

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE

Campus Natal - Zona Norte

ALLYSON GUSTAVO SILVA DO CARMO

EDUARDO DA SILVA COSTA

POLIANE BRITO DE OLIVEIRA

**AUTOMAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO VOLUMÉTRICA DE
REAGENTES**

Orientador: ALYSSON PAULO HOLANDA LIMA

Co-orientador: ARTHUR SALGADO DE MEDEIROS

Natal - RN

2021

ALLYSON GUSTAVO SILVA DO CARMO

EDUARDO DA SILVA COSTA

POLIANE BRITO DE OLIVEIRA

AUTOMAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS REAGENTES

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso Técnico em Eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do grau Técnico Integrado em Eletrônica.

Orientador: Prof Alysson Paulo Holanda Lima

Co-orientador: Arthur Salgado de Medeiros

ALLYSON GUSTAVO SILVA DO CARMO

EDUARDO DA SILVA COSTA

POLIANE BRITO DE OLIVEIRA

AUTOMAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS REAGENTES

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso Técnico em Eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do grau Técnico Integrado em Eletrônica.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em ___/___/___, pela seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alysson Paulo Holanda Lima - Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Arthur Salgado de Medeiros - Co-orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Professor - Avaliador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Agradecemos grandemente a todos que participaram direta ou indiretamente deste trabalho, principalmente ao nosso amigo da turma, Matheus Andrade, realizando o devido apoio, auxílio e incentivo necessários para que o projeto se concretizasse.

Agradecemos aos nossos familiares, principalmente pais, que sempre acreditaram em nosso potencial, nos fornecendo apoio emocional nos momentos difíceis.

Por último, agradecemos à nossa turma *eletrintow* que nos acompanhou durante essa jornada de 4 anos, conciliando a diversão e a responsabilidade de ser um aluno do IFRN.

RESUMO

Este trabalho apresenta tanto o processo quanto os impedimentos da produção da máquina em questão. A partir da observação de que em laboratórios escolares muito tempo é perdido no processo de mistura de soluções químicas, verificou-se a necessidade de uma máquina que fizesse tal mistura de forma rápida, automatizada, e relativamente precisa. Para tanto, foram feitos protótipos de medidores de volume, utilizando-se uma bóia ligada a um arduino MEGA, fazendo assim a tradução da altura da bóia ao volume com líquido do recipiente. O método de medição de volume foi escolhido devido a sua viabilidade econômica e prática, além da sua efetividade. Com este trabalho, espera-se que empresas e indústrias da área da química sejam capazes de produzir em maior quantidade este tipo de maquinário de uma forma barata e acessível, para que possam ser utilizados principalmente em escolas providenciando misturas mais precisas e rápidas, gerando assim aulas com mais conteúdo, dada a diminuição da perda de tempo na realização das misturas químicas, além de providenciar mais segurança, evitando acidentes em que alunos entram em contato com substâncias perigosas.

Palavras-chave: Misturador. Química. Automação.

ABSTRACT

This work presents both the process and the impediments of the production of the machine in question. From the observation that in school laboratories a lot of time is lost in the process of mixing chemical solutions, it was verified the need for a machine that made such a mixture in a fast, automated, and relatively accurate way. To this end, prototypes of volume meters were made, using a buoy connected to a MEGA arduino, thus translating the height of the buoy to the volume with liquid from the container. The volume measurement method was chosen due to its economic and practical feasibility, in addition to its effectiveness. With this work, it is expected that companies and industries in the chemical area will be able to produce this type of machinery in a cheap and affordable way, so that they can be used mainly in schools providing more accurate and fast mixtures, thus generating classes with more content, given the reduction of the waste of time in the realization of chemical mixtures, in addition to providing more safety, avoiding accidents in which students come into contact with dangerous substances.

Keywords: Mixer; Chemistry; Automation.

LISTA DE FIGURAS

Imagem 1: Arduino	13
Imagem 2: Display LCD	14
Imagem 3: Sensor Ultrassônico	15
Imagem 4: Teclado Matricial	16
Imagem 5: Boia com potenciômetro para medição do nível	19
Imagem 6: Ultrassônico fixado nos reservatórios	20
Imagem 7: Programação da função do ultrassônico	21
Imagem 8: Programação da interface onde mostra o nível dos reservatórios	21
Imagem 9: Telas de interface	22
Imagem 10: Circuito da simulação do protótipo	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 REAÇÕES QUÍMICAS	11
3.2 RISCOS OFERECIDOS PELAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	11
3.3 PROCEDIMENTOS E SEGURANÇA NO AMBIENTE ESCOLAR	12
3.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	13
3.4.1 ARDUINO	13
3.4.2 DISPLAY LCD	14
3.4.3 SENSOR ULTRASSÔNICO	15
3.4.4 TECLADO MATRICIAL	15
3.5 SISTEMA DE MEDIDAS	16
3.5.1 MEDIÇÃO DIRETA	16
3.5.2 MEDIÇÃO INDIRETA	16
3.5.3 MEDIDA DE PRECISÃO	17
3.5.4 MEDIDA DE EXATIDÃO	17
3.6 AUTOMAÇÃO	18
4 METODOLOGIA E RESULTADOS	19
5 CONCLUSÃO	24
6 REFERÊNCIAS	25
7 APÊNDICE I- CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO	28

1 INTRODUÇÃO

Nos laboratórios de química em todo o mundo, os químicos podem lidar diariamente com dezenas de reagentes diferentes que serão misturados para a criação de novas substâncias. Contudo, para que a junção de tais reagentes resulte na substância correta, é necessário que eles estejam na proporção exata. Diante disso, para adicionar a fração correta de cada reagente são utilizados equipamentos como pipetas e conta gotas, para pequenas quantidades e buretas e provetas, para maiores quantidades. Apesar de tais vidrarias possuírem um nível de precisão considerado aceitável, elas ainda são manejadas por mãos humanas, o que torna esse processo sujeito a erros.

Além das dificuldades supracitadas, os pesquisadores e alunos enfrentam mais problemas ao realizar experimentos com diferentes reagentes, pois estes não podem entrar em contato para que não ocorra reações inesperadas ou que haja a mistura entre eles, isto é, seja executada com o máximo de precisão e o mínimo de contaminação possível, seja ela tanto do reagente quanto a do profissional. Em virtude disso, torna-se indispensável a automação deste processo através de uma máquina capaz de medir os reagentes com precisão e com um simples apertar de botões sem a inconveniência do contato humano com o reagente. Não pode-se utilizar a mesma vidraria para medição de dois reagentes diferentes sem limpá-las adequadamente, aumentando assim, o trabalho e o custo de tempo ao realizar um experimento. Peritos também enfrentam diversos problemas no manuseio desses reagentes, pois muitos deles são nocivos para os seres humanos acarretando em diversos problemas ao contato ou inalação.

