



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SÃO PAULO  
CAMPUS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

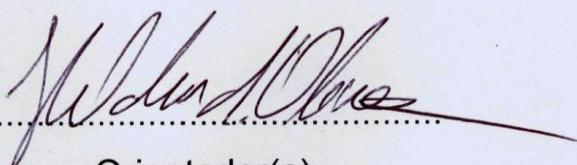
Aldemir Alves dos Santos  
Giovanir José de Oliveira  
Gustavo Lopes Fernandes  
Matheus Tatsuya Miyazaki Kimura  
Thiago Coutinho Bueno

*Misturador de Sucos*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São José dos Campos, como requisito para obtenção do Título de Técnico em Automação Industrial sob orientação do Professor Helder Souza de Oliveirae Co-orientação do Professor Rômulo de Campos Gomes.

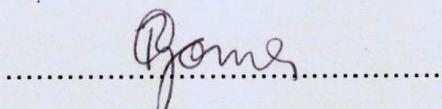
## BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) defendido e aprovado em  
01 de dezembro de 2014, pela banca examinadora constituída pelos  
professores:



Orientador(a)

Prof. Helder Souza de Oliveira



Coorientador(a)

Prof. Rômulo de Campos Gomes

Dedicamos a todos aqueles que nos apoiaram nossos pais, professores e amigos, que se fizeram sempre presente na árdua caminhada que trilhamos, mas que através de apoio e motivações nos ajudaram, com muito carinho,  
Dedicamos.

## **Agradecimentos**

Os autores primeiramente agradecem a Deus pela saúde e força para superar as dificuldades, não apenas em nossa caminhada para torna-se técnico, mas em toda nossa vida.

Aos nossos familiares e amigos, pessoas muito especiais em nossas vidas, pelo carinho e apoio.

Não esquecendo também os colegas de curso, pelo enorme companheirismo ao longo de todo o trajeto.

Agradecemos também ao Instituto Federal de São Paulo por toda a infraestrutura cedida na construção do TCC.

Ao nosso orientador Helder Souza de Oliveira e o co-orientador Rômulo de Campos Gomes por nos orientar e nos ajudar desde o começo.

E também aos professores e amigos Professor Mateus Fernandes Réu Urban, Danilo e Everson pela ajuda e apoio.

***“Tudo posso naquele que me fortalece”.***  
**(Filipenses 4,13).**

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS.....	9
RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. HISTÓRIA DA AUTOMAÇÃO E SEU ENVOLVIMENTO NO PROCESSO DE MISTURA DE SUCO NO MUNDO. 12</b>	
<b>1.2. CONSUMO MUNDIAL DE SUCO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>14</b>
<b>3. FLUXOGRAMA.....</b>	<b>15</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>16</b>
4.1. VÁLVULAS SOLENÓIDES .....	16
4.2. MOTOR MONOFÁSICO DE BATEDEIRA.....	17
4.3. RELÉ .....	18
4.4. TRANSISTOR .....	18
4.5. USB DATA ACQUISITION.....	20
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
5.1. MATERIAIS .....	21
5.2. MÉTODOS.....	24
5.2.1. Estrutura .....	24
5.2.1.1. Vazão.....	25
5.2.2. Implantação das Válvulas .....	27
5.2.3. Programação e circuito elétrico.....	28
5.2.3.1. Painel de controle .....	28
5.2.3.2. Linguagem e diagrama de blocos .....	29
5.2.3.2.1. Botão Liga/Desliga do misturador .....	31
5.2.3.2.2. Misturador .....	31
5.2.3.2.3. Limpeza .....	34
5.2.3.3. Circuito elétrico e placa de circuito integrado.....	35
<b>6. LISTA DE MATERIAIS E CUSTO DO PROJETO .....</b>	<b>36</b>
<b>7. DIFICULDADES ENCONTRADAS .....</b>	<b>38</b>
<b>8. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>9. CONCLUSÃO E PROPOSTA FUTURA .....</b>	<b>41</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CONSUMO MUNDIAL DE SUCO .....	13
FIGURA 2. SOLENÓIDE .....	16
FIGURA 3. ESTRUTURA DE UMA BATEDEIRA .....	17
FIGURA 4. RELÉ SIMPLES .....	18
FIGURA 5. TRANSISTOR PNP E NPN .....	19
FIGURA 6. NI USB-6212 .....	20
FIGURA 7. ESTRUTURA DE FERRO E MADEIRA.....	21
FIGURA 9. POTE DE PLÁSTICO ACRÍLICO .....	22
FIGURA 10. MANGUEIRA .....	23
FIGURA 11. MOTOR MONOFÁSICO DE BATEDEIRA.....	23
FIGURA 12. TRANSISTOR .....	24
FIGURA 13. ESTRUTURA DO MISTURADOR .....	25
FIGURA 14. IMPLANTAÇÃO DA VÁLVULA.....	28
FIGURA 15. PAINEL DE CONTROLE LABVIEW .....	29
FIGURA 16. DIAGRAMA DE BLOCOS LABVIEW.....	30
FIGURA 17. ON/OFF LABVIEW.....	31
FIGURA 18. MISTURADOR LABVIEW .....	32
FIGURA 19. ESTRUTURA SEQUÊNCIA LABVIEW .....	33
FIGURA 20. ESTRUTURA SEQUÊNCIA SIMPLIFICADA LABVIEW .....	34
FIGURA 21. LIMPEZA LABVIEW .....	34
FIGURA 22. CIRCUITO ELÉTRICO .....	35
FIGURA 23. DESENHO DA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO.....	36
FIGURA 24. SIMULAÇÃO COM LEDS DOS SUCOS .....	39
FIGURA 25. SIMULAÇÃO COM LEDS DA MISTURA .....	40

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1. EQUIPAMENTOS ARTESANAIS..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

**TABELA 2. EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS NO CAMPUS..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

**TABELA 3. EQUIPAMENTOS COM CUSTOS ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

L – Litro

mL – Mililitro

°C – Graus Celsius

V – Volts

A – Ampere

VAC – Tensão de Corrente Aleternada

mA – miliAmpere

NA – Normalmente Aberta

NF – Normalmente Fechada

TBJ – Transistor de Função Bipolar

PN – Positivo / Negativo

PNP – Positivo/Negativo/Positivo

NPN – Negativo/Positivo/Negativo

USB – Universal Serial Bus

OEM – Original Equipment Manufacture

NI – NATIONAL INSTRUMENTS

Cm – Centímetros

Cm<sup>2</sup> – Centímetros quadrados

DAQ - data acquisition (Aquisição de dados)

DC – Direct Current (Corrente Contínua)

$\Omega$ - ohms

K $\Omega$  – Quilo ohms

Kgf – Quilogramas força

Lpm – Litros por minuto

m – Metros

m<sup>3</sup> - Metro cúbico

MDF - Medium Density Fiberboard ( fibra de média densidade)

## RESUMO

Esta monografia apresenta um sistema de mistura de sucos automática. As condições de funcionamento de um sistema que apresentando uma estrutura feita em aço e madeira, semelhante a uma escada com três níveis de elevação, onde no nível superior conterà quatro reservatórios, três deles com o suco líquido e um com apenas água, após ser feita as escolhas dos sucos, serão destinados a um reservatório que se localizará no nível intermediário, onde os fluidos serão misturados por um motor semelhante ao de uma batedeira doméstica, mas com um suporte e revestimento em madeira MDF.

Após ser feita a mistura, o suco misturado será enviado ao reservatório final, onde este se encontrará no nível inferior da estrutura. Ao término dessa operação será injetada água no reservatório misturador, com o objetivo de limpar o recipiente misturador e o líquido sujo ser destinado a um recipiente denominado lixo, ao lado do reservatório final no nível inferior da estrutura.

O destaque desse trabalho é a utilização de um sistema totalmente automático, aproveitando o máximo possível de todas as áreas da automação, a mecânica, eletrônica, elétrica e a computação, sendo capaz de formar um processo de misturar sucos todo automático.

Palavras chaves: Misturador, sucos e automático.

## **ABSTRACT**

This monograph discloses an automatic mixing juices system. The operating conditions of this system is that it presents a structure made of wood and steel, similar to a ladder with three levels where the top level contains four reservoirs, three of them with liquid juice and the other one with only water, after the choice of the juices that will be used, will be directed to a reservoir that will be located at the intermediate level, where the fluids are mixed by a similar engine of a domestic mixer, but with a support and coated MDF. After the mixture get done, the juice mixed reservoir will be sent to the last reservoir, where it will meet in the lower level of the structure. At the end of this operation will be injected water in the mixer tank, in order to clean the mixing vessel and the dirty liquid is intended for a called garbage container side of the final reservoir level in the bottom of the structure. The highlight of this work is the use of a fully automatic system, taking advantage as much as possible from all areas of automation, mechanical, electronic, electrical and computer, being able to form a fully automated process of mixing juices.

Key words: Beater, juices and automatic.

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo hoje em dia vem se adaptando cada vez mais rápido com a tecnologia e com a sofisticação, decorrente disso a automação industrial tem uma grande influência no mercado, sendo encontrado em diversas áreas, até mesmo no setor alimentício.

### 1.1. História da automação e seu envolvimento no processo de mistura de suco no mundo.

A automação industrial teve início na conhecida fase da história mundial: A revolução Industrial.

