



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Projeto Integrador - Turma A Grupo 1

Projeto conceitual de máquina de suco automatizada

Autor: Rodrigo E. A. de Souza, Nathália P. de Assis, Kalebe L.
da Cunha, Kauan de Torres Eiras, Maysa P. L. Cardoso,
Rodrigo de Oliveira Porto, Lucas Messias Cunha de Araújo,
Lucas Amoêdo de V. Coutinho, Lucas V. de S. Nascimento
Orientador: Prof. Doutor Evandro Leonardo Silva Teixeira

Brasília, DF
2020



Rodrigo E. A. de Souza, Nathália P. de Assis, Kalebe L. da Cunha, Kauan de Torres Eiras, Maysa P. L. Cardoso, Rodrigo de Oliveira Porto, Lucas Messias Cunha de Araújo, Lucas Amoêdo de V. Coutinho, Lucas V. de S. Nascimento

Projeto conceitual de máquina de suco automatizada

Relatório referente ao Ponto de Controle 2
submetido à disciplina Projeto Integrador -
Turma A Grupo 1 da Universidade de Brasília - Faculdade do Gama, como requisito avaliativo da disciplina.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Doutor Evandro Leonardo Silva Teixeira

Brasília, DF

2020

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,
mas transformai-vos pela renovação da mente,
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*

Resumo

Este trabalho apresenta o projeto conceitual de uma máquina de sucos automatizada, onde o sistema de pagamento adotado baseou-se integralmente na interação entre o smartphone do usuário e a máquina de suco, de tal forma que não seja preciso a inserção de dinheiro físico para a utilização do equipamento. Alguns requisitos foram propostos de maneira superficial e aprofundados ao longo do desenvolvimento do projeto. Dentre eles, destacam-se o preparo do suco de forma automática com um tempo limite, possibilidades de sucos pré-programadas e controle de estoque, além de ter academias, clubes e outros centros esportivos como o principal público alvo ao qual a máquina de destina.

Palavras-chaves: máquina. suco. polpa.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxograma inicial de processos na máquina de suco automatizada . . .	13
Figura 2 – Análise SWOT inicial do projeto	17
Figura 3 – Fluxograma do processo de gerenciamento de mudanças	19
Figura 4 – Fluxograma do processo de gerenciamento de riscos	20
Figura 5 – Ornanograma	22
Figura 6 – Estimativa de preços de alguns dos principais componentes	23
Figura 7 – Cronograma de atividades desenvolvidas	24
Figura 8 – Fluxograma explicativo geral dos processos	25
Figura 9 – Design da máquina de suco: vista frontal externa e interna	29
Figura 10 – Filtro 3M AP230 Aqualar	31
Figura 11 – a) Vista isométrica externa da máquina; b) Vista frontal	31
Figura 12 – a) Sensor de nível Icos LA16M-40; b) Bomba JT100	32
Figura 13 – a) Sensor de fluxo YF-S201; b) Válvula solenóide	33
Figura 14 – Vista externa do encaixe entre o compartimento de polpa de fruta, sensor de fluxo e válvula solenóide	33
Figura 15 – Vista interna do acomplamento entre o compartimento de polpa, sensores de fluxo e nível e válvula solenóide	34
Figura 16 – a) Posição dos compartimentos no interior da máquina; b) Encaixe dos compartimentos-imagem detalhada	34
Figura 17 – a) Compressor KCN 463 HAG 220V; b) Condensador	35
Figura 18 – Fonte de tensão utilizada para alimentação da máquina	35
Figura 19 – Vista isométrica da placa de circuitos. Para visualizar a PCI, clique aqui!	36
Figura 20 – a) Vista frontal do misturador com válvula solenóide; b) Vista isométrica do misturador	36
Figura 21 – Acoplamento das mangueiras e motor no misturador	37
Figura 22 – Acoplamento das mangueiras e motor no misturador	38
Figura 23 – Fluxograma explicativo de elétrica software	39
Figura 24 – Fluxograma alimentação	40
Figura 25 – Esquemático circuito de alimentação simulado. Para visualizar o circuito de alimentação simulado com detalhes, clique aqui!	41
Figura 26 – Esquemático circuito de alimentação dos controladores. Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!	41
Figura 27 – Circuito de alimentação das bombas completo. Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!	42
Figura 28 – Circuito de alimentação dos sensores de nível e fluxo completo. Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!	43

Figura 29 – Circuito de alimentação das válvulas simulado. Para visualizar o circuito de alimentação simulado com detalhes, clique aqui!	44
Figura 30 – Circuito de alimentação das válvulas completo. Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!	45
Figura 31 – Layout da PCI gerada. Para visualizar o Layout da PCI, clique aqui!	46
Figura 32 – Vista superior da placa. Para visualizar a PCI, clique aqui!	47
Figura 33 – Sensor de fluxo do açúcar	48
Figura 34 – Fluxograma de funcionamento geral da máquina	49
Figura 35 – Fluxograma de funcionamento detalhado da escolha de sucos	50
Figura 36 – Modelo conceitual para implementação da base de dados	52
Figura 37 – Parâmetros para a rota de listar um suco específico	53
Figura 38 – Retorno objeto do tipo suco	53
Figura 39 – Parâmetros para a rota de criação do link de pagamento	54
Figura 40 – Retorno do link de pagamento	54
Figura 41 – Parâmetros para a rota de consultar status do pagamento	54
Figura 42 – Retorno do status de pagamento	55
Figura 43 – Ilustração funcionamento	55
Figura 44 – Pontos chave do projeto conceitual	59

Lista de tabelas

Tabela 1 – Interesses e expectativas	15
Tabela 2 – Índices de probabilidade	21
Tabela 3 – Intensidade do impacto	21
Tabela 4 – Índices de probabilidade	21
Tabela 5 – Densidade das polpas de fruta	26
Tabela 6 – Propriedades físicas do Polipropileno	30
Tabela 7 – Propriedades mecânicas do Polipropileno	30
Tabela 8 – Propriedades térmicas do Polipropileno	30
Tabela 9 – Principais componentes utilizados na máquina de suco	32
Tabela 10 – Tabela com especificações dos componentes	40
Tabela 11 – Tabela com especificações das bombas	42
Tabela 12 – Tabela com especificações das bombas	43
Tabela 13 – Tabela com especificações das válvulas	44

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos	12
1.1.1	Objetivo Geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
2	DEFINIÇÕES	13
2.1	Diagrama de fluxo do sistema	13
3	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES E RESPONSABILIDADES	15
3.1	Especificações gerais da máquina	15
3.2	Requisitos	16
3.2.1	Elétricos	16
3.2.2	Software	16
3.2.3	Estrutura	17
3.2.4	Planejamento estratégico	17
3.3	Escopo	18
3.4	Análise crítica de projeto e desenvolvimento	19
3.4.1	Processo de Gerenciamento de Mudanças	19
3.4.2	Processo de Gerenciamento de riscos	19
3.4.3	Registro de riscos	20
3.5	Recursos humanos e comunicação	21
4	ORÇAMENTO E CRONOGRAMA DO PROJETO	23
5	REQUISITOS DO SUBSISTEMA ESTRUTURAL	25
5.1	Restrições estruturais	25
5.2	Análise dimensional	26
5.2.1	Densidade das polpas de fruta	26
5.2.2	Fluxo de pessoas no estabelecimento	27
5.2.3	Estimativa da quantidade de polpa e dimensionamento da máquina	27
5.3	Materiais utilizados	29
5.4	Sistema de filtragem	30
5.5	Modelagem CAD	31
5.5.1	Sensores, bomba e válvula solenóide	32
5.5.2	Tanques de armazenamento	34
5.5.3	Resfriamento, alimentação do sistema e ambiente misturador	35

6	REQUISITOS DO SUBSISTEMA ELÉTRICO (ELETRÔNICA E ENERGIA)	39
6.1	Restrições	39
6.2	Alimentação	40
6.2.1	Alimentação dos controladores	40
6.2.2	Alimentação das bombas	42
6.2.3	Alimentação dos sensores de nível de água e de fluxo	43
6.2.4	Alimentação das Válvulas Elétricas	44
6.3	Controle	45
6.3.1	Componentes	45
6.3.2	Controle de açúcar	47
6.3.3	Integração eletrônica - estrutura	48
6.4	Algoritmos utilizados	48
6.4.1	Algoritmo de funcionamento geral	48
6.4.2	Algoritmo do controle de liberação das polpas	50
7	REQUISITOS DO SUBSISTEMA DE SOFTWARE	51
7.1	Sistema de pagamento	51
7.2	Linguagens e Tecnologias	51
7.2.1	Modelo conceitual do banco de dados	52
7.2.2	Aplicação Nativa	52
7.2.3	Aplicação Servidor - Endpoints	53
7.3	Funcionamento	55
7.3.1	Fluxo Principal Resumido	55
7.3.2	Fluxo Principal Detalhado	56
8	CONCLUSÃO	59
8.1	Apresentação gravada	59
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	APÊNDICE A – APÊNDICE	63

1 Introdução

O suco é uma bebida produzida através da extração de líquido das partes de vegetais ou frutos, possuindo grandes concentrações de vitaminas e nutrientes. São muitos os processos utilizados para a obtenção do suco, e a escolha adequada de cada processo está condicionada às características do vegetal ou fruto ao qual o líquido vai ser extraído. Para frutos que possuem líquido em grande parte da sua composição, o suco é obtido espremendo a fruta e obtendo o líquido de forma direta, ao passo que para frutas e vegetais mais duros, a obtenção do líquido é realizada através de procedimentos mecânicos.

Apesar de possuírem similaridades, há certas características que distinguem as definições de suco, nectar e refresco. O suco é o mais concentrado dentre os três, tendo toda a sua composição composta de fruta e uma parte de água. Por sua vez, o nectar possui uma concentração de suco menor e pode receber a adição de corantes e conservantes, ao passo que o refresco é obtido pela diluição do suco de fruta em água. As frutas por sua vez estão em concentrações muito baixas, e ainda não necessitam ser naturais.

As taxas de crescimento vegetativo cresceram exponencialmente ao longo dos anos em decorrência dos avanços tecnológicos advindos das Revoluções Industriais, e com isso houve a grande necessidade de maximizar a produção no menor tempo possível, além de diminuir os desperdícios alimentícios. Diante desse contexto, a necessidade de se criar um produto com essas características se tornou evidente, e o mesmo ocorreu com a produção de sucos. As máquinas de suco surgiram com a proposta de aumentar a eficiência no processo de produção do suco, diminuindo o tempo, aumentando a produção e desperdiçando menos. Existem diversos modelos de máquinas manuais, semi-automáticas e automáticas de sucos, que por sua vez variam de acordo com as necessidades do público alvo. Os espremedores são as máquinas manuais mais utilizadas atualmente, destinadas à ambientes domiciliares e pequenos comércios. Seu mecanismo consiste em um processo mecânico que espreme a fruta ou vegetal e derrama o suco em um recipiente pronto para consumo. Por sua vez, as máquinas de suco semi-automáticas produzem o suco através da combinação de processos manuais e tecnológicos, onde o manuseio correto do equipamento é fundamental para a correta produção do suco. É muito utilizada em feiras, padarias e outros comércios de média escala. As máquinas automáticas produzem o suco de maneira quase que 100% automatizada, e são amplamente utilizadas em escala industrial, onde o suco é produzido por uma grande multinacional e distribuído ao comércio.

Diante da grande variedade de máquinas de suco disponíveis no mercado, notou-se que as máquinas automáticas ainda são minoria dentre as opções escolhidas para abastecer academias, clubes e outros centros esportivos. Sendo assim, devido a essa carência de

mercado, este trabalho objetiva-se a elaboração e apresentação de um projeto conceitual de máquina de suco automatizada, tendo como público alvo academias, clubes e outros centros esportivos. A máquina disponibiliza um sistema de dosagem de açúcar manual além de 31 tipos de suco pré-programados, que por sua vez são produzidos através de 5 tipos de polpas de fruta diferentes. O sistema de pagamento é 100% interativo entre o usuário e o seu smartphone e funciona através da leitura de um QR code com a câmera do consumidor, que por sua vez faz o redirecionamento para a página de pagamento.

1.1 Objetivos

A seguir são apresentados objetivos gerais e específicos do projeto, com o intuito de citar o leitor a respeito dos caminhos trilhados para se chegar nos objetivos pretendidos.

1.1.1 Objetivo Geral

O seguinte trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um projeto conceitual de uma máquina de sucos automatizada, onde o sistema de pagamento da máquina será realizado integralmente através da interação do celular do usuário com o equipamento. Tal projeto é desenvolvido estimando-se o fluxo de pessoas em determinado horário que frequentam os estabelecimentos ao qual a máquina se destina a atender. O seu desenvolvimento foi possível através de pesquisas de autoria dos alunos da Universidade de Brasília-Faculdade do Gama.

1.1.2 Objetivos específicos

São listados abaixo alguns objetivos específicos necessários para a conclusão do projeto.

- Garantir um pagamento moderno, simples e rápido através da integração entre o smartphone do usuário e a máquina de suco.
- Oferecer opções de suco pré-programadas, facilitando e dando maior conforto aos clientes.
- Praticidade no que diz respeito a instalação, manutenção e limpeza da máquina para os estabelecimentos que se enquadram como público alvo.

2 Definições

2.1 Diagrama de fluxo do sistema



Figura 1 – Fluxograma inicial de processos na máquina de suco automatizada

3 Descrição das atividades e responsabilidades

A tabela 1 indica os interesses e expectativas que um cliente ou dono do estabelecimento alvo tem à cerca da máquina de suco automatizada. Os requisitos do projeto são aprofundados nas seções procedentes.

Eu como	gostaria de	Prioridade
Cliente	Através de um smartphone, gerenciar o processo de pagamento do produto sem a necessidade de interação com outros meios.	Alta
Cliente	Obter de forma prática e simples um suco nutritivo de qualidade sem grandes burocracias.	Alta
Cliente	Possuir o respaldo do banco central no que diz respeito a segurança das informações pessoais	Alta
Cliente	Não precisar de aplicativos e cartões para realizar pagamentos, bastando apenas o smartphone pessoal, simplificando portanto o processo	Médio
Dono do estabelecimento	Possuir um fluxo mais rápido de pagamentos, impulsionando um aumento na demanda do produto	Alto

Tabela 1 – Interesses e expectativas

3.1 Especificações gerais da máquina

As especificações gerais foram pré estabelecidas para a elaboração do projeto, e são exploradas com maior rigor de detalhes nas seções seguintes.

1. Aceitar 5 diferentes frutas e preparar 31 sucos diferentes pré-programados, sempre de 300 mL.
2. Preparar o suco de forma automática, e terminar em menos de 1 minuto e meio.
3. Oferecer dosagem de açúcar.
4. Atender a academias, clubes e outros centros esportivos, sendo controlada localmente e oferecendo pagamento via telefone celular.
5. Oferecer controle de estoque, avisando quando a máquina tiver de ser reabastecida.

6. O projeto da máquina não poderá conter nomes ou logomarcas visíveis de empresas.
7. A máquina deverá ser segura para todos os envolvidos, e não poderá conter materiais inseguros, tais como produtos químicos e/ou explosivos.

Tendo em vista as especificações impostas, tomou-se a decisão estratégica de trabalhar com as frutas na forma de poupa líquida concentrada, visto que trabalhar inteiramente com líquidos torna o processo mais vantajoso tanto para a confecção do projeto quanto para o público alvo a que o mesmo se destina. Algumas vantagens relacionadas a fruta na forma de polpa líquida são listadas abaixo.

- Maior aproveitamento do compartimento de armazenamento.
- Praticidade e agilidade no processo de limpeza da máquina.
- Maior tempo de conservação em comparação com frutas na forma sólida.
- O custo da polpa líquida é menor em comparação com a fruta sólida e sem conservantes.

3.2 Requisitos

3.2.1 Elétricos

- Sensores de nível responsáveis por controlar o estoque de polpa de fruta.
- Bombas para bombear as polpas de fruta e a água para o compartimento misturador.
- Cálculos de custo energético necessário para o funcionamento da máquina.
- Mecanismo interno de controle da quantidade de açúcar.

3.2.2 Software

- Garantir o sistema de pagamento da máquina através da interação com o smartphone do cliente.
- Garantir que o sistema de pagamento funcione tanto para pagar o suco quanto para o pagamento do adicional de açúcar.
- Garantir a harmonia entre o sistema de pagamento e as partes estrutural e elétrica.

3.2.3 Estrutura

- Conter ao final do projeto um modelo de máquina de suco automatizada.
- A carcaça da máquina deve suportar todos os componentes internos de tal maneira que ocupe o mínimo de volume possível.
- Acoplar um filtro na estrutura, visto que a máquina vai funcionar com sistema hídrico externo.
- Modelagem CAD do projeto.

3.2.4 Planejamento estratégico

A análise SWOT mostrada na figura 2 retrata os fatores internos e externos responsáveis por afetar diretamente o projeto conceitual, seja positiva ou negativamente. Para os pontos negativos, será feito um levantamento posterior das possíveis soluções a serem adotadas para contornar os aspectos que interfiram na elaboração da máquina.

De forma a cumprir as metas do projeto, a equipe focará no desenvolvimento do projeto de forma a atender as demandas da maneira mais satisfatória possível. O time está comprometido a entregar os requisitos detalhados de forma que seja projetado um produto de alta qualidade e eficiente.



Figura 2 – Análise SWOT inicial do projeto

Como pontos fortes do projeto destacam-se a grande velocidade e praticidade de pagamento e a estrutura simples e barata em comparação com os concorrentes do mercado, sendo estas as principais apostas do projeto. Como pontos fracos destacam-se a dificuldade na definição de algumas tecnologias devido ao pouco tempo disponível para elaboração do projeto, sendo este outro ponto fraco. O produto por sua vez, possui grande potencial de inovação devido ao sistema de pagamento automático, colaborando com as medidas protetivas contra a pandemia de COVID-19 atualmente enfrentada. Um ponto não colocado na análise mas que pode ser enquadrado tanto em pontos fracos quanto em riscos é a dificuldade encontrada de se escolher somente 5 tipos de frutas, visto que as combinações de sucos podem não possuir um gosto dentro dos padrões mais consumidos.