A determinação volumétrica dos reagentes exige do aluno e dos pesquisadores atenção e dedicação devido aos fatos já mencionados anteriormente. Dessa forma torna-se claro a importância que esse processo químico desempenha na vida de milhares, até milhões, de pessoas, por facilitar e auxiliar no aprendizado e aplicação da Química, que é fundamental para o progresso científico mundial.

Sendo assim, o mercado de trabalho solicita sempre mais eficiência e é preciso remover essa responsabilidade dos químicos e dos alunos, a fim de garantir que a medição

Portanto esse trabalho tem a intenção de criar um aparelho destinado a realizar a automatização do processo de medição de reagentes químicos, o qual através de uma interface entre sensores, atuadores e usuários realizará tal tarefa de acordo com as especificações solicitadas pelo utilizador do equipamento.

1.1 JUSTIFICATIVA

Durante atividades realizadas no laboratório de química do *campus* Zona Norte do IFRN, utilizam-se reagentes, consideravelmente, agressivos, assim como em outros lugares que tem o propósito semelhante, e no segundo ano, geralmente, trabalhamos com amônia em uma das práticas que é um composto químico tóxico e altamente corrosivo, e por acidente um dos alunos no laboratório derramou um pouco dela em seu braço, em consequência desse leve descuido é possível gerar uma queimadura bem séria no local. Porém, por sorte, apenas uma pequena porção do composto caiu sobre o braço do aluno, portanto a queimadura não foi tão grave, mas mesmo assim, ainda causa grande desconforto e reforça o perigo do contato com os reagentes químicos.

Apesar da supervisão do professor, uma turma normal do instituto possui cerca de 36 alunos, o que é um número demasiado alto para que o professor possa supervisionar cada aluno de perto para prevenir acidentes. Mesmo seguindo as recomendações apontadas pelo professor, a inexperiência dos alunos no manejo dos reagentes e o caráter brincalhão dos alunos, observado em primeira mão por nós, alunos do instituto, acaba pesando mais e tornando acidentes mais propensos a ocorrer. Tendo em vista tais acontecimentos idealizamos um equipamento capaz de realizar a medição dos reagentes para diminuir o contato dos alunos, assim prevenindo acidentes e diminuindo a carga sobre o professor permitindo uma aula mais fluida e mais aprendizado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Criar um dispositivo eletrônico capaz de facilitar e automatizar o processo de determinação de reagentes químicos a fim de auxiliar no exercício da química, seja nas aulas ou em projetos que possuam relação com a área da Química, O dispositivo proverá uma autonomia ao usuário, sendo dispensável o auxílio de terceiros para o manuseio do equipamento, pois este, desfrutará de uma interface de comando-resposta, onde qualquer usuário conseguirá facilmente entender e realizar um comando o qual será interpretado e executado pelo dispositivo. Dessa forma, a autonomia e acessibilidade serão garantidas no âmbito escolar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Encontrar uma maneira eficaz e precisa de realizar a medição volumétrica do nível do reagente, com o objetivo de informar o *status* do reagente quanto ao seu volume;
- Desenvolver um interface de interação simples para comunicação do homem com a máquina, a fim de receber comandos e de expor informações ao usuário;
- Elaborar uma programação com o intuito de realizar a comunicação de sensores, interface e atuadores;
- Reduzir o contato de reagentes químicos com alunos e pesquisadores, com a finalidade de diminuir a contaminação entre o homem, os reagentes e a contaminação entre reagentes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 REAÇÕES QUÍMICAS

Uma reação química ocorre quando substâncias sofrem transformações em relação ao seu estado inicial, esses denominados reagentes, resultando em um ou mais produtos. Para que isso aconteça é preciso que ligações entre átomos e moléculas sejam rompidas e restabelecidas de uma outra maneira. Como essas ligações são muito fortes geralmente é preciso uma grande quantidade de energia(calor) para iniciar uma reação.

3.2 RISCOS OFERECIDOS PELAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Levando em conta que todas as reações químicas liberam ou absorvem energia do ambiente, é necessário bastante cuidado com os reagentes envolvidos no processo. Principalmente, porque muitas reações e até mesmo de substâncias potencialmente perigosas, substâncias não estão muito longe de nossa rotina. A própria água sanitária, material usado domesticamente ao misturar com amônia, pode produzir uma toxicidade maléfica à saúde. As vias de penetração desses reagentes são por via respiratória, dérmica, parental e digestiva.

Confira alguns tipos de reagentes químicos perigosos:

Ácido acético	Ácido crômico, etileno glicol, ácido nítrico, compostos hidroxílicos, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos
Ácido crômico e cromo	Ácido acético, naftaleno, glicerina, álcoois e líquidos inflamáveis em geral, cânfora, terebintina.
Brometo	Amônia, acetileno, butadieno, hidrocarbonetos, hidrogênio, sódio, metais finamente divididos, terebintina e outros hidrocarbonetos.
Acetona	Ácido sulfúrico concentrado e misturas de ácido nítrico.
Alcalinos e alcalinos terrosos e metálicos	Hidro carbono clorado, dióxido de carbono, halogênios, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos.
Carvão ativado	Hipoclorito de cálcio e agentes oxidantes.
Cianeto	Ácidos.

Tabela 1: Reagentes químicos perigosos (Fonte: Site Prolab)

É importante lembrar-se sobre o aumento na produção e no consumo de substâncias químicas, juntamente, a evolução tecnológica e utilização de energia nuclear para produzir eletricidade também tiveram crescimento a partir do século XX, sendo assim, esta situação propiciou o lugar adequado, facilitando a produção desses compostos. Logo, o manuseio de produtos químicos de forma mais constante gerou maiores perigos para os funcionários, como os acidentes com substâncias químicas, logo, representa uma severa ameaça à saúde dos colaboradores.

