

PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS TOLETES DE PALMITO

TERATO. K¹, VEIGA. P², VALENTE. R³

¹Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - Registro

kaue.terato @fatec.sp.gov.br

pedro.veiga01 @fatec.sp.gov.br

renato.valente @fatec.sp.gov.br

Abstract. *The visual properties of many agricultural products, including hearts of palm, are important factors in determining their market prices and assisting in consumer choice. In the search for reducing high costs, optimizing work and standardizing results in manual selection, in this work we will develop a computer vision system to check the basal diameter of palm heart billets to classify them after the final cleaning phase with the elimination of hard and fibrous parts, followed by cutting and placing on a conveyor belt where they will pass through the system's optical display.*

Keywords: *Paper. Latex. Informatic.*

Resumo. *As propriedades visuais de muitos produtos agrícolas, incluindo o palmito, são fatores importantes para determinar seus preços de mercado e auxiliar na escolha do consumidor. Na busca pela redução no alto custo, otimização do trabalho e padronizar os resultados na seleção feita manualmente, neste trabalho iremos desenvolver um sistema de visão computacional para verificar o diâmetro basal de toletes de palmito para classificá-los após a fase de limpeza final com a eliminação das partes duras e fibrosas, seguido pelo corte e sendo colocados em uma esteira por onde passarão pelo visor óptico do sistema.*

Palavras-chave: *Otimização. Visão Computacional. Padronização.*

INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável - ou simplesmente Agenda 2030 - lançada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, é uma chamada global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e prosperidade. A Agenda 2030 tem cinco eixos de atuação: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias - os chamados "5Ps". Seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas correspondentes buscam identificar problemas e superar desafios em todos os países do mundo. Um dos

principais desafios para todas as economias é a transição do atual modelo de desenvolvimento econômico, baseado no uso de recursos fósseis, para outros, natureza sustentável e utilização de fontes renováveis de energia. Ao mesmo tempo, a demanda crescente por alimentos e a necessidade de se produzir mais, e de maneira que preserve o meio ambiente, contribuem para discussões sobre uma nova economia, que seja baseada em recursos biológicos renováveis. Este trabalho visa em atender a nona meta dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que tem por objetivo construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação, através do desenvolvimento de um sistema que utiliza Visão Computacional para separação automática dos toletes de palmito com especificações pré-programadas conforme as preferências do mercado.

As constantes mudanças no ambiente agrícola têm exigido cada vez mais soluções equilibradas e contínuas, em face da diminuição na disponibilidade de mão de obra, da maior demanda por recursos naturais, da escassez média de recursos agrícolas, da alta idade média dos agricultores e da baixa renovação da população agrícola (FENG, 2019; LI; YANG, 2018). (1)(2).

Uma alternativa a esses desafios é a adoção da Inteligência Artificial (IA), visando a modernização da atividade agrícola. A IA é a capacidade do sistema para interpretar corretamente dados externos, aprender a partir desses dados e utilizar dessa aprendizagem para atingir objetivos e tarefas específicas por meio de adaptação flexível. (KAPLAN; HAENLEIN, 2019)(3) Na perspectiva agrícola, a IA visa identificar e fazer uso do potencial da produtividade resultante de equipamentos inteligentes: dados, informações, transmissões e processamento. A promoção da IA no campo tende a promover a redução de custos e o desenvolvimento sustentável do setor, auxiliando os sistemas de gerenciamento da cadeia produtiva e fornecer ajuda em todas as operações (PERINI; SUSI, 2004) (4). No entanto, considerando a grande variedade de métodos dentro da IA, torna-se fundamental conhecer as características individuais dos métodos e os possíveis cenários para seu uso (LI; YANG, 2018; PATRÍCIO; RIEDER, 2018) (2) (5).

No mercado mundial, a aceitação do palmito cresceu pouco nos últimos anos, embora o segmento de vegetais processados mostre uma tendência favorável de crescimento. Essa tendência - associada à busca por alimentos naturais, exóticos e de baixo valor calórico - ainda pode impulsionar o mercado mundial de palmito nos próximos anos.

