

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Trabalho de conclusão de curso

Tema: Projeto de máquinas de venda automática de café.

Aluno: Daniel de Almeida Pereira

Matricula: 13104192

Orientador: Prof. Me. Ricardo C. Rangel

Curso de Eletrônica Industrial

INDICE	Pg.
1 - Objetivo	03
2 - Resumo	04
3 - Introdução	05
4 - Estudo bibliográfico	06
4-1 Pesquisa de equipamento existente e tendência de mercado	06
4-1-1 Consumo de café no mundo	06
4-1-2 Consumo de café no brasil	06
4-1-3 Tipos de café	07
4-2 Máquinas de café	08
4-2-1 Máquina de café expresso	08
4-2-2 Máquina de café tradicional	11
4-2-3 Máquina de café em capsula	12
4-2-4 Máquina de café portátil	14
5 – Metodologia de operação	15
6 - Elaboração do funcionamento da máquina	18
6-1 Descrição técnica de funcionamento conforme esquema.	18
6-2 Características dos componentes da máquina.	21
6-2-1 Reservatório térmico R2 de pressão constante.	21
6-2-2 Reservatório de aquecimento R1.	21
6-2-3 Válvulas solenoides V1 e V5	22
6-2-4 Válvulas V3 e V4	22
6-2-5 Válvula V2	22
6-3 Frontal da máquina com sinais emitidos.	23
6-4 Sistema de moedas.	23
6-5 Calculo de volume, vazão, pressão, peso e análise.	25
6-6 Valores aceitos na máquina.	27
6-7 Circuito Desenvolvido no Proteus.	28
6-8 Fluxograma	29
7 - Conclusão	34
8 - Propostas futuras	35
9 - Referência bibliográfica	36
9-1 Índices das figuras	37
10 - Anexos	38

## 1- OBJETIVO:

Projetar máquinas de venda automática de café, criando um equipamento barato, simples, prático que facilite e incremente o consumo do produto em qualquer ambiente e que seja de fácil acesso para todas as pessoas.

Este projeto pretende propor métodos para suprir a deficiência das máquinas já existentes por proporcionar melhorias de economia, tempo de preparo e proporção da quantidade desejada. Utilizando um sistema simples e prático para usar o equipamento.

Esta proposta estudará os modelos já existentes das máquinas e dará grande abrangência a um campo ainda pouco explorado dentre o segmento que é o café tradicional previamente preparado e armazenado em reservatórios térmicos, e que posteriormente poderá ser utilizado em máquinas com módulos compartimentados onde cada uma conterá um produto específico a granel, como por exemplo leite, sucos, refrigerantes, caldo de cana, água de coco etc.

## 2- RESUMO:

Será desenvolvido um sistema de controle para máquinas automáticas de café visando o aperfeiçoamento dos sistemas existentes capaz de fazer o café tradicional de forma a manter a sua qualidade processando a bebida por mais vezes e mantendo-a em um pequeno reservatório para vendê-la de forma automatizada. Para isto será utilizado um dispositivo eletrônico que irá controlar todo o processo, juntamente com características já empregadas nas máquinas de café expresso. A máquina terá autonomia para fazer café por até 4 vezes reconhecendo a necessidade de novo processamento de acordo com o consumo, de forma que seja preciso uma única reposição e limpeza diária.

O projeto também consiste em controlar o tempo em que a válvula solenoide de liberação da bebida armazenada previamente em um reservatório térmico será mantida ligada em proporção ao valor que o usuário inserir no equipamento. O compartimento para acionamento da válvula terá pressão constante para não haver diferença em reservatório cheio ou vazio. A máquina emitirá um alerta luminoso indicando a necessidade de reposição e estará interrompido o fornecimento até que seja repostado o reservatório se as 4 estações de processamento já forem usadas.

Haverá um controlador interno de fácil utilização por meio de botão, que permitirá ajustar o valor proporcional ao volume de café para se ter maior flexibilidade quanto ao valor de venda de diferentes estabelecimentos. As operações realizadas serão informadas em um painel de “Leds” que indicará as funções principais tais como; funcionando, executando, fora de operação, valor de entrada etc. A máquina não emitirá troco devido não haver interface de comunicação com o usuário.

Não será objeto de estudo deste trabalho os sistemas já existentes de sólida aceitação que já compõem as máquinas de café tais como a identificação de dinheiro nem parte mecânica de funcionamento da máquina, embora serão apresentadas sucintamente todas as etapas que compõem a máquina para compreensão do funcionamento. Nosso foco será o desenvolvimento do sistema eletrônico de controle da máquina com suas melhorias.

Esse dispositivo eletrônico vai conter a lógica de programação, com a descrição do hardware com os componentes necessários para serem montados em uma placa eletrônica com os comandos de potência para execução das tarefas da máquina.

### 3- INTRODUÇÃO:

O mercado do café já possui um grande potencial de consumo solidificado que permite o incremento de novas tecnologias associadas a forma de processamento da bebida. Será visto ao longo desta pesquisa as diferentes formas de processamento do café na qual serão desenvolvidas as melhorias previstas para se obter o café tradicional de forma automatizada através de um controle eletrônico que visa facilitar o consumo para os clientes e também a simplificação no manuseio para os estabelecimentos vendedores.

A tecnologia empregada no projeto pretende mesclar características já estabelecidas em máquinas mais sofisticadas de café expresso com as máquinas de café tradicional que ainda estão em um nível bem inferior de emprego de sofisticação.

Um dispositivo resistivo aquecerá a água gradativamente sempre monitorado por sensores de nível, posição e ópticos para acompanhar todo o processo. A máquina também vai conter válvulas solenoides de direcionamento dos líquidos e todo o circuito de comando para ativação através de um micro-controlador com a lógica a ser desenvolvida em linguagem C pelo software micro C.

## 4- ESTUDO BIBLIOGRAFICO

### 4-1 PESQUISA DE EQUIPAMENTOS EXISTENTES E TENDENCIAS DE MERCADO.

#### 4-1-1 CONSUMO DE CAFÉ NO MUNDO:

A pesquisa visa a venda de café por ser a bebida mais consumida no mundo após a água, o que torna viável o desenvolvimento da máquina com maior probabilidade de fabricação e aceitação pelos usuários.

Segundo o Sindicafé, o café é um dos mais valiosos produtos primários comercializados no mundo com mais de 70 países produtores. Sendo superado em valor apenas pelo petróleo, fato que o torna altamente competitivo e passível de ser estudado formas de melhorias no seu segmento. (REF. 1)

O Brasil é o maior produtor e o segundo consumidor global de café, atrás apenas dos Estados Unidos. No consumo por habitante, os líderes mundiais são Finlândia, Noruega e Dinamarca. (REF. 2)

#### 4-1-2 CONSUMO NO BRASIL:

A pesquisa inicial de observação sobre possíveis temas de projeto teve como princípio os hábitos e costumes dos brasileiros, dentre os que surgiram, o café foi um dos que mais se destacou.

A bebida em questão tem uma relação histórica com o país, visto que sua introdução foi no ano de 1727, segundo boletim realizado pelo Sebrae em 2014. Em 2009, o mercado brasileiro representava 14% da demanda mundial. De acordo com a ABIC (Associação brasileira da indústria do café), (REF. 3), o consumo interno em 2013 foi de aproximadamente, 6,4 kg/habitantes ano, ou seja, é uma quantidade extremamente significativa. Outro dado que mostra o grande acolhimento e preferência pela bebida é o crescimento exponencial de cafeterias que em 2011, contabilizava em 2500 estabelecimentos. Dentre as regiões brasileiras, o Nordeste se destaca por seu vasto consumo de café. Uma pesquisa da Associação Brasileira da Indústria do Café aponta que cada brasileiro consome, em média, 83 litros da bebida por ano. (REF. 4)

#### 4-1-3 TIPOS DE CAFÉ:

Com o passar dos anos o café foi evoluindo e dando forma as várias derivações, hoje é possível beber vários tipos de café adicionando outros ingredientes como leite, chocolate, noz moscada, canela em pó, entre outros. (REF. 5)

O vasto crescimento de venda de cafeteiras e de café expresso proporciona ao consumidor uma carteira de bebidas que antes só poderia ser apreciada em locais específicos. Atualmente, estes “novos” cafés são vendidos em capsulas e saches em mercados, lojas de conveniência e lojas especializadas.

Os cafés gourmet (denominação bastante utilizada) mais consumidos no Brasil são: **Cappuccino, Latte, Mocaccino**, e os cafés gelados que “caíram” no gosto brasileiro devido a sua combinação com o forte verão. Existem também várias outras nomenclaturas de cafés que basicamente mesclam os ingredientes citados anteriormente criando uma diversidade de bebidas, tais como: americano, panna, duplo, cortado, lágrima, breve, mocha, irlandês, caramel, havaiano, amaretto, árabe, caribenho, submarino etc. (REF. 6).

O **cappuccino** embora haja variações, devem ser divididos em três porções exatamente iguais de café expresso, leite e leite vaporizado. É frequente a utilização de canela, chantilly ou raspa de chocolate para dar um toque especial na bebida. Nas máquinas de café automática do Brasil, a seleção é configurada em três partes com volume bem próximas, uma de café, uma de leite e uma de chocolate. (REF. 7 e 8).

O **mocaccino** com aspecto bem semelhante aos cappuccinos, também com variações, se diferenciam pelo acréscimo extra do chocolate. Com uma quantidade de leite menor na parte superior, três partes de chocolate líquido na parte inferior seguida de uma parte de café. (REF. 8).

O **latte** que significa leite em italiano, refere-se as bebidas de café preparadas com leite. O latte é uma bebida de café expresso ou chocolate concentrado com uma quantidade generosa de espuma de leite no topo. (REF. 9).

Mesmo ainda com várias outras formas de café existentes, o café puro e tradicional feito em coador é a bebida mais consumida em todo o país fazendo parte principalmente da refeição matinal dos brasileiros onde essa refeição recebe o próprio nome do produto (café da manhã) contida em todas as classes sociais.

Hoje há cursos para instruir as pessoas sobre a melhor forma de preparação da bebida e como degustar o sabor. O site da ABIC indica os melhores cursos do país, que visam um excelente profissional para atender ao gosto do consumidor.

## 4-2 MÁQUINAS DE CAFÉ

Existem atualmente uma enorme variedade de máquinas de preparo de café e para melhor avaliarmos suas características faremos uma divisão em quatro grupos principais expondo características e peculiaridades. Estas máquinas se subdividem em expresso, tradicionais, cápsulas e portáteis.

A análise cronológica das cafeteiras, como será visto, se apropria de nichos em latente crescimento. As categorias apresentadas têm como base o seu alto número de vendas, de acordo com as lojas de varejo como Ponto Frio e Magazine Luiza. Os modelos escolhidos partem de seus diferenciais como tipologia, ou seja, apresentam o mesmo conceito mas possuem ferramentas diferentes. As cafeteiras elétricas tradicionais apresentadas mostram uma evolução tecnológica e de materiais, mas não ousam em suas dimensões e formas. As cafeterias de cápsulas ousam nas formas e cores, a tecnologia envolvida é a mesma, o que muda é a pressão interna da máquina, ou o uso do leite como adicional. As cafeteiras portáteis trazem a novidade, a facilidade de se beber o café em situações adversas, mas ao mesmo tempo, elas trazem limitações no número de cafés. Por fim, as cafeteiras de expresso, que trazem o café profissional para dentro de casa, o café de padaria com o leite cremoso. A única dificuldade é na variação de dimensões, visto que as mesmas se mostram volumosas.

### 4-2-1 Máquinas de café expresso:

As máquinas de café expresso são as mais encontradas para venda automática de café, conforme será mostrado na pesquisa, existe uma tecnologia bem complexa e elaborada nestas máquinas para que o usuário possa desfrutar da bebida.

Estas máquinas são compostas normalmente de 1 a 20 opções de combinações de bebidas quentes onde utiliza o café como principal produto, embora também pode se obter chocolate quente, chá, leite entre outras combinações. Dentro do módulo de café encontra-se dosadores de grãos, moedores, aquecedores, pressurizadores, sistemas de posicionamentos eletromecânicos de combinação de produtos, compartimentos de estoque e de descarte e entradas de água direta ou via reservatório. Em geral possuem um sistema de interface de comunicação com o usuário orientando as etapas de pagamento e a seleção na preparação da bebida a ser selecionada.