No início da revolução Industrial as condições eram degradantes, a carga de trabalho eram de até 18h, os salários eram baixos e a exploração do trabalho infantil e feminino eram práticas comuns.

Sem direitos trabalhistas, os trabalhadores eram usados e descartados sem nenhuma consideração pela condição humana.

Com o surgimento das leis trabalhistas as práticas comuns foram se aprimorando, de modo que hoje encontramos fábricas limpas e higienizadas como hospitais.

No entanto a demanda por quantidade, quantidade dos produtos, além de diversidade e inovações aumentaram muito desde aquela época.

Pode-se dizer que a junção destes fenômenos sociais levou ao desenvolvimento da ferramenta automação.

Desde então os sistemas industriais evoluíram de forma rápida e eficiente. Hoje chegaram as rápidas redes industriais que interligam desde o chão de fábrica (sensores e atuadores) até o controle do processo.

Várias vantagens se mostram, em um mercado que cada vez mais escolhe a automação como solução, entre eles estão:

- Melhor qualidade do produto
- Aumento da segurança
- Diminuição de falhas
- Rápida diagnose e resolução de falhas
- Otimização do espaço no chão de fabrica

Quando se trata de produção e processo de mistura de sucos todas as indústrias utilizam vários métodos de automação como solução de problemas e aperfeiçoar as ferramentas de trabalho.

Visto todas as vantagens trazidas por essa tecnologia e a necessidade destas para garantir uma competitividade no mercado, torna-se visível a possibilidade de inovar seus métodos e tecnologia.

Em um processo de mistura em centros comerciais é mais prático um misturador mais simples em sua estrutura, mas com uma interface mais chamativa entre o cliente e a máquina. Já na indústria é preciso mais de tecnologia avançada e supervisão do processo, com softwares e hardwares voltados para processos automatizados [1].

## 1.2. Consumo mundial de suco

A demanda mundial de sucos em geral tem apresentado crescimento fora dos Estados Unidos, como pode ser observado na Figura 1. A Europa Oriental teve uma taxa composta de crescimento anual de 12%, seguida pela Ásia com 10%, América Latina com 4% e Europa Ocidental com 2% [2].

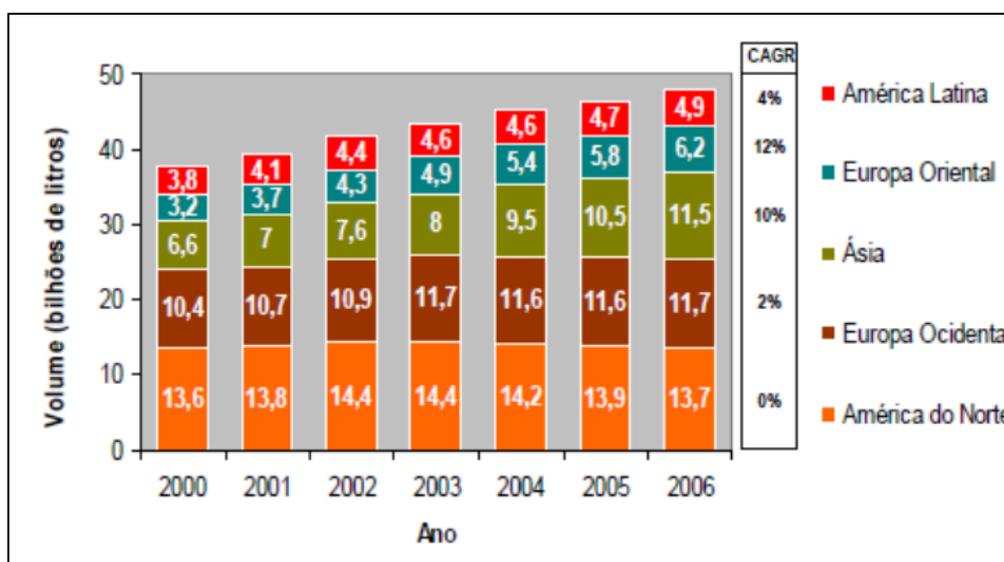


Figura 1. Consumo Mundial de Suco

No mercado interno de varejo, o suco concentrado é comercializado em embalagens metálicas ou garrafas plásticas de 300 mL a 1 litro ou em plástico acrílico em casos de grande quantidade de suco, para que o consumidor realize a diluição do produto antes de consumir.

O armazenamento deve ser livre de microorganismos deteriorantes, não permitir a permeação de odores estranhos que possam alterar as características do suco e proteger o suco da exposição ao oxigênio.

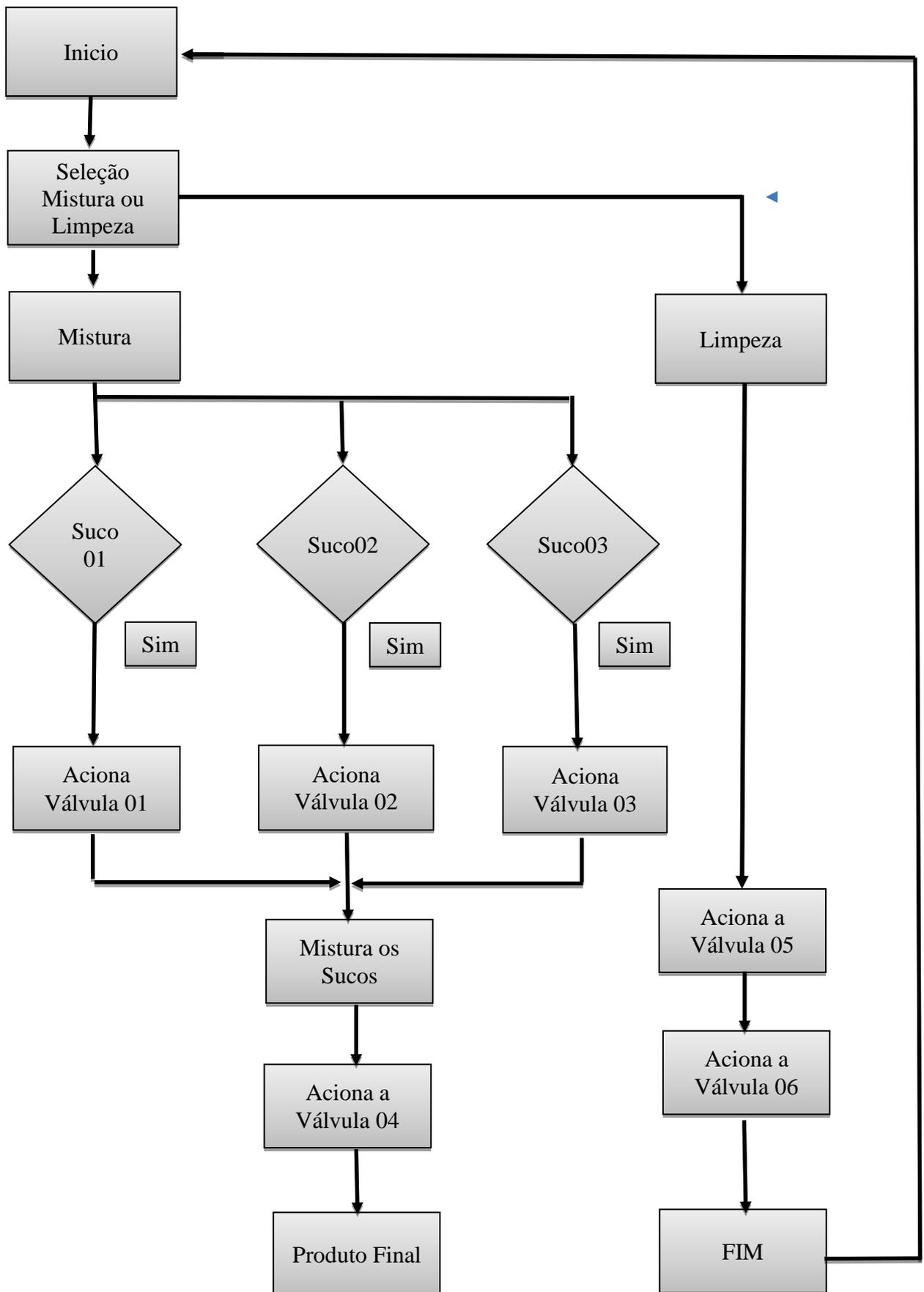
O tratamento térmico do suco a uma temperatura e tempo mínimo leva á um produto de melhor aceitação pelo consumidor se comparado aos sucos pasteurizados existentes no mercado. Os atributos sensoriais do suco processado apresentam pequena diferença com o suco de fruta fresco.

O resfriamento e armazenamento consistem em abaixar a temperatura do suco e armazená-lo refrigerado em temperaturas de 0 a 15°C até o consumo.

## **2. OBJETIVO**

Objetivo desde trabalho é automatizar o processo de mistura de sucos, podendo de forma automática misturar alguns sabores do mesmo, onde se terá a opção dos diferentes sabores de sucos e a mistura desejada com proposta de criar uma sofisticada interface gráfica de controle.

### 3. FLUXOGRAMA



## 4. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Neste tópico foram abordadas características dos componentes utilizados na elaboração do trabalho, como válvulas solenóides, motor monofásico de bate-deira, componentes eletrônicos, etc.