A "descoberta" do palmito no Brasil para fins culinários ocorreu por volta de 1900 e logo se espalhou por todas as regiões. A industrialização desse produto ocorreu 40 anos depois e com um crescimento significativo. Tanto que, 10 anos depois, não só o

Brasil inteiro consumia o palmito em conserva, como também já exportava para Europa e Estados Unidos.

Segundo a Embrapa, o Brasil é considerado o maior produtor de palmito nativo do mundo, sendo responsável por aproximadamente 95 por cento de todo o palmito consumido mundialmente, gerando 8 mil empregos diretos e 25 mil empregos indiretos. O palmito é o alimento retirado da parte superior do caule (estipe) de diversas palmeiras. A parte comestível corresponde aos tecidos tenros de bainhas e folhas em formação. Por seu uso e aceitação na culinária nacional, esse produto tem elevado potencial, sendo usado no preparo de pizzas, saladas, pastéis, empadas, entre outros pratos.

O processamento do palmito é simples, mas para que se possa garantir um produto final que atenda às normas de qualidade e de higiene exigidas pela legislação, devem-se seguir várias etapas. Essas etapas podem sofrer pequenas variações e cada operação tem sua importância no processo como um todo. O palmito pode ser consumido in natura ou em conserva, neste estudo a equipe trabalhará com o palmito em conserva, focando na sua fase de classificação pós-corte. Após a limpeza final, os palmitos para processamento da conserva devem ser lavados em água corrente e abundante para remoção da cerosidade externa. O corte dos toletes é feito a partir da base do palmito, com um molde em forma de "L" ou de "U", segmentado a cada 9 cm. Por lei, o tolete de palmito não pode medir mais que 9,5 cm. A classificação inicial dos toletes é feita separando-os em dois tipos a partir da base do palmito, resultantes dos dois primeiros e dos dois últimos cortes no molde. Quanto mais na ponta, menor diâmetro terá o tolete. Por último, os toletes de palmito são classificados de acordo com seu diâmetro basal em fino (até 3,0 cm), médio (de 3,1 cm a 4,0 cm) e grosso (acima de 4,1 cm). Os toletes com 9 cm de comprimento e diâmetro uniforme (pouco cônico) são denominados "extras". As demais partes do palmito - como as extremidades basal e apical - são usadas para outros cortes denominados "palmito picado" e "rodela". As rodela não podem ter espessura superior a 35 mm. Já o palmito picado pode apresentar as mais diversas formas e tamanhos.

OBJETIVO

Para a automação do processo de classificação de toletes de palmito pelo seu diâmetro basal em fino, médio e grosso que hoje é feito de forma manual, propomos a utilização de uma esteira interligada a uma máquina que utiliza visão computacional para fazer a medição do diâmetro basal. A máquina seletora entra em ação após as fases de limpeza e corte do palmito em toletes, que serão colocados na esteira do equipamento. Com automatização deste processo, espera-se principalmente dar mais velocidade na classificação e separação dos toletes de palmito em lotes, preservação da integridade física dos colaboradores e economia de mão de obra.

ESTADO DA ARTE

Em busca de trabalhos semelhantes ao da equipe sobre o uso da Inteligência Artificial para automatizar o processo de separação dos toletes de palmito e classificá-los, verificamos que entre os principais problemas associados aos processos de inspeção manual da qualidade de produtos. Como é o caso do feijão, estão a alta probabilidade de ocorrência de erros, o custo do processo e a dificuldade de padronização dos resultados (KILIÇ et al., 2007)(6). Diante deste cenário, surge a necessidade de aplicações para automação de processos que possam trazer benefícios com redução de custos, padronização de resultados, prevenção de recalls, além da integridade física dos trabalhadores.

Um sistema de visão computacional (SVC) tem como finalidade dotar uma máquina com algumas capacidades do sistema visual humano como a habilidade para descrever uma cena contida em uma imagem digital. Além disso, um SVC eficiente deve ser capaz de extrair um conjunto de atributos que descreva com precisão uma região de interesse em uma imagem e que seja pequeno o suficiente para reduzir o tempo de processamento, viabilizando a construção de aplicações que possam ser utilizadas na prática (CONCI, AZEVEDO E LETA, 2008; KIM E ARAÚJO, 2007; ARAÚJO 2009).

