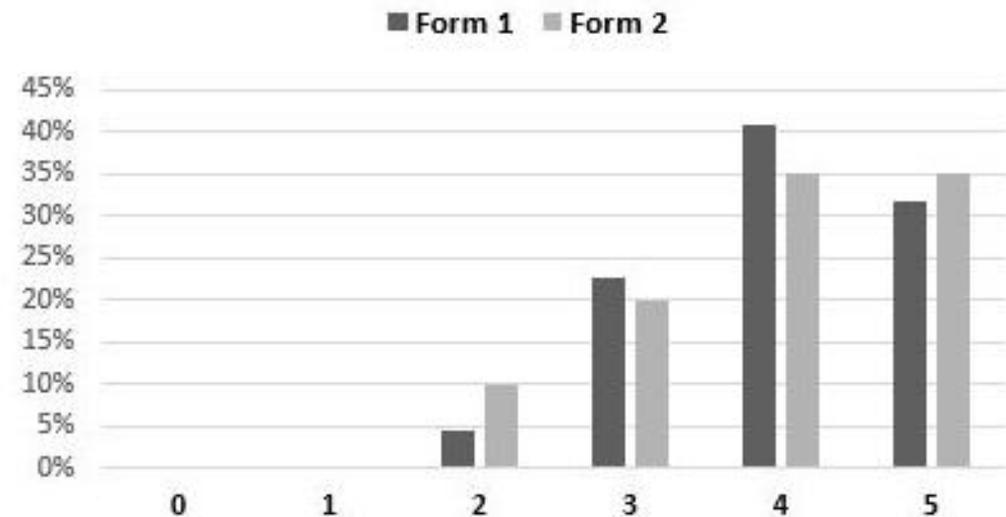
Recepção das Turmas:

Uma boa forma de comparar as etapas é justapor as opiniões das duas turmas que assistiram as aulas práticas remotas. O número de alunos que aderiram ao formulário foi quase o mesmo em ambas.

De 0 a 5, o quanto você conseguiu entender da experiência via vídeo?



De 0 a 5, você achou que a aula experimental via vídeo te ajudou a entender a teoria da disciplina?



Comparação das Etapas

Recepção das Turmas:



A aprovação da segunda turma foi quase absoluta e essa maior aprovação mostra que as soluções implementadas na segunda etapa do projeto, surtiram o efeito desejado.

Sumário

- **Objetivo e Motivações**
- **Cenário Inicial**
 - **O Laboratório LaDISan**
 - **Conhecimento do Experimento**
 - **A disciplina Saneamento Básico II**
- **Primeira Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Primeira Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Segunda Etapa do Projeto**
 - **Soluções Implementadas**
 - **Segunda Aula Prática Remota Realizada**
 - **Problemas Enfrentados**
- **Comparação das Etapas**
- **Conclusão e Trabalhos Futuros**

Conclusão e Trabalhos Futuros

Conclusão

Softwares e dispositivos, baseados nas tecnologias de automatização e acesso remoto, foram utilizados para aumentar a eficiência do uso da planta didática do laboratório, além de tornar possível a realização da aula prática remota.

O projeto só poderia ser classificado como bem sucedido se houvesse uma boa aceitação por parte das turmas e dos responsáveis pelo laboratório e pode-se dizer que o objetivo foi cumprido com êxito.

O artigo REALIZAÇÃO DE AULA PRÁTICA REMOTA A PARTIR DE LABORATÓRIO EQUIPADO COM MODELO FÍSICO SOBRE DETENÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, foi aprovado no COBENGE 2018

Trabalhos Futuros

- **Melhorias na qualidade da imagem na recepção;**
- **Substituição do registro geral atual por um eletromecânico;**
- **Automatizar outros experimentos do LaDISan;**
- **Apresentação de artigo científico no COBENGE 2018.**



PERGUNTAS?



FIM!