O pagamento é feito normalmente com moedas de todos valores o qual deve ser inserido até se atingir a quantia pré-estabelecida do produto indicado podendo ou não emitir troco dependendo do tipo de máquina.

Existe uma vasta gama de fabricante deste tipo de maquinas tanto nacionais como importadas onde as últimas são bem mais encontradas. Tais maquinas podem ser vendidas ou alugadas com empresas que normalmente fornecem também os ingredientes para abastecimento da máquina e ficam encarregados de fazer manutenções e trocas das mesmas em eventuais falhas. Entre as marcas mais conhecidas de máquinas de café, destacam-se: Línea, Cube, Delonghi, Nespresso, Monarcha, Vending, Chiara Spidem, Saeco, Orion. (REF. 10 E 11).

As maquinas de café expresso já estão em um estágio bastante avançado tanto em sua composição mecânica e eletrônica que envolvem a tecnologia usada para sua fabricação, na qualidade de fornecimento do produto e principalmente pelo barateamento na fabricação devido aos vários trabalhos de aperfeiçoamentos desta maquinas ao longo de décadas de estudo e aprimoramento que culminaram em uma tecnologia bem estabelecida e com muitas opções de variedades que praticamente inviabilizam um novo incremento por já haver sido vastamente explorado todas as opções que tais maquinas podem proporcionar. Hoje em dia em maquinas mais sofisticadas já se pode fazer pagamentos com cartão, onde há interação com sistemas bancários selecionando um grande leque de opções que podem variar o valor de cada produto.

A máquina de expresso tem um sistema que força a passagem de um jato de água quente, em alta pressão, por uma massa compacta de pó de café bem fino. A grande diferença entre o café expresso e o coado tradicional é que neste último a água quente atravessa o coador movido apenas por seu próprio peso, enquanto no expresso a água pressurizada produz um café mais forte, denso e espumante, que muitas pessoas acham superior ao café coado. “Para ser bom mesmo, um expresso depende dos três aspectos: a Mistura, a Máquina e a Mão”, diz o engenheiro Osmar Luiz Pecchio, que há 20 anos trabalha numa fábrica brasileira de máquinas de expresso. A “mistura”, no caso, é o café propriamente dito, que deve ter uma combinação correta de diversos tipos de grão.

A “máquina” tem que ser bem regulada para dosar a quantidade de pó e comprimi-lo na medida certa. O expresso surgiu em 1901, quando o industrial italiano Luigi Bezerra pensou em um método para diminuir a “pausa para o cafezinho” de seus funcionários. Ele desenvolveu uma máquina que usava água pressurizada em uma caldeira para atravessar o pó, deixando o café pronto mais rápido – daí o nome “expresso”.

Esquema de funcionamento:

Água usada na bebida é comprimida a até 9 atmosferas e passa por um filtro antes de entrar na máquina, para eliminar qualquer sabor indesejável. O manômetro permite conferir a pressão tanto da caldeira como da água que sai da bomba elétrica e é usada na bebida. Esta última deve ficar entre 8,5 e 9 atmosferas para se ter um café saboroso. A água filtrada entra na bomba elétrica, de onde sai em alta pressão e é dividida em duas: uma parte enche a caldeira de aquecimento e a outra servirá para fazer o café. Quando a máquina é ligada, parte da água enche essa caldeira de cobre até um certo nível, deixando espaço para o vapor que vai se acumular. Uma resistência elétrica aquece a água. Termostatos regulam a temperatura do vapor, que deve ficar em torno de 119°C.

A água para fazer a bebida circula em tubos de metal, que passam pela caldeira, onde o líquido é aquecido a 90°C. Quando se aperta um botão, parte dessa água sai rumo ao grupo de extração, onde fica o pó de café. No pequeno compartimento de extração removível se põe e comprime o pó de café, inserindo-o depois na máquina.

Pode-se usar a saída do tubo de água para se obter água quente, sem café, para fazer chá, por exemplo. O tubo de vapor também chamado de “Capuccinador”, permite extrair vapor diretamente da caldeira. Ele é em geral usado para borbulhar o leite, fazendo a espuma do cappuccino. (REF. 12)



Figura 01: Modelo esquemático da máquina de café expresso marca Pavoni.

#### 4-2-2 Máquinas de café tradicionais:

Estas máquinas utilizam o mesmo processo de fabricação do café tradicional consumido em todo o país, onde a água é aquecida até o ponto de ebulição e em seguida derramada sobre o coador contendo o café moído e torrado onde se filtra todos os resíduos sólidos e não solúveis do café, e obtém-se a bebida de café quente que é armazenada em um reservatório térmico para conservação das propriedades e sabor por período maior.

Este modo de se preparar o café é um dos mais econômicos pois necessita de uma única fervura de água que não necessita de ser de forma abrupta como é o caso das máquinas de café expresso, e também da mesma forma precisa de uma única limpeza e retirada de resíduos podendo a filtragem ser feita por meio de coador descartável não precisando de limpeza, ou mesmo por coador de pano que pode ser reutilizado a cada preparo do café.

Além de ser a forma mais utilizada pelas famílias brasileiras, existem empresas que produzem máquinas de preparo do café com este princípio para uso industrial e comercial. Estas máquinas são comuns de serem encontradas em padarias, lanchonetes e postos de gasolina, onde o café é vendido em doses de aproximadamente um copo de 200ml. Embora esta seja a forma mais comum de se vender o café, basicamente toda processo de venda ainda é manual onde o cliente solicita o café e então o comerciante do estabelecimento enche o copo de café manualmente aguardando o período a ser completado, serve o cliente e então é feito o pagamento do mesmo.

Mediante este fato foi observado a oportunidade ou mesmo necessidade de automatização da forma de venda deste produto como já é comum em máquinas de café expresso, porém ainda pouco comum com o café tradicional armazenado termicamente. Essa proposta de automatizar o processo de venda será um dos desafios deste trabalho que visa a melhoria no âmbito de economia de tempo e a praticidade de se obter o café e com mais conforto. Será utilizado todo conhecimento existente das máquinas de café expresso para empregar nessa proposta afim de satisfazer uma demanda ampla e com altíssima expectativa de aceitação pelo consumidor que já faz uso de dispositivos e máquinas automáticas similares ao que se pretende construir, como é o caso das máquinas de refrigerantes, livros, chocolates, eletrônicos etc. presente em estabelecimentos públicos e privados tais como metro, rodoviárias, aeroportos, shoppings e demais lojas específicas.



Figura 02: Máquina de café tradicional da empresa Monarcha.

#### 4-2-3 Máquinas de café em capsulas:

Dados apresentados na semana internacional de café que ocorreu em setembro de 2016 em Belo Horizonte MG, mostram que nos próximos 10 anos, os equipamentos em capsulas (ou Monodose) deverão representar de 20% a 30% do mercado consumidor do grão que hoje não passa dos 3%.

Em 2014 somente 8 empresas ofereciam café em capsulas no Brasil. Já em 2015 esse número passou para mais de 70 marcas nacionais segundo a associação brasileira da indústria do café (Abic). E novas marcas continuam surgindo. As vendas em valor das cápsulas em 2015 alcançaram R\$ 1,4 bilhão, com estimativa de que atinjam R\$ 2,96 bilhões em 2019. (REF. 13).

A empresa suíça Nespresso foi a pioneira no Brasil nessa categoria desde 2006, e permaneceu sozinha no mercado por um bom tempo, o que lhe rendeu a predominância no segmento. A maioria das cápsulas de café hoje são compatíveis com as máquinas desta empresa exceto algumas que tem fabricação própria.

Uma cafeteira em cápsulas funciona a partir da pressão, como as cafeteiras expresso, a medida certa do pó e o gerenciamento da água que vem aquecido do reservatório são feitos automaticamente. O café cai na xícara e a cápsula, depois do uso, é descartada sem sujeira.



Figura 03: Máquina de café em cápsulas de empresa Arno com cápsulas de café da marca Dolce Gusto.

#### 4-2-4 Máquinas de café portáteis:

Trata-se de um mini expresso, um pequeno dispositivo que funciona através de um sistema de bombeamento, onde a água quente passa sob pressão pelo pó de capsulas prontas ou grãos já moídos.

A água já deve estar previamente aquecida e em seguida deve ser inserida no equipamento, e a partir de um movimento manual a água é pressurizada para percorrer o café para assim então se obter uma quantia de aproximadamente 50 ml da bebida variando conforme a capacidade de cada modelo.

Este equipamento é fácil de ser transportado, pois possui pequenas dimensões que não ultrapassam 20 cm e pesando menos de 500gr e com preço muito atraente aos consumidores que procuram o café mesmo sob situações adversas. Embora de fácil e pratica utilização está limitada a pequenas quantidades.



Figura 04: Máquina de café portátil da marca Minipresso.

## 5 – METODOLOGIA DE OPERAÇÃO:

Conforme foi observado na pesquisa inicial, existe uma tecnologia bem elaborada nas máquinas de café expresso que lhe conferem um diferencial em relação as demais máquinas existentes, seu potencial vastamente explorado fez existir uma grande concorrência entre várias empresas que investiram em melhorias de suas máquinas proporcionando uma grande quantidade de opções e variedades neste segmento.

No entanto, comparando as máquinas de café expresso com as demais máquinas existentes, observa-se uma enorme desproporção em relação a quantidade de tecnologia e investimento empregados para a qualidade do café. Além do mais, a quantidade do consumo do café tradicional em relação ao expresso é muito maior e bem mais popular entre os brasileiros.

Ao analisar detalhadamente a relação de consumo x tecnologia entre as máquinas de expresso x tradicional, é notado uma relação inversamente proporcional, ou seja, o tradicional tem um alto consumo e uma tecnologia bem menor empregada, enquanto as máquinas de café expresso representam um consumo bem menor, mas com uma tecnologia muito mais sofisticada. Ambas possuem um consumo relevante para projeção de investimentos no segmento, o que já não é tão representativo nos casos atualmente das capsulas e portáteis que se restringem a uma fatia de mercado mais reduzida.

Mediante a análise dos fatos, é visto claramente a necessidades de maior sofisticação nas máquinas de café tradicional devido ao seu alto consumo e ao grande potencial de crescimento de emprego de tecnologia. O segmento de máquinas automatizadas de venda de café na forma tradicional ainda é pouco explorado, o que leva o estudo da possibilidade de explorar esse campo que ainda permite ser aplicada uma tecnologia diferenciada do mercado atual com os parâmetros já disponíveis das máquinas de café expresso que se encontram saturadas devido sua grande diversidade.

Uma deficiência encontrada nas máquinas de café tradicionais para venda do produto é o grande período que ele fica armazenado nos grandes reservatórios térmicos sendo reaquecido por várias vezes fazendo com que o sabor do produto seja depreciado. Isto acontece porque os comerciantes querem ter o trabalho de preparar o produto uma única vez, então fazem uma grande quantidade para todo o período do dia e armazenam no reservatório. Isto causa uma grande perda da qualidade do café nos fins do estoque. Uma solução proposta para esse problema será o processamento da bebida em uma máquina por mais vezes e em quantidades menores suficientes para períodos curtos sem que seja necessária sua reposição a cada processamento garantindo sempre um café com maior qualidade para os consumidores.

Tomando por parâmetro as máquinas de café expresso, verifica-se que para fabricação de um copo de café por vez, aumenta o uso da máquina tornando-a mais propensa ao desgaste, e conseqüente menor vida útil. Então a ideia de

preparar uma quantidade de café suficiente para a demanda no período em que será vendido o café, irá reduzir drasticamente os casos de manutenção das máquinas e vai lhe conferir maior durabilidade, proporcionando maior credibilidade para obtenção pelos estabelecimentos.

Outro benefício que também pretende-se resolver será a necessidade de a máquina ter diariamente uma única reposição dos produtos e também com uma única limpeza, trazendo maior comodidade aos estabelecimentos vendedores sem perdas de tempo desnecessária e com menores preocupações em relação a qualidade do café.