No caso do feijão comercializado no Brasil, sua qualidade está relacionada com a quantidade de defeitos e de misturas presentes nas amostras avaliadas e sua classificação é realizada com base em normas e procedimentos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008). Neste cenário, o processo de inspeção da qualidade visual dos alimentos precisa ser confiável, de modo que atenda às expectativas dos consumidores e às normas estabelecidas pelo governo. No entanto, é comum que esta inspeção ocorra de maneira manual, a qual pode demandar muito tempo, ser tediosa, gerar altos custos operacionais, ser passível a falhas humanas e apresentar dificuldades para padronizar os resultados, tornando desejável a sua automatização (BROSNAN; SUN, 2004; KILIC et al., 2007; PATIL; MALEMATH; YADAHALLI, 2011).

Os Sistemas de Reconhecimento de Padrões Visuais (SRPV), também conhecidos como Sistemas de Visão Computacional (SVC), são empregados para tornar possível esta automatização. Tais sistemas são utilizados no controle de qualidade com o objetivo de identificar defeitos nos alimentos durante o processo industrial e de classificá-los de acordo com suas características externas (GONZALES, LINUESA ; GARCIA, 2001; LEEMANS; DESTAIN, 2004). Outro ganho que estes sistemas proporcionam é a possibilidade de avaliar a qualidade visual dos alimentos de maneira não destrutiva (TIMMERMANS, 1998).

Cheng et. al., (2004) desenvolveram um sistema para inspeção da qualidade visual de grãos de arroz baseada na transformada de *Hough*. Cinco tipos de grãos foram consi-

derados para a tarefa de inspeção, que consistiu em inspecionar as glumas dos grãos. Os resultados apontaram precisão média de 96 por cento para grãos normais, 92 por cento para grãos com pequenas fissuras e 87 por cento para grãos com glumas não fechadas por completo.

