

INTEGRAÇÃO DAS PLATAFORMAS WEBDIG E SARL

Abstract— This project proposes the integration of the remote laboratory platform WEBDIG, developed at São Francisco University, Brazil, with the Smart Adaptive Remote Laboratory platform (SARL) developed at Florida Atlantic University, USA, and hosted by Lab in a Window. The paper presents the development of an experimental laboratory station to control an alcohol and water distillation column. Remote laboratories were developed using PHP, Java Script, HTML and Python programming languages for laboratory control and monitoring. The SARL system uses motion libraries for image capturing and streaming in real time. The laboratory stations are controlled by a Raspberry Pi 3 single board computer. SARL can be accessed from any device connected to the internet. The SARL platform supports laboratory scheduling and authoring of laboratory experiments that use remote and virtual laboratory stations. This project will be used as a reference and a guide for other implementers of remote laboratories to integrate their lab station to SARL, this effort is part of LACCEI initiative to offer a gallery of engineering laboratory stations and experiments available online.

Keywords— System integration, remote laboratory, online labs.

I. INTRODUÇÃO

O Webdig é uma plataforma desenvolvida na Universidade São Francisco (USF), Brasil, para hospedar, monitorar e controlar laboratórios remotos (Weblabs). O objetivo é possibilitar a realização e controle em tempo real de experimentos remotos.

A Educação 4.0 é um fenômeno que tem como foco a incorporação de tecnologias utilizadas na atual revolução industrial, a famosa indústria 4.0, aliada ao conceito de *learning by doing*, onde a experimentação passa a ser a protagonista nas escolas [1]. Por isso, o ideal é manter um equilíbrio entre aulas práticas e teóricas. Fazendo com que o aluno coloque em prática o que foi teorizado em sala, isso o ajuda a fixar e refletir sobre a ideia proposta, principalmente em atividades práticas que não se limitam a ter um formato “roteiro de instruções”, com o qual os alunos chegam a uma resposta esperada, podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades importantes no processo de formação do pensamento científico e auxiliar na fuga do modelo tradicional de ensino, em que o aluno é um mero expectador e não participa no processo de construção do seu conhecimento [2].

Neste contexto, se torna viável a proposta de criação de Weblabs onde o aluno tem acesso a qualquer momento via internet, sendo capaz de realizar experimentos de forma remota. Isso estimula o desenvolvimento de habilidades, como imaginação e raciocínio, além de despertar e manter o interesse dos alunos, envolver os estudantes em investigações científicas,

desenvolver habilidades e a capacidade de resolver problemas e compreender conceitos básicos [3].

O objetivo principal do projeto foi a criação da plataforma Webdig para acesso de laboratórios remotos via internet por um navegador Web. Mas além disso, a proposta do projeto também visava proporcionar um ambiente virtual para que alunos dos cursos de graduação da Universidade São Francisco, Brasil, pudessem desenvolver seus próprios laboratórios remotos usando a metodologia desenvolvida e disponibilizá-los na plataforma. Dessa forma, com o engajamento de outros alunos e a incorporação de outros laboratórios remotos a plataforma evoluiria.

No ano de 2020, após um ano de desenvolvimento, o Webdig foi integrado à plataforma internacional de laboratórios remotos SARL (*Smart Adaptive Remote Laboratory*), desenvolvida na *Florida Atlantic University* (FAU), Estados Unidos. A plataforma SARL é um sistema desenvolvido para ser acessado de qualquer dispositivo e conta com a função de agendamentos de laboratórios e projetos futuros de implementação de nível de dificuldade. É uma plataforma que cresce a cada ano e tem como objetivo disponibilizar laboratórios para estudantes de todo o mundo, assim como ser uma plataforma onde desenvolvedores de todas partes do globo possam disponibilizar seus laboratórios remotos, promovendo uma democratização ao acesso de laboratórios. Sendo assim a proposta desse projeto foi a integração do Webdig com o SARL e o desenvolvimento de uma estação experimental para expandir os números de laboratórios disponibilizados e promover uma diversidade de temáticas.