Por falar nos riscos consequentes do manuseamento das substâncias químicas, de 1947 a 1984, os acidentes químicos nos Estados Unidos, Japão, Itália e Índia foram responsáveis por mais de 100 mil mortes, sendo no total, afetadas ou feridas outras 700 mil pessoas (COLASSO, Camila. **Manuseio de produtos químicos: como fazer de forma segura.** [S. l.], 2 jul. 2019.). O que ressalta tamanho perigo em fatos, com isso é possível percebermos a proporção que esse problema pode tomar.

Ademais, devido aos riscos, o ambiente de trabalho ao possuir processos que envolvam produtos químicos, obrigatoriamente devem fornecer para os trabalhadores a FISPQ, Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos, o problema é, nas escolas não têm-se isso, mesmo assim o manuseio de qualquer tipo de produto químico, é imprescindível o uso do Equipamento de Proteção Individual adequado ao risco. Os EPIs devem ser fornecidos de maneira gratuita pela empresa ou instituição que também é responsável por orientar e fiscalizar o uso dos mesmos.

3.3 PROCEDIMENTOS E SEGURANÇA NO AMBIENTE ESCOLAR

Atualmente no ambiente dos laboratórios escolares, assim como na grande maioria dos laboratórios profissionais, os processos de manuseio dos reagentes é feito manualmente, o que coloca em risco as pessoas que estão manuseando tais reagentes. Pois mesmo a utilização do equipamento de proteção e seguindo as recomendações de segurança laboratorial fornecidas pela sua instituição ou empresa não o imuniza completamente contra os acidentes como nos altos índices de acidente anteriormente referenciados, o que ressalta tamanho perigo em fatos.

Esse risco é ainda maior quando se trata dos alunos pois os mesmos não estão familiarizados com o meio laboratorial o que torna acidentes por falha humana mais propensos a ocorrer, a tendência de alunos, principalmente do ensino médio, a fazer brincadeiras dentro do laboratório como “cheirar ácido” , que foi experienciada por nós

durante uma das nossas práticas laboratoriais no instituto, o que apenas reforça a necessidade de um meio para os alunos experienciarem com os reagentes sem entrar em contato direto com os mesmos .

3.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

3.4.1 ARDUINO

O Arduino é um dispositivo de prototipagem de código aberto, que possui software multiplataforma e é flexível, além de ser didático e, conseqüentemente, fácil de usar. Ele é destinado para pessoas interessadas em atuar com ambientes ou objetos interativos. Com o Arduino é possível interagir com luzes, motores, entre outros dispositivos eletrônicos. Trata-se de uma placa microcontroladora, que corresponde a um microcomputador de um único circuito, o qual processa o código desenvolvido pelo desenvolvedor, com componentes adicionais a fim de facilitar a programação e incorporação para outros circuitos.

Em nosso projeto fizemos uso do arduino mega, atmega2560, por ser uma ferramenta simples, o microcontrolador, que possui um hardware mínimo, sua facilidade na hora de programar é inigualável. A placa por possuir comunicação serial já programada com o bootloader, é uma facilidade a mais já que o programador não precisará fazer o *upload* do binário na placa.



Imagem 1: Arduino (Fonte: Site Wikipédia)

São estas algumas especificações do arduino:

Microcontrolador	ATMEGA2560
Voltagem de alimentação	5V
Voltagem de entrada (recomendadas)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20V
Pinos digitais I/O	54 (14 podem ser PWM)

Pinos de entrada analógica	16
Corrente contínua por pino I/O	40mA
Corrente contínua para o pino 3.3V	50mA
Memória Flash	256KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidade de clock	16MHz

Tabela 2: Tabela de dados do Arduino (Fonte: Site Multilógica Shop)

3.4.2 DISPLAY LCD

Também conhecido como tela de cristal líquido, o display se caracteriza como uma interface homem-máquina, IHM, para uma comunicação visual com usuários, além de possuir um valor acessível. Seu uso pode ainda ser associado a microcontroladores. O display é composto por um mostrador com duas placas transparentes de acrílico e o cristal líquido se encontra entre elas.

O cristal tem seu comportamento inerente à tensão aplicada nas duas placas e é constituído por pontos que podem ficar claros ou escuros dependendo da polaridade existente em cada um. Ainda no fundo do display, há chips controladores cuja função é comandar a matriz de contato, a qual dita o funcionamento dos pontos de luz contidos no display. Esse dispositivo é identificado a partir da quantidade de linhas e colunas existentes no dispositivo.



Imagem 2: Display LCD (Fonte: Autoral)

3.4.3 SENSOR ULTRASSÔNICO

O Sensor Ultrassônico HC-SR04 é um componente geralmente usado com Arduino, com ele é possível fazer leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm. Pode ser utilizado meramente para medir a distância entre o sensor e um objeto, como para acionar portas do microcontrolador, desviar um robô de obstáculos, acionar alarmes, etc.



Imagem 3: Sensor Ultrassônico (Fonte: Site i2celetronica).

3.4.4 TECLADO MATRICIAL

O teclado matricial de membrana, também conhecido como keypad, foi criado com o objetivo de facilitar as entradas em projetos que utilizam aparelhos microcontrolados. Esse dispositivo geralmente é aplicado em situações onde o usuário necessita ter uma interação com o sistema, assim como nos computadores, teclados, calculadoras, etc. Com uma estrutura de 4 linhas e 4 colunas, o teclado matricial torna possível uma fácil implementação a um preço acessível. Como supracitado, a estrutura do teclado é 4x4, integrando ao todo 16 pinos, diferentemente de um teclado normal que abrange 64. Para tornar isso possível, sem que ocorra problemas, é usado o sistema de multiplexação. O sistema de multiplexação utilizado no teclado consiste na junção de vários dispositivos num mesmo barramento.

Todavia, a utilização não será feita de todos ao mesmo tempo, mas um de cada vez. Segundo CUSTÓDIO (2011- 2016), no caso do teclado matricial, os barramentos serão as linhas do teclado e os dispositivos as colunas. Permite-se que apenas uma coluna se conecte às linhas por vez. Para desconectar as colunas que não devem ser lidas deve-se configurá-las como entradas (alta impedância). Haverá ainda uma varredura, a qual fará a ativação de uma coluna de cada vez, e assim averiguar se houve mudanças na linha - essa se configura como varredura por colunas. Em caso de mudança na linha, o bounce do teclado, que corresponde a

um defeito mecânico que pode ocorrer, precisa ser tratado para confirmar que o botão foi mesmo pressionado.