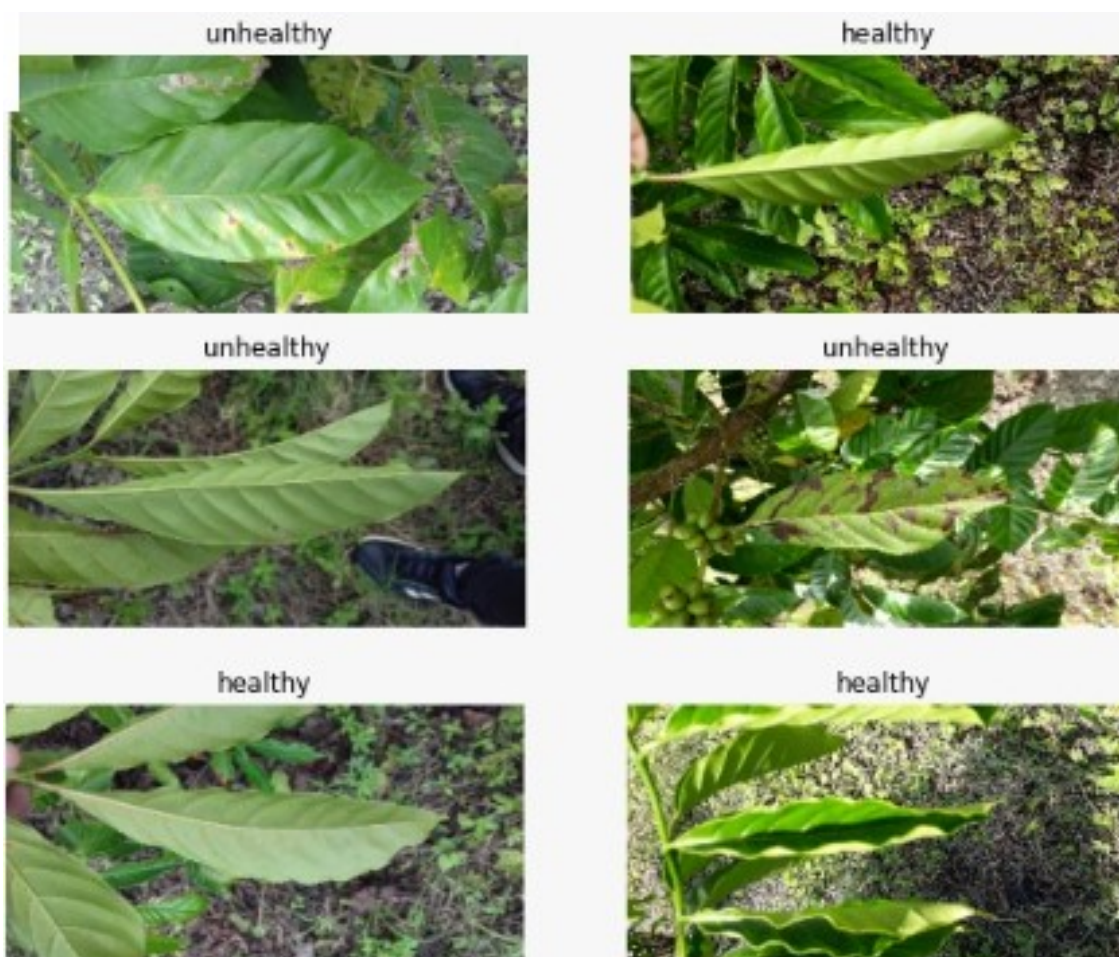


Figura 1. Predições realizadas

Para a utilização da Inteligência Artificial para classificar folhas saudáveis e não saudáveis do café foram utilizados dados para o treinamento do modelo, foram obtidos através do trabalho nomeado como "RoCoLe: A robusta coffee leaf images dataset"(PARRAGA-ALAVA et. al.; 2019) (7), possuindo 1560 imagens classificadas entre folhas saudáveis e não saudáveis. Para a classificação das imagens foi utilizada uma rede neural convulacional, cujo treinamento foi realizado através da técnica de transferência de conhecimento, como uso do modelo MobilNetV2, o algoritmo foi escrito utilizando a linguagem de programação Python com o uso da biblioteca TensorFlow.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do projeto do sistema de automação do processo de separação dos toletes de palmito, o Canva vem de encontro com a necessidade da equipe no que diz respeito ao design gráfico que será utilizado para criar a logomarca da empresa e desenvolvimento das apresentações sobre o projeto.

A ferramenta Figma foi escolhida pela equipe para ser trabalhada a criação de protótipos de sites e devido facilidade de compartilhamento do projeto com os integrantes, nela também será desenvolvida a logomarca, o manual e o layout da página Web do projeto.

O Canvas Sebrae tem o papel importantíssimo para organização de ideias e a prática do brainstorm da equipe no desenvolvimento do projeto. Todas as variáveis envolvidas na criação do modelo de negócio da empresa serão compartilhadas e discutidas pela plataforma com toda a equipe. Em relação a documentação e criação de ideias para textos para o marketing e atas de reuniões do grupo o editor de texto, Word da Microsoft será utilizado.

O BrModelo é a ferramenta de criação da DER (Diagrama de Entidade e Relacionamento) para o desenvolvimento do banco de dados do sistema que irá armazenar principalmente os dados obtidos com as imagens captadas.

O Draw.io é o aplicativo com grande papel de auxiliar na elaboração dos casos de uso do sistema. A explicação de como funciona o aplicativo em forma de fluxograma facilita o entendimento do cliente.

