

Universidade de São Paulo  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP)  
Departamento de Computação e Matemática (DCM)

Interação Usuário-Computador

# Plant Growth: Análise de Crescimento de Plantas a Partir de Fotos Semanais

Lucas Cardoso dos Santos (9865492)  
Lucas Miranda Mendonça Rezende (12542838)

Ribeirão Preto  
2025

# Sumário

<b>Sumário . . . . .</b>	<b>2</b>
<b>1        INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>7</b>
1        Objetivo . . . . .	7
2        Características e Funcionalidades . . . . .	7
2.1    Gerenciamento de Imagens . . . . .	8
2.2    Gerenciamento de Coleções . . . . .	8
2.3    Características Técnicas . . . . .	8
<b>2        REQUISITOS . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>3        REGRAS, DIRETRIZES, PRINCÍPIOS E LEIS . . . . .</b>	<b>12</b>
1        Heurísticas de Usabilidade de Nielsen . . . . .	12
1.1    Visibilidade do Status do Sistema . . . . .	12
1.2    Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real . . . . .	12
1.3    Controle e Liberdade do Usuário . . . . .	13
1.4    Consistência e Padrões . . . . .	13
1.5    Prevenção de Erros . . . . .	13
1.6    Reconhecimento ao Invés de Lembrança . . . . .	13
1.7    Flexibilidade e Eficiência de Uso . . . . .	14
1.8    Design Estético e Minimalista . . . . .	14
1.9    Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar de Erros . . . . .	14
1.10    Ajuda e Documentação . . . . .	15
2        Princípios de Norman . . . . .	15
2.1    Visibilidade . . . . .	15
2.2    Feedback . . . . .	15
2.3    Affordance . . . . .	15
2.4    Mapeamento . . . . .	16
2.5    Consistência . . . . .	16
2.6    Constraints . . . . .	16
3        Psicologia Gestalt . . . . .	16
3.1    Proximidade . . . . .	17
3.2    Similaridade . . . . .	17
3.3    Continuidade . . . . .	17
3.4    Fechamento . . . . .	17
4        Leis de UX . . . . .	18

4.1	Lei de Hick-Hyman . . . . .	18
4.2	Lei de Fitts . . . . .	18
4.3	Lei de Miller . . . . .	18
4.4	Lei de Jakob . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Golden Rules de Shneiderman . . . . .</b>	<b>19</b>
5.1	Buscar Consistência . . . . .	19
5.2	Permitir que Usuários Experientes Usem Atalhos . . . . .	19
5.3	Oferecer Feedback Informativo . . . . .	19
5.4	Design de Diálogos para Fechamento . . . . .	19
5.5	Prevenção de Erros . . . . .	20
5.6	Permitir Reversão Fácil de Ações . . . . .	20
5.7	Suporte ao Controle Interno . . . . .	20
5.8	Reducir a Carga de Memória de Curto Prazo . . . . .	20
<b>4</b>	<b>TELAS DO PROGRAMA . . . . .</b>	<b>21</b>
1	<b>Tela Principal . . . . .</b>	<b>21</b>
2	<b>Tela de Visualizar Coleção . . . . .</b>	<b>22</b>
3	<b>Tela de Visualizar Foto . . . . .</b>	<b>23</b>
4	<b>Tela de Editar Foto . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Popups e Componentes Modais . . . . .</b>	<b>24</b>
5.1	Alguns exemplos . . . . .	24
<b>5</b>	<b>CASOS DE USO . . . . .</b>	<b>25</b>
1	<b>Fazer envio de uma única foto . . . . .</b>	<b>25</b>
1.1	HTA Model . . . . .	25
1.2	Diagrama de Sequência . . . . .	25
1.3	Telas da Aplicação . . . . .	26
2	<b>Fazer envio de múltiplas imagens . . . . .</b>	<b>28</b>
2.1	HTA Model . . . . .	28
2.2	Diagrama de Sequência . . . . .	28
2.3	Telas da Aplicação . . . . .	29
3	<b>Adicionar foto à coleção . . . . .</b>	<b>32</b>
3.1	HTA Model . . . . .	32
3.2	Diagrama de Sequência . . . . .	33
3.3	Telas da Aplicação . . . . .	34
4	<b>Remover foto de coleção . . . . .</b>	<b>36</b>
4.1	HTA Model . . . . .	36
4.2	Diagrama de Sequência . . . . .	37
4.3	Telas da Aplicação . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Deletar foto . . . . .</b>	<b>39</b>

5.1	HTA Model . . . . .	39
5.2	Diagrama de Sequência . . . . .	40
5.3	Telas da Aplicação . . . . .	41
<b>6</b>	<b>Visualizar detalhes de foto . . . . .</b>	<b>43</b>
6.1	HTA Model . . . . .	43
6.2	Diagrama de Sequência . . . . .	44
6.3	Telas da Aplicação . . . . .	45
<b>7</b>	<b>Criar nova coleção . . . . .</b>	<b>47</b>
7.1	HTA Model . . . . .	47
7.2	Diagrama de Sequência . . . . .	48
7.3	Telas da Aplicação . . . . .	49
<b>8</b>	<b>Renomear coleção . . . . .</b>	<b>51</b>
8.1	HTA Model . . . . .	51
8.2	Diagrama de Sequência . . . . .	52
8.3	Telas da Aplicação . . . . .	53
<b>9</b>	<b>Deletar coleção . . . . .</b>	<b>55</b>
9.1	HTA Model . . . . .	55
9.2	Diagrama de Sequência . . . . .	56
9.3	Telas da Aplicação . . . . .	57
<b>10</b>	<b>Visualizar fotos de coleção . . . . .</b>	<b>59</b>
10.1	HTA Model . . . . .	59
10.2	Diagrama de Sequência . . . . .	59
10.3	Telas da Aplicação . . . . .	60
<b>11</b>	<b>Processar foto única . . . . .</b>	<b>61</b>
11.1	HTA Model . . . . .	61
11.2	Diagrama de Sequência . . . . .	62
11.3	Telas da Aplicação . . . . .	63
<b>12</b>	<b>Processar múltiplas fotos . . . . .</b>	<b>66</b>
12.1	HTA Model . . . . .	66
12.2	Diagrama de Sequência . . . . .	66
12.3	Telas da Aplicação . . . . .	67
<b>13</b>	<b>Realizar operações de Desfazer/Refazer durante processamento . . . . .</b>	<b>71</b>
13.1	HTA Model . . . . .	71
13.2	Diagrama de Sequência . . . . .	72
13.3	Telas da Aplicação . . . . .	73
<b>14</b>	<b>Visualizar gráficos de crescimento . . . . .</b>	<b>77</b>
14.1	HTA Model . . . . .	77
14.2	Diagrama de Sequência . . . . .	77
14.3	Telas da Aplicação . . . . .	78

<b>6</b>	<b>INSPEÇÃO DE USABILIDADE . . . . .</b>	<b>80</b>
1	<b>Informações Gerais . . . . .</b>	<b>80</b>
2	<b>Escolha dos Avaliadores . . . . .</b>	<b>80</b>
3	<b>Avaliação Independente . . . . .</b>	<b>80</b>
4	<b>Coleta e Discussão . . . . .</b>	<b>83</b>
5	<b>Atribuição da taxa de severidade . . . . .</b>	<b>87</b>
6	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>88</b>
6.1	<b>Principais Achados . . . . .</b>	<b>88</b>
6.2	<b>Distribuição dos Problemas . . . . .</b>	<b>88</b>
6.3	<b>Recomendações Prioritárias e Impacto Esperado . . . . .</b>	<b>89</b>
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DOS TESTES DE USABILIDADE . . . . .</b>	<b>90</b>
1	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>90</b>
2	<b>Sessões de Teste . . . . .</b>	<b>90</b>
3	<b>Metodologia dos Testes . . . . .</b>	<b>90</b>
4	<b>Avaliação do Teste de Usabilidade . . . . .</b>	<b>91</b>
5	<b>Etapas do Teste . . . . .</b>	<b>92</b>
6	<b>Perfil dos Participantes . . . . .</b>	<b>92</b>
7	<b>Execução das Tarefas . . . . .</b>	<b>92</b>
8	<b>Resultados do Questionário Final . . . . .</b>	<b>93</b>
9	<b>Análise Consolidada . . . . .</b>	<b>94</b>
10	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>TESTES AUTOMATIZADOS . . . . .</b>	<b>96</b>
1	<b>Introdução . . . . .</b>	<b>96</b>
2	<b>Metodologia dos Testes . . . . .</b>	<b>97</b>
2.1	<b>Configuração do Ambiente . . . . .</b>	<b>97</b>
2.2	<b>Modos de Teste . . . . .</b>	<b>97</b>
2.2.1	<b>Modo Navegação (Navigation) . . . . .</b>	<b>97</b>
2.2.2	<b>Modo Snapshot . . . . .</b>	<b>97</b>
2.2.3	<b>Modo Timespan . . . . .</b>	<b>98</b>
3	<b>Resultados Detalhados por Modo . . . . .</b>	<b>98</b>
3.1	<b>Modo Navegação . . . . .</b>	<b>98</b>
3.1.1	<b>Métricas . . . . .</b>	<b>98</b>
3.1.2	<b>Análise das Métricas . . . . .</b>	<b>99</b>
3.1.3	<b>Avaliação de Acessibilidade . . . . .</b>	<b>99</b>
3.1.4	<b>Boas Práticas e Segurança . . . . .</b>	<b>99</b>
3.2	<b>Modo Snapshot . . . . .</b>	<b>99</b>
3.2.1	<b>Avaliação de Acessibilidade Instantânea . . . . .</b>	<b>99</b>
3.3	<b>Modo Timespan . . . . .</b>	<b>100</b>

3.3.1	Métricas . . . . .	100
3.3.2	Análise de Recursos . . . . .	100
<b>4</b>	<b>Análise Comparativa dos Modos . . . . .</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	<b>Recomendações . . . . .</b>	<b>101</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>101</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>103</b>
<b>A</b>	<b>RESULTADOS DAS INSPEÇÕES DE USABILIDADE . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>B</b>	<b>ROTEIRO DE TESTE DE USABILIDADE . . . . .</b>	<b>110</b>
<b>C</b>	<b>RESULTADOS DOS TESTES DE USABILIDADE COM USUÁRIOS</b>	<b>112</b>

# 1 Introdução

O **Plant Growth Analyzer** é uma aplicação desktop desenvolvida em Angular e Electron que permite aos usuários analisar o crescimento de plantas através de fotografias semanais. O sistema oferece uma solução para pesquisadores, agricultores e entusiastas que desejam monitorar e quantificar o desenvolvimento vegetal em altura, largura e área.

A aplicação combina tecnologias de desenvolvimento web com processamento de imagem, utilizando algoritmos de segmentação e análise de cor para extrair as métricas das plantas fotografadas. O sistema é projetado para ser intuitivo e eficiente, permitindo que usuários com diferentes níveis de expertise técnica possam realizar as análises.

## 1 Objetivo

O objetivo principal do Plant Growth Analyzer é fornecer uma ferramenta acessível para:

1. **Monitoramento:** Permitir o acompanhamento regular do crescimento de plantas através de fotografias padronizadas
2. **Análise Quantitativa:** Extrair métricas objetivas como altura, largura e área das plantas analisadas
3. **Organização de Dados:** Facilitar o gerenciamento de múltiplas coleções de fotos e suas respectivas análises
4. **Visualização de Tendências:** Gerar gráficos evolutivos que permitam identificar padrões de crescimento ao longo do tempo
5. **Processamento Automatizado:** Reduzir o trabalho manual do nosso público alvo

O sistema visa democratizar o acesso a técnicas de análise de crescimento vegetal, tradicionalmente restritas e caras, tornando-as acessíveis a um público mais amplo.

## 2 Características e Funcionalidades

O programa oferece um conjunto de funcionalidades que podem ser organizadas em algumas categorias principais:

## 2.1 Gerenciamento de Imagens

- **Upload Individual e Múltiplo:** Suporte para envio de uma ou múltiplas imagens simultaneamente
- **Processamento Automático:** Análise automática das imagens com extração de métricas (altura, largura, área)
- **Configurações Personalizáveis:** Ajuste de parâmetros como granularidade de segmentação e threshold de verde
- **Metadados Inteligentes:** Extração automática de datas dos arquivos de imagem ou uso da data atual
- **Visualização de Resultados:** Exibição lado a lado da imagem original e processada com métricas extraídas
- **Edição Pós-processamento:** Possibilidade de ajustar configurações e datas após o processamento inicial

## 2.2 Gerenciamento de Coleções

- **Criação de Coleções:** Organização de imagens em grupos temáticos ou experimentais
- **Visualização de Coleções:** Interface dedicada para explorar o conteúdo de cada coleção
- **Associação de Imagens:** Adição e remoção de fotos de coleções existentes
- **Edição de Metadados:** Renomeação de coleções
- **Exclusão Segura:** Remoção de coleções com confirmação de segurança
- **Gráficos Evolutivos:** Visualização temporal das métricas de crescimento
- **Comparação Temporal:** Análise de tendências de crescimento ao longo do tempo

## 2.3 Características Técnicas

- **Arquitetura Desktop:** Aplicação nativa para Windows, macOS e Linux via Electron
- **Processamento Local:** Análise realizada localmente sem dependência de serviços externos

- **Algoritmos Avançados:** Utilização de técnicas de segmentação de imagem e análise de cor
- **Interface Moderna:** Design baseado em componentes reutilizáveis, seguindo regras consagradas de design
- **Performance Otimizada:** Carregamento rápido e processamento eficiente de imagens

O sistema foi desenvolvido com foco na usabilidade, combinando funcionalidades de processamento de imagem com uma interface intuitiva que permite aos usuários concentrarem-se na análise dos dados ao invés de lidar com complexidades técnicas.

# 2 Requisitos

## 1. **Imagens**

- 1.1) O usuário deve poder fazer upload de uma ou mais imagens por vez.
- 1.2) O usuário deve conseguir associar imagens a coleções.
- 1.3) O sistema deve ser personalizável com configurações de processamento.
  - 1.3.1. O usuário deve conseguir sobrescrever as configurações antes do processamento.
  - 1.3.2. As configurações são: granularidade da segmentação, Threshold de verde aceitável.
  - 1.3.3. As configurações definidas devem ser salvas e utilizadas por padrão na próxima execução.
- 1.4) O usuário deve conseguir associar uma data a cada imagem.
  - 1.4.1. A data é pré-preenchida na seguinte ordem de precedência:
    - 1.4.1.1 Data presente nos metadados da imagem, ou
    - 1.4.1.2 Data de hoje, se 1 não estiver disponível
  - 1.4.2. O usuário deve poder sobrescrever esse valor pré-definido, se desejar.
- 1.5) O usuário deve conseguir visualizar os resultados do processamento da imagem, inclusive durante a definição de configurações.
  - 1.5.1. O resultado final é composto pela imagem inicial, imagem final e os dados: altura, largura e área.
- 1.6) O usuário deve ser capaz de editar as configurações e a data de uma imagem após a confirmação do resultado.
- 1.7) O usuário deve poder deletar uma imagem.

## 2. **Coleções**

- 2.1) O usuário deve conseguir criar uma nova coleção.
  - 2.1.1. A coleção é definida por um nome e zero ou mais imagens associadas a essa coleção.
- 2.2) O usuário deve conseguir visualizar uma coleção e seus dados.
  - 2.2.1. Acessar individualmente cada imagem.
  - 2.2.2. Acessar os gráficos de evolução daquela coleção.

2.2.2.1 Os gráficos são agregações dos dados individuais de cada imagem (vide 1.5.1) no tempo.

- 2.3) O usuário deve conseguir excluir uma coleção existente.
- 2.4) O usuário deve conseguir renomear uma coleção.
- 2.5) O usuário deve conseguir associar imagens a coleções.
- 2.6) O usuário deve conseguir remover imagens específicas de uma coleção.

# 3 Regras, Diretrizes, Princípios e Leis

Este capítulo apresenta as diretrizes fundamentais que orientaram o desenvolvimento do programa, estabelecendo os princípios de design que garantem uma experiência de usuário eficiente, intuitiva e acessível.

## 1 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen

As Heurísticas de Nielsen representam um dos pilares fundamentais da avaliação de usabilidade. Estas dez diretrizes foram aplicadas sistematicamente durante o desenvolvimento da aplicação:

### 1.1 Visibilidade do Status do Sistema

**Princípio:** O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através de feedback apropriado dentro de um tempo razoável.

**Aplicação no Projeto:**

- Indicadores de progresso durante upload de imagens
- Mensagens de confirmação após operações bem-sucedidas
- Estados visuais claros para botões e elementos interativos
- Feedback imediato durante o processamento de imagens

### 1.2 Correspondência entre o Sistema e o Mundo Real

**Princípio:** O sistema deve falar a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, seguindo convenções do mundo real.

**Aplicação no Projeto:**

- Uso de terminologia relacionada a plantas e crescimento
- Organização de imagens em "coleções"(conceito familiar)
- Representação visual de métricas através de gráficos intuitivos

### 1.3 Controle e Liberdade do Usuário

**Princípio:** Os usuários frequentemente escolhem funções por engano e precisam de uma "saída de emergência" claramente marcada.

#### **Aplicação no Projeto:**

- Botões de cancelar em todas as operações críticas
- Possibilidade de desfazer e refazer ações, além de de confirmações
- Navegação clara com breadcrumbs e botões de voltar/home
- Opção de editar configurações após o processamento

### 1.4 Consistência e Padrões

**Princípio:** Os usuários não devem ter que se perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa.

#### **Aplicação no Projeto:**

- Padronização de cores para ações similares
- Consistência na posição e aparência de botões
- Terminologia uniforme em toda a aplicação
- Layout consistente entre diferentes telas

### 1.5 Prevenção de Erros

**Princípio:** É melhor prevenir erros do que mostrar mensagens de erro.

#### **Aplicação no Projeto:**

- Validação de tipos de arquivo antes do upload
- Confirmações para ações destrutivas
- Prevenção de upload de arquivos duplicados

### 1.6 Reconhecimento ao Invés de Lembrança

**Princípio:** Minimizar a carga de memória do usuário tornando objetos, ações e opções visíveis.

#### **Aplicação no Projeto:**

- Interface visual rica com ícones e imagens
- Navegação clara com indicadores visuais

## 1.7 Flexibilidade e Eficiência de Uso

**Princípio:** Aceleradores invisíveis para o usuário novato podem acelerar a interação para o usuário experiente.

### Aplicação no Projeto:

- Atalhos de teclado para operações frequentes
- Upload múltiplo e Modo de edição em lote

## 1.8 Design Estético e Minimalista

**Princípio:** Os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias.

### Aplicação no Projeto:

- Interface limpa com foco no conteúdo principal
- Informações organizadas hierarquicamente
- Uso eficiente do espaço em tela
- Remoção de elementos desnecessários

## 1.9 Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar de Erros

**Princípio:** As mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples, indicar precisamente o problema e sugerir uma solução construtiva.

### Aplicação no Projeto:

- Mensagens de erro claras e específicas
- Sugestões de correção para problemas comuns
- Validação em tempo real de entradas

## 1.10 Ajuda e Documentação

**Princípio:** Embora seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda.

### **Aplicação no Projeto:**

- Exemplos de uso para funcionalidades avançadas

## 2 Princípios de Norman

Os Princípios de Norman complementam as heurísticas de Nielsen, focando nos aspectos cognitivos da interação humano-computador:

### 2.1 Visibilidade

**Princípio:** O estado do sistema deve ser visível para o usuário.

### **Aplicação no Projeto:**

- Indicadores visuais claros do estado atual da aplicação
- Feedback visual para todas as ações do usuário
- Estados de carregamento e processamento visíveis
- Navegação que mostra claramente onde o usuário está

### 2.2 Feedback

**Princípio:** O sistema deve fornecer feedback imediato e claro sobre as ações do usuário.

### **Aplicação no Projeto:**

- Confirmações visuais para todas as operações
- Progresso detalhado durante uploads longos

### 2.3 Affordance

**Princípio:** Os objetos devem sugerir suas próprias funções através de sua aparência.

### **Aplicação no Projeto:**

- Botões com aparência tridimensional que sugerem clicabilidade

- Áreas de upload com bordas tracejadas que sugerem arrastar e soltar
- Sliders visuais para ajuste de parâmetros
- Ícones que representam claramente suas funções

## 2.4 Mapeamento

**Princípio:** A relação entre controles e seus efeitos deve ser intuitiva.

**Aplicação no Projeto:**

- Sliders que movem na direção esperada
- Botões de navegação claros
- Organização lógica e hierárquica de controles relacionados

## 2.5 Consistência

**Princípio:** Elementos similares devem ter comportamentos similares.

**Aplicação no Projeto:**

- Padrão consistente de cores para ações similares
- Comportamento uniforme de botões em toda a aplicação
- Estrutura de navegação consistente
- Terminologia padronizada

## 2.6 Constraints

**Princípio:** Limitações físicas e lógicas devem prevenir ações inadequadas.

**Aplicação no Projeto:**

- Validação de tipos de arquivo antes do upload
- Prevenção de ações destrutivas sem confirmação

# 3 Psicologia Gestalt

Os princípios da Psicologia Gestalt foram aplicados para criar interfaces visualmente coesas e intuitivas:

### 3.1 Proximidade

**Princípio:** Elementos próximos são percebidos como relacionados.

**Aplicação no Projeto:**

- Agrupamento visual de controles relacionados
- Espaçamento consistente entre elementos
- Organização lógica de informações em seções

### 3.2 Similaridade

**Princípio:** Elementos similares são percebidos como pertencentes ao mesmo grupo.

**Aplicação no Projeto:**

- Uso consistente de cores para categorias de ação
- Padronização de estilos de botões
- Tipografia consistente para hierarquias

### 3.3 Continuidade

**Princípio:** O olho segue linhas e curvas suaves.

**Aplicação no Projeto:**

- Navegação que segue padrões esperados
- Layout que guia o olhar do usuário

### 3.4 Fechamento

**Princípio:** A mente completa formas incompletas.

**Aplicação no Projeto:**

- Uso de ícones que sugerem formas completas
- Bordas e containers que definem áreas claras
- Agrupamento visual que cria unidades perceptuais

## 4 Leis de UX

### 4.1 Lei de Hick-Hyman

**Princípio:** O tempo de decisão aumenta com o número de opções disponíveis.

**Aplicação no Projeto:**

- Redução do número de opções em menus
- Organização hierárquica de funcionalidades
- Foco em ações principais na interface

### 4.2 Lei de Fitts

**Princípio:** O tempo para alcançar um alvo é proporcional ao tamanho e distância do alvo.

**Aplicação no Projeto:**

- Botões de ação principal com tamanho adequado
- Posicionamento estratégico de controles frequentes
- Áreas de clique suficientemente grandes

### 4.3 Lei de Miller

**Princípio:** A capacidade de memória de trabalho humana é limitada a  $7 \pm 2$  itens.

**Aplicação no Projeto:**

- Limitação do número de opções em menus
- Organização de informações em grupos menores
- Interface que não sobrecarrega a memória

### 4.4 Lei de Jakob

**Princípio:** Os usuários preferem que seu site funcione da mesma forma que outros sites que já conhecem.

**Aplicação no Projeto:**

- Padrões de interface familiares

- Navegação que segue convenções estabelecidas
- Terminologia

## 5 Golden Rules de Shneiderman

### 5.1 Buscar Consistência

#### **Aplicação no Projeto:**

- Terminologia consistente em toda a aplicação
- Padrões de layout uniformes
- Comportamento previsível de elementos

### 5.2 Permitir que Usuários Experientes Usem Atalhos

#### **Aplicação no Projeto:**

- Atalhos de teclado para operações frequentes

### 5.3 Oferecer Feedback Informativo

#### **Aplicação no Projeto:**

- Mensagens de status detalhadas
- Progresso visual para operações longas
- Confirmações para ações críticas

### 5.4 Design de Diálogos para Fechamento

#### **Aplicação no Projeto:**

- Sequências lógicas de ações
- Confirmações para completar tarefas
- Feedback de conclusão

## 5.5 Prevenção de Erros

### **Aplicação no Projeto:**

- Validação proativa de entradas
- Confirmações para ações destrutivas

## 5.6 Permitir Reversão Fácil de Ações

### **Aplicação no Projeto:**

- Botões de desfazer e refazer
- Possibilidade de cancelar operações

## 5.7 Suporte ao Controle Interno

### **Aplicação no Projeto:**

- Usuários sentem que controlam o sistema
- Feedback imediato para ações

## 5.8 Reduzir a Carga de Memória de Curto Prazo

### **Aplicação no Projeto:**

- Contexto mantido durante navegação
- Interface que não sobrecarrega a memória, minimalista

# 4 Telas do Programa

Antes de detalhar as telas específicas, é importante compreender que a aplicação é construída sobre uma arquitetura modular de componentes. Cada tela é formada pela composição de múltiplos componentes reutilizáveis, que trabalham em conjunto para fornecer funcionalidades específicas:

- **Componentes de Navegação:** Titlebar, breadcrumbs, botões de navegação
- **Componentes de Upload:** Área de drag-and-drop, seleção de arquivos, progresso
- **Componentes de Gerenciamento:** Seletores de coleção, editores, listas
- **Componentes de Visualização:** Viewers de coleção, imagem, gráficos e métricas
- **Componentes de Feedback:** Loading, popups

Esta arquitetura modular permite reutilização de código, manutenibilidade e consistência visual em toda a aplicação.

## 1 Tela Principal

A Tela Principal serve como ponto de entrada da aplicação e centro de controle para as principais operações. É a primeira interface que o usuário encontra ao abrir o programa.

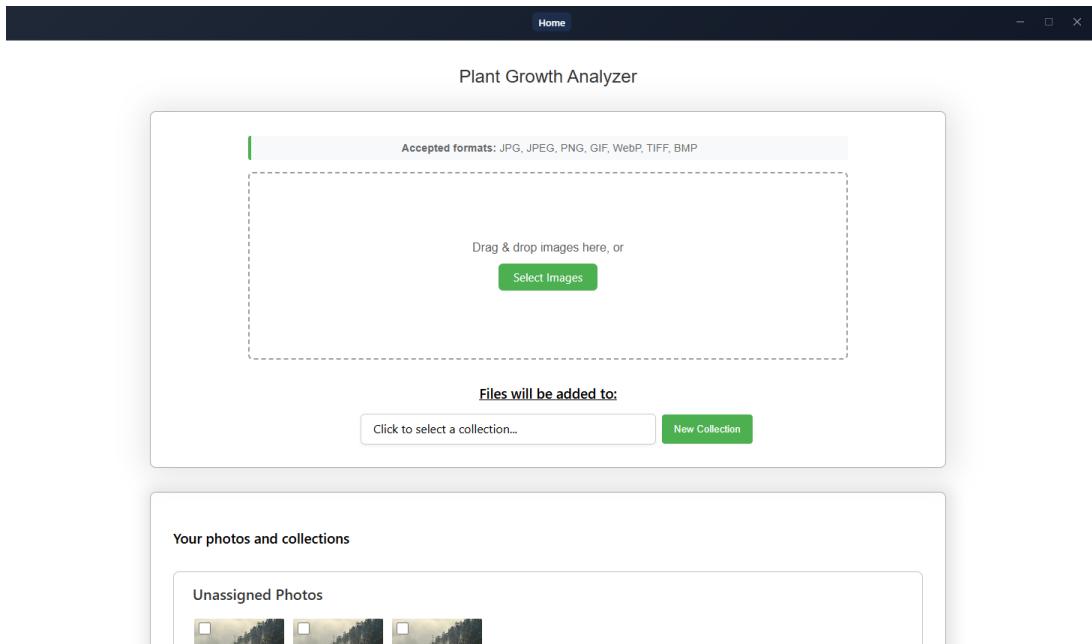


Figura 1 – Tela Principal. Fonte: os autores

## 2 Tela de Visualizar Coleção

A Tela de Visualizar Coleção permite aos usuários explorar o conteúdo de uma coleção específica, visualizar as imagens processadas e analisar os dados de crescimento através de gráficos evolutivos.

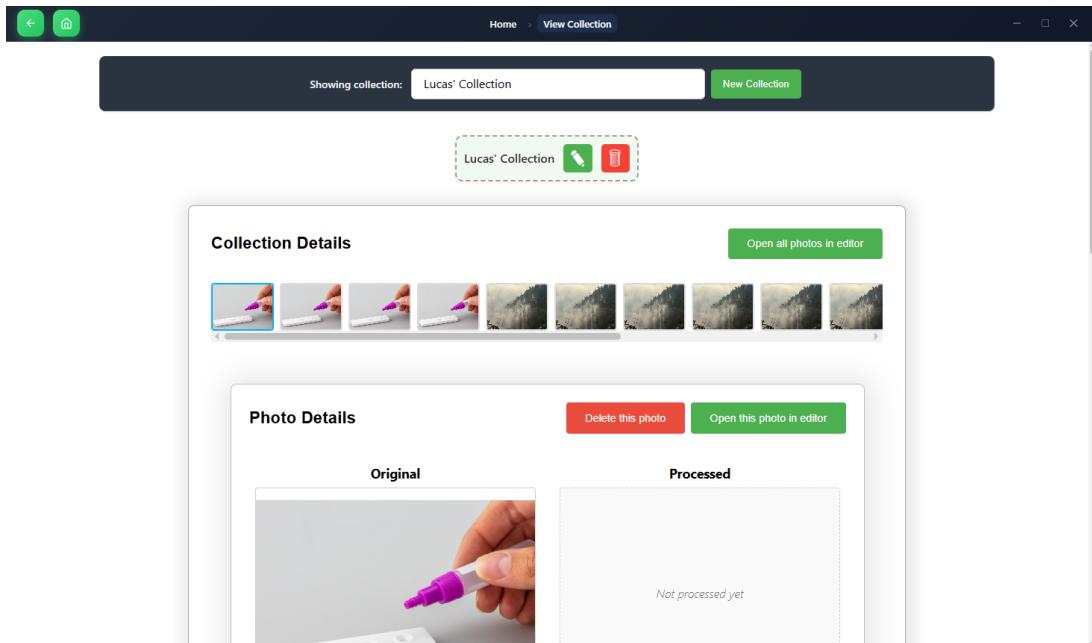


Figura 2 – Tela de Visualizar Coleção. Fonte: os autores

### 3 Tela de Visualizar Foto

A Tela de Visualizar Foto oferece uma visualização detalhada de uma imagem específica, apresentando tanto a foto original quanto a versão processada, junto com as métricas extraídas.

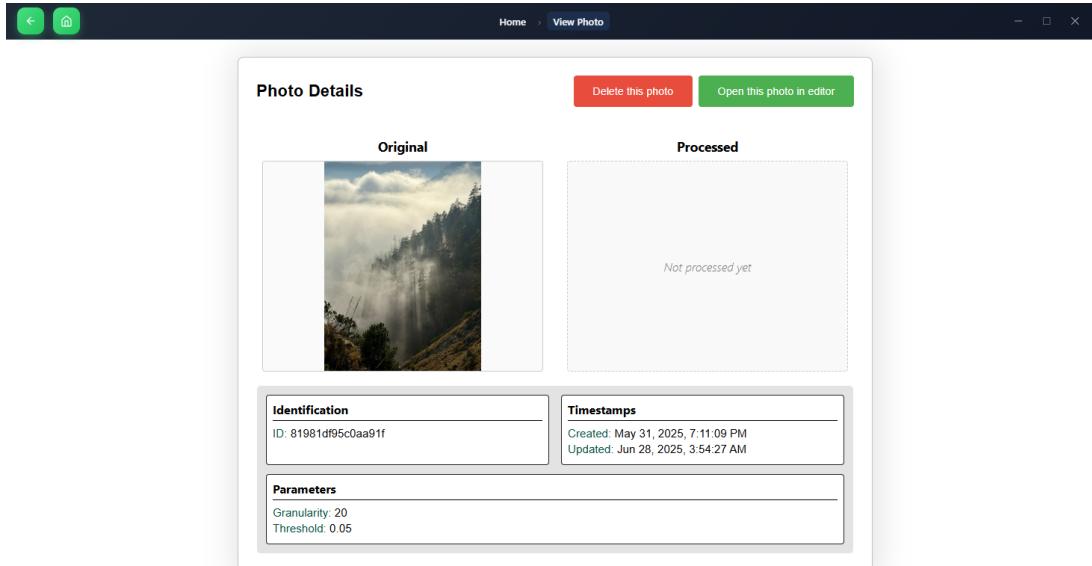


Figura 3 – Tela de Visualizar Foto. Fonte: os autores

### 4 Tela de Editar Foto

A Tela de Editar Foto permite aos usuários ajustar configurações de processamento e metadados de uma imagem específica, oferecendo controle granular sobre o processo de análise.

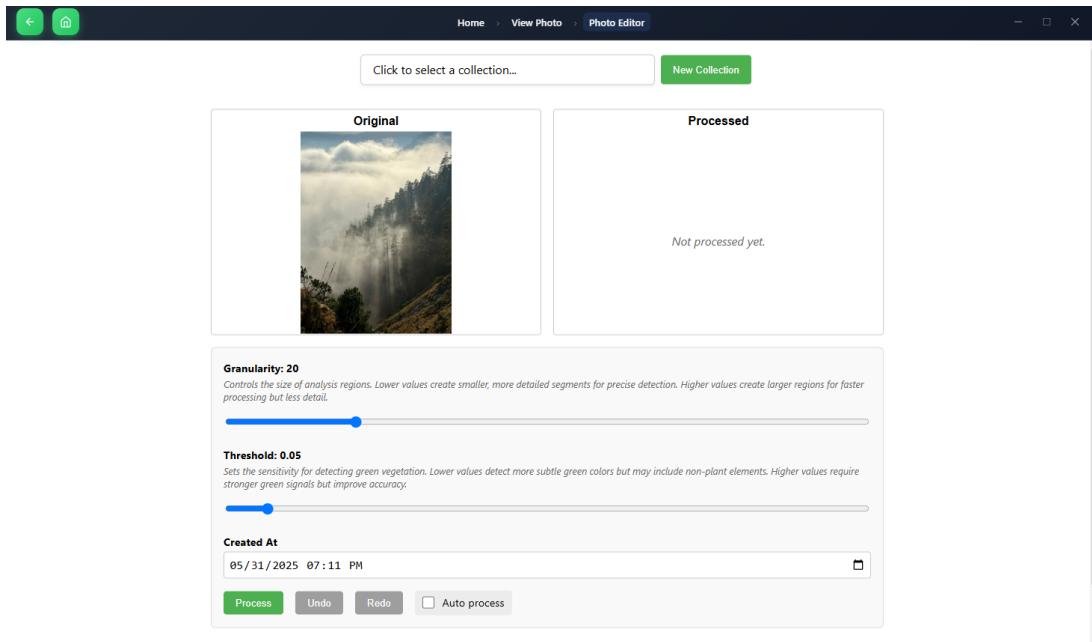


Figura 4 – Tela de Editar Foto. Fonte: os autores

## 5 Popups e Componentes Modais

Além das quatro telas principais, a aplicação utiliza diversos popups e componentes modais para operações específicas e feedback ao usuário.

### 5.1 Alguns exemplos

1. Componente global de popups
2. Componente global de loading/spinner
3. Componente de edição flexível: Muda sua estrutura visual dependendo da quantidade de fotos sendo processadas

# 5 Casos de Uso

## 1 Fazer envio de uma única foto

### 1.1 HTA Model

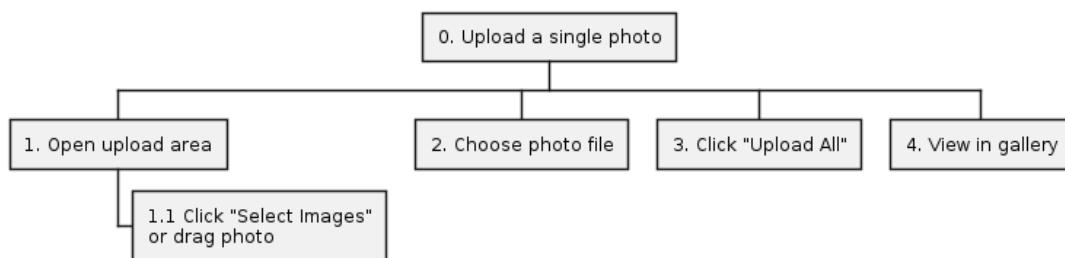


Figura 5 – HTA Model para o caso de uso: Envio de uma única foto. Fonte: os autores

### 1.2 Diagrama de Sequência

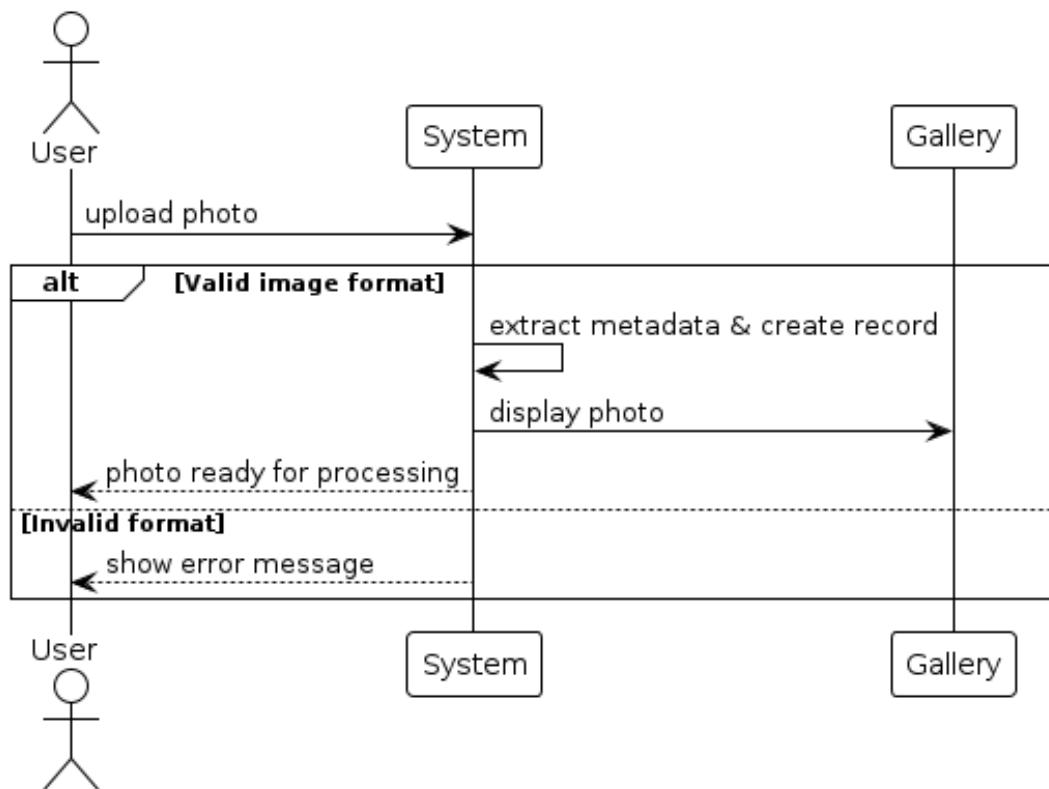


Figura 6 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Envio de uma única foto. Fonte: os autores