A Inovação na forma de servir o café tradicional de forma automatizada pretende revolucionar este segmento pois até então esta alternativa estava restrita a forma manual de obtenção do produto sendo um diferencial com alta expectativa de mercado no consumo do café.

Aliado a possibilidade de comprar qualquer quantidade com qualquer valor proporcional, facilitará ainda mais aos consumidores aderirem ao seu uso, pois em comparação com as máquinas de expresso, elas só funcionam com valores já estabelecidos enquanto nesse projeto serão aceitos valores quebrados em centavos emitindo quantidades proporcionais a partir de valores menores, por exemplo porção de 85 centavos oriundas da soma de moedas de 10, 25 e 50 centavos. E isto incentivará o fornecedor a usar a máquina pois não precisará trocar o seu dinheiro para inserir na máquina como acontece hoje nas máquinas de expresso.

Em uma Comparação nos valores do café expresso x tradicional, é visto que o tradicional possui valor bem menor fazendo que seu consumo seja bem mais atraente, e também o estabelecimento terá margens de lucro maiores na comparação das mesmas pois não necessita que o café utilizado seja fidelizado ao fornecedor da máquina deixando a seu critério qual tipo de café usar de acordo com o gosto de seus clientes.

Além de proporcionar uma economia de tempo do cliente na compra do produto pois o mesmo já estará pronto para consumo no reservatório tendo somente de aguardar o tempo para completar a porção desejada sem precisar aguardar o seu processamento que levaria um tempo 5 vezes maior. Isto aumentará e muito a praticidade na sua obtenção evitando filas e o mais interessante, as perdas de tempo desnecessárias.

Este trabalho terá a proposta de elaborar uma máquina capaz de processar uma quantidade de café tradicional que mantenha a qualidade por determinado tempo e também repita isso por 4 vezes durante o dia e posteriormente acumule no reservatório térmico para então ser vendido de forma automatizada em quantidade proporcional ao valor com regulagem de variação da quantidade por valor. Com isto criar um dispositivo eletrônico que controle todo o processo para garantir o correto funcionamento da máquina desde a preparação, conservação e venda.

No aspecto técnico, a máquina terá na entrada uma válvula de regulação para controlar a água a ser usada no equipamento, esta válvula será acionada por sensores de nível do reservatório de água que fará sua reposição no momento desejado. Anteriormente, essa água passará por um filtro para eliminar impurezas e gostos indesejados. Estando o reservatório de água completo, será acionada a resistência para fazer o aquecimento da água até o ponto de fervura. Esta água então fervida será direcionada por outra válvula para então coar o café que estará na câmara preparada para fazer até 4 etapas deste processo. Esta câmara será composta de 4 recipientes onde deverá ser colocada previamente o filtro e o café na dosagem desejada, cada recipiente será usado uma vez sendo descartado ao final da utilização de todos os recipientes. Sendo finalizado de coar o café será guiado até o reservatório térmico que também conterá sensores para se determinar quando será necessária uma nova preparação da bebida.

No reservatório o café será fornecido para os clientes através de uma válvula que emitirá a quantidade de café em proporção ao valor inserido na máquina. Será criado o dispositivo eletrônico para o funcionamento da máquina de venda automática de café de volume proporcional ao valor inserido por meio de moedas. Poderá ser usada qualquer moeda e quantas vezes o usuário quiser para se obter a quantidade de café desejada.

Esta válvula consiste em controlar o tempo em que a válvula solenoide de liberação do líquido (café) armazenado previamente em um reservatório térmico será mantida ligada em proporção ao valor que o usuário inserir no equipamento. O compartimento para acionamento da válvula terá pressão constante pré-estabelecida por meio de um mecanismo que será visto posteriormente para não haver diferença em reservatório cheio ou vazio. A máquina emitirá um alerta luminoso indicando a necessidade de reposição e estará interrompido o fornecimento até que seja repostos os insumos.

Cada moeda inserida vai ser alocada em um local pré-estabelecido mecanicamente para então serem ativados os sensores que emitiram sinal para o dispositivo processar a informação. A máquina não emitirá troco devido não haver interface de comunicação com o usuário. As operações realizadas bem como os valores inseridos, serão informados em um painel de "Leds" que indicará as funções principais tais como; funcionando, aguardando, fora de operação, valor de entrada etc.

O dispositivo eletrônico que irá controlar todo o processo será desenvolvido e vai conter a lógica de programação, com os componentes necessários, com os comandos de potência para execução das tarefas da máquina. Haverá um controlador interno de fácil utilização por meio de botão, que permitirá ajustar o valor proporcional ao volume de café para se ter maior flexibilidade quanto ao valor de venda de diferentes estabelecimentos.

## 6 – ELABORAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA:

### 6-1 Descrição técnica de funcionamento da máquina.

Inicialmente ao ligar a máquina os sensores S2 e S4 irão detectar que os 2 reservatórios R1 e R2 estão vazios, então será acionada a válvula V1 para que o reservatório R1 possa ser completado com água que passará pelo filtro F1 para retirada de impurezas.

Ao completar o reservatório R1 o sensor S1 vai detectar o nível e então desligar a válvula V1 e também ativar o aquecedor resistivo A1 para iniciar a fervura da água, e direcionará as válvulas V2 e V3 ao primeiro estágio da estação E1 de coagem de café.

A medida em que a água irá fervendo, ela vai passar pela primeira estação E1 que já estará repostada previamente com pó de café e filtro, assim o café pronto entrará no reservatório R2 pressionando o pistão P1 a subir com o nível do café, até acionar o sensor S3 que indicará que o reservatório já encheu. Então desligará o aquecedor A1 e fechará a válvula V2.

Nesse momento a máquina já estará apta para vender o café através da válvula V5 que será controlada a partir da inserção das moedas, liberando o café em quantidade proporcional ao valor. O sensor S2 também será acionado pois a água do reservatório R1 abaixará, mas até então nenhum comando será acionado. Ele terá função de segurança para não permitir o funcionamento do aquecedor sem água no reservatório R1.

De acordo que for vendendo o café, o nível do reservatório R2 vai abaixar até acionar o sensor S4, indicando que é preciso fazer o café novamente. Então ao detectar o sensor S4 vazio reiniciará todo o processo. Porém agora as válvulas V2 e V3 serão direcionadas ao segundo estágio da estação E1. A válvula V4 copiará as posições da V3, sendo a V2 que guiará o líquido até elas.

Sucessivamente no terceiro processo será direcionado ao terceiro estágio e no quarto processo ao quarto estágio. Posteriormente ao quarto processo a máquina não mais terá compartimento disponível para fazer novo café, então ao esvaziar o reservatório R2 a máquina emitirá um alerta de fora de operação até ser feita nova reposição dos insumos para reiniciar todas as operações.

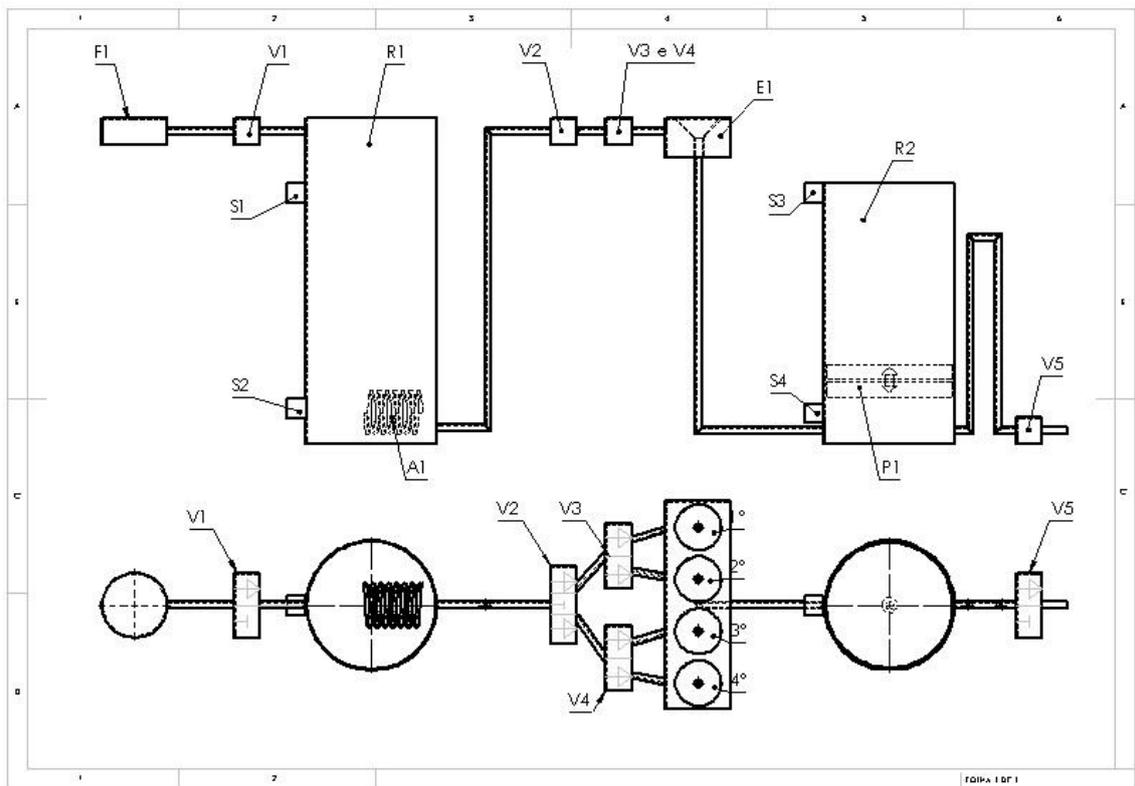
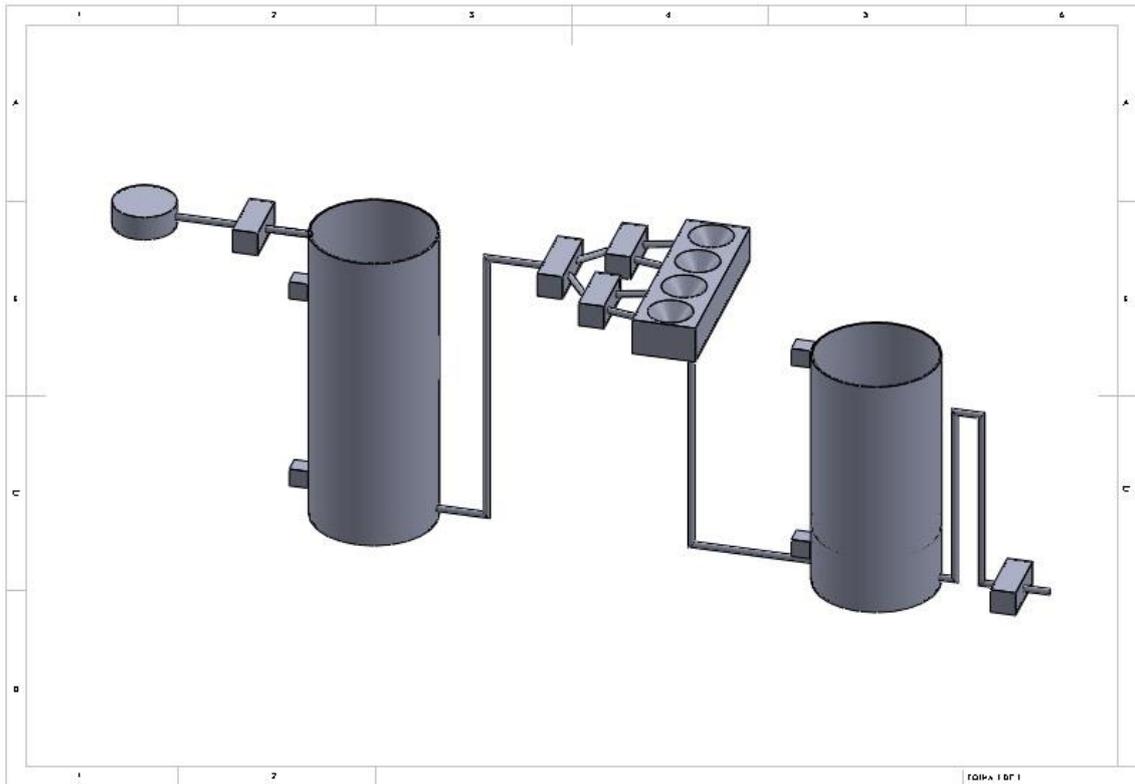
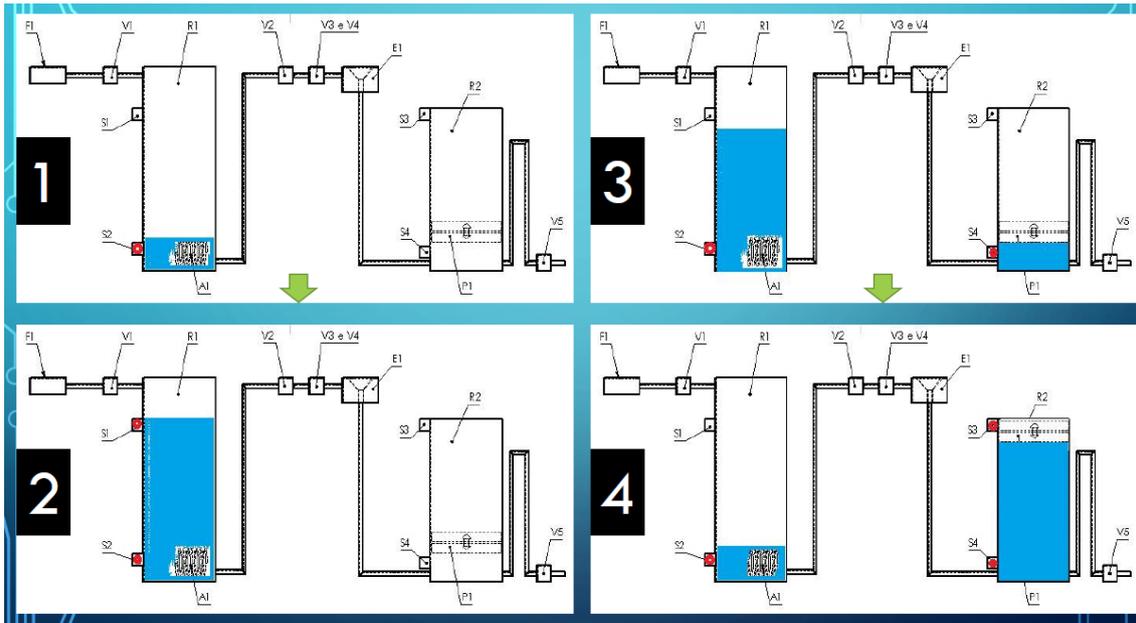