RESULTADOS PRELIMINARES

Protótipo do sistema

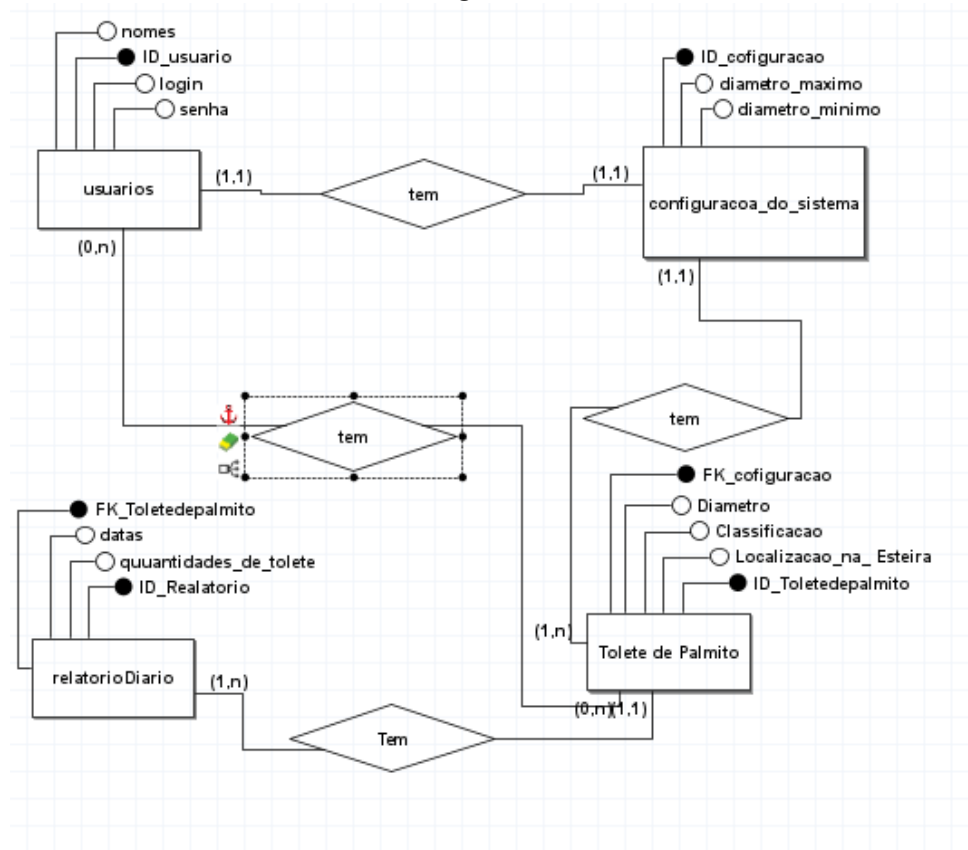
No protótipo do sistema cada operador tem seu login e senha para acesso. Na primeira tela é a de configuração o usuário deve inserir os diâmetros máximo e mínimo que se encaixe até 3,0 cm para o tolete fino, entre 3,1 cm a 4,0 cm para o tolete médio e entre 4,1 cm e 9 cm considerado o tolete grosso. Essas informações serão utilizadas no momento da tarefa de separação, onde o sistema fará uma comparação entre as imagens obtidas do diâmetro do tolete com imagens da sua Inteligência Artificial, afim de separar de forma aproximada os tamanhos. A esteira por sua vez terá um formato em "V" para que suas abas abram para direita ou esquerda quando o sistema indicar o tamanho e para onde ele deve ir. Os toletes devem estar enfileirados para que um a um seja analisado visão computacional e destinado ao armazenamento no local correto. O sistema será responsável pela contagem dos toletes para efeito de controle de estoque, armazenando em forma de relatório diário.

Diagrama de Caso de Uso

No Diagrama de Caso de Uso (DCU) no anexo III, podemos identificar os atores do nosso sistema. A esteira deve conter os toletes de palmito cortados com um metro de comprimento, tamanho limite para que o mesmo passe pelas abas da esteira, usadas para direcionar o produto até o armazenamento conforme o diâmetro basal. Antes de acionar o funcionamento da máquina, o operador deverá colocar as medidas do diâmetro em até três configurações, para que o sistema use-as como parâmetro na utilização da I.A. na medição e separação dos toletes. Após inserir os valores desejados de diâmetro basal o operador poderá ligar a máquina pelo próprio aplicativo mobile, a esteira levará os toletes deitados em fila até às abas móveis. Nesse momento o visor óptico capta a imagem da base do tolete que estiver na ponta da esteira, encaminha para a I.A. analisar o seu tamanho e após classificá-lo o sistema libera uma das abas para direcionar o tolete até seu armazenamento conforme o seu diâmetro. O sistema além de controlar a seleção do palmito através das informações captadas pelo visor óptico, ele controlará também a quantidade de palmito, gerando um relatório de estoque separando por tamanho.