### 1.3 Telas da Aplicação

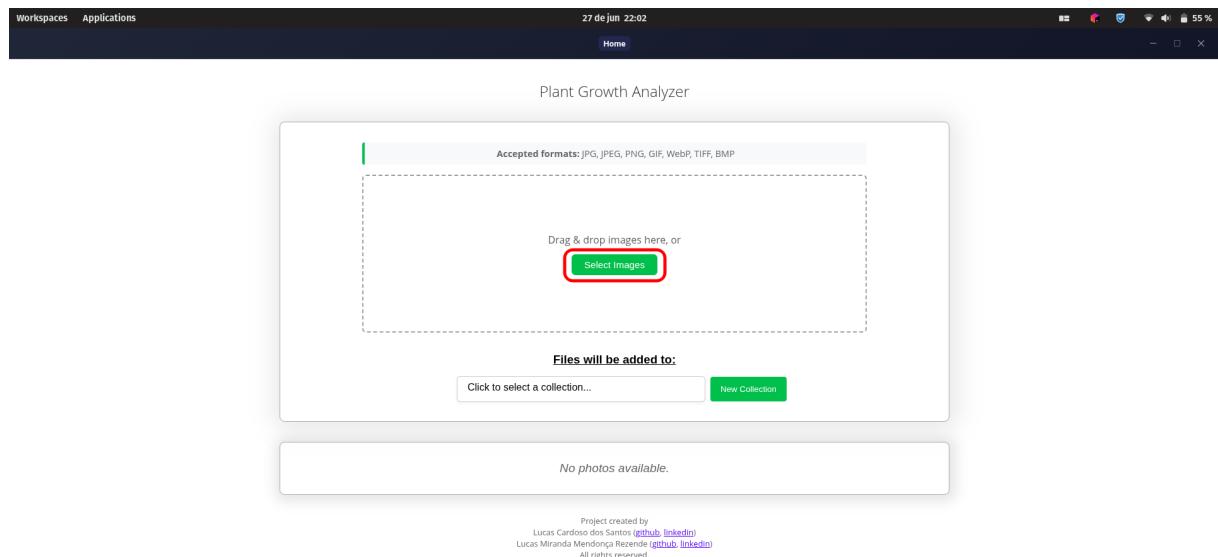


Figura 7 – Tela inicial da aplicação. Fonte: os autores

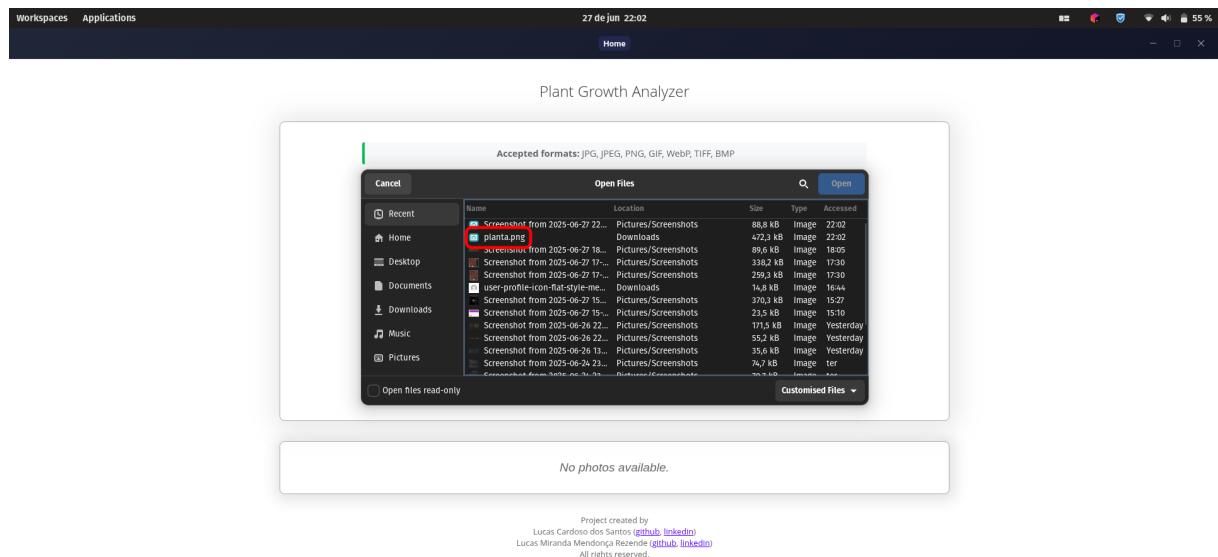


Figura 8 – Seleção de arquivo para upload. Fonte: os autores

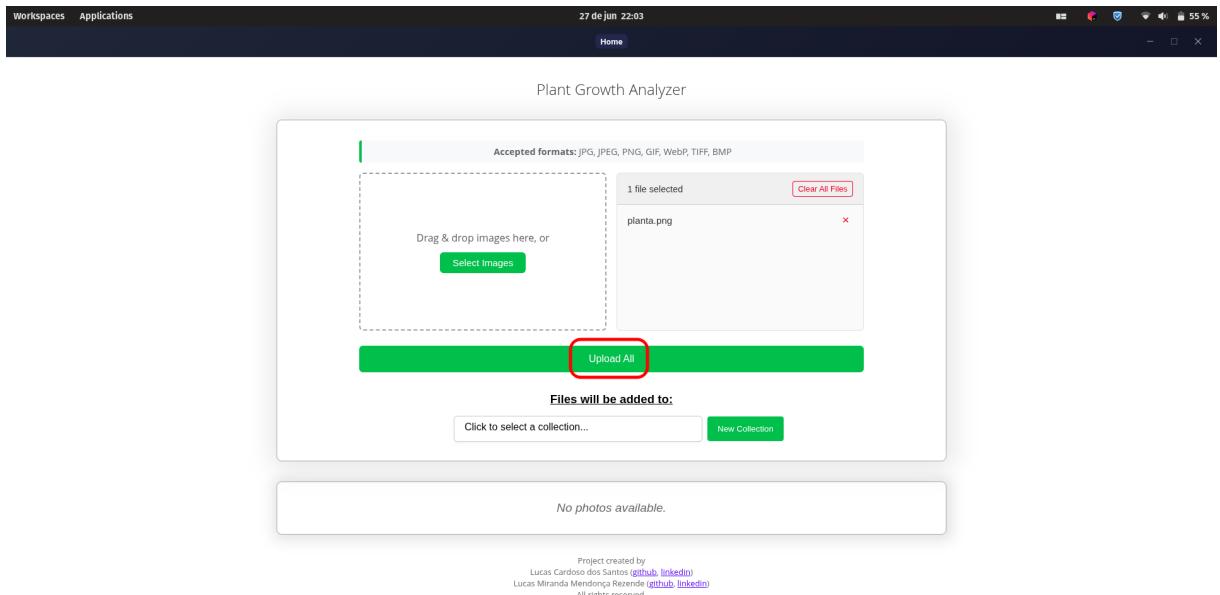


Figura 9 – Envio da imagem selecionada. Fonte: os autores

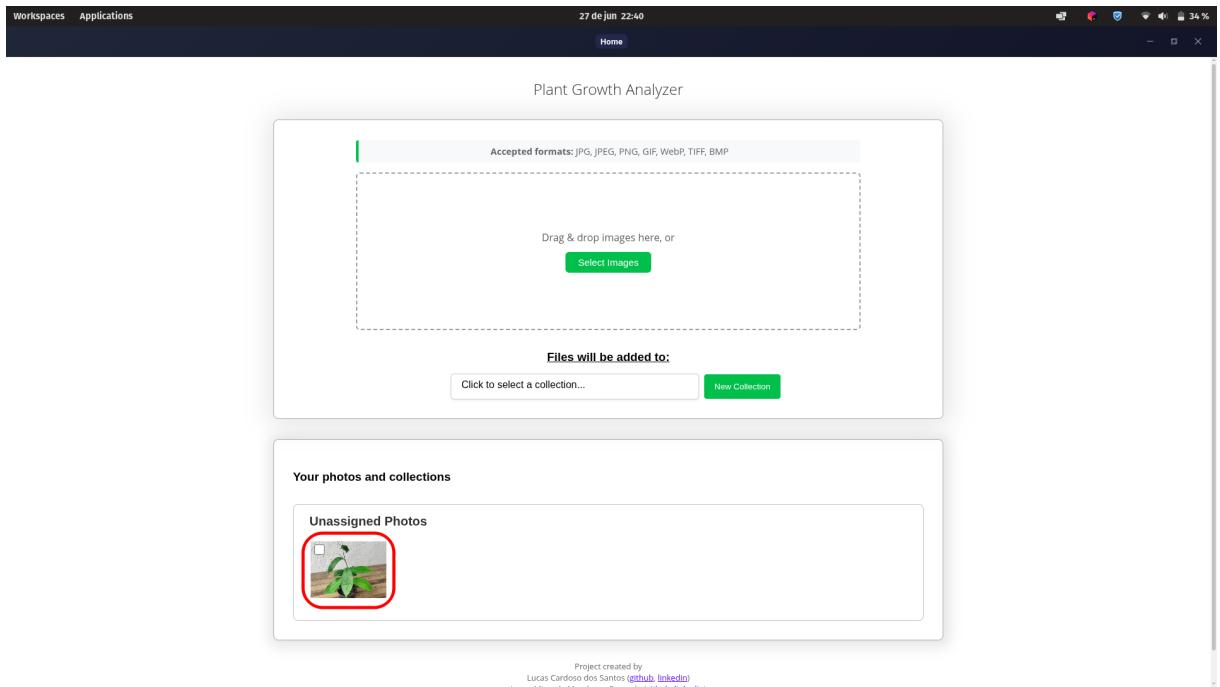


Figura 10 – Imagem salva. Fonte: os autores

## 2 Fazer envio de múltiplas imagens

### 2.1 HTA Model

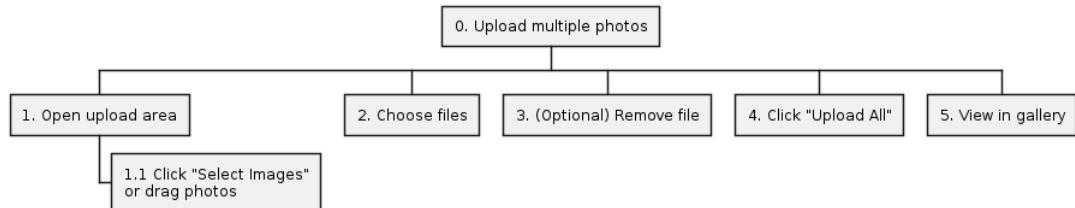


Figura 11 – HTA Model para o caso de uso: Envio de múltiplas imagens. Fonte: os autores

### 2.2 Diagrama de Sequência

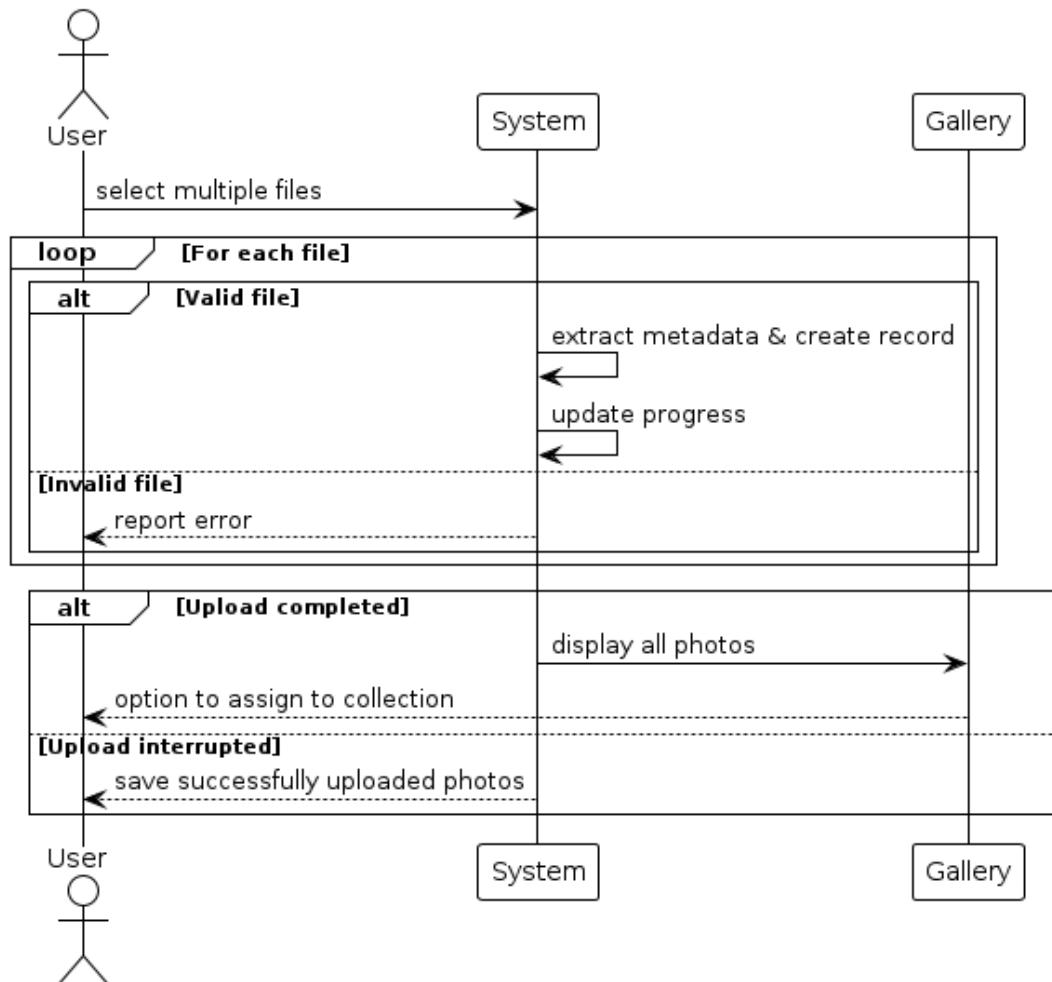


Figura 12 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Envio de múltiplas imagens. Fonte: os autores

## 2.3 Telas da Aplicação

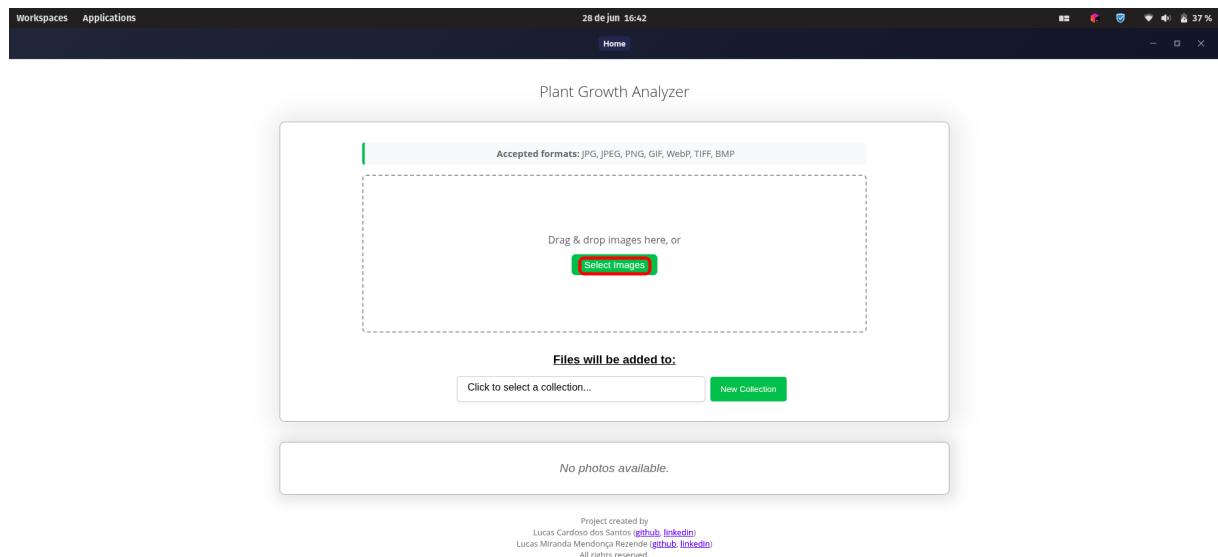


Figura 13 – Tela inicial para upload múltiplo. Fonte: os autores

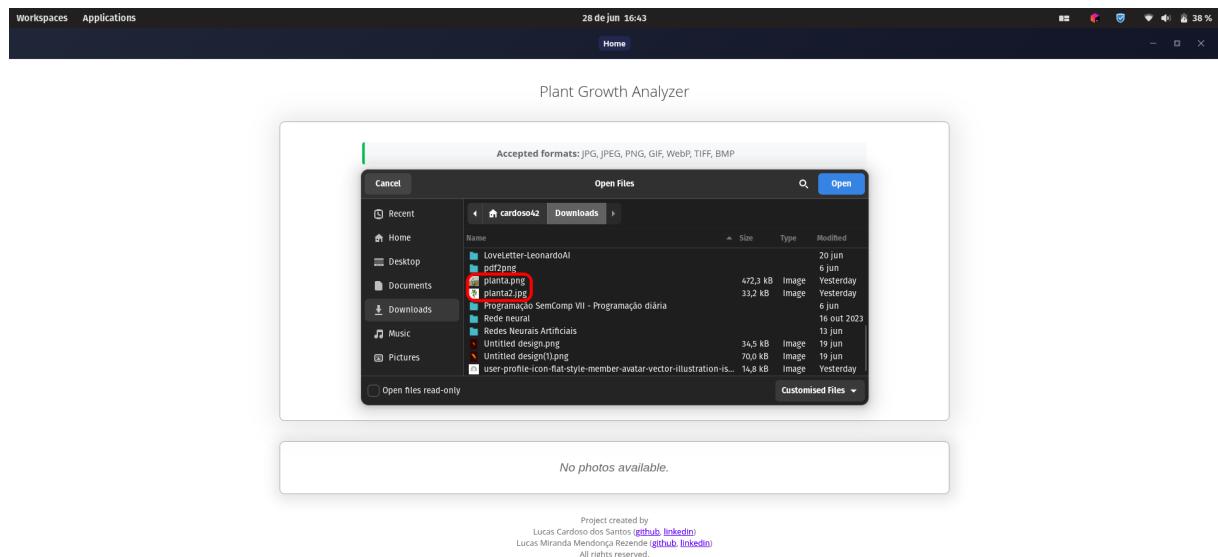


Figura 14 – Seleção de múltiplos arquivos. Fonte: os autores

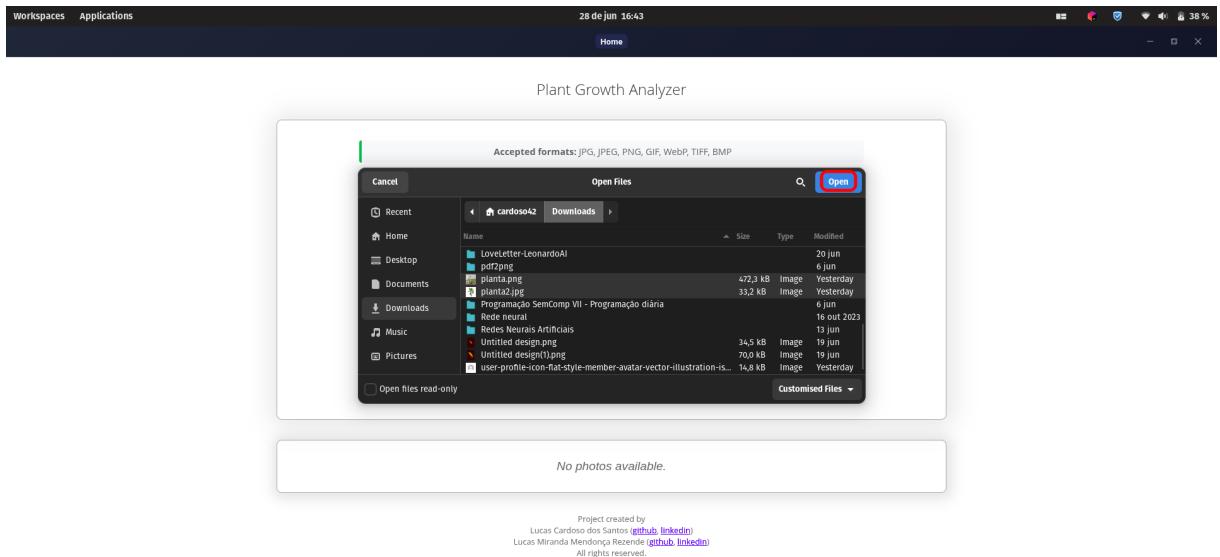


Figura 15 – Arquivos selecionados para upload. Fonte: os autores

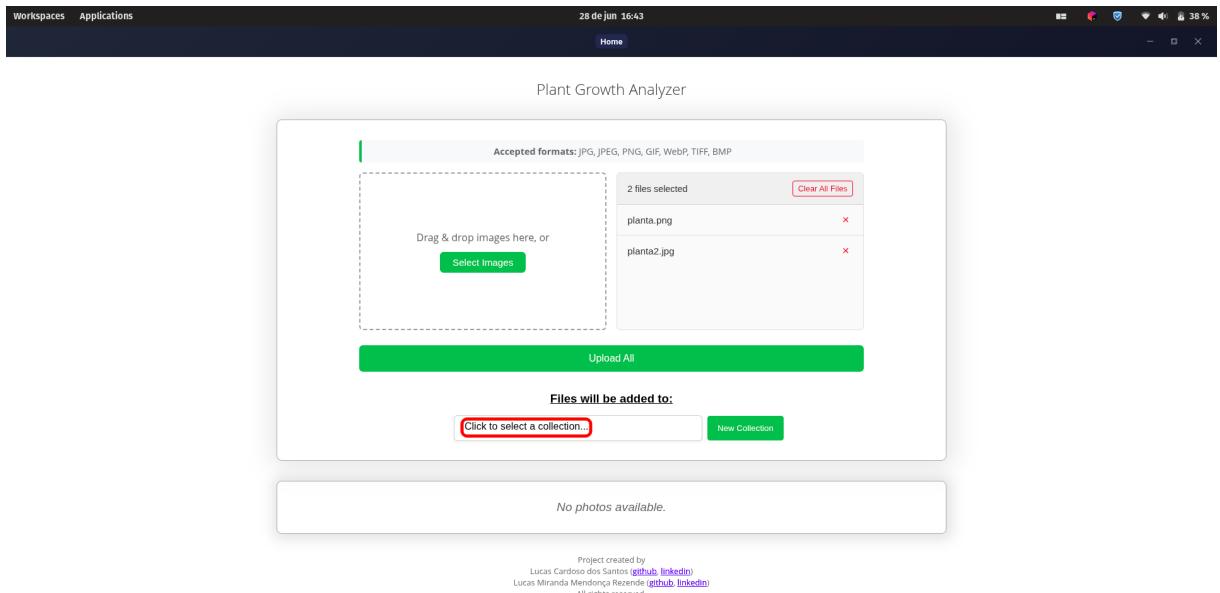


Figura 16 – Adicionar imagens a uma coleção já criada. Fonte: os autores

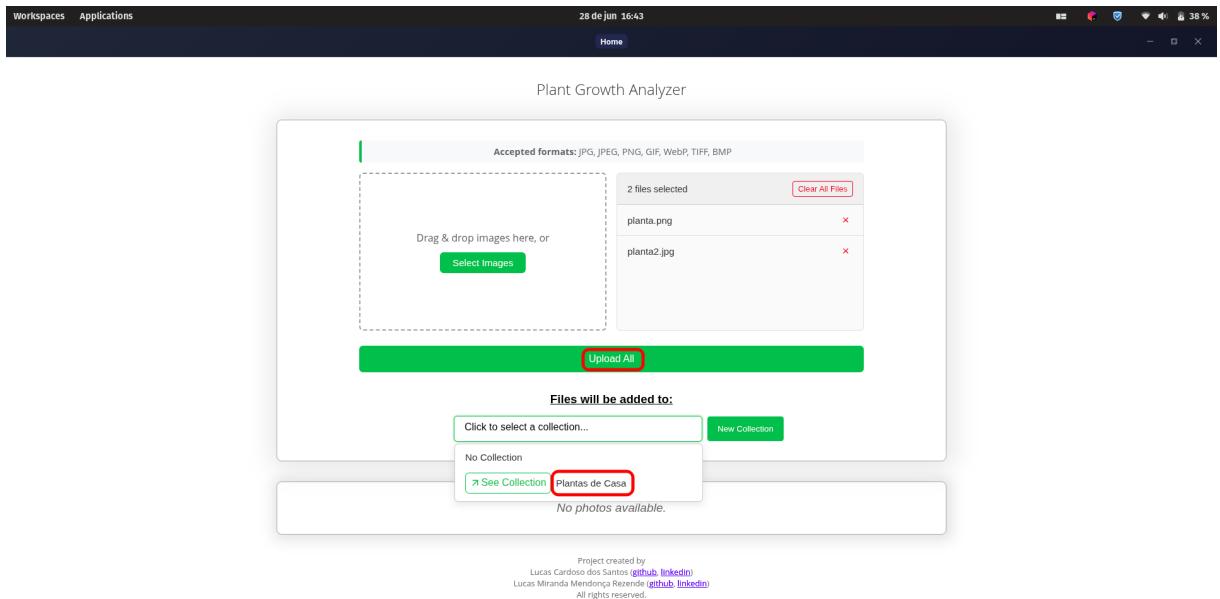


Figura 17 – Coleção desejada selecionada. Fonte: os autores

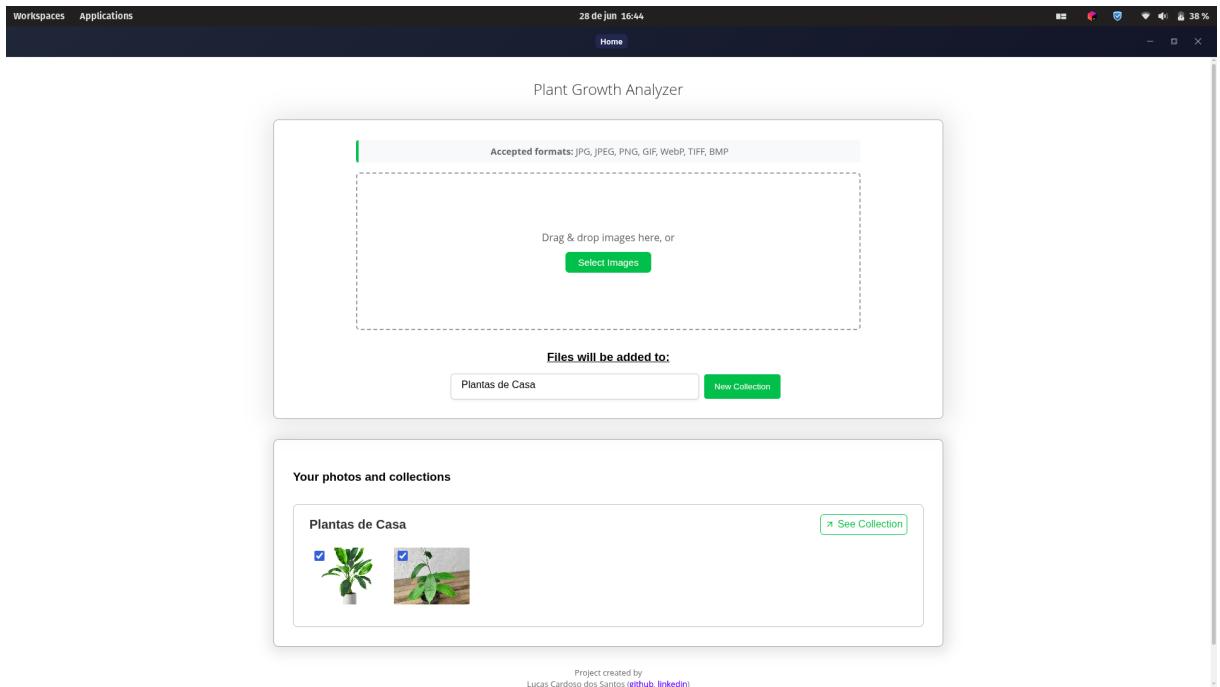


Figura 18 – Múltiplas imagens adicionadas. Fonte: os autores

### 3 Adicionar foto à coleção

#### 3.1 HTA Model

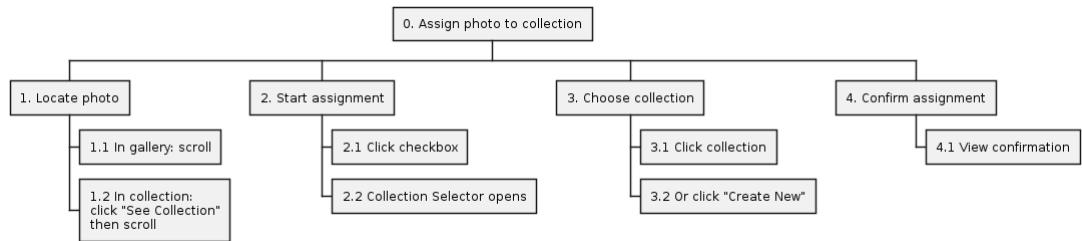


Figura 19 – HTA Model para o caso de uso: Adicionar foto à coleção. Fonte: os autores

### 3.2 Diagrama de Sequência

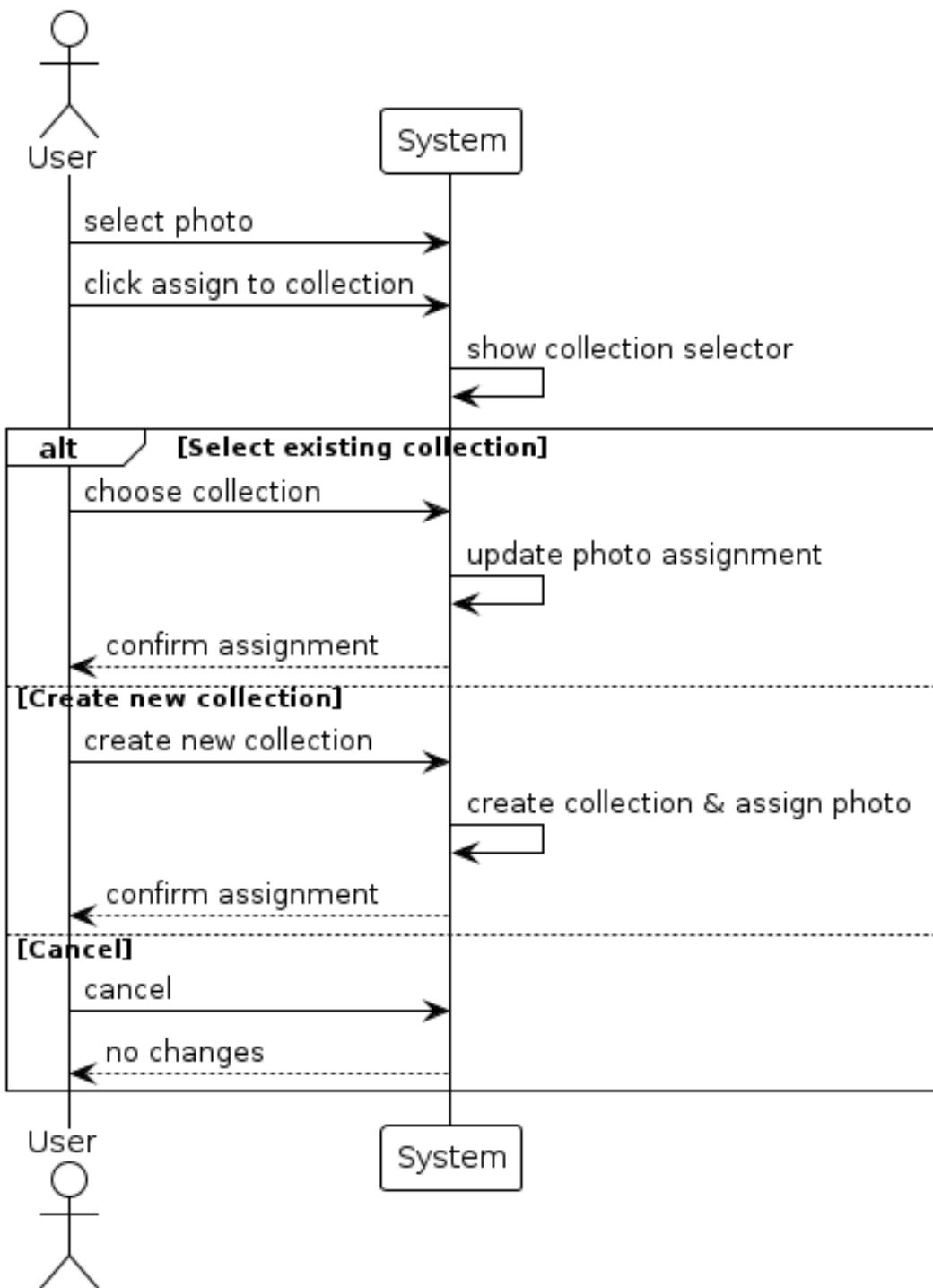


Figura 20 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Adicionar foto à coleção. Fonte: os autores

### 3.3 Telas da Aplicação

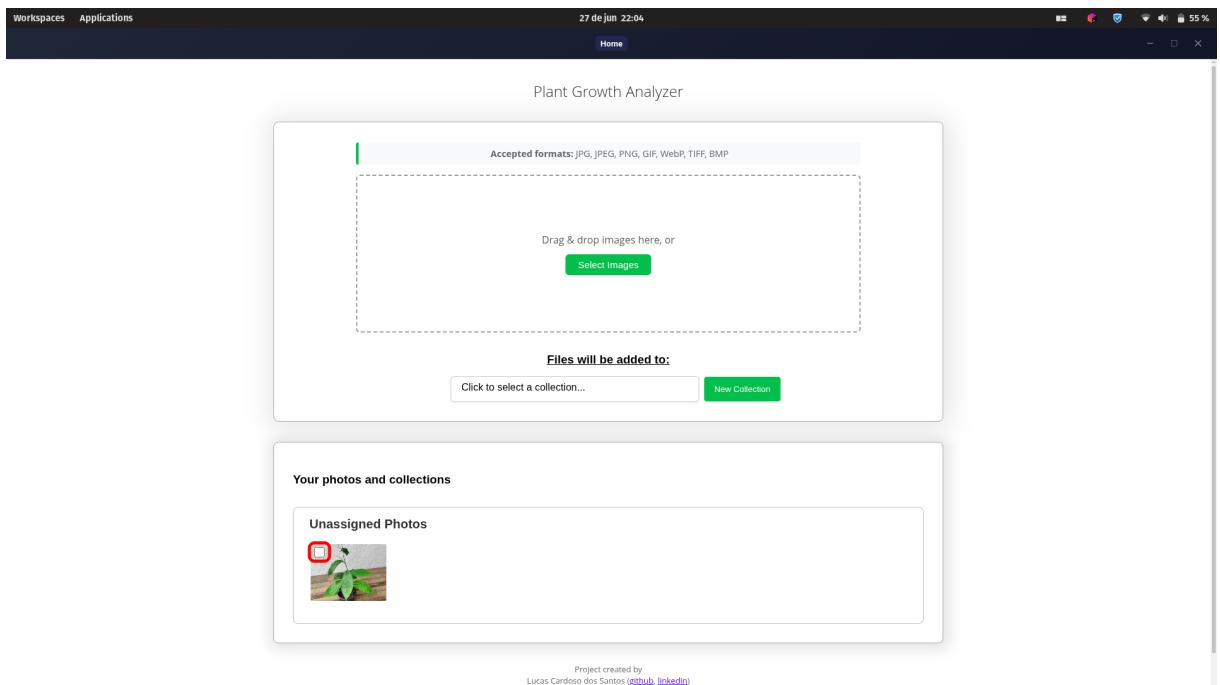


Figura 21 – Selecionar foto sem coleção. Fonte: os autores

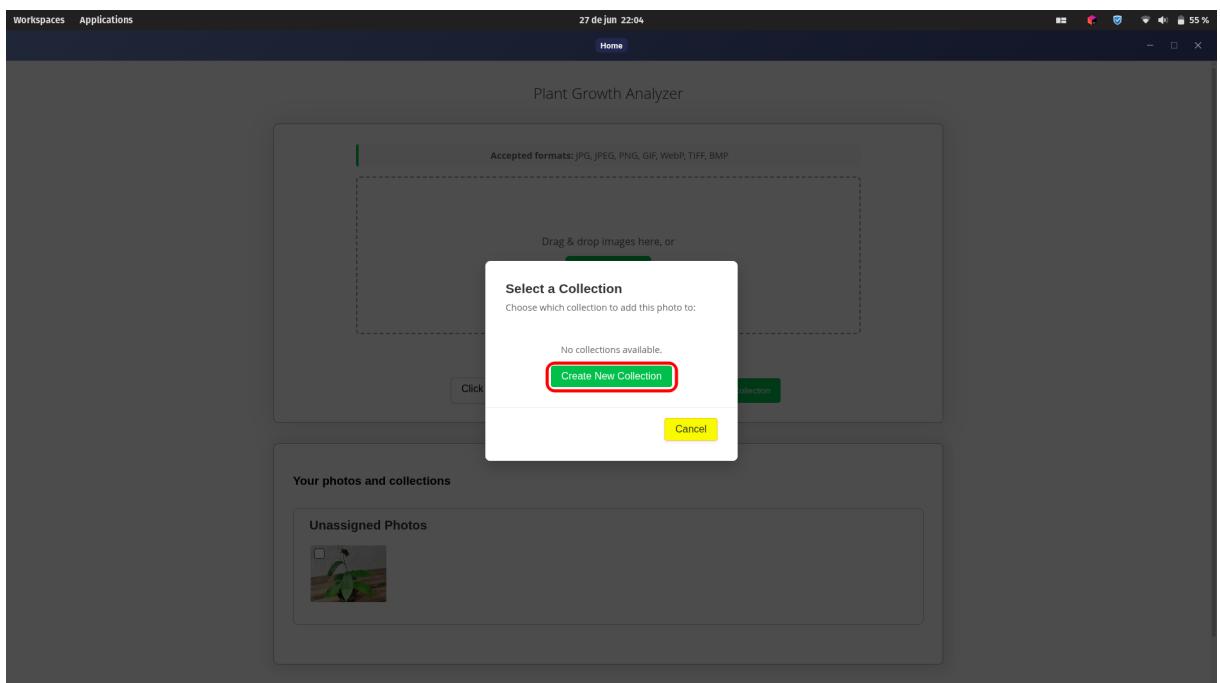


Figura 22 – Não há coleções já ciradas: criar uma nova. Fonte: os autores

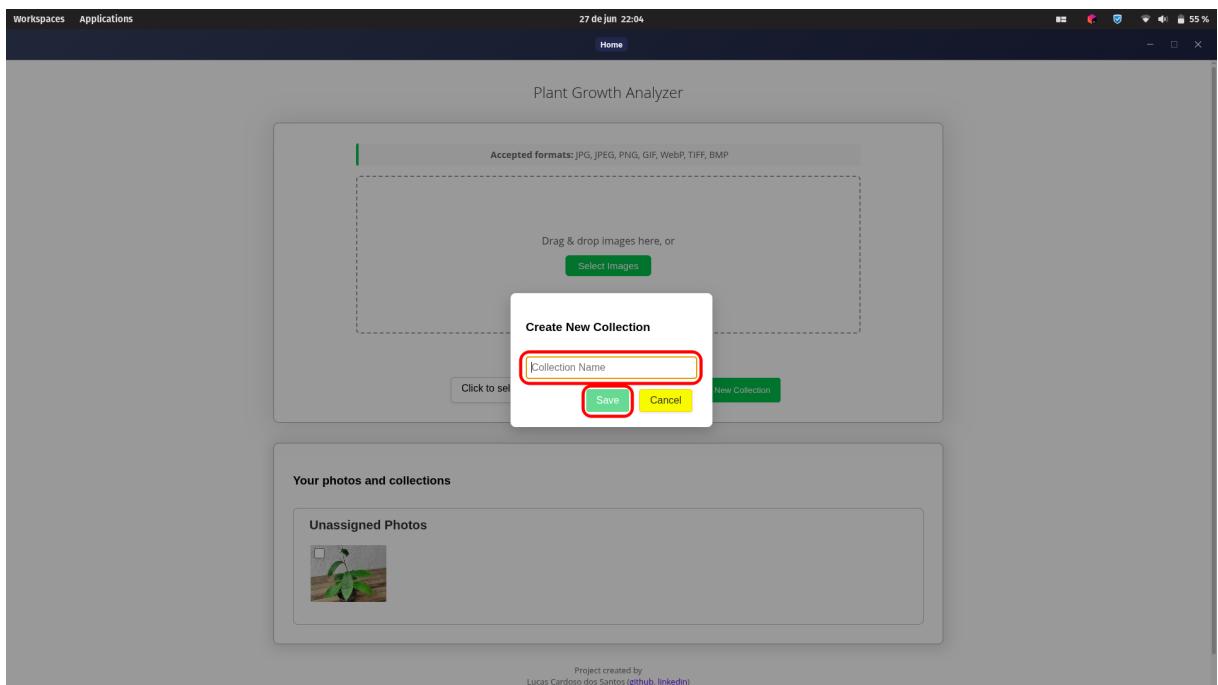


Figura 23 – Inserir nome da coleção. Fonte: os autores

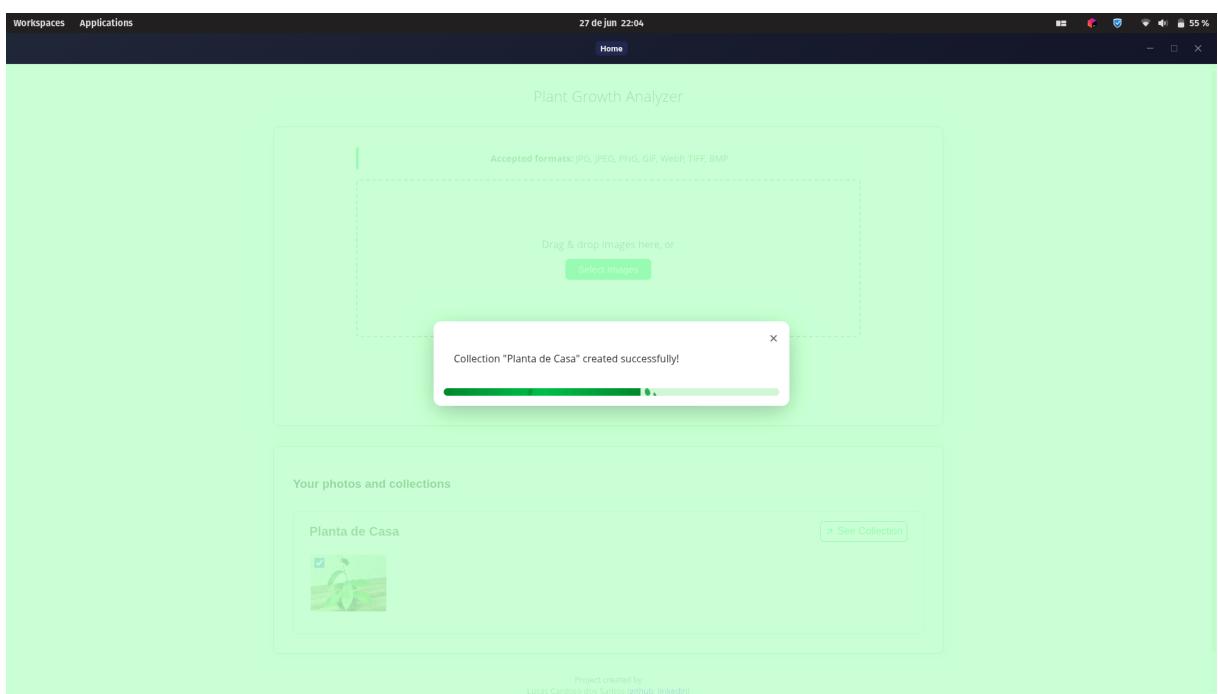


Figura 24 – Coleção criada com sucesso. Fonte: os autores

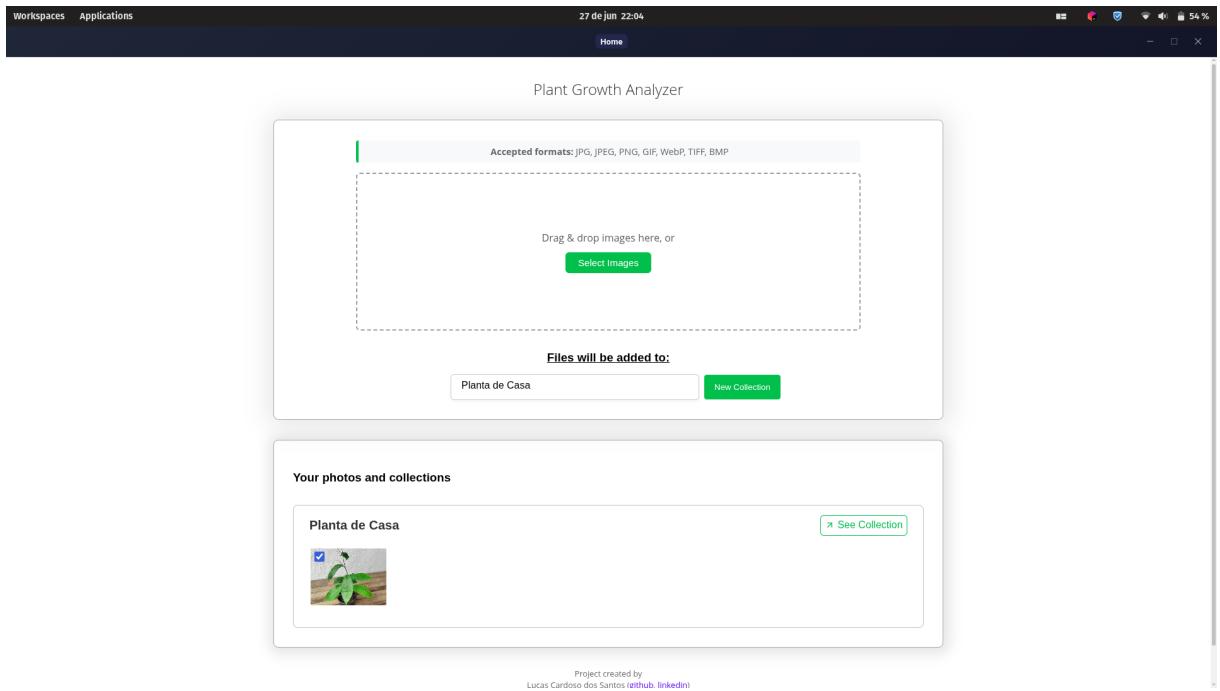


Figura 25 – Foto adicionada com sucesso. Fonte: os autores

## 4 Remover foto de coleção

### 4.1 HTA Model

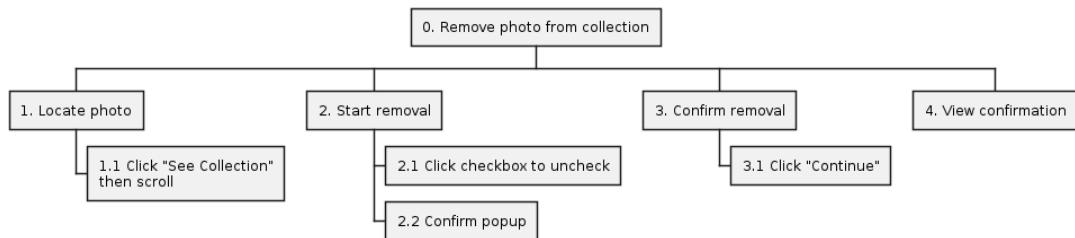


Figura 26 – HTA Model para o caso de uso: Remover foto de coleção. Fonte: os autores