Imagem 4: Teclado Matricial (Fonte: Site magazineluiza).

3.5 SISTEMA DE MEDIDAS

De acordo com (*Medição* em Infopédia. Porto: Porto Editora, 2003-2021.), “O sistema de medidas dentro da química, por tratar-se de uma ciência eminentemente experimental, necessita de medir propriedades ou grandezas. Medir consiste em comparar o valor de uma grandeza com outro predefinido a que se convencionou chamar unidade. A medida de uma grandeza resulta da operação mediação e exprime-se através de um número, acompanhado, geralmente, de uma unidade apropriada.”.

3.5.1 MEDIÇÃO DIRETA

De acordo com (Roure, Marcel. *Medição de Nível – Tudo para você virar um especialista no assunto.*), A medição direta consiste em uma comparação feita diretamente pela grandeza ao medir com outra da mesma espécie e cujo valor se escolheu para unidade. Pode-se tomar como exemplo de medições diretas a medição do comprimento através de uma régua, a determinação do volume através de uma pipeta e a determinação do tempo usando um cronômetro.

3.5.2 MEDIÇÃO INDIRETA

De acordo com (Roure, Marcel. *Medição de Nível – Tudo para você virar um especialista no assunto.*), “A medição indireta é quando pretende-se medir uma grandeza que é obtida por derivação matemática de outras grandezas medidas diretamente”. Por exemplo, medir a área de um retângulo, medir o volume de um sólido regular, medir a concentração de uma solução e medir a massa volúmica de um corpo.

3.5.3 MEDIÇÃO DE NÍVEL

De acordo com (Roure, Marcel. *Medição de Nível – Tudo para você virar um especialista no assunto.*), “Nível é a medida em altura do conteúdo líquido ou sólido de um reservatório. Medição de Nível no contexto industrial consiste na capacidade de avaliação do estoque de tanques de armazenamento e no controle dos processos contínuos em que existam volumes líquidos ou sólidos, de acumulação temporária, amortecimento, mistura, dosagem, resistência, entre outros. A Medição de Nível, assim como toda boa atividade que envolve Automação e Instrumentação Industrial, quando utilizada de maneira criteriosa e planejada, reduz custos, aumenta a produtividade e contribui com a qualidade e a segurança da produção em que você trabalha.”.

3.5.4 MEDIDA DE PRECISÃO

De acordo com (SILVA, Humberto Dias. *Precisão, Exatidão, e a Terminologia das Medições.* [S. l.], 2006.) “A precisão de uma série de medições é uma medida da concordância entre determinações repetidas. A precisão é usualmente quantificada como o desvio padrão de uma série de medidas.”

	Instrumento (a)	Instrumento (b)
Leitura I	1,002Ω	1,101Ω
Leitura II	,1050Ω Δ=0,06	1,098Ω Δ=0,003
Leitura III	0,990Ω	1,100Ω
	(a) é menos preciso	(b) é mais preciso

Tabela 3: Dados para exemplo.

3.5.5 MEDIDA DE EXATIDÃO

De acordo com (SILVA, Humberto Dias. *Precisão, Exatidão, e a Terminologia das Medições.* [S. l.], 2006.) “A exatidão de uma medida (ou da média de um conjunto de medidas) é a distância estimada entre a medida e um valor “verdadeiro”, “nominal”, “tomado como referência”, ou “aceito”. Geralmente é expressa como um desvio ou desvio percentual de um valor conhecido”. *Ex : padrão = 1,000 Ω ;*

medida (a) = 1,010 Ω ; medida (b) = 1,100 Ω \Rightarrow (a) é mais exato que (b)

3.6 AUTOMAÇÃO

Automação, sistemas que são controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, substituindo o trabalho humano, tem sido um campo promissor da elétrica que vem nos trazendo inovações nos últimos anos com os primórdios dos sensores de presença e relés fotoelétricos.

Logo, quando falamos de automação, podemos dizer que é uma área que permanece em desenvolvimento e tende a manter-se assim, com o mínimo de intervenção humana, com tecnologias e processos inovadores para atender um mercado exigente, como consequência do seu progresso, surgiu a automatização, caracterizada por ser uma tecnologia separada e feita em módulos que pode entregar aos usuários segurança, comodidade, interatividade e dependendo do tipo de dispositivo escolhido, ser acessada de qualquer parte através de serviços de internet.

4 METODOLOGIA E RESULTADOS

Frente a problemática apontada, decidimos constatar a veracidade e a necessidade de resolver o problema. Com uma simples e informal pesquisa pelo campus do instituto IFRN-ZN, constatamos com os colegas de que a determinação volumétrica em aulas práticas de química demandava muito tempo deles, além de ser um processo bastante repetitivo, o qual poderia ser solucionado por um dispositivo que automatizasse o processo.

Diante da primeira constatação, optamos por, antes de tudo, buscar equipamentos que conseguissem realizar a medição do nível do reservatório de um modo eficaz e preciso. A princípio a hipótese que desenvolvemos é a mesma utilizada para medição de combustível em tanques de veículos. Consiste, basicamente, em uma boia que é conectada a um potenciômetro, os quais funcionam da seguinte maneira: quando adicionado um líquido ao recipiente, a boia sobe, ocasionando um giro no potenciômetro, fazendo com que sua resistência aumente, conseqüentemente, sua tensão também irá aumentar.

Essa tensão será captada pelo arduíno, logo, o arduíno interpretará essa informação e em conjunto com alguns testes, alcançará com exatidão o nível do recipiente. Porém, não conseguimos prosseguir com tal método, pois dadas as dificuldades na compra da bóia, encontramos, apenas, disponíveis no mercado boias para medição de nível em caixas d'água, sendo que seus tamanhos eram grandes demais para os recipientes à nossa disposição. Além de que, quando realizamos testes, não conseguimos apurar informações necessárias para que a medição fosse como esperávamos.



Imagem 5: Boia com potenciômetro para medição do nível (Fonte: Autoral).

Após a falha ao tentar utilizar a boia, seguimos em busca de uma nova abordagem de realizar a medição volumétrica. A nossa segunda hipótese foi de utilizar sensores ultrassônicos, os quais não tinham sido nossa primeira opção devido ao fato de que eles pudessem apresentar alguma dificuldade para realizar a medição do nível dos líquidos devido às possíveis turbulências na superfície do mesmo. Preliminarmente, fizemos alguns testes

com a medição do ultrassônico e constatamos que ele cumpria os requisitos que esperávamos para o projeto, ou seja, o mesmo era capaz de medir o volume do reservatório sem dificuldades e com o mínimo de precisão que o projeto requisita.