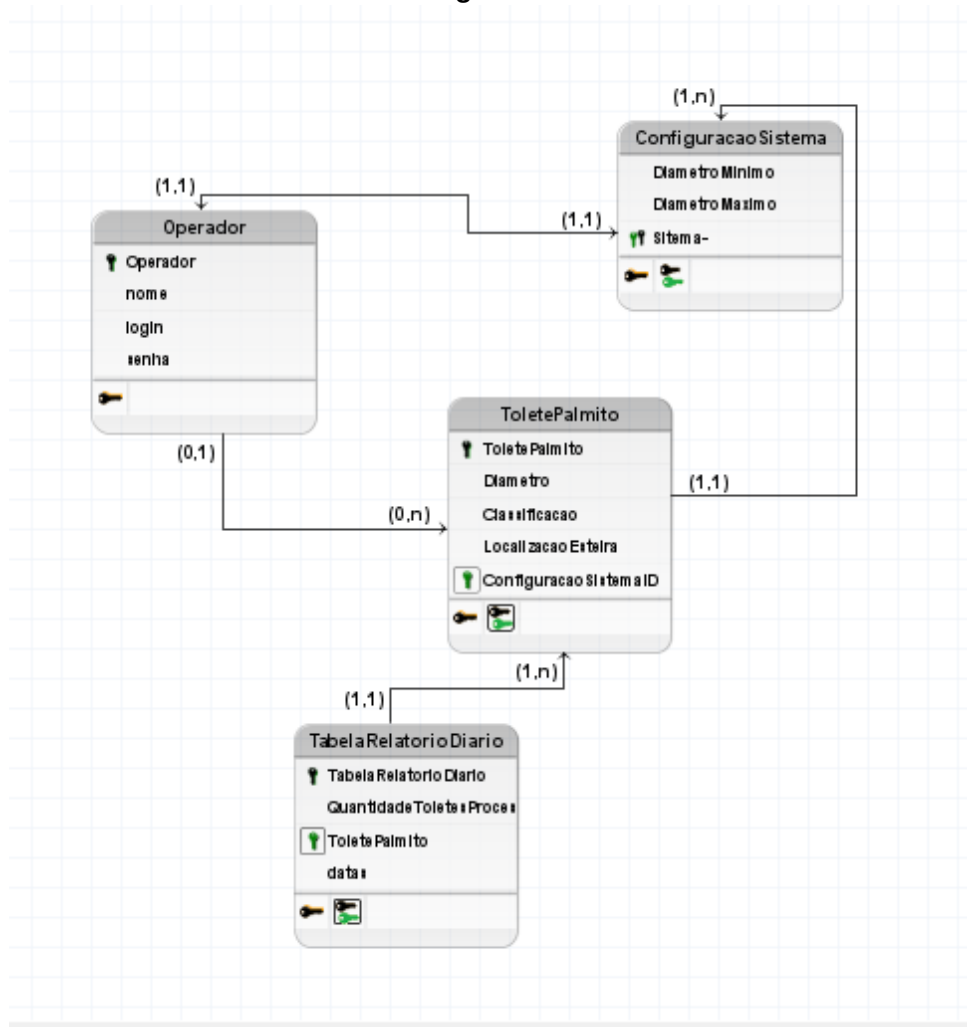
Banco de Dados Conceitual

Figura 2.



Banco de Dados Lógico

Figura 3.



Próprio Autor, 2023

CONCLUSÃO

As tarefas desempenhadas pelos maquinários envolvidos possuem certa complexidade, e para que todo o sistema funcione da forma esperada, é necessário um aprofundamento de estudo e pesquisa em relação aos requisitos necessários para a construção do sistema, dentre eles o corte padrão do palmito para que o mesmo passe pelas abas de abertura da esteira.