## 4.2 Diagrama de Sequência

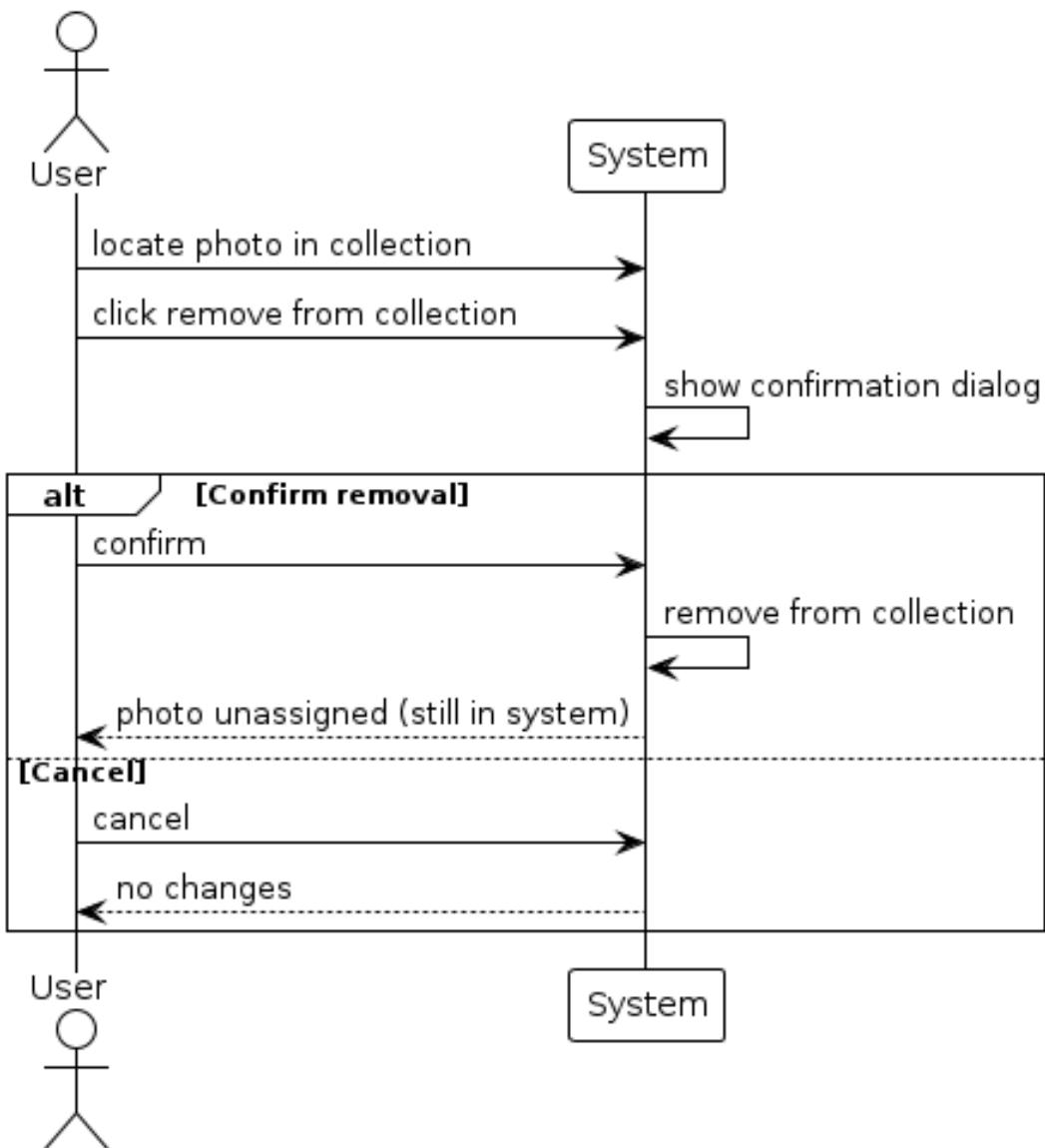


Figura 27 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Remover foto de coleção. Fonte: os autores

### 4.3 Telas da Aplicação

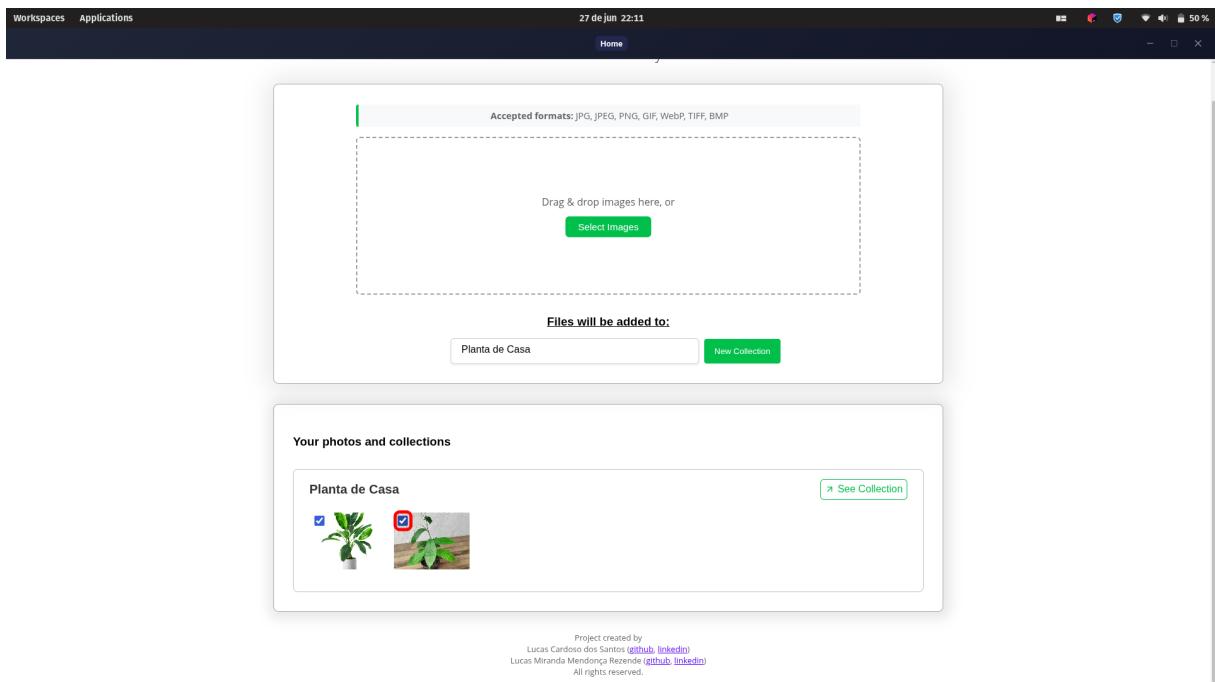


Figura 28 – Selecionar imagem que se deseja remover da coleção. Fonte: os autores

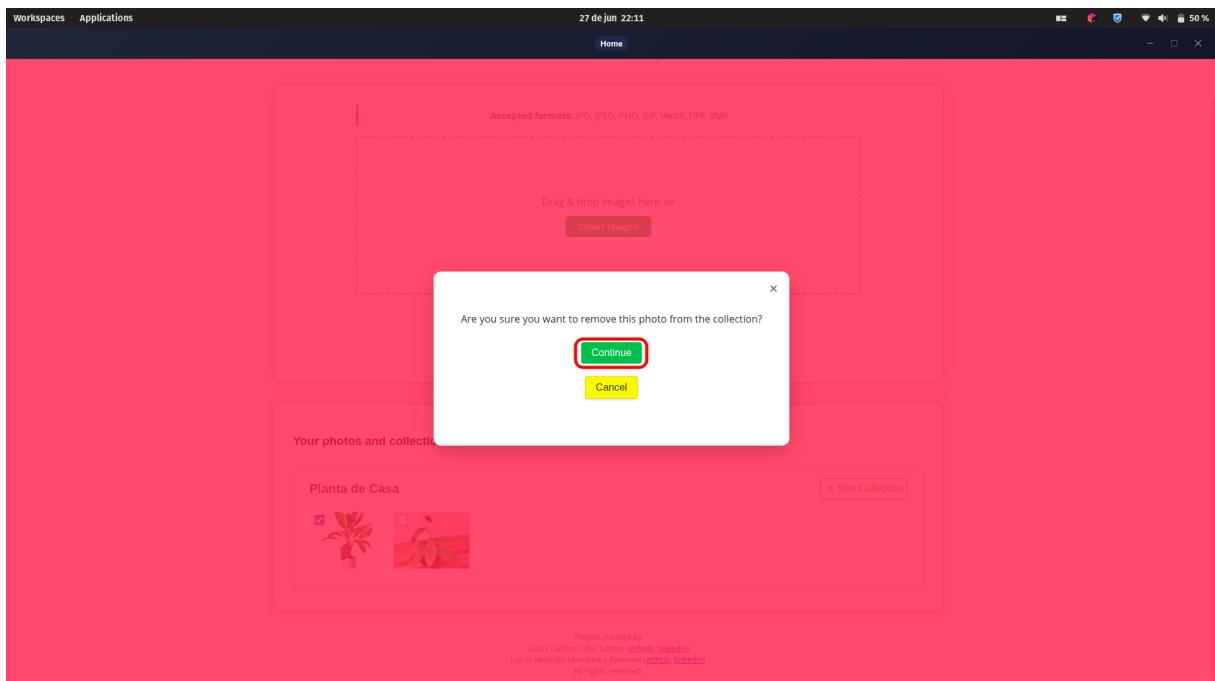


Figura 29 – Confirmar ação. Fonte: os autores

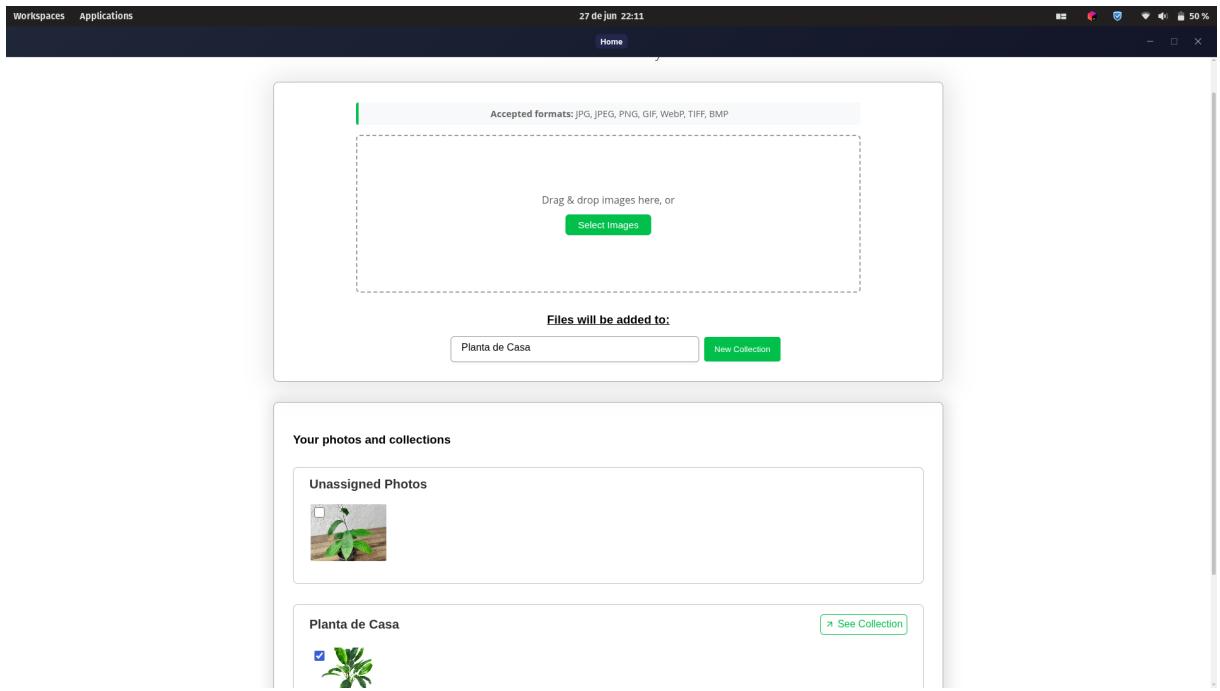


Figura 30 – Foto removida com sucesso. Fonte: os autores

## 5 Deletar foto

### 5.1 HTA Model

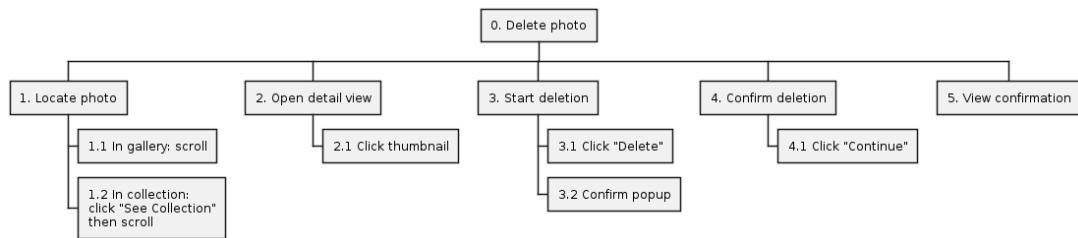


Figura 31 – HTA Model para o caso de uso: Deletar foto. Fonte: os autores

## 5.2 Diagrama de Sequência

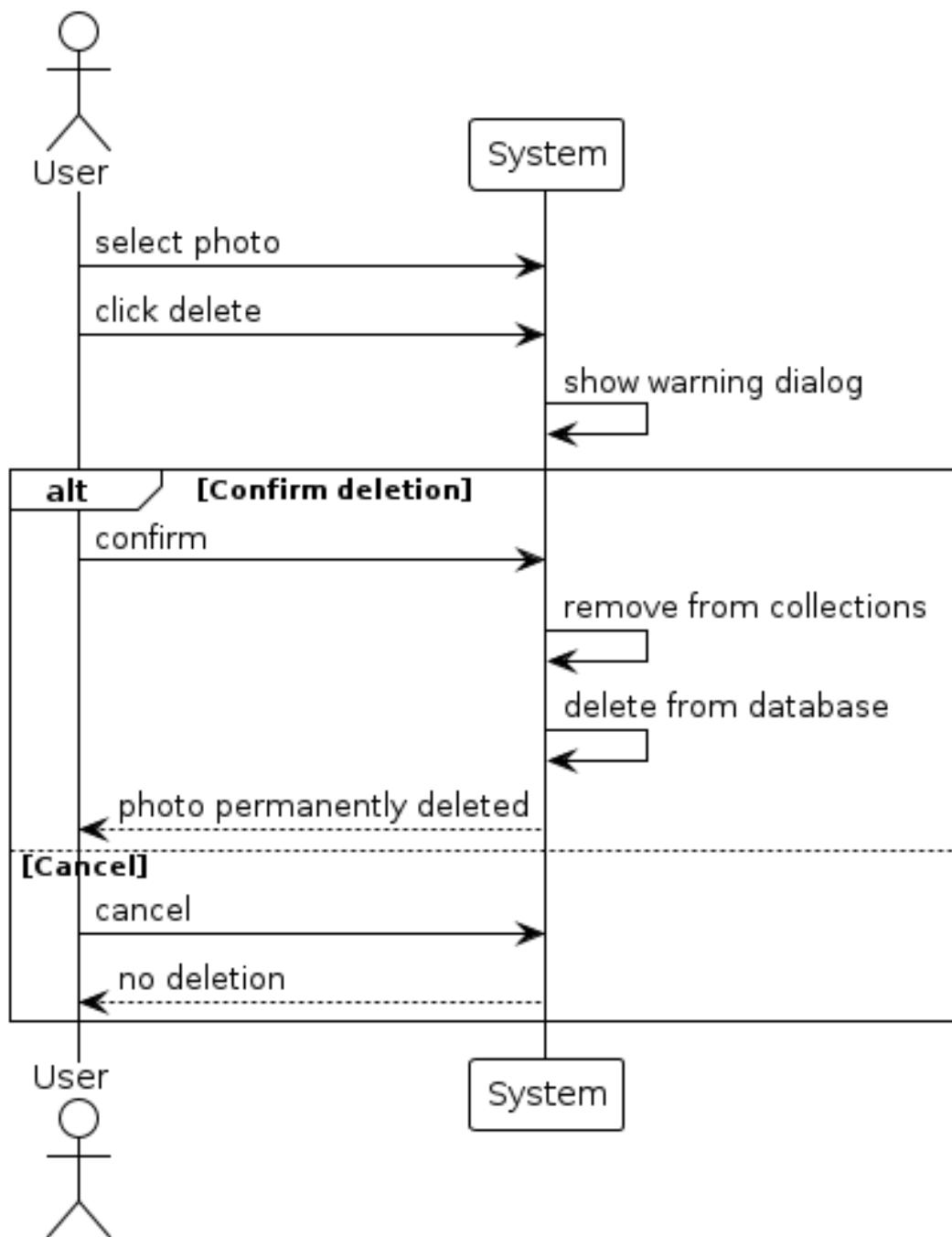


Figura 32 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Deletar foto. Fonte: os autores

### 5.3 Telas da Aplicação

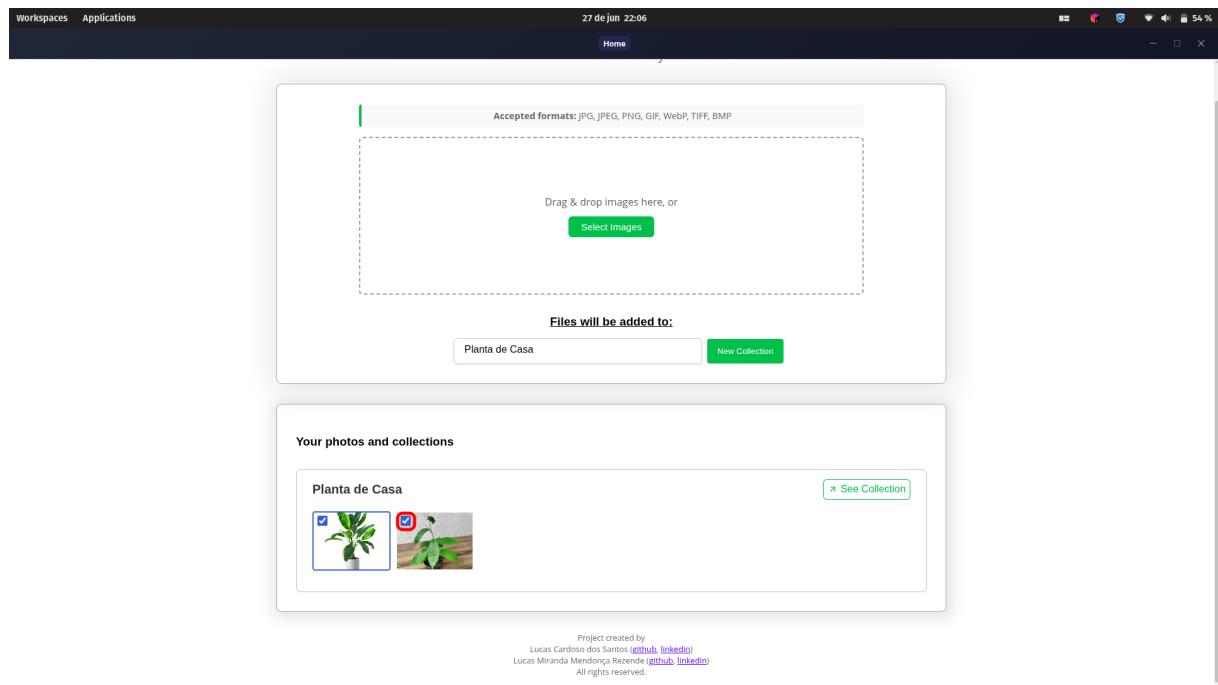


Figura 33 – Selecionar foto que será excluída. Fonte: os autores

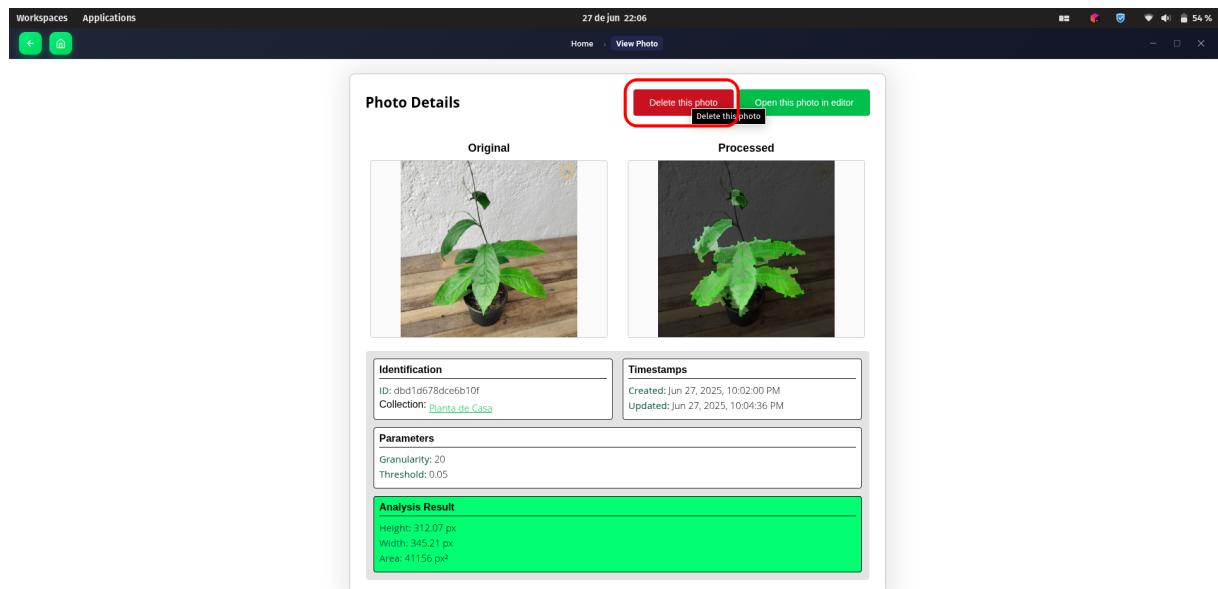


Figura 34 – Selecionar opção de deletar foto. Fonte: os autores

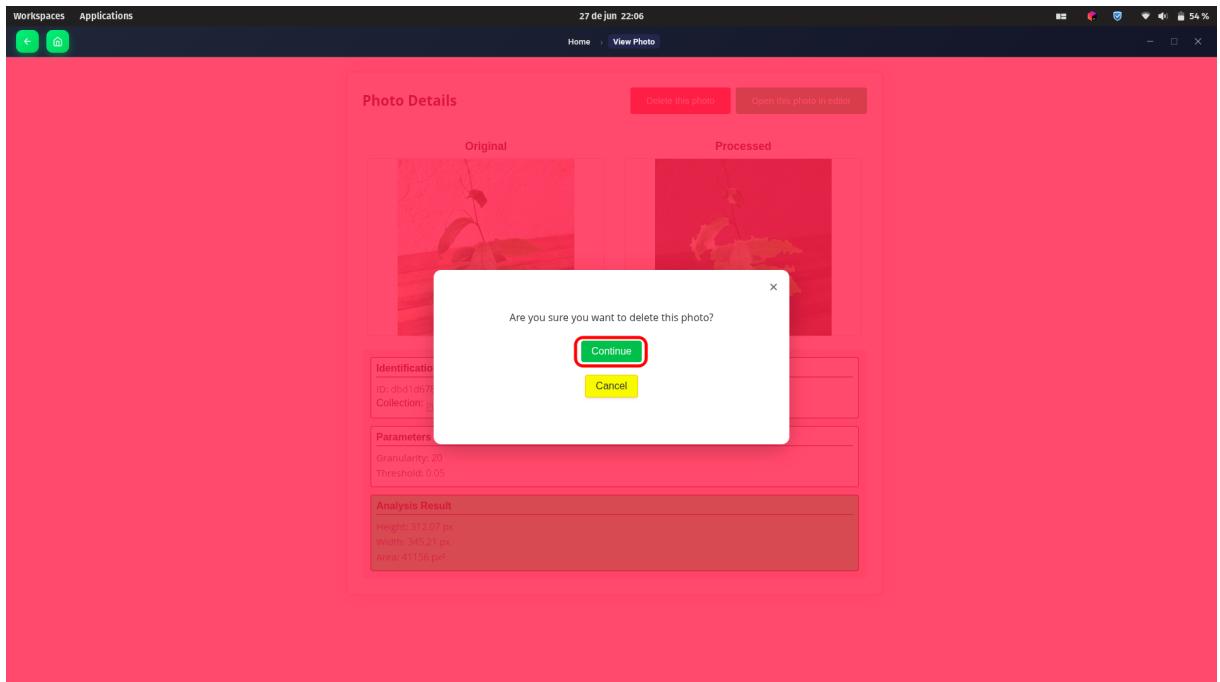


Figura 35 – Confirmar ação. Fonte: os autores

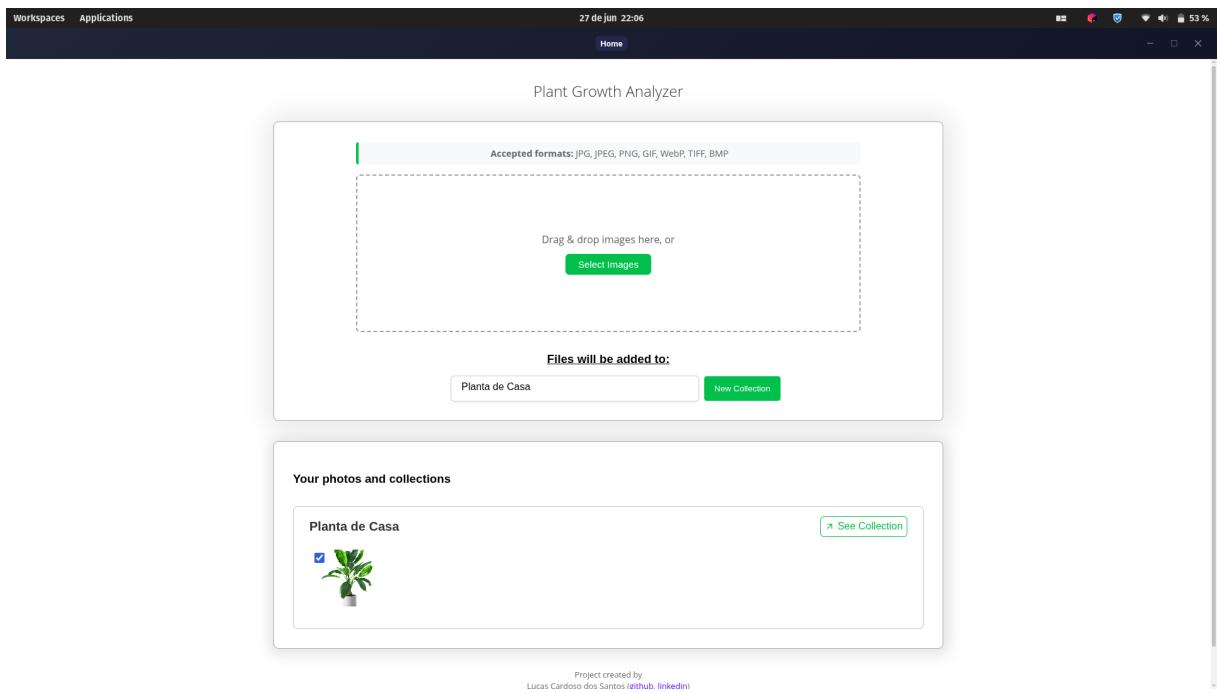


Figura 36 – Foto deletada com sucesso. Fonte: os autores

## 6 Visualizar detalhes de foto

### 6.1 HTA Model

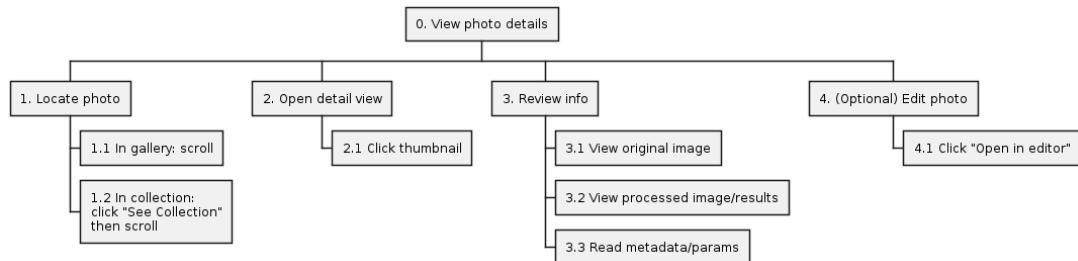


Figura 37 – HTA Model para o caso de uso: Visualizar detalhes de foto. Fonte: os autores

## 6.2 Diagrama de Sequência

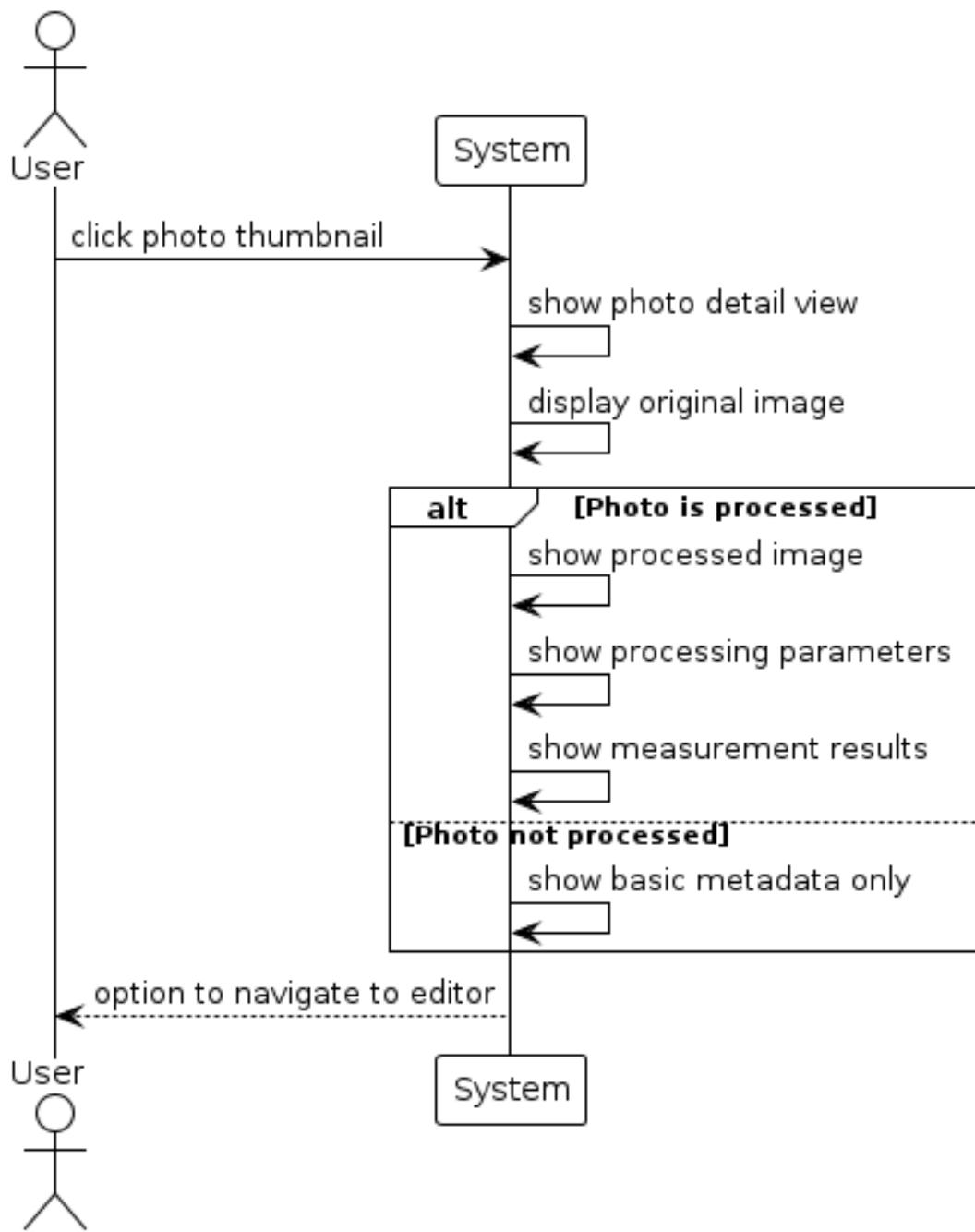


Figura 38 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Visualizar detalhes de foto. Fonte: os autores

### 6.3 Telas da Aplicação

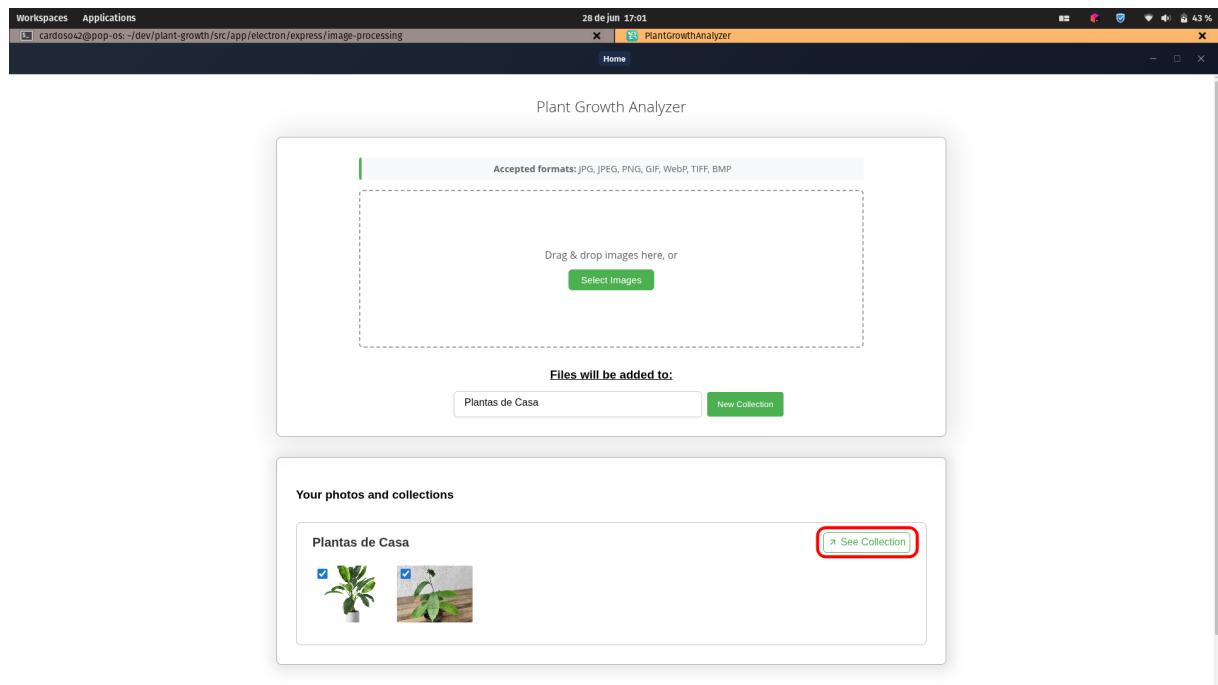


Figura 39 – Abrir coleção. Fonte: os autores

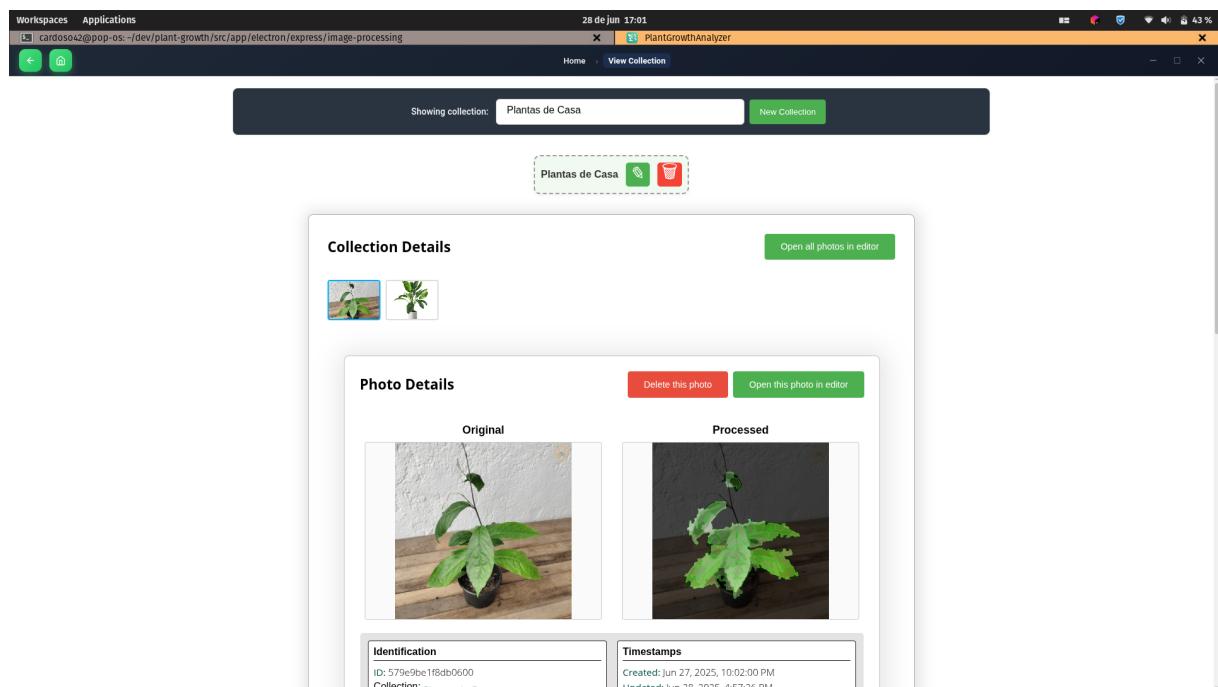


Figura 40 – Tela de visualização da imagem dentro da coleção. Fonte: os autores

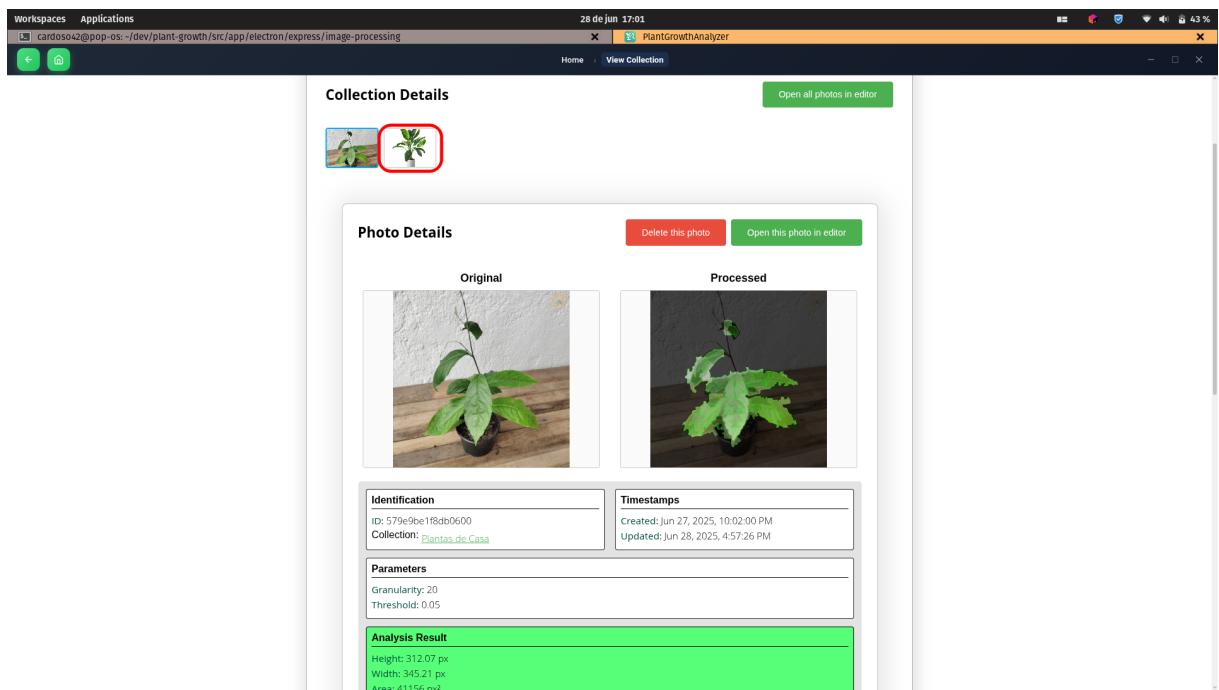


Figura 41 – Visualização estendida e possibilidade de ver outras imagens. Fonte: os autores