### 4.1. Válvulas solenóides

A válvula solenóide é uma válvula eletromecânica também chamada de eletroválvula, pois necessita utilizar uma corrente elétrica para abrir e fechar. Ela possui duas partes principais a solenoide e a válvula, a solenoide é uma bobina cilíndrica com as características mostrada na Figura 2 e recebe o nome de solenóide.

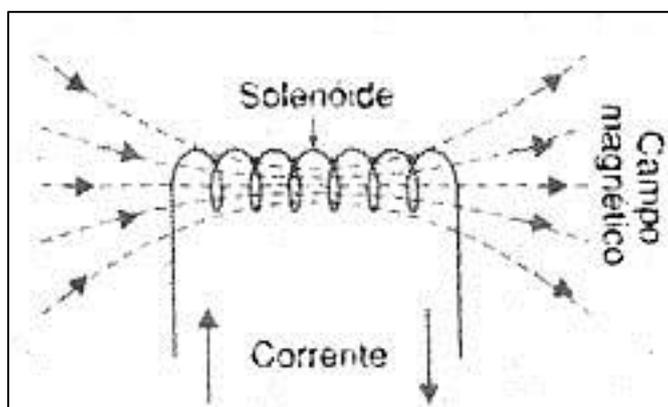


Figura 2. Solenóide

Ao ser percorrida por uma corrente a bobina cria um campo magnético que é mais intenso no seu interior. A intensidade deste campo depende de diversos fatores como Numero de espiras da bobina e intensidade da corrente para criar uma força eletromagnética e abrir ou fechar a válvula permitindo a passagem do fluido ou fluxo (líquido ou gás).

Outra parte que compõem a válvula é o corpo, que por sua vez, possui um dispositivo que permite a passagem ou não de um fluido. Quando sua haste é acionada pela força da bobina que atua na forma de um eletroímã, a força faz com que o pino seja puxado para o centro da bobina, permitindo a passagem do fluido. Já o processo de fechamento da válvula solenóide ocorre quando a bobina perde energia, o processo contrário ocorre, pois o peso do pino em conjunto com a força da mola instalada na parte superior da válvula faz com que o pino volte a bloquear a passagem do fluxo do fluido através da

válvula.

As válvulas solenóides podem ser classificadas quanto ao seu tipo de ação, que podem ser ação direta ou indireta, sendo determinadas pelo tipo de operação. Para baixas capacidades e pequenos orifícios de passagem de fluido, devem ser usadas às válvulas de ação direta. Já a válvula solenóide de ação indireta, que é controlada por piloto, é utilizada em sistemas de grande porte que elimina a necessidade de bobinas e pinos maiores.

#### 4.2. Motor monofásico de Batedeira

As batedeiras são eletrodomésticas que possuem um motor para girar a haste. Ou seja, em vez de aquecerem alguma coisa, elas geram movimento. Nesse caso, elas movem ou misturam alimentos. Obviamente, o motor é componente principal de uma batedeira. Além das engrenagens, é claro. As engrenagens traduzem a rotação do motor para a rotação oposta das pás. Um controle de velocidade varia a corrente elétrica que chega ao motor, permitindo assim que a velocidade das pás seja controlada. A Figura 3 apresenta a estrutura de uma batedeira.

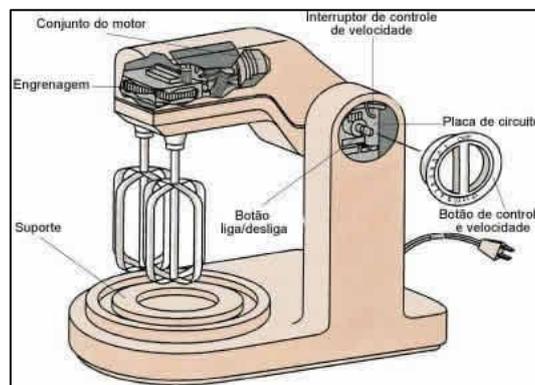


Figura 3. Estrutura de uma Batedeira

Há dois tipos de batedeiras: portáteis (ou manuais) e fixa (ou verticais). As batedeiras portáteis são leves, com motores pequenos para tarefas mais simples. As batedeiras fixas usam motores e componentes maiores para desempenhar tarefas mais elaboradas, como fazer massa ou misturar grandes quantidades de ingredientes.

### 4.3. Relé

Os relés ou relê (do inglês relay) é um componente eletrônico que tem como objetivo a alternância de caminho da corrente elétrica que passa por ele. Existem mais de um tipo, sendo entre eles, os mais comuns, o simples (de 5 pinos) e o duplo (de 8 pinos). A Figura 4 apresenta com é um relé simples.

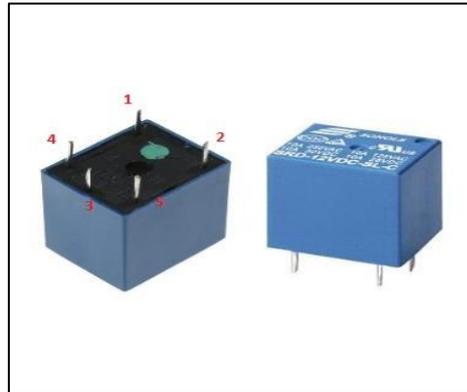


Figura 4. Relé simples

Na figura acima é possível ver os pinos 1 e 2 que são normalmente fechado e normalmente aberto, o pino 3 é pino central ou comum, os pinos 4 e 5 são os terminais da bobina. O pino 3 estará ligado ao pino 1 ou 2, dependendo se está ou não passando corrente entre os pinos 4 e 5. Por exemplo: uma lâmpada ligada ao pino 1 e um motor ligado ao 2 (ambos de 5V) e 5V ligado ao pino central. Se não estiver passando corrente entre os pinos 4 e 5, a lâmpada acenderá, e o motor não estará ligado. Caso esteja passando corrente, a situação se inverterá, ou seja, a lâmpada estará agora desligada e o motor a funcionar.

O processo de comutação entre o normalmente fechado e aberto do relé pela bobina é o mesmo da abertura das válvulas solenóides descritos no item 3.1, onde a mesma necessita de uma corrente elétrica para abrir e comutar seu estado para concluir seu funcionamento.

### 4.4. Transistor

Um transistor é basicamente composto por três filamentos: Base, Emissor e Coletor. O emissor é o pólo positivo, o coletor, o pólo negativo, enquanto a base é a que controla o estado do transistor, pode estar ligado ou desligado.

Um transistor ao ser desligado acaba não tendo carga na base, provocando conseqüentemente a não existência de corrente elétrica entre o emissor e o receptor. Assim cada transistor funciona com uma espécie de interruptor, na qual, pode estar ligado ou desligado.

A estrutura de um transistor TBJ (Transistor de Função Bipolar) corresponde a dois diodos de junção PN (Positivo/Negativo), representados pelas fronteiras entre os terminais que constituem o transistor. Sabendo que um diodo opera em 3 regiões distintas que seriam de condução (polarização direta), corte (polarização reversa) e ruptura (polarização reversa), apenas a última delas não pode ser adaptada ao transistor em questão. Na Figura 5 é apresentado transistores PNP e NPN mostrando suas regiões integrantes, incluindo as junções.

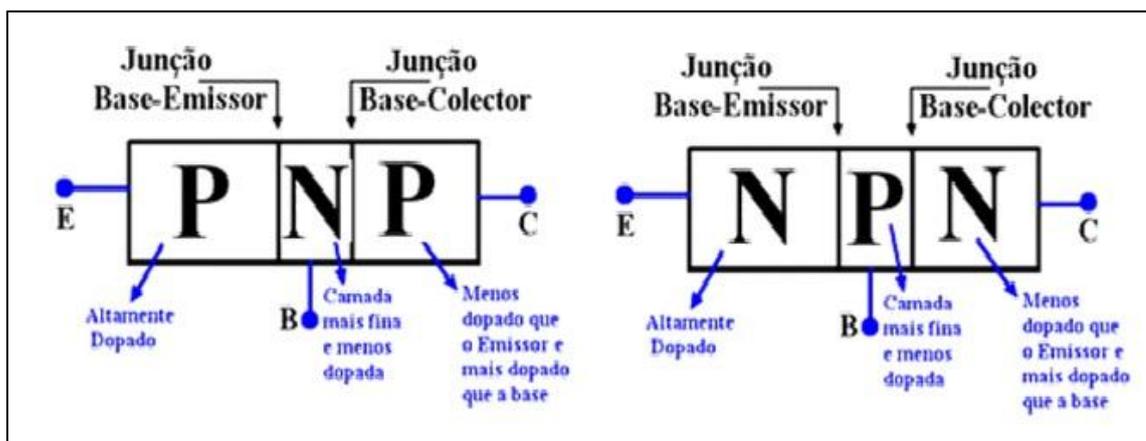


Figura 5. Transistor PNP e NPN

Existem dois extremos que são regiões diferenciadas entre si pela quantidade de cargas negativas (elétrons), na configuração que define o transistor de junção. No meio há uma zona de equilíbrio entre cargas de naturezas opostas (+ e -) que seria a região de depleção após dopados emissor e coletor, aonde o primeiro terá elétrons em grande quantidade, sendo que o coletor receberá cargas provenientes do emissor. Na base que localiza-se entre as regiões extremas que identificam o transistor, existem portadores de carga que irão transferir os elétrons entre uma região e outra. Apresentamos abaixo como ocorre todo o processo.

A junção entre emissor e base está polarizada diretamente o que reduz a região de depleção e passa a ser, portanto condutora.