3.3 Escopo

O projeto em questão visa fornecer uma solução alternativa no que diz respeito ao consumo de sucos naturais em ambientes como academias, clubes e outros centros esportivos. Para um resultado satisfatório, é proposto o projeto conceitual de uma máquina de sucos automatizada, onde o pagamento do produto é realizado de duas maneiras, ambas diretamente através da integração entre o smartphone do cliente e o sistema de pagamentos implementado na máquina. A primeira forma de pagamento ocorre pela leitura de um QR code com a câmera do smartphone, redirecionando o cliente para a página de pagamento, onde por sua vez serão inseridos os dados e o comprovante é enviado ao e-mail do cliente. O ambiente de pagamento trata-se de um sistema automatizado oferecido pela empresa Juno, onde é 100% seguro e regularizado pelo Banco Central, dando ainda mais segurança e proteção ao cliente e credibilidade ao sistema de pagamento. O segundo meio de pagamento é através do sistema de pagamentos da empresa Cielo, também respaldado pelo banco Central. O QR code gerado é universal, podendo ser acessado através de qualquer aplicativo de pagamentos ou banco digital que o cliente venha a possuir.

O projeto é dividido em três grandes áreas: (1) estrutura, (2) elétrica e (3) software. O primeiro é responsável por administrar o design e a acomodação dos componentes dentro da carcaça da máquina, além de fazer todo o dimensionamento da máquina e elaborar o CAD do projeto. A elétrica é responsável por desenvolver os sistemas de controle de quantidade e bombeamento do suco para a saída da máquina, além da alimentação de todo o sistema. A área de software é responsável pela parte funcional do sistema de pagamento, devendo trabalhar em conjunto com a parte elétrica para a implementá-lo de maneira correta.

Baseado em pesquisas feitas pelos integrantes do grupo, viu-se que há várias opções para o cliente primário, no caso as academias, adquirirem o uso da máquina. Além da compra, o cliente pode ainda alugar o equipamento por um valor mensal, ou ainda pagar

apenas pelas doses de suco consumidas ao longo do mês. Tendo em vista estes três modelos de negócio, o grupo optou por inicialmente atender a todos.

3.4 Análise crítica de projeto e desenvolvimento

3.4.1 Processo de Gerenciamento de Mudanças

O gerenciamento de mudanças é necessário quando o escopo do projeto necessitar de alguma alteração, e é realizado através de procedimentos padronizados para agilizar o projeto. A figura 3 mostra o fluxograma lógico do processo de gerenciamento de mudanças, onde as descrições das atividade são detalhadas abaixo da imagem.

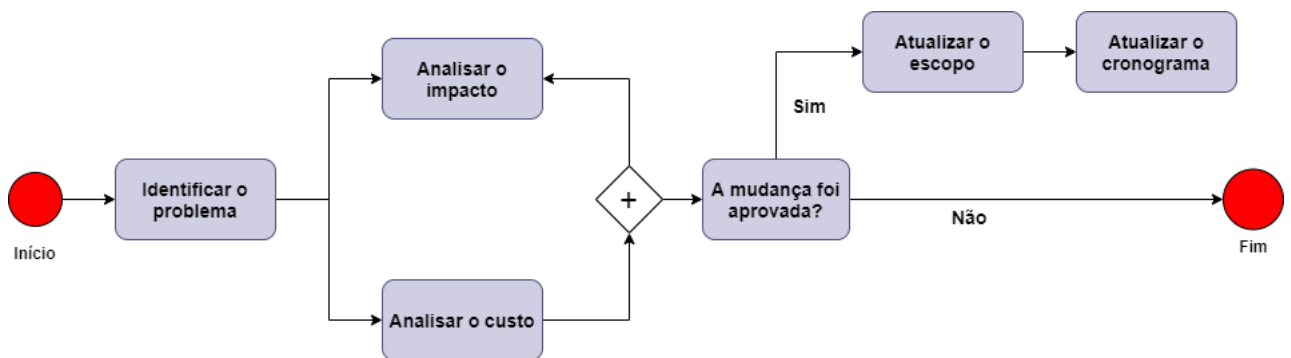


Figura 3 – Fluxograma do processo de gerenciamento de mudanças

- **Identificar o problema:** A equipe identifica os problemas que necessitam de mudança.
- **Analisar o impacto:** Uma vez identificado os problemas, é realizada uma análise para estimar o impacto que as mudanças causam nos sistemas e subsistemas.
- **Analisar o custo:** É feita uma análise de custos em relação ao tempo de execução e capital financeiro que a mudança irá gerar no projeto.
- **Aprovação:** Após toda a análise de impacto, é abordado a validade ou não da mudança proposta.
- **Atualização de escopo e cronograma:** Uma vez que as mudanças foram aprovadas, é necessário atualizar o escopo do projeto e modificar o cronograma inicial de acordo com as diretrizes que foram estabelecidas.

3.4.2 Processo de Gerenciamento de riscos

Os principais riscos devem ser considerados imediatamente na fase inicial do projeto, onde o gerenciamento de riscos prevê os eventos e incertezas que podem acarretar

em efeitos negativos no decorrer do projeto, para que a equipe identifique os possíveis empecilhos e procurem as soluções adequadas. Cada premissa dada no projeto terá um ou mais riscos em conjunção. Os riscos levam em conta as discussões e premissas levantadas pela equipe. O procedimento de gerenciamento de riscos é mostrado no fluxograma da figura 4, e logo abaixo a descrição dos processos.

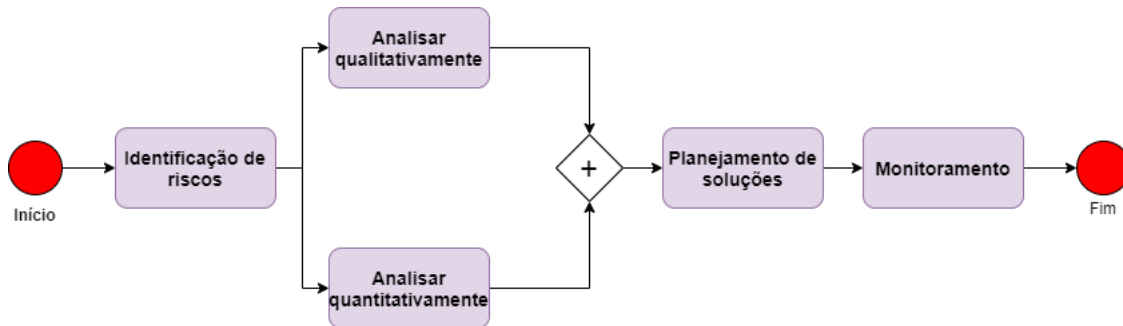


Figura 4 – Fluxograma do processo de gerenciamento de riscos

- **Identificação de riscos:** Levantamento de todos os possíveis riscos e dos respectivos impactos gerados no projeto.
- **Análise qualitativa:** Análise probabilística nos riscos a fim de se obter uma melhor compreensão a respeito.
- **Análise quantitativa:** Análise numérica nos possíveis riscos para melhor observação das métricas definidas.
- **planejamento de soluções:** A partir das análises efetuadas, propor um conjunto de soluções que visam mitigar os riscos levantados.
- **Monitoramento:** Controle dos riscos durante a execução do projeto através do planejamento de soluções.

Para um correto gerenciamento de riscos, é necessário relacionar as análises qualitativas e quantitativas. Sendo assim, na tabela 2 são mostrados valores percentuais da probabilidade P de ocorrer um determinado risco, ao passo que na tabela 3 é mostrado valores tabelados I da intensidade com que um determinado risco afeta diretamente o projeto.

3.4.3 Registro de riscos

Um levantamento dos riscos envolvendo cada área do projeto é levantado com o intuito de se planejar para futuras falhas técnicas que venham a ocorrer na máquina de suco. Estes riscos estão listados na tabela 12.

Probabilidade (P)	Intervalo (%)	Peso
Muito Baixo	$0 \leq P \leq 20$	1
Baixo	$20 \leq P \leq 40$	2
Moderado	$40 \leq P \leq 60$	3
Alto	$60 \leq P \leq 80$	4
Muito Alto	$80 \leq P \leq 100$	5

Tabela 2 – Índices de probabilidade

Impacto (I)	Descrição	Peso
Muito Baixo	Quase não influencia no desenvolvimento do projeto	1
Baixo	Pouco impacto no desenvolvimento do projeto	2
Moderado	Afeta o projeto, mas sem grandes consequências	3
Alto	Dificulta o desenvolvimento do projeto	4
Muito Alto	Impossibilita o andamento do projeto	5

Tabela 3 – Intensidade do impacto

Categoria	Risco	Descrição	Impacto	Descrição do impacto
Estrutura	Projeto	Máquina não testada	Muito alto	Probabilidade de falha
Estrutura	Manutenção	Necessidade de novas peças	Moderado	Atraso na manutenção
Estrutura	Materiais	Material de construção errado	Alto	Compromete o funcionamento
Elétrica e Software	Sistema	Erro no sistema	Muito alto	Interrompe a máquina
Elétrica	Bomba	Erro no bombeamento	Alto	A máquina trava
Elétrica	Estoque	Erro no sensor	Baixo	Controle de estoque com problemas

Tabela 4 – Índices de probabilidade

3.5 Recursos humanos e comunicação

A equipe é composta por 9 integrantes de 5 engenharias, e foi dividida em três principais áreas, sendo três integrantes para estrutura, dois integrantes de software e quatro integrantes de elétrica. A parte de estrutura é composta por dois dois integrantes de Engenharia Aeroespacial e um integrante de Engenharia Automotiva. A parte de software é formada por dois integrantes de Engenharia de Software, enquanto que a parte

de elétrica é composta de três integrantes de Engenharia Eletrônica e um integrante de Engenharia de Energia. Cada área possui um gerente de qualificação técnica, para assegurar a produção técnica de engenharia do projeto e, ainda a gerência de documentação que tem como intuito gerir a escrita do relatório. Desta forma, a comunicação entre os membros é facilitada, a fim de assegurar o bom desenvolvimento da equipe. A figura 5 ilustra a configuração de recursos humanos do projeto, para que todos os integrantes sejam responsáveis pelo o bom desenvolvimento do projeto.

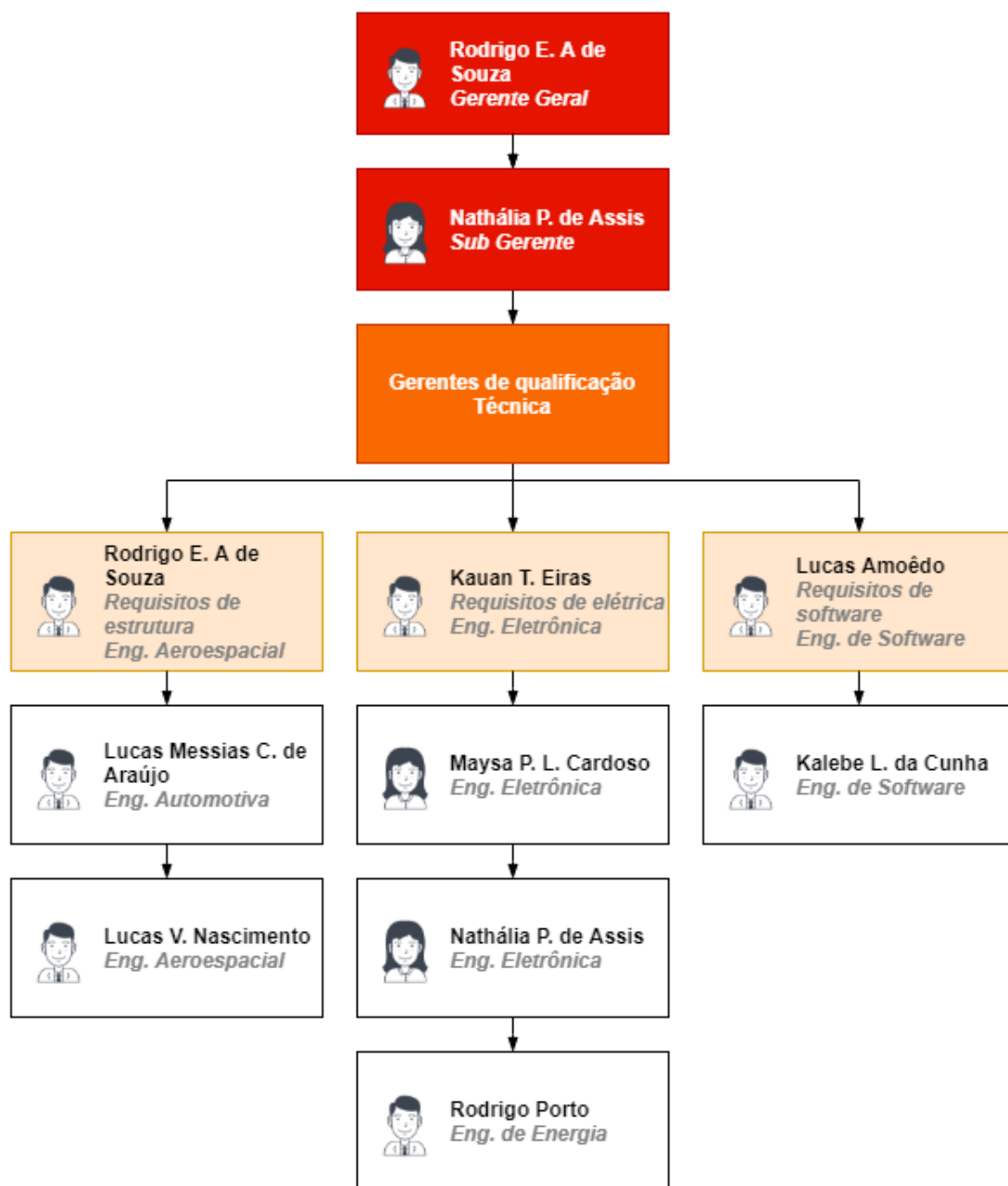


Figura 5 – Ornanograma

4 Orçamento e cronograma do projeto

Com a finalidade de estimar o custo necessário para a produção da máquina, foi realizado uma cotação de preços dos principais componentes utilizados. Os componentes são listados na figura 6. A média de valor dos componentes varia em 10% na maior parte das lojas online. Alguns componentes como a NodeMCU Esp32, a tela Nextion NX8048T050 e a Raspberry Pi3 podem sofrer variações maiores de preços, pois é possível importar esses produtos da china. O item "Demais custos" inclui gastos com mão de obra e outros imprevistos que venham a ocorrer, enquanto que o item "Outros" refere-se a pequenos componentes da parte elétrica, cujos valores somados não mudam de maneira significativa o resultado final do orçamento. O compartimento misturador não foi colocado na lista, tendo em vista que a cotação de preços é somente mediante a encomenda.

Componente	Utilidade	Local de compra	Qtd.	Valor Unitário	Total R\$
Node MCU Esp 3	Sistema	Mercado Livre	1	R\$ 60.00	R\$ 60.00
Raspberry Pi 3	Interface	RoboCore	1	R\$ 420.00	R\$ 420.00
Tela nextion NX8048T050	Painel	Mercado Livre	1	R\$ 730.00	R\$ 730.00
Sensor de nível	Estoque	Mercado Livre	5	R\$ 24.00	R\$ 120.00
Bomba JT100	Bombeamento	Mercado Livre	6	R\$ 20.00	R\$ 120.00
Sensor de fluxo	Controle de vazão	Mercado Livre	6	R\$ 45.00	R\$ 270.00
Polipropileno	Carcaça	Plastolândia	200	R\$ 8.00	R\$ 1,600.00
Misturador	Misturar líquidos		1	R\$ 60.00	R\$ 60.00
Válvula solenóide	Controlar líquidos	Eletrogate	6	R\$ 60.00	R\$ 360.00
Fonte Chaveada 12V, 50a, 500W	Alimentação	Mercado Livre	1	R\$ 130.00	R\$ 130.00
Regulador de tensão	Circuitos	Mercado Livre	5	R\$ 1.50	R\$ 7.50
Capacitores	Alimentação	Mercado Livre	14	R\$ 2.00	R\$ 28.00
Outros	Alimentação	Mercado Livre	15	R\$ 2.00	R\$ 30.00
Demais custos	-----	-----		-----	R\$ 500.00
Mangueiras	Fluxo de líquidos	Mercado livre	7	R\$ 40.00	R\$ 280.00
Total:					R\$ 4,715.50

Figura 6 – Estimativa de preços de alguns dos principais componentes

Visando garantir o bom andamento do projeto, foi criado um cronograma de forma que são definidas as atividades com os respectivos prazos de conclusão. Esse cronograma é mostrado na figura 7, onde as atividades estão planejadas de forma que o prazo para

a entrega do primeiro Ponto de Controle seja cumprido, a fim de contornar riscos que possam acontecer no decorrer do projeto.

ID	Atividade	Duração	Início	Fim	Áreas
1	Apresentação da proposta de projeto	1 dia	19/10/2020	19/10/2020	Todas
2	Formação dos grupos de projeto	2 dias	21/10/2020	23/10/2020	Todas
3	Reunião de grupo para definir as ideias e objetivos	1 dia	24/10/2020	24/10/2020	Todas
4	Levantamento de requisitos	6 dias	24/10/2020	24/10/2020	Todas
5	Proposta de design	2 dias	24/10/2020	26/10/2020	Estrutura
6	Design dos componentes e sistemas	4 dias	26/10/2020	30/10/2020	Elétrica
7	Sistema de pagamento	4 dias	26/10/2020	30/10/2020	Software
8	Dimensionamento da máquina	1 dia	30/10/2020	31/10/2020	Estrutura
9	Desenho do protótipo inicial	1 dia	01/11/2020	02/11/2020	Estrutura
10	Elaboração do Ponto de Controle 1	2 dias	02/11/2020	04/11/2020	Todas
11	Entrega de documentação	1 dia	04/11/2020	04/11/2020	Todas
12	Ajustes de processos	3 dias	05/11/2020	08/11/2020	Todas
13	Modelagem CAD da máquina	15 dias	08/11/2020	23/11/2020	Estrutura
14	Alimentação e circuitos	16 dias	08/11/2020	24/11/2020	Eletrônica e Energia
15	Documentação e integração do sistema de pagamento	15 dias	08/11/2020	25/11/2020	Software
16	Elaboração do Ponto de Controle 2	4 dias	21/11/2020	25/11/2020	Todas
17	Aperfeiçoamento da parte escrita e do CAD	3 dias	25/11/2020	28/11/2020	Estrutura
18	Reunião geral de organização para a documentação final	1 dia	29/11/2020	29/11/2020	Todas
19	Elaboração de slides para apresentação final	8 dias	29/11/2020	07/12/2020	Todas
20	Gravação do vídeo da apresentação	1 dia	07/12/2020	07/12/2020	Todas
21	Entrega da documentação e vídeo	1 dia	09/12/2020	09/12/2020	Todas

Figura 7 – Cronograma de atividades desenvolvidas

5 Requisitos do subsistema estrutural

O subsistema estrutural é responsável pela elaboração do design da máquina como um todo, levando em consideração o acoplamento de todos os componentes e a integração com o sistema eletrônico. O croqui inicial com o design da máquina e a listagem de componentes são listados nas seções precedentes, assim como a modelagem CAD final da máquina. O fluxograma dos processos conduzidos pelo subsistema estrutural é mostrado abaixo na figura 8.