Figura 05: Esquema de funcionamento da máquina de venda automatizada de café tradicional.



Legenda dos símbolos representados:

F1: filtro de carvão ativo

V1: válvula solenoide 2 vias 2 posições (aberto/fechado)

R1: reservatório de aquecimento

S1: sensor de nível cheio

S2: sensor de nível vazio

A1: aquecedor resistivo

V2: válvula solenoide 3 vias 3 posições (fechado/direito/esquerdo)

V3: válvula solenoide 3 vias 2 posições (direito/esquerdo)

V4: válvula solenoide 3 vias 2 posições (direito/esquerdo)

E1: estação de coar o café com 4 estágios

S3: sensor de nível cheio

S4: sensor de nível vazio

R2: reservatório térmico de pressão constante para armazenamento do café

P1: pistão móvel de controle de pressão

V5: válvula solenoide 2 vias 2 posições (aberto/fechado)

## 6-2 Características dos componentes da máquina.

### 6-2-1 Reservatório térmico R2 de pressão constante.

Conforme visto no desenho esquemático, o reservatório R2 possui um pistão móvel P1 que acompanha o nível do café dentro do reservatório. Este pistão possui a função principal de manter a pressão constante no reservatório segundo a expressão  $P=F/A$  (pressão é igual a força sobre a área). Ele funcionará como um embolo de um cilindro hidráulico e com o peso de seu volume criará uma força constante pressionando o café para baixo. O pistão movimentará no reservatório em movimento vertical deslizando por anéis de borracha que garantirão a vedação.

Outra vantagem deste mecanismo desenvolvido para o projeto é a vedação hermética que o café ficará confinado, pois não entrará em contato com o ar dentro do reservatório evitando perda de calor por contato e mantendo as características por maior tempo preservando a qualidade. A parte superior terá um respiro para evitar pressão extra no reservatório e uma tampa roscada para limpeza do equipamento.

Devido o reservatório funcionar como uma garrafa térmica e ter o mecanismo do pistão melhorando este quesito, será economizada a utilização de reaquecimento mantendo o café em temperatura de consumo sem gasto de energia para isto. O reservatório possuirá isolamento térmico com o ambiente sendo ele construído de aço inox como os demais equipamentos já existentes que garantem a durabilidade do equipamento, revestido internamente com uma camada de vidro que maximiza a conservação térmica, isolando o meio do componente com lã de vidro.

### 6-2-2 Reservatório de aquecimento R1.

O reservatório de aquecimento R1 será 30% maior que o R2 a fim de evitar que o aquecedor resistivo contido em seu interior trabalhe sem água. Isto garantirá que a resistência sempre estará imersa na água evitando acidentes. O sensor S2 para verificação do nível vazio ficará acima do nível da resistência para garantir o correto funcionamento.

O reservatório R1 será feito de aço inox e inteiramente fechado, para suportar a pressão de aquecimento que empurrará a água no fluxo de direcionamento correto, somente com uma tampa roscada para possibilitar a limpeza de seu interior com uma válvula pressostato de segurança para excesso de pressão.

### 6-2-3 Válvulas solenoides V1 e V5

As válvulas solenoides V1 e V5 são iguais, embora funcionarão de maneira diferentes, elas possuem 2 vias, ou seja, 1 entrada e 1 saída, e somente 2 posições, aberto ou fechado. Essas válvulas são acionadas com tensão de 12 volts e com sinal positivo, ou seja, sinal 1 ligado ou aberto funcionando e sinal 0 desligado ou fechado bloqueado. V1 irá encher o reservatório R1 e V5 irá controlar a quantidade de café a ser fornecido de acordo com o valor inserido.

### 6-2-4 Válvulas solenoides V3 e V4

Estas válvulas solenoides também são iguais e simplesmente direcionais, possuem 3 vias (1 entrada e 2 saídas) e com 2 posições abertas (direita e esquerda) e operam em 12 volts e com sinal positivo 1 ligado lado direito e sinal 0 ligado lado esquerdo. Estas válvulas receberão o mesmo sinal e trabalharão simultaneamente, sendo a válvula V2 que decidirá por qual destas válvulas a água irá fluir.

Serão utilizadas duas válvulas devido o menor custo das mesmas, e por serem válvulas comerciais encontradas facilmente sem que haja necessidade de utilizar válvulas especiais para substituir por apenas uma válvula com esta função.

### 6-2-5 Válvula solenoide V2

A válvula solenoide V2 possui 3 vias, ou seja, 1 entrada e 2 saídas, e 3 posições, sendo 2 abertas (direita e esquerda) e uma fechada ao centro com retorno por mola sem o sinal. Essa válvula é acionada com tensão de 12 volts e com sinal positivo 1 ligado ou aberto funcionando lado direito e sinal 0 ligado ou aberto funcionando lado esquerdo. Quando a válvula não estiver recebendo nenhum sinal ela retornará pela mola ficando desligada ou fechada bloqueada.

### 6-3 Frontal da máquina com sinais emitidos.

Os sinais emitidos serão gerados por leds conforme mostrado no frontal. As opções de valor inserido funcionarão somente com a máquina no estado ligado, estando assim liberado para colocar novas moedas.

Durante o período em que se estiver coando um novo café a máquina estará no estado aguarde, estando pausado o fornecimento para inserir moedas.

Quando acabar o café e não mais tiver com fazer um novo então a máquina emitirá sinal fora de operação, impedindo qualquer utilização da mesma.

Ö – LIGADO (verde)

Ö – AGUARDE (amarelo)

Ö – FORA DE OPERAÇÃO (vermelho)

Valor inserido

Ö – 1 REAL (verde)

Ö – 50 CENTAVOS (verde)

Ö – 25 CENTAVOS (verde)

Ö – 10 ou 5 CENTAVOS (verde)

### 6-4 Sistema de moedas.

Será desenvolvido conforme o esquema da Figura 06, um sistema de identificação de moedas a partir do diâmetro das mesmas, associando um medidor mecânico e um sensor óptico para cada moeda. O dispositivo mecânico do tipo “passa não passa” fará a moeda parar em frente ao sensor correspondente ao seu valor e assim este emitirá um sinal para o controlador que acionará o comando do tempo de abertura da válvula de liberação do líquido. Será usado um resistor / capacitor na saída de cada sensor afim de não emitir um sinal pela simples passagem da moeda cortando o sinal por um período curto de tempo, assim o capacitor fornecerá o sinal continuamente até a moeda se alocar em seu devido lugar.

Para isso pré-estabelece um tempo estimado de 0,2 segundo, e um resistor de 100 k  $\Omega$ , e pela formula  $T = R * C$  obtém-se  $C=T/R = 0,2/ 100000 \rightarrow C = 2\mu F$ .

Após identificada a moeda, o dispositivo mecânico abrirá liberando e armazenando-a em um compartimento específico disponibilizando novamente o identificador para outra inserção de moeda.

Serão identificadas moedas de 1 real, 50 centavos, 25 centavos e 10 centavos. A moeda de 5 centavos por possuir dimensões no mesmo intervalo da de 10 centavos, será identificada como 10 centavos também, não causando prejuízo ao cliente e considerando a pequena variação da quantidade de produto que isto causará será insignificante para o fornecedor esta diferença de valor. Este inconveniente não será mostrado ao cliente, e para evitar uso de vantagem indevida, será informado que somente são aceitas moedas de 10 centavos acima.

Já existem hoje identificadores mais sofisticados que permitem ler notas e moedas e avaliar a veracidade das mesmas que podem ser usados no projeto, porém esses identificadores possuem um valor bem elevado o que justifica o fato de usar um identificador próprio que pretende simplificar todo sistema de forma satisfatória.

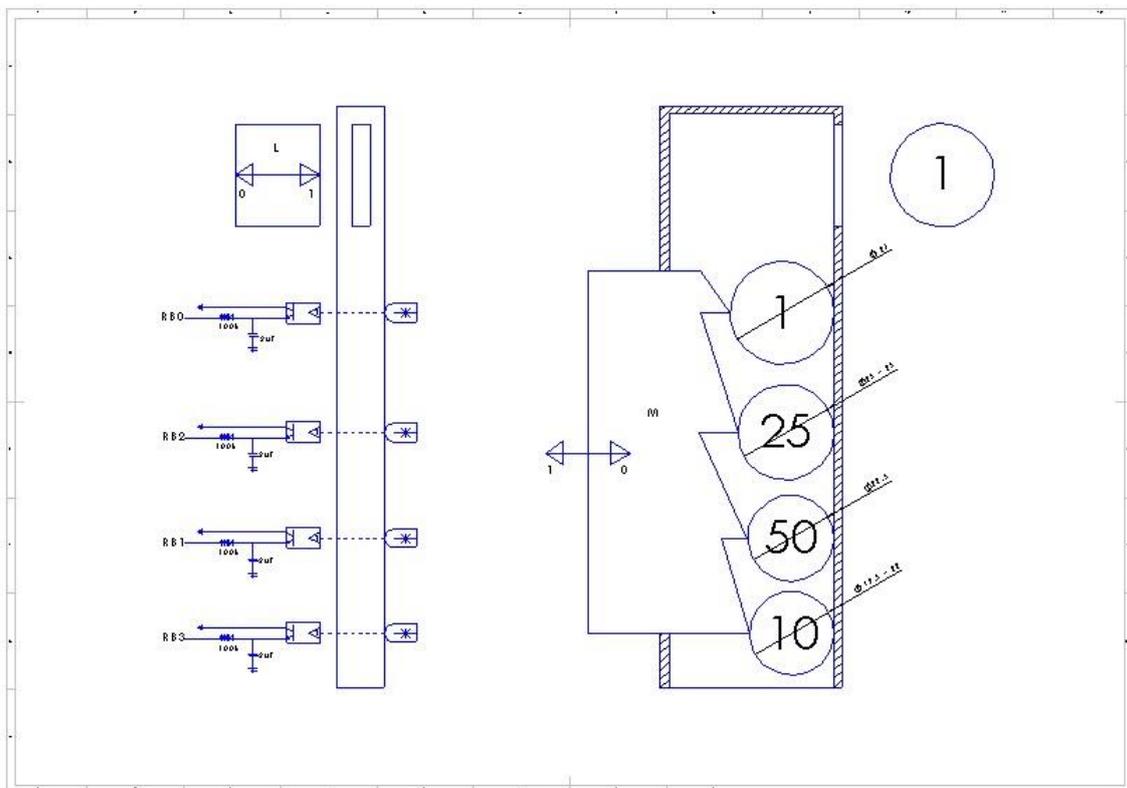


Figura 06: esquema de funcionamento de identificação de moedas.