Algumas cargas provenientes do emissor apenas irão ocupar pequenos espaços na região intermediária (base) em virtude de aspectos como dopagem e construção que proporciona uma menor excitação nesse meio.

Esses elétrons combinados a lacunas constituem a corrente que flui pela base a qual chamamos de IB. A maior parte dos elétrons presentes na base são transportados para o coletor devido à energia acumulada nessa região, resultante da polarização, além da distribuição dessas cargas que favorece o deslocamento. O coletor possui tal nome porque sua função é captar os elétrons enviados pelo emissor.

Ocorre polarização reversa da junção entre coletor e base criando campo elétrico que atrai as cargas no coletor. Essas cargas constituem a corrente que percorre a região do coletor, sendo que ela é bem maior que a da base. A base essencialmente controla o fluxo de portadores de cargas para deslocá-las entre emissor e coletor.

#### **4.5. USB data acquisition**

O USB Data Acquisition ou DAQ é um dispositivo da empresa norte-americana National Instrument. O dispositivo é líder na indústria, pois proporcionam medições de alto desempenho enquanto se beneficia da simplicidade e portabilidade de USB. Eles variam de baixo custo, dispositivos de função única para sistemas modulares de alto desempenho, e são ideais para uma variedade de aplicações, desde o registro de dados simples para sistemas OEM incorporados. A Figura 6 apresenta o NI USB-6212 que é o modelo usado neste trabalho.



Figura 6. NI USB-6212

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1. Materiais

Os materiais utilizados neste trabalho foram adquiridos por meio de ferro velho, feitos artesanalmente, disponíveis no campus e alguns foram comprados. A seguir uma lista contendo os materiais e especificações dos materiais utilizados.

- Estrutura de ferro com base de madeira para sustentar todos os equipamentos e fluidos do misturador. Na Figura 7 é apresentada a estrutura.



Figura 7. Estrutura de Ferro e madeira

- Válvula solenóide de máquina de lavar com diâmetro da rosca de entrada sendo  $3/4$  de polegadas e saída de  $3/8$  de polegadas. Como pode ser observado na Figura 8 a seguir.

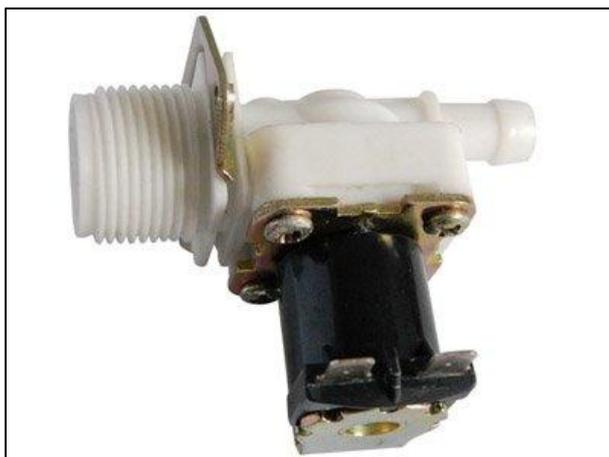


Figura 8. Válvula Solenóide

- Potes de plástico acrílico com área da base de  $361\text{cm}^2$  e altura de 24cm. Um modelo do pote que será usado como recipiente para armazenar os sucos, como apresentado na Figura 9 abaixo.



Figura 9. Pote de plástico acrílico

- Mangueiras com diâmetro de  $4/8$  para fluxo dos fluidos. A Figura 10 apresenta um exemplo da mangueira usada, de material emborrachado e resistente.



Figura 10. Mangueira

- Motor monofásico de Batedeira de 110V.



Figura 11. Motor monofásico de Batedeira.

- Relé JQC-3F(T73) com corrente máxima de 10A e tensão máxima de 250V, tensão na bobina de 6V e corrente mínima para comutar o relé de 65mA, rigidez dielétrica entre contatos abertos é de 750VAC e entre bobina e contatos é de 1000VCA. É possível ver um relé semelhante ao utilizado na Figura 4 no item 3.3.
- Transistor BC548B para aumentar a corrente na bobina do relé [10]. A Figura 12 apresenta o desenho e a simbologia de um transistor semelhante ao utilizado no trabalho.

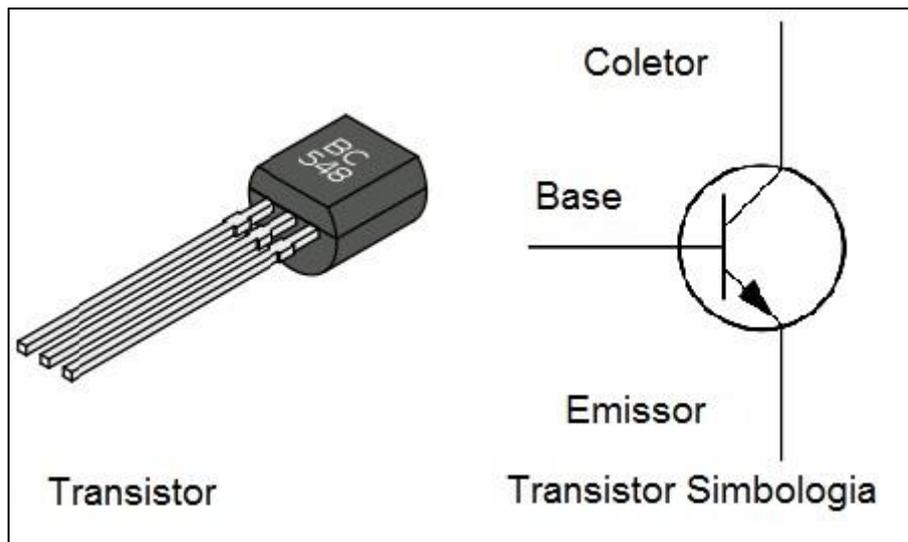


Figura 12. Transistor

- NI USB data acquisition6212 é um modelo de Daq (já descrito no item 3.5) possui 16 entradas analógicas e 2 saídas analógicas e 32 canais usados para entrada e saída digital. Neste trabalho será usado apenas saídas digitais com tensão de 5V e corrente máxima de 16mA [11]. Uma Figura que ilustra o DAQ é apresenta no item 3.5.
- Outros materiais foram usados para realização de testes na construção do circuito elétrico como: leds para simular o funcionamento das válvulas, resistores de 1k $\Omega$  para limitar a corrente na base do transistor e de 220 $\Omega$  para limitar a corrente nos leds, protobordes para fazer as ligações elétricas e uma fonte DC de tensão variável.

## 5.2. Métodos

Os métodos de construção deste projeto do misturador foram construir uma estrutura dividida em três degraus: o superior, o do meio e o inferior. O fluxo dos fluidos é controlado por um computador com o software LabVIEW que comanda a ação de abrir ou fechar as válvula se de ligar o motor para a mistura.

### 5.2.1. Estrutura

A estrutura apresentada na Figura 13 que suporta os tanques e dividida em três partes. Onde no degrau superior possui quatro tanques que armazena os

fluidos, sendo que três possuem os sucos a serem misturados e um a água utilizada na limpeza do misturador. O do meio possui um tanque, acoplado com um motor monofásico para realizar a mistura. O inferior possui dois tanques, um para guardar os resíduos indesejados do processo e outro para armazenar o suco já misturado.



Figura 13. Estrutura do Misturador

#### 5.2.1.1. Vazão

A pressão da água em operação é de 0,2 a 8kgf/cm<sup>2</sup>, vazão mínima de 7lpm (litros por minuto), vazão máxima de 40 lpm pela válvula com rosca de entrada de 3/4 de polegada e de saída de 3/8 polegadas. A água descera através de um sistema de mangueiras, com entrada para máquinas de lavar de bitola de 4/8 e 0,5 m de comprimento, aonde chegará ao reservatório da

mistura no degrau do meio.

Conforme o experimento feito com a válvula para descobrir o tempo que a mesma levaria para encher um recipiente de um litro, chegamos a seguinte conclusão, que a válvula leva 16 segundos para preencher o reservatório completamente.

Com esses resultados pode-se descobrir a vazão total da válvula, como se observa na equação a seguir:

$$Q = \frac{\text{Vol}}{t}$$

Onde:

Q= Vazão;

Vol= Volume;

T=Tempo.

Sabendo que um metro cúbico equivale a mil litros, um litro equivale a x, como se pode observar na regra de três matemática a seguir:

$$1\text{m}^3 \times 1\text{L} = x \times 1000\text{L}$$

$$x = \frac{1\text{L} \times 1\text{m}^3}{1000\text{L}}$$

$$x = 0,001 \text{ m}^3$$

Aplicando a conversão na fórmula da vazão, temos:

$$Q = \frac{0,001\text{m}^3}{16\text{s}} = 0,0000625 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A vazão total da válvula será de 0,0000625 m<sup>3</sup>/s (metros cúbicos por segundo), ou 6,25x10<sup>-5</sup> m<sup>3</sup>/s.