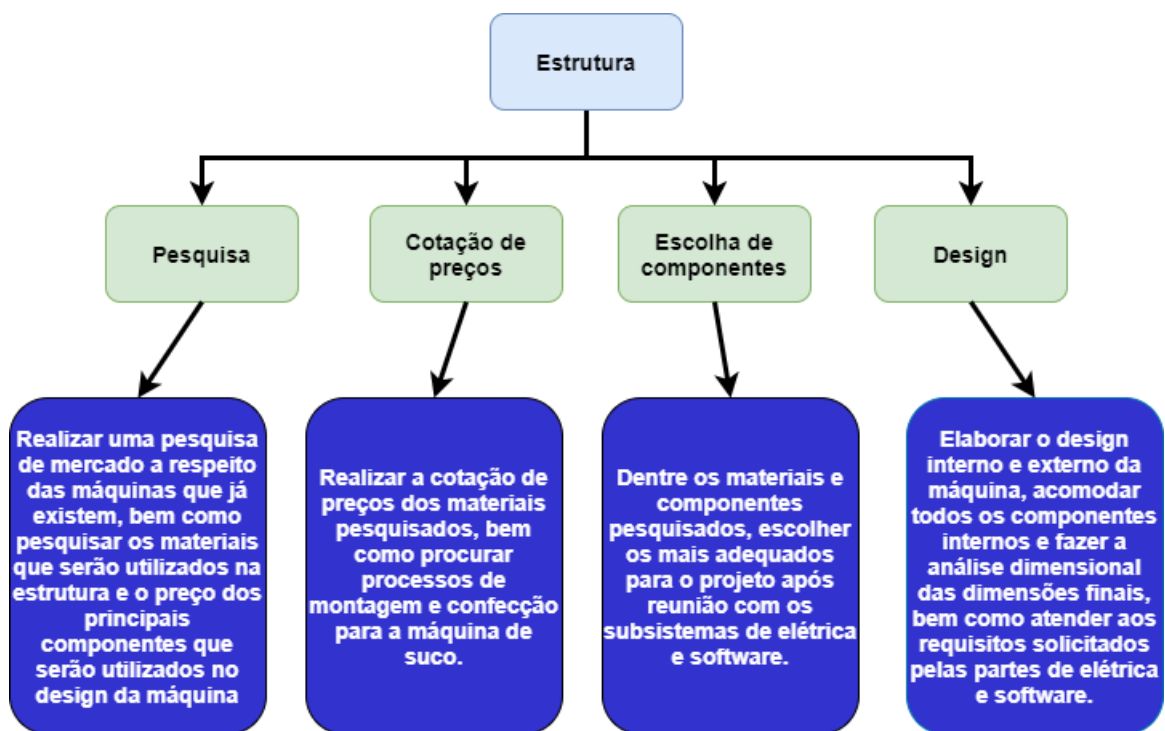


Figura 8 – Fluxograma explicativo geral dos processos

5.1 Restrições estruturais

Como restrições estruturais impostas, pode-se citar as diretrizes orçamentárias do projeto, que visa a elaboração da máquina tendo o menor custo possível. Entretanto, vale citar também o material constituinte da carcaça da máquina, onde os mais adequados para construção foram os plásticos Polipropileno e Poliacetal, que são materiais bastante utilizados em confecções industriais.

Outro tipo de restrição encontrada é em relação ao fluxo de pessoas que frequenta o estabelecimento ao qual a máquina se destina, visto que o dimensionamento dos compartimentos de polpa de fruta está diretamente relacionado com o fluxo diário de pessoas. Uma

vez que o grupo não possui estes dados estatísticos de fluxo de pessoas, uma hipótese foi utilizada com o intuito de estimar a quantidade de polpa de fruta gasta diariamente. Na seção 6 deste trabalho é possível desenvolvido a análise dimensional da máquina, e no apêndice é possível encontrar o código em Matlab utilizado para estimar a quantidade de polpa de fruta utilizada diariamente, bem como a análise dimensional dos compartimentos de armazenamento de polpa de fruta.

5.2 Análise dimensional

Tendo em vista as restrições encontradas, análise dimensional da máquina de suco começa antes de tudo pelo correto dimensionamento dos componentes internos, para somente então determinar uma estrutura externa que suporte todos os subsistemas. Sendo assim, é extremamente lógico começar o processo de dimensionamento pelo compartimento de armazenamento das polpas líquidas, onde para tal cálculo, é imprescindível possuir três informações fundamentais, sendo elas a densidade das polpas de fruta (1), o fluxo diário de pessoas no estabelecimento (2) e a quantidade de polpa necessária para abastecer a demanda de consumidores (3). Essas informações serão apresentadas nas seções procedentes juntamente com os cálculos de dimensionamento.

5.2.1 Densidade das polpas de fruta

A densidade da polpa de fruta varia diretamente com a temperatura de conservação, onde seus valores podem ser estimados diretamente com o fornecedor ou através de dados experimentais de pesquisas já realizadas. Foi realizado contato com três fornecedores de polpa para solicitar informações sobre as polpas, onde alguns retornaram com a informação de que o suco ideal é obtido com a mistura de 100g de polpa para cada 200 ml de água. Entretanto, o curto prazo do projeto impossibilitou um retorno em tempo hábil a respeito da densidade da polpa. Portanto, a densidade das polpas de fruta foi obtida unicamente de maneira experimental, onde os valores foram retirados da obra das autoras (**MATTOS e MEDEROS, 2008**). A tabela 5 mostra os valores de densidade para as frutas que serão utilizadas na máquina projetada.

Fruta	Densidade (kg/m^3)	Temperatura ($^{\circ}C$)
Abacaxi	1036	20
Morango	998	20
Laranja	954	20
Manga	1070	20
Maracujá	1066	20

Tabela 5 – Densidade das polpas de fruta

5.2.2 Fluxo de pessoas no estabelecimento

A determinação do fluxo diário de pessoas em um estabelecimento deve ser feita rigorosamente através de estudos estatísticos que norteiam com maior precisão a estimativa diária de pessoas. Esses estudos são capazes de estimar com maior precisão o número de frequentadores de um determinado local com uma margem de erro relativamente baixa, dando maior credibilidade aos cálculos efetuados. A obtenção de tais dados exige um rigoroso processo de recolhimento de amostras de pessoas e estudos baseados em modelos probabilísticos, onde dado o contexto atual da pandemia de COVID-19, a obtenção de tais dados ficou impossibilitada, fazendo com que a estimativa diária de pessoas fosse realizada com base em uma situação hipotética desenvolvida e abordada pelos alunos.

Dado um atual contexto da pandemia, foi estimado que o fluxo de pessoas em academias, clubes de lazer e outros estabelecimentos esportivos seja limitado por lei, de tal forma que seja permitido um fluxo de 120 pessoas/hora. Considerando que um estabelecimento do ramo esportivo possui um horário de funcionamento de em média 12 horas, estima-se um fluxo diário de pessoas de aproximadamente 1440 pessoas/dia.

5.2.3 Estimativa da quantidade de polpa e dimensionamento da máquina

Para o cálculo da quantidade de produto necessitada, estima-se que uma taxa diária de 40% dos frequentadores irão aderir ao consumo de suco, resultando em aproximadamente 576 consumidores/dia. Levando em consideração a proporção de 100 g de polpa para cada copo de suco, tem-se aproximadamente 60 kg de polpa de fruta por dia. Essa é a quantidade necessária por dia para satisfazer com sobras os clientes do estabelecimento.

A partir da massa de polpa gasta por dia, pode-se chegar no volume correspondente que o compartimento de armazenamento deve ter através da relação entre massa e volume mostrada na equação 5.1, onde m é a massa da polpa e V a respectiva densidade.

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow V = \frac{m}{\rho} \quad (5.1)$$

Foi cogitado trabalhar com os compartimentos de armazenamento em forma de cilindro, tal que a base seja circular ou retangular. Os cálculos mostraram que cilindros de base circular aumentaria consideravelmente a largura da máquina em comparação com cilindros de base quadrada, e portanto, optou-se por projetar os compartimentos de polpa no formato de cilindros de base quadrada. O volume do cilindro é dado pela equação 5.2, onde r é o raio da base circular e h é a altura do cilindro.

$$V = L^2 h \quad (5.2)$$

Igualando as equações 5.1 e 5.2, tem-se a expressão para cálculo das dimensões do cilindro, que dependem da altura e do raio da base.

$$\frac{m}{\rho} = L^2 h \quad (5.3)$$

baseando-se na equação 5.3, o dimensionamento dos compartimentos da polpa pode ser determinado de duas maneiras: (1) Fixando-se um valor para a altura h e isolando o lado da base e (2) fixando-se o lado da base e variando a altura do cilindro. Optou-se por fixar um valor para a altura e isolar o raio da base, de tal forma que seja possível obter uma medida para tal valor. Portanto, os valores encontrados afetam diretamente a largura da máquina, sendo este, um dos limitadores do projeto. A equação utilizada é a equação 5.4 mostrada abaixo.

$$L = \sqrt{\frac{m}{\rho h}} \quad (5.4)$$

Tendo a equação apresentada, foram testadas diversas configurações diferentes para a altura do compartimento, e com isso foram obtidos os respectivos valores do lado do quadrado da base. Tendo em vista as limitações dimensionais do projeto, as medidas mais adequadas foram 22 cm de lado e 70 cm de altura, de tal modo que os compartimentos tenham aproximadamente a metade da capacidade diária estimada, ou seja, 30 kg de polpa. Isso faz com que seja necessário uma verificação diária na máquina após 6 horas de funcionamento, para que sejam averiguados os estoques de polpa.

Os compartimentos de armazenamento da polpa serão suspensos na parte superior da máquina juntamente com o compartimento do açúcar, e o ambiente misturador fica localizado logo abaixo. Toda a parte inferior ficará disponível para as mangueiras e outros dispositivos utilizados, tais como sensores, controladores e o compressor utilizado no sistema de resfriamento. As dimensões iniciais da carcaça foram estimadas em 1,7m de altura, 1 m de largura 1 m de profundidade, onde espera-se ser suficiente para comportar todos os componentes internos estruturais e eletrônicos. O formato da máquina foi pensado baseando-se nos padrões de máquina usualmente encontrados em comércios de médio e grande porte, sendo um formato retangular. Esse tipo de geometria fornece um espaço topológico mais eficiente para a acomodação dos componentes internos, bem como para a colocação dos fios e fixação de sensores.

O croqui inicial simplificado da máquina, bem como a listagem dos componentes são mostrados na figura 9. A definição da localização da saída de suco, bem como a posição dos sensores controladores de estoque e outros itens mais específicos são melhores detalhados na modelagem CAD da máquina, que é detalhada na seção de modelagem CAD.

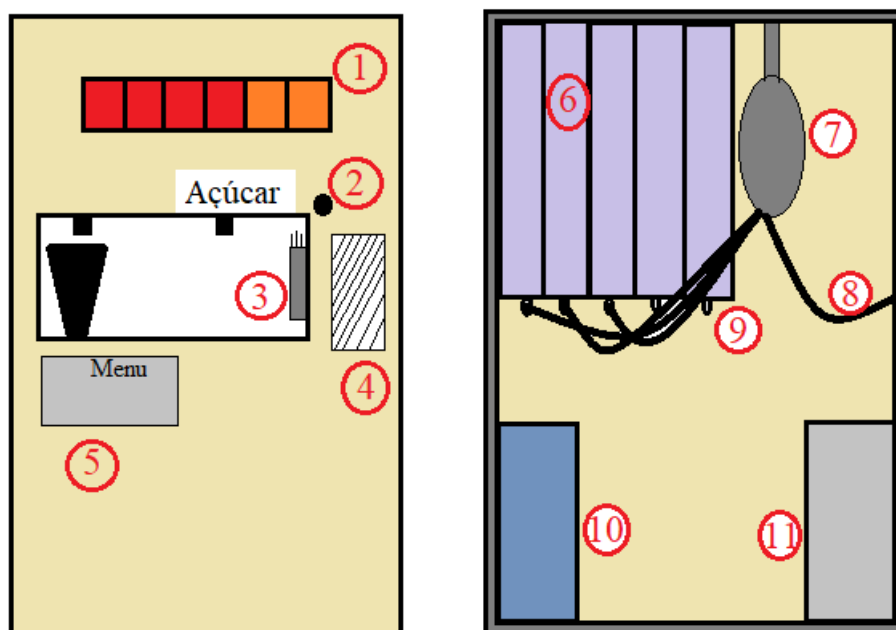


Figura 9 – Design da máquina de suco: vista frontal externa e interna

5.3 Materiais utilizados

A fuselagem da máquina é responsável por suportar todos os componentes internos e garantir a integridade dos subsistemas envolvidos. Por conta disso, é de suma importância que o material escolhido seja resistente e durável. O material selecionado para construção é portanto o polipropileno, plástico amplamente utilizados para construções industriais e um dos termoplásticos de menor densidade do mercado, tornando a máquina mais leve. De acordo com o autor (**PLASTECNO**), o material é amplamente empregado na fabricação de balancins de corte, tanques de produtos químicos, tubulações de produtos químicos, aparelhos ortopédicos, corpo de válvulas de esfera, tanques e engrenagens para galvanoplastia, lavadores de gás, móveis para laboratórios, rodízios para portões, roldanas para equipamentos de ginástica e órtese animal. As principais características do material são listadas abaixo, e nas tabelas 6, 7 e 8 são mostradas as propriedades físicas, químicas e térmicas do material.

- Excelente resistência química. Resiste a ácidos e álcalis.
- Baixa absorção de umidade (0,03%)
- Boa isolamento elétrica
- Boa resistência ao impacto
- Atóxico.
- Soldável, moldável e anti aderente.

Propriedade física	Valor
Peso específico (g/cm^3)	0,91
Absorção de umidade até 23°C (%)	0,00
Temperatura mínima de uso (°C)	-10
Temperatura máxima de uso (°C)	90

Tabela 6 – Propriedades físicas do Polipropileno

Propriedade mecânica	Valor
Módulo de elasticidade (MPa)	900
Tensão de escoamento à tração (MPa)	27
Tensão de ruptura à compressão (MPa)	40
Dureza Rockwell (norma ASTM D785)	R60
Módulo de elasticidade à flexão (MPa)	1150

Tabela 7 – Propriedades mecânicas do Polipropileno

Propriedade Térmica	Valor
Calor específico a 23 °C (J/K.g)	1.7
Temperatura máxima de uso (°C)	110
Temperatura mínima de uso (°C)	-10
Temperatura máxima de uso (°C)	90

Tabela 8 – Propriedades térmicas do Polipropileno

5.4 Sistema de filtragem

A água utilizada na produção do suco será oriunda da instalação hídrica do estabelecimento, necessitando de um filtro para retirar possíveis partículas, odores e outros resíduos que podem estar presentes. Foi escolhido um filtro em linha passivo, para que a água seja tratada antes de ser utilizada. O filtro escolhido possui uma vazão máxima de 680 litros/hora, que é bem superior ao necessário, e vida útil de mais ou menos 5 mil litros de água. Além disso, possui elemento filtrante retirável, que deve ser trocado no máximo a cada 6 meses. O valor do filtro gira em torno dos 150 reais e do elemento filtrante 70 reais. Também é válido ressaltar que o filtro pode funcionar com uma coluna de água mínima de 2 metros e máxima de 70 metros. Portanto para edificações com caixa de água superior a 70 metros acima do nível do filtro, deve ser instalado uma válvula para controle de pressão.

O modelo do filtro escolhido é o Filtro 3M AP230 da marca Aqualar que possui certificação do IMETRO de acordo com a norma 14908 da ABNT. O filtro é mostrado na imagem 10.



Figura 10 – Filtro 3M AP230 Aqualar

5.5 Modelagem CAD

A modelagem CAD do projeto é uma das fases estruturais mais importantes. Aqui é apresentado a geometria detalhada de toda a estrutura, bem como o encaixe adequado dos componentes. Foi utilizado o pacote computacional CATIA, versão V5R21 para modelagem de todos os componentes em escala real.

A vista isométrica da parte externa da máquina, bem como a vista frontal são mostradas nas figuras 11a e 11b, onde é possível observar a saída do suco, bem como o menu de sucos pré programados disponíveis, o filtro de água descrito na seção precedente e a tela Nextion, responsável pela interação do cliente com a máquina.