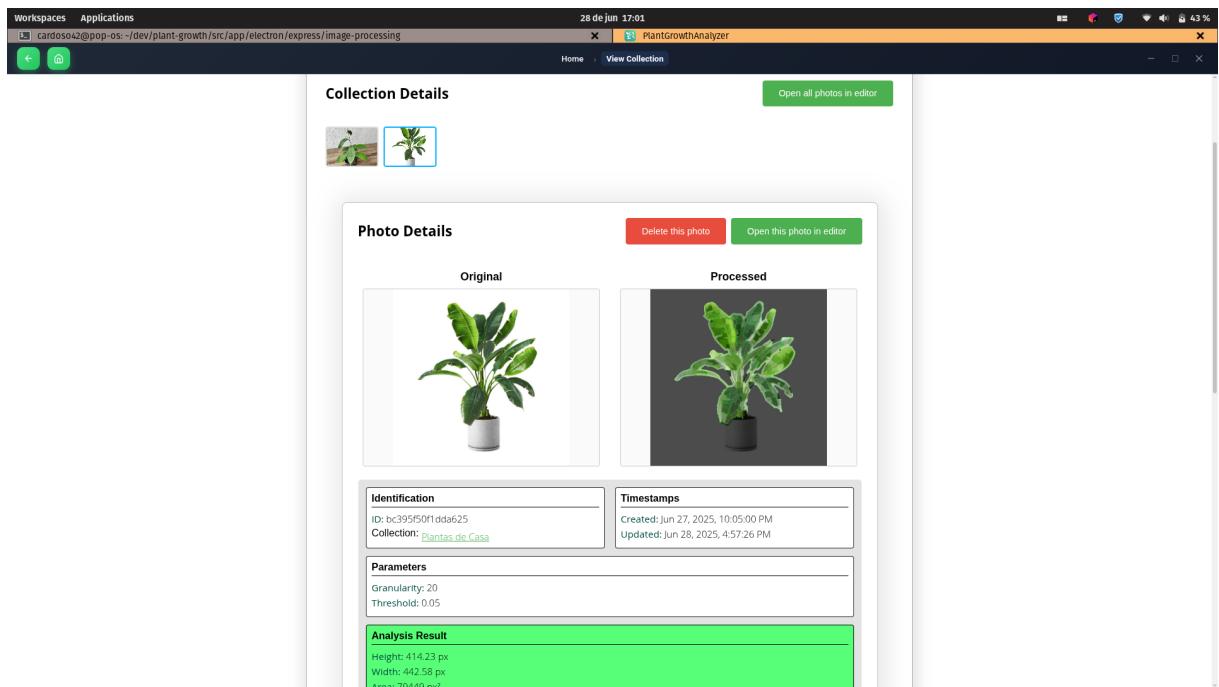


Figura 42 – Visualização das imagens de outra foto. Fonte: os autores

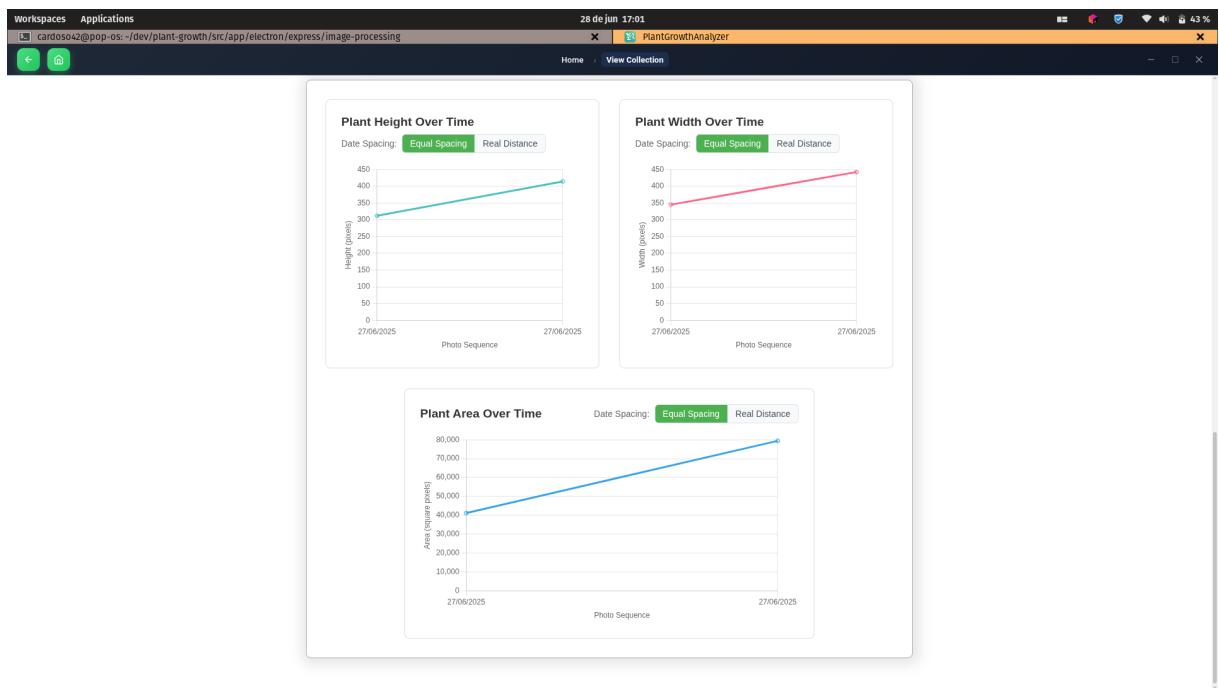


Figura 43 – Gráficos comparativos. Fonte: os autores

## 7 Criar nova coleção

### 7.1 HTA Model

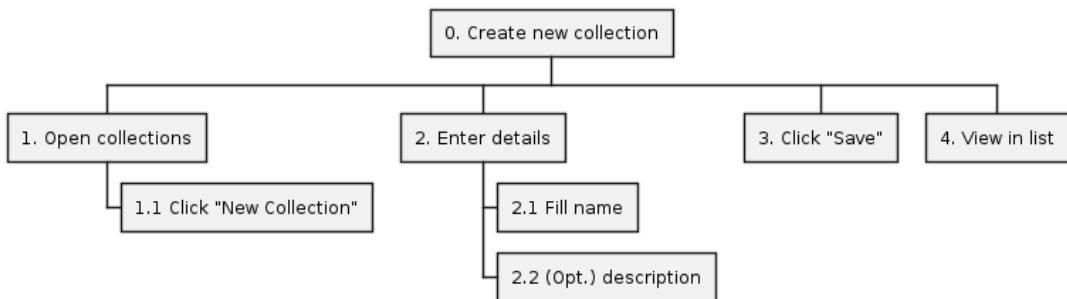


Figura 44 – HTA Model para o caso de uso: Criar nova coleção. Fonte: os autores

## 7.2 Diagrama de Sequência

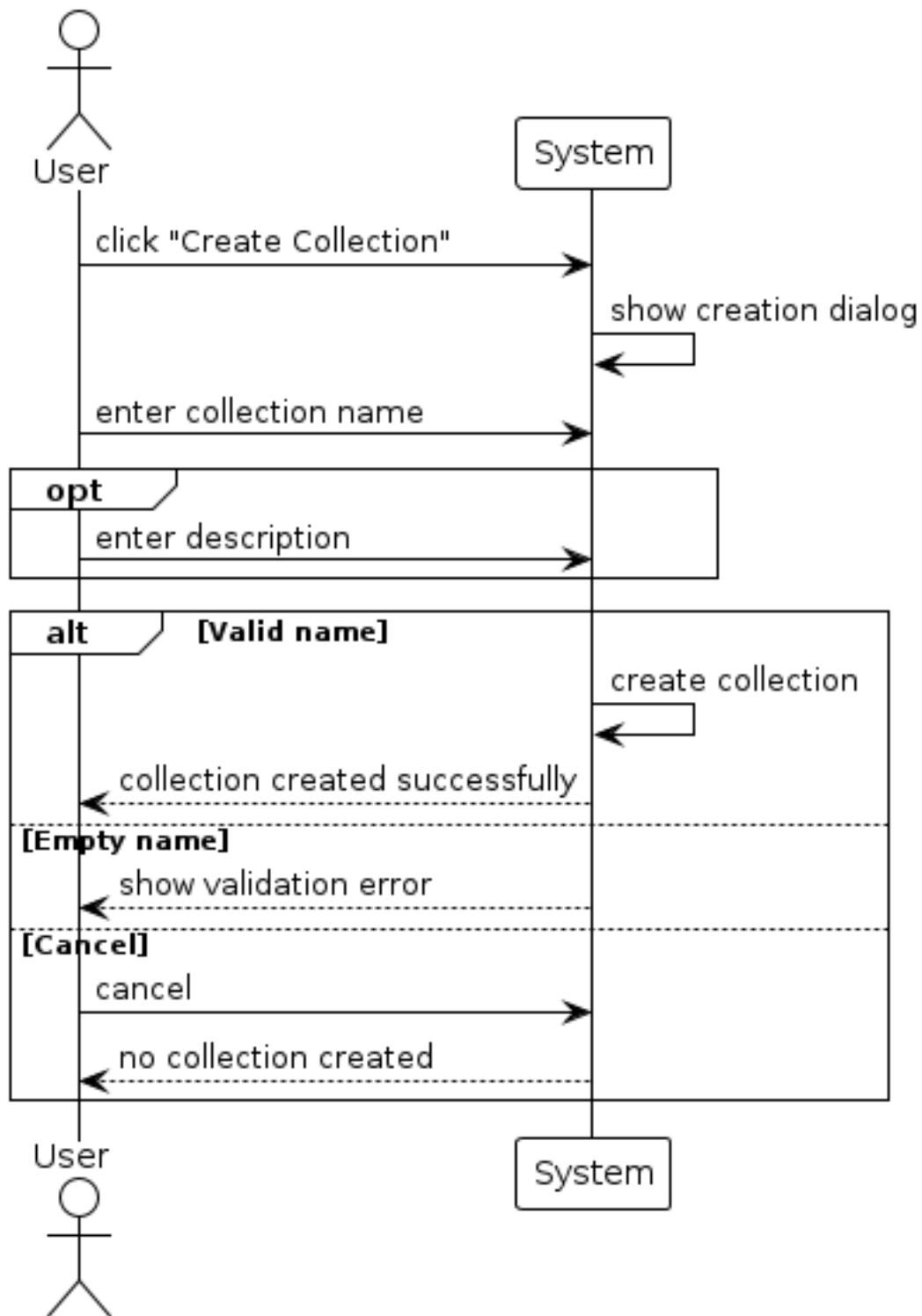


Figura 45 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Criar nova coleção. Fonte: os autores

### 7.3 Telas da Aplicação

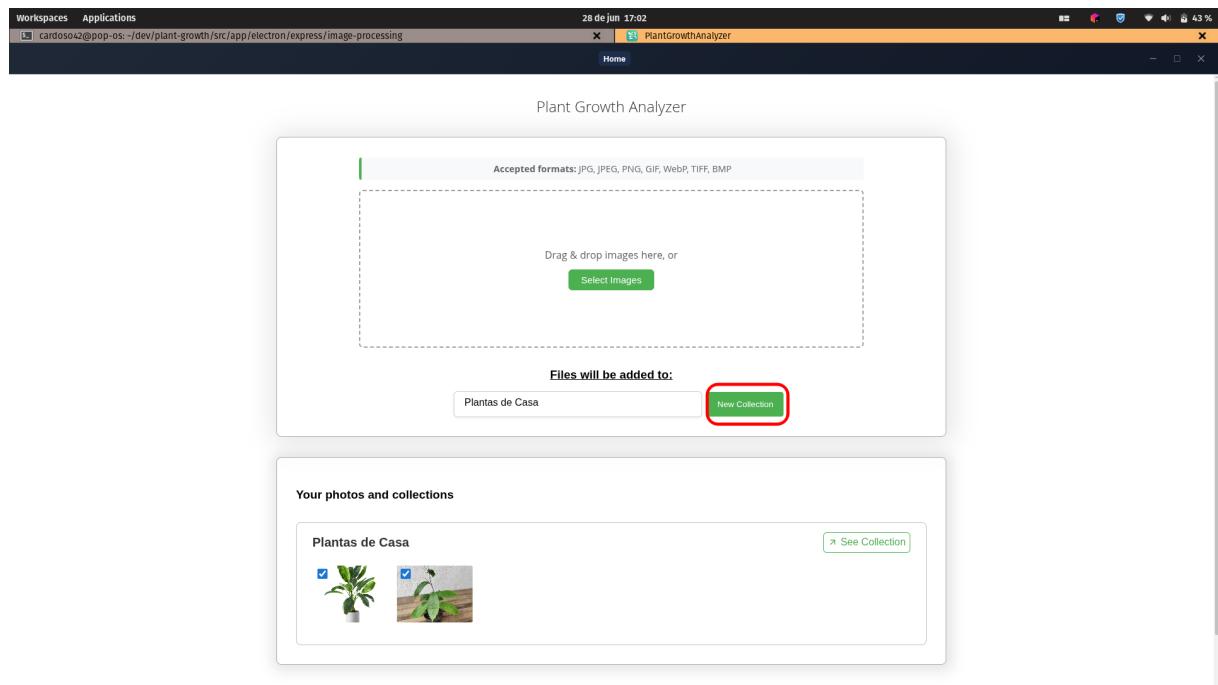


Figura 46 – Tela inicial para criar nova coleção. Fonte: os autores

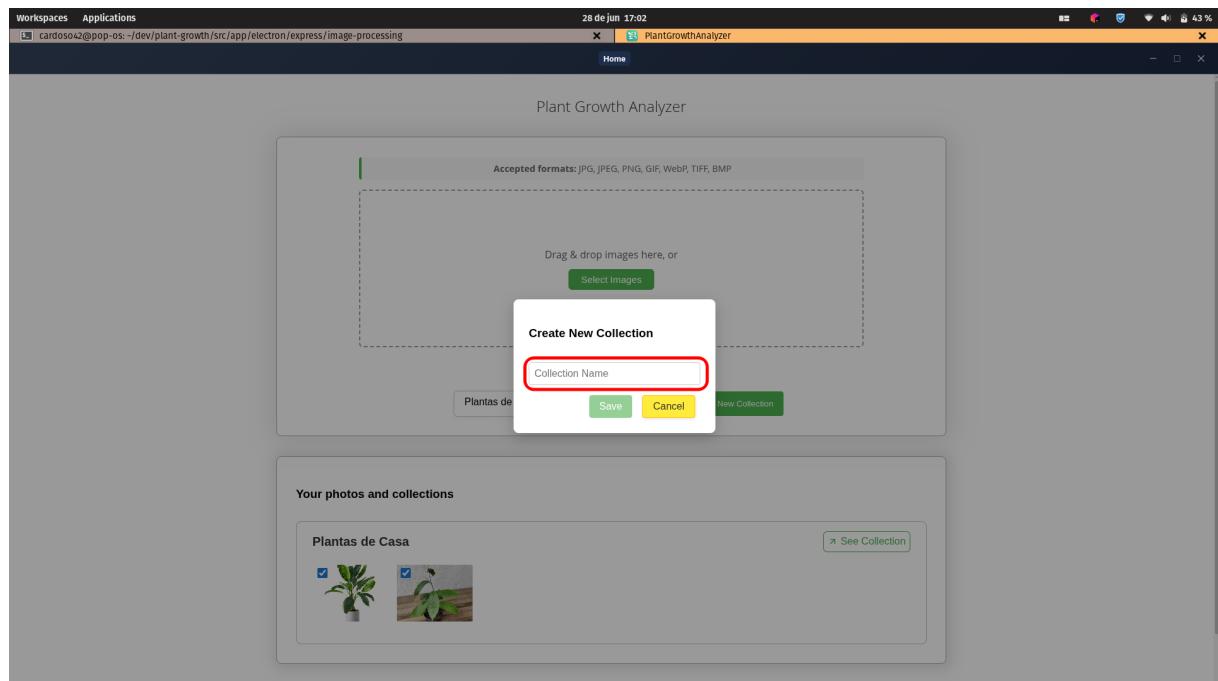


Figura 47 – Formulário de criação de coleção. Fonte: os autores

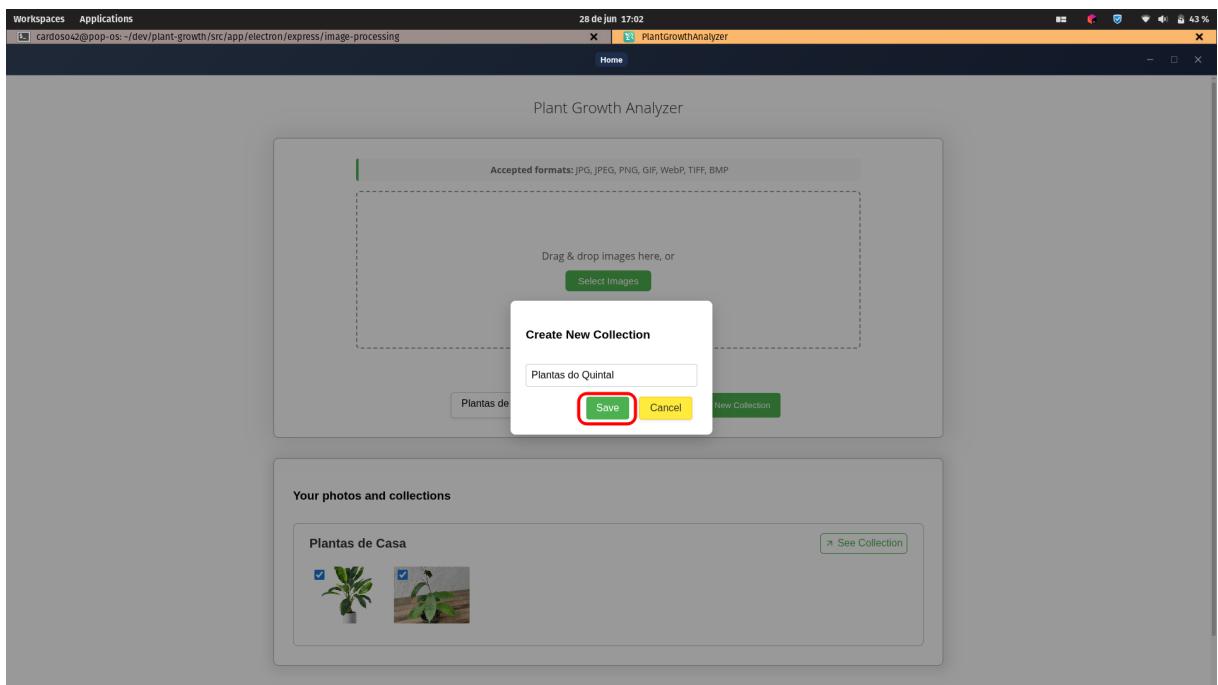


Figura 48 – Preenchimento do nome da coleção. Fonte: os autores

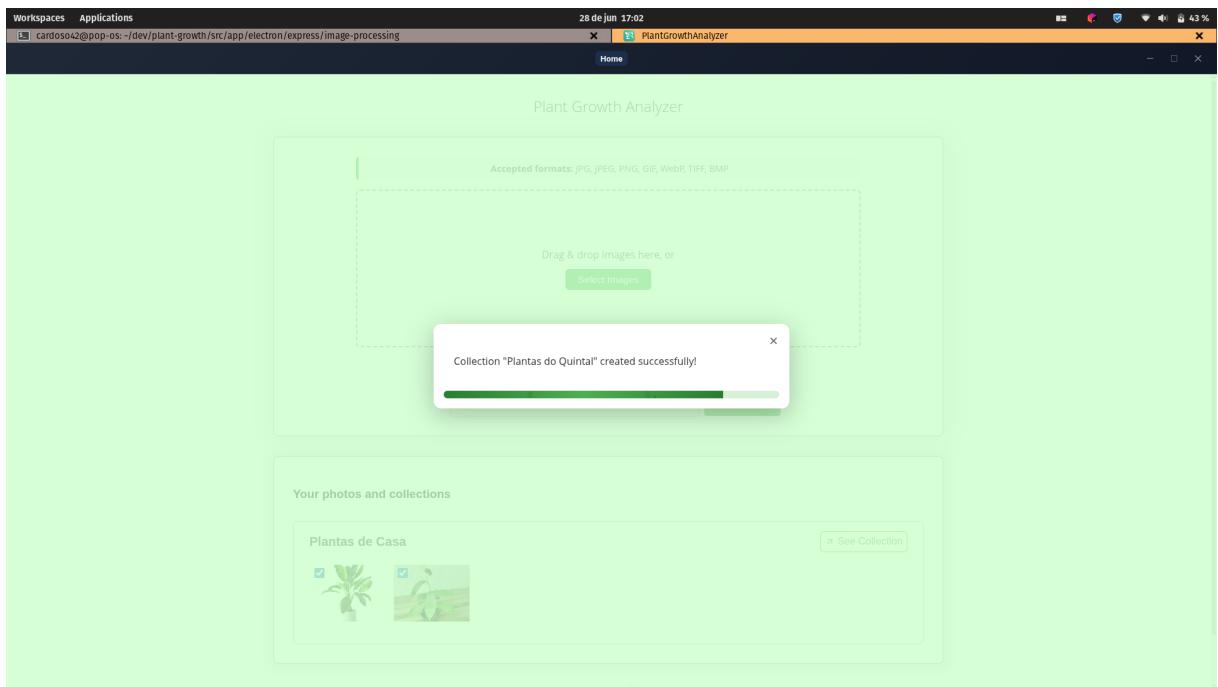


Figura 49 – Confirmação da criação. Fonte: os autores

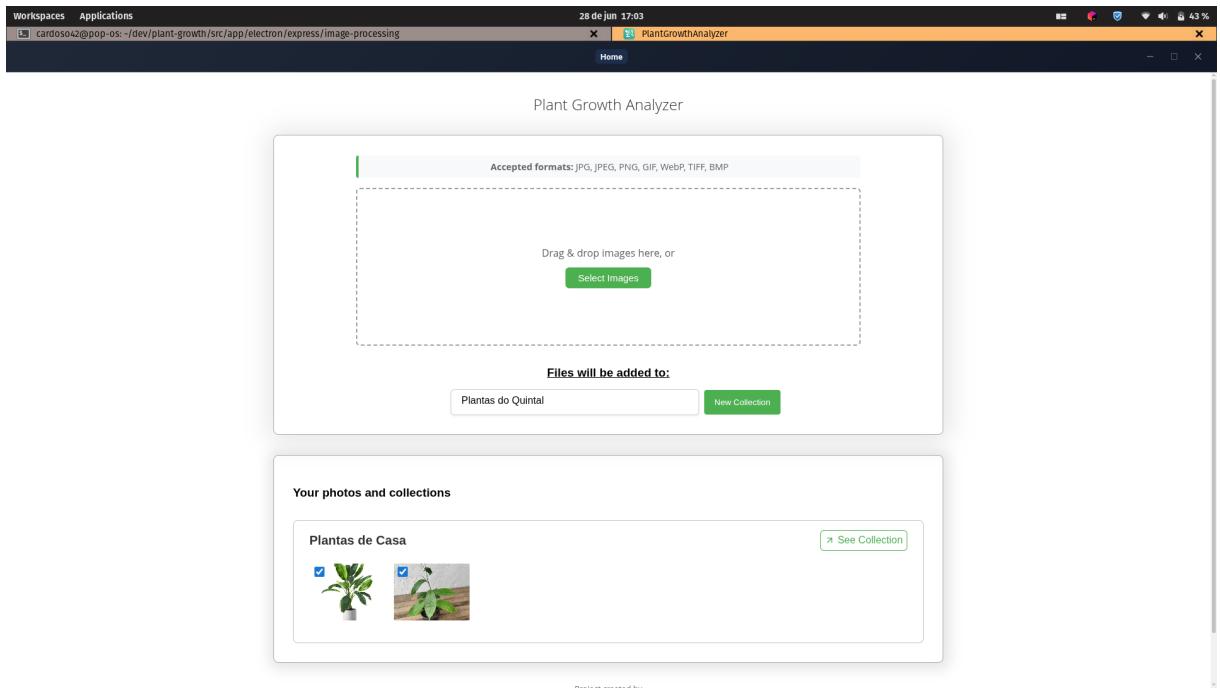


Figura 50 – Coleção criada com sucesso. Fonte: os autores

## 8 Renomear coleção

### 8.1 HTA Model

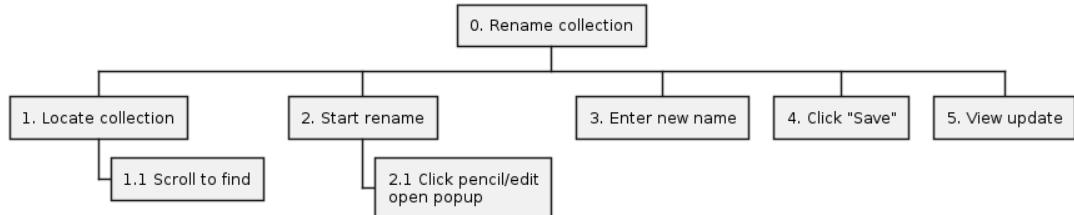


Figura 51 – HTA Model para o caso de uso: Renomear coleção. Fonte: os autores

## 8.2 Diagrama de Sequência

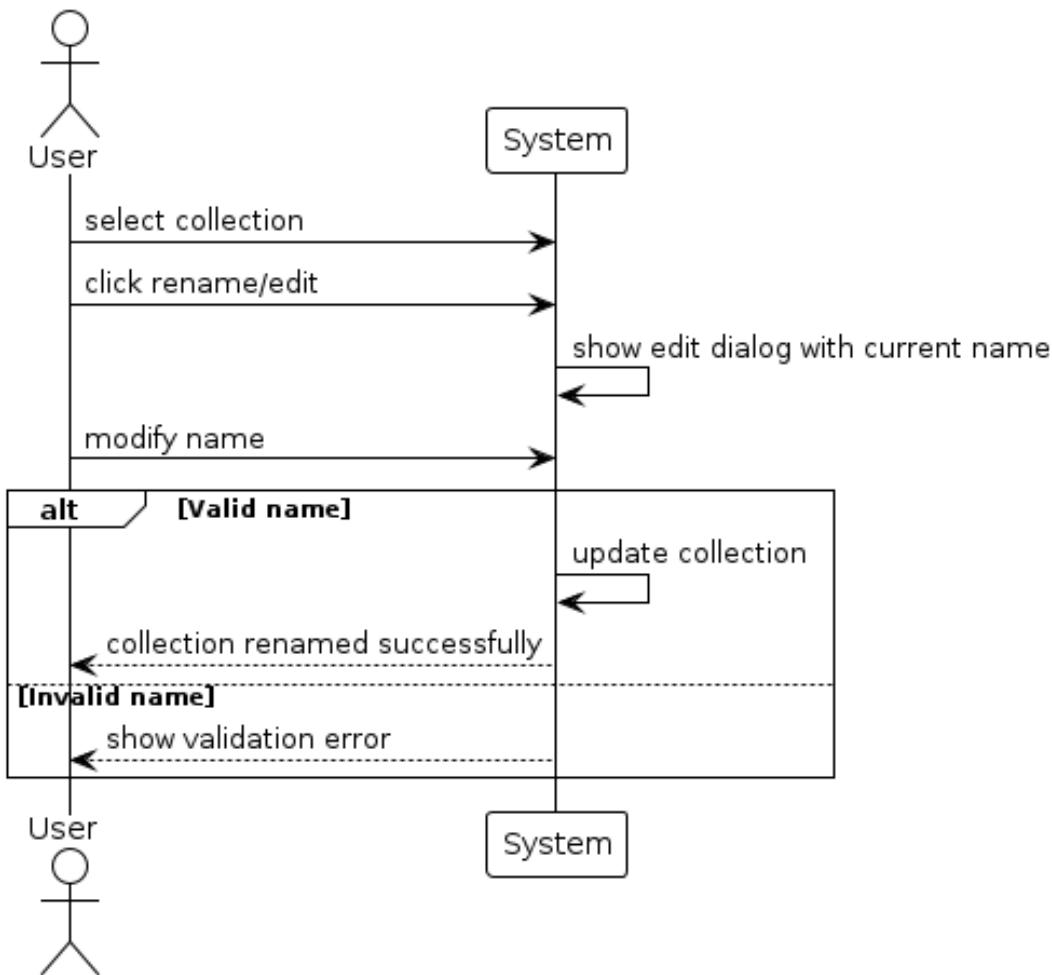


Figura 52 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Renomear coleção. Fonte: os autores

### 8.3 Telas da Aplicação

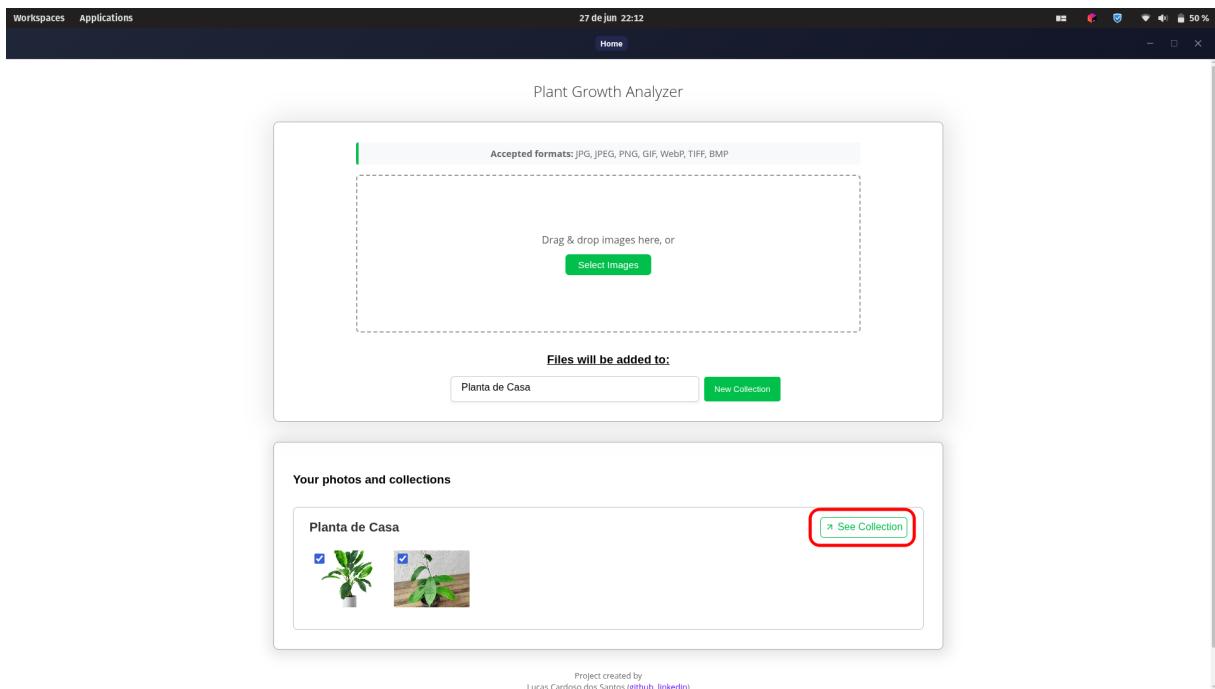


Figura 53 – Tela inicial para renomear coleção. Fonte: os autores

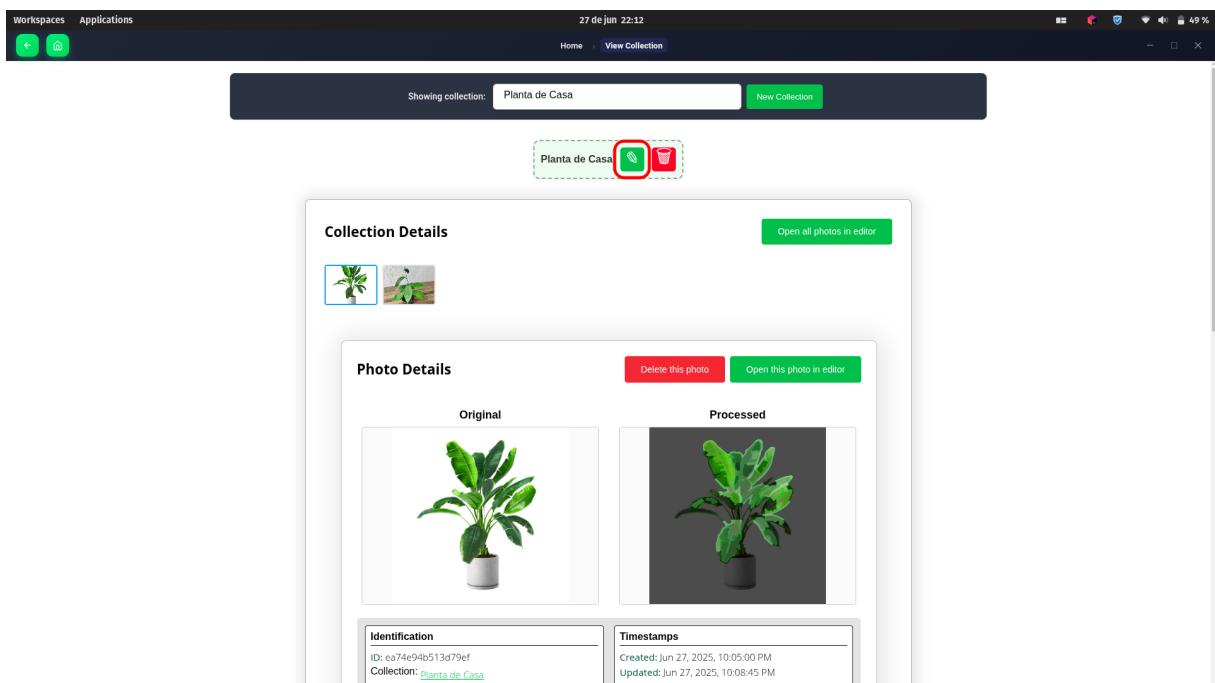


Figura 54 – Seleção da coleção para renomear. Fonte: os autores

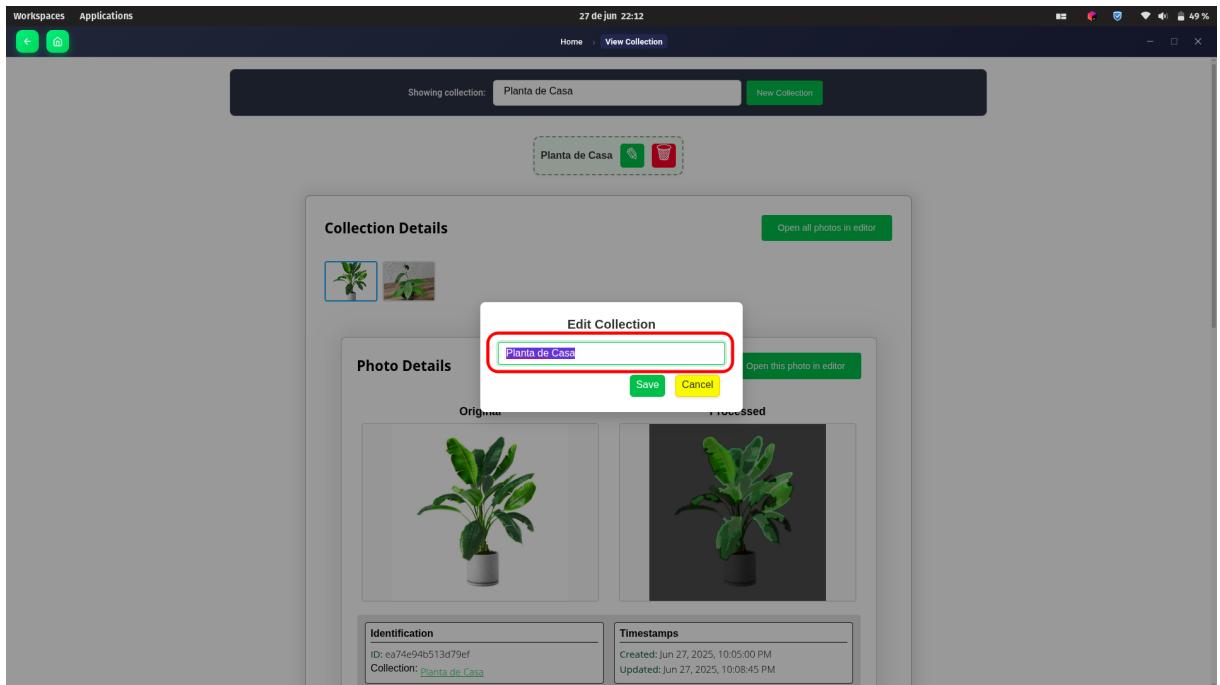


Figura 55 – Edição do nome da coleção. Fonte: os autores

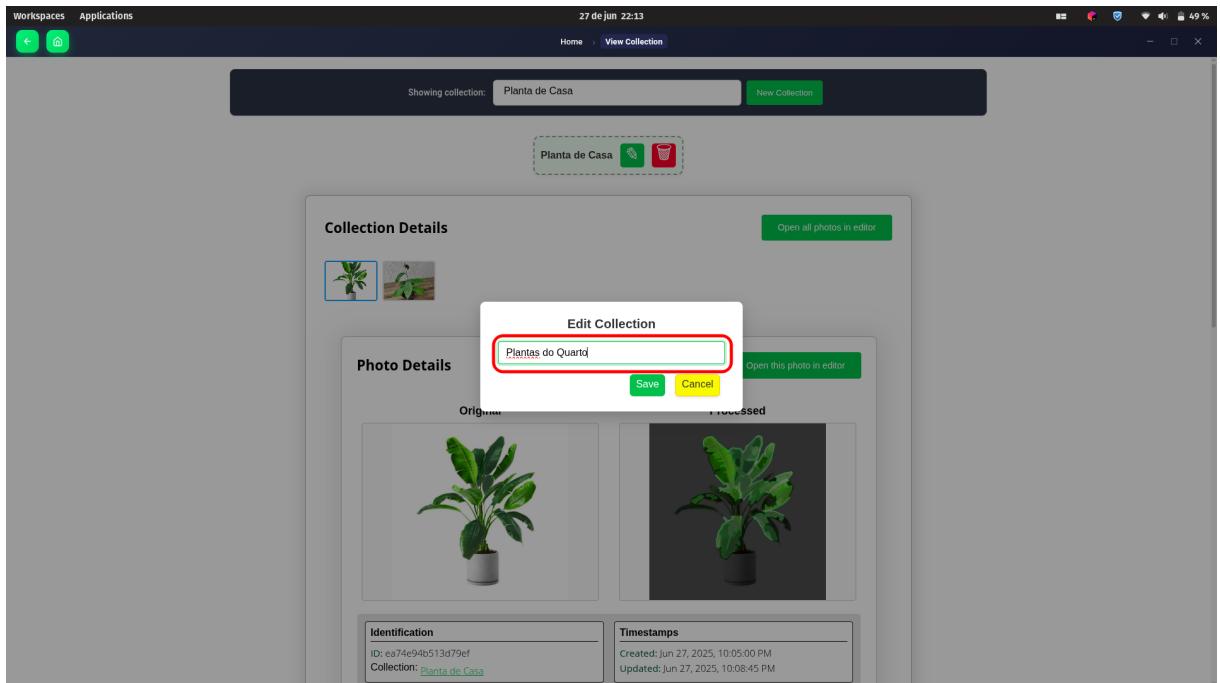


Figura 56 – Confirmação da renomeação. Fonte: os autores

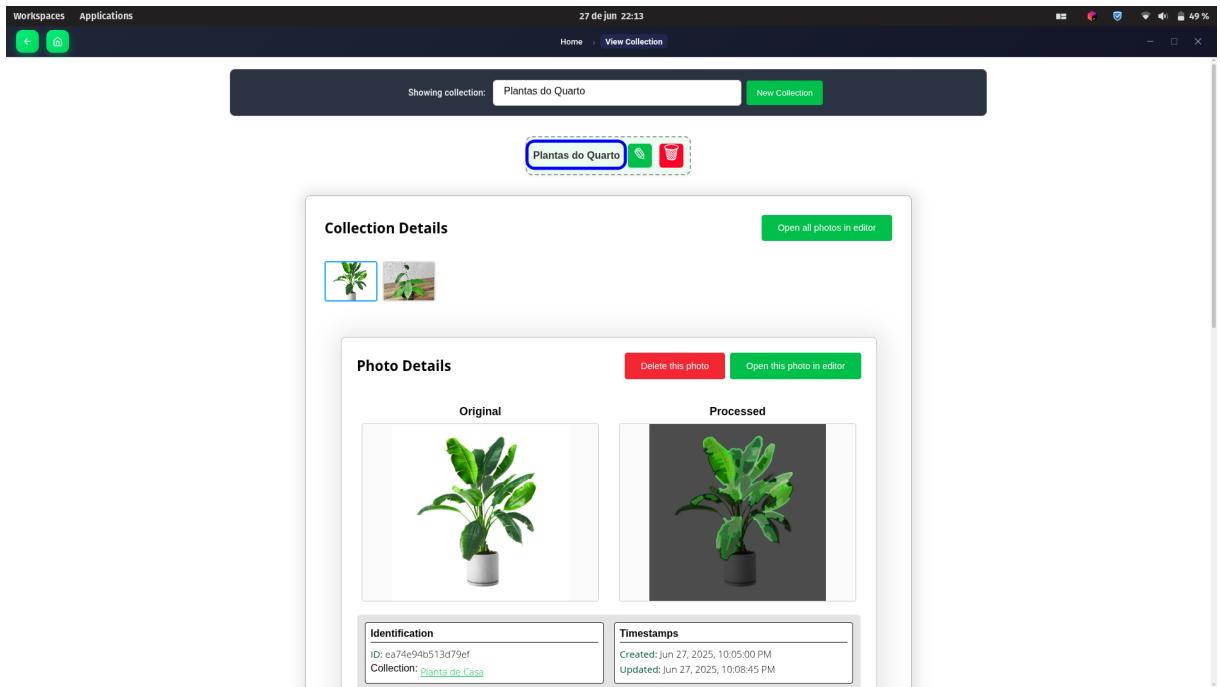


Figura 57 – Coleção renomeada com sucesso. Fonte: os autores

## 9 Deletar coleção

### 9.1 HTA Model

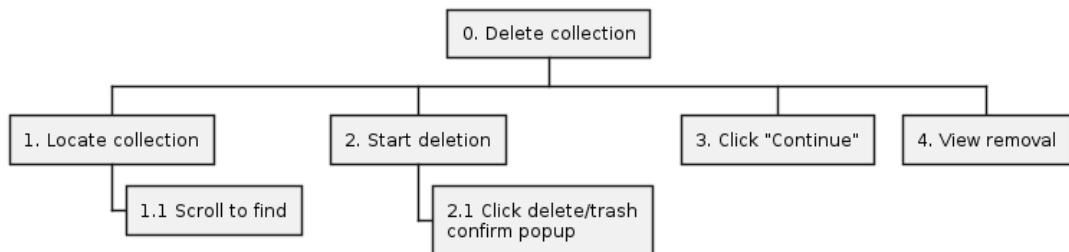


Figura 58 – HTA Model para o caso de uso: Deletar coleção. Fonte: os autores

## 9.2 Diagrama de Sequência

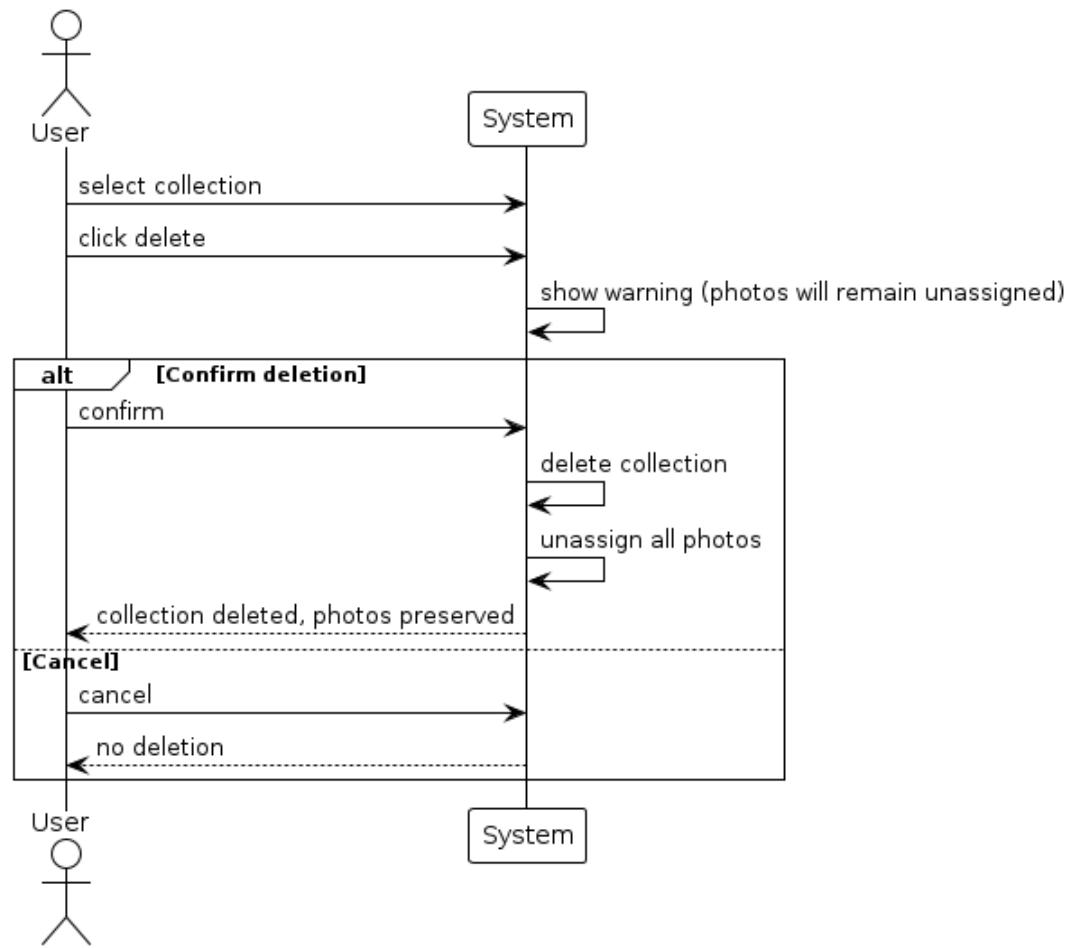


Figura 59 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Deletar coleção. Fonte: os autores