6-5 Cálculo de volume, vazão, pressão, peso e análise.

Fica estipulado que o diâmetro interno da válvula é de 5 mm (milímetros), e que a vazão média da válvula deve ser de 20 ml/s (mililitros por segundos).

$$Vz = 20000 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$A_v$  = Área da válvula

$$A_v = \pi * R^2 \rightarrow A = \pi * 2,5^2 \rightarrow$$

$$A_v = 19,635 \text{ mm}^2 \text{ (milímetros quadrados)}$$

$D_2$  = 200 mm (diâmetro do R2 em milímetros)

$A_2$  = Área do reservatório R2

$$A_2 = \pi * 100^2 \rightarrow$$

$$A_2 = 31415 \text{ mm}^2$$

$V_v$  = velocidade na válvula

$$V_z = A_v * V_v \rightarrow 20000 \text{ mm}^3/\text{s} = 19,635 \text{ mm}^2 * V_v \rightarrow$$

$$V_v = 1018,589 \text{ mm/s}$$

$$P_1 = F / A = (M * a) / A = (M * V_v / t) / A \rightarrow P_1 = (V_z * D * V_v) / A_v$$

$$P_1 = \frac{20000 \text{ mm}^3/\text{s} * 10^{-6} \text{ kg/mm}^3 * 1018,589 \text{ mm/s}}{19,635 \text{ mm}^2} \rightarrow$$

$$19,635 \text{ mm}^2$$

$$P_1 = 1,037 \text{ kg/mm*s}^2 \rightarrow P_1 = 1037 \text{ Pa}$$

$$P_1 = P_2 \rightarrow F_1/A_1 = F_2/A_2 \rightarrow F_2 = P_1 * A_2 \rightarrow 1,037 * 31415 \rightarrow$$

$$F_2 = 32593.810 \text{ kg* mm/s}^2 * (1/1000 \text{ m}) \rightarrow F_2 = 32,593 \text{ kg*m/s}^2 \text{ (N)}$$

$$F_2 = 32,593 \text{ N} * 0.102 \rightarrow F_2 = 3,324 \text{ kgf}$$

⇒ Então a força no embolo deve ser de **3,324 kgf** aplicado no R2

A pressão dentro do sistema de venda conforme foi calculada é de 1037 Pa que equivale a aproximadamente 0,01 atm, que será chamada de pressão fixada, pressão essa muito baixa se comparado aos 9 atm necessários para fabricação do café expresso a 119 graus Celsius, o que não modifica em praticamente nada nas características de sabor do café tradicional. Comparando a sistemas de fabricação de café tradicional já existentes se observa dispositivos que utilizam a pressão de fervura próximo dos 100 graus para vencer a gravidade para fazer o café subir de um reservatório a outro para ser filtrado (ilustração em anexo).

Analisando a pressão inicial no reservatório R1, não será necessária nenhuma pressão externa no abastecimento devido o reservatório R1 possuir um respiro de ar somente durante o período de abastecimento através da válvula V1, e visto que os reservatórios R1 e R2 estão isolados pela válvula V2 que impede a troca de pressões durante esse período. Ao se completar o reservatório R1 a válvula V1 se fecha e então liga a resistência de aquecimento e somente nesse momento se abre a válvula V2 colocando os dois reservatórios em equilíbrio de pressão que inicialmente será também zero devido R2 estar vazio. Ao se ferver a água começará a haver pressão no sentido de movimentá-la de R1 para R2, e isto somente começará a ocorrer quando superar a pressão fixada em R2. Nesse instante as pressões nos dois reservatórios irão se equiparar até se completar R2 pois o peso do embolo se movimenta verticalmente a cada variação da pressão igualando-a a cada instante, feito isto a válvula V2 se fecha novamente e isola os reservatórios que estarão na mesma pressão fixada.

Após se vender todo café do reservatório R2, restará no máximo 200 ml em seu interior sobre a pressão fixada. Já no reservatório R1 quando abrir a válvula V1 para reabastecimento, a sua pressão irá zerar novamente através do respiro da válvula e também devido R1 já ter esfriado abaixando a pressão interna pois ele não é térmico.

Nesse segundo estágio de fabricação a única diferença após completar R1 e iniciar a fervura após a abertura da válvula V2 é que os no máximo 200 ml do reservatório R2 tenderão a retornar para R1, fato que não chegará a se concretizar devido esse pequeno volume não conseguir encher nem mesmo o filtro com café do segundo estágio e a tubulação de ligação. A pressão em R2 também irá zerar sem volume no reservatório e somente após o aumento da pressão de R1 irá movimentar a água para R2 superando a pressão fixada fazendo o novo café encher o R2 reiniciando todo processo.

Esta análise mais detalhada do sistema de pressão da máquina demonstra a fluidez comprovada do caminho a ser percorrido pelo líquido desde a sua entrada até a saída na venda do produto esclarecendo qualquer dúvida referente a funcionalidade do sistema.

## 6-6 Valores aceitos na máquina.

A máquina possui um botão de ajuste do valor da quantidade de café fornecido podendo os valores por litro assumir 5, 10, 15 e 20 reais, ou seja, 4 valores pré-estabelecidos conforme mostrado na tabela 01. Se não for acionado o botão para alteração de valor a máquina assume valor 1, e caso o valor ultrapassar o valor 4 ao ser acionado então o valor retornará a 1.

Além disso também existe leds no interior da máquina onde é feito o ajuste para mostrar o valor indicado conforme codificação binária sendo 1 referente ao valor 1, 2 referente ao valor 2, 3 referente ao valor 3, e diferente aos anteriores o 0 referente ao valor 4.

Vale ressaltar que o ajuste de valores somente poderá ser feito com a máquina na função ligado, ou seja, com led verde acionado, estando já com café processado para vender e apta para receber as moedas, diferente desta função, ou seja, estando a máquina em aguarde (amarelo) ou fora de operação (vermelho), mesmo que acionando o botão de mudança de valores não haverá mudança no valor e os leds indicativos permaneceram no estado inicial.

Como a quantidade fornecida por tempo é um valor fixado em 20ml/s, então as alterações de valores simplesmente interferirão no tempo em que a válvula (V5) estará acionada e permitirá fornecer qualquer valor que a máquina receber.

Mesmo a máquina tendo leds indicativos de valor inserido e estando acionado durante a operação, deve-se ter ao lado um a informação de qual valor está sendo cobrado por volume. Ex: 1,00 R\$ / 100 ml.

<b>Valor \ quant.</b>	<b>200 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>50 ml</b>	<b>20 ml</b>
<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>
<b>2</b>	<b>2,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,20</b>
<b>3</b>	<b>3,00</b>	<b>1,50</b>	<b>0,75</b>	<b>0,30</b>
<b>4</b>	<b>4,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,40</b>

TABELA 01:

<b>Quant. \ moeda</b>	<b>1,0 R\$</b>	<b>0,50 R\$</b>	<b>0,25 R\$</b>	<b>0,10 R\$</b>
<b>1</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>67</b>	<b>33</b>	<b>17</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>5</b>

TABELA 02:

## 6-7 Circuito Desenvolvido no Proteus.

A programação do código fonte no micro C está em anexo o qual foi simulado para funcionamento deste circuito com êxito em todos os testes submetidos.