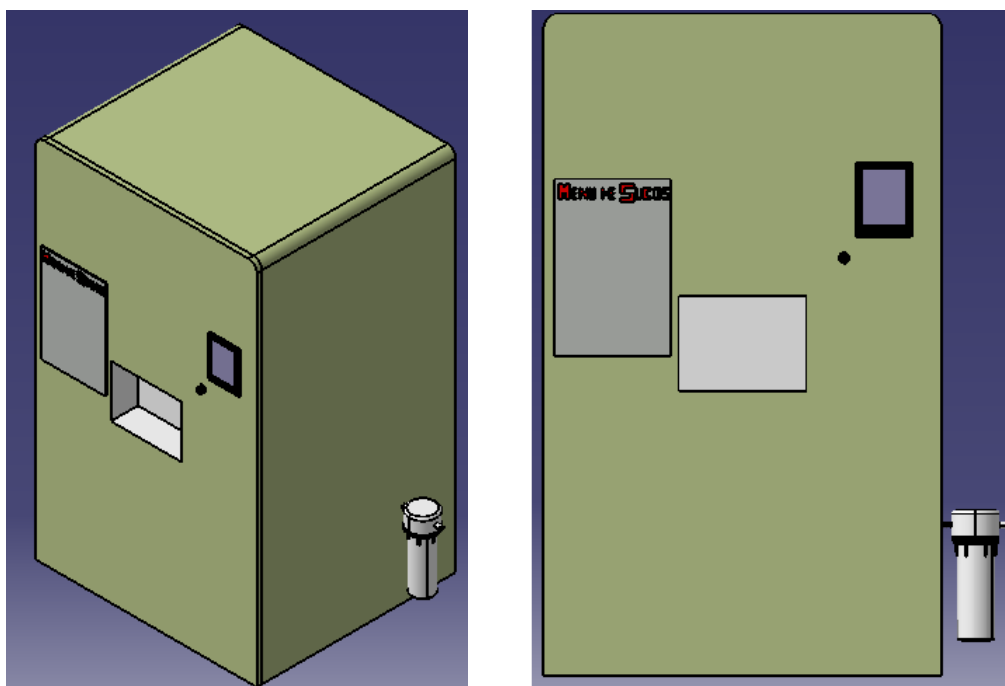


Figura 11 – a) Vista isométrica externa da máquina; b) Vista frontal

Todos os componentes utilizados na modelagem CAD foram modelados de maneira

fidedigna ao modelo real. Sendo assim, o detalhamento de todas as peças utilizadas na máquina é mostrado abaixo na tabela 9.

ID	Componente	Quantidade
1	Sensor de nível Icos LA16M-40	5
2	Botão para dosagem de açúcar	1
3	Colheres para mexer o açúcar	-
4	Tela Nextion 5	1
5	Menu de sucos disponíveis pré-programados	1
6	Compartimentos de armazenamento de polpa	5
7	Misturador, onde água e polpa se misturam	1
8	Mangueira de entrada de água	7
9	Bombas para bombeamento das polpas	6
10	Compartimento de armazenamento do açúcar	1
11	Raspberry Pi 3	1
12	Filtro de água Aqualar3M AP 230	1
13	Válvula solenóide	7
14	Sensor de fluxo YF-S201	6

Tabela 9 – Principais componentes utilizados na máquina de suco

5.5.1 Sensores, bomba e válvula solenóide

Os sensores de nível utilizados no controle do estoque de material, bem como as bombas responsáveis por levar os líquidos até o compartimento misturador estão localizados dentro dos compartimentos das polpas. Na saída dos compartimentos de armazenamento, sensores de fluxo são acoplados para controlar a quantidade de líquido que passa pela válvula solenóide. As figuras 12a e 12b mostram, respectivamente, o senso de nível utilizado para controlar o estoque de polpa e a bomba utilizada no fluxo de líquido, enquanto que as figuras 13a e 13b mostram o sensor de fluxo e a válvula solenóide.

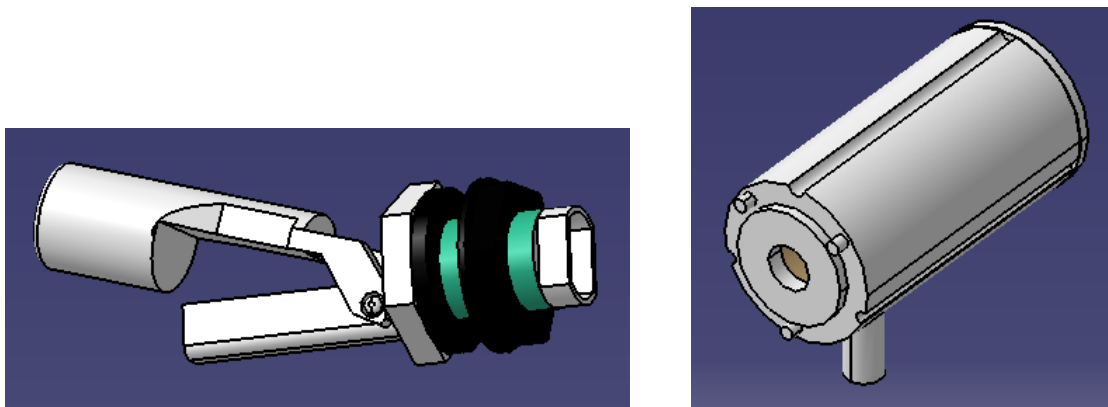


Figura 12 – a) Sensor de nível Icos LA16M-40; b) Bomba JT100

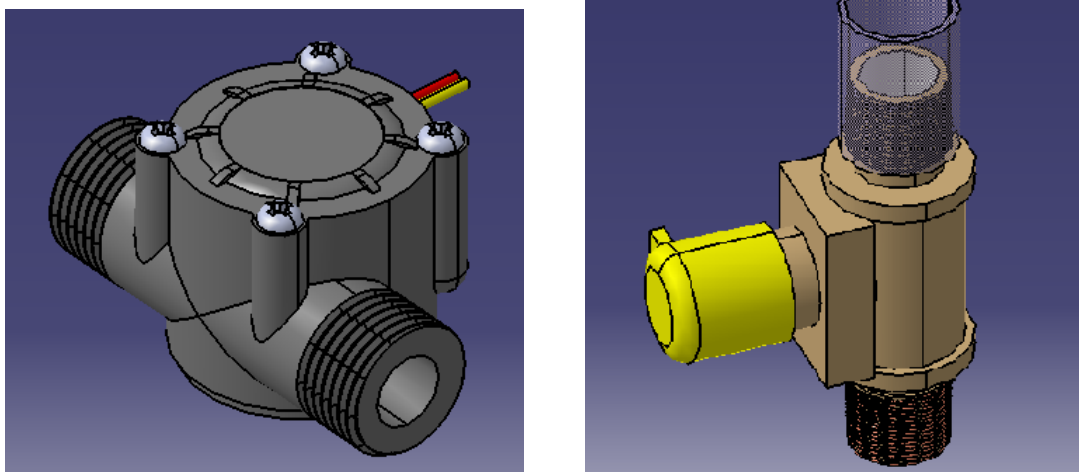


Figura 13 – a) Sensor de fluxo YF-S201; b) Válvula solenóide

O acoplamento entre os sensores de fluxo, bombas e válvulas solenóides é um dos pontos cruciais do subsistema estrutural, e por conta disso deve ser modelado com bastante cuidado. A bomba JT100 fica na saída do compartimento para direcionar o fluxo de polpa para o sensor de fluxo. O sensor de fluxo por sua vez, controla a quantidade de líquido que passa pela mangueira, interrompendo a passagem quando necessário. A válvula solenóide controla a abertura da saída para que o fluxo seja direcionado para o misturador. As figuras 14 e 15 mostram o acoplamento externo e a parte interna destes componentes.

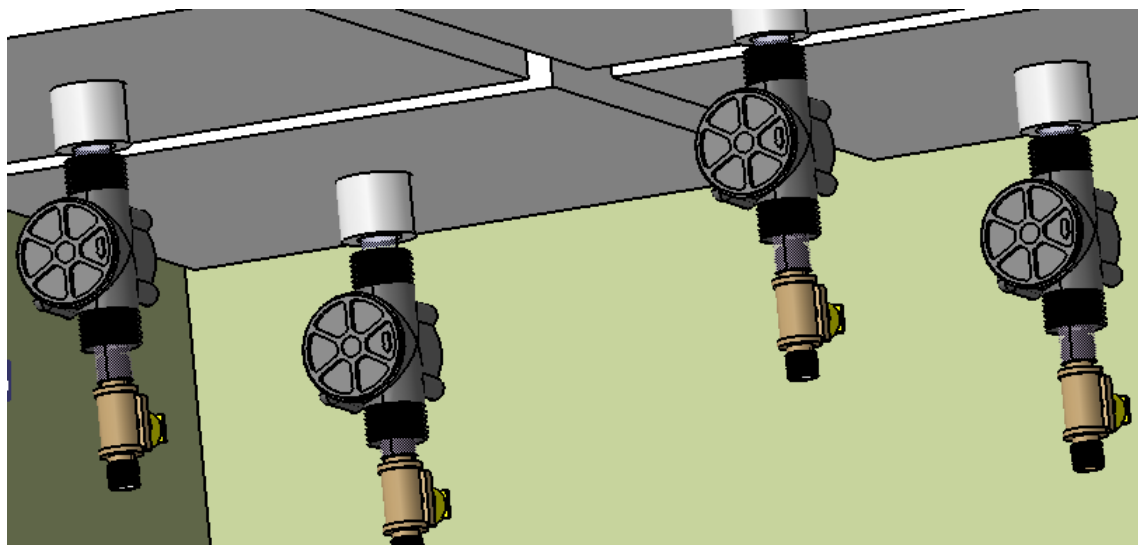


Figura 14 – Vista externa do encaixe entre o compartimento de polpa de fruta, sensor de fluxo e válvula solenóide

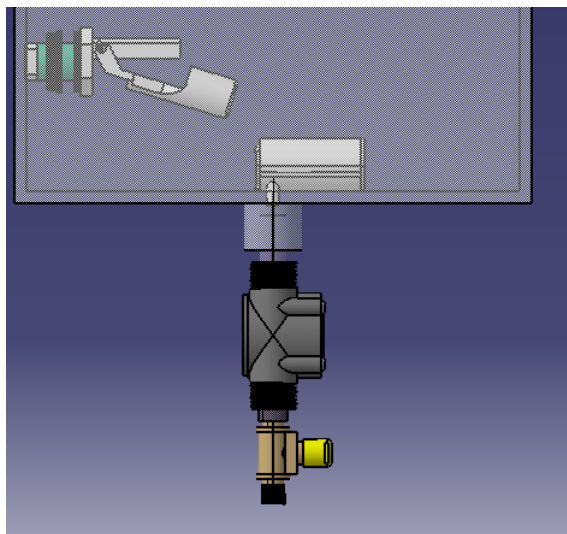


Figura 15 – Vista interna do acoplamento entre o compartimento de polpa, sensores de fluxo e nível e válvula solenóide

5.5.2 Tanques de armazenamento

Os tanques de armazenamento de polpa, bem como o compartimento destinado ao açúcar, são acoplados na parte superior esquerda da máquina. As figuras 16a e 16b mostram a localização desses compartimentos no interior da máquina, bem como respectivo detalhamento do encaixe.

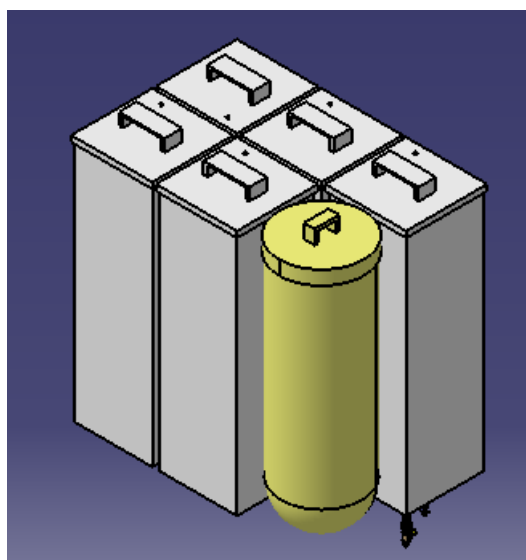
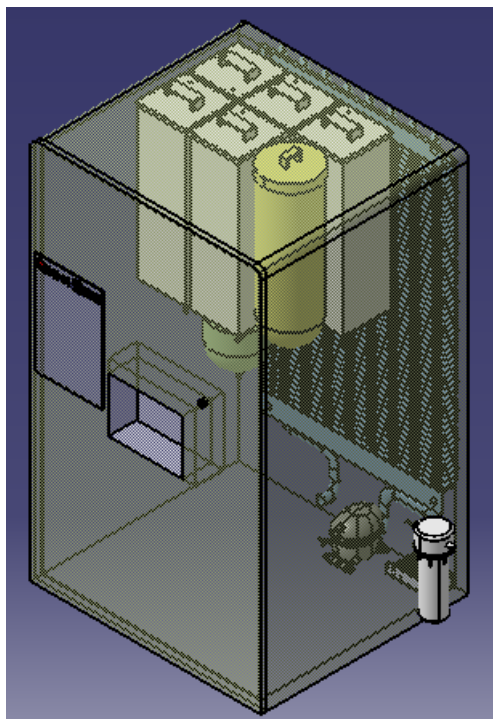


Figura 16 – a) Posição dos compartimentos no interior da máquina; b) Encaixe dos compartimentos-imagem detalhada

5.5.3 Resfriamento, alimentação do sistema e ambiente misturador

O sistema de resfriamento da máquina foi adotado com base nos sistemas de resfriamento amplamente utilizados em bebedouros e geladeiras, sendo baseado em um compressor e um condensador em forma espiral. Dentre os sistemas pesquisados, este foi o que apresentou o melhor custo benefício no que diz respeito a sua implementação e manutenção ao longo do tempo, visto que as peças são fáceis de ser encontradas e manuseadas.

O compressor escolhido foi o de modelo KCN 463 HAG 220V. A fonte de alimentação escolhida para alimentar todo o sistema da máquina é uma fonte chaveada 12V Bivolt, onde as figuras 17a, 17b e 18 mostram, respectivamente, o compressor, o condensador e a fonte utilizados na máquina de suco. Maiores detalhes a respeito do circuito e diagramas elétricos de funcionamento são detalhados na seção 6, onde é detalhado todo o funcionamento da parte elétrica com os respectivos valores.

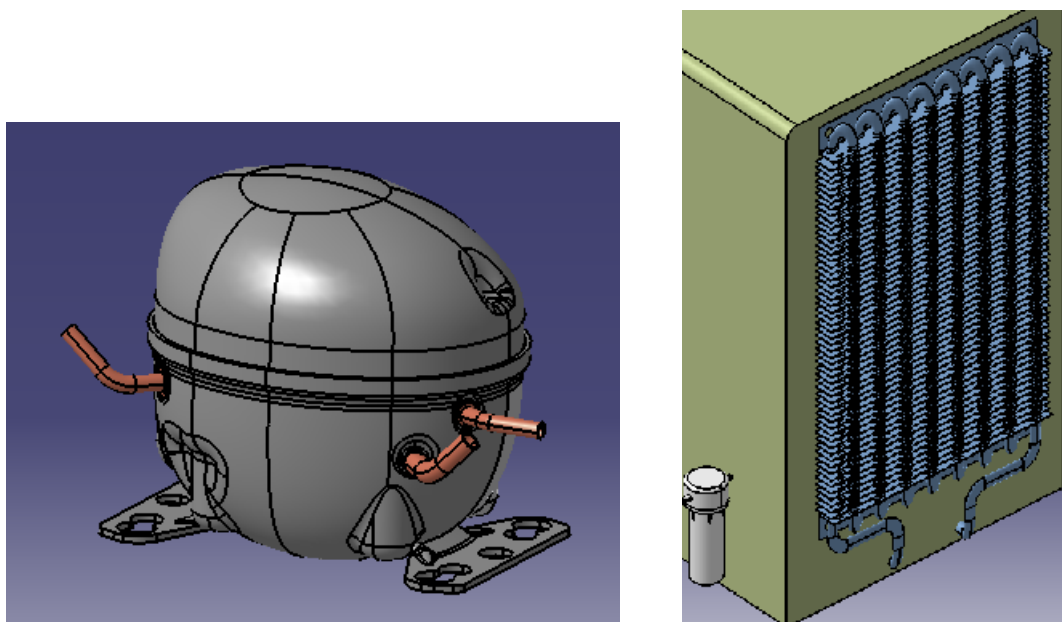


Figura 17 – a) Compressor KCN 463 HAG 220V; b) Condensador

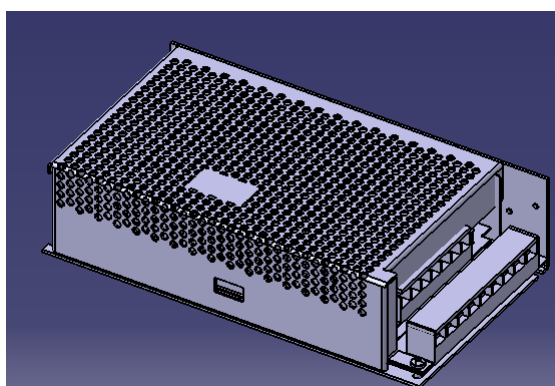


Figura 18 – Fonte de tensão utilizada para alimentação da máquina

Ao lado do sistema de alimentação está a placa de circuito responsável pelo controle e alimentação da máquina. Dessa placa sairão todos os fios responsáveis por controles os sensores, válvulas, bombas e controladores. O design é mostrado na figura 19 , enquanto que o layout da PCI de maneira mais aprofundada pode ser observado nas figuraa 31 e 32.