### 9.3 Telas da Aplicação

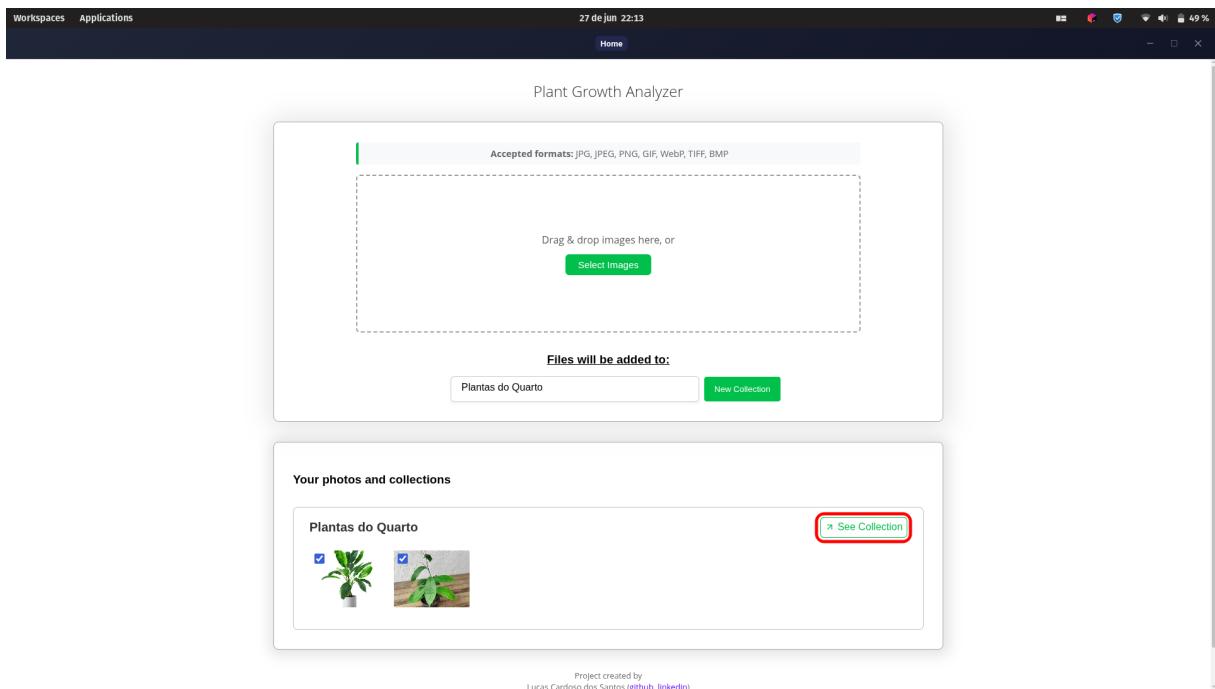


Figura 60 – Tela inicial para deletar coleção. Fonte: os autores

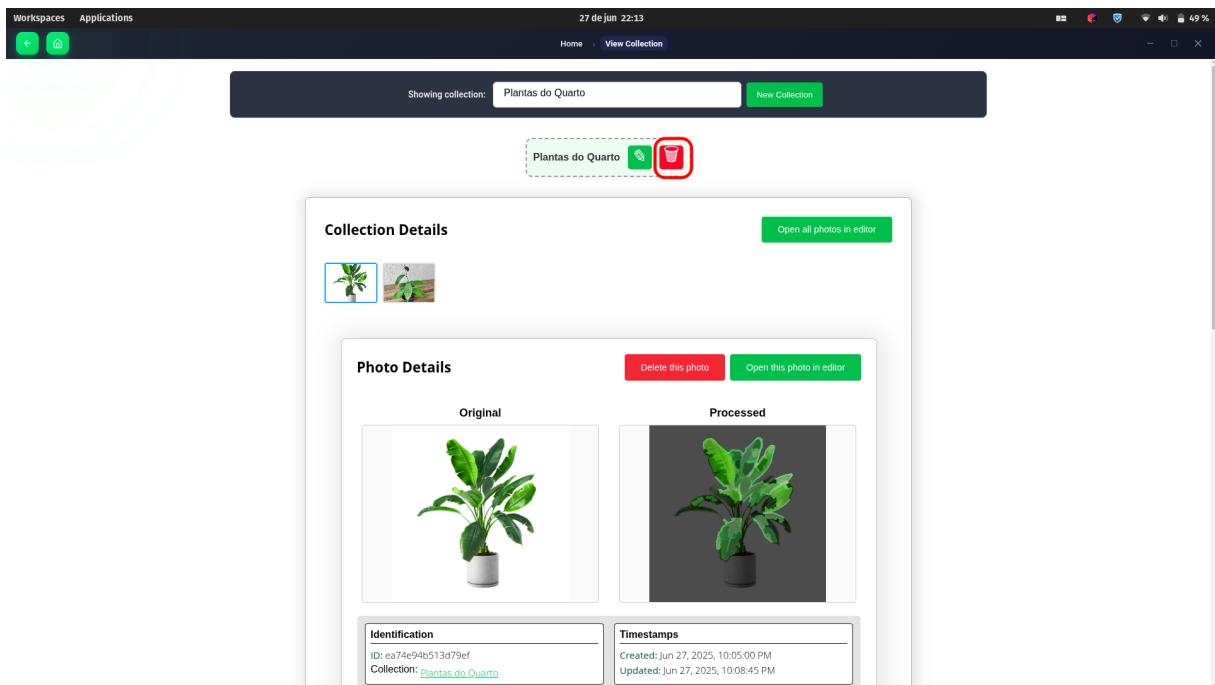


Figura 61 – Seleção da coleção para deletar. Fonte: os autores

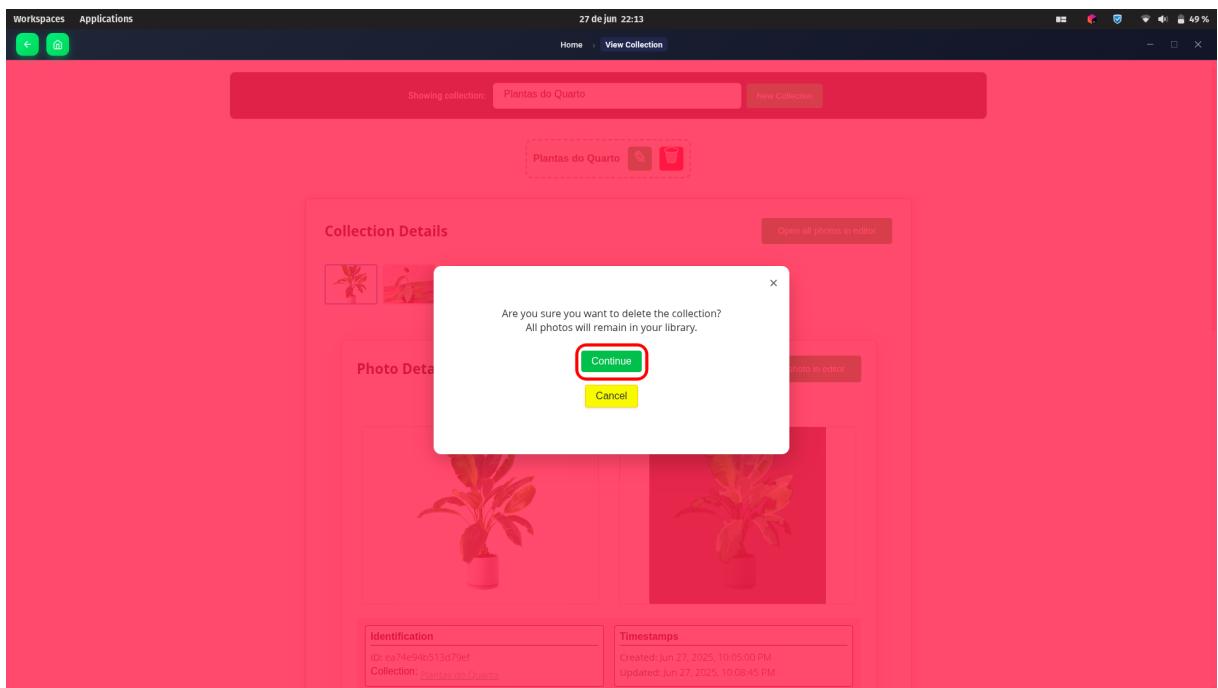


Figura 62 – Confirmação da exclusão. Fonte: os autores

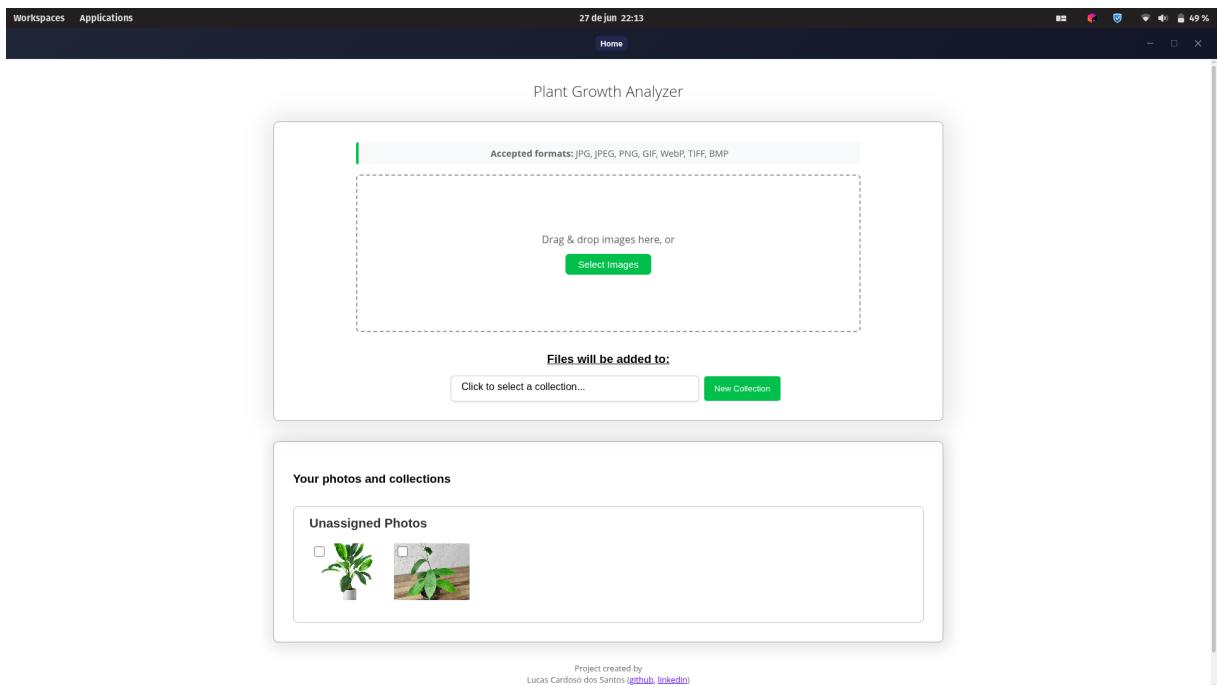


Figura 63 – Coleção deletada com sucesso. Fonte: os autores

## 10 Visualizar fotos de coleção

### 10.1 HTA Model



Figura 64 – HTA Model para o caso de uso: Visualizar fotos de coleção. Fonte: os autores

### 10.2 Diagrama de Sequência

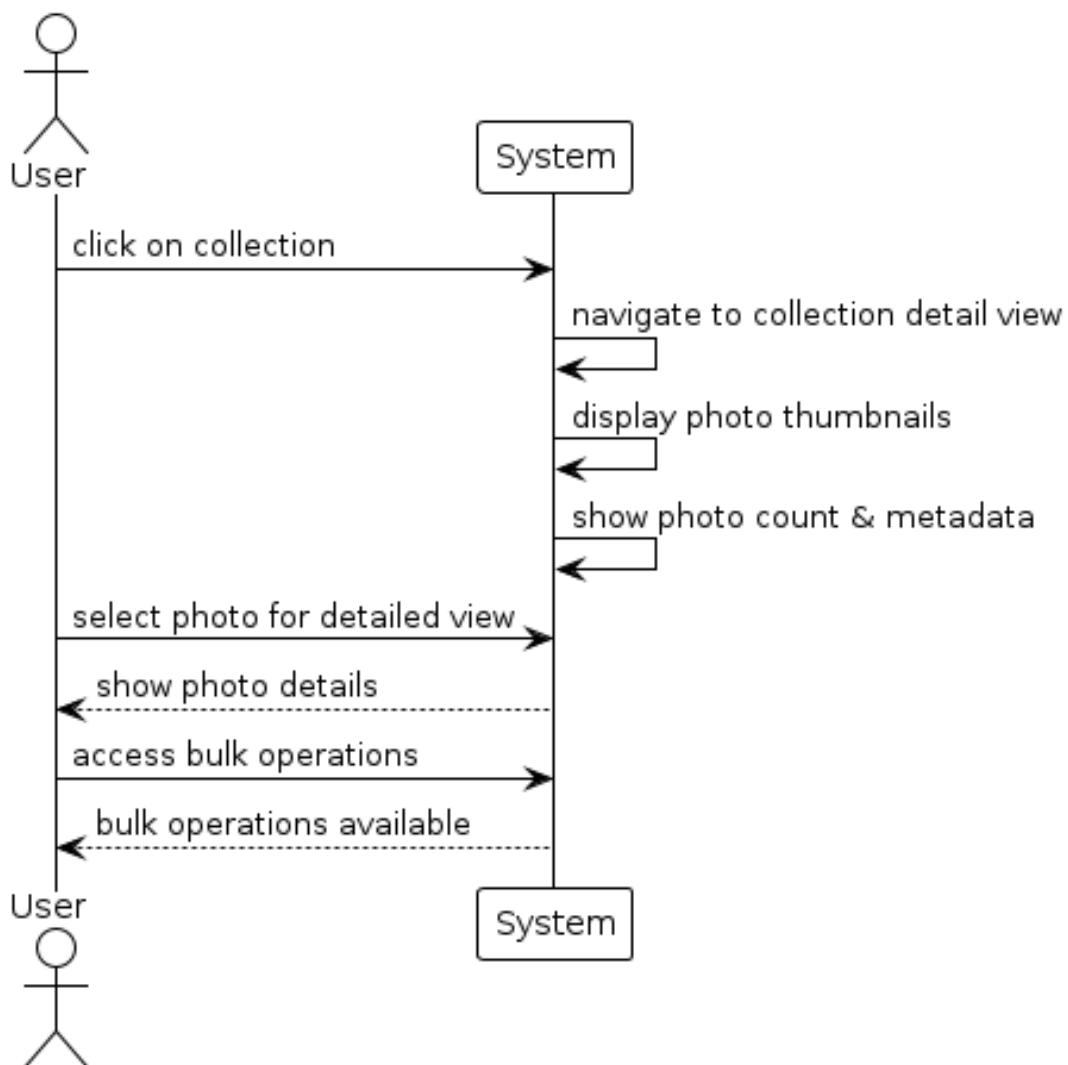


Figura 65 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Visualizar fotos de coleção. Fonte: os autores

### 10.3 Telas da Aplicação

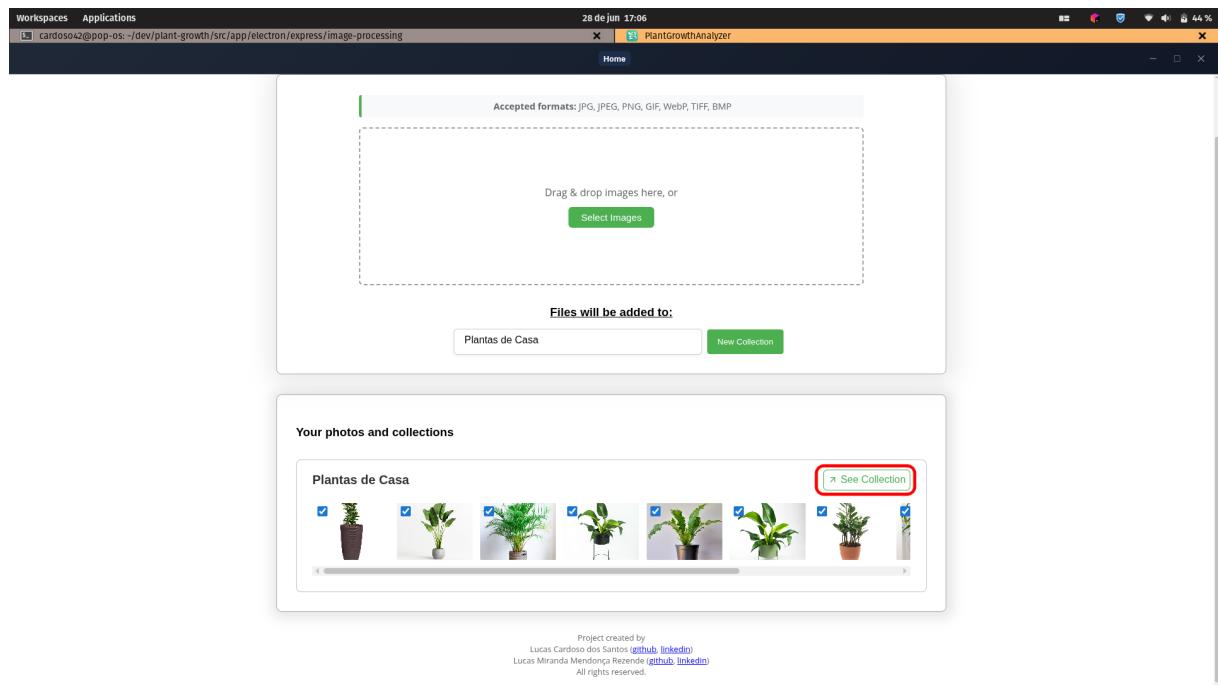


Figura 66 – Tela inicial para visualizar fotos da coleção. Fonte: os autores

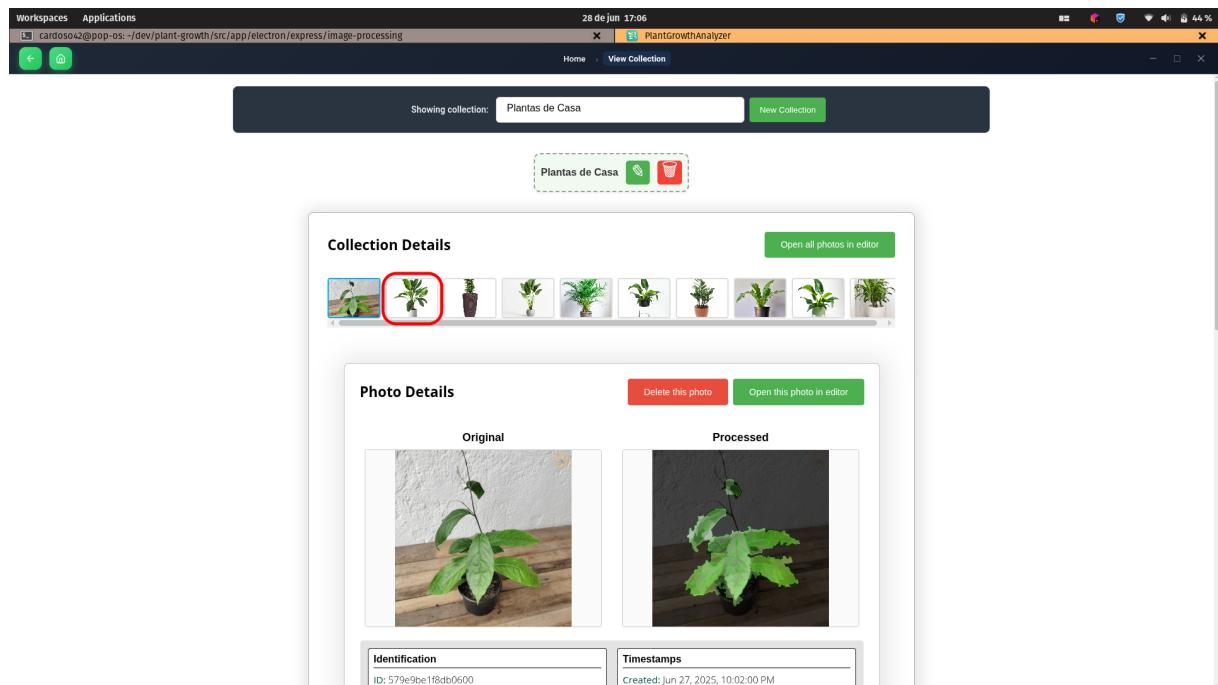


Figura 67 – Visualização de todas as fotos dentro da coleção. Fonte: os autores

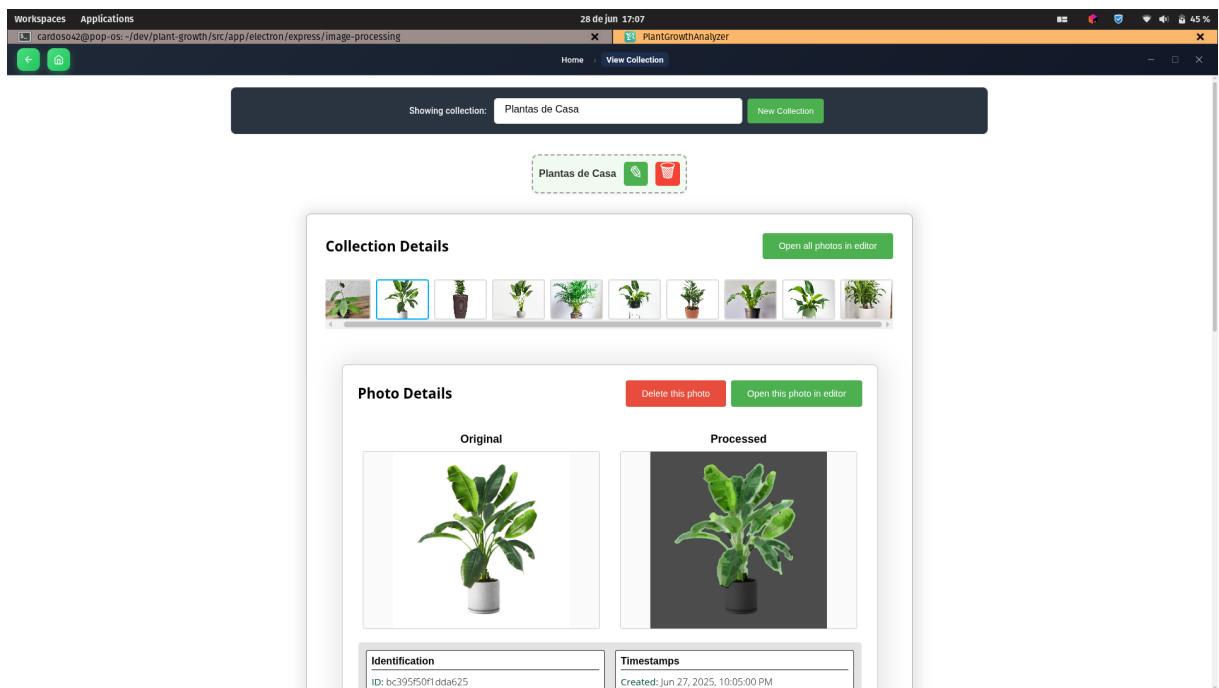


Figura 68 – Visualização de outras fotos dentro da coleção. Fonte: os autores

## 11 Processar foto única

### 11.1 HTA Model

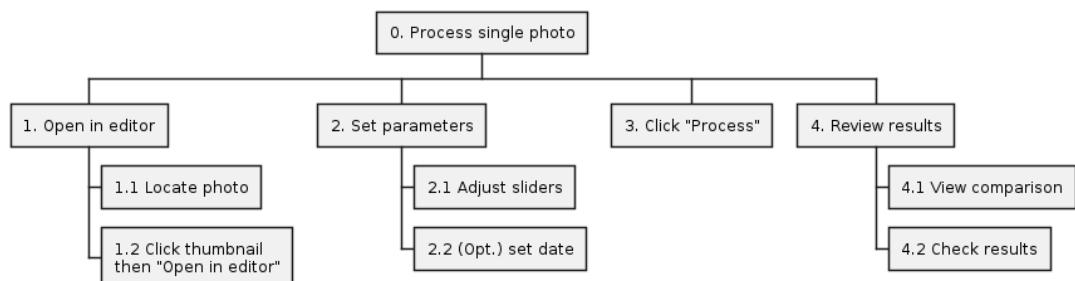


Figura 69 – HTA Model para o caso de uso: Processar foto única. Fonte: os autores

## 11.2 Diagrama de Sequência

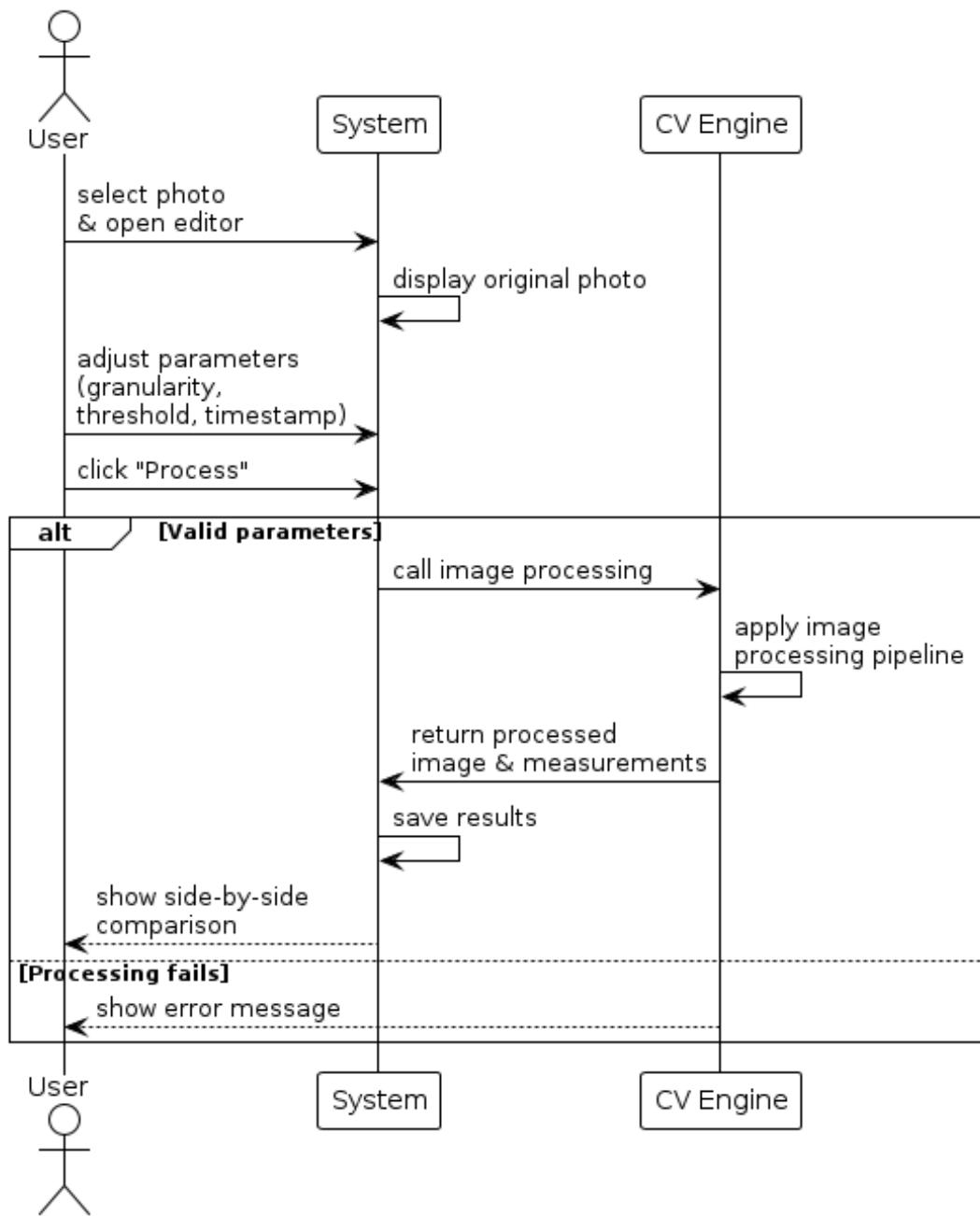


Figura 70 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Processar foto única. Fonte: os autores

### 11.3 Telas da Aplicação

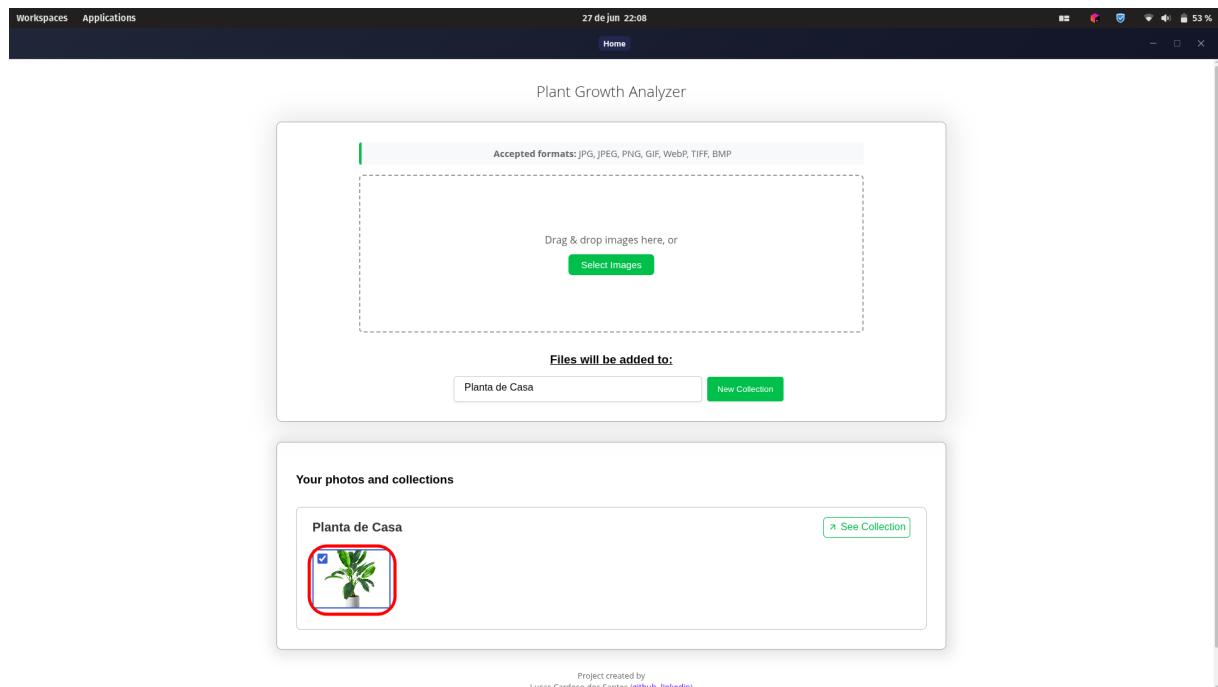


Figura 71 – Seleção da foto para processamento. Fonte: os autores

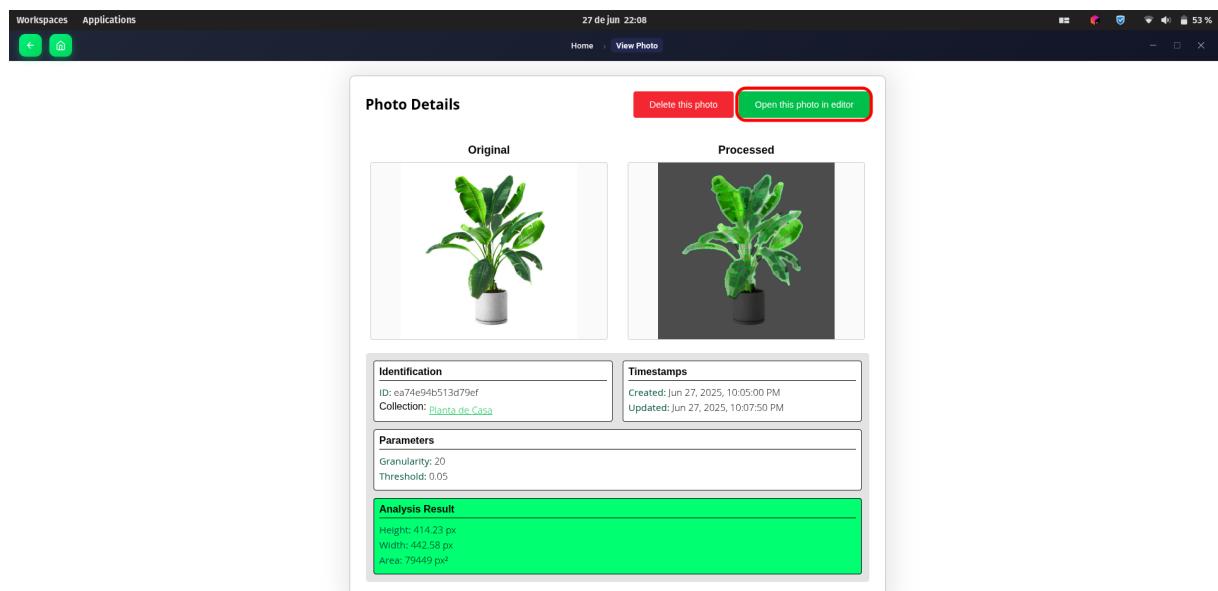


Figura 72 – Botão de editar fotos. Fonte: os autores

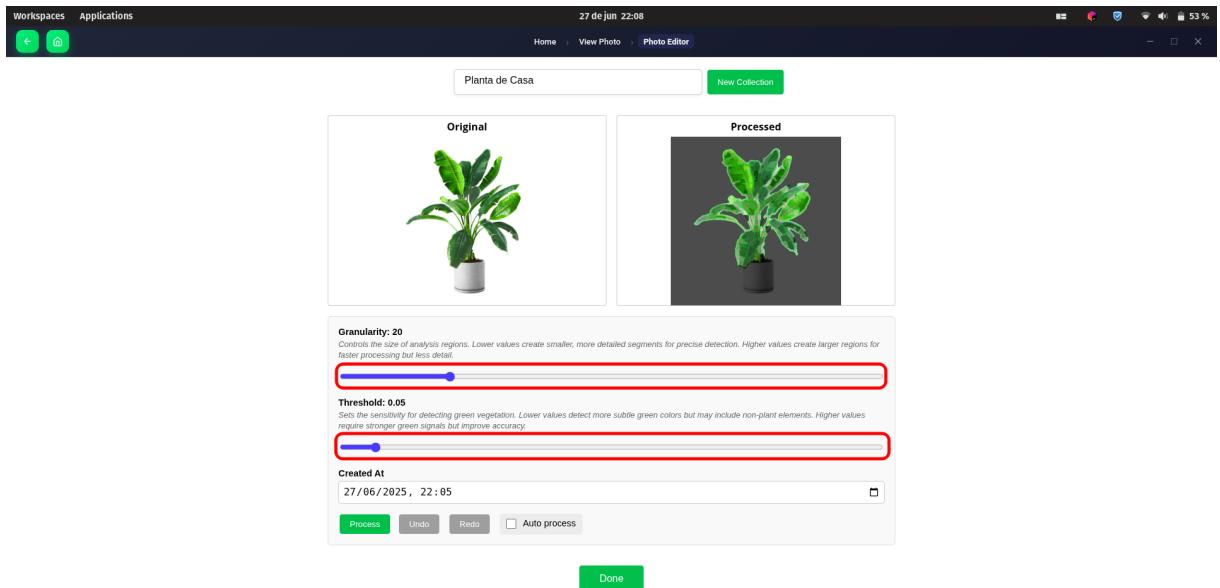


Figura 73 – Seleção dos parâmetros de processamento. Fonte: os autores

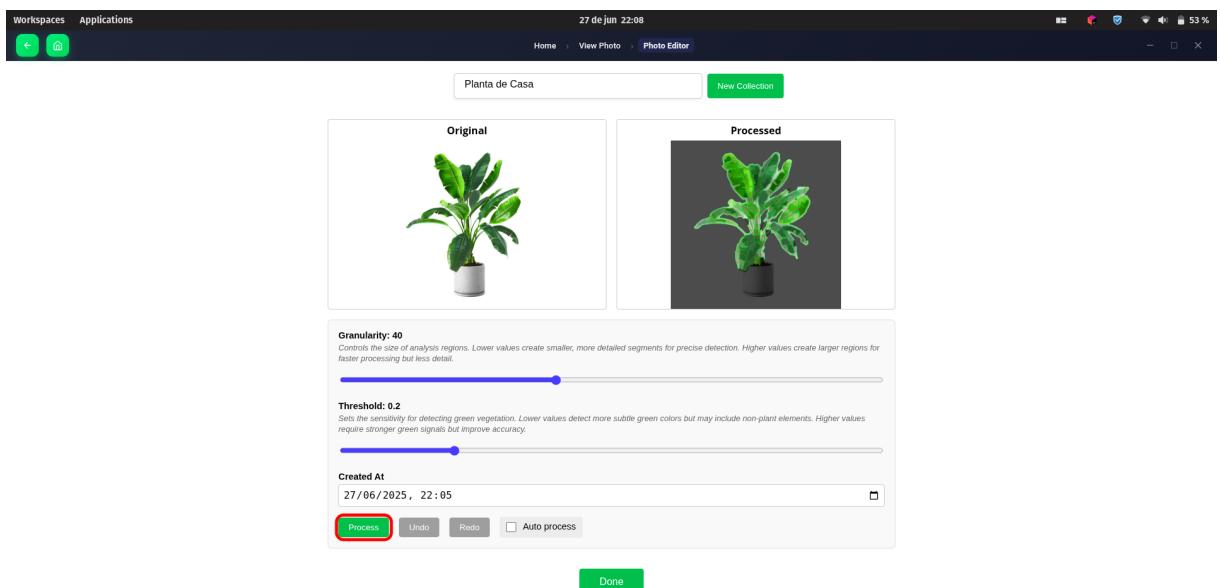


Figura 74 – Início do processamento. Fonte: os autores

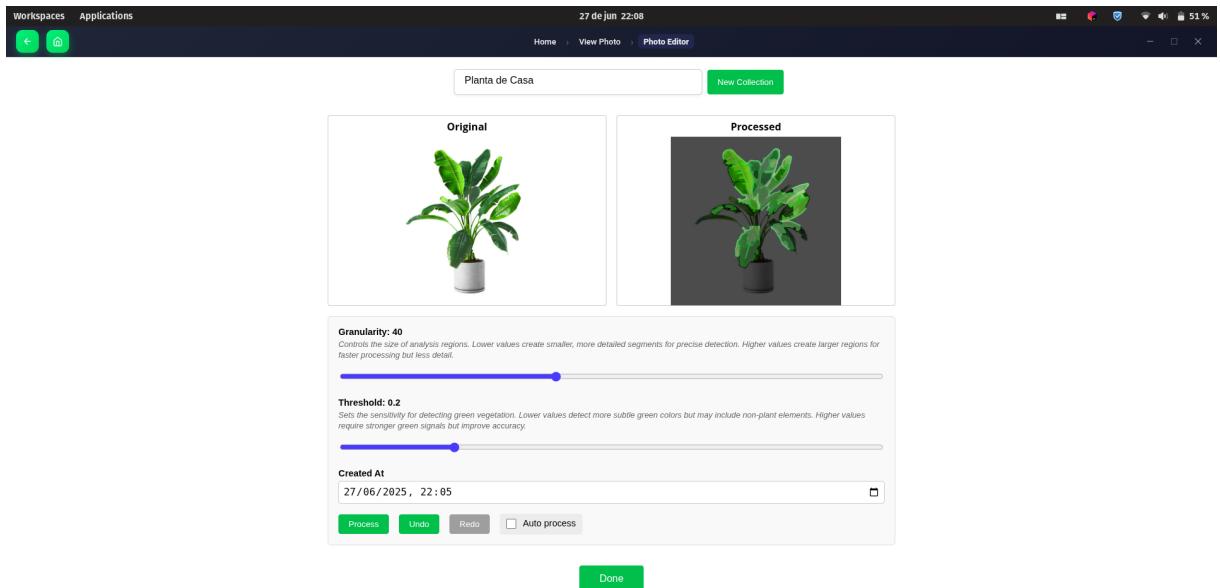


Figura 75 – Resultado do processamento. Fonte: os autores

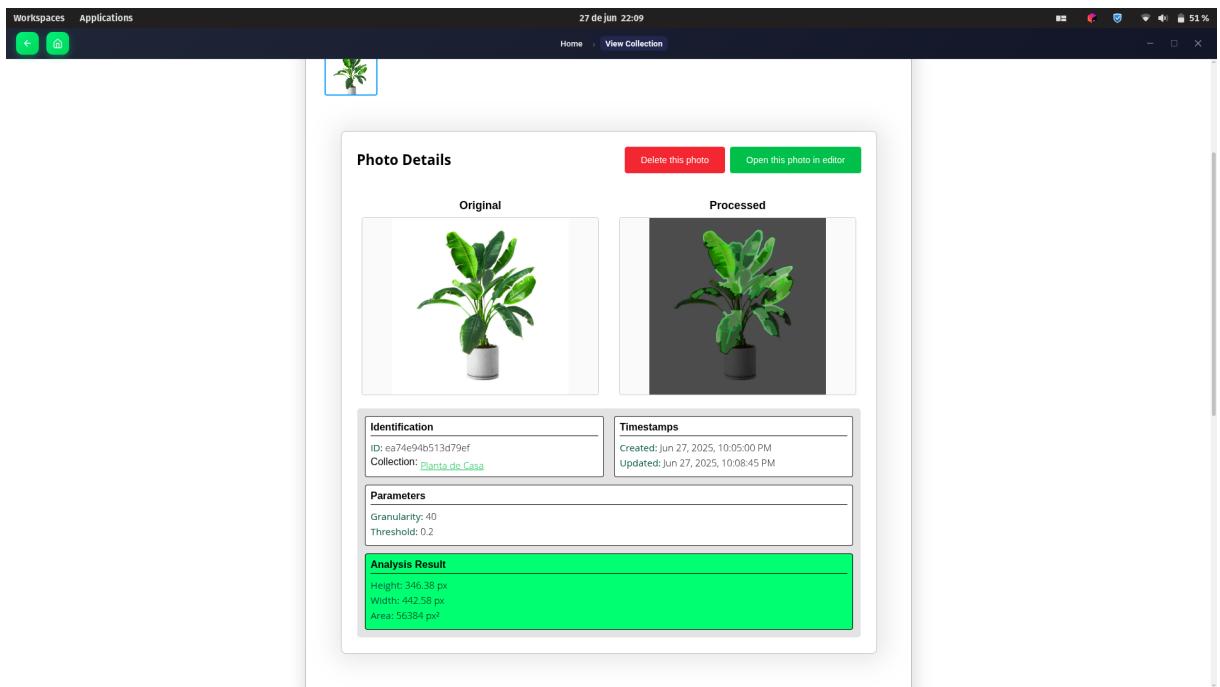


Figura 76 – Processamento concluído. Fonte: os autores

## 12 Processar múltiplas fotos

### 12.1 HTA Model

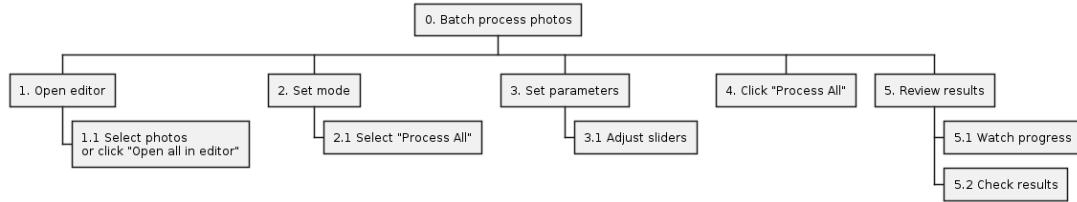


Figura 77 – HTA Model para o caso de uso: Processar múltiplas fotos. Fonte: os autores