Referências

- 1 FENG, Z. Constructing rural e-commerce logistics model based on ant colony algorithm and artificial intelligence method. *Soft Computing*, Springer, v. 24, n. 11, p. 7937–7946, 2020.

- 2 DAOLIANG, Y. L. State-of-the-art review for internet of things in agriculture. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, v. 49, n. 1, 2018.
- 3 KAPLAN, A.; HAENLEIN, M. Siri, siri, in my hand: Who's the fairest in the land? on the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business horizons*, Elsevier, v. 62, n. 1, p. 15–25, 2019.
- 4 PERINI, A.; SUSI, A. Developing a decision support system for integrated production in agriculture. *Environmental Modelling & Software*, Elsevier, v. 19, n. 9, p. 821–829, 2004.
- 5 PATRÍCIO, D. I.; RIEDER, R. Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. *Computers and electronics in agriculture*, Elsevier, v. 153, p. 69–81, 2018.
- 6 KILIÇ, K. et al. A classification system for beans using computer vision system and artificial neural networks. *Journal of Food Engineering*, Elsevier, v. 78, n. 3, p. 897–904, 2007.
- 7 PARRAGA-ALAVA, J. et al. Rocola: A robust coffee leaf images dataset for evaluation of machine learning based methods in plant diseases recognition. *Data in brief*, Elsevier, v. 25, p. 104414, 2019.

Anexo I

Plano de Negócio da SowTec da equipe BitDev.