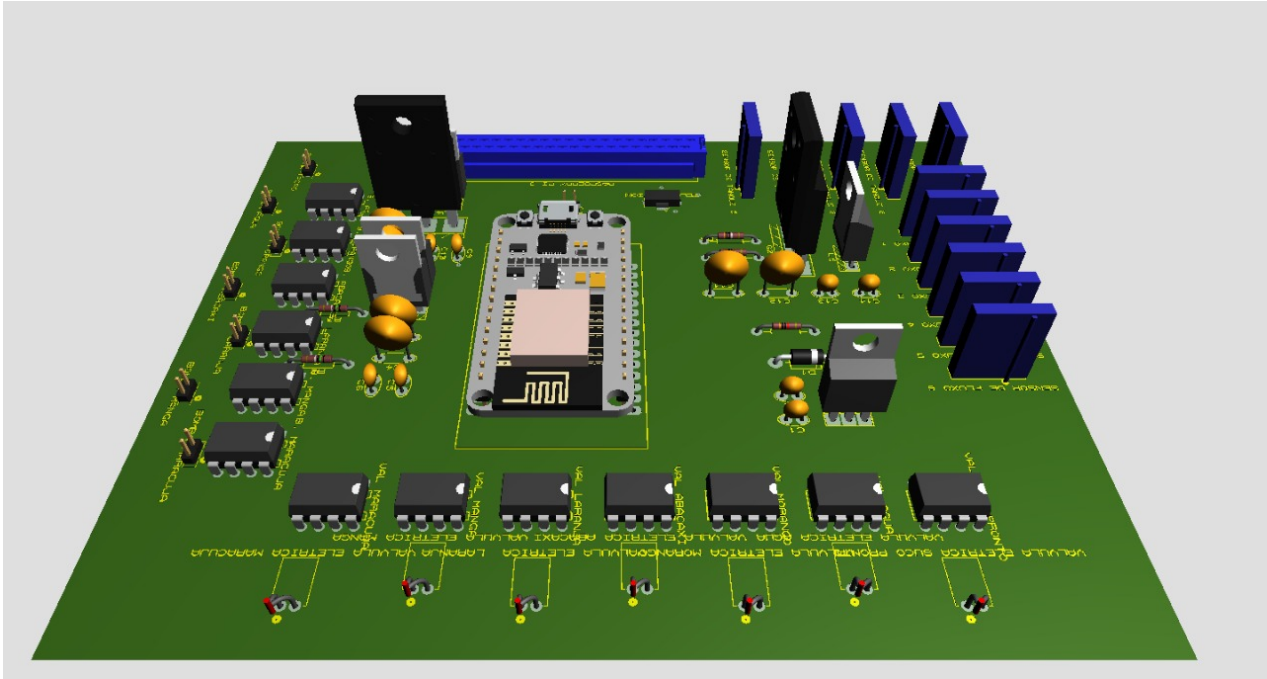


Figura 19 – Vista isométrica da placa de circuitos. [Para visualizar a PCI, clique aqui!](#)

O ambiente misturador é responsável por receber a polpa líquida e a água externa e misturar os líquidos, preparando o suco. representação do componente é mostrada na figura 20.

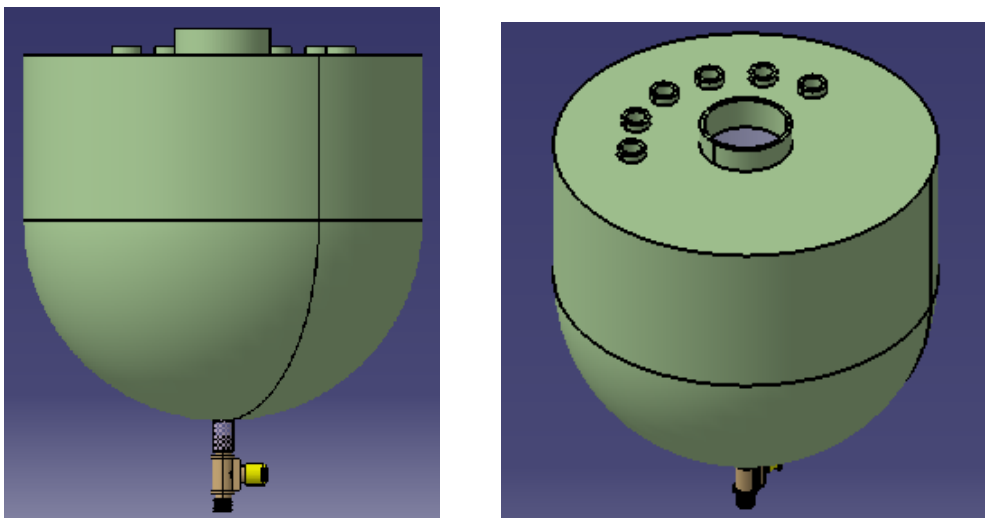


Figura 20 – a) Vista frontal do misturador com válvula solenóide; b) Vista isométrica do misturador

A parte de cima do misturador é utilizada para o acoplamento das mangueiras e do motor responsável por misturar os líquidos. onde é possível observar a entrada para acoplamento das mangueiras e a saída do recipiente, que contém uma válvula solenóide acoplada. O espaço maior mostrado na figura 20b é direcionado para acoplamento do motor, que é responsáveis pela mistura da polpa com a água vinda do filtro externo. Já o esquemático da imagem 21 mostra o acoplamento do motor e das mangueiras. O misturador por sua vez fica localizado em uma posição central para facilitar o acoplamento das mangueiras e aproveitar o desnível para contribuir com o bombeamento dos líquidos.

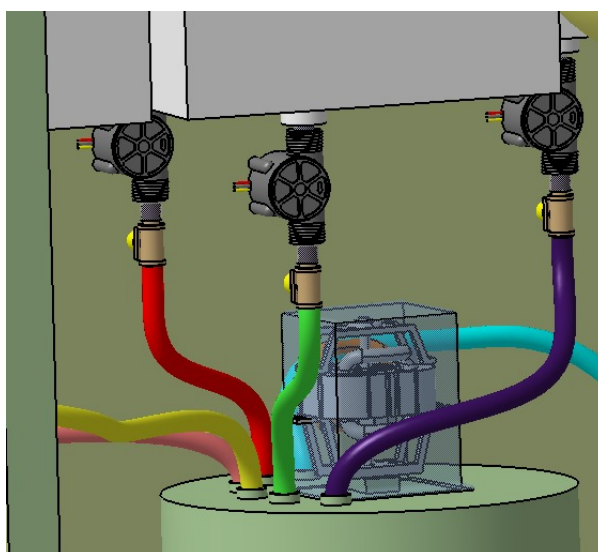


Figura 21 – Acoplamento das mangueiras e motor no misturador

Na mangueira de saída do suco, é acoplada uma válvula de dupla saída responsável por direcionar o suco e a água do sistema de limpeza do ambiente. O controle das saídas da válvula são feitos pelo controlador da máquina que envia uma mensagem especificando qual saída deve ser liberada. As mangueiras por sua vez são coloridas para diferenciar a qual fruta elas pertencem, e o motor acoplado funciona com corrente bem baixa, não interferindo nos cálculos elétricos do sistema como um todo. O esquemático que mostra a saída do suco e do açúcar juntamente com as mangueiras é mostrado na figura 22.

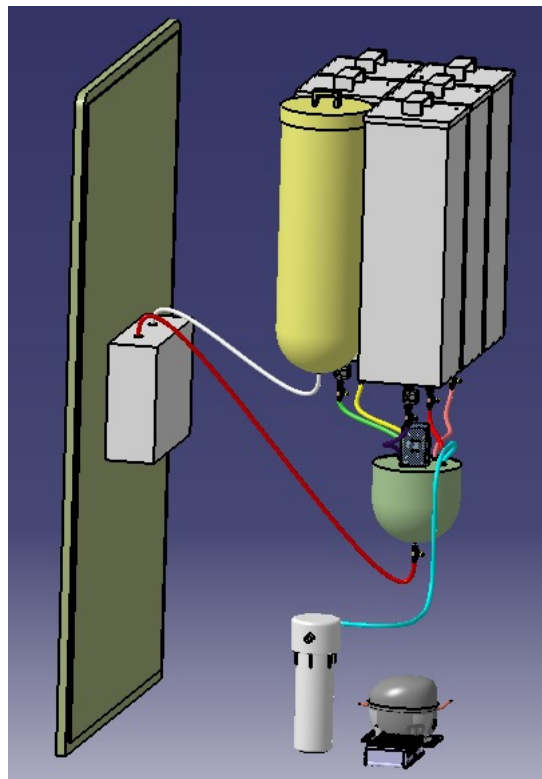


Figura 22 – Acoplamento das mangueiras e motor no misturador

6 Requisitos do subsistema elétrico (Eletrônica e Energia)

A equipe é responsável por toda parte eletrônica de controle da máquina e também pela alimentação do sistema. este grupo se comunica com a parte estrutural para receber informações relacionadas ao tipo de material utilizado e os componentes eletrônicos que devem ser acoplados, bem como a localização de cada componente no interior da máquina. O grupo possui uma das designações mais importantes do projeto, que seria realizar a integração da parte eletrônica com a estrutura e o sistema de pagamento da máquina. O fluxograma de processos realizados pelo subsistema é mostrado abaixo na figura 23, onde alguns processos são realizados em conjunto com o subsistema de software.

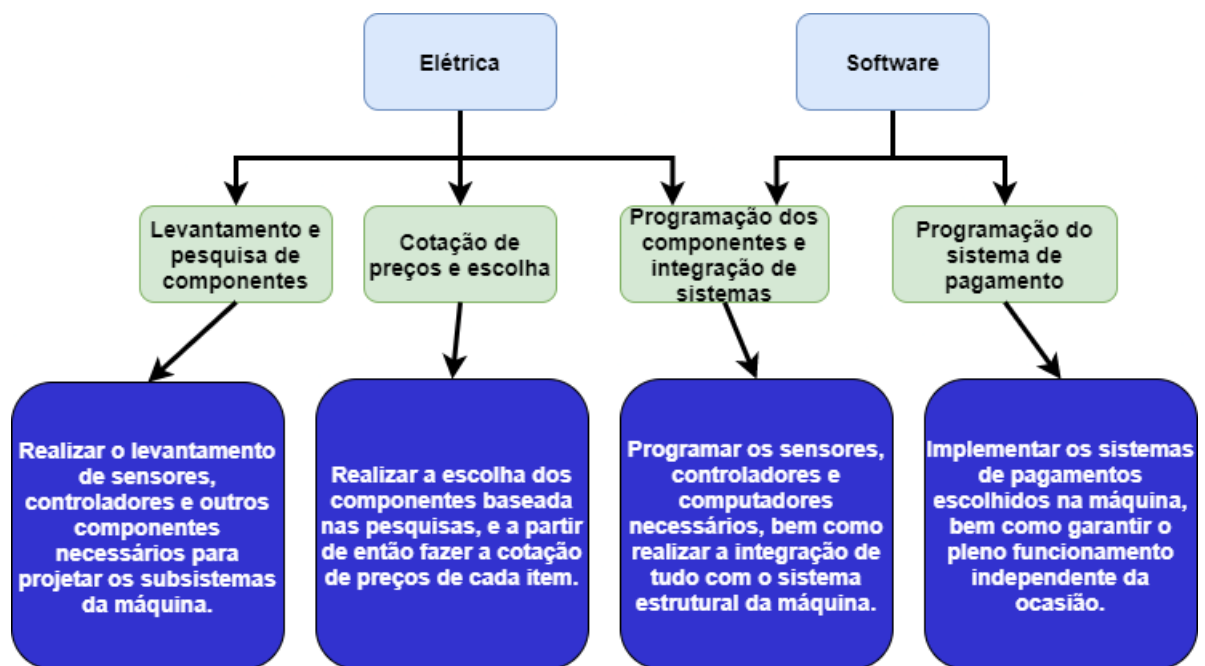


Figura 23 – Fluxograma explicativo de elétrica software

6.1 Restrições

O grupo possui como principais restrições o tempo de preparo do suco, visto que todos os componentes internos devem funcionar em harmonia para preparar o suco dentro do tempo limite de 90 segundos, conforme os requisitos da máquina. Além disso, é necessário haver uma perfeita integração entre a produção do suco e o sistema de pagamento.

6.2 Alimentação

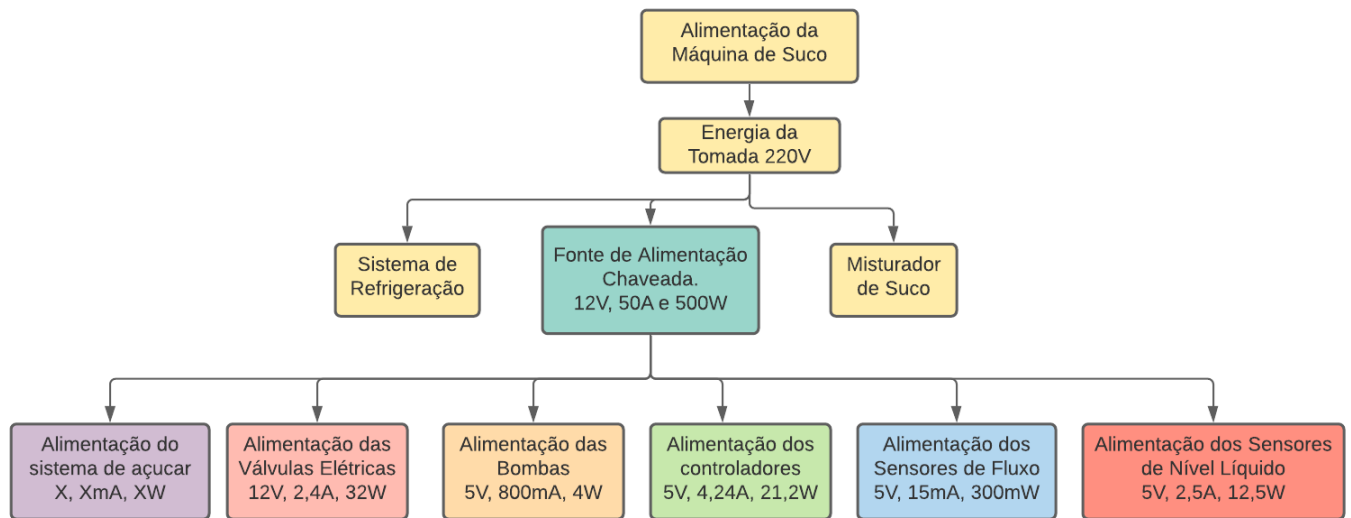


Figura 24 – Fluxograma alimentação

6.2.1 Alimentação dos controladores

O controlador tem como função primordial controlar a carga proveniente da fonte de alimentação, fornecendo níveis de operação seguros aos componentes eletrônicos do sistema. Portanto, tem-se que para o circuito de alimentação dos controladores, foi necessário converter 12V de tensão para 5V, fornecendo portanto uma corrente máxima de 6A. Para alimentação da tela Nextion NX8048T050 de 5 polegadas, Raspberry Pi 3 e NodeMCU Esp32 tem-se uma tensão e corrente de funcionamento muito próximas, onde a tensão de funcionamento dos três componentes varia de 4,5V até 9V. A corrente máxima da ESP 32 está nos 240mA, a da Tela Nextion em 1A e a da Raspberry em 3A. Esses componentes ficarão ligados constantemente. Isso corresponde a uma corrente máxima de 4,24A e potência de até 11,2 Watts. Abaixo é possível observar as especificações e restrições elétricas de cada componente na tabela 10.

Nome	Corrente máxima	Tensão	Potência máxima	Quantidade
NodeMCU ESP32	240 mA	4,5 9V	1,2W	1
Tela Nextion NX8048T050	1A	4,5 9V	5W	1
Raspberry Pi 3	3A	4,5 9V	5W	1

Tabela 10 – Tabela com especificações dos componentes

O diagrama esquemático que representa o circuito de alimentação simulado é mostrado na figura 25.

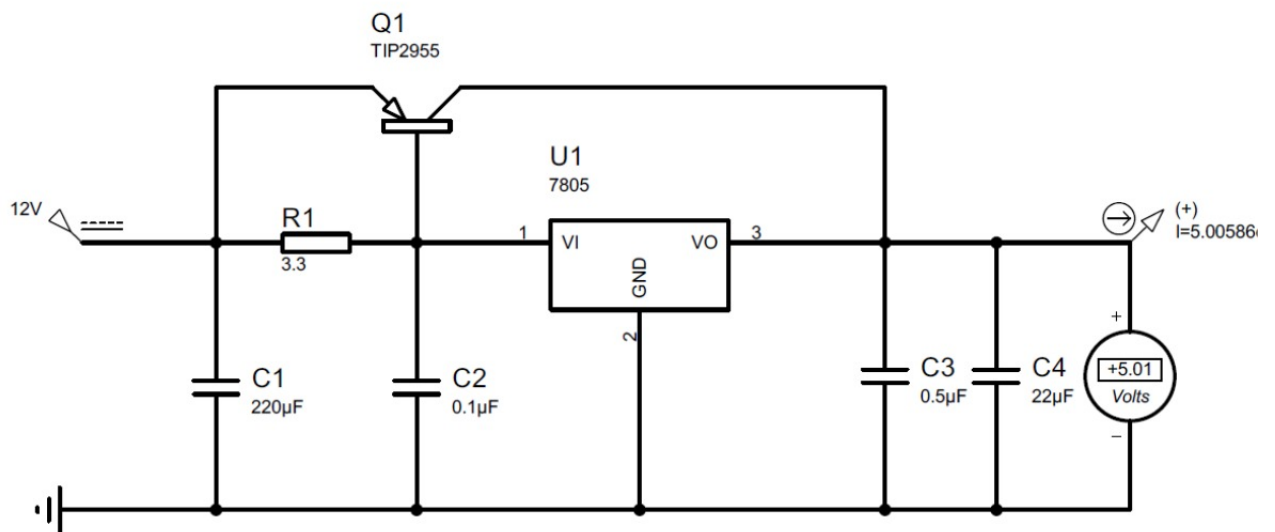


Figura 25 – Esquemático circuito de alimentação simulado. [Para visualizar o circuito de alimentação simulado com detalhes, clique aqui!](#)

A alimentação dos controladores engloba processos detalhados e extensos, e por conta disso envolve um fluxograma separado, de maneira a apresentar as informações com maior rigor de detalhes. A figura 26 ilustra o diagrama de alimentação para os controladores.