### 12.2 Diagrama de Sequência

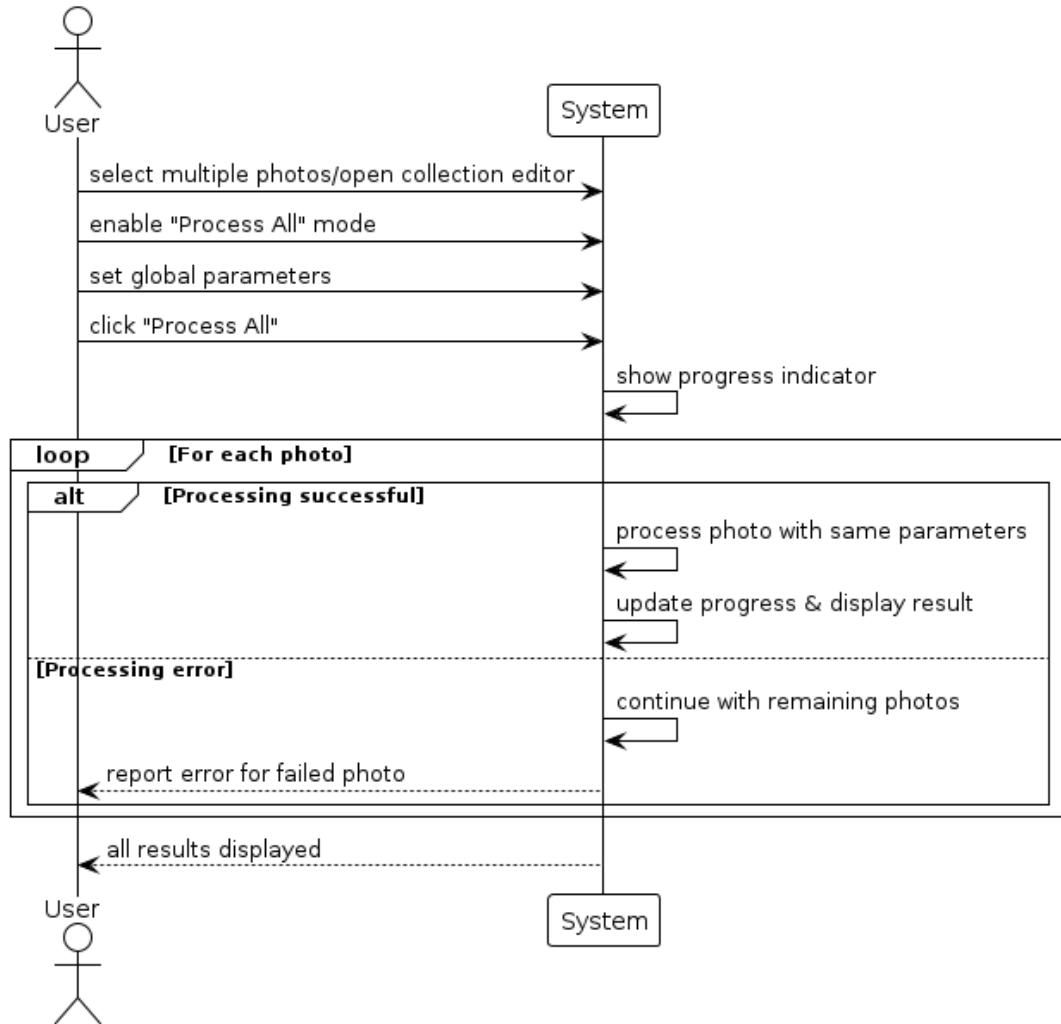


Figura 78 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Processar múltiplas fotos. Fonte: os autores

## 12.3 Telas da Aplicação

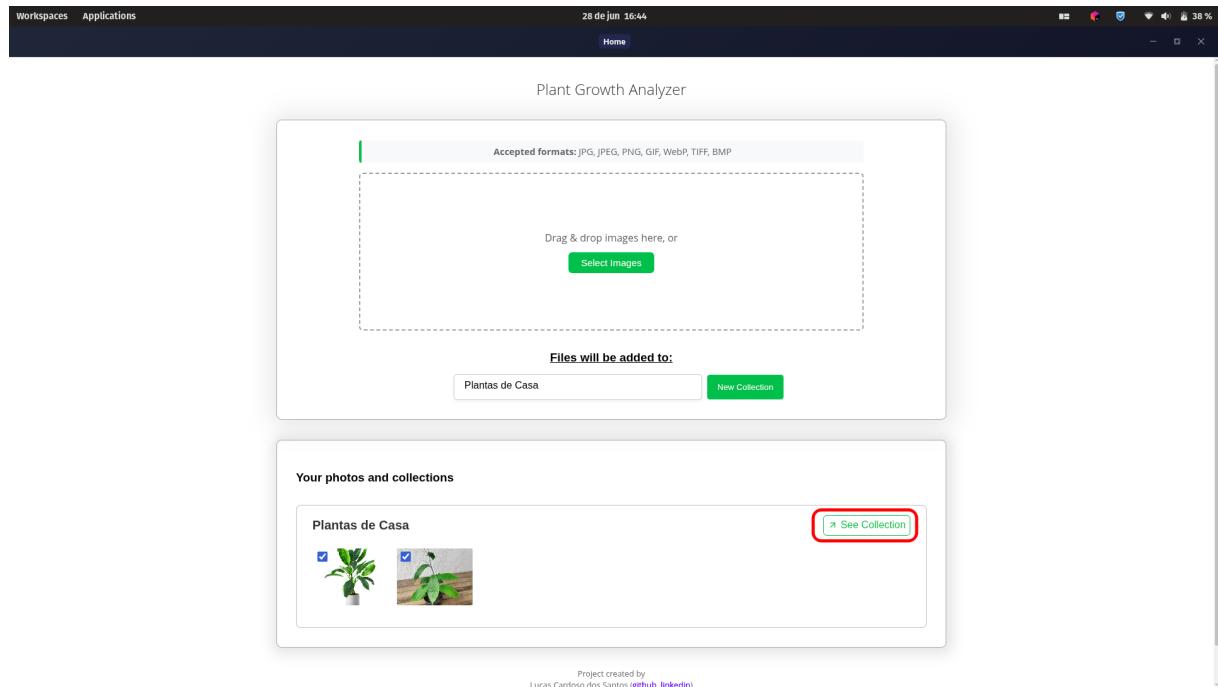


Figura 79 – Seleção da coleção para processamento. Fonte: os autores

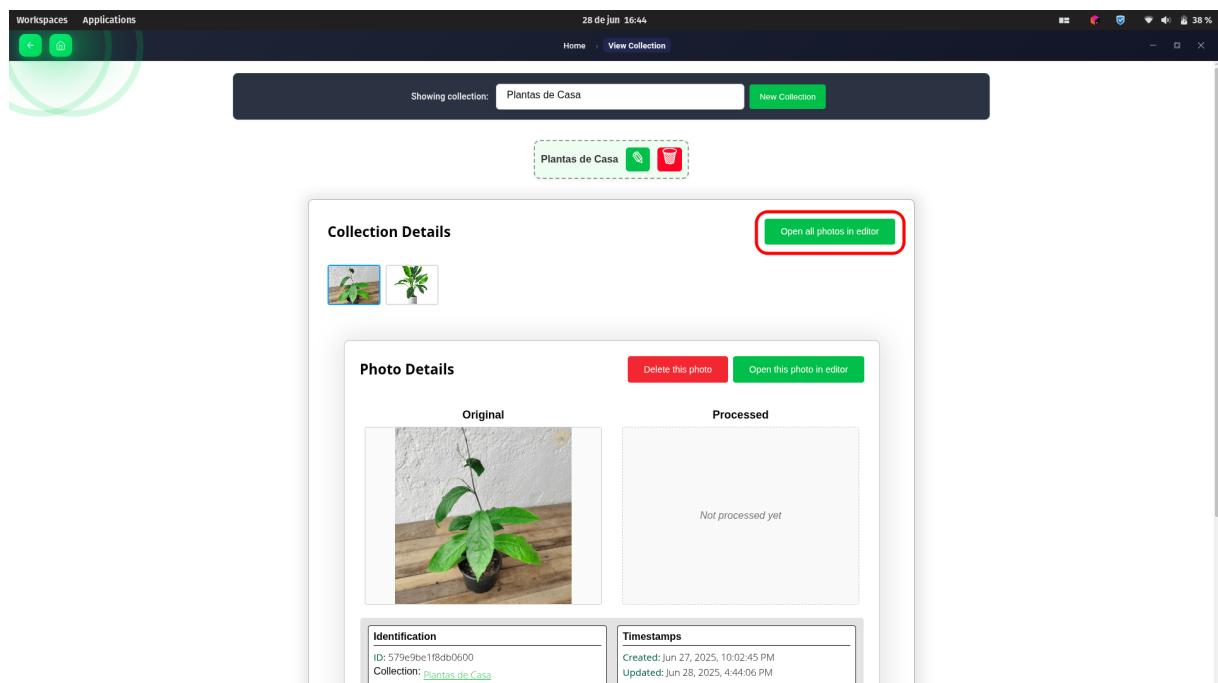


Figura 80 – Abertura do editor da coleção (todas as fotos). Fonte: os autores

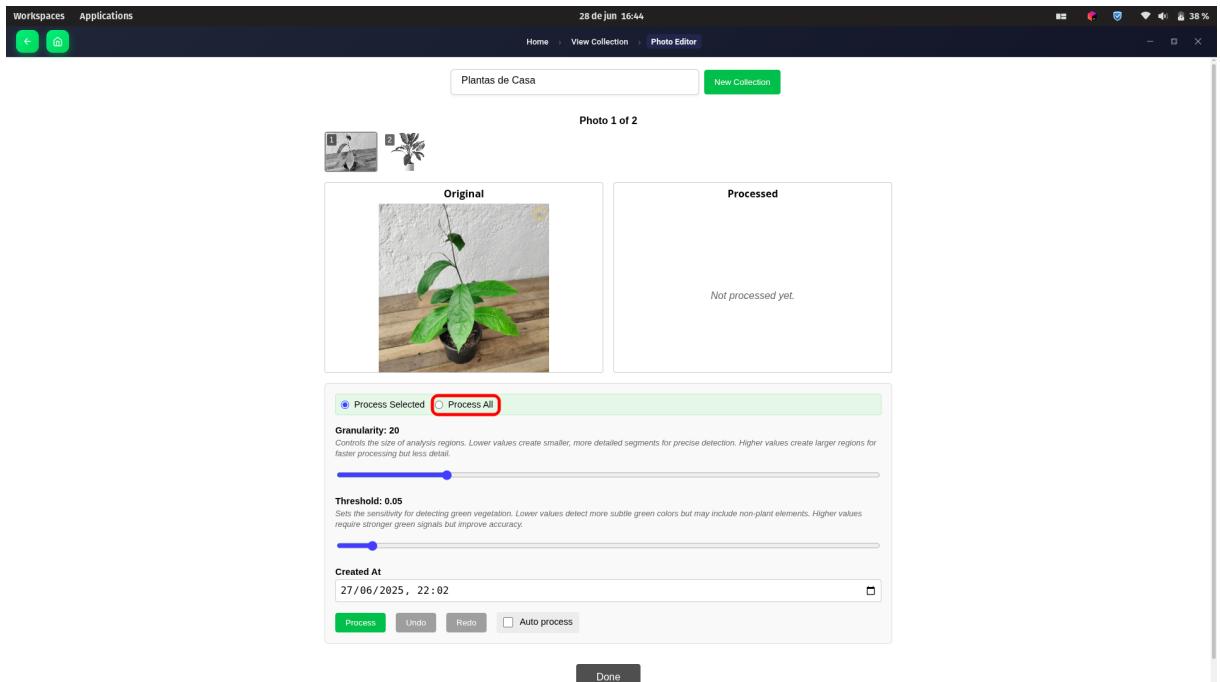


Figura 81 – Seleção da opção de processar todas as fotos. Fonte: os autores

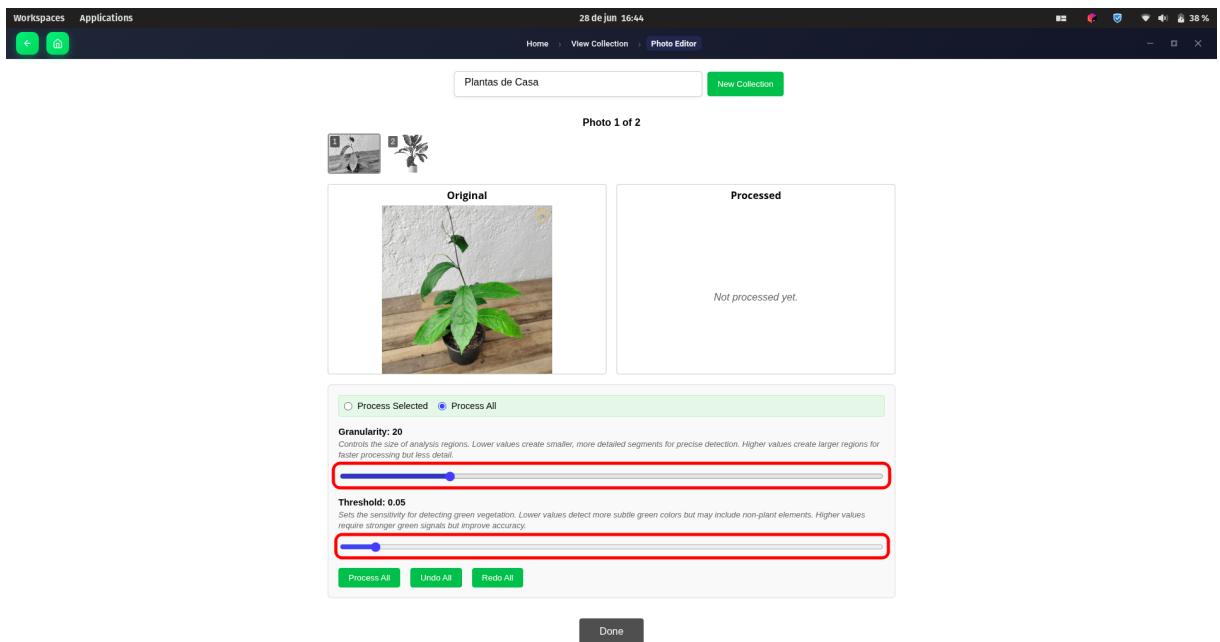


Figura 82 – Seleção dos parâmetros de processamento. Fonte: os autores

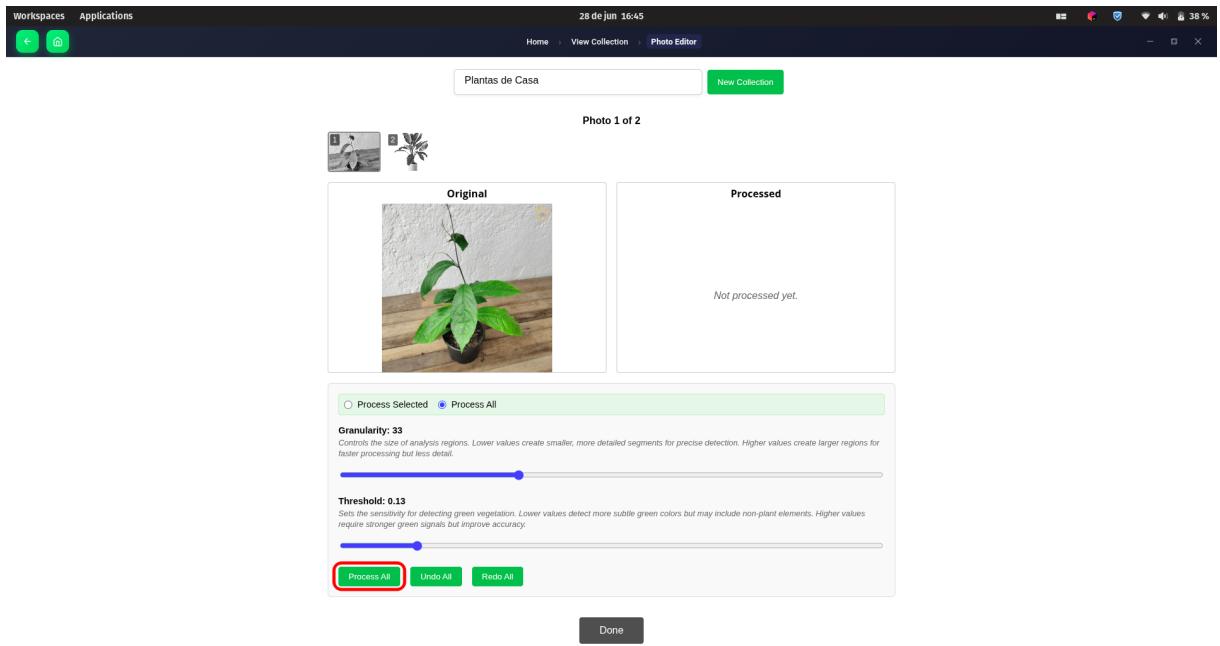


Figura 83 – Início do processamento. Fonte: os autores

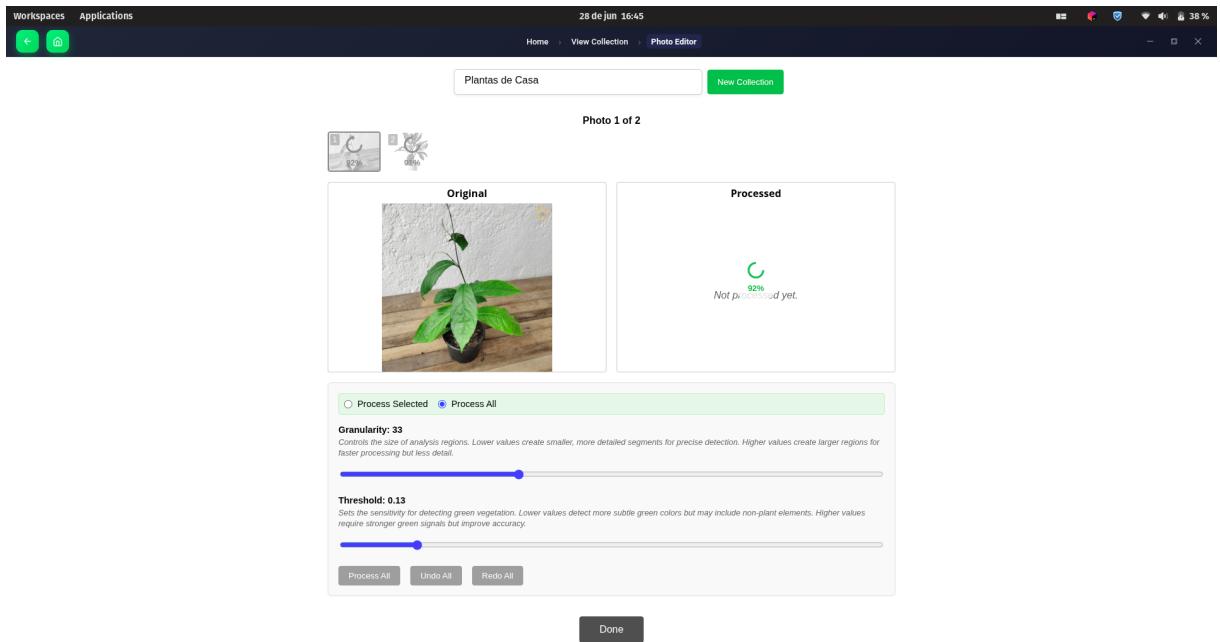


Figura 84 – Processamento em andamento. Fonte: os autores

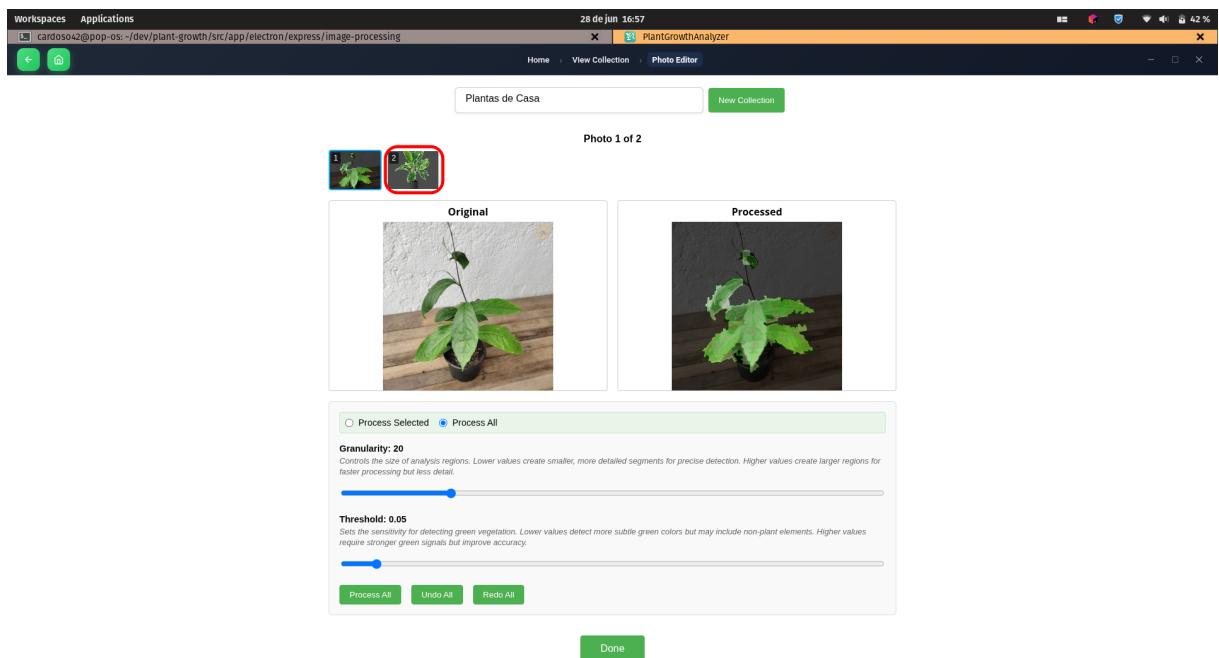


Figura 85 – Visualização do processamento nas imagens. Fonte: os autores

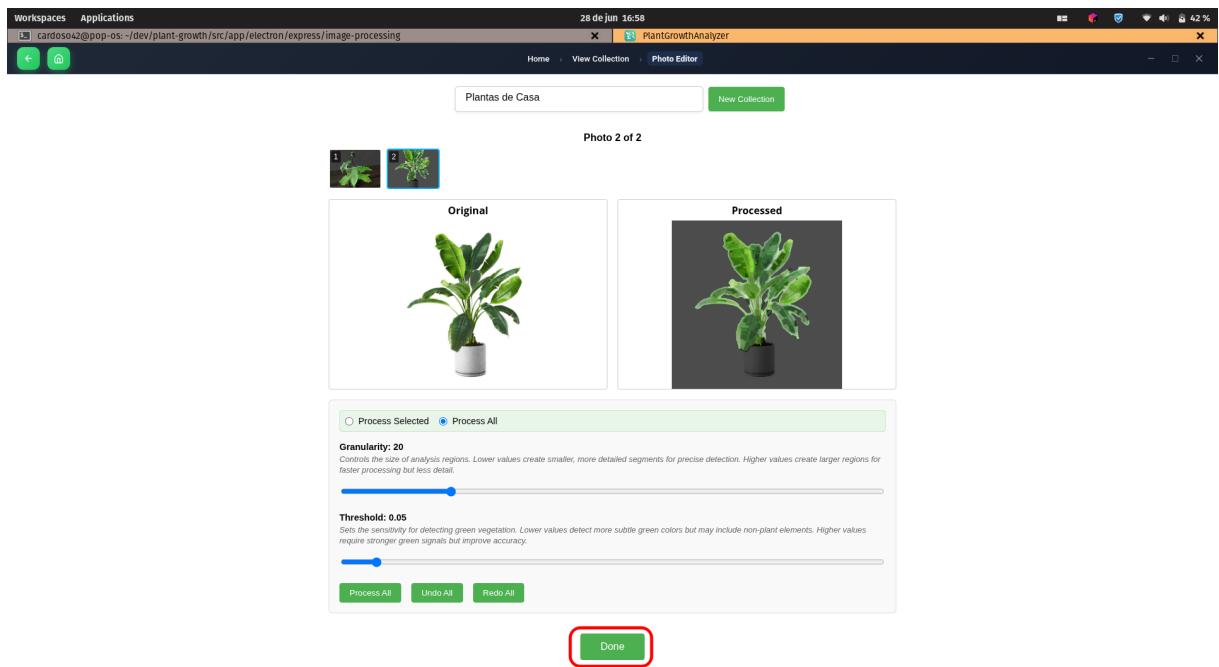


Figura 86 – Confirmar processamento. Fonte: os autores

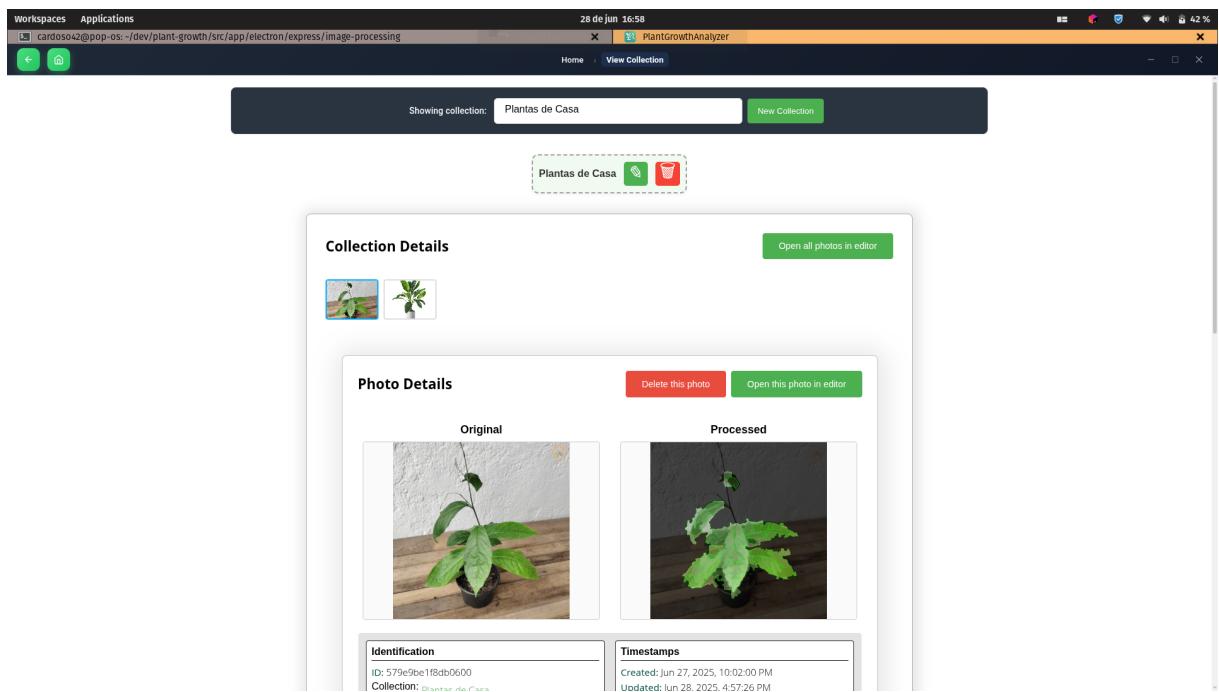


Figura 87 – Resultado final do processamento múltiplo. Fonte: os autores

## 13 Realizar operações de Desfazer/Refazer durante processamento

### 13.1 HTA Model

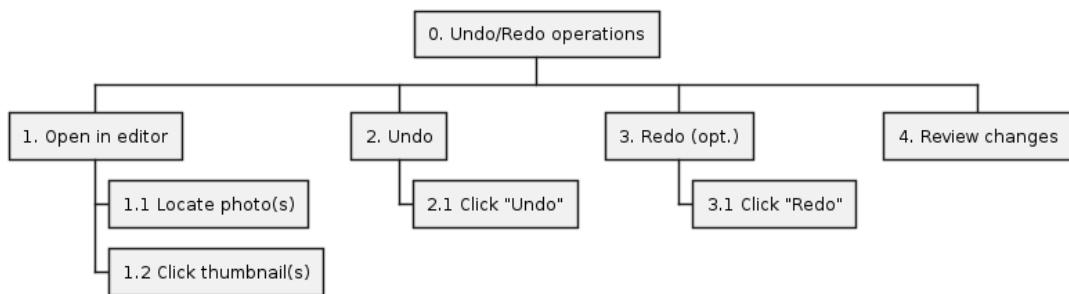


Figura 88 – HTA Model para o caso de uso: Desfazer/Refazer durante processamento. Fonte: os autores

## 13.2 Diagrama de Sequência

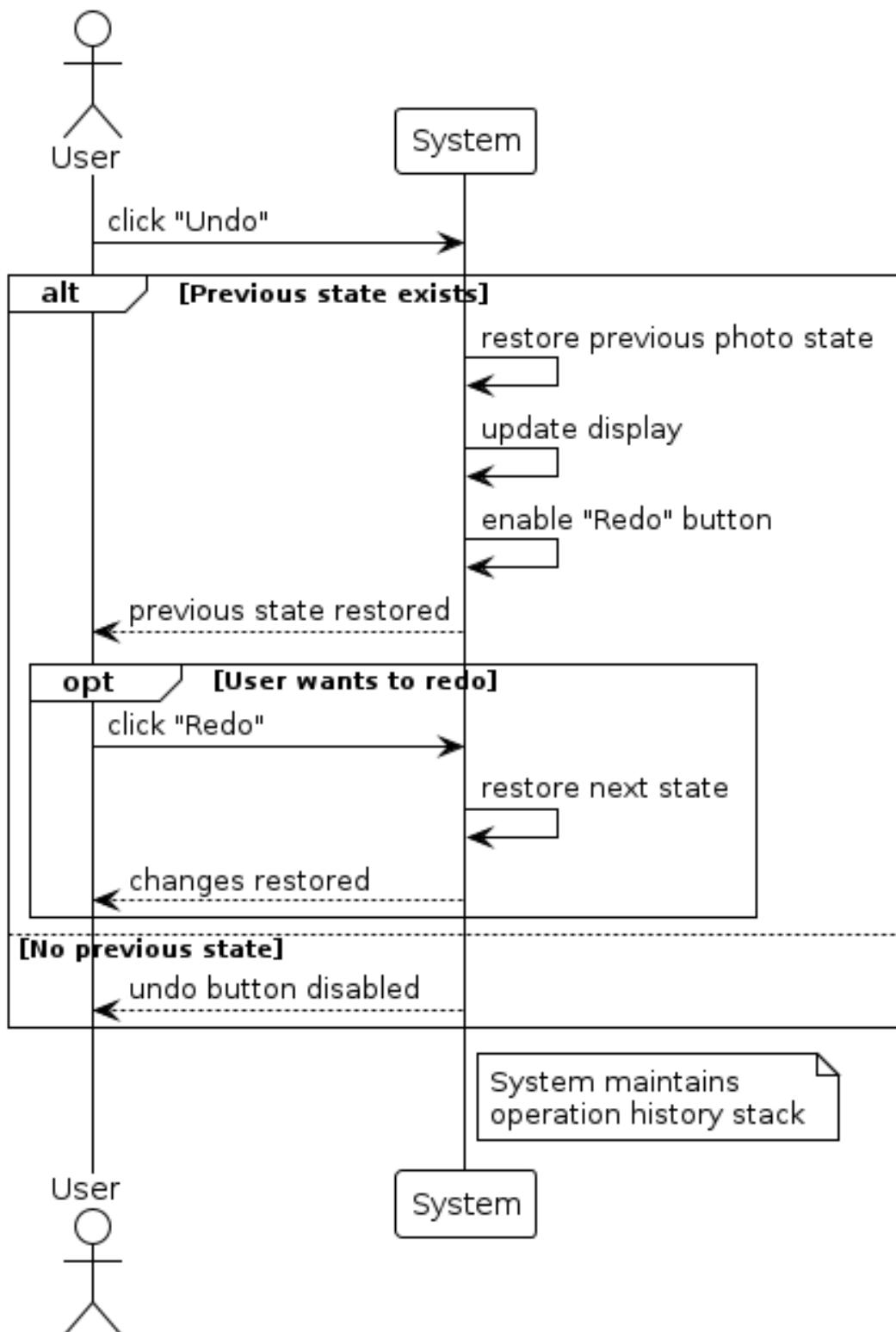


Figura 89 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Desfazer/Refazer durante processamento. Fonte: os autores