Com a segunda hipótese confirmada e com o caminho do projeto já decidido, prosseguimos com os testes no ultrassônico. Então, para a realização de tais testes, colocamos água dentro do nosso recipiente com o ultrassônico já preparado na tampa do recipiente, para captar a mudança na altura. Nesse momento, percebemos que a cada um litro colocado o ultrassônico nos dava uma mudança de aproximadamente cinco centímetros. Para conseguir o nível de precisão desejado, elaboramos um cálculo para sabermos a mudança de medição no @zsensor, já que o ultrassônico realizava a leitura em centímetros (cm), porém queríamos em centímetros cúbicos (cm³).



Imagem 6: Ultrassônico fixado nos reservatórios (Fonte: Autoral).

O cálculo é, relativamente simples, é uma regra de 3, porém com algumas modificações. Pois ao realizar divisões no arduino ocasionar em perdas de dados, assim diminuindo a precisão da medição. Portanto, a equação de leitura de nível está representada abaixo, onde a “distância” é a variável de leitura do ultrassônico em centímetros.

$$\text{Volume} = (23.45 - \text{distância}) * 1000 * 0.21358$$

O valor 23.45 é a medição em centímetros do ultrassônico do fim do reservatório, ou seja, quando a distância for 23.45 o volume será zero cm³. E o 0.21358 foi um valor

encontrado durante os testes que mais se aproximaram com a realidade. Abaixo segue um corte da programação que mostra a função do ultrassônico como um recorte da interface.

```
void reservatorio1(){
  if (millis() - print_timer1 > 500) {
    print_timer1 = millis();
    digitalWrite(trig_pin1, HIGH);
    delayMicroseconds(11);
    digitalWrite(trig_pin1, LOW);
    uint32_t pulse_time1 = pulseIn(echo_pin1, HIGH);
    distance1 = 0.017165 * pulse_time1;
  }
}
```

Imagem 7: Programação da função do ultrassônico (Fonte: autoral)

```
// ===== NIVEL =====//
if(pagina == 1){
  lcd.setCursor(5,0);
  lcd.print("Nivel");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("*      <>      #");

  if(tecla == '0'){
    lcd.clear();
    pagina = 1.1;

    reservatorio1();
    volume1 = (23.45 - distance1) * 1000 * 0.21358;

    reservatorio2();
    volume2 = (23.45 - distance2) * 1000 * 0.21358;
  }
}
```

Imagem 8: Programação da interface onde mostra o nível dos reservatórios (Fonte: Autoral)

Após a conclusão do primeiro objetivo, iniciamos a criação de uma interface simples e fácil de utilizar de comando-resposta, o qual se comunicaria com o arduino. Portanto, utilizamos um teclado numérico matricial membrana 4x4, onde seria recebido as informações, porém só utilizamos 3x4 por não possuir entradas suficientes no arduino uno, mas posteriormente conseguimos o arduino mega e conseguimos ter mais entradas. Além do teclado, também utilizamos um módulo de display LCD 16x2 onde seria mostrado o *status* dos recipientes.

Utilizamos uma lógica bem simples para a implementação da interface. Nela possui páginas de introdução que o usuário pode seguir para a página seguinte ou voltar. E ao encontrar a página que possuirá as informações que ele deseja enxergar, será necessário apertar um botão para entrar e conseguir visualizar informações aprofundadas de tal

determinada função. Utilizamos teclas específicas, são elas: “ * ” para voltar, “ # “ para passar e “ 0 “ para selecionar. Abaixo vai conter algumas imagens das interfaces.

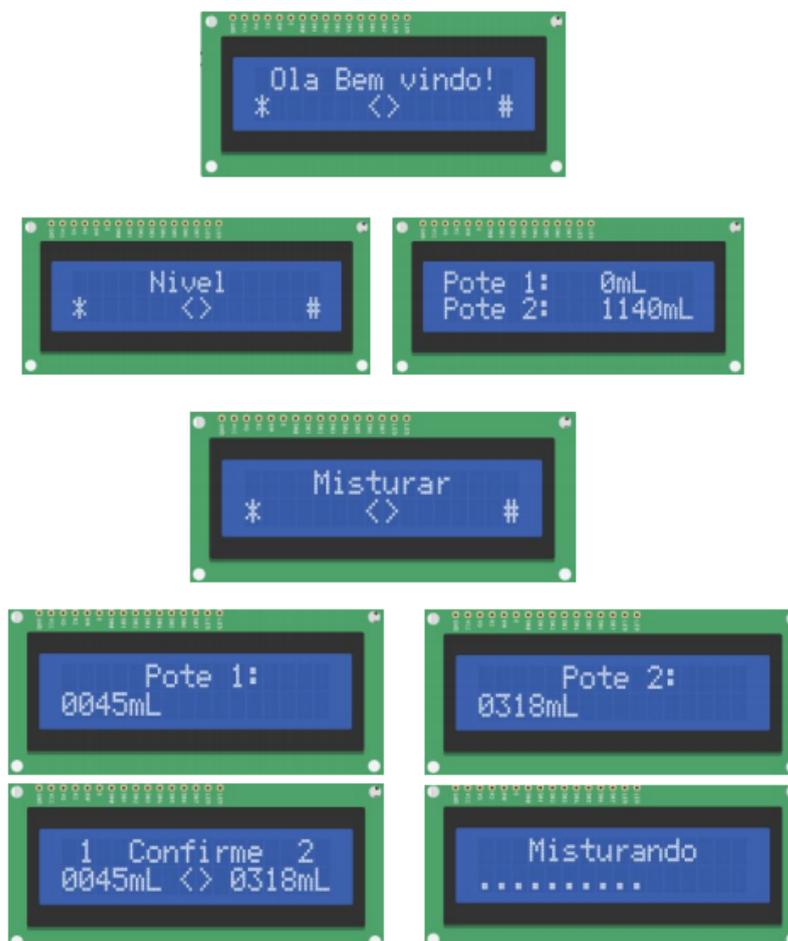


Imagem 9: Telas de interface (Fonte: Autoral)

Após finalizar a interface, tentamos desenvolver a função de retirada do reagente químico do recipiente por meio de uma bomba de água de 12V. Porém não saímos da parte de testes e não conseguimos implementar, mas conseguimos visualizar que seria viável e que posteriormente o projeto iria ficar finalizado.