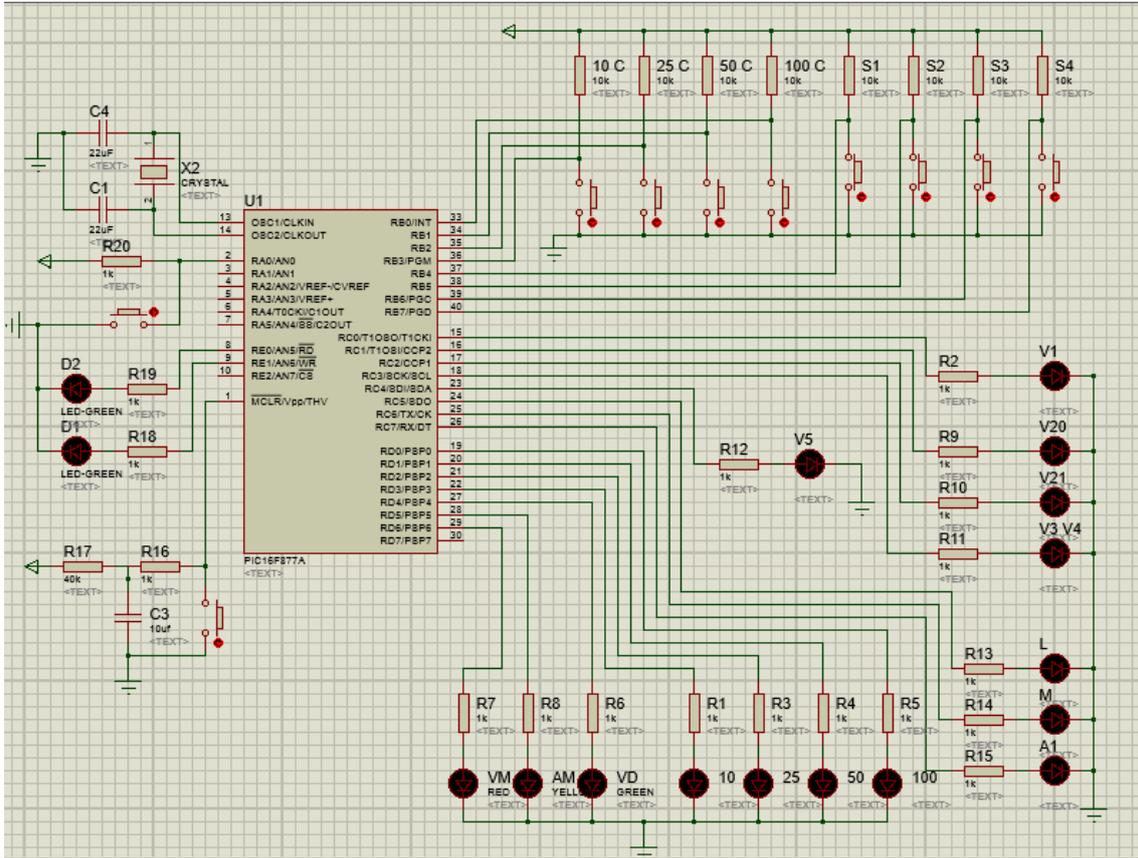
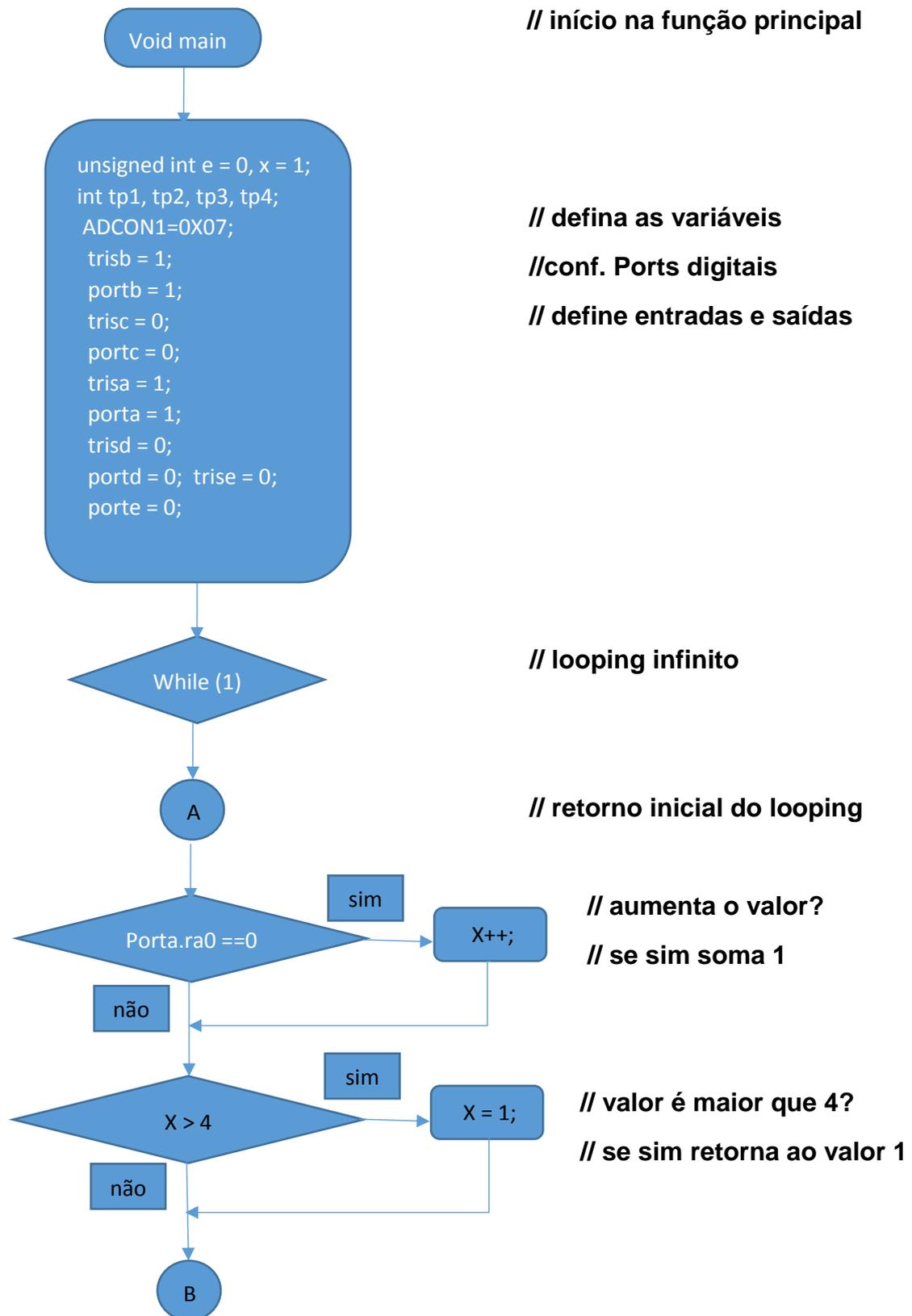
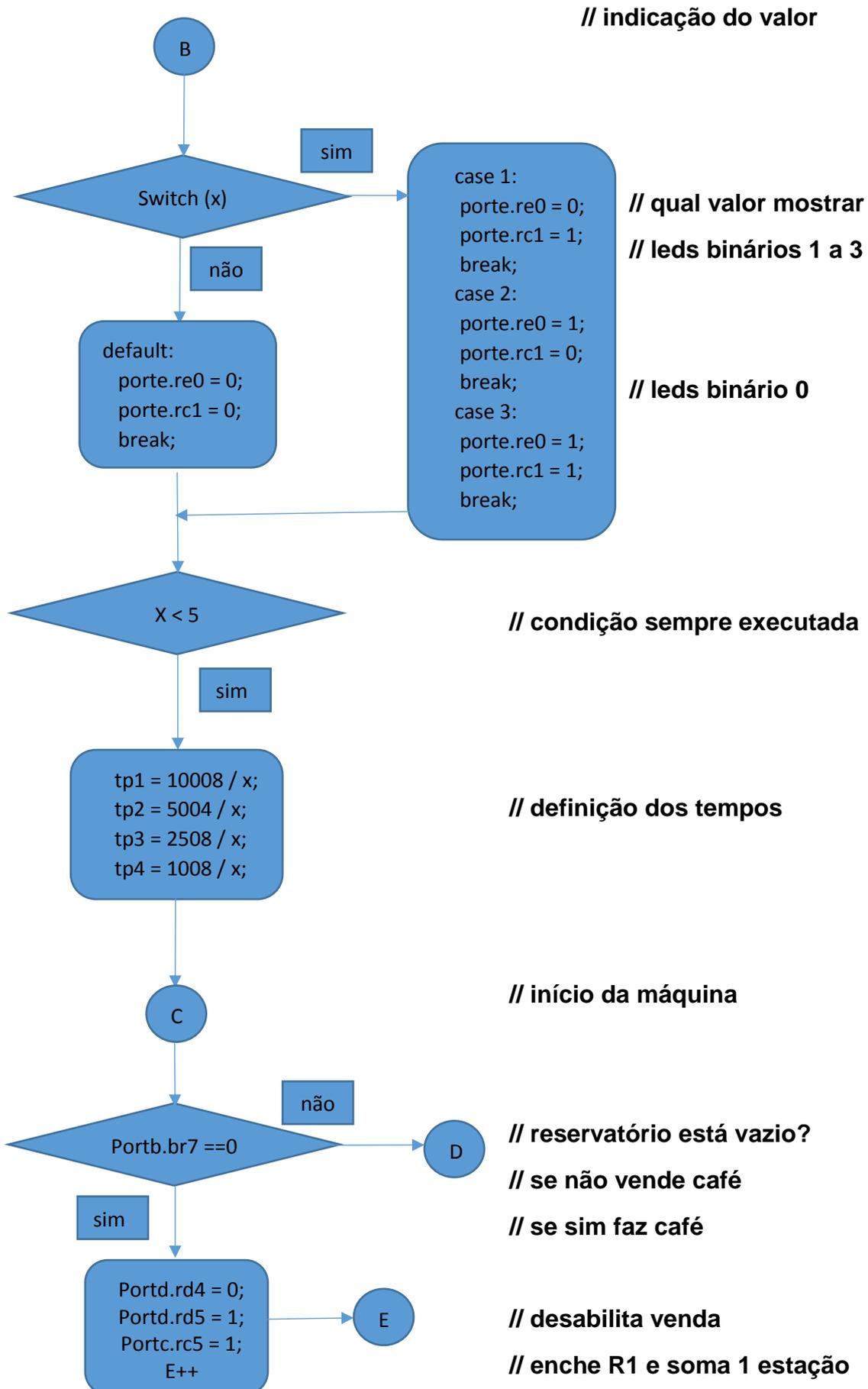


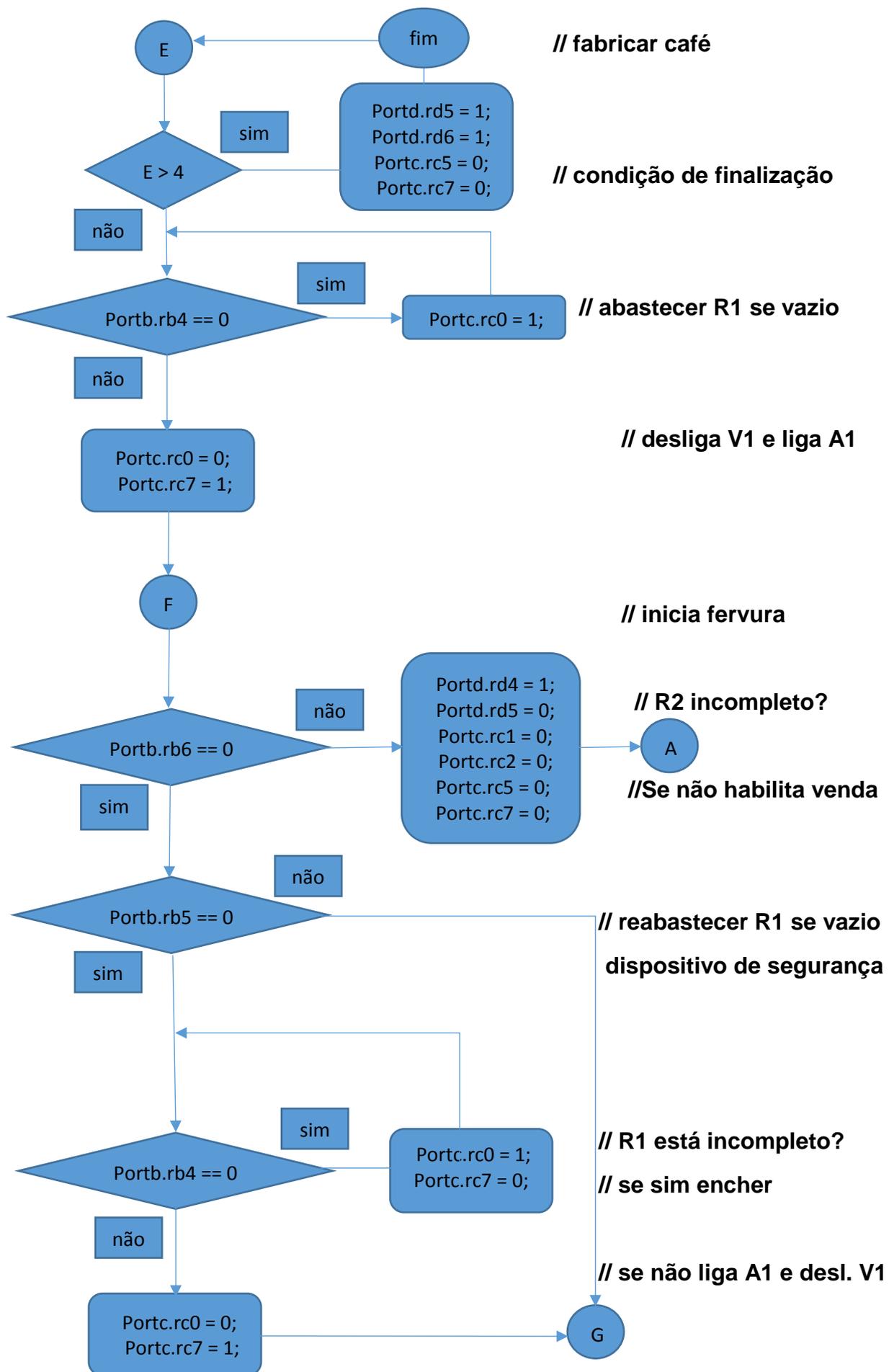
Figura 07: Circuito elétrico de funcionamento desenvolvido e simulado no proteus.