Figura 4. Canvas

Anexo II

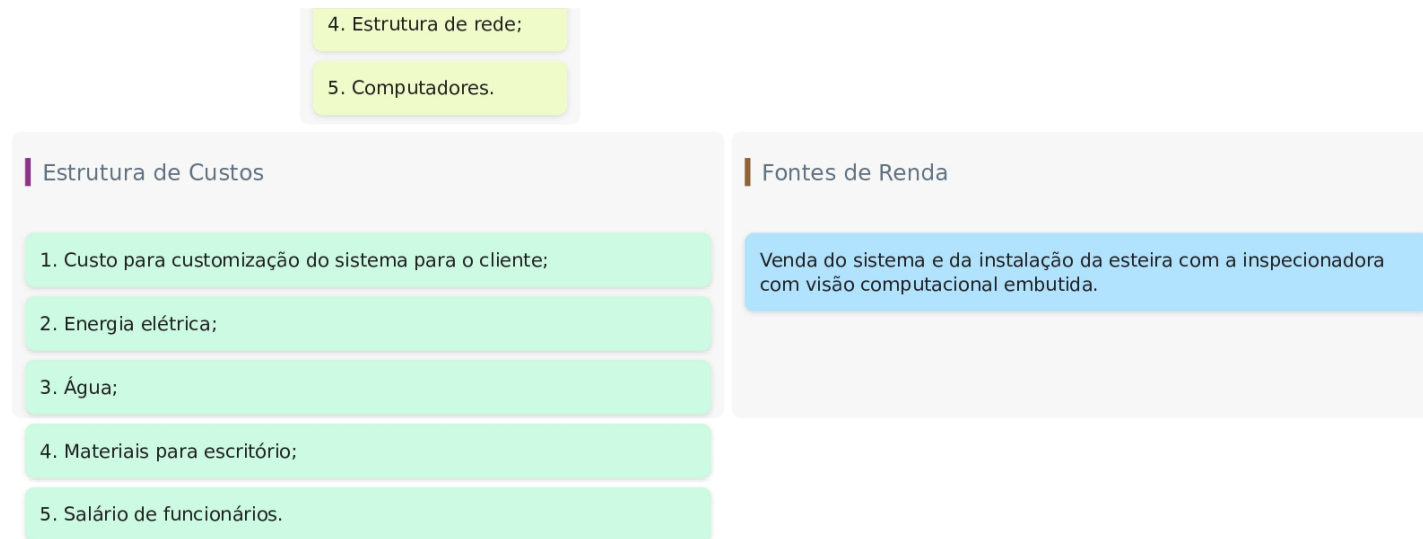


Figura 5. Canvas

Anexo III

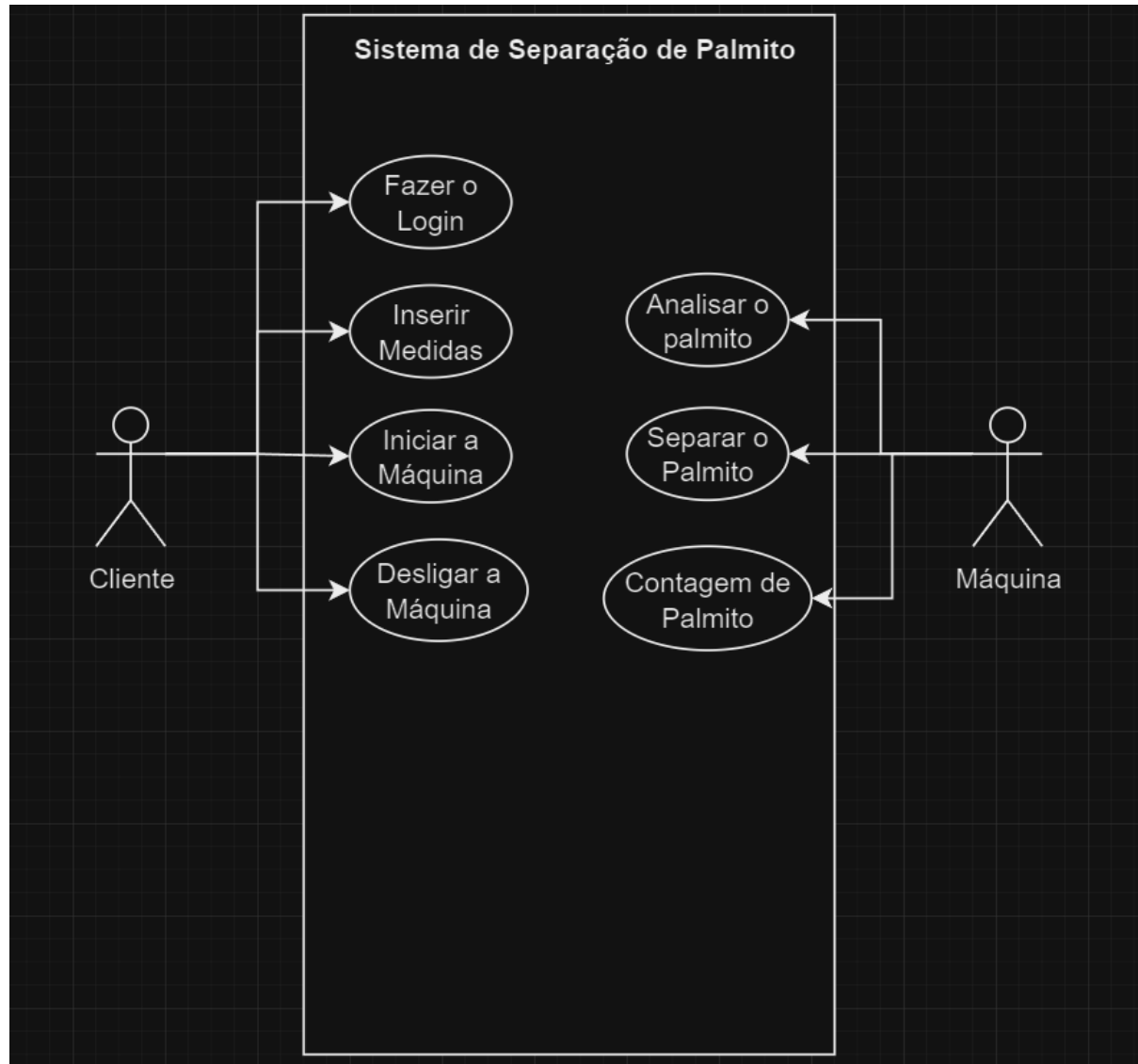


Figura 6. Diagrama de Caso de Uso