### 13.3 Telas da Aplicação

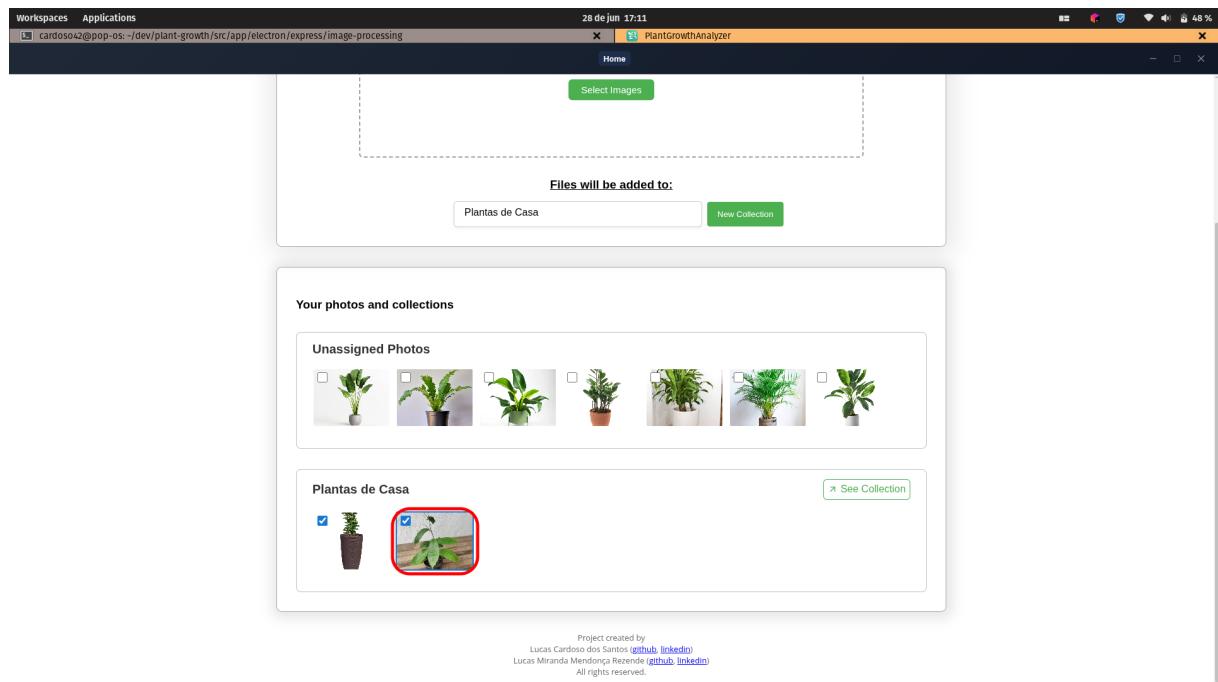


Figura 90 – Seleção de imagem para processamento. Fonte: os autores

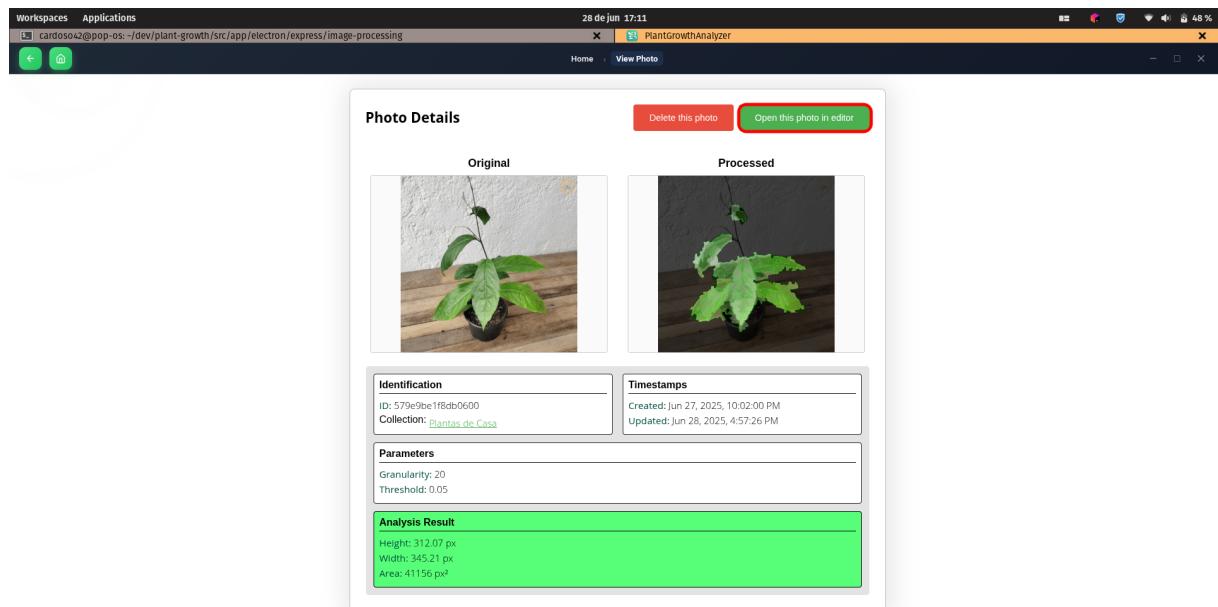


Figura 91 – Início do processamento. Fonte: os autores

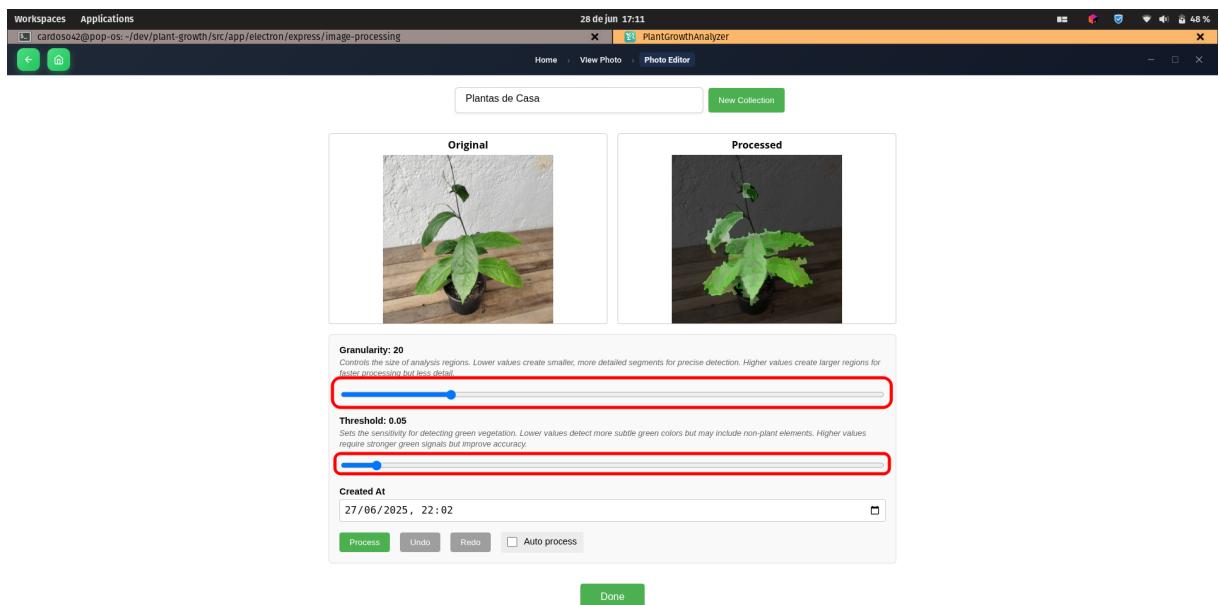


Figura 92 – Modificação dos parâmetros do processamento. Fonte: os autores

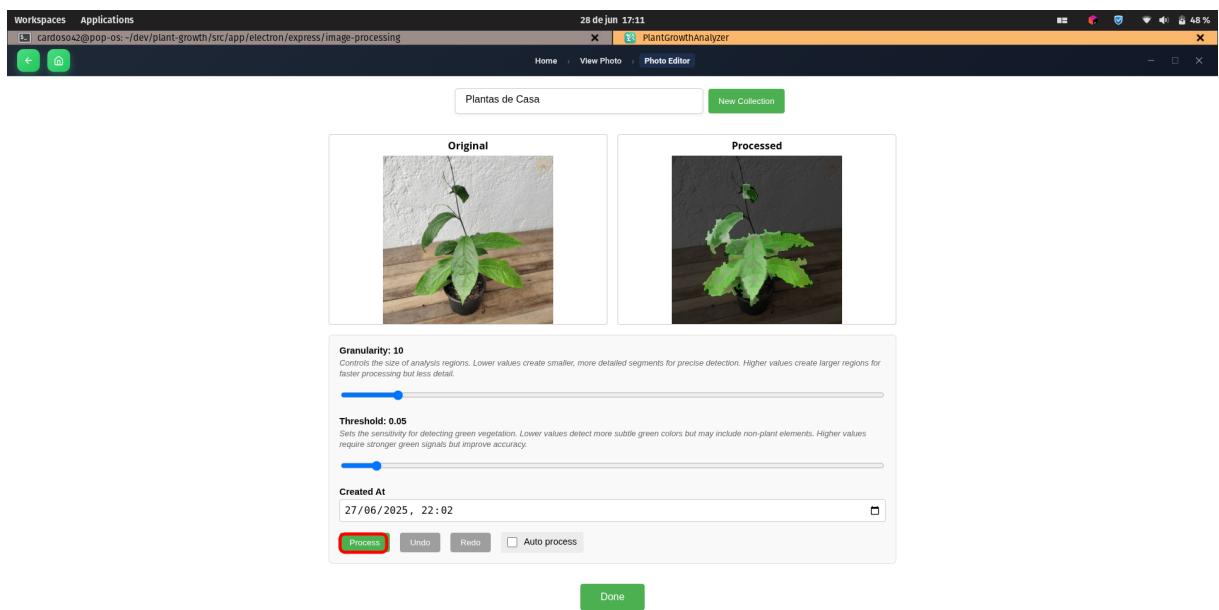


Figura 93 – Realizar processamento. Fonte: os autores

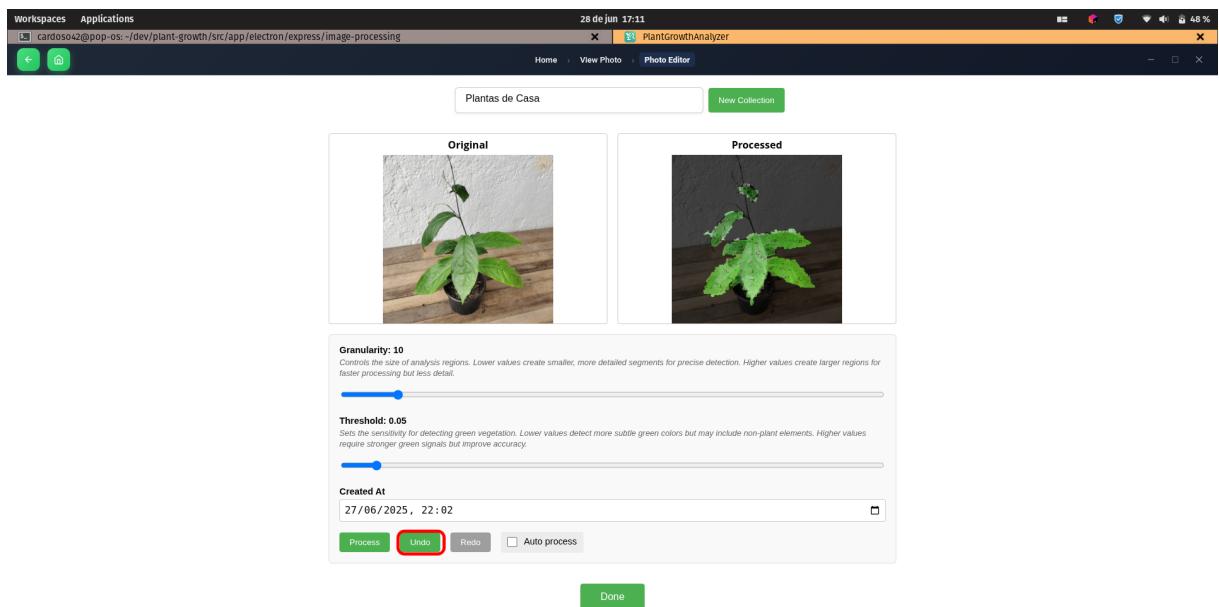


Figura 94 – Desfazer processamento. Fonte: os autores

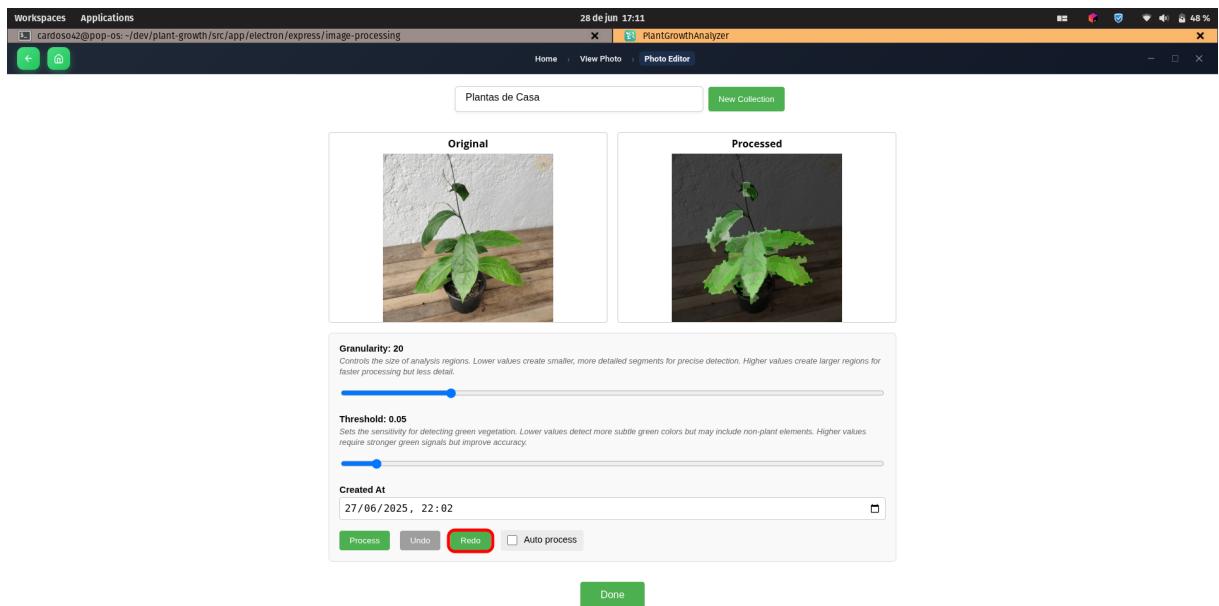


Figura 95 – Refazer processamento. Fonte: os autores

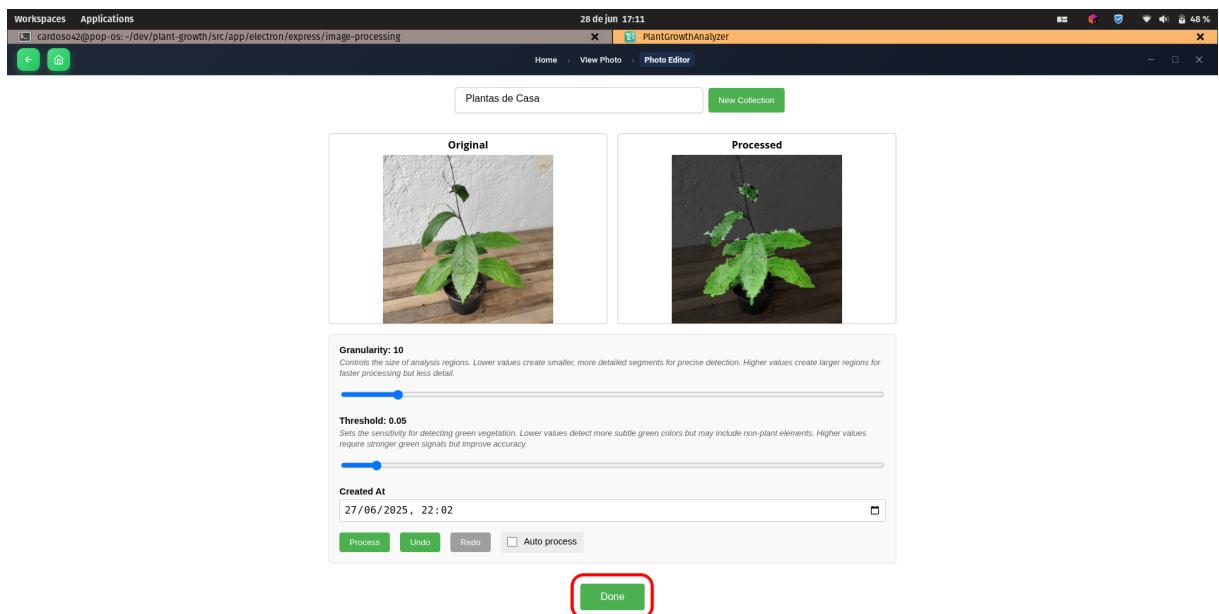


Figura 96 – Finalizar processamento. Fonte: os autores

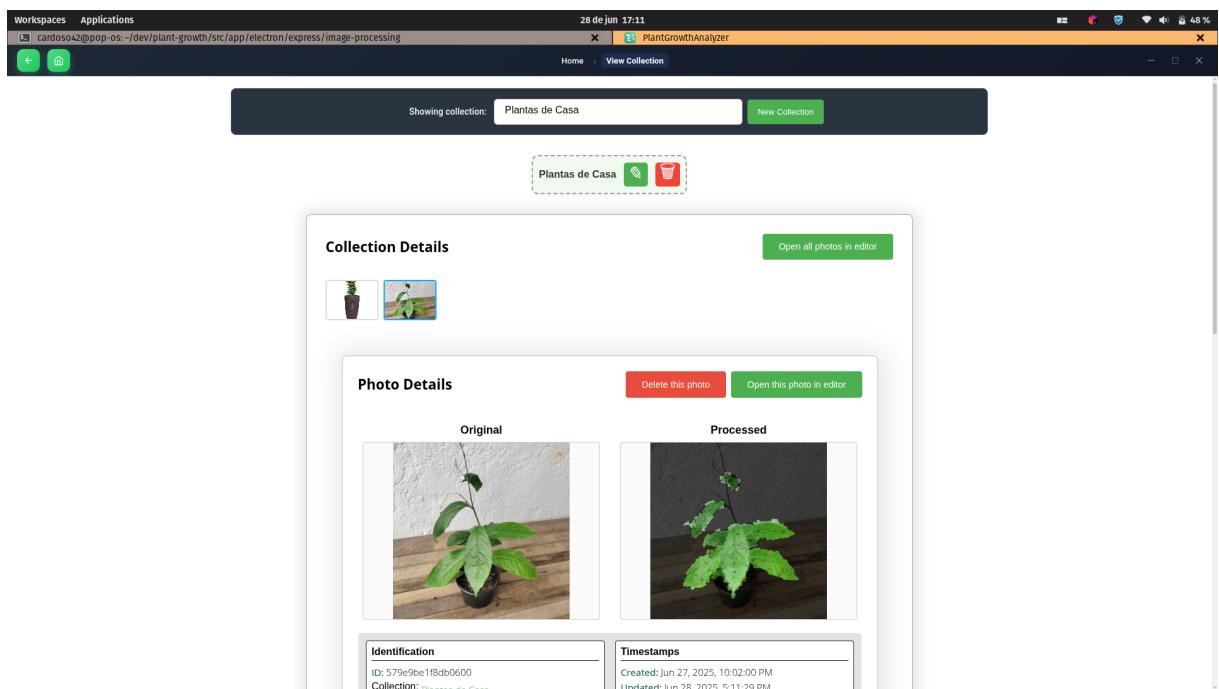


Figura 97 – Resultado final. Fonte: os autores

## 14 Visualizar gráficos de crescimento

### 14.1 HTA Model

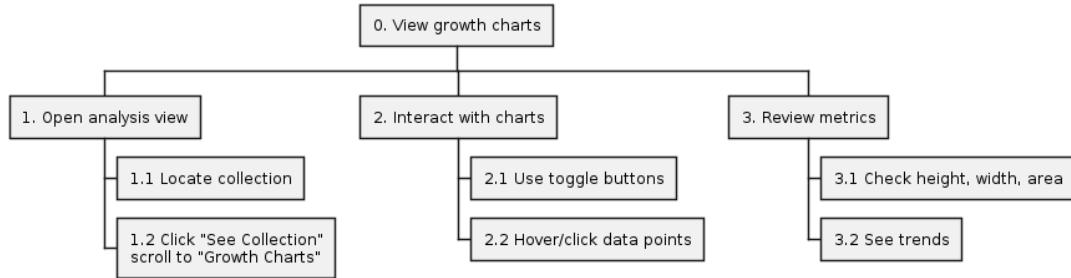


Figura 98 – HTA Model para o caso de uso: Visualizar gráficos de crescimento. Fonte: os autores

### 14.2 Diagrama de Sequência

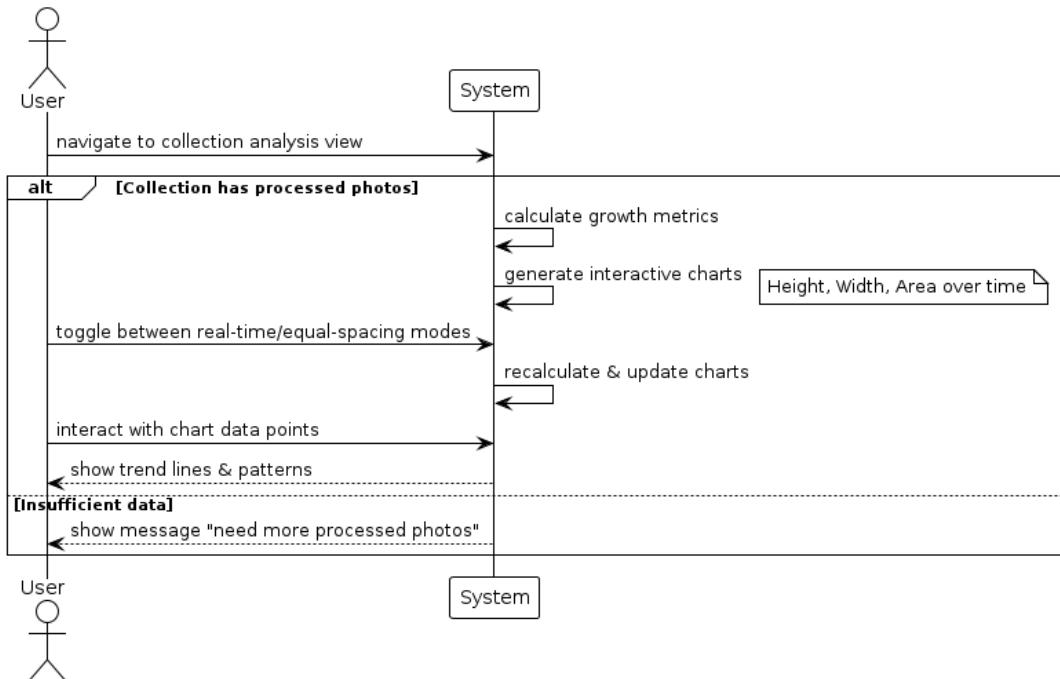


Figura 99 – Diagrama de sequência para o caso de uso: Visualizar gráficos de crescimento. Fonte: os autores

### 14.3 Telas da Aplicação

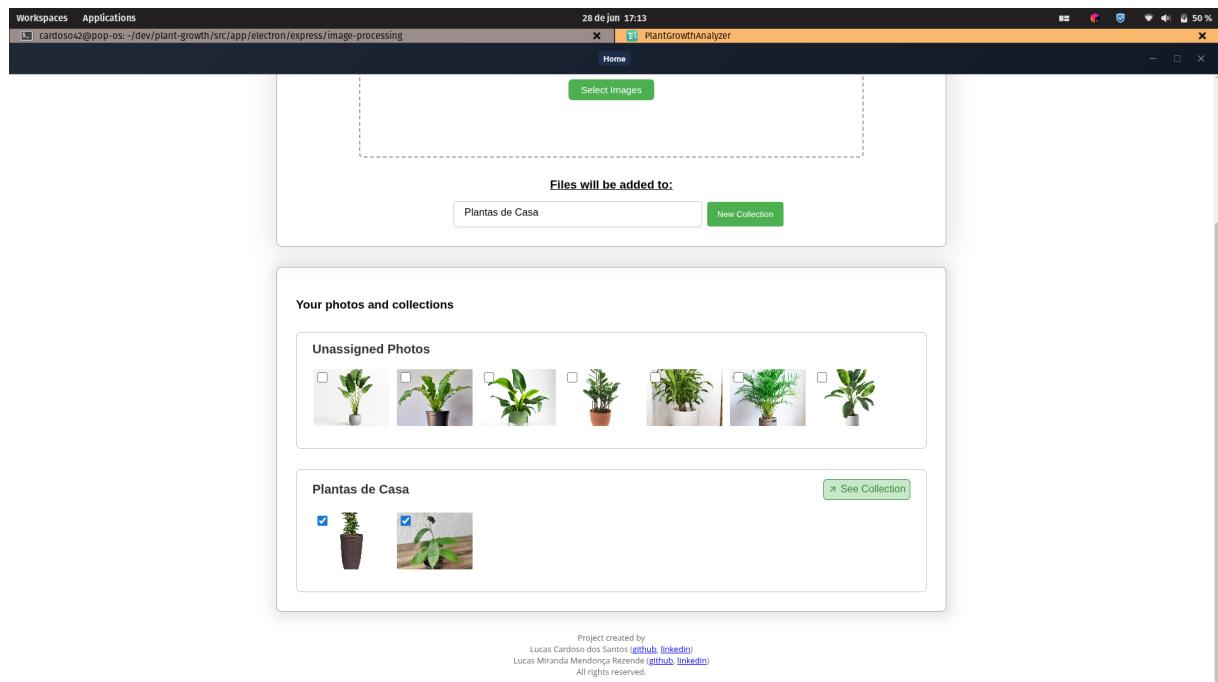


Figura 100 – Seleção da coleção para visualizar gráficos. Fonte: os autores

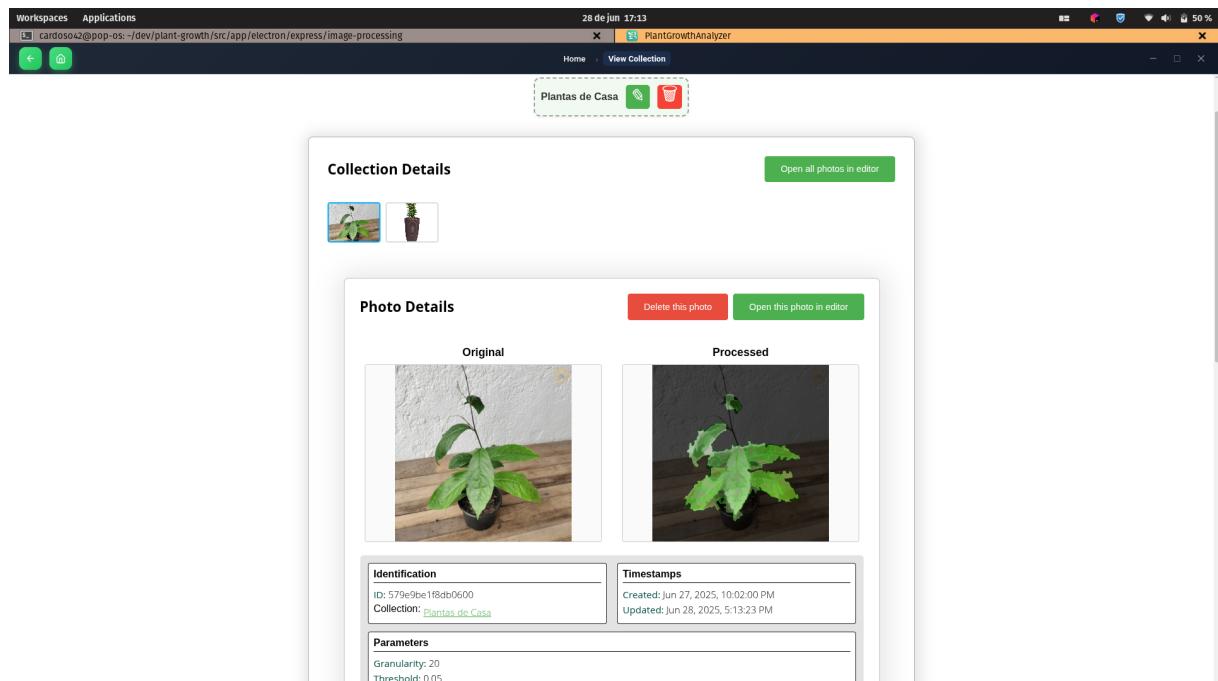


Figura 101 – Coleção selecionada aberta. Fonte: os autores

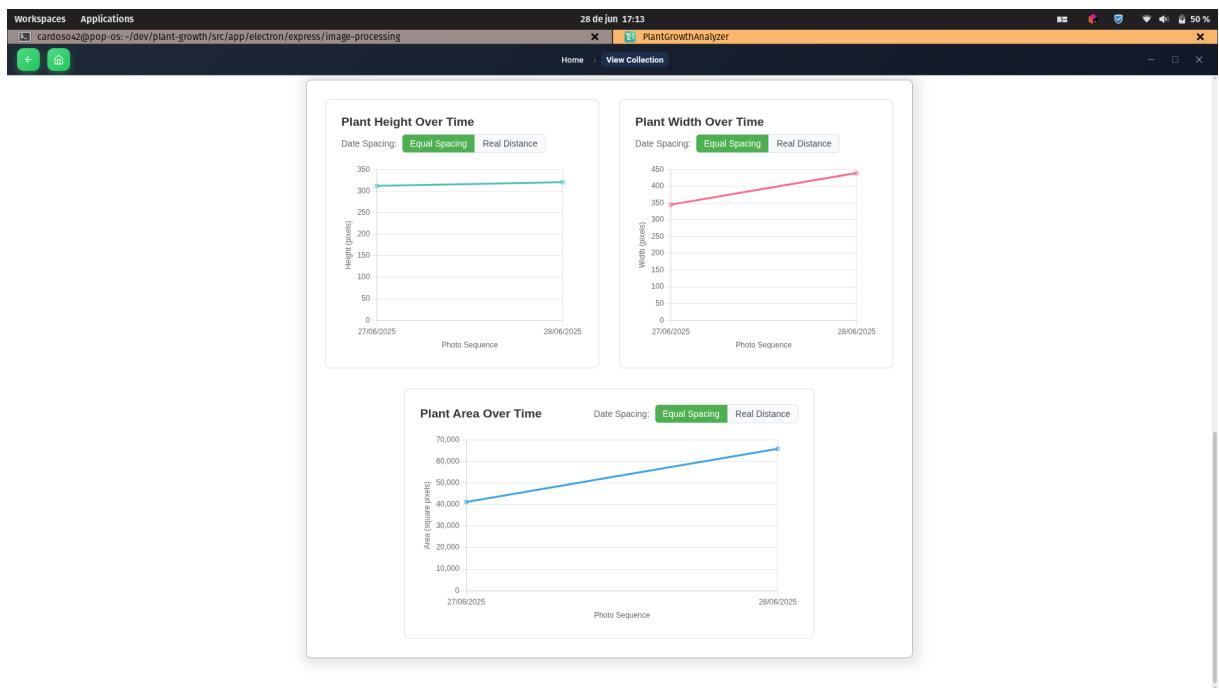


Figura 102 – Após scroll down, é possível ver os gráficos de evolução da coleção. Fonte: os autores

# 6 Inspeção de Usabilidade

## 1 Informações Gerais

Tempo total esperado: 5h aprox. ( 1h por avaliador)

Número de avaliadores: 5 avaliadores

Avaliação Heurística de Nielsen + Princípios de Norman

## 2 Escolha dos Avaliadores

Os avaliadores foram escolhidos entre docentes e discentes do curso de Ciência da Computação da Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, familiares com o sistema de avaliação heurística.

Levantamos o seguinte perfil aproximado:

Avaliador	Exp. Web	Exp. Usabilidade	Exp. Dev.
A01	Muito Boa	Regular	Muito Boa
A02	Muito Boa	Boa	Muito Boa
A03	Muito Boa	Regular	Muito Boa
A04	Boa	Regular	Boa
A05	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa

Tabela 1 – Perfil dos avaliadores

## 3 Avaliação Independente

Cada avaliador teve a oportunidade de se familiarizar com o sistema pelo tempo que julgasse necessário. Cada um foi instruído apenas com o objetivo final do sistema além de uma lista de tarefas a serem cumpridas:

1. Fazer upload de imagens
2. Processar uma imagem
3. Remover uma imagem
4. Editar a data de uma imagem
5. Criar uma coleção
6. Renomear uma coleção
7. Associar uma imagem a uma coleção

8. Desassociar uma imagem de uma coleção
9. Excluir uma coleção

Também foi fornecido a cada avaliador um formulário a ser preenchido. O formulário possui a seguinte estrutura:

#### **Princípios de Norman**

##### **1. Visibilidade**

**Pergunta:** *O ícone e as cores do app deixam claro do que se trata (ex: comida saudável com folha verde)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **2. Feedback**

**Pergunta:** *O sistema mostra que algo está acontecendo (ex: botão muda de cor ou aparece carregando)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **3. Affordance**

**Pergunta:** *É fácil entender o que pode ser clicado ou arrastado (ex: botões parecem botões)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **4. Mapeamento**

**Pergunta:** *As ações têm respostas claras e previsíveis (ex: arrastar controle aumenta volume)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **5. Restrições**

**Pergunta:** *O sistema evita erros com limitações úteis (ex: botão só ativa quando tudo estiver preenchido)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **6. Consistência**

**Pergunta:** *Elementos parecidos funcionam do mesmo jeito (ex: botão “voltar” sempre igual)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

#### **Heurísticas de Nielsen**

##### **1. Visibilidade do status do sistema**

**Pergunta:** *O sistema mostra em que etapa estou ou quanto tempo vai durar (ex: barra de progresso ou aviso de tempo estimado)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **2. Correspondência com o mundo real**

**Pergunta:** *A linguagem e estrutura lembram algo do mundo real (ex: email funciona como carta)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **3. Liberdade e controle do usuário**

**Pergunta:** *O usuário pode desfazer ações ou cancelar tarefas facilmente (ex: desfazer envio no Gmail)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **4. Consistência e padrões**

**Pergunta:** *Os elementos visuais seguem o mesmo padrão (ex: cores, botões e ícones familiares)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

##### **5. Prevenção de erros**

**Pergunta:** *O sistema evita que erros aconteçam (ex: aviso antes de apagar algo importante)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

**6. Reconhecer em vez de lembrar**

**Pergunta:** *O sistema mostra opções em vez de fazer o usuário lembrar (ex: preenchimento automático)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

**7. Flexibilidade e eficiência**

**Pergunta:** *O sistema é rápido para quem já sabe usar (ex: atalhos de teclado ou tour que pode ser pulado)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

**8. Design estético e minimalista**

**Pergunta:** *A interface é limpa, clara e mostra só o necessário (ex: hierarquia de informação e simplicidade)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

**9. Ajudar a reconhecer e corrigir erros**

**Pergunta:** *O sistema mostra mensagens de erro claras e como resolver (ex: instruções simples sem códigos)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

**10. Ajuda e documentação**

**Pergunta:** *Há ajuda fácil de acessar (ex: FAQ, tutorial ou central de suporte visível)?*

**Avaliação:**  Muito ruim     Ruim     Regular     Bom     Muito bom

**Comentário:** \_\_\_\_\_

Quanto ao ambiente de avaliação, podemos apresentar algumas informações extras, como data, tempo e hardware/software utilizados por cada um a fim de melhorar a eficácia da avaliação final:

Avaliador	Data	Duração	Equip. utilizado
A01	14/06/2025	1h	Notebook: GIGABYTE G5 MF Processador: Intel Core i7-12650H (4.7 GHz) Tela: 15.6" FHD 144Hz Memória RAM: 16 GB DDR4 GPU: NVIDIA GeForce RTX 4050 Laptop GPU 6GB GDDR6 Sistema Operacional: Windows 10
A02	16/06/2025	1h	Notebook: GIGABYTE G5 MF Processador: Intel Core i7-12650H (4.7 GHz) Tela: 15.6" FHD 144Hz Memória RAM: 16 GB DDR4 GPU: NVIDIA GeForce RTX 4050 Laptop GPU 6GB GDDR6 Sistema Operacional: Windows 10
A03	20/06/2025	1h	Notebook: GIGABYTE G5 MF Processador: Intel Core i7-12650H (4.7 GHz) Tela: 15.6" FHD 144Hz Memória RAM: 16 GB DDR4 GPU: NVIDIA GeForce RTX 4050 Laptop GPU 6GB GDDR6 Sistema Operacional: Windows 10
A04	22/06/2025	45min	Notebook: GIGABYTE G5 MF Processador: Intel Core i7-12650H (4.7 GHz) Tela: 15.6" FHD 144Hz Memória RAM: 16 GB DDR4 GPU: NVIDIA GeForce RTX 4050 Laptop GPU 6GB GDDR6 Sistema Operacional: Windows 10
A05	26/06/2025	1h	Notebook: GIGABYTE G5 MF Processador: Intel Core i7-12650H (4.7 GHz) Tela: 15.6" FHD 144Hz Memória RAM: 16 GB DDR4 GPU: NVIDIA GeForce RTX 4050 Laptop GPU 6GB GDDR6 Sistema Operacional: Windows 10

Tabela 2 – Dados do ambiente de avaliação de cada avaliador

## 4 Coleta e Discussão

Aqui se busca a apresentação e agregação das avaliações individuais. Podemos a priori citar alguns dos comentários que julgamos mais únicos e relevantes de cada avaliador:

### Avaliador A01:

1. *Visibilidade*: "Às vezes é confuso sobre as cores"
2. *Affordance*: "Quase certinho. Deve-se indicar o que cada botão faz para que apenas o ícone seja suficiente."
3. *Mapeamento*: "Nem sempre é óbvio, como por exemplo o ícone que solta a foto. Para esses casos, usa-se indicações visuais como texto"
4. *Consistência*: "Botão de cancelar azul e deletar cinza é erro grave, não há consistência de cores. Alguns botões são ícones, outros são palavras"

### Avaliador A02:

1. *Visibilidade do status do sistema*: "Indicação de loading muito ruim, talvez a indicação na etapa do processo me localize. Botão de voltar ou 'finalizar'."
2. *Controle e liberdade do usuário*: "Difícil de voltar ou cancelar uma ação depois de iniciada."
3. *Consistência e padrões*: "Falta padronização. Não lembraram do objetivo. Alguns botões de confirmar a ação são vermelhos ou até mesmo cinza."
4. *Prevenção de erros*: "Alguns campos podem ser confirmados vazios"
5. *Flexibilidade e eficiência de uso*: "Não tem muito atalho."
6. *Design estético e minimalista*: "Formulário um pouco limpo"

#### Avaliador A03:

1. *Pontos Fortes*: "O sistema apresenta boa visibilidade geral, com ícones claros e feedback adequado. A consistência entre elementos é mantida na maior parte da interface."
2. *Pontos de Melhoria*: "A affordance precisa ser melhorada - nem sempre fica claro quais elementos são interativos. Algumas áreas da interface poderiam ser mais intuitivas."

#### Avaliador A04:

1. *Problema Principal*: "O maior problema identificado é a falta de documentação e ajuda. O sistema funciona bem para usuários experientes, mas pode ser confuso para iniciantes."
2. *Recomendação*: "Melhorar as mensagens de erro para serem mais específicas e orientativas."

#### Avaliador A05:

1. *Consistência e Padrões*: "Botões com cores inconsistentes em toda a interface, criando confusão visual. Alguns botões de ação são vermelhos, outros azuis, sem uma lógica clara de padronização."
2. *Navegação*: "A navegação entre seções é confusa e não intuitiva. Falta uma hierarquia clara e indicadores visuais de onde o usuário está no sistema."
3. *Padronização de Textos*: "Falta padronização na capitalização dos textos. Alguns títulos estão em maiúsculas, outros em minúsculas, criando inconsistência visual."
4. *Feedback de Upload*: "O feedback durante o upload de múltiplos arquivos pode ser significativamente melhorado. Não há indicação clara de progresso e não há tratamento adequado para arquivos repetidos."
5. *Indicador de Progresso*: "Falta feedback visual sobre quantos arquivos estão aguardando para upload, dificultando o planejamento do usuário."

6. *Documentação*: "Falta texto explicativo dos conceitos técnicos para usuários não técnicos. A interface assume conhecimento prévio que pode não estar disponível."
7. *Clareza de Ações*: "O botão 'edit' não tem significado claro. Deveria ser mais descriptivo sobre qual ação será executada."
8. *Funcionalidade de Gráficos*: "A função de esconder dados do gráfico deveria ser desabilitada ou melhor explicada, pois pode confundir usuários sobre a visualização dos dados."

Avaliador	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
A01	1	4	5	5	5	5	5	NA	5	1
A02	3	4	4	3	5	5	2	5	NA	1
A03	5	4	4	4	3	3	3	4	2	3
A04	3	NA	5	4	5	5	5	5	5	NA
A05	3	3	4	3	3	4	4	4	3	NA

Tabela 3 – Avaliações individuais por heurística de Nielsen (1 - Muito Ruim, 5 - Muito Bom)

Avaliador	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
A01	5	5	5	5	5	5
A02	4	5	4	5	5	2
A03	4	4	5	4	3	4
A04	5	5	3	5	5	5
A05	NA	NA	3	4	5	NA

Tabela 4 – Avaliações individuais por princípio de Norman (1 - Muito Ruim, 5 - Muito Bom)

Avaliador	Prob. Detect.	Relação Problemas-Total Detectado
A01	23	28%
A02	15	18%
A03	18	22%
A04	10	12%
A05	16	20%

Tabela 5 – Número de problemas detectados por avaliador e sua relação percentual com o total

Após a agregação, obtivemos alguns dados por heurística de Nielsen e por princípio de Norman:

Heurística de Nielsen	Nº Problemas Associados	Porcentagem do Total de Problemas
1. Visibilidade do Status do Sistema	12	15%
2. Compatibilidade do Sistema com o Mundo Real	10	12%
3. Controle do Usuário e Liberdade	11	13%
4. Consistência e Padrões	18	22%
5. Prevenção de Erros	13	16%
6. Reconhecimento ao invés de lembrança	12	15%
7. Flexibilidade e Eficiência de Uso	9	11%
8. Estética e Projeto Minimalista	7	8%
9. Ajuda aos Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros	5	6%
10. Ajuda e Documentação	4	5%

Tabela 6 – Distribuição de problemas por heurística de Nielsen

Princípio de Norman	Nº Problemas Associados	Porcentagem do Total de Problemas
1. Visibilidade	8	10%
2. Affordance	7	8%
3. Mapeamento	6	7%
4. Feedback	9	11%
5. Controle	5	6%
6. Restrições	4	5%

Tabela 7 – Distribuição de problemas por princípios de Norman

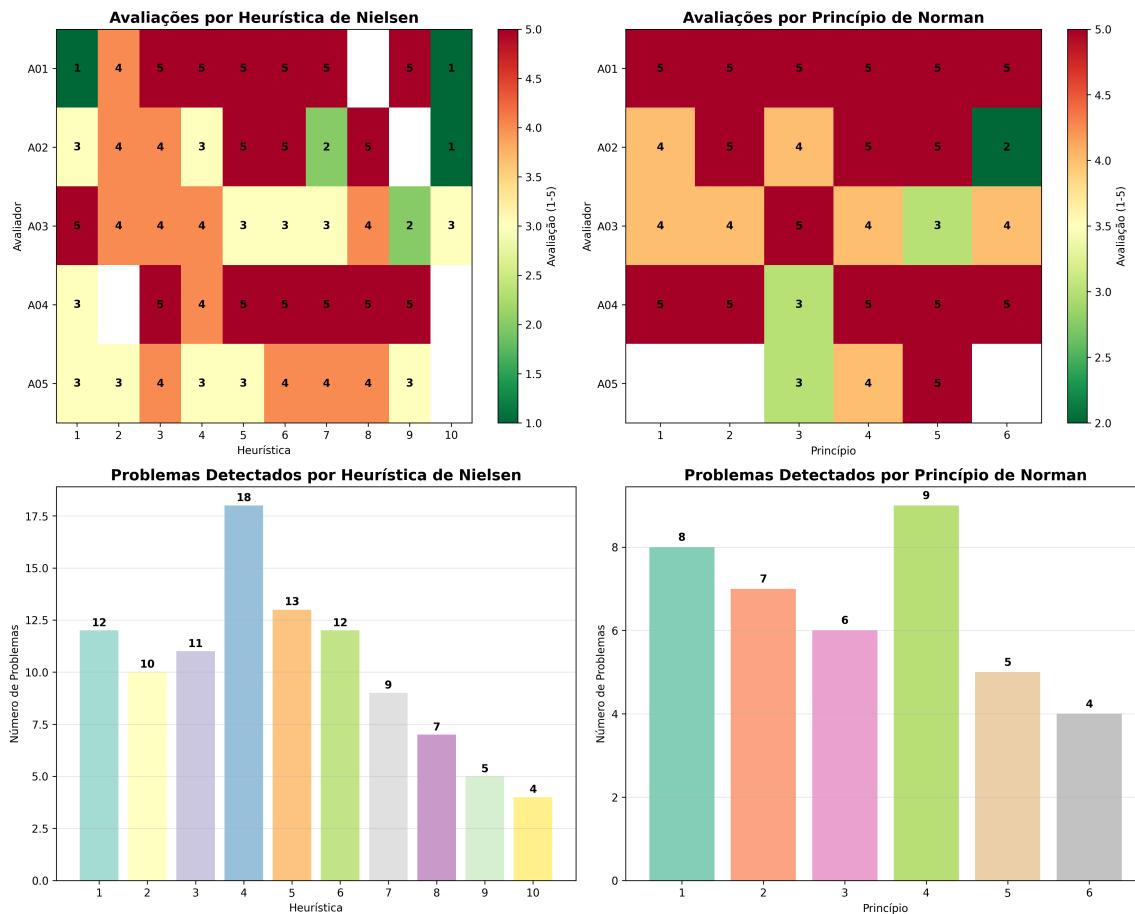


Figura 103 – Heatmaps das avaliações individuais e distribuição de problemas por heurística e princípio.

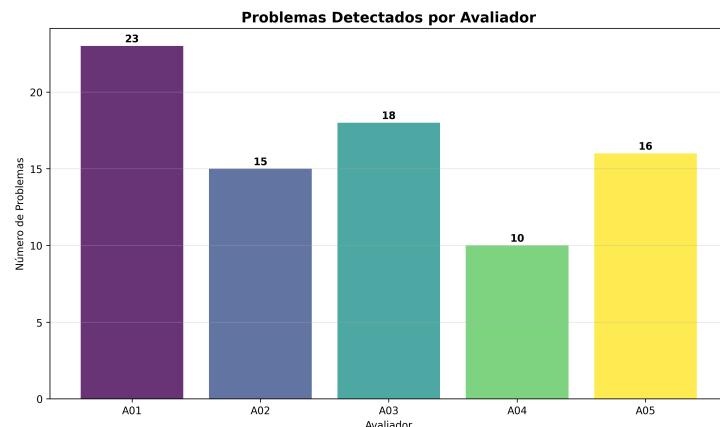


Figura 104 – Distribuição do número de problemas detectados por avaliador.