Vale ressaltar que em todos os testes que realizamos, utilizamos água ao invés de utilizar os reagentes, porém os resultados seriam os mesmos, pois de acordo com pesquisas e de acordo com o livro Manual de Soluções, Reagentes e Solventes, Tokio Morita (2007), a grande parte de reagentes químicos são solúveis em água, então o seu comportamento é praticamente o mesmo.

Ao realizar o projeto a fim de solucionar o problema, desenvolvemos hipóteses que sucederam erroneamente e houveram hipóteses que decorreram de maneira satisfatória,

cumprindo-se os objetivos específicos, os quais eram de extrema importância para a automação e otimização da determinação de reagentes químicos.

A respeito das hipóteses satisfatórias, conseguimos desenvolver uma maneira simples e eficaz de realizar a determinação volumétrica dos reagentes por meio do módulo ultrassônico, que interagia com o arduino, o qual realizava cálculos por meio da programação que ao receber as informações do ultrassônico, conseguia determinar o volume do reservatório.

A fim de facilitar a utilização da máquina, conseguimos efetivar, também, uma interface simples e fácil de comando-resposta, onde os usuários digitarão comandos pré-estabelecidos, em um teclado matricial, e a máquina irá responder por meio de uma tela LCD, tudo isso programado na linguagem C++ no arduino.

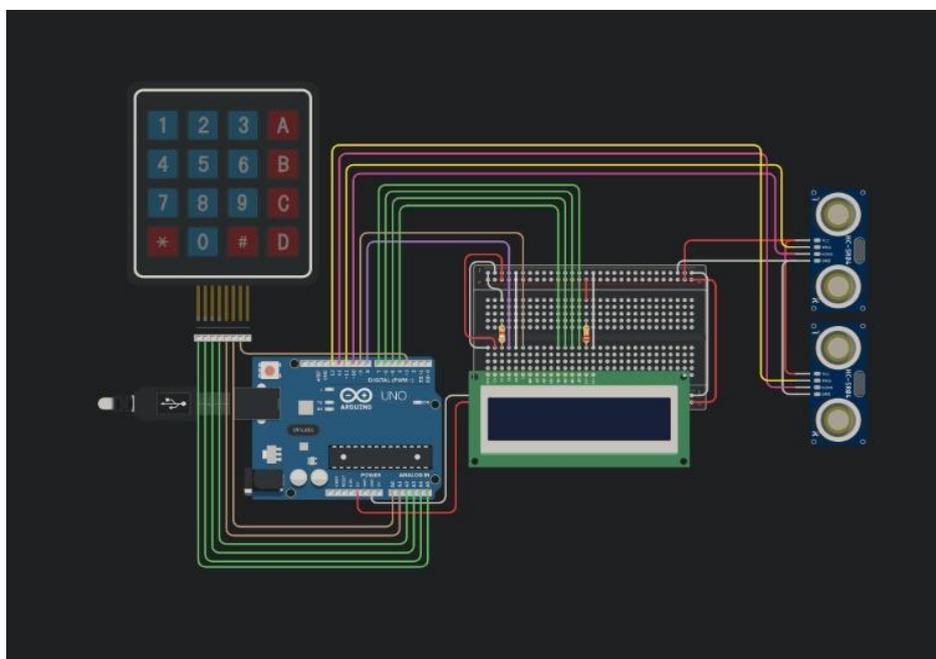


Imagem 10: Circuito da simulação do protótipo (Fonte: Autoral)

5 CONCLUSÃO

Ao final de todo este processo, o resultado gerado foi um sistema que, embora ainda possa ser altamente aperfeiçoado, cumpre os objetivos que foram determinados no início do processo. Podemos idealizar que se tivéssemos optado por utilizar o ultrassônico de início, teríamos poupado tempo para realizar mais melhorias ao protótipo.

Conseguimos criar algo que realmente pode ser colocado em prática, especificamente, no campus IFRN - Zona Norte, porém com um auxílio de alguns aprimoramentos, tais como: desenvolver uma maneira de retirar o reagente químico do recipiente a fim de realizar misturas; criar uma estrutura mais complexa e mais autônoma.

Esse projeto pôs em pauta a importância com os cuidados de reagentes químicos e a relevância da agilidade na química. Sabendo disso, podemos concluir que com os grandes problemas ambientais enfrentados no mundo, o desperdício de recursos e de tempo são fatores que contribuíram para agravar, mesmo que indiretamente, esses impasses. Portanto, por meio deste projeto trazemos uma maneira modesta e despretensiosa de tentar contornar esses problemas, mesmo que seja uma parcela insignificante do todo, mas para que também, possamos refletir com esses descasos com o nosso planeta.

6 REFERÊNCIAS

BAGAI, Eric. **Lista das 10 reações químicas mais perigosas**. EHow Brasil, 21 nov. 2017. Disponível em: https://www.ehow.com.br/lista-10-reacoes-quimicas-perigosas-lista_13163/. Acesso em: 29 jan. 2021.

BITTENCOURT, Sinésio. **O QUE É ARDUINO: TUDO QUE VOCÊ PRECISA SABER**. Disponível em: <https://www.hostgator.com.br/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

BOYLESTAD, Robert L. - **Introdução à Análise de Circuitos - Prentice Hall/Pearson**, 12^a Edição, 2004.

MORITA, Tokio - **Assumpção, Rosely - Manual de Soluções, Reagentes e Solventes - Blucher**, 2^o Edição, 2007.

COLASSO, Camila. **Manuseio de produtos químicos: como fazer de forma segura**. [S. l], 2 jul. 2019. Disponível em: <https://www.chemicalrisk.com.br/manuseio-de-produtos-quimicos/#comments>. Acesso em: 29 jan. 2021.

CUSTÓDIO, Luís. **TECLADO MATRICIAL**. Disponível em: <file:///D:/Usuarios/aluno04.SM3330/Downloads/Teclado%20Matricial.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2021.

FRANK, Henrique. **MÓDULO DE DISPLAY LCD**. Disponível em: [https://www.researchgate.net](https://www.researchgate.net/publication/321111111). Acesso em: 29 jan. 2021.