Como neste trabalho a mistura será de 500 ml por ciclo de operação, o tempo em que as válvulas ficarão abertas de acordo com cada opção é a seguinte:

Suco de 500 ml

Sabendo que:

$$1L = 1000ml$$

A válvula despeja 1L em 16s, então pode encontrar em uma regra de três, o tempo necessário para despejar 500 ml.

$$t \times 1000 = 16 \times 500$$

$$t = \frac{16s \times 500ml}{1000ml}$$

$$t = 8s$$

Se escolhido apenas um tipo de suco uma única válvula ficará aberta durante 8 segundos.

$$1\text{suco} = 8s \text{ válvula aberta}$$

Se escolhido apenas dois tipos de sucos as válvulas ficarão abertas durante 4 segundos cada.

$$t = \frac{8}{2}$$

$$2\text{sucos} = 4s \text{ para cada válvula aberta}$$

Se for escolhido todos os três tipos de sucos as válvulas ficarão abertas durante 2,60 segundos cada.

$$t = \frac{8}{3}$$

$$3\text{sucos} = 2,60s \text{ para cada válvula aberta}$$

### **5.2.2. Implantação das Válvulas**

As válvulas solenóides foram implantadas nos reservatórios após ser feito um furo no tanque com uma furadeira, acoplada de uma serra copo. A válvula foi anexada através de um adaptador e silicone, como nota-se na Figura 14 a seguir.



Figura 14. Implantação da válvula

As mesmas foram colocadas nos quatro reservatórios encontrados na parte superior da estrutura, uma no reservatório da mistura ao meio e outras duas na parte inferior, denominadas como produto final e lixeira. Todas interligadas em um ponto em comum ligadas a rede de 220V, e outro ponto ligado independentemente à DAQ.

### **5.2.3. Programação e circuito elétrico**

O desenvolvimento da programação do misturador foi feito em ambiente LabVIEW, com uma linguagem inovadora e comunicação entre software e hardware simples. O LabVIEW é uma opção de controle e supervisão de sistema Interessante para processos industriais. Em centros comerciais a interface gráfica do painel de controle do programa aumenta o nível de interação entre o cliente e a máquina.

#### **5.2.3.1. Painel de controle**

A Figura 15 apresenta um exemplo do Painel de controle para o misturador de sucos voltado para o comércio, o painel tem uma aparência metálica com botões e leds coloridos para maior interação com o usuário, onde a máquina

apenas esta hábil se o botão ligar estiver pressionado. A partir disto pode-se escolher entre o processo de mistura ou o de limpeza do misturador.



Figura 15. Painel de Controle LabVIEW

A parte do painel voltada para mistura dos sucos contém três botões para seleção das mesmas, sendo de escolha própria do usuário. Após a seleção, o usuário pressiona o botão “MISTURE” para dar início ao processo de mistura. Os leds, presentes no painel de controle, representam o funcionamento das válvulas e do motor de mistura durante o processo.

A outra parte voltada para a limpeza dos tanques é acionada ao pressionar o botão “LIMPAR”, liberando o reservatório de água para a limpeza.

O painel de controle é uma forma sofisticada de interação entre o usuário e a máquina, transformando algo simples em algo dinâmico.

### 5.2.3.2. Linguagem e diagrama de blocos

Todo o desenvolvimento de controle está sendo feito em ambiente LabVIEW 12.0 disponível no Instituto, utilizando experiências de linguagens e

códigos para o projeto do misturador de sucos com integração do software com hardware com o equipamento.

Dado que é possível utilizar o LabVIEW para melhorar e modificar facilmente o fluxo de dados com o sistema de diagrama de blocos, além de ter a vantagem de conter muitas funções e sub-rotinas que são melhoradas constantemente para corrigir possíveis problemas de desenvolvimento.

Na Figura 16 é apresentado o diagrama de blocos que controla o misturador. O programa é separado em três partes que estão dentro de suas estruturas de casos. A primeira parte é relacionada ao botão liga e desliga da máquina, o segundo é sobre o processo de seleção e mistura dos sucos e a terceira é sobre o processo de mistura dos tanques. Como é mostrado na Figura 16 existem dois retângulos separados, um menor na parte inferior da imagem e outro maior com outros retângulos dentro na parte inferior.

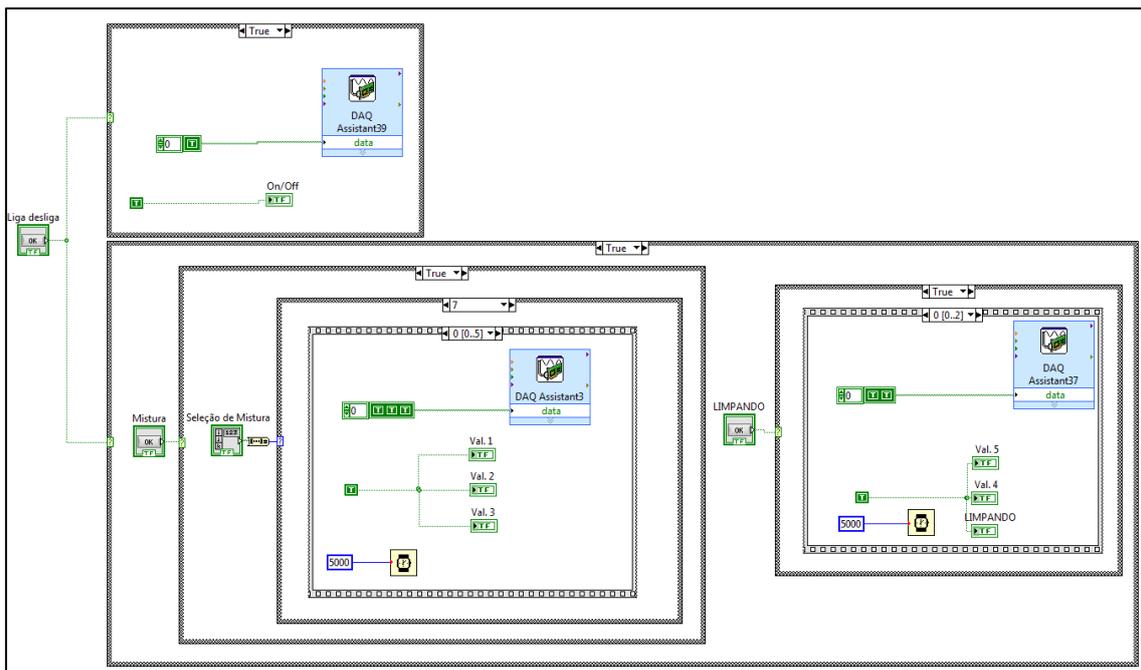


Figura 16. Diagrama de Blocos LabVIEW

Os retângulos são estruturas de casos, ou seja, se a estrutura receber um valor booleano verdadeiro, será executado a ação do caso, se for falso também será executado uma ação relativa ao caso falso, sendo que alguns casos não precisam ter uma função ao ser verdadeiro ou falso. A estrutura caso também recebe valores numéricos decimais.

### 5.2.3.2.1. Botão Liga/Desliga do misturador

A primeira parte da programação é um botão de ligar e desligar a máquina, por condições de segurança o processo de mistura e limpeza só funciona se o botão estiver ligado.

Na Figura 17 é apresentada a parte da programação deste botão.

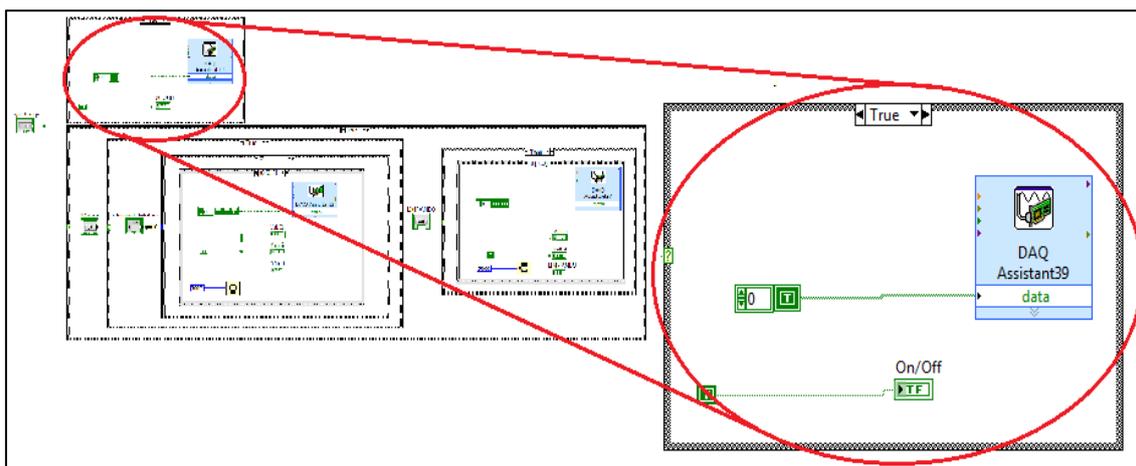


Figura 17. On/Off LabVIEW

Como é apresentado na Figura 17 acima essa estrutura caso simula a ligação ou não do misturado. Se o botão estiver pressionado o caso é verdadeiro e o comando que está dentro da lógica é executado.

Nesta Figura 17 podem-se observar quatro elementos dentro da estrutura caso. O primeiro é um bloco com o nome “DAQ Assistent”, esse bloco realiza a comunicação entre o software e o hardware. No DAQ Assistent configura-se os canais e portas que jogaram sinal lógico alto de 5 Volts pelo USB Data Acquisition. Esse comando é feito por um vetor blocos de valor verdadeiro que indica valor lógico alto e aciona os canais do DAQ.