II. EDUCAÇÃO 4.0

A revolução industrial que está sendo vivenciada, também conhecida indústria 4.0, está modificando o modo de interação com o mundo ao redor, sendo que um dos grandes alicerces dessa revolução é o conceito de IOT, do inglês *internet of things*, apresentando a ideia de automação, não só de grandes maquinários da indústria ou de carros inteligentes, mas sim de qualquer coisa, como o próprio nome sugere. Desde uma cafeteira programável pelo celular, até uma casa totalmente interconectada que acende as luzes e liga a TV por um comando de voz. E isso se dá pela difusão do acesso à internet pelo mundo, seja pelo computador, pela TV ou pelo celular. Nesse contexto, a educação também foi impactada por essa revolução industrial, surgindo assim a ideia da educação 4.0, que vem com a proposta de trazer essas tecnologias para dentro da sala de aula e transformar o aluno num autor do seu próprio conhecimento.

É importante saber que o foco não é tanto as tecnologias, mas sim como utilizá-las para proporcionar interação, ludicidade e coletividade. A vivência e a experimentação são valorizadas, bem como o desenvolvimento de competências socioemocionais criativas [4].

Na engenharia a educação 4.0 precisa ter um papel ativo, pois é uma área que sente bastante a presença da indústria 4.0. Esse é um fato vantajoso porque significa também mais oportunidades para os profissionais da área, principalmente para aqueles que se familiarizaram desde cedo com o conceito. A ideia é desenvolver a multidisciplinaridade dos alunos que estão cursando engenharia, explorando no currículo os conceitos que estão em foco na indústria atual, como o IOT, a inteligência artificial, gestão e otimização de dados digitalmente[5].

III. LABORATÓRIOS REMOTOS

Uma tecnologia que tem sido explorada recentemente com o objetivo de ampliar os níveis de interatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem resulta da associação entre a tecnologia Web e a automação de instrumentos por computador [5], se utilizando também do conceito de IOT, onde os objetos/equipamentos estão totalmente conectados à internet, gerando informações, e os dados são analisados e usados para aumentar a autonomia e automação dos equipamentos, os tornando mais “inteligentes”. Com essas tecnologias unidas tornou-se possível a criação de laboratórios controlados remotamente, os weblabs – ambientes de testes e experimentos que dão acesso remoto a usuários via internet.

A plataforma SARL utiliza linguagens de alto nível como PHP (*Hypertext Preprocessor*), HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheet*) e Java Script para a criação de uma aplicação web capaz de controlar remotamente via internet um laboratório físico. Essas estações experimentais do SARL e os que estão sendo desenvolvidos nesse projeto se utilizam de um microcomputador programado em linguagem Python para controlar, monitorar, enviar e receber dados desta aplicação web.

IV. REQUISITOS DE HARDWARE E SOFTWARE

O Raspberry Pi é um computador de baixo custo, pequeno e portátil criado com o objetivo de ser usado em projetos e como ferramenta para ensino de programação. Desenvolvido pela fundação Raspberry Pi, o primeiro modelo, chamado de Raspberry Pi model A nasceu em 2011[7]. O Raspberry lembra muito os microcontroladores pelo seu tamanho e também pelas entradas e saídas digitais que apresenta para controlar atuadores, sensores e outros equipamentos que interagem com o meio físico, mas diferente dos microcontroladores o Raspberry Pi possui um microprocessador. Por causa disso, nele é possível navegar na web, reproduzir mídia, criar tabelas e textos, resumindo tudo

que um computador faz, porém, com a possibilidade de integração com outros dispositivos por meio das suas portas digitais, assim como um microcontrolador.

Por essa flexibilidade o Raspberry Pi 3 model B, o principal modelo da família Raspberry, é usado nos laboratórios remotos do SARL. Com ele é possível criar os servidores para as câmeras, criar uma conexão entre a aplicação web e ele por meio de um servidor web e executar os códigos Pythons responsáveis pelo controle dos diferentes laboratórios.