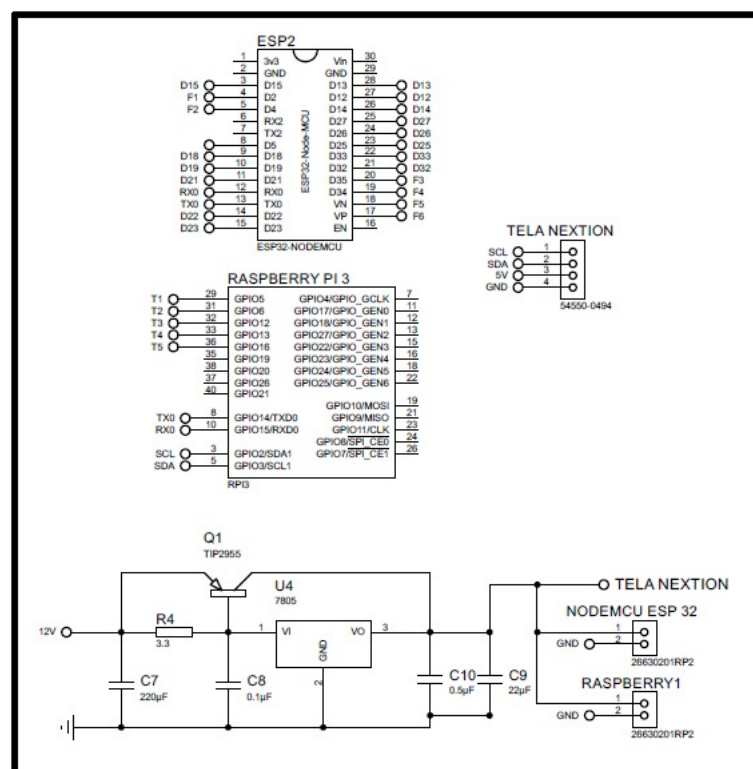


Figura 26 – Esquemático circuito de alimentação dos controladores. [Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!](#)

6.2.2 Alimentação das bombas

O circuito converte 12V para 5V e fornece até 2A. Sabendo que a máquina poderá fazer sucos de até 3 misturas, o máximo de bombas que serão ligadas ao mesmo tempo são 4, três de sucos e uma da água.

Nome	Corrente máxima	Tensão	Potência máxima	Quantidade
Bomba	200mA	4,5 9V	1W	6

Tabela 11 – Tabela com especificações das bombas

A corrente máxima consumida será de 800 mA e potência dissipada é de 4W. O circuito permite a passagem de até 2A. O circuito detalhado de funcionamento das bombas é mostrado na figura 27.

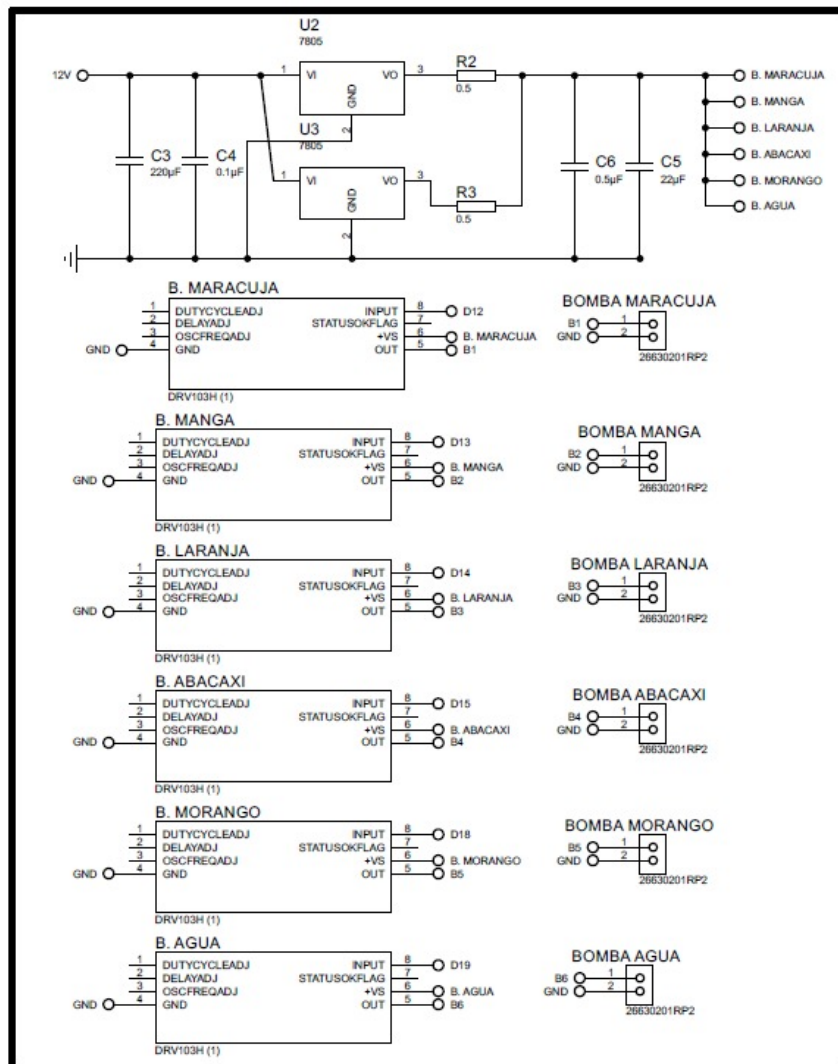


Figura 27 – Circuito de alimentação das bombas completo. [Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!](#)

6.2.3 Alimentação dos sensores de nível de água e de fluxo

O sensor de fluxo tem como finalidade controlar o quanto de polpa e água será liberado. O sensor de nível, serve para que o sistema avise ao operador da máquina quando o estoque de algum suco estiver baixo. No circuito de alimentação dos sensores de nível e de fluxo, foi necessário converter 12V para 5V, e fornecer uma corrente de 3A. Nesse projeto será necessário 5 sensores de nível de líquido dentro do tanque. Os 5 ficam ligados constantemente, pois eles precisam medir o quanto de suco há no tanque para que o controle de estoque funcione e não ocorra a falta de suco. Cada um dos sensores de nível podem consumir até 500 mA e 5V, totalizando uma potência máxima de 12,5 Watts Já para sensores de fluxo, precisamos de 15 mA e 5V para alimentar cada um. O máximo de sensores de fluxo que serão ligados por vez são 4, que será quando o cliente escolher um suco com 3 sabores diferentes. Nesse caso, a potência máxima será 300mW. Somando as correntes e potências, esses componentes podem consumir até 2,6A e 12,8 Watts. As especificações das bombas são mostradas na tabela 12, e o diagrama de funcionamento para os sensores de nível e de fluxo é mostrado em detalhes na figura 28..

Nome	Corrente máxima	Tensão	Potência máxima	Quantidade
Sensor de nível de líquido	500mA	4,5 18V	2,5W	5
Sensor de fluxo	15mA	4,5 18V	75mW	6

Tabela 12 – Tabela com especificações das bombas

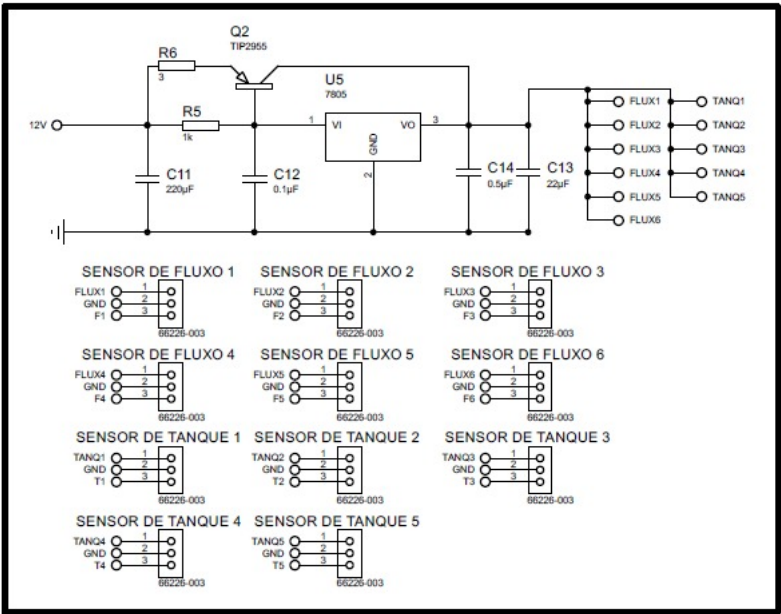


Figura 28 – Circuito de alimentação dos sensores de nível e fluxo completo. [Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!](#)

As saídas com nomes FLUX são referentes aos sensores de fluxo e as com nome TANQ corresponde aos sensores de quantidade de líquido no tanque.

6.2.4 Alimentação das Válvulas Elétricas

A válvula é um dispositivo necessário quando queremos controlar o fluxo de algum líquido. A válvula solenoide possui uma entrada e uma saída. Quando a válvula é energizada, as bobinas dentro dela criam um campo magnético que fará com que a válvula abra. Assim que a energia for interrompida, a válvula voltará a fechar. Para as válvulas elétricas, o circuito precisa converter 12V para 10V e 5A. Na máquina de suco foi necessário 7 válvulas, 5 para as polpas, uma para a água e uma para a saída do misturador. Cada uma delas consome 600mA quando estão ligadas. O máximo de válvulas que estarão abertas ao mesmo tempo são 4, durante o preparo de um suco de 3 sabores. Nesse caso será consumido 2,4A, 10V e 32 Watts. Abaixo tem-se a tabela 13 com as especificações de funcionamento das válvulas.

Nome	Corrente máxima	Tensão	Potência máxima	Quantidade
Válvula elétrica	600mA	8 18V	8W	7

Tabela 13 – Tabela com especificações das válvulas

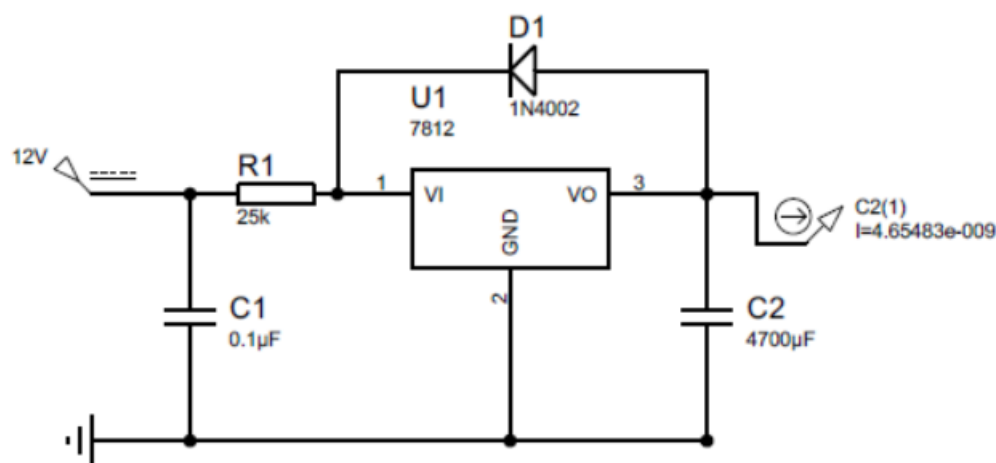


Figura 29 – Circuito de alimentação das válvulas simulado. [Para visualizar o circuito de alimentação simulado com detalhes, clique aqui!](#)

As saídas com nome VAL correspondem às válvulas de saída das polpas, água e do suco preparado, e o detalhamento do circuito é mostrado nas figuras 29 e 30.

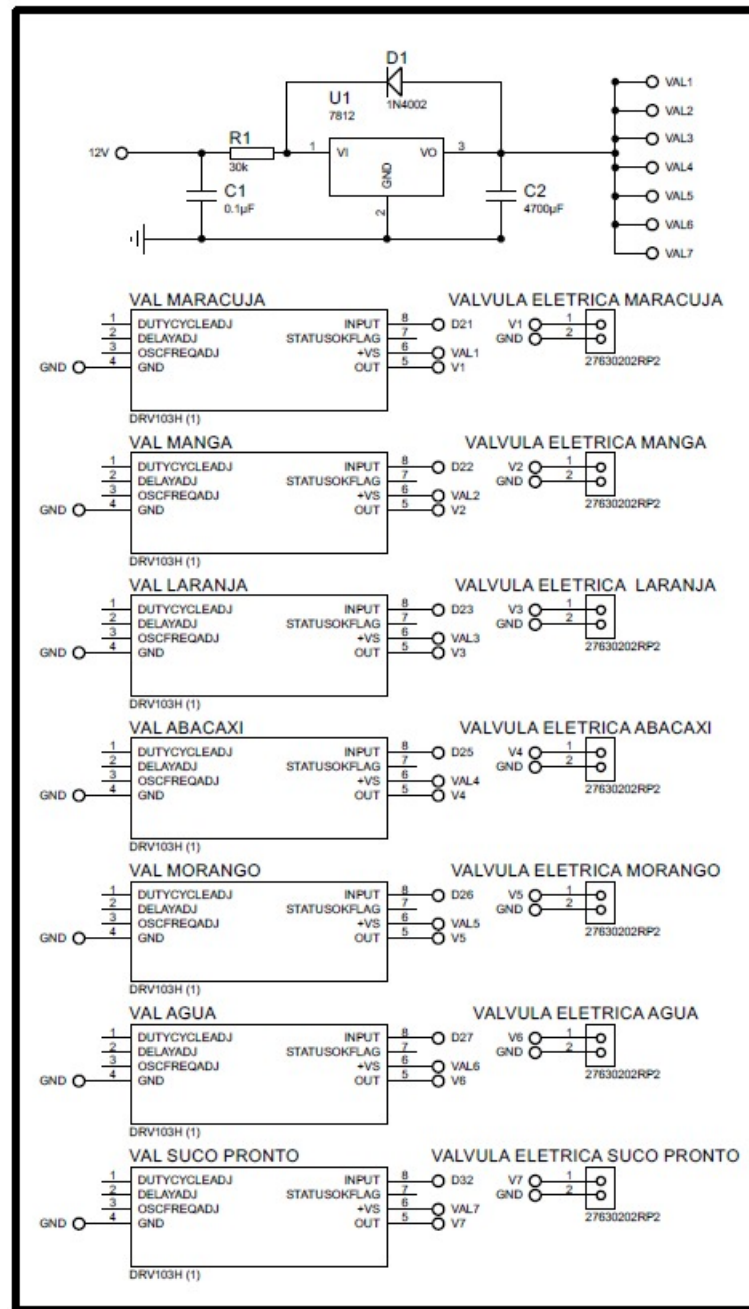


Figura 30 – Circuito de alimentação das válvulas completo. [Para visualizar o circuito de alimentação completo com detalhes, clique aqui!](#)

6.3 Controle

6.3.1 Componentes

No projeto, foi utilizado diversos componentes que ligados diretamente à ESP 32. Abaixo tem-se um breve resumo da função de cada componente dentro da máquina, onde os componentes eletrônicos controlam toda a estrutura da máquina:

- Sensor de fluxo: O sensor de fluxo é um componente que contabiliza a quantidade

de líquido que passa em seu tubo. No interior desse sensor, existe uma espécie de hélice que lêem as quantidades de voltas dadas e relacionam com a quantidade de líquido que passou. Vale ressaltar que esse sensor só funciona em um sentido único, que vem indicado por uma seta em sua estrutura.

- Sensor de nível: Os sensores de nível detectam o nível de líquido em reservatórios na altura em que forem instalados. Esse sensor é utilizado unicamente para a sinalização, não sendo utilizado diretamente para acionar outros sensores.
- Mini bomba: A bomba é necessária para impulsionar a água pelas mangueiras.
- Válvula solenoide: A válvula solenoide tem como função controlar a passagem de líquido, abrindo para que o líquido passe e fechando para que o líquido seja barrado. A válvula funciona através da geração de um campo eletromagnético, que é grande o suficiente para levantar a porta e permitir a saída de líquido. Dessa forma, assim que interrompemos a passagem de corrente elétrica para a válvula, interrompemos também o campo magnético, assim, a válvula é fechada.