Os outros dois blocos realizam a mesma função, porém em vez de jogar valor lógico para o mundo externo, eles apenas simulam o funcionamento no diagrama de blocos, o bloco com o nome “On/Off” é um led que acende quando a máquina estiver ligada e o outro bloco joga o valor lógico.

### 5.2.3.2.2. Misturador

A segunda parte da programação é o processo de seleção e mistura dos sucos.

Na Figura 18 é apresentado a parte da programação deste processo

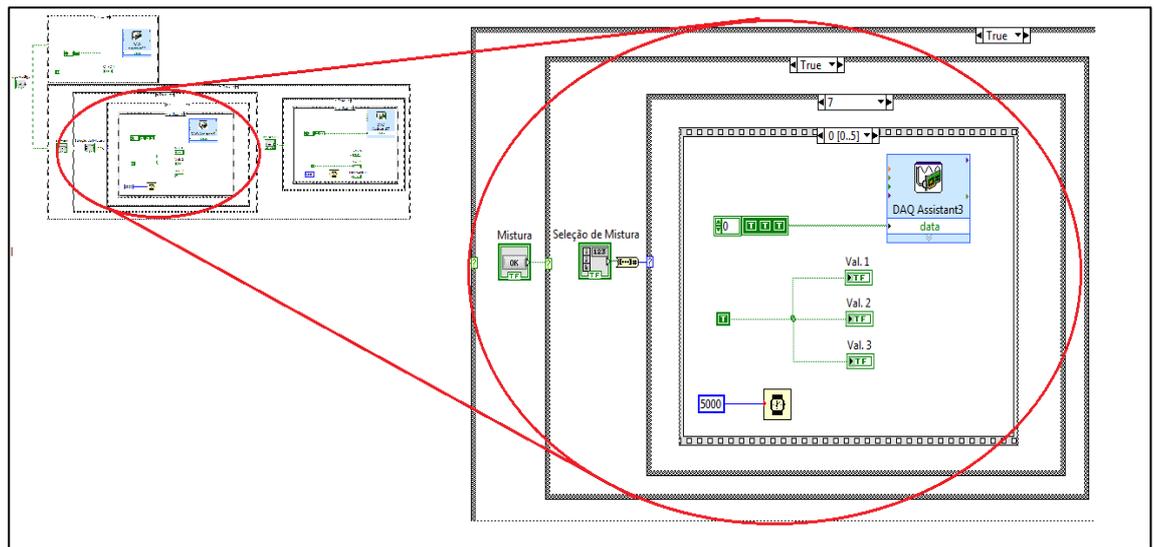


Figura 18. Misturador LabVIEW

Como é apresentado na Figura 18 acima, o misturador está dentro de uma estrutura caso que é verdadeira quando o botão Liga/Desliga estiver pressionado.

Dentro desta estrutura existe outra estrutura caso que é verdadeira quando o botão “Mistura” for pressionado. Quando pressionado ele executa o comando que estiver dentro dele.

Dentro da estrutura caso do misturador existe outra estrutura caso que diferente dos outros não é verdadeira ou falsa e sim casos de valores numéricos e dentro desta estrutura existe uma estrutura chamada de “sequência” que realiza automaticamente o processo da mistura.

Essa estrutura possui oito casos contando com o valor zero. O valor do caso é determinado a partir de um bloco com o nome de “Seleção de Sucos”, esses valores são determinados a partir da seleção dos sucos no painel de controle, essa combinação resultará em um número binário. Esse número é convertido para decimal e o processo de mistura dos sucos selecionados começa.

A estrutura possui sete casos válidos de um até sete, pois cada sabor de suco está em uma posição de um vetor. Se todos os três sucos forem selecionados o valor será  $111_2$  que é igual a  $7_{10}$ , Se apenas o primeiro e o terceiro suco forem selecionados e o segundo não, o valor será  $101_2$  que é

igual a 5<sub>10</sub>, a partir desse valor a estrutura realizara um caso.

Dentro das estruturas casos possui uma estrutura sequência. A estrutura sequência é uma estrutura que realiza vários comandos em sequência, na Figura 19 apresenta um exemplo desta estrutura.

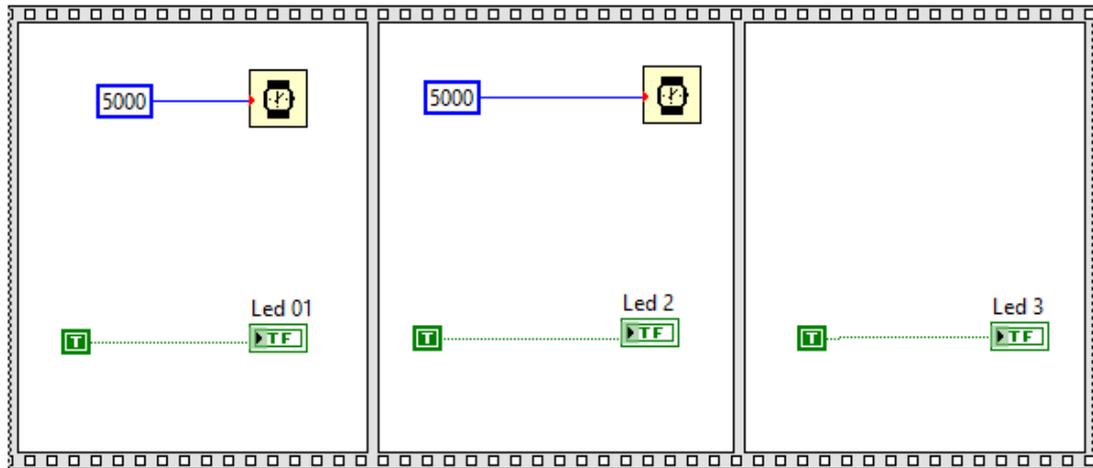


Figura 19. Estrutura Sequência LabVIEW

Na Figura 19 acima é possível ver a estrutura separada por três quadros, a primeira apresenta um valor de nível lógico alto para uma led, ou seja, o primeiro comando é ligar o led 01. O quadro também possui um bloco com o desenho de um relógio e está ligado a um valor numérico, este bloco ligado a um número representa o tempo em milissegundos que programa ficará dentro do quadro, após 5000 milissegundos o comando do segundo quadro será executado, assim o programa apresentado na Figura 19 ligará o led 01 inicialmente, após 5000 milissegundos ligará o led 2 e após mais 5000 milissegundos ligará o led 3.

A estrutura sequência também pode ser implementado na programação com apenas um quadro igual que foi implementado na programação do misturador e igual o exemplo da Figura 20 que apresenta apenas um quadro da sequêcia, porem os outros casos estão ocultos, é possível ver o número de quadros na parte superior da estrutura, de 0 até 2, ou seja, três estruturas.

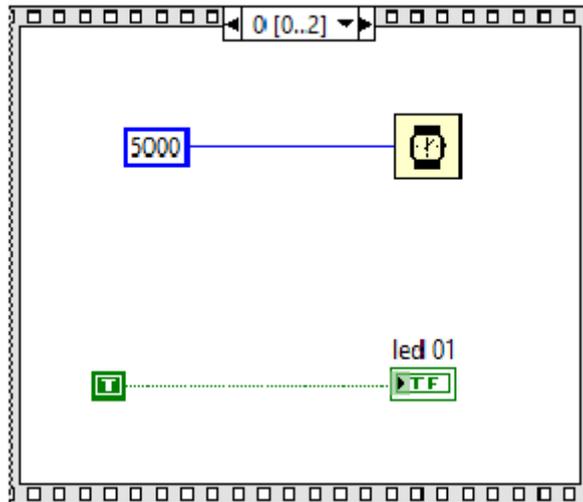


Figura 20. Estrutura Sequência simplificada LabVIEW

No programa do misturador a estrutura está com os comandos de abrir e fechar as válvulas, ligar e desligar o motor de forma automática.

### 5.2.3.2.3. Limpeza

A terceira e última parte da programação é o da limpeza. No caso da realização de outra mistura diferente da anterior deve-se limpar o tanque com o misturador.

Como é apresentado na figura 21 a parte da limpeza está dentro da de uma estrutura caso igual ao do misturador e o processo de abrir e fechar as válvulas está dentro de uma estrutura sequência.

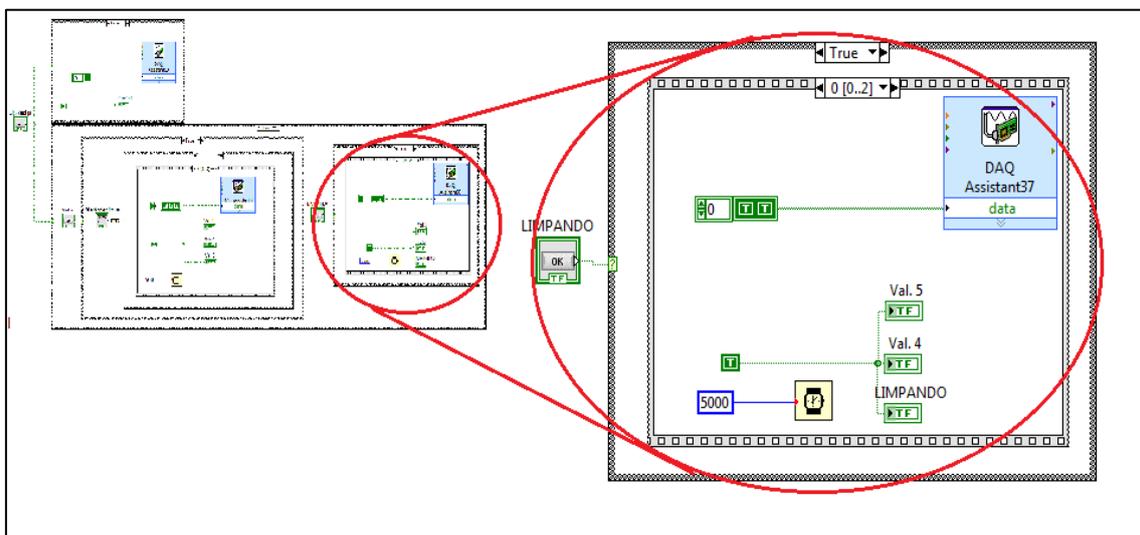


Figura 21. Limpeza LabVIEW

Como é apresentado na figura acima o processo de limpeza começa quando o botão “LIMPANDO” for pressionado, após pressionado executa-se o comando dentro dele, abrindo e fechando as válvulas referentes a limpeza e aciona um led indicando o processo de limpeza.