V. COLUNA DE DESTILAÇÃO

Destilação é uma técnica usada para separação de 2 ou mais componentes de uma mistura. Ao fornecer calor para uma solução líquida, se obtém uma fase líquida e uma de vapor que contém uma composição distinta da outra fase e essa distinção será maior à medida que os componentes presentes na solução tiverem volatilidades diferentes. Industrialmente a destilação é usada para diversos fins, como destilação de etanol, fabricação de bebidas e separação hidrocarbonetos presentes no petróleo[9].

As colunas de destilação, conhecidas como torres, possuem equipamentos diferentes dependendo da sua aplicação, mas de forma geral, elas têm a configuração apresentada na figura 1.

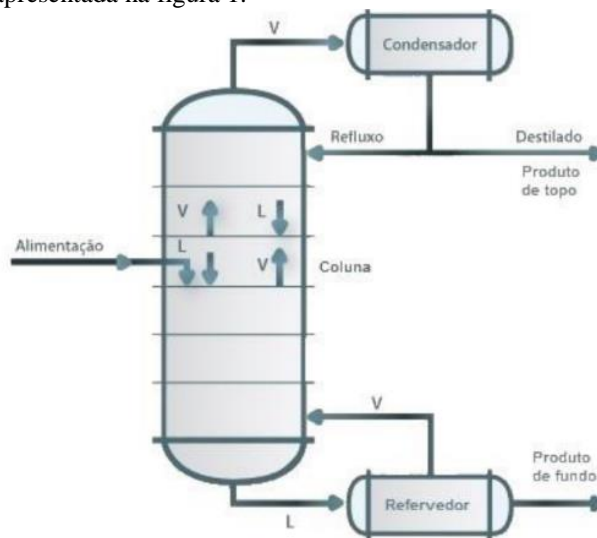


Figura 1- Coluna de destilação – elementos principais[9]

Essas colunas podem operar de duas formas, em modo descontínuo (batelada) ou contínuo. A que é usada na universidade e será automatizada para ser controlada remotamente opera em modo descontínuo. Em operação descontínua, toda a solução é inserida no fundo da coluna e uma fonte de calor inicia o processo de vaporização para separar os componentes, onde a parte mais volátil sobe pela coluna em forma de vapor e a menos volátil desce pela coluna na forma líquida[9].

VI. MATERIAIS E MÉTODOS

Com a integração da plataforma Webdig com a plataforma SARL, foi necessário numa primeira etapa, entre agosto de 2020 e janeiro de 2021, adaptar o laboratório que estava em funcionamento na antiga plataforma, chamado de “kit didático de geração de energia fotovoltaica”, já que as tecnologias usadas na plataforma anterior são diferentes das utilizadas na plataforma SARL, tanto para aplicação web quanto para os laboratórios remotos. Dessa forma, foi realizado uma nova pesquisa bibliográfica e revisão do que já foi feito nos laboratórios em funcionamento da plataforma SARL.

Para criação da aplicação web do kit didático foi usado PHP, HTML, CSS e Javascript que interagem para promover um layout harmônico e responsivo para o usuário e também promovem a conexão entre o servidor da plataforma SARL e o servidor Apache e Motion presente no Raspberry Pi 3 que controla e monitora o laboratório. Além do Raspberry Pi 3 modelo B, o “kit didático de geração de energia fotovoltaica” é composto por Arduino uno, micro servos motores, placa fotovoltaica, sensor de tensão e corrente, LED ultravioleta e um braço robótico. Durante todo o processo de desenvolvimento e testes, foi realizado um registro digital das etapas realizadas a fim de usá-las para criação de um tutorial para outros desenvolvedores e para desenvolvimento da segunda etapa desse projeto.