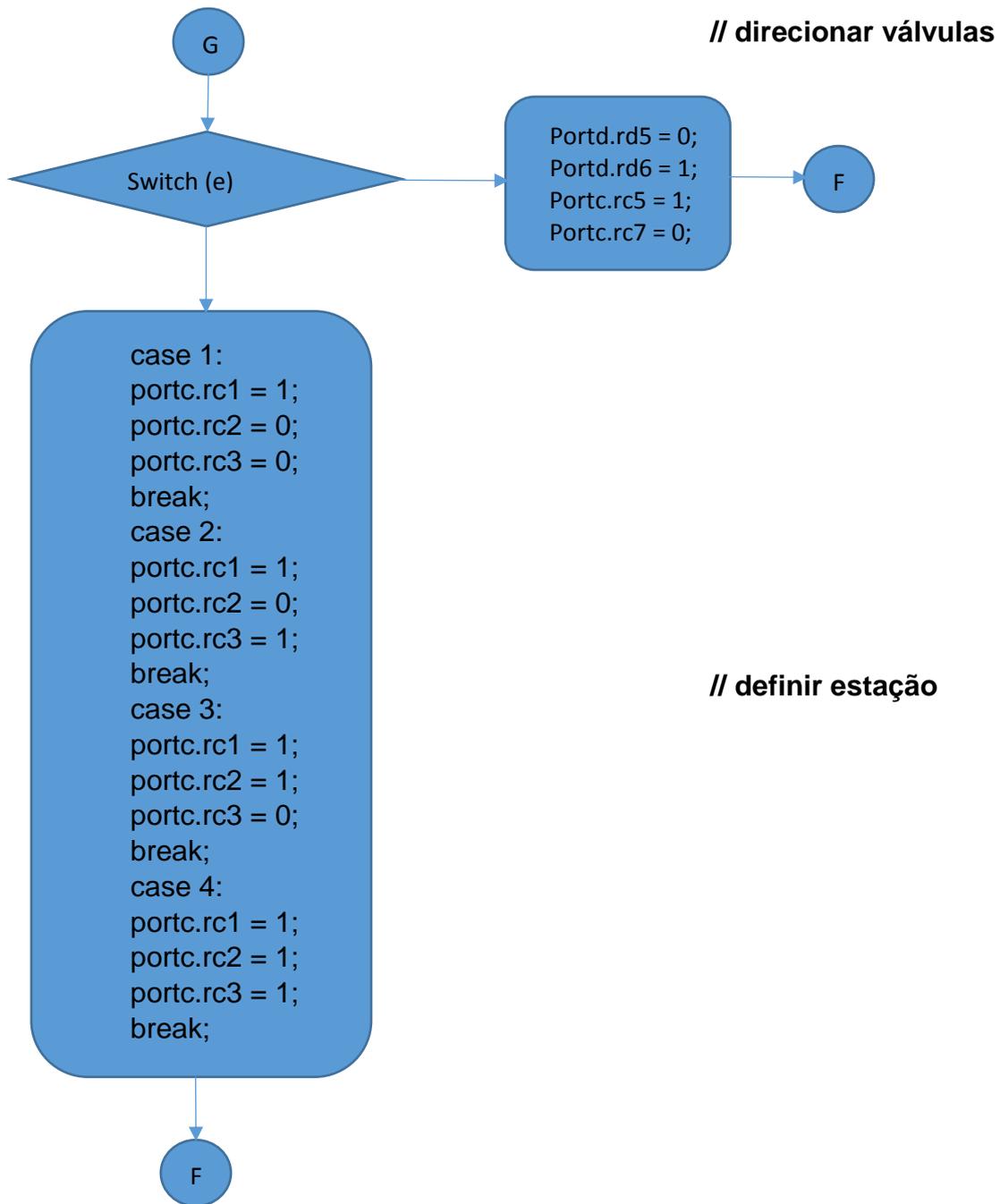
## 6-8 Fluxograma

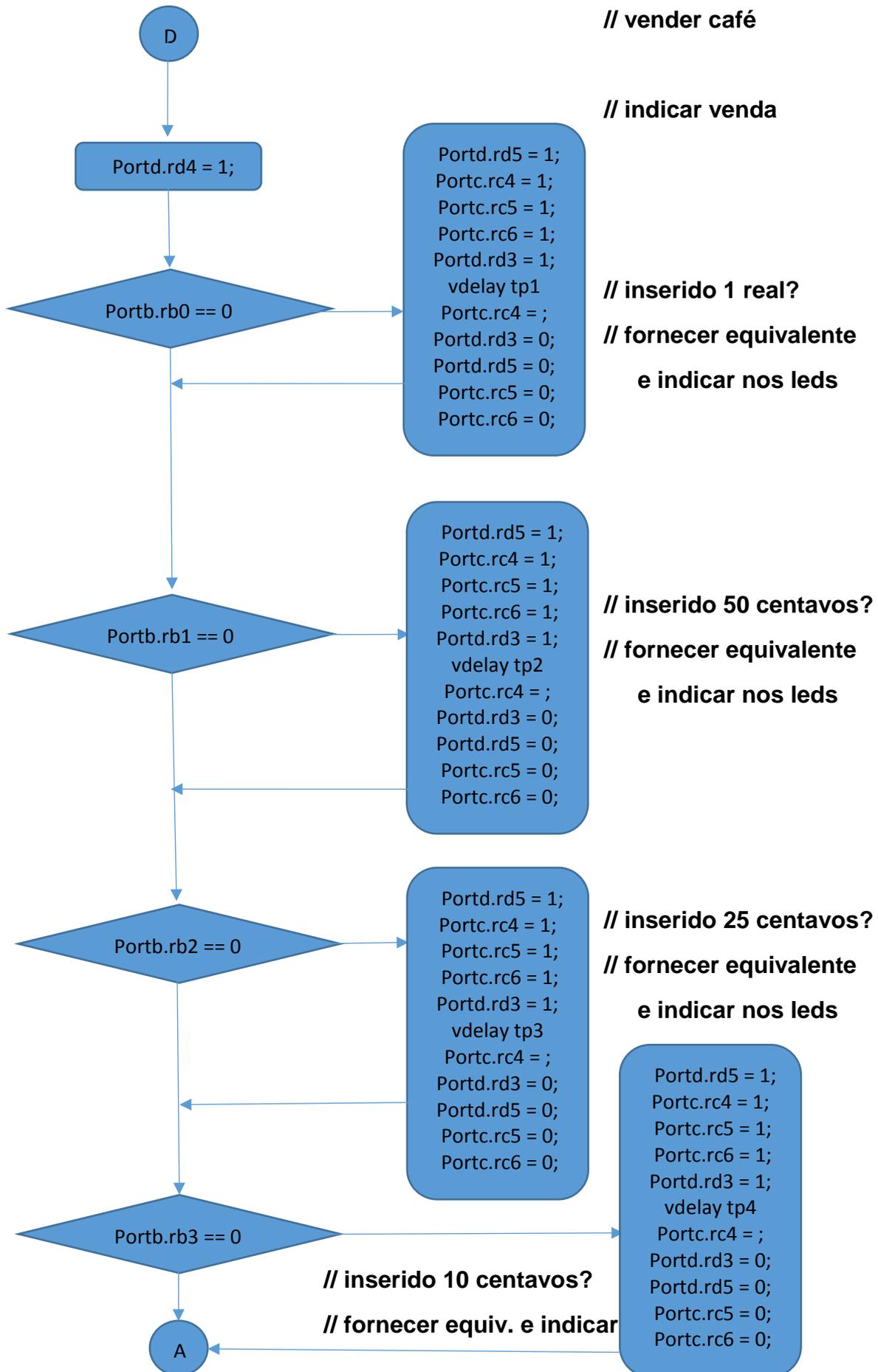
A Identificação do circuito elétrico com os ports relacionados estão em anexo.











## 7 – CONCLUSÃO:

Neste trabalho foi demonstrado a viabilidade de montagem de um projeto de máquina de venda automática de café. A simulação do sistema de controle confirmou ser possível construir uma máquina de venda automática de café de forma prática e eficiente suprimindo a deficiência identificada nos modelos existentes no mercado.

Com os resultados da simulação foi verificado a redução de tempo de fornecimento do produto e também suprida a necessidade de fabricação de novo café sempre que preciso sem que o mesmo se deteriore por longos períodos no reservatório que pode e deve variar de tamanho conforme a necessidade de cada fornecedor para que a qualidade do produto seja mantida. Esse volume do reservatório deve ser previsto para duração de 3 horas de fornecimento, totalizando 12 horas diárias com as 4 estações de fabricação.

Devido o projeto ser inovador na forma de vender e fabricar automaticamente o café tradicional, as comparações com as máquinas já existentes com outros princípios, mostrou vários benefícios tais como conservação de energia térmica com a preservação das propriedades do produto devido a redução do tempo de armazenamento, aliado à venda rápida de um produto já previamente preparado com aumento da vida útil da máquina devido a fabricação de uma só vez da quantidade de café para o período estipulado.

Para atingir este resultado o projeto utilizou muito dos conhecimentos adquiridos durante o curso de eletrônica industrial como a criação de circuitos, projetos em software, utilização sensorial, programação de controladores, dispositivos de potência, juntamente com conhecimento em aspectos mecânicos e hidráulicos básicos desenvolvidos para finalização do projeto. Este projeto tem, inclusive, a pretensão de criar as bases para o posterior desenvolvimento de um protótipo. E em uma etapa final, e dependendo dos resultados, este protótipo pode ser disponibilizado no mercado, para testes e eventualmente o desenvolvimento de um produto comercial.

Toda tecnologia envolvida no projeto foi desenvolvida com componentes de baixo custo e que possam ser encontrados no mercado brasileiro, com intuito de caso haja interesse de transformar o projeto em um produto seja possível de realizar- de forma rápida e produtiva.

O foco principal do projeto foi o desenvolvimento eletrônico do equipamento para poder também ser utilizado com outras finalidades. Nesse trabalho somente foi apresentada uma forma pela qual poderia ser viabilizado o projeto, sem ter a pretensão de quantificar esses dados devido uma futura fabricação exigir ser dimensionada de acordo com a necessidade de fornecedores variados. A parte mecânica pode sofrer várias adaptações, ficando livre a inclusão desse projeto inicial em outros trabalhos.

## 8 – PROJETOS FUTUROS:

O projeto desenvolvido serve de base para várias outras propostas de alimentos servidos de forma líquida como leite, sucos, caldo de cana, água de coco, chá e refrigerantes podendo ser associado a sistemas de refrigeração para bebidas geladas pois a conservação de temperatura já é contemplada no projeto para ambos os casos.

Uma proposta bem interessante para esse projeto seria a associação de outros compartimentos com outras bebidas para vender em conjunto num mesmo equipamento, bebidas quentes como leite, chocolate e chás. E também pode ser visto como referência para venda de combustíveis e derivados tomando os cuidados devidos, sendo um exemplar para venda automatizada dispensando os serviços de frentistas de posto que já é comum em outros países de primeiro mundo.

Aliar o projeto a sistemas já existentes de identificação de cédulas e moedas conjuntamente com pagamentos com cartões que facilitam ainda mais a utilização da máquina e viabilizam sua introdução, eliminando imprevistos mostrados no sistema de identificação proposto.

Além do controle de líquidos pela válvula a partir do valor em proporção inserida, também podem ser usados alimentos pastosos, doces, massas, desde que permitam a fluidez pela válvula precisando assim de uma pressão externa maior para empurrar o alimento. As aplicações podem ser variadas precisando apenas de adaptações para cada tipo de produto escolhido, embora o princípio de funcionamento eletrônico pode ser mantido de forma original ao projeto.