## 5 Atribuição da taxa de severidade

De acordo com a frequência de ocorrência, impacto e persistência do problema, podemos atribuir a cada situação encontrada uma taxa de severidade. A taxa é feita de 0 a 4, onde 0 é o menos severo e 4 é o mais severo. Os problemas que foram em média considerados 0 foram removidos após a análise por serem desconsiderados problemas de usabilidade. Os demais problemas de 1 a 4 foram plotados na seguinte tabela:

Gravidade	Heurística/Princípio	Descrição do Problema
4 (Catastrófico)	Prevenção de erros	Não há confirmação ao excluir um item importante. O sistema não pede confirmação antes de excluir permanentemente.
4 (Catastrófico)	Visibilidade do status do sistema	Mensagem de erro crítica exibida em pop-up que desaparece. Não possui indicador de progresso visível durante uploads.
3 (Grave)	Consistência e padrões	Botões com cores inconsistentes em toda a interface. Botões de "Salvar" e "Cancelar" em posições inconsistentes. Falta padronização na capitalização dos textos.
3 (Grave)	Navegação	A navegação entre seções é confusa e não intuitiva. Falta hierarquia clara e indicadores visuais de localização no sistema.
3 (Grave)	Feedback	O feedback durante upload de múltiplos arquivos é inadequado. Falta indicação de progresso e tratamento para arquivos repetidos. Não há feedback sobre quantos arquivos aguardam upload.
3 (Grave)	Reconhecimento vs. Lembraça	Ícones não são universalmente reconhecidos e não têm rótulos. Interface poderia ser mais autoexplicativa. Botão 'edit' não tem significado claro.
2 (Moderado)	Controle e liberdade do usuário	Não há maneira fácil de cancelar uma ação de edição, forçando o usuário a salvar ou perder alterações.
2 (Moderado)	Correspondência com o mundo real	Uso de jargão técnico que o usuário pode não entender. Falta texto explicativo dos conceitos para usuários não técnicos.
2 (Moderado)	Design minimalista	Contraste insuficiente entre texto e fundo em algumas áreas. Interface limpa, mas poderia ser mais clara.
2 (Moderado)	Ajuda e documentação	Falta de documentação adequada e sistema de ajuda contextual.
1 (Menor)	Funcionalidade de gráficos	A função de esconder dados do gráfico pode confundir usuários sobre a visualização dos dados.
1 (Menor)	Consistência e padrões	Variações sutis na cor de fundo entre as páginas.

Tabela 8 – Resumo dos problemas identificados por gravidade, heurística/princípio e descrição

## 6 Conclusão

A inspeção de usabilidade realizada revelou uma aplicação sólida em termos de funcionalidade, mas com oportunidades significativas de melhoria na experiência do usuário. A análise identificou 82 problemas distribuídos em diferentes níveis de gravidade.

### 6.1 Principais Achados

#### **Pontos Fortes Identificados:**

- **Funcionalidade Core:** A aplicação atende adequadamente aos objetivos principais de gerenciamento de fotos e análise de crescimento de plantas
- **Boas Práticas Técnicas:** Ausência de erros de console e uso apropriado de APIs modernas
- **Performance:** Tempos de carregamento e resposta satisfatórios na maioria das operações

#### **Áreas Críticas para Melhoria:**

- **Consistência Visual:** Problemas de padronização de cores, posicionamento de botões e capitalização de textos
- **Feedback do Sistema:** Falta de indicadores de progresso durante uploads e operações longas
- **Navegação:** Estrutura de navegação confusa e falta de indicadores de localização
- **Acessibilidade:** Problemas de contraste e falta de rótulos descritivos em elementos interativos

### 6.2 Distribuição dos Problemas

A análise revelou que os problemas se concentram principalmente em:

- **Consistência e Padrões (22%):** Maior categoria, indicando necessidade de padronização visual
- **Prevenção de Erros (16%):** Falta de confirmações para ações destrutivas
- **Visibilidade do Status (15%):** Ausência de feedback adequado durante operações
- **Reconhecimento vs. Lembrança (15%):** Interface não autoexplicativa

## 6.3 Recomendações Prioritárias e Impacto Esperado

### **Alta Prioridade (Gravidade 4):**

- Implementar confirmações para ações destrutivas (exclusão de itens)
- Adicionar indicadores de progresso visíveis durante uploads e processamento
- Corrigir mensagens de erro que desaparecem automaticamente

**Impacto:** Redução significativa de perda accidental de dados e melhor controle do usuário sobre operações críticas.

### **Média Prioridade (Gravidade 3):**

- Padronizar cores e posicionamento de botões em toda a interface
- Melhorar a estrutura de navegação com breadcrumbs e indicadores visuais
- Adicionar rótulos descritivos para ícones e botões
- Implementar feedback detalhado para uploads múltiplos

**Impacto:** Maior eficiência na execução de tarefas e redução do tempo de aprendizado da interface.

### **Baixa Prioridade (Gravidade 1-2):**

- Melhorar contraste de cores em elementos de texto
- Adicionar documentação contextual e sistema de ajuda
- Revisar funcionalidades de gráficos para maior clareza

**Impacto:** Melhoria na acessibilidade e inclusão de usuários com diferentes necessidades visuais.

A inspeção de usabilidade demonstrou que, embora a aplicação apresente uma base funcional sólida, há oportunidades de melhora através de melhor consistência visual, feedback adequado e navegação mais intuitiva. A implementação das recomendações identificadas transformará a aplicação em uma ferramenta mais profissional, acessível e eficiente para seus usuários.

# 7 Análise dos Testes de Usabilidade

## 1 Objetivos

O objetivo deste teste é avaliar a usabilidade do sistema, considerando a facilidade com que os usuários conseguem enviar imagens de plantas, configurar o processamento, compreender os resultados apresentados e realizar o gerenciamento de coleções. Pretende-se identificar eventuais obstáculos relacionados à compreensão, ao uso e à satisfação geral durante a interação com o sistema, além de reunir dados quantitativos e qualitativos que permitam avaliar seu desempenho e orientar futuras melhorias na interface.

## 2 Sessões de Teste

Os testes foram conduzidos presencialmente em laboratórios da universidade ou em salas de aula equipadas com computadores, ou de forma remota, conforme disponibilidade dos participantes. Cada sessão teve duração estimada entre 30 minutos e 1 hora. Para a realização adequada dos testes, os computadores dispunham de um navegador web com acesso à internet, além de um documento resumido contendo a descrição das tarefas que o participante deveria executar no sistema. Durante toda a sessão, o participante foi acompanhado por um avaliador.

O sistema foi previamente iniciado, com o banco de dados limpo e imagens de teste disponíveis para que os usuários pudessem interagir com as funcionalidades. Devido à limitação da equipe, os avaliadores foram os próprios desenvolvedores do sistema, o que pode introduzir viés de observação. Buscou-se minimizar esse efeito mantendo postura neutra e seguindo rigorosamente o protocolo de observação. Os participantes foram alunos da Universidade de São Paulo que simularam o papel de usuários finais, sendo previstas pelo menos cinco pessoas voluntárias para a realização dos testes.

## 3 Metodologia dos Testes

Durante o teste de usabilidade, todas as ações foram realizadas pelos próprios usuários, sem qualquer interferência direta dos avaliadores. Foi aplicada a técnica de Think Aloud, na qual os participantes foram incentivados a verbalizar seus pensamentos enquanto utilizavam o sistema. Essa abordagem permitiu compreender os raciocínios por trás de suas decisões e identificar eventuais dificuldades ao longo da interação.

No contexto do teste, os usuários deveriam ser capazes de executar tarefas representativas do uso real do sistema, como:

- Adicionar imagem ao sistema
- Processar uma imagem
- Remover uma imagem do sistema
- Editar uma imagem
- Criar uma coleção
- Renomear uma coleção
- Associar uma imagem a uma coleção
- Desassociar uma imagem de uma coleção
- Excluir uma coleção

Considerou-se que uma tarefa foi concluída com sucesso quando o participante conseguiu realizá-la integralmente, sem cometer erros e dentro de um intervalo de tempo razoável. A análise dos resultados levou em conta tanto a completude quanto a fluidez da execução de cada tarefa.

## 4 Avaliação do Teste de Usabilidade

Durante a execução dos testes de usabilidade, foram coletados diferentes tipos de dados, agrupados em duas categorias principais:

- **Quantitativos:** tempo necessário para concluir cada tarefa, número de erros cometidos e quantidade de tarefas efetivamente concluídas.
- **Qualitativos:** dificuldades relatadas durante a técnica de Think Aloud, feedback fornecido ao final da sessão e respostas ao questionário final com escala Likert (1 a 5) de satisfação.

Com base nessas informações, foi possível comparar os tempos de execução entre os usuários, identificar padrões de erros, agrupar dificuldades recorrentes e sintetizar sugestões e impressões gerais sobre o sistema.

Para avaliar o sucesso da interface, foram adotados os seguintes critérios: 60% das tarefas concluídas corretamente, média de tempo por tarefa dentro de valores considerados aceitáveis, feedback majoritariamente positivo na sessão final e ao menos 80% dos usuários classificando o sistema como “fácil de usar”.

## 5 Etapas do Teste

A execução do teste foi organizada em quatro etapas distintas:

1. **Preparação:** verificar se o sistema está estável e devidamente configurado para uso.
2. **Introdução:** o avaliador apresenta ao participante o propósito do teste de usabilidade, descreve as tarefas que serão realizadas e explica a mecânica da técnica Think Aloud.
3. **Teste:** o participante executa as tarefas propostas enquanto verbaliza suas ações e pensamentos. O avaliador acompanha o processo incentivando a comunicação, mas sem oferecer assistência direta.
4. **Sessão final:** ao término das tarefas, o avaliador solicita comentários gerais sobre a experiência, pergunta por sugestões de melhoria e aplica o questionário de satisfação.

## 6 Perfil dos Participantes

Os participantes foram selecionados entre estudantes de graduação e usuários com familiaridade com aplicações web. A diversidade de experiências técnicas contribuiu para identificar pontos de atrito tanto para usuários iniciantes quanto intermediários.

- Todos os participantes utilizam computadores regularmente.
- A maioria tem experiência com ferramentas de organização de arquivos e edição básica de imagens.
- Apenas um dos participantes possuía experiência prévia com ferramentas de análise visual de dados experimentais.

## 7 Execução das Tarefas

As tarefas propostas aos usuários foram executadas com diferentes níveis de sucesso. Abaixo, um resumo agregado por tarefa:

- **Adicionar imagem ao sistema:** 5 de 5 participantes conseguiram concluir. Um participante tentou colar imagem via atalho de teclado (Ctrl+V), outro enfrentou problema com o formato AVIF, mas compreendeu o funcionamento posteriormente.
- **Processar imagem:** 4 de 5 participantes entenderam corretamente a necessidade de abrir a imagem no editor para realizar o processamento. Um participante não

clicou no botão "Done" para finalizar e acabou descartando o processamento sem querer.

- **Remover imagem do sistema:** Todos os 5 participantes executaram corretamente.
- **Editar imagem:** 3 participantes conseguiram realizar a edição sem grandes problemas. Fluxo foi considerado confuso por outros dois participantes.
- **Criar coleção:** Todos os participantes conseguiram completar a tarefa. No entanto, um deles seguiu um fluxo menos convencional, criando ao atribuir uma coleção a uma imagem.
- **Renomear coleção:** Tarefa bem-sucedida por todos os participantes, embora um tenha demorado para localizar o botão correspondente.
- **Associar imagem a coleção:** 4 participantes concluíram a ação com sucesso. Um deles tentou utilizar drag-and-drop, não suportado no sistema, e depois usou o método correto.
- **Desassociar imagem de coleção:** 4 participantes executaram corretamente. Um participante pensou que iria remover a imagem apenas da coleção, mas acabou removendo do sistema.
- **Excluir coleção:** Todos os usuários realizaram a ação com sucesso. Um deles parabenizou a clareza do alerta de confirmação antes da exclusão.

## 8 Resultados do Questionário Final

A seguir, apresentamos a média das avaliações fornecidas pelos participantes para cada afirmação do questionário, em escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente):

Afirmação	Média (1 a 5)
Sistema fácil de usar	3,8
Funcionalidades organizadas de forma lógica	4,4
Confiança ao usar o sistema	4,0
Linguagem clara e compreensível	4,8
Aparência agradável	4,4
Feedback suficiente sobre ações	4,2
Dificuldade para concluir as tarefas	2,4
Compreensão dos resultados após processamento	4,6

*Obs.: A pergunta 7 ("Dificuldade para concluir as tarefas") é uma afirmação negativa, portanto, valores menores indicam melhor usabilidade. Para as demais perguntas, quanto maior o valor, melhor a avaliação.*

Vale ressaltar que a própria estrutura do questionário pode ter influenciado alguns resultados. Em especial, a descrição da tarefa de "Editar imagem" gerou dúvidas em parte dos participantes durante a execução, o que pode ter impactado negativamente a avaliação dessa funcionalidade no questionário. Recomenda-se, em futuras aplicações, revisar e detalhar melhor as instruções e descrições das tarefas para garantir maior clareza e precisão nas respostas.

Nas questões abertas, os pontos mais citados foram:

- **Aspectos positivos:** organização por coleções, aparência limpa, possibilidade de personalização da análise.
- **Dificuldades relatadas:** falta de feedback após o processamento, ações em lote limitadas.
- **Sugestões de melhoria:** incluir textos descritivos nos botões, melhorar indicações visuais de progresso, facilitar navegação entre telas.

## 9 Análise Consolidada

A análise geral dos cinco testes evidencia que o sistema está funcional e permite a execução das tarefas esperadas, ainda que com dificuldades recorrentes em pontos específicos da interface. Os seguintes padrões foram observados:

- **Clareza do fluxo de ações:** A necessidade de abrir imagens no editor para processá-las não foi evidente para alguns participantes, o que prejudicou o entendimento da funcionalidade central do sistema.
- **Interação e affordance:** Botões representados apenas por ícones causaram incerteza em relação às suas funções, especialmente em ações como editar ou desassociar imagens.
- **Feedback:** A ausência de mensagens claras sobre o andamento e o resultado de ações (como uploads ou processamentos) gerou insegurança nos usuários.
- **Consistência visual:** Alguns elementos da interface não seguem uma padronização evidente, o que compromete a previsibilidade.
- **Navegação:** A posição de botões como “voltar” foi criticada por estar pouco visível ou distante do fluxo principal de tarefas.

## 10 Conclusão

Os testes revelam que a aplicação oferece uma base sólida de funcionalidades, mas ainda carece de aprimoramentos na usabilidade. Os pontos fortes incluem a organização visual e a coerência entre as principais funções. Contudo, ajustes específicos são necessários para que o sistema atenda melhor às expectativas e habilidades de seus usuários.

### Recomendações Prioritárias

- Exibir mensagens claras de conclusão ou erro após operações como processamento ou upload.
- Padronizar estilo e posição de botões para garantir consistência.
- Tornar mais evidente o caminho de ações principais (ex.: abrir no editor para processar).
- Incluir suporte a ações em lote e seleção múltipla.

A adoção dessas recomendações deve melhorar a fluidez da experiência do usuário e reduzir os erros ou incertezas durante o uso do sistema.

# 8 Testes automatizados

## 1 Introdução

Os testes automáticos representam uma abordagem mais sistemática para avaliar a qualidade técnica e a experiência do usuário, aqui utilizaremos a ferramenta **Lighthouse**, ideal para avaliação de aplicações web. O Lighthouse é uma ferramenta de auditoria automatizada desenvolvida pelo Google que analisa múltiplos aspectos de uma aplicação web, fornecendo métricas quantitativas e qualitativas sobre desempenho, acessibilidade, melhores práticas e otimização para mecanismos de busca (SEO).

Neste capítulo, apresentamos uma análise detalhada dos testes realizados na aplicação Plant Growth, utilizando três modos distintos de auditoria do Lighthouse: **Navegação**, **Snapshot** e **Timespan**. Cada modo oferece uma perspectiva única sobre diferentes aspectos da aplicação, permitindo uma avaliação abrangente da qualidade técnica e da experiência do usuário.

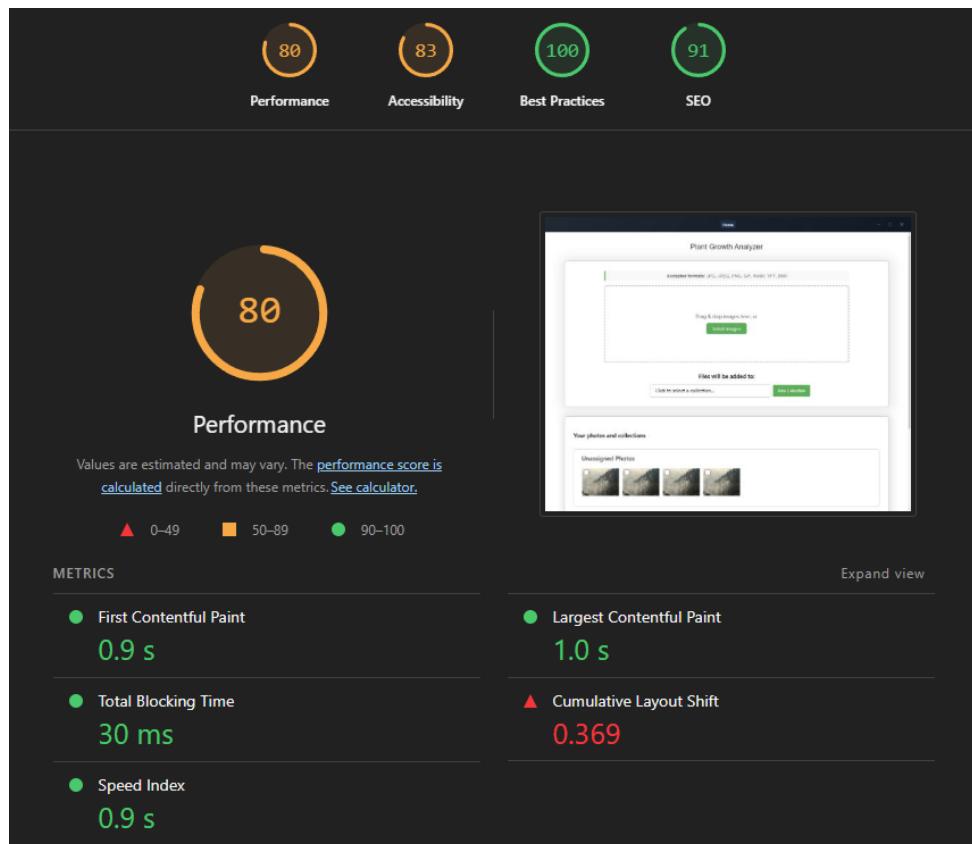


Figura 105 – Imagem representando os testes automáticos com Lighthouse.

## 2 Metodologia dos Testes

### 2.1 Configuração do Ambiente

Os testes foram executados em um ambiente controlado com as seguintes especificações:

- **Navegador:** Google Chrome versão 138.0.0.0
- **Sistema Operacional:** Windows 10 (versão 10.0.19045)
- **URL de Teste:** `http://localhost:3999/`
- **Data de Execução:** 28 de junho de 2025, às 06:51:54 UTC
- **Versão do Lighthouse:** 12.6.0

### 2.2 Modos de Teste

O Lighthouse oferece três modos distintos de auditoria, cada um focado em aspectos específicos da aplicação:

#### 2.2.1 Modo Navegação (Navigation)

O modo de navegação simula o carregamento completo de uma página web. Este modo é ideal para avaliar:

- **Desempenho de Carregamento:** Tempo de carregamento inicial, renderização de conteúdo e interatividade
- **Otimização de Recursos:** Carregamento de imagens, scripts e folhas de estilo
- **Experiência do Usuário:** Estabilidade visual e responsividade durante o carregamento
- **Segurança e Boas Práticas:** Uso de HTTPS, configurações de segurança e padrões de desenvolvimento

#### 2.2.2 Modo Snapshot

O modo snapshot realiza uma análise instantânea do estado atual da página, sem simular navegação. Aqui o snapshot foi realizado na página inicial, após o carregamento completo. Este modo é útil para avaliar:

- **Acessibilidade:** Conformidade com diretrizes WCAG e uso adequado de atributos ARIA
- **Estado Atual da Interface:** Elementos visíveis e interativos no momento da captura
- **Problemas de Contraste:** Legibilidade de texto e elementos visuais
- **Estrutura Semântica:** Uso adequado de elementos HTML e hierarquia de conteúdo

### 2.2.3 Modo Timespan

O modo timespan monitora a aplicação durante um período de interação contínua, capturando métricas de desempenho durante a execução. Este modo é ideal para avaliar:

- **Desempenho Durante Interação:** Responsividade durante operações do usuário
- **Otimização de JavaScript:** Tempo de execução e bloqueio da thread principal
- **Gestão de Memória:** Uso eficiente de recursos do sistema
- **Estabilidade de Longo Prazo:** Comportamento da aplicação durante uso prolongado

## 3 Resultados Detalhados por Modo

### 3.1 Modo Navegação

#### 3.1.1 Métricas

O modo de navegação revelou métricas de desempenho que indicam a qualidade da experiência de carregamento:

Tabela 9 – Métricas de Desempenho - Modo Navegação

Métrica	Valor	Pontuação	Classificação	Benchmark
First Contentful Paint (FCP)	850.86 ms	0.93	Excelente	< 934 ms
Largest Contentful Paint (LCP)	1015.80 ms	0.94	Excelente	< 1200 ms
Speed Index	850.86 ms	0.99	Excelente	< 1311 ms
Cumulative Layout Shift (CLS)	0.369	0.96	Excelente	< 0.1
First Input Delay (FID)	34.47 ms	0.96	Excelente	< 100 ms
Time to Interactive (TTI)	1026.28 ms	0.96	Excelente	< 3500 ms
Total Blocking Time (TBT)	72 ms	0.96	Excelente	< 200 ms

### 3.1.2 Análise das Métricas

**First Contentful Paint (FCP):** Com 850.86 ms, esta métrica indica que o primeiro conteúdo visual apareceu rapidamente na tela, proporcionando feedback imediato ao usuário sobre o carregamento da página.

**Largest Contentful Paint (LCP):** O valor de 1015.80 ms demonstra que o elemento visual mais importante da página foi carregado de forma eficiente, mantendo-se abaixo do limite recomendado de 1.2 segundos.

**Cumulative Layout Shift (CLS):** O valor de 0.369, embora acima do ideal (< 0.1), ainda é considerado aceitável e indica uma experiência visual relativamente estável durante o carregamento.

**First Input Delay (FID):** Com apenas 34.47 ms, a aplicação responde rapidamente às interações do usuário, proporcionando uma experiência fluida e responsiva.

### 3.1.3 Avaliação de Acessibilidade

A análise de acessibilidade no modo de navegação revelou os seguintes resultados:

Tabela 10 – Resultados de Acessibilidade - Modo Navegação

Categoria	Status	Detalhes	Impacto
Contraste de Cores	Problema	Contraste de 2.77 em botões	Baixo
Estrutura Semântica	Adequado	Uso correto de elementos HTML	Alto
Atributos ARIA	Adequado	Implementação correta	Alto
Navegação por Teclado	Adequado	Funcionalidade completa	Alto

### 3.1.4 Boas Práticas e Segurança

- **HTTPS:** Não se aplica (Score: 1.0)
- **Console Errors:** Nenhum erro detectado (Score: 1.0)
- **APIs Obsoletas:** Não utilizadas (Score: 1.0)
- **Viewport Meta Tag:** Configurado adequadamente (Score: 1.0)

## 3.2 Modo Snapshot

### 3.2.1 Avaliação de Acessibilidade Instantânea

A análise snapshot identificou 172 elementos de interface, com a maioria apresentando conformidade adequada com padrões de acessibilidade. Os principais pontos de atenção foram relacionados ao contraste de cores em elementos interativos.

Tabela 11 – Resultados de Acessibilidade - Modo Snapshot

Elemento	Status	Problema Identificado	Recomendação
Botões	Atenção	Contraste insuficiente	Melhorar contraste
Rótulos	Atenção	Contraste insuficiente	Ajustar cores
Elementos ARIA	Adequado	Implementação correta	Manter
Navegação	Adequado	Funcionalidade completa	Manter

### 3.3 Modo Timespan

#### 3.3.1 Métricas

O modo timespan monitorou o comportamento da aplicação durante um período de interação contínua:

Tabela 12 – Métricas de Desempenho - Modo Timespan

Métrica	Valor	Classificação	Impacto	Recomendação
Tempo Total de Trabalho	7.58 s	Atenção	Médio	Otimizar scripts
Tempo de Execução JS	1.52 s	Atenção	Médio	Reducir complexidade
Cumulative Layout Shift	0.792	Problema	Alto	Estabilizar layout
Tempo de Resposta à Intereração	134.87 ms	Adequado	Baixo	Manter

#### 3.3.2 Análise de Recursos

- Imagens:** Todas as imagens foram servidas de forma responsiva
- Cookies de Terceiros:** Não foram detectados
- Otimização de JavaScript:** Oportunidades identificadas para redução do tempo de execução
- Gestão de Memória:** Uso eficiente de recursos do sistema

## 4 Análise Comparativa dos Modos

Tabela 13 – Comparaçāo de Métricas Entre Modos de Teste

Métrica	Navegação	Snapshot	Timespan
Cumulative Layout Shift	0.369	N/A	0.792
Tempo de Resposta	34.47 ms	N/A	134.87 ms
Acessibilidade Geral	0.96	0.85	N/A
Boas Práticas	1.0	1.0	1.0

A comparação entre os três modos revela padrões interessantes:

1. **Estabilidade Visual:** O CLS aumenta significativamente durante interação contínua ( $0.369 \rightarrow 0.792$ ), indicando necessidade de otimização do layout dinâmico.
2. **Responsividade:** O tempo de resposta à interação permanece aceitável mesmo durante uso prolongado.
3. **Consistência de Qualidade:** As boas práticas mantêm-se consistentes em todos os modos de teste.

## 5 Recomendações

### 1. Melhorar Contraste de Cores

- Ajustar contraste de botões de 2.77 para pelo menos 4.5:1
- Revisar paleta de cores para elementos de texto

### 2. Otimizar Estabilidade Visual

- Reduzir CLS durante interações dinâmicas
- Implementar reserva de espaço para elementos que carregam dinamicamente
- Otimizar carregamento de imagens e recursos

### 3. Otimizar Performance de JavaScript

- Reduzir tempo total de trabalho da thread principal
- Implementar code splitting para reduzir bundle size
- Otimizar execução de scripts críticos

## 6 Conclusão

Os testes automáticos com o Lighthouse demonstraram que a aplicação apresenta uma base sólida em termos de desempenho e boas práticas de desenvolvimento. As métricas de carregamento são excelentes, com tempos de resposta rápidos e boa otimização de recursos.

No entanto, foram identificadas oportunidades importantes de melhoria, especialmente em:

- **Acessibilidade Visual:** Necessidade de melhorar contraste de cores em elementos interativos
- **Estabilidade de Layout:** Otimização do CLS durante interações dinâmicas

- **Performance de JavaScript:** Redução do tempo de execução de scripts

A implementação das recomendações apresentadas resultará em uma aplicação mais acessível, responsiva e alinhada com os padrões modernos de desenvolvimento web.

## 9 Conclusão

O desenvolvimento do Plant Growth Analyzer proporcionou uma experiência abrangente de aplicação dos princípios de Interação Humano-Computador (IHC) em um contexto real de análise de crescimento vegetal. O projeto foi guiado por diretrizes de usabilidade, princípios de design e leis de UX, resultando em uma ferramenta funcional, acessível e tecnicamente robusta.

A análise dos requisitos e casos de uso demonstrou que o sistema atende às necessidades centrais de pesquisadores e entusiastas, permitindo o gerenciamento eficiente de imagens, processamento automatizado e visualização clara dos dados de crescimento. A arquitetura modular e a interface baseada em componentes garantiram flexibilidade, manutenção facilitada e consistência visual.

As inspeções de usabilidade e os testes com usuários revelaram pontos fortes, como a performance, a organização visual e a adequação das funcionalidades principais. No entanto, também evidenciaram oportunidades de melhoria, especialmente em relação à consistência visual, feedback do sistema, acessibilidade e clareza de navegação. As recomendações levantadas — como padronização de cores, aprimoramento de feedback e inclusão de documentação contextual — são fundamentais para elevar ainda mais a experiência do usuário.

Os testes automatizados com Lighthouse confirmaram a excelência em desempenho e boas práticas técnicas, mas reforçaram a necessidade de ajustes em contraste de cores e estabilidade de layout dinâmico.

Em síntese, o Plant Growth Analyzer cumpre seu objetivo de democratizar a análise de crescimento de plantas, oferecendo uma solução acessível e eficiente. A continuidade do aprimoramento, guiada pelas avaliações realizadas, garantirá que a aplicação se torne cada vez mais intuitiva, inclusiva e alinhada às melhores práticas de IHC.

## A Resultados das Inspeções de Usabilidade

As imagens a seguir apresentam os registros fotográficos dos resultados das inspeções de usabilidade realizadas:

<b>1. Visibilidade</b>	<i>Pergunta:</i> O ícone das cores do app deixava claro do que se tratava (ex: combinação saudável com folha verde)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>2. Feedback</b>	<i>Pergunta:</i> O sistema mostra que algo está acontecendo (ex: botão/muda de cor ou aparece carregando)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>3. Afordance</b>	<i>Pergunta:</i> É fácil entender o que pode ser clicado ou arrastado (ex: botões parecem bonitos)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>4. Maneamento</b>	<i>Pergunta:</i> As ações têm respostas claras e previsíveis (ex: arrastar controle aumenta volume)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>5. Restrições</b>	<i>Pergunta:</i> O sistema evita erros com limitações úteis (ex: botão só ativa quando tudo estiver preenchido)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>6. Consistência</b>	<i>Pergunta:</i> Elementos parecidos funcionam do mesmo jeito (ex: botão “voltar” sempre igual)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>7. Reconhecer em vez de lembrar</b>	<i>Pergunta:</i> O sistema mostra opções em vez de fazer o usuário lembrar (ex: preenchimento automático)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>8. Design estético e minimalista</b>	<i>Pergunta:</i> A interface é limpa, clara e mostra só o necessário (ex: hierarquia de informação e simplicidade)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>9. Ajudar a reconhecer e corrigir erros</b>	<i>Pergunta:</i> O sistema mostra mensagens de erro claras e como resolver (ex: instruções simples sem códigos)?
<i>Avaliação:</i>	<input type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____
<b>10. Ajuda e documentação</b>	<i>Pergunta:</i> Há ajuda fácil de acessar (ex: FAQ, tutorial ou central de suporte visível)?
<i>Avaliação:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Muito ruim <input checked="" type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bom <input checked="" type="checkbox"/> Muito bom
<i>Comentário:</i>	_____

Figura 106 – Resultados da inspeção do avaliador 1.

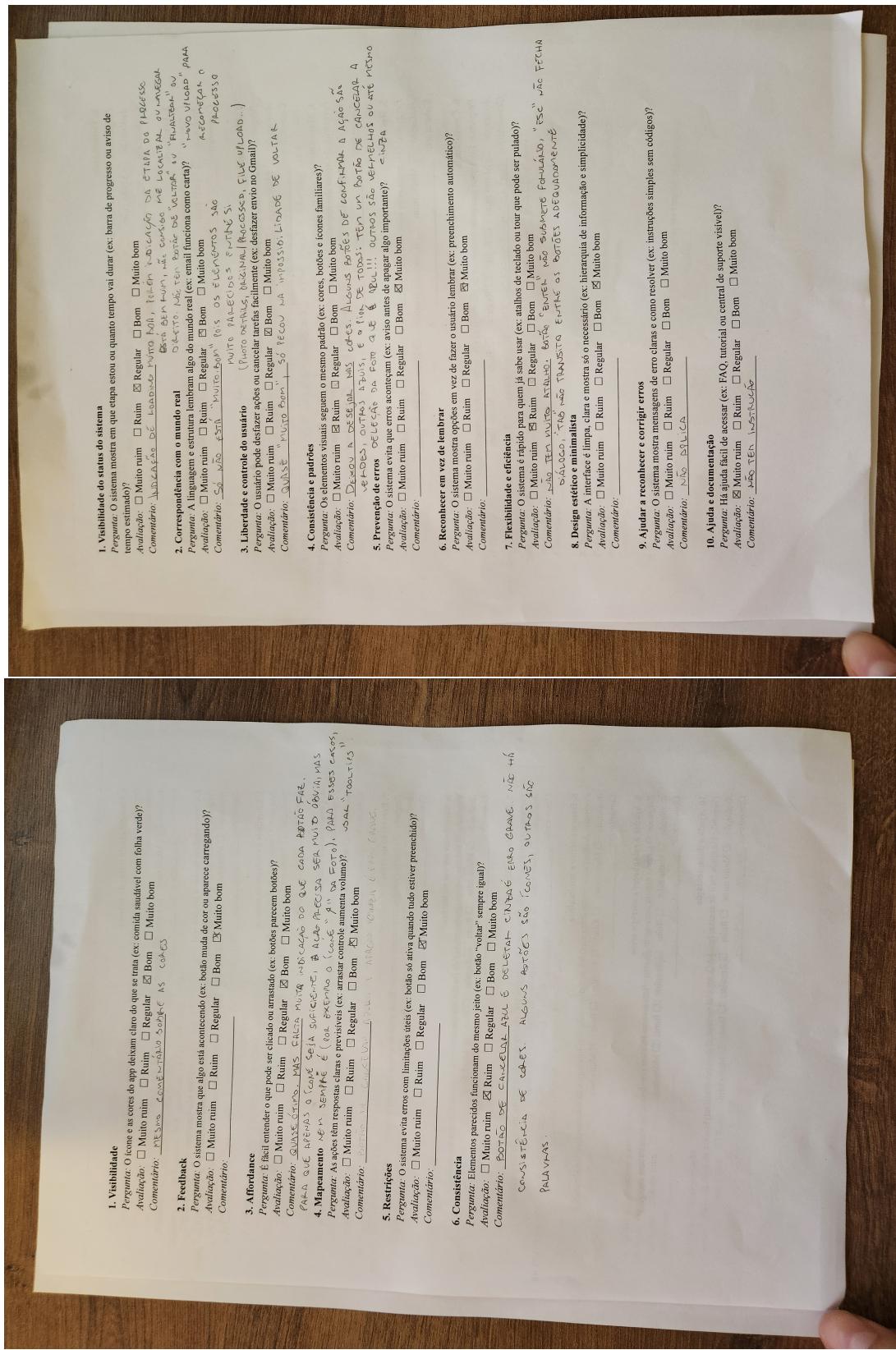


Figura 107 – Resultados da inspeção do avaliador 2.

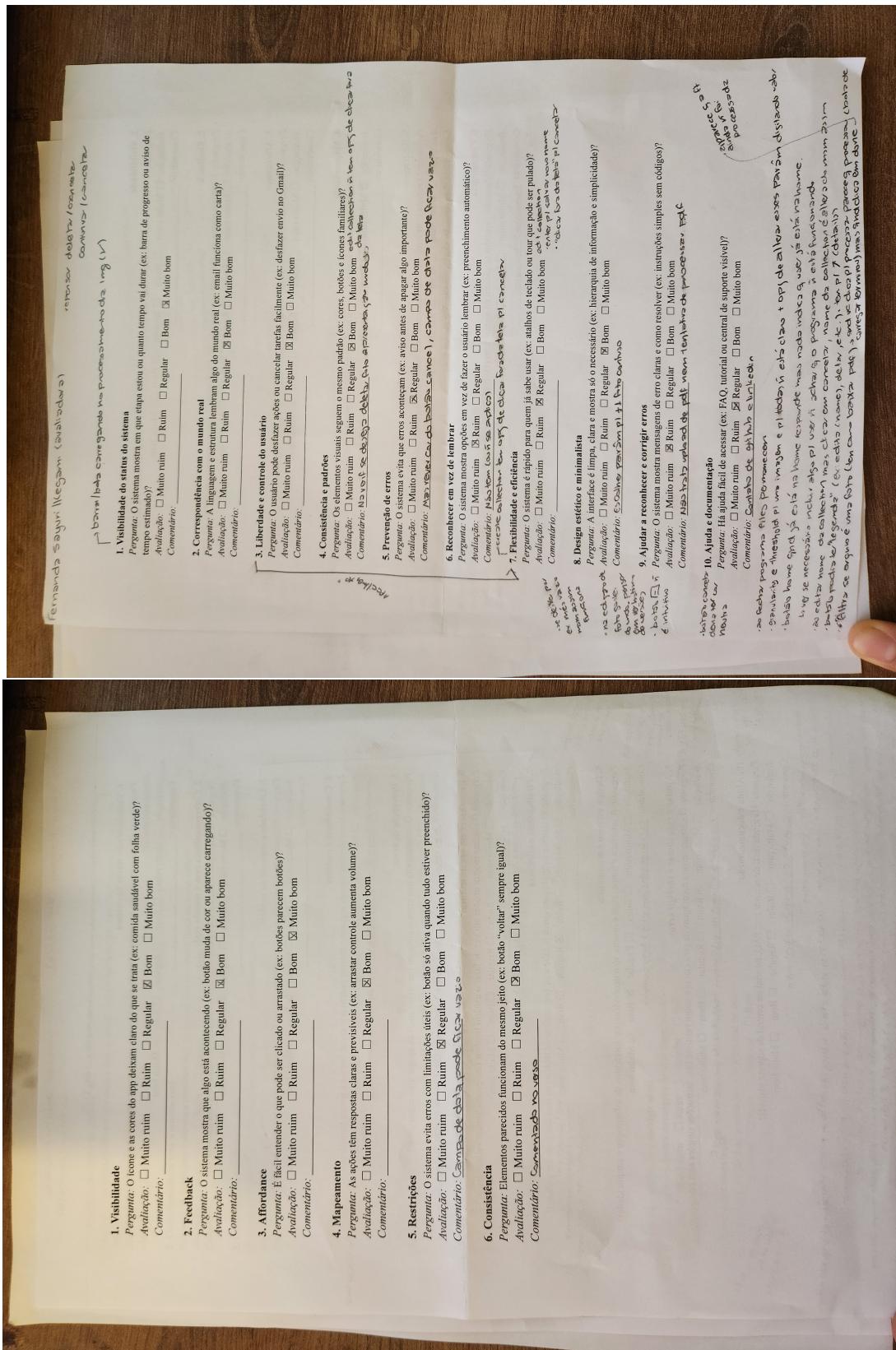


Figura 108 – Resultados da inspeção do avaliador 3.

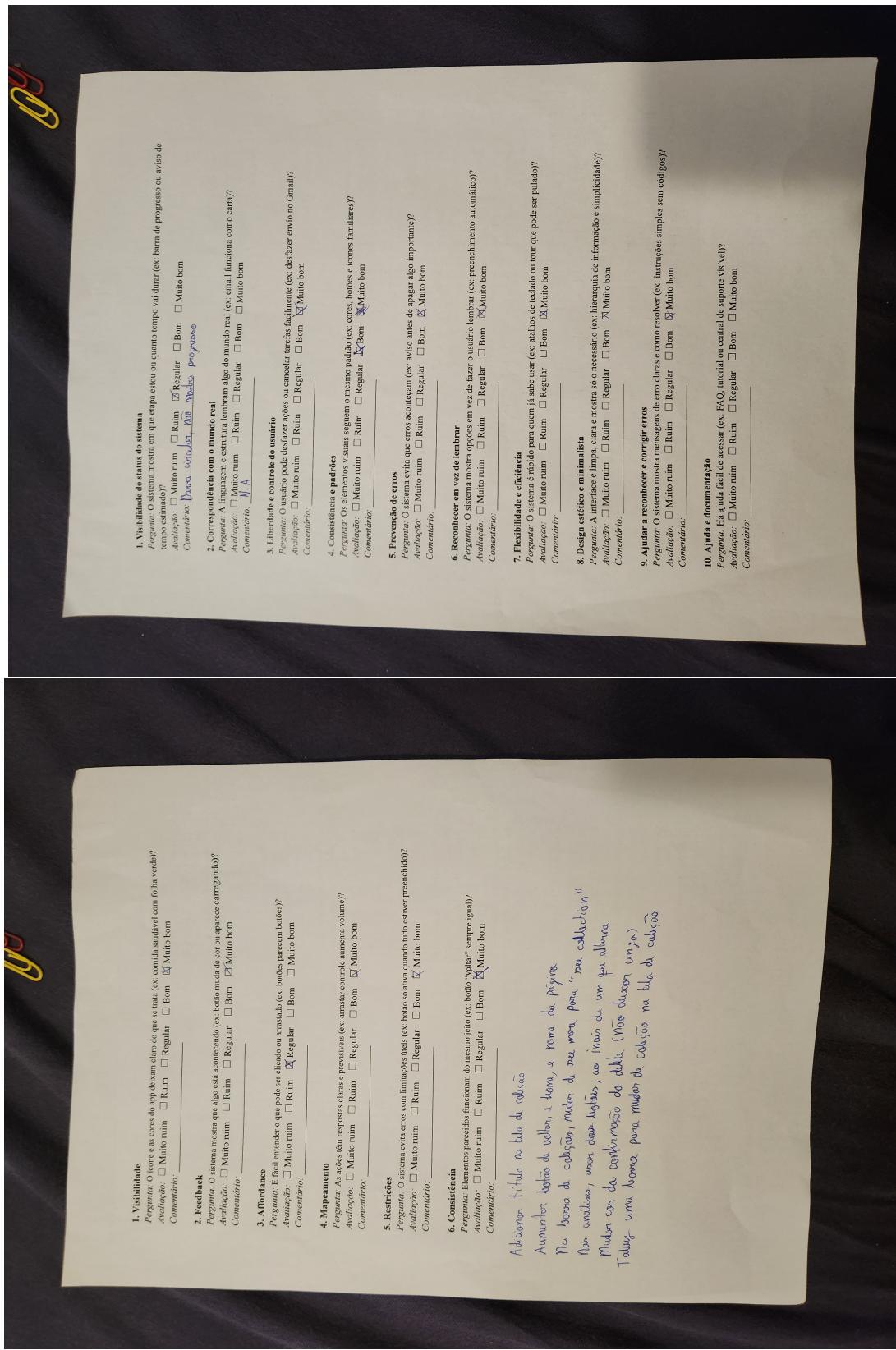


Figura 109 – Resultados da inspeção do avaliador 4.