JUNIOR, Sebastião Ribeiro. **Medidas Elétricas**. [S. l], 2019. Disponível em: http://eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa_files/te160%20aula%2004%20-%20medidas%20eletricas.pdf. Acesso em: 26 fev. 2021.

LINCE BRASIL. **O que é Medição de Nível? Entenda como ela pode ajudar na sua planta**. Disponível em instrumentos-lince.com.br. Acesso em 01 mar. 2021.

LOJA DA ELÉTRICA. **Arduino Mega 2560 Com Cabo Usb**. Disponível em: <https://daeletrica.com.br/arduino-mega-2560-com-cabo-usb.html>. Acesso em: 29 dez. 2020.

MICROBERTS, Michael. - **Arduino Básico - Novatec**, 2^a Edição, 2015.

MONK, Simon. **Programação com Arduino: Começando com Sketches**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MOURA, Marcos Antônio. **Algoritmos e Estruturas de Dados/O que é um Algoritmo?** 2016. Disponível em:

<https://pt.m.wikibooks.org/wiki/Algoritmos_e_Estruturas_de_Dados/O_que_%C3%A9_um_Algoritmo%3F> Acesso em 3 de jun. 2019.

MOTA, Allan. **O QUE É ARDUÍNO E COMO FUNCIONA?**. Disponível em:<<https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>>.

Acesso em: 29 jan. 2021.

MULTILOGICA SHOP. **Catálogo. Arduino Mega2560.** [S. l.], 2016. Disponível em: <https://multilogica-shop.com/arduino-mega2560-r3>. Acesso em: 25 fev. 2021.

MURTA, Gustavo. **Guia completo do Display LCD – Arduino.** Disponível em:

<<http://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino/>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

Mattede, Henrique. **Automação elétrica, entenda o que é!**. Disponível em <<https://www.mundodaeletrica.com.br/automacao-eletrica-entenda-o-que-e/>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

Infopédia, **Medição.** Porto: Porto Editora, 2003-2021. Disponível em: [https://www.infopedia.pt/\\$medicao](https://www.infopedia.pt/$medicao). Acesso em: 2021-03-01.

PORTAL GSTI. **O que é C++?** Disponível em:

<<https://www.portalgsti.com.br/cplusplus/sobre/>> Acesso em 14 de ago. 2019.

REDATOR ANALYTICS BRASIL. Segurança do Trabalho. **Manuseio e transporte correto de produtos químicos.** Analytics Brasil, 19 mar. 2018. Disponível em: <https://www.analyticsbrasil.com.br/blog/manuseio-e-transporte-correto-de-produtos-quimicos/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

Roure, Marcel. **Medição de Nível – Tudo para você virar um especialista no assunto.** Disponível em:<<https://instrumentacaoecontrole.com.br/tudo-sobre-medicao-de-nivel/>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SILVA, Humberto Dias. **Precisão, Exatidão, e a Terminologia das Medições.** [S. l.], 2006. Disponível em: http://www.fc.unesp.br/~jhdsilva/Precisao_e_Terminologia_de_Medicoes.pdf. Acesso em: 1 mar. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Serviço de Segurança e Higiene do Trabalho. **CUIDADOS NO MANUSEIO DE PRODUTOS QUÍMICOS.** [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.segurancadotrabalho.ufv.br/cuidados-no-manuseio-de-produtos-quimicos/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

UNESP. Prolab. **Saiba quais são os reagentes químicos mais perigosos.** [S. l.], 25 jun. 2014. Disponível em:

<https://www.prolab.com.br/blog/curiosidades/saiba-quais-sao-os-reagentes-quimicos-mais-perigosos/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

7 APÊNDICE I - CÓDIGO DA PROGRAMAÇÃO

```

#include <Keypad.h>
char pote1_1,pote1_2,pote1_3,pote1_4 = '0';
char pote2_1,pote2_2,pote2_3,pote2_4 = '0';
char val_pote1[4];
char val_pote2[4];
int w,q = 0;
int volume2;
int volume1;

const uint8_t trig_pin1 = 11;
const uint8_t echo_pin1= 10;
uint32_t print_timer1;
double distance1;
const uint8_t trig_pin2 = 13;
const uint8_t echo_pin2 = 12;
uint32_t print_timer2;
double distance2;

LiquidCrystal lcd (8, 9, 4, 5, 6, 7);
float pagina = 0;
byte Linhas[] = {A5,A4,A3,A2};
byte Colunas[] = {A1,A0,3};
char teclas[4][3] = {{'1','2','3'},
                    {'4','5','6'},
                    {'7','8','9'},
                    {'*','0','#'}};
Keypad teclado = Keypad( makeKeymap(teclas), Linhas, Colunas, 4, 3);

//          =====
=====//
ANDAR          LCD

```

```

int i = 0;
int j = 0;
int k = 0;
int delayTime2 = 350;
void scrollInFromLeft (int line, char str1[]) {
i = 40 - strlen(str1);
line = line - 1;
for (j = i; j <= i + 16; j++) {

char tecla = teclado.getKey();
    if(tecla == '*'){
        lcd.clear();
        pagina = 2;
        break;
    }
lcd.setCursor(j, line);
lcd.print(str1);
delay(delayTime2);
}
}
// =====

void setup() {
Serial.begin(9600);
lcd.begin(16,2);

pinMode(trig_pin1, OUTPUT);
pinMode(echo_pin1, INPUT);
digitalWrite(trig_pin1, LOW);
pinMode(trig_pin2, OUTPUT);
pinMode(echo_pin2, INPUT);
digitalWrite(trig_pin2, LOW);
}

```

```

void reservatorio1(){
if (millis() - print_timer1 > 500) {
print_timer1 = millis();
digitalWrite(trig_pin1, HIGH);
delayMicroseconds(11);
digitalWrite(trig_pin1, LOW);
uint32_t pulse_time1 = pulseIn(echo_pin1, HIGH);
distance1 = 0.017165 * pulse_time1;
}
}

```

```

void reservatorio2(){
if (millis() - print_timer2 > 500) {
print_timer2 = millis();
digitalWrite(trig_pin2, HIGH);
delayMicroseconds(11);
digitalWrite(trig_pin2, LOW);
uint32_t pulse_time2 = pulseIn(echo_pin2, HIGH);
distance2 = 0.017165 * pulse_time2;
}
}

```

```

void loop() {

char tecla = teclado.getKey();
// ===== INICIO =====//
if(pagina == 0){

lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("Ola Bem vindo!");
lcd.setCursor(0,1);