## 9 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Referência 1 – <http://sindicafe-mg.com.br/cafe-no-mundo> (acessado 08/09/17)

Referência 2 -

<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/02/06/consumo-de-cafe-do-brasileiro-bate-recorde-e-chega-a-83-litros-por-ano.htm> (acessado 11/09/17)

Referência 3 -

[www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#1910](http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#1910)  
(acessado em 08/09/17)

Referência 4 - <http://g1.globo.com/economia/pme/noticia/2013/07/empresa-de-sp-fabrica-maquina-de-cafe-com-tecnologia-100-nacional.html> (acessado em 12/09/17)

Referência 5 - <https://www.terra.com.br/culinaria/infograficos/tipos-de-cafe/>  
(acessado 11/09/17)

Referência 6 - <https://www.terra.com.br/culinaria/infograficos/tipos-de-cafe/>  
(acessado em 11/09/17)

Referência 7 - <https://en.wikipedia.org/wiki/Cappuccino> (acessado em 11/09/17)

Referência 8 - <http://www.pontodoscafes.com.br/blog/cappuccino-ou-mocaccino/> (acessado em 11/09/17)

Referência 9 - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Latte> (acessado em 11/09/17)

Referência 10 - <https://www.nespresso.com/br> (acessado em 11/09/17)

Referência 11 - <http://www.mundodastribos.com/curso-tecnico-de-manutencao-de-maquinas-de-cafe.html> (acessado em 12/09/17)

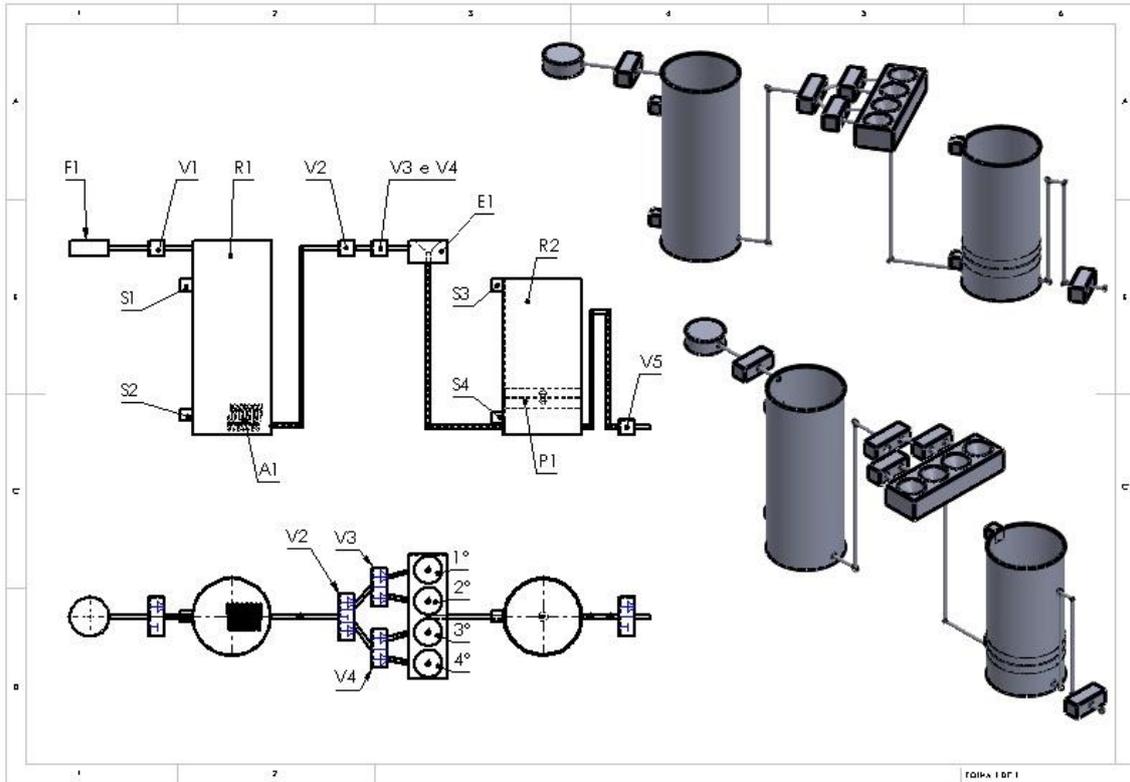
Referência 12 - <https://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-a-maquina-de-cafe-expresso/> (acessado em 11/09/17)

Referência 13 -

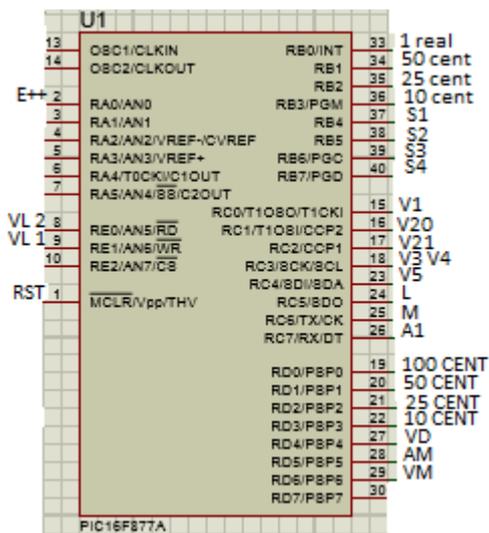
<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#segment2015.2> (acessado em 12/09/17)

9-1 Índice das figuras:	Pg.
Figura 01: Modelo esquemático da máquina de café expresso marca Pavoni.	10
Figura 02: Máquina de café tradicional da empresa Monarcha.	12
Figura 03: Máquina de café em capsulas de empresa Arno com cápsulas de café da marca Dolce Gusto.	13
Figura 04: Máquina de café portátil da marca Minipresso.	14
Figura 05: Esquema de funcionamento da máquina de venda automatizada de café tradicional.	19
Figura 06: esquema de funcionamento de identificação de moedas.	24
Figura 07: Circuito elétrico de funcionamento desenvolvido e simulado no proteus.	28

10 - ANEXOS:



Desenho de funcionamento unificado:



Identificação do circuito elétrico:

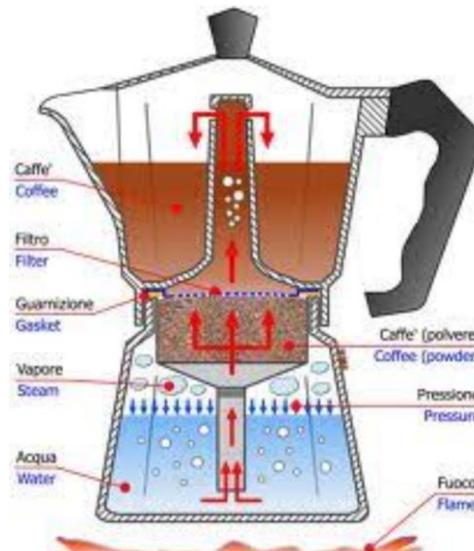


Ilustração de pressão em café tradicional:

## Programação do código fonte no micro C.

```
void main()
{
  unsigned int e = 0, x = 1, tp1, tp2, tp3, tp4;    // variáveis
  ADCON1=0X07;          //Configura pinos analógicos em digitais
  trisb = 1;            //port b entrada
  portb = 0b11111111;   //sensor moedas e sensor válvulas
  trisc = 0;           //port c saída
  portc = 0;
  trisa = 1;           //port a entrada
  porta = 1;
  trisd = 0;          //port d saída
  portd = 0;
  trise = 0;          //port e saída
  porte = 0;
  while (1)
  {
    if(porta.ra0 == 0)    //aumenta valor do café?
    {
      x++;                // aumenta 50 centavos por 100 ml
      delay_ms(400);     // cancelamento bouncing
    }
    if(x>4)               // valor máximo estourado?
    {
      x = 1;              // retorna valor mínimo
    }
    switch(x)             // mostrar valor
    {
      case 1:             // mostrar valor definido 1
        porte.re0 = 0;    // acende led 1 binário
        porte.rc1 = 1;
        break;
    }
  }
}
```

```

case 2:          // mostrar valor definido 2
    porte.re0 = 1; // acende led 2 binário
    porte.rc1 = 0;
    break;
case 3:          // mostrar valor definido 3
    porte.re0 = 1; // acende led 3 binário
    porte.rc1 = 1;
    break;
default:        // mostrar valor definido 4
    porte.re0 = 0; // acende led 0 binário
    porte.rc1 = 0;
    break;
}
if (x<5)        // sempre executar
{
    tp1 = 10008 / x; //tempo para 1 real
    tp2 = 5004 / x; //tempo para 50 centavos
    tp3 = 2508 / x; //tempo para 25 centavos
    tp4 = 1008 / x; //tempo para 10 centavos
}

while (portb.rb7 == 0) //S4 reservatório está vazio?
{
    {
        portd.rd4 = 0; //Verde off
        portc.rc5 = 1; //fecha L
        portd.rd5 = 1; //liga aguarde amarelo
        e++; //incremento 1 em e
    }
    if( e>4) // Desligar
    {

```

```

while(e>4) // looping Desligado
{
    portc.rc7 = 0; //A1 off
    portc.rc5 = 1; //L fechado
    portd.rd6 = 1; //vermelho ligado
    portd.rd5 = 0; //aguarde desligado
}
}

while (portb.rb4 == 0) //Confere S1 r1 esta vazio?
{
    portc.rc0 = 1; //V1 on
}

portc.rc0 = 0; //V1 off
portc.rc7 = 1; // A1 aquecedor on

while (portb.RB6 == 0) //Sensor S3 de r2 está incompleto?
{
    if(portb.rb5 == 0) //S2 r1 ta vazio
    {

        while (portb.rb4 == 0) //Confere S1 r1 está vazio?
        {
            portc.rc0 = 1; // V1 on
            portc.rc7 = 0; // A1 aquecedor off
        }

        portc.rc0 = 0; //V1 off
        portc.rc7 = 1; //A1 aquecedor on
    }
}

switch(e) //válvulas
{
    case 1: // E1
        portc.rc1 = 1;

```

```

portc.rc2 = 0;
portc.rc3 = 0;
break;
case 2:          //E2
portc.rc1 = 1;
portc.rc2 = 0;
portc.rc3 = 1;
break;
case 3:          //E3
portc.rc1 = 1;
portc.rc2 = 1;
portc.rc3 = 0;
break;
case 4:          //E4
portc.rc1 = 1;
portc.rc2 = 1;
portc.rc3 = 1;
break;
default:        // Desligar
portc.rc7 = 0;  //A1 off
portc.rc5 = 1;  //L fechado
portd.rd6 = 1;  //vermelho ligado
portd.rd5 = 0;  //aguarde desligado
break;
}
}
portc.rc1 = 0;  //V20
portc.rc2 = 0;  //v21
portc.rc7 = 0;  //desliga aquecedor A1
portc.rc5 = 0;  //compartimento de moeda L aberto l
portd.rd5 = 0;  //Aguarde desligado

```

```

    portd.rd4 = 1;    //verde ligado
}

        //iniciar inserção de moedas
portd.rd4 = 1;    //liga led verde
if(portb.rb0 == 0) //moeda de 1 RS
{
    portc.rc4 = 1;    // Válvula v5 on
    portc.rc5 = 1;    // L fechado
    portd.rd5 = 1;    // amarelo aguarde on
    portc.rc6 = 1;    // M desativado
    portd.rd0 = 1;    // led 1 on
    vdelay_ms(tp1); // vdelay_ms(tp1); tp1 = tempo / x;
    portd.rd0 = 0;    // led 1 off
    portc.rc4 = 0;    // válvula v5 off
    portc.rc5 = 0;    // L aberto
    portd.rd5 = 0;    // amarelo aguarde off
    portc.rc6 = 0;    // M ativado
}
if(portb.rb1 == 0) // moeda de 50c
{
    portc.rc4 = 1;    // Válvula v5 on
    portc.rc5 = 1;    // L fechado
    portd.rd5 = 1;    // amarelo aguarde on
    portc.rc6 = 1;    // M desativado
    portd.rd1 = 1;    // led 50 on
    vdelay_ms(tp2);
    portd.rd1 = 0;    // led 50 off
    portc.rc4 = 0;    // válvula v5 off
    portc.rc5 = 0;    // L aberto
    portd.rd5 = 0;    // amarelo aguarde off
    portc.rc6 = 0;    // M ativado
}

```

```

}
if(portb.rb2 == 0) // moeda de 25c
{
    portc.rc4 = 1; // Válvula v5 on
    portc.rc5 = 1; // L fechado
    portd.rd5 = 1; // amarelo aguarde on
    portc.rc6 = 1; // M desativado
    portd.rd2 = 1; // led 25 on
    vdelay_ms(tp3);
    portd.rd2 = 0; // led 25 off
    portc.rc4 = 0; // válvula v5 off
    portc.rc5 = 0; // L aberto
    portd.rd5 = 0; // amarelo aguarde off
    portc.rc6 = 0; // M ativado
}
if(portb.rb3 == 0) // moeda de 10
{
    portc.rc4 = 1; // Válvula v5 on
    portc.rc5 = 1; // L fechado
    portd.rd5 = 1; // amarelo aguarde on
    portc.rc6 = 1; // M desativado
    portd.rd3 = 1; // led 10 on
    vdelay_ms(tp4);
    portd.rd3 = 0; // led 10 off
    portc.rc4 = 0; // válvula v5 off
    portc.rc5 = 0; // L aberto
    portd.rd5 = 0; // amarelo aguarde off
    portc.rc6 = 0; // M ativado
}
}
}

```