Para a PCI mostrada nas figuras 19 e 32, o layout pode ser observado abaixo na figura 31

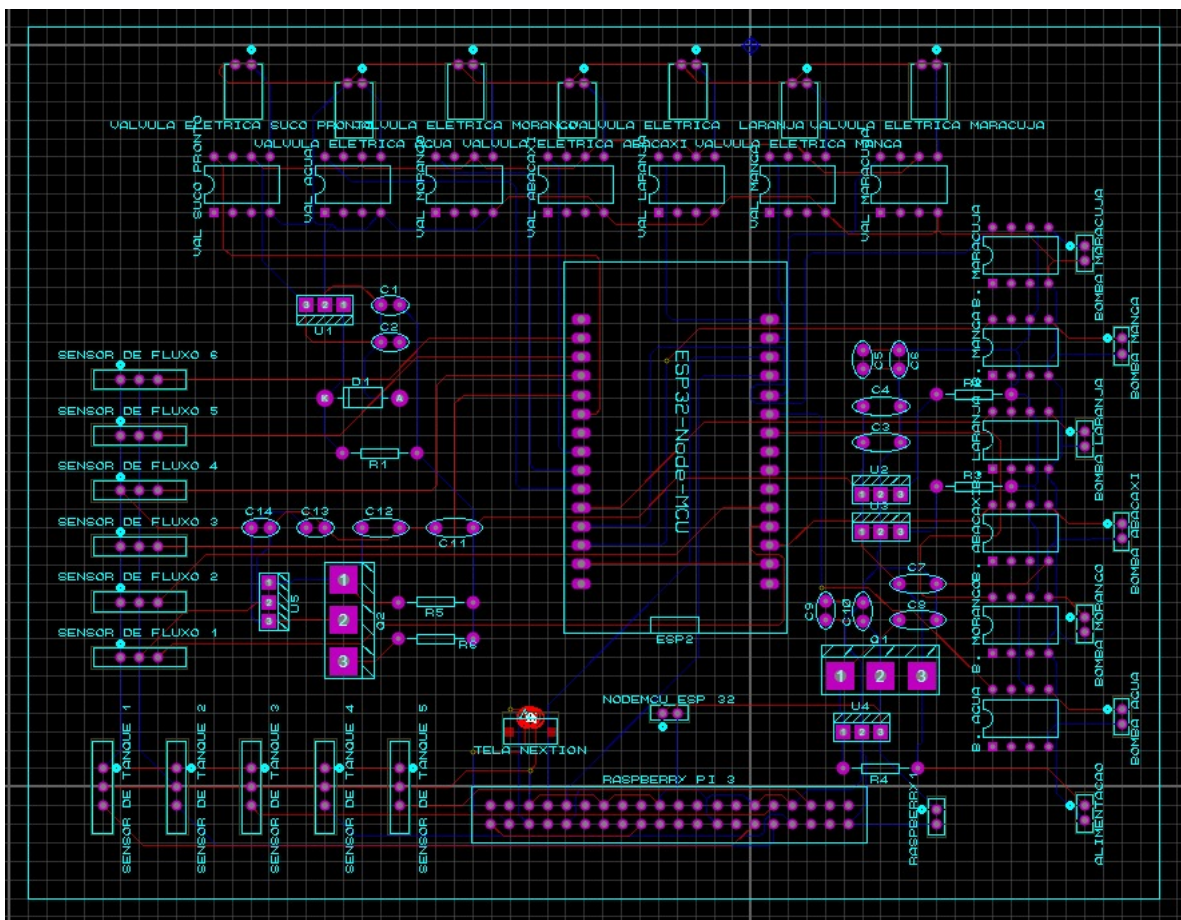


Figura 31 – Layout da PCI gerada. [Para visualizar o Layout da PCI, clique aqui!](#)

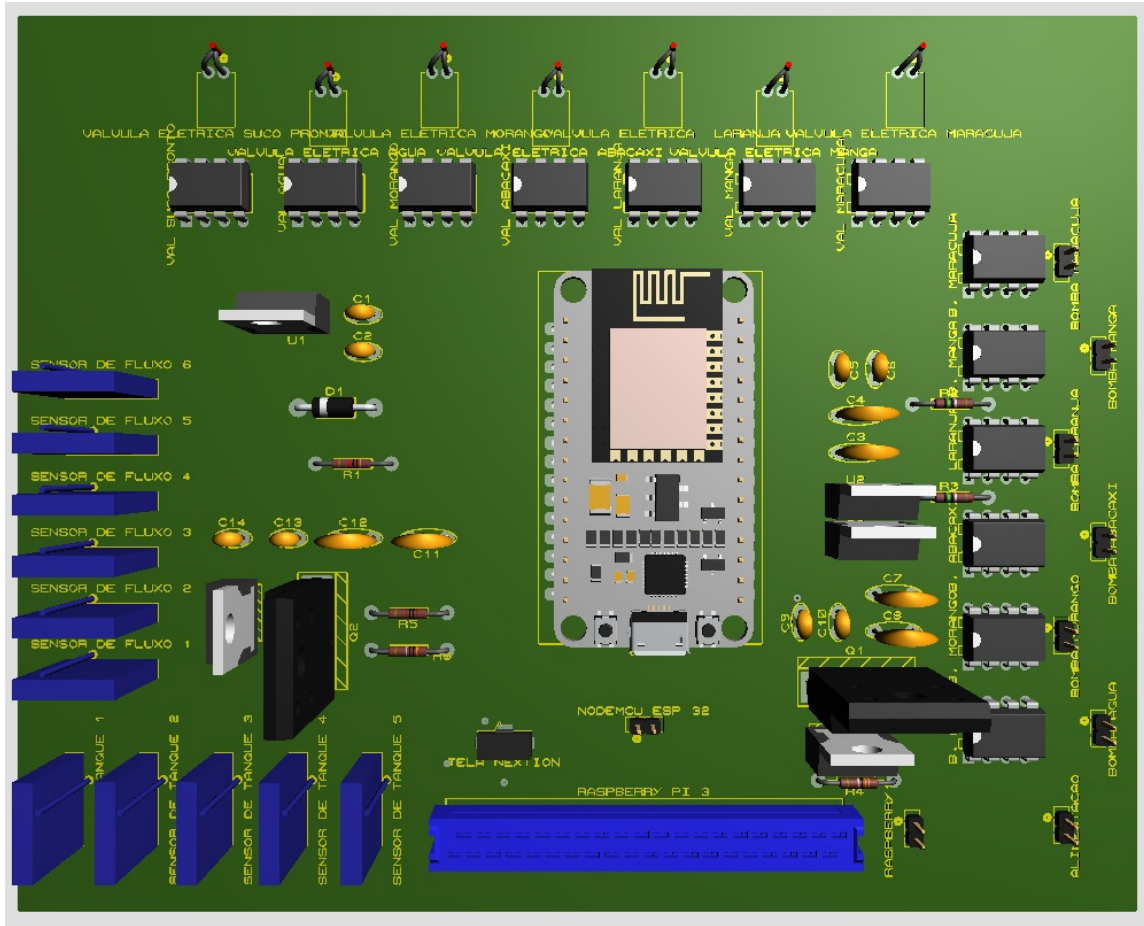


Figura 32 – Vista superior da placa. [Para visualizar a PCI, clique aqui!](#)

6.3.2 Controle de açúcar

O controle do açúcar será realizado por meio da raspberry pi e um sensor de fluxo. Esse sensor é indicado para casos que pode ocorrer a obstrução total ou parcial do fluxo. Ele possui um pistão que impede o contrafluxo de fluidos, evitando uma eventual obstrução, o pode ser observado na figura 33. Ficará instalado na parte inferior do reservatório de açúcar, trabalhando com pressão máxima de 1,75 MPa e o fluxo pode variar de 1 Kg a 40 Kg por minuto. O fornecimento de açúcar será realizado assim que a máquina entregar o suco. Um nível lógico alto enviado pela raspberry pi acionará o sensor por 20 ms e nesse período será liberado 17g de açúcar. Caso o usuário necessite de mais açúcar, poderá ser liberado uma nova dosagem após o pagamento de um valor extra, acionando novamente o sistema de pagamento descrito na seção 7.1. O sistema foi planejado de tal forma para combater o desperdício, além de minimizar os gastos alimentícios que sejam desnecessários para o pleno funcionamento e distribuição do produto.

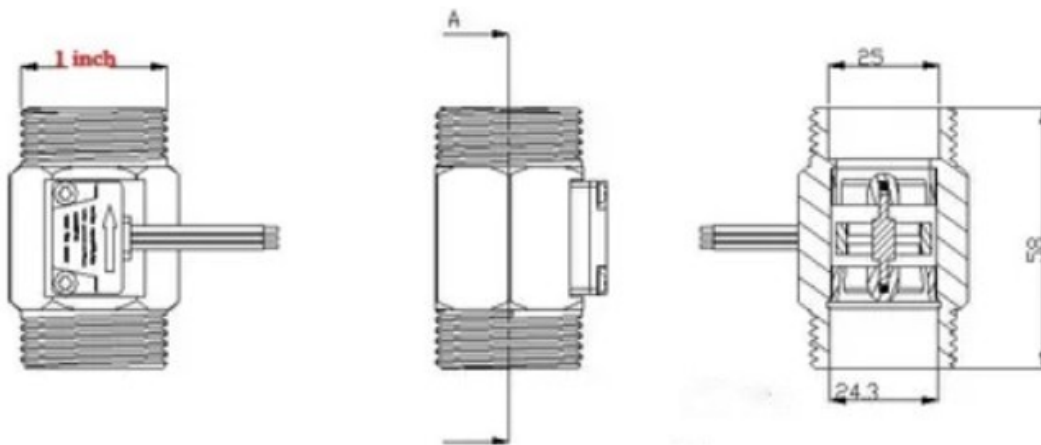


Figura 33 – Sensor de fluxo do açúcar

6.3.3 Integração eletrônica - estrutura

Uma vez apresentados os componentes e partes estruturais, é primordial estabelecer a conexão entre ambas as partes.

Ao iniciar o processo de elaboração do suco, a placa de circuitos descrita na figura 19 passa a informação para a bomba (fig. 12b), iniciando a transferência da polpa de fruta para o ambiente misturador. A polpa passa através da válvula solenóide (fig. 13b), responsável por controlar a passagem de líquido, onde a quantidade é calculada pelos sensores de fluxo acoplados (figs. 14 e 15). Uma vez que a quantidade de polpa ideal foi transferida ao misturador (fig. 20), os sensores de fluxo transmitem a informação de volta à placa de circuitos, que por sua vez interrompe o bombeamento e fecha as válvulas solenóides.

Uma vez que o suco estiver pronto, a PCI aciona a bomba na saída do misturador, e o suco é bombeado pela válvula solenóide para a saída da máquina. A dosagem de açúcar é feita através do botão externo mostrado na figura 11, acionando os componentes descritos na seção 6.3.2.

6.4 Algoritmos utilizados

6.4.1 Algoritmo de funcionamento geral

Primeiramente, saindo de cada tanque de polpa temos um sensor de fluxo, que é o componente que controla quanto de polpa será liberado. Logo após o sensor de fluxo, temos a bomba que enviará a polpa ao misturador. No misturador a água será misturada com a polpa, formando o suco. Assim que o misturador cumpre sua função, o líquido irá descer pela válvula até o copo do cliente. Abaixo temos um fluxograma que representa

o funcionamento da máquina de forma geral. Para uma melhor visualização, estamos hospedando o fluxograma online pelo Google Drive. [Para visualizar o fluxograma com detalhes, clique aqui!](#)

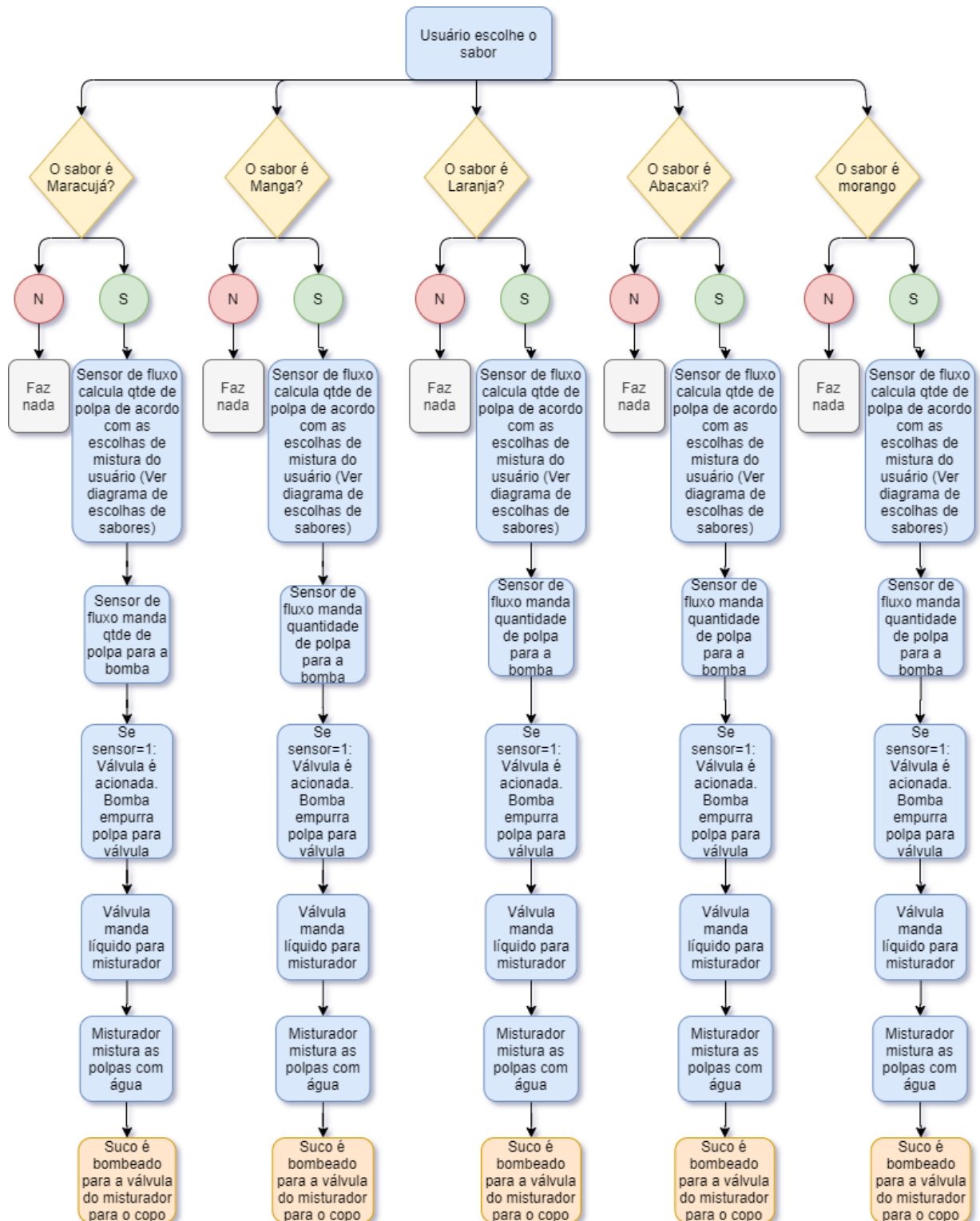


Figura 34 – Fluxograma de funcionamento geral da máquina

7 Requisitos do subsistema de software

O grupo responsável pelo subsistema de software é responsável por implementar os sistemas de pagamentos através da emissão dos QR code no painel de visualização da máquina, além de realizar a integração com a parte eletrônica para iniciar a produção e liberação do suco após a confirmação do pagamento. O fluxograma de processos é mostrado na figura 23 em conjunto com o fluxograma do subsistema de eletrônica.

7.1 Sistema de pagamento

O sistema de pagamento implementado na máquina é baseado em QR code gerado e liberado aos consumidores, dando total segurança e autonomia. O sistema por sua vez pertence a Juno, e fornece uma ótima alternativa de pagamento digital em meio às que já existem.

No sistema de pagamento Juno, é gerado um link de pagamento que pode ser convertido em QR Code e redireciona o cliente para uma página WEB onde é realizado o pagamento. Nessa página, são exigidos alguns dados como nome, cpf, email e telefone, bastando apenas informar esses dados uma única vez, pois o próprio sistema possui uma feature de tokenização, que armazena esses dados utilizando um motor de recorrência para que, na próxima vez que esse usuário for realizar o pagamento, não precise digitar tudo novamente. Os pontos positivos em relação a esse meio de pagamento é que o cliente não precisa ter um aplicativo de pagamento ou uma carteira digital, além de ser barato, simples, eficiente, isento de responsabilidade sobre os dados dos usuários e a empresa fornecer uma API bem documentada para implementar o sistema na máquina de suco.

7.2 Linguagens e Tecnologias

Foram utilizadas diversas tecnologias para possibilitar a comunicação sistema, onde as principais são listadas abaixo:

- Aplicação servidor: Desenvolvido em NodeJS, software open-source e executa código de JavaScript para a criação do servidor que interage com a API da Juno. Esse servidor está hospedado em nuvem e interage com o banco de dados e com a aplicação backend.
- Backend: Desenvolvido em Python, está hospedado na própria máquina de suco e interage com os sensores da máquina, com a aplicação frontend (interface) e com a aplicação hospedada na nuvem.

- Frontend: ReactJS, biblioteca JavaScript e open-source para a criação da interfaces de usuário.
- Banco de dados: MySQL, sistema gerenciador de banco de dados relacional e utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada). Nele será armazenado os dados dos funcionários, das máquinas instaladas e dos sucos cadastrados.
- Serviço de computação em nuvem: Amazon Web Services.

7.2.1 Modelo conceitual do banco de dados

Foi elaborado o nível conceitual para a implementação da base de dados da máquina de suco. Esse modelo é baseado no mundo real e indica as regras de negócio do nosso sistema. Sua esquematização pode ser observada na figura 36.

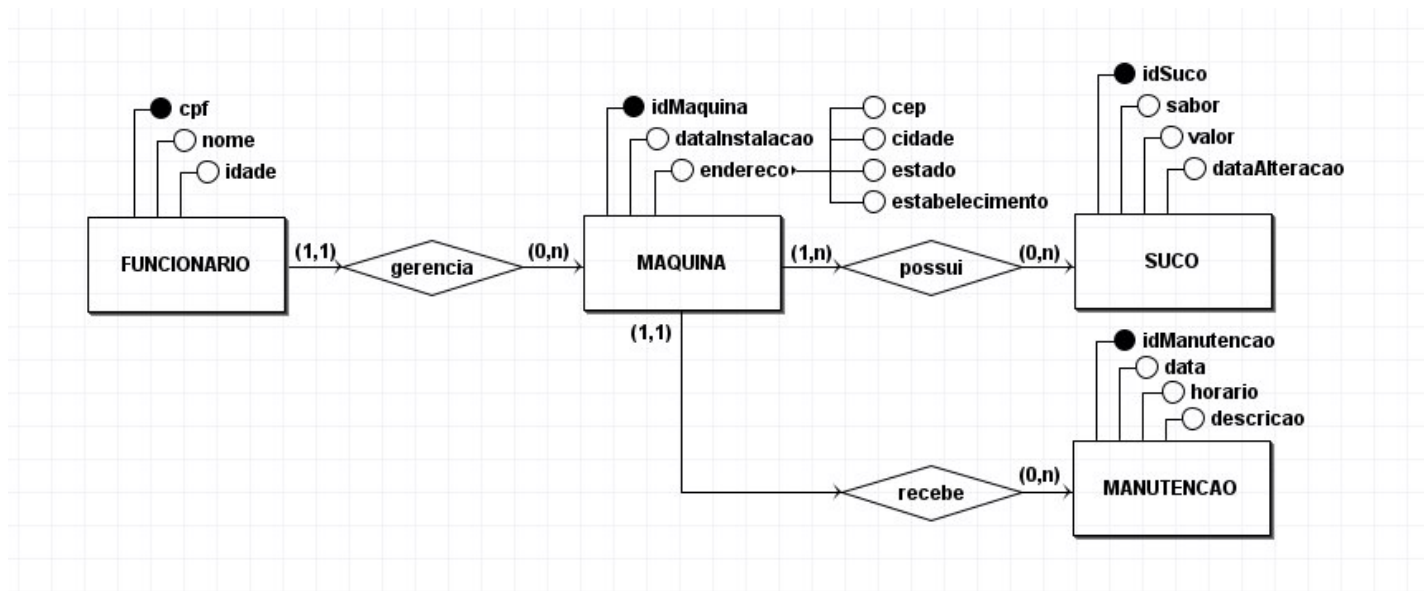


Figura 36 – Modelo conceitual para implementação da base de dados

7.2.2 Aplicação Nativa

Foi desenvolvido um sistema interno para a raspberry com o objetivo de conversar com o servidor hospedado em nuvem. Lista de métodos da aplicação nativa:

- solicitaPagamento: Solicita um link de pagamento da aplicação servidor. Exibe-o para o usuário na forma de um QR Code. Simultaneamente, inicia o método **consultaStatusPagamento**, a ser executado por até 15 minutos.
- consultaStatusPagamento: Acionado automaticamente após o método **solicitaPagamento** ter sido iniciado. Consulta continuamente o status do pagamento na aplicação servidor, até obter um resultado diferente de PENDENTE.