### 5.2.3.3. Circuito elétrico e placa de circuito integrado

O circuito de controle é composto por sete relés em paralelo, onde seis relés são destinados ao controle das válvulas e um ao controle do motor que fara a mistura.

Como é apresentado na Figura 22 o comum dos seis relés será ligado em 220V para ligar a válvula, e o outro relé será ligado em 110V através de um transformador que receberá os 220V para ligar o motor. As saídas NF e NA do relé será ligado em cada fase das válvulas. O nível lógico de controle vai ser realizado pelo DAQ, porém cada canal do dispositivo dispõe de apenas 16mA de corrente, insuficiente para comutar o relé, já que é necessário 65mA no mínimo para comutar o relé, assim o canal do DAQ é ligado em um resistor de 1KΩ que é ligado na base de um transistor BC548C, O coletor do transistor é ligado em um pino da bobina e o emissor é ligado na terra do circuito. O outro lado da bobina é ligado 5V. Esse circuito é feito para que todas as bobinas recebam corrente suficiente para comutar os relés.

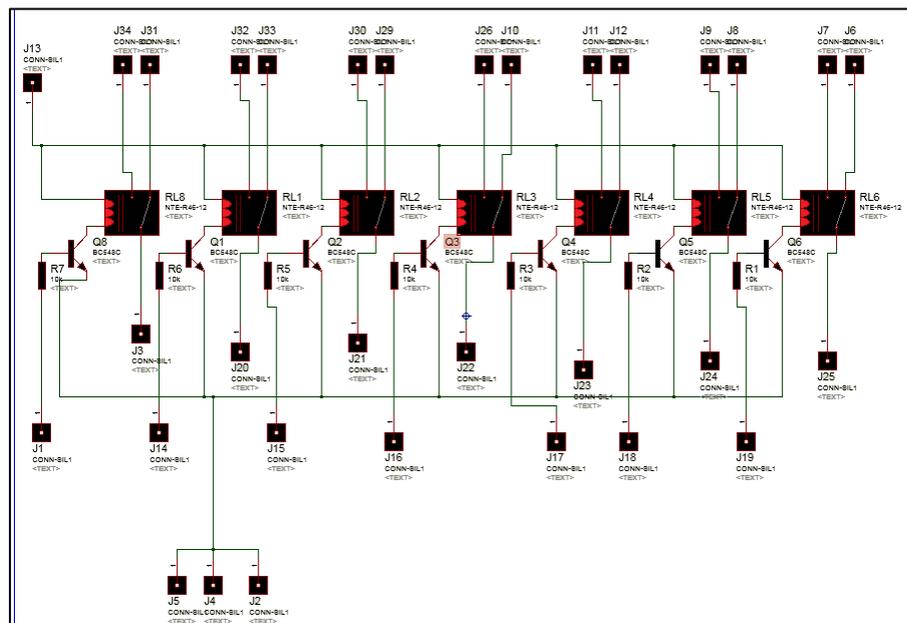


Figura 22. Circuito Elétrico

Abaixo na Figura 23 é apresentado como será o desenho da placa de comando.

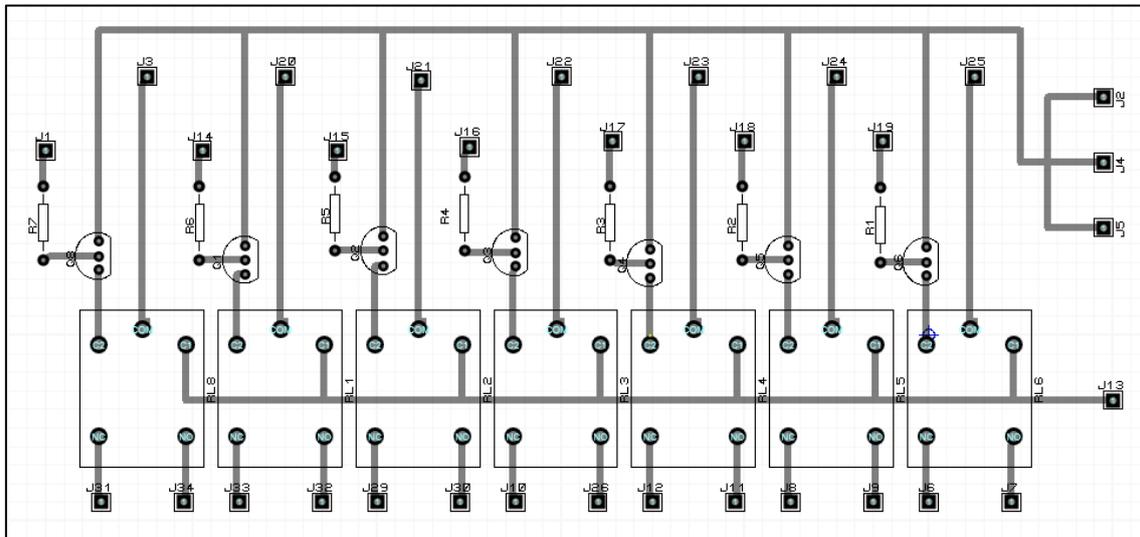


Figura 23. Desenho da Placa de circuito impresso

## 6. LISTA DE MATERIAIS E CUSTO DO PROJETO

O projeto por ser uma proposta de um misturador de sucos com uma interface sofisticada de controle, não visa a utilização de equipamentos como o DAQ ou até mesmo o software LabVIEW que pode ser usado para processo de mistura mais complexos na indústria seguindo a linha deste projeto, mas para o processo inicial pode ser substituído por micro controladores mais baratos e interface gráfica por softwares em forma de aplicativos.

Abaixo segue três tabelas. A Tabela 1 apresenta uma lista com os materiais construídos artesanalmente. A Tabela 2 apresenta uma lista de materiais disponíveis no campus e não houve custo. E por último a Tabela 3 que apresenta uma lista de materiais que foram comprados.

Tabela 1. Equipamentos Artesanais

Equipamento	Unidades	Custo unitário (R\$)
Estrutura em forma de escada	1	140,00
Bases retangulares de madeira	6	10,00
Estrutura do Motor	1	50,00

A Tabela 2 são equipamentos disponíveis no campus, senso assim não houve custo.

Tabela 2. Equipamentos Disponíveis no Campus

Equipamentos	Unidades	Custo unitário (R\$)
Software LabVIEW	1	0
NI USB DAQ 6212	1	0
Led várias cores	7	0
Resistores 220Ω	7	0
Resistores 1kΩ	7	0
Transistores BC548	7	0
Computador	1	0
Fonte DC	1	0
Protoboard	1	0

Tabela 3. Equipamentos com custos

Equipamentos	Unidades ou metros	Custo unitário (R\$)
Relé JQC-3F(T73)	7	2,90
Válvulas solenóides 220V	6	15,00
Tanques de plástico acrílico	7	10,00
Mangueira	30	1,25
Transformador 220V/110V	1	15,00
Motor monofásico de Batedeira	1	50,00

O custo total do projeto foi de R\$ 542,80. O custo alto aconteceu pela construção da estrutura de madeira e ferro e também da estrutura do motor. E o grande número de equipamentos na construção de um misturador de sucos automático. O custo poderia ter sido muito maior se os itens listados na Tabela 2 fossem acrescentados ao custo, porém como muitos foram usados para simular o processo e outro é para a proposta de um misturador industrial não foram considerados seus custos.

## 7. DIFICULDADES ENCONTRADAS

O projeto *Misturador de Sucos* é um trabalho falsamente fácil, pois sua estrutura e sua visão superficial demonstrada por ele parece ser algo bem simples, porém esconde em suas estruturas um segredo lógico e de muita precisão para realização deste trabalho.

As dificuldades para realização deste projeto podem ser separadas por áreas. Uma das dificuldades foi a compreensão sobre processos industriais com alimentos, por não estar envolvido com o curso, entender que trabalhar com alimentos é algo complicado e deve-se tomar cuidado nas áreas industriais.

Outra dificuldade foi a programação em LabVIEW, um software nunca estudado no curso e que possui ferramentas essenciais para a proposta deste projeto. Entender a linguagem diferente, seus equipamentos como o DAQ e construir um algoritmo em um ambiente nunca visto foi um grande desafio.