Para a segunda etapa, planejada para durar de janeiro a julho de 2021, a proposta foi usar o que foi estudado e desenvolvido na primeira etapa como referência, para automatizar uma coluna de destilação presente na Universidade São Francisco, Brasil. A proposta é adequar esse laboratório, figura 2, para o controle remoto via internet. A coluna já é automatizada para trabalhar localmente, possuindo seu próprio software e hardware, porém não é aberto, por isso se faz necessário substituí-los por uma solução que usa o Raspberry Pi 3. Em primeiro momento, foi realizada uma pesquisa sobre essa coluna de destilação, verificando seu funcionamento, equipamentos e medidas de segurança. Realizada essa pesquisa, foi decidido quais componentes seriam usados para controle remoto e monitoramento do sistema.

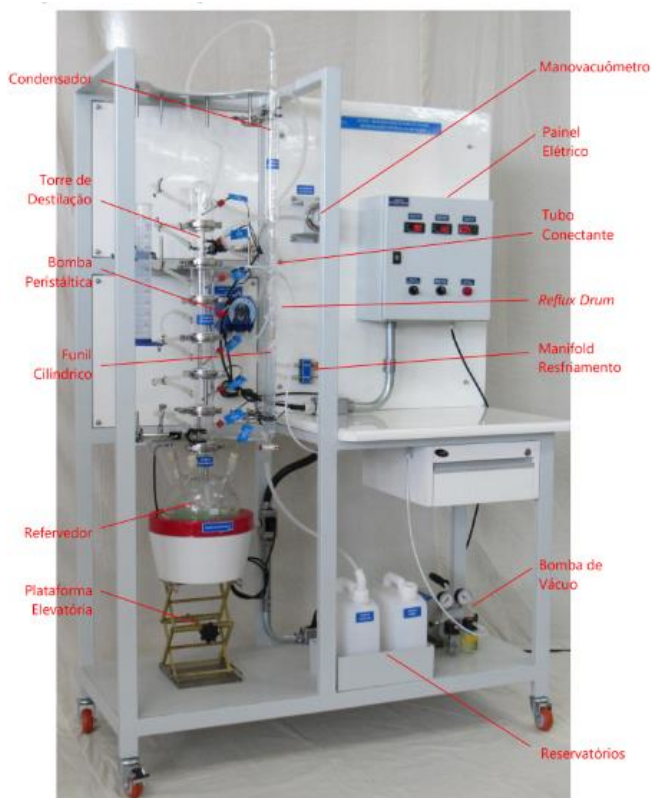


Figura 2 – Coluna de destilação da USP

A coluna de destilação é um equipamento complexo e muito sensível, demandando muito cuidado no seu manuseio, pois o acionamento errado de uma válvula ou ajuste incorreto da pressão podem ocasionar a quebra da vidraria que compõem a maior parte do laboratório. Por isso, antes da automação, foram realizados 2 testes locais com um professor de química, criação de um mapa conceitual do código que será usado para controlar os atuadores e testes serão realizados antes da integração.

Os materiais usados para controle da coluna são: 3 módulos relés para ligar a manta aquecedora e a bomba de vácuo; 2 motores de passo para controlar a bomba de vácuo e a bomba peristáltica; e uma bomba peristáltica para repor a solução final, que fica no reservatório, no refervedor para iniciar um novo processo na coluna. E para monitoramento das etapas da coluna serão usados sensores de temperatura a prova d'água.

VII. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa primeira etapa, em conjunto com o time de desenvolvedores do SARL, foi realizada a integração do “kit didático de geração de energia fotovoltaica”, seguindo a seguinte estrutura demonstrada na figura 3.

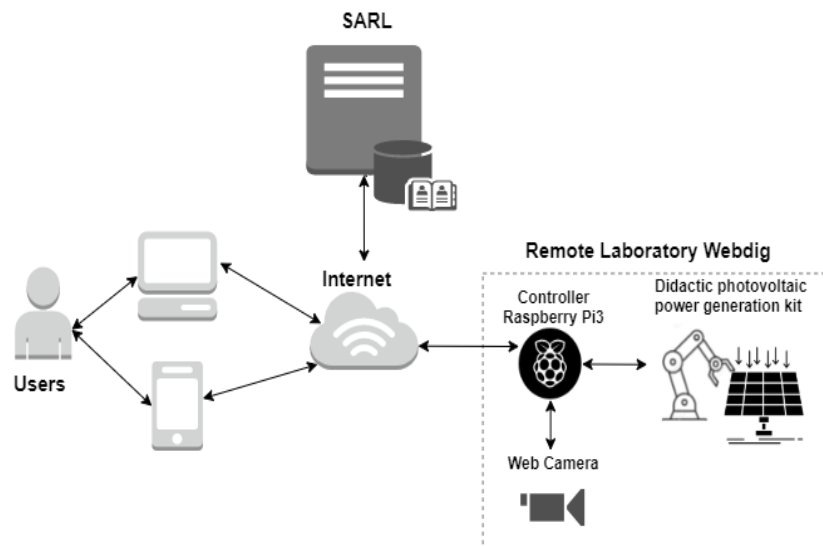


Figura 3- Tutorial Weblab

Para desenvolvimento desse projeto algumas etapas foram seguidas, figura 4, e testado o funcionamento do laboratório após uma integração teste com a plataforma SARL, essas etapas usadas foram compiladas em um tutorial para uso em outros projetos, como o da coluna de destilação ou de outros desenvolvedores que irão integrar seus projetos na plataforma SARL.

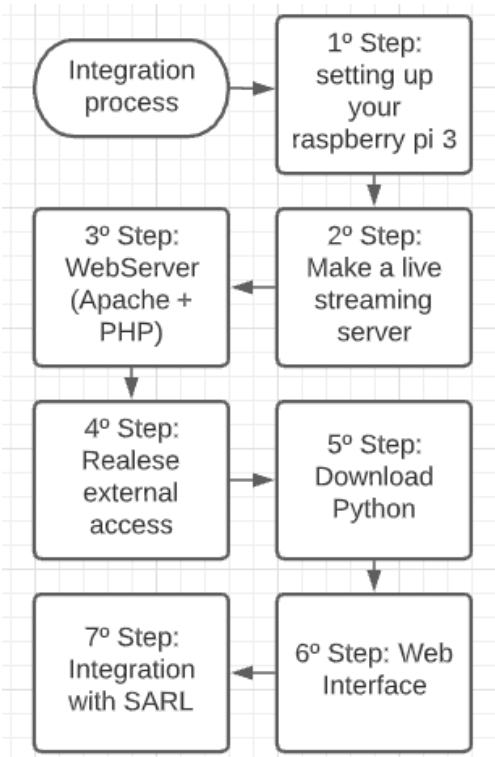


Figura 4- Tutorial Weblab

O primeiro passo do tutorial é para realizar as configurações básicas no Raspberry Pi 3 (ou outro modelo, mas

o Pi 3 modelo B é o recomendado), como instalação de periféricos para controle inicial do Raspberry, instalação do sistema operacional Raspberry Pi OS, configurações de usuário e senha para acesso, configurações de internet e configuração para acesso remoto ao RPi3 pela rede local. Feito isso, a segunda etapa é a instalação do software “motion”, mas antes, é preciso instalar e configurar a câmera que será usada para a captura de imagens em tempo real do laboratório. Configurado a câmera, instalado o “motion”, é disponibilizado no arquivo uma configuração padrão para o servidor “motion” que apresenta alto desempenho e boa resolução, mas é explicado nessa etapa como fazer a própria configuração. O terceiro passo é a instalação e configuração do servidor Apache em conjunto com o interpretador de PHP. No quarto passo é demonstrado duas formas de liberar o acesso a sua página teste construída na etapa anterior, para acesso fora da rede local. Uma das formas é usando um software chamado ngrok e a outra forma é pela liberação de portas do modem da rede local. O quinto passo é para realizar a instalação do Python3 e sua biblioteca para controle das portas GPIO do Raspberry Pi 3. Na sexta etapa é explicado como desenvolver uma página Web usando HTML, JavaScript e CSS para controlar e enviar dados a uma página PHP que faz a ponte entre o usuário e o RPi3 que tem suas portas controladas por códigos Python acionados por essa página PHP.

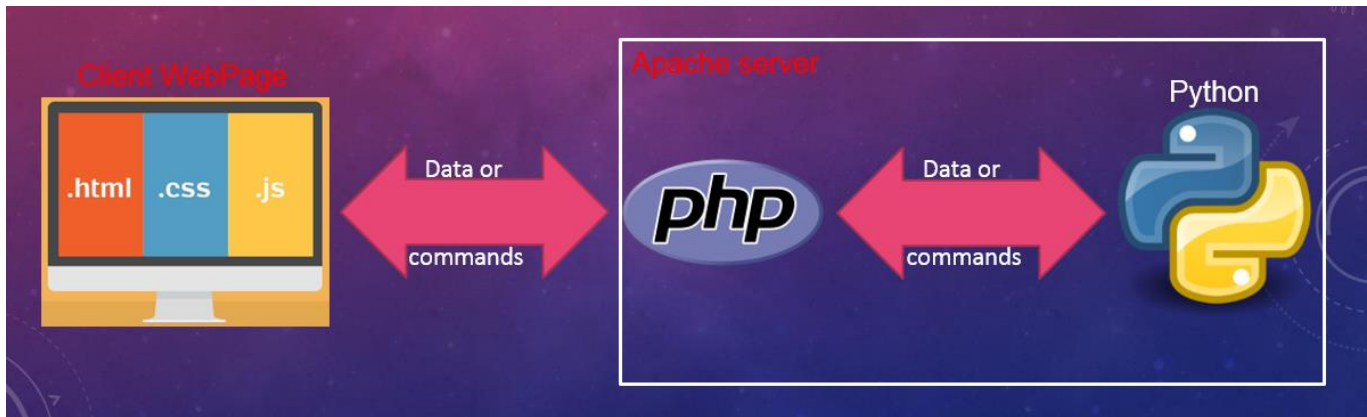


Figura 5 – Estrutura de controle

Realizada a etapa anterior para construção dessa estrutura de controle apresentada na figura 5 e realizado testes na rede local e externa, é possível avançar para a última etapa que é a integração do laboratório desenvolvido com a plataforma SARL. A estrutura de controle é parecida com a usada na etapa anterior, porém a página web do laboratório é hospedada no servidor SARL e a página PHP e os códigos Python são hospedados no RPi3, por isso é muito importante a etapa 4 devido ao RPi3 precisar ter essa liberação para acesso externo para pode ser acessado pelo servidor SARL.

Aplicado a todas essas etapas no “kit didático de geração de energia fotovoltaica”, obteve-se sucesso na integração teste usando o ngrok.



Figura 7 – Página Web do laboratório “Coluna de destilação”

No mapa conceitual da figura 8 estão descritos os passos que serão tomados pelo código quando uma ação de ligar ou desligar for acionada na aplicação web. Além disso, descreve os intertravamentos que serão feitos entre os botões para impedir um acionamento errado do usuário e causar dano ao equipamento. Assim como uma confirmação dos sensores será necessária para habilitar o botão de encerramento do processo, que poderá ser encerrado apenas quando o sistema estiver estabilizado, dado esse que será tratado pelo Raspberry Pi 3 a partir das temperaturas medidas e enviado à aplicação web. Encerrado o procedimento, a aplicação web deve aguardar 2 min e enviar um comando para o RPi3 acionar uma bomba de retorno da solução, para um novo experimento. Com esse mapa conceitual criado e o *front-end* da página desenvolvido, o próximo passo é realizar a codificação do *back-end* da página para controle de aplicação seguindo o que foi estabelecido como medidas de segurança e passos de execução do laboratório “Coluna de destilação”.

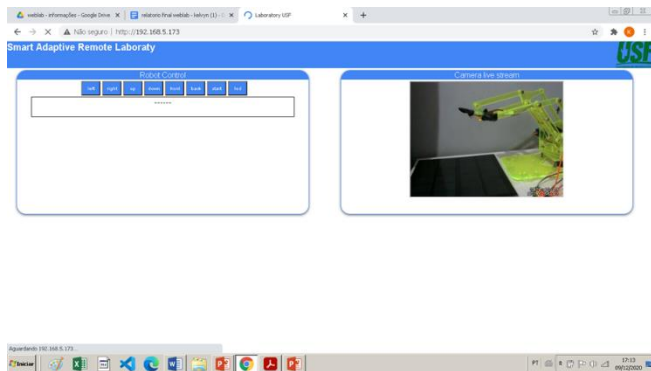


Figura 6- Página web do "kit didático de geração de energia fotovoltaica"

Para o segundo projeto foi usado o tutorial criado na etapa anterior para as configurações padrões do Raspberry Pi 3 e configuração da página web, figura 7, e códigos Python para controle dos atuadores e sensores, mas além disso, foi desenvolvido um mapa conceitual para guiar o código que será criado para o laboratório, figura 8.

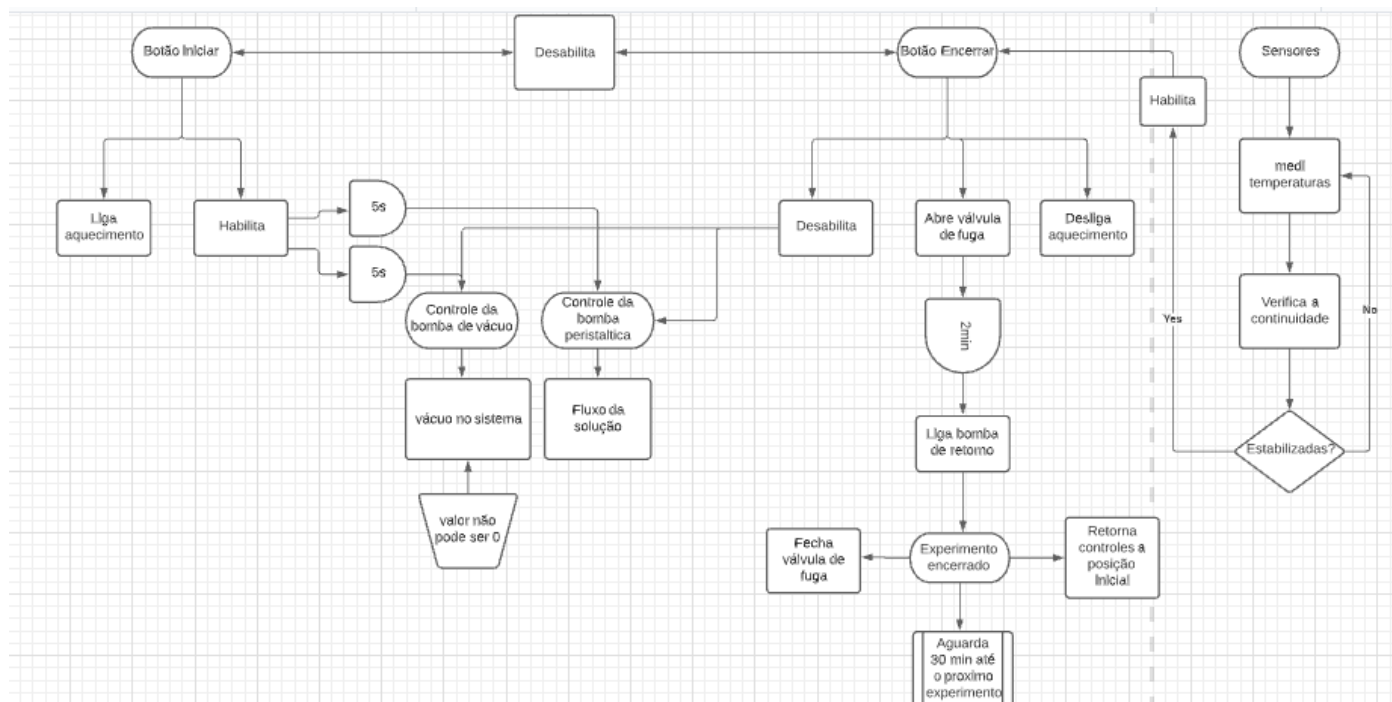


Figura 8 – Mapa conceitual do código do laboratório 2

VIII. CONCLUSÃO

O projeto ainda está em andamento, previsto para finalizar em junho/julho com a entrega completa do laboratório 2, sendo que o primeiro laboratório está entregue, porém devido a impedimentos causados pela atual pandemia, não foi possível integrar o laboratório à plataforma SARL.

Com uma metodologia definida, o objetivo é que esse tutorial elaborado seja usado futuramente por outros estudantes de diferentes universidades ao redor do globo como um guia para a implementação de seus laboratórios e a integração com a plataforma SARL, a fim de expandir cada vez mais essa importante e valiosa plataforma que no cenário atual ainda se mostra mais importante como ferramenta para prática de laboratórios.

IX. AGRADECIMENTO

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro para desenvolvimento do projeto, agradeço também à Diretora Executiva do grupo LACCEI a doutora Maria M. Larrondo Petrie pela oportunidade e também agradeço à Diretora de operações a doutora Catalina Aranzazu Suescún e ao Diretor de tecnologia o doutor Luis Felipe Zapata Rivera pelo apoio. E também um agradecimento ao Jose Angel Sanchez Viloria pelo apoio na integração das plataformas e um agradecimento especial ao doutor Vicente Idalberto Becerra Sablón, meu

mentor e idealizador do projeto na Universidade São Francisco, Brasil.

REFERÊNCIA

- [1] Educação 4.0, você conhece esse conceito?. Disponível em: <https://naveavela.com.br/o-que-e-educacao-4-0/>. Acesso em: 07.junho.2021
- [2] Bonzanini de Lima, Daniela e Nunes Garcia, Rosane. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. Cadernos do Aplicação: O ensino de linguagens na Educação Básica. <https://seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao>. Volume 24. Número 1. P.(201 a 224). Jan./Jul.2011.
- [3] HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research, Review of Educational Research, n. 52, p. 201-217, 1982.
- [4] Wakke. Disponível em: <https://wakke.co/o-que-e-educacao-4-0-e-como-ela-vai-mudar-o-modo-como-se-aprende/>. Acesso em: 09.abril. 2021.
- [5] Santos, Júlia. Indústria 4.0: como as tecnologias desafiam o ensino da Engenharia?. Disponível em: <https://blog.doctum.edu.br/industria-4-0-como-as-tecnologias-desafiam-o-ensino-da-engenharia>. Acesso em: 07.12.2020
- [6] JSARL – Smart Adaptative Remote Laboratory, Florida Atlantic University (Online), Disponível em: <http://sarl.fau.edu/> . Acessado em: 03.abril.2021.
- [7] Ciriaco, Douglas. O que é Raspberry Pi?. CanalTech, 2015. Disponível em: <https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-raspberry-pi/>. Acesso em: 10.abril.2021
- [8] Santana, Kelvyn Souza. WEBDIG – Plataforma Computacional Integrada de Monitoramento e Controle Remoto de Laboratórios. Iniciação Científica – Universidade São Francisco, Itatiba, 2020.
- [9] LABTRIX. Coluna de destilação batelada: modelo XP1520.3. Itatiba, SP, 2017, 30 p.