```

```

lcd.print("*  <>  #");
}
// ===== NIVEL =====//
if(pagina == 1){

    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("Nivel");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("*  <>  #");

    if(tecla == '0'){
        lcd.clear();
        pagina = 1.1;

        reservatorio1();
        volume1 = (23.45 - distance1) * 1000 * 0.2;
        if(volume1 < 0){
            volume1 = 0;
        }
        reservatorio2();
        volume2 = (23.45 - distance2) * 1000 * 0.2;
        if(volume2 < 0){
            volume2 = 0;
        }
    }
}

if(pagina == 1.1){

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pote 1: ");
    lcd.print(volume1);
    lcd.print("mL");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Pote 2: ");

```

```

lcd.print(volume2);
lcd.print("mL");

if(tecla == '*'){
  lcd.clear();
  pagina = 2;
}
if(tecla == '#'){
  lcd.clear();
  pagina = 1.1;
  tecla = '--';
}
}
// ===== MISTURA =====//
if(pagina == 2){

  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Misturar");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("*   <>   #");

  if(tecla == '0'){
    lcd.clear();
    pagina = 2.1;
    w = 0;
    q = 0;
  }
}
if(pagina == 2.1){ // POTE 1

  lcd.setCursor(5,0);
  lcd.print("Pote 1:");
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print("mL");

```

```
for(w == 0; w <= 3;){
    tecla = teclado.getKey();
    if(tecla){
        if(w == 3){
            pote1_4 = tecla;
            w = 4;
            lcd.setCursor(3,1);
            lcd.print(pote1_4);
        }
        if(w == 2){
            pote1_3 = tecla;
            w = 3;
            lcd.setCursor(2,1);
            lcd.print(pote1_3);
        }
        if(w == 1){
            pote1_2 = tecla;
            w = 2;
            lcd.setCursor(1,1);
            lcd.print(pote1_2);
        }
        if(w == 0){
            pote1_1 = tecla;
            w = 1;
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print(pote1_1);
        }
        if(tecla == '*'){
            w = 1000;
            lcd.clear();
            pagina = 3;
        }
    }
}
```

```
}

if(tecla == '#'){
  lcd.clear();
  pagina = 2.2;
  tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
  lcd.clear();
  pagina = 3;
}
val_pote1[0] = pote1_1;
val_pote1[1] = pote1_2;
val_pote1[2] = pote1_3;
val_pote1[3] = pote1_4;
}
if(pagina == 2.2){ // POTE 2

  lcd.setCursor(5,0);
  lcd.print("Pote 2:");
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print("mL");

  for(q == 0; q <= 3;){
    tecla = teclado.getKey();
    if(tecla){
      if(q == 3){
        pote2_4 = tecla;
        q = 4;
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print(pote2_4);
      }
      if(q == 2){
        pote2_3 = tecla;
```

```
    q = 3;
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print(pote2_3);
  }
  if(q == 1){
    pote2_2 = tecla;
    q = 2;
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print(pote2_2);
  }
  if(q == 0){
    pote2_1 = tecla;
    q = 1;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(pote2_1);
  }
  if(tecla == '*'){
    q = 1000;
    lcd.clear();
    pagina = 3;
  }
}

val_pote2[0] = pote2_1;
val_pote2[1] = pote2_2;
val_pote2[2] = pote2_3;
val_pote2[3] = pote2_4;
}

if(tecla == '#'){
  lcd.clear();
  pagina = 2.3;
  tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
```

```
    lcd.clear();
    pagina = 3;
  }
}
if(pagina == 2.3){ // CONFIRMAÇÃO

    w = 0;
    q = 0;
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" 1 Confirme 2 ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(val_pote1);
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("mL <> ");
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print(val_pote2);
    lcd.setCursor(14,1);
    lcd.print("mL");

    if(tecla == '0'){
        lcd.clear();
        pagina = 2.4;
    }
    if(tecla == '*'){
        lcd.clear();
        pagina = 3;
    }
    if(tecla == '#'){
        lcd.clear();
        pagina = 2.3;
        tecla = '--';
    }
}
if(pagina == 2.4){ // MISTURA
```

```

lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("Misturando");
lcd.setCursor(0,1);
scrollInFromLeft(1,".....");

    if(tecla == '*'){
        lcd.clear();
        pagina = 1;
    }
}
// ===== CREDITOS =====//
if(pagina == 3){

    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("Creditos");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("*  <>  #");

    if(tecla == '0'){
        lcd.clear();
        pagina = 3.1;
    }
}
if(pagina == 3.1){

    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("Orientadores: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Alysson Holanda");

    if(tecla == '#'){
        lcd.clear();
        pagina = 3.2;
    }
}

```

```
    tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
    lcd.clear();
    pagina = 4;
}
}
if(pagina == 3.2){

    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("Orientadores: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Arthur Salgado");

if(tecla == '#'){
    lcd.clear();
    pagina = 3.3;
    tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
    lcd.clear();
    pagina = 4;
}
}
if(pagina == 3.3){

    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("Componentes: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Allyson Gustavo");

if(tecla == '#'){
    lcd.clear();
    pagina = 3.4;
```

```
    tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
    lcd.clear();
    pagina = 4;
}
}
if(pagina == 3.4){

    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("Componentes: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Eduardo da Silva");

if(tecla == '#'){
    lcd.clear();
    pagina = 3.5;
    tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
    lcd.clear();
    pagina = 4;
}
}
if(pagina == 3.5){

    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("Componentes:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Poliane Brito");

if(tecla == '#'){
    lcd.clear();
    pagina = 3.6;
```

```

    tecla = '--';
}
if(tecla == '*'){
    lcd.clear();
    pagina = 4;
}
}
if(pagina == 3.6){

    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print("IFRN - 2021");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("ZONA NORTE");

    if(tecla == '#'){
        lcd.clear();
        pagina = 3.6;
        tecla = '--';
    }

    if(tecla == '*'){
        lcd.clear();
        pagina = 4;
    }
}
// ===== PROXIMO =====//
if(tecla == '#'){
    lcd.clear();
    pagina++;
    if(pagina == 4){
        pagina = 3;
    }
}
// ===== ANTERIOR =====//

```

```
if(tecla == '*'){  
    lcd.clear();  
    pagina--;  
    if(pagina == -1){  
        pagina = 0;  
    }  
}  
// ===== FIM =====//  
}
```