Outras dificuldades também foram encontradas como construção de uma máquina que possui controle por computador com circuito de comando e circuito de potência, estrutura mecânica e fluxo de fluidos.

## 8. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram concluídos por meio de testes de dos componentes e simulação eletrônica por controle de software.

Em todos os tanques foi acumulado água até encher, testando a resistência. Os tanques com válvula foram testados seu funcionamento ligando em tomadas 220V.

A estrutura está pronta como foi apresentado na Figura 13 no item 4.2.1. Ela é resistente graças a seus materiais.

O código de programação foi simulado no software LabVIEW e funcionou corretamente. Depois foi implementado um circuito elétrico simulando o misturador e o controle foi feito exclusivamente pelo computador.

A Figura 24 apresenta o momento da simulação onde foram escolhidos os três sucos para a mistura acendendo os três leds indicando cada sabor de suco.

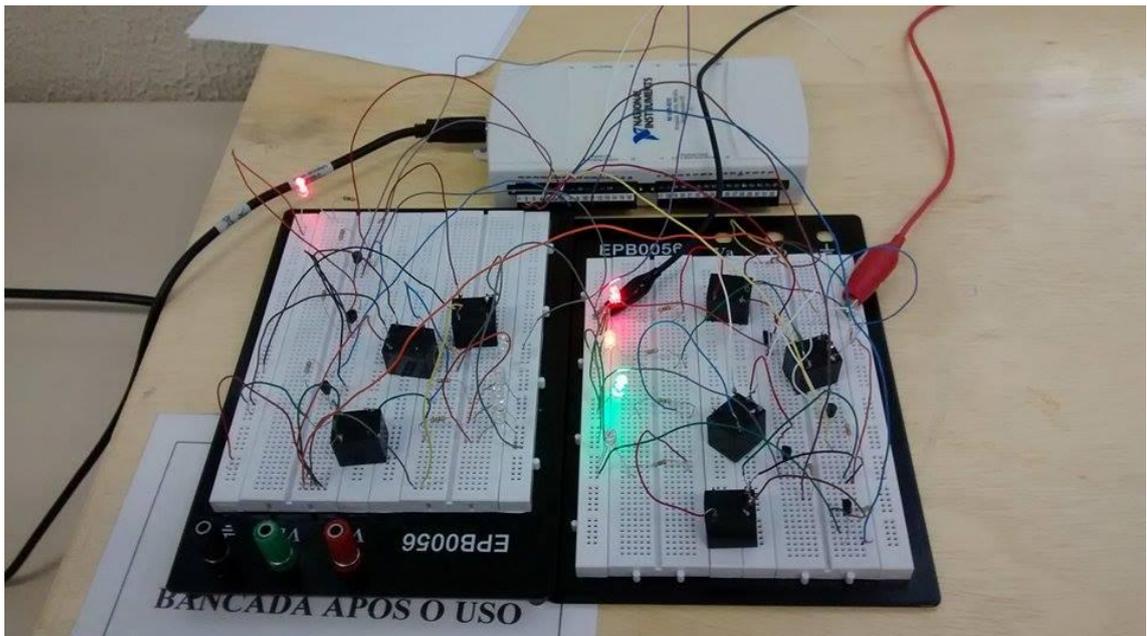


Figura 24. Simulação com Leds dos sucos

A Figura 25 apresenta o led branco ligado, simulando o motor ligado fazendo a mistura.

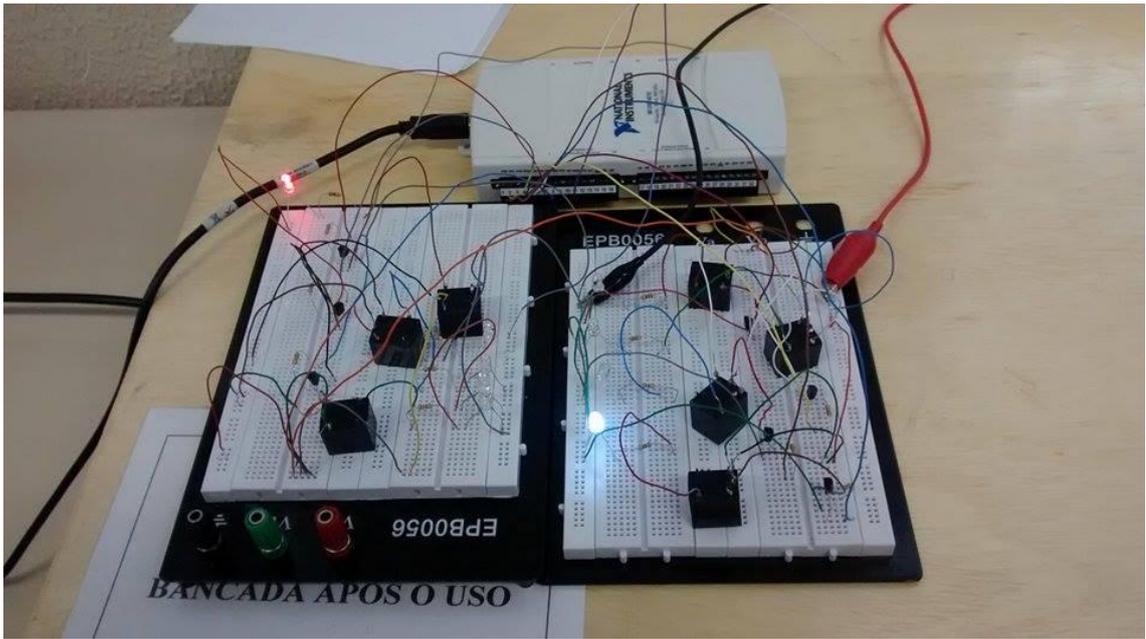


Figura 25. Simulação com leds da mistura

## 9. CONCLUSÃO E PROPOSTA FUTURA

O misturador de sucos apresentado nesta monografia é uma grande proposta de melhoria futura para o setor industrial do país, onde o trabalho aqui apresentado demonstra um processo de mistura de sucos de forma automática, utilizando componentes mecânicos e eletrônicos já vistos pelo mercado, mas implementado por uma programação em LabVIEW, utilizando-se de uma interface gráfica e atraente para o operador.

A proposta futura seria utilizar de todo esse mecanismo para que o trabalho fosse ainda mais aperfeiçoado, como a implementação de softwares e equipamentos mais baratos e de melhor propriedades mecânicas e elétricas, programação mais simples, podendo a interface gráfica ser operada através de telas com Touch Screen.

Na estrutura do trabalho também tem a sugestão de conter um tipo de refrigeração necessária para a conservação dos líquidos em estados saudáveis e exigidos pelos padrões de limpeza e saúde, onde os reservatórios podem ser de material térmico para melhor conservação da temperatura dos mesmos.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Paccola, Leonardo Henrique Krom. **Automação em planta de suco de laranja pasteurizado de pequeno porte**. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-20052010-175653/?&land=br>>
- [2] FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Uma Agenda de Competitividade Para a Indústria Paulista. Sistema Agroindustrial da Laranja. Coordenador: Prof. Dr. Marcos Fava Neves. Disponível em: <[http://www.ipt.br/atividades/pit/notas/files/NT\\_Laranja.pdf](http://www.ipt.br/atividades/pit/notas/files/NT_Laranja.pdf)>. Acesso em 22 de outubro de 2008.
- [3] GABRIELA, LARISSA POLETO. **PRODUÇÃO DE SUCO DE LARANJA CONGELADO E CONCENTRADO**. Blumenau. SC. Universidade Regional de Blumenau. Disponível em: <[http://www.bc.furb.br/docs/MO/2010/344250\\_1\\_1.pdf](http://www.bc.furb.br/docs/MO/2010/344250_1_1.pdf)>
- [4] NEWTON, C. Braga. **Como funciona o solenóide (MEC095)**. Instituto Newton C. Braga. Disponível em: <<http://http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3890-mec095>>  
3890-mec095
- [5] LUIZ, Cleber da Silva. **Válvula Solenóide**. Acquaticos. Disponível em: <<http://www.acquaticos.blogspot.com.br/2010/10/valvula-solenoid.html>>
- [6] HSW. Como concertar eletrodomésticos. Disponível em: < <http://casa.hsw.uol.com.br/como-consertar-eletrodomesticos.htm> >
- [7] Robô livre. **RELÉ**. Disponível em: <<http://robolivres.org/conteudo/rele>>. Acesso em 24 de novembro de 2014.
- [8] Portal Eletricista. **TRANSISTOR: PRINCIPIOS E FUNCIONAMENTOS**. Disponível em: <<http://www.portaleletricista.com.br/transistor-funcionamento-e-aplicacoes/>>  
Acesso em 24/11/14 às 7h.
- [9] DATASHEET ARCHIVE. **Fujitsu's Non-Volatile Memory, FUJITSU FRAM**. Disponível em: < <http://www.datasheetarchive.com/jqc-3f+t73+relay-datasheet.html>>. Acesso em 24 de novembro de 2014.
- [10] FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. NPN General Purpose Amplifier. Disponível em: < <http://www.philohome.com/sensors/gp2d12/gp2d12-datasheets/bc548.pdf>>. Acesso em 24 de novembro de 2014.
- [11] NATIONAL INSTRUMENT. **NI USB-6212** DAQ MIO da série M, 400 KS/s, 16 bits, com alimentação pelo barramento. Disponível em: <<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/pt/nid/207096>>.