- **cancelaPagamento**: Acionado automaticamente quando o método **consultaStatusPagamento** obtém uma resposta EXPIRADO. Seu objetivo é informar o cancelamento do pagamento.
- **exibeSucos**: Recupera uma lista de sucos da aplicação servidor. Exibe-os para o usuário. Permite a chamada do método **exibeSuco** para cada um dos sucos apresentados.
- **iniciaSuco**: Acionado automaticamente quando o método **consultaStatusPagamento** obtém uma resposta AUTORIZADO. Informa o sensor de que a produção de um suco específico deve iniciar.

7.2.3 Aplicação Servidor - Endpoints

- **GET /listaSucos/** - Retorna uma lista de sucos.

PARÂMETROS: Nenhum

RETORNO: Lista de objetos do tipo suco.

- **GET suco/idSuco/** - Retorna um suco de acordo com a ID informada.

PARÂMETROS:

Nome	Tipo	Obrigatório	Descrição
idSuco	int	Sim	ID do suco a ser exibido.

Figura 37 – Parâmetros para a rota de listar um suco específico

RETORNO:

Nome	Tipo	Descrição
idSuco	int	ID do suco.
nome	string	Nome do suco. Exemplo: "frutas vermelhas".
poupas	Lista de strings	Lista de poupas usadas no suco
valor	double	Preço do suco, em reais

Figura 38 – Retorno objeto do tipo suco

- **POST /criaLinkPagamento/** - Retorna um link de pagamento que pode ser convertido em QR Code, através do qual o usuário pode realizar o pagamento de seu suco.

PARÂMETROS:

Nome	Tipo	Obrigatório	Descrição
idSuco	int	Sim	ID do suco escolhido pelo usuário

Figura 39 – Parâmetros para a rota de criação do link de pagamento

RETORNO:

Nome	Tipo	Descrição
linkPagamento	String	Link para o serviço através do qual o usuário pode realizar seu pagamento
idPagamento	int	ID do pagamento a ser efetuado

Figura 40 – Retorno do link de pagamento

- **POST /consultaStatusPagamento/** - Retorna o status de um pagamento.
Os status possíveis são:
PENDENTE: O pagamento ainda não foi realizado. O usuário tem 15 minutos para realizar o pagamento.
AUTORIZADO: O pagamento foi realizado com sucesso.
RECUSADO: Houve uma ou mais tentativas de pagamento, mas nenhuma foi bem sucedida.
EXPIRADO: O pagamento não foi efetuado dentro do tempo limite.

PARÂMETROS:

Nome	Tipo	Obrigatório	Descrição
idPagamento	int	Sim	ID do pagamento efetuado.

Figura 41 – Parâmetros para a rota de consultar status do pagamento

RETORNO:

Nome	Tipo	Descrição
idPagamento	int	ID do pagamento efetuado
statusPagamento	String	Status do pagamento efetuado, de acordo com a relação acima.

Figura 42 – Retorno do status de pagamento

7.3 Funcionamento

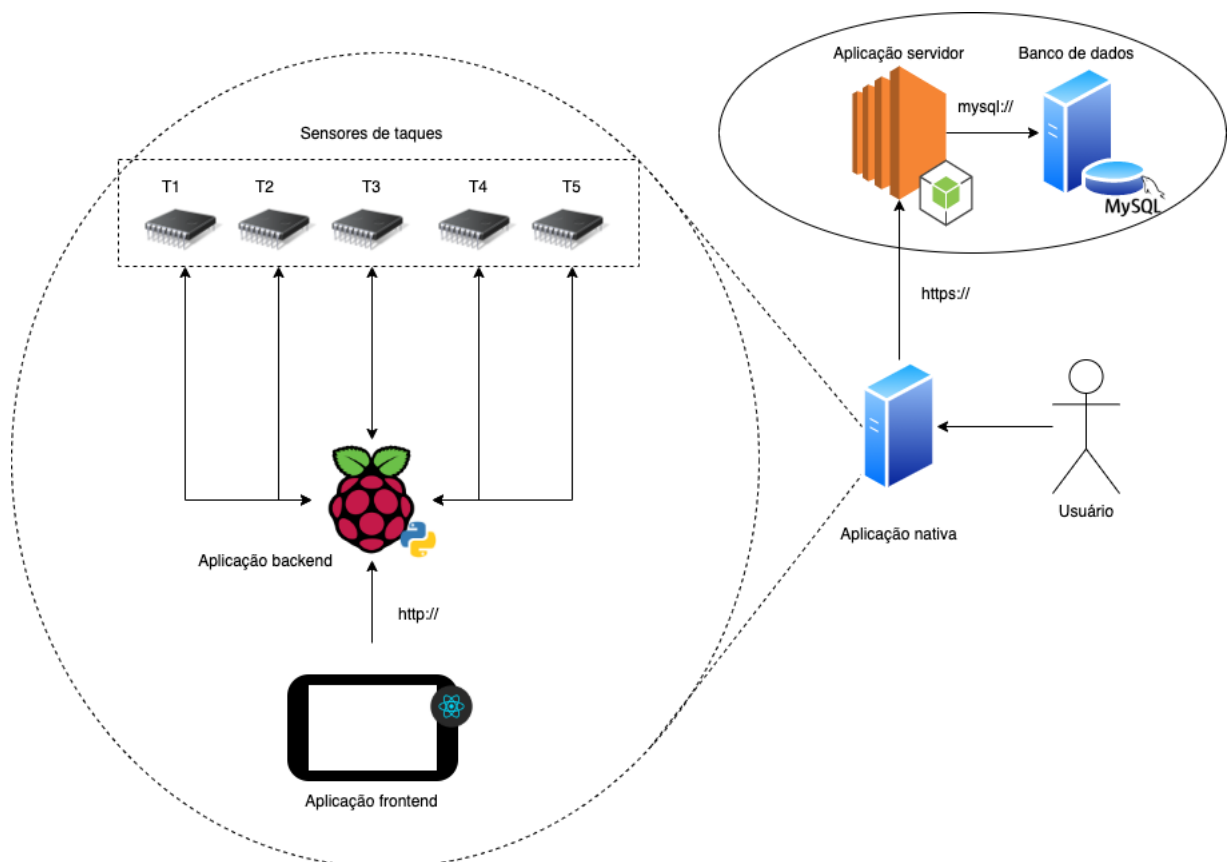


Figura 43 – Ilustração funcionamento

7.3.1 Fluxo Principal Resumido

Atores envolvidos

Usuário (ou consumidor)

Sistemas envolvidos

Aplicação frontend: software desenvolvido em React JS, hospedado localmente na máquina de suco. Constitui a interface de interação com o usuário.

Aplicação de parceiro: software da empresa sub-adquirente responsável por processar

pagamentos com cartão de crédito.

Etapas

- 1. Usuário inicia processo na aplicação frontend.
- 2. Aplicação frontend exibe uma lista de sucos para o usuário.
- 3. Usuário seleciona um suco da lista de sucos exibida pela aplicação frontend.
- 4. Aplicação frontend exibe detalhes do suco selecionado.
- 5. Usuário inicia pagamento na tela de detalhes do suco selecionado na aplicação frontend.
- 6. Aplicação frontend exibe um QR Code, e aguarda conclusão de pagamento. Usuário lê QR Code usando seu smartphone.
- 7. Aplicação de parceiro exibe formulário de pagamento com cartão de crédito.
- 8. Usuário realiza o pagamento
- 9. Aplicação frontend exibe tela de confirmação.
- 10. Aplicação backend envia sinal aos sensores dos tanques de acordo com o suco selecionado pelo usuário.
- 11. Processo de fazer suco se inicia.

7.3.2 Fluxo Principal Detalhado

Atores envolvidos:Usuário (ou consumidor)

Sistemas envolvidos

Aplicação frontend: software desenvolvido em React JS, hospedado localmente na máquina de suco. Constitui a interface de interação com o usuário.

Sistemas envolvidos:
Aplicação backend: software desenvolvido em Python, hospedado localmente na máquina de suco, que interage com os sensores de tanques, bem com com a aplicação frontend e a aplicação servidor.

Aplicação servidor: software desenvolvido em Node JS , hospedado em nuvem. Interage com o banco de dados, com a aplicação backend e com a aplicação de parceiro. Também registra logs de requisições.

Banco de dados: : software para armazenamento de informações. Produto MySQL “de prateleira”.

Aplicação de parceiro: : software da empresa sub-adquirente responsável por processar pagamentos com cartão de crédito.

- 1. Usuário inicia processo na aplicação frontend.
- 2. Aplicação frontend envia uma requisição http para a aplicação backend.
- 3. Aplicação backend envia uma requisição https:// para a aplicação servidor.
- 4. Aplicação servidor envia uma requisição mysql:// para o banco de dados.
- 5. Banco de dados envia resposta com lista de sucos para a aplicação servidor.
- 6. Aplicação servidor registra log de requisição e resposta e envia lista de sucos para aplicação backend.
- 7. Aplicação backend envia lista de sucos para aplicação frontend.
- 8. Aplicação frontend exibe uma lista de sucos para o usuário
- 9. Usuário seleciona um suco da lista de sucos exibida pela aplicação frontend.
- 10. Aplicação frontend envia uma requisição http para a aplicação backend.
- 11. Aplicação backend envia uma requisição https:// para a aplicação servidor.
- 12. Aplicação servidor envia uma requisição mysql:// para o banco de dados.
- 13. Banco de dados envia resposta com detalhes do suco selecionado para a aplicação servidor
- 14. Aplicação servidor registra log de requisição e resposta e envia detalhes do suco selecionado para aplicação backend.
- 15. Aplicação backend envia detalhes do suco selecionado para aplicação frontend.
- 16. Aplicação frontend exibe detalhes do suco selecionado.
- 17. Usuário inicia pagamento na tela de detalhes do suco selecionado na aplicação frontend
- 18. Aplicação frontend envia uma requisição http para a aplicação backend.
- 19. Aplicação backend envia uma requisição https:// para a aplicação servidor.
- 20. Aplicação servidor envia uma requisição para aplicação de parceiro.
- 21. Aplicação de parceiro envia uma resposta com um link de pagamento para a aplicação servidor.
- 22. Aplicação servidor registra log de requisição e resposta e envia link de pagamento para aplicação backend.

- 23. Aplicação backend envia link de pagamento para aplicação frontend
- 24. Aplicação frontend converte link de pagamento em QR Code, exibe-o para o usuário, e aguarda conclusão de pagamento.
- 25. Aplicação frontend envia requisição http para aplicação backend.
- 26. Aplicação backend inicia ciclo de requisições https para aplicação servidor durante 15 minutos, ou até receber um status diferente de "PENDENTE".
- 27. Usuário lê QR Code usando seu smartphone.
- 28. Aplicação de parceiro exibe formulário de pagamento com cartão de crédito.
- 29. Usuário realiza o pagamento.
- 30. Aplicação de parceiro envia confirmação para aplicação servidor.
- 31. Aplicação servidor registra log de requisição e resposta.
- 32. Aplicação backend recebe status diferente de "PENDENTE" da aplicação servidor, e envia confirmação para aplicação frontend.
- 33. Aplicação frontend exibe tela de confirmação, e envia requisição http para aplicação backend.
- 34. Aplicação backend envia sinal aos sensores dos tanques de acordo com o suco selecionado pelo usuário.
- 35. Processo de fazer suco se inicia.

8 Conclusão

Com a crescente demanda pelo preparo de produtos saudáveis em um curto intervalo de tempo, pode-se notar a crescente necessidade que há na automatização no processo de elaboração e pagamento do suco natural. Diante desse contexto, a máquina de suco automatizada ganha respaldo para sua implementação, no que diz respeito a agilidade, simplicidade e segurança no pagamento. O fluxograma mostrado na figura 44 resume sucintamente os pontos chave do projeto, explicando o seu funcionamento, local de implementação, público alvo atingido e a data do projeto.

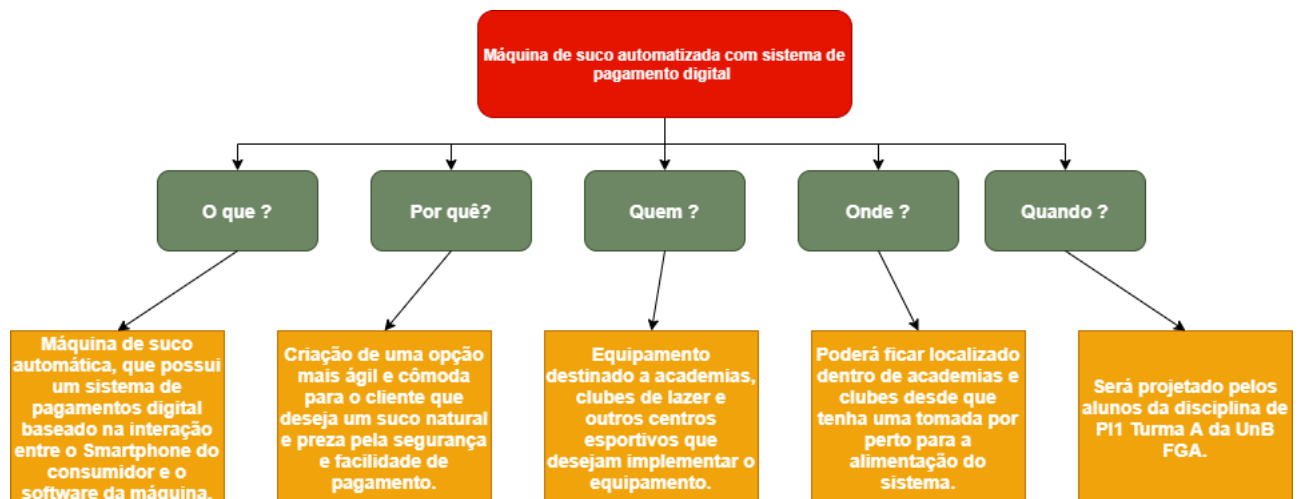


Figura 44 – Pontos chave do projeto conceitual

Tendo em vista os pontos citados e desenvolvidos neste trabalho, pode-se concluir que o projeto tornou-se perfeitamente aplicável, visto que a demanda por produtos dessa categoria é respaldada pela literatura.

8.1 Apresentação gravada

A apresentação do projeto foi gravada e encontra-se nos links abaixo.

Para visualizar a apresentação pelo Youtube, clique [aqui!](#)

Para visualizar a apresentação pelo Google Drive, clique [aqui!](#)

9 Referências bibliográficas

1. BATERIAS, C. O que é bateria VRLA. 2018. Disponível em: <<https://caisbaterias.com.br/o-que-e-bateria-vrla/>>
2. BRAGA, N. C. Fontes de alimentacao. [S.l.]: Saber LTDA, 2007.
3. DEMETRAS, E. Como utilizar o LED RGB. 2018. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/como-utilizar-o-led-rgb-com-arduino/>>.
4. FERNANDO. Fraudes financeiras: como proceder com violações com cartões de débito e crédito? 2017. Disponível em: <<https://blog.vhsys.com.br/fraudes-com-cartao-como-proceder/>>.
5. MASTERCARD. Política de antipirataria da Mastercard. 2019. Disponível em: <https://www.mastercard.com.br/pt-br/sobre-mastercard/oque-fazemos/anti-piracy-policy.html?cq_ck=1511983301953>
6. PLASTECNO. Tarugo de Polipropileno. 2020. Disponível em: <<https://plastecno.com.br/amp/tarugo-de-polipropileno.php>>
7. JUNO. API (Open Banking)2.0. 2020. Disponível em: <<https://dev.juno.com.br/api/v2>>
8. PICPAY. E-Commerce Public API 1.0. 2020. Disponível em: <<https://ecommerce.picpay.com/doc>>
9. CIELO. API Cielo E-Commerce. 2020. Disponível em: <<https://developerciello.github.io/manual/cielo-ecommerce>>
10. AGRICULTURA, S.N de. Boas perspectivas para o mercado de sucos. Rio de Janeiro, Brasil, 2017. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/boas-perspectivas-para-o-mercado-de-sucos>>
11. ABIR. Néctares e sucos prontos. 2018. Disponível em: <<https://abir.org.br/o-setor/dados/nectares/>>
12. BUSINESS. P.S. Robotização garante segurança as operações da indústria farmacêutica durante a pandemia. 2020. Disponível em: <<https://saudebusiness.com/industria/robotizacao-garante-seguranca-as-operacoes-da-industria-farmaceutica-durante-pandemia/>>

APÊNDICE A – Apêndice

Rotina computacional utilizada para estimativa da quantidade de polpa de fruta consumida diariamente

```

clc

clear all

close all

format short

%DENSIDADE DAS POLPAS massa = 60;% 5 kg/h de funcionamento,
%multiplicado por 12h de funcionamento da academia/clube
dens = [1036,998,954,1070,1066];

%VOLUME OCUPADO

volume = massa./dens;

%ALTURAS COGITADAS PARA OS COMPARTIMENTOS

h = 0.75;

h2 = 1.4;

h3 = 0.7;

%ESTIMANDO RAO DO CILINDRO SE A BASE DO COMPARTIMENTO
%FOR CIRCULAR

raio = sqrt((volume/(pi*h)))
raio2 = sqrt((volume/(pi*h2)))
raio3 = sqrt((volume/(pi*h3)))

%ESTIMANDO LADO DO QUADRADO SE A BASE FOR QUADRADA

 $L_{quad} = volume/h;$ 

 $L_{quad2} = volume/h2;$ 

 $L_{quad3} = volume/h3;$ 

Lado = sqrt( $L_{quad}$ 
Lado2 = sqrt( $L_{quad2}$ )
Lado3 = sqrt( $L_{quad3}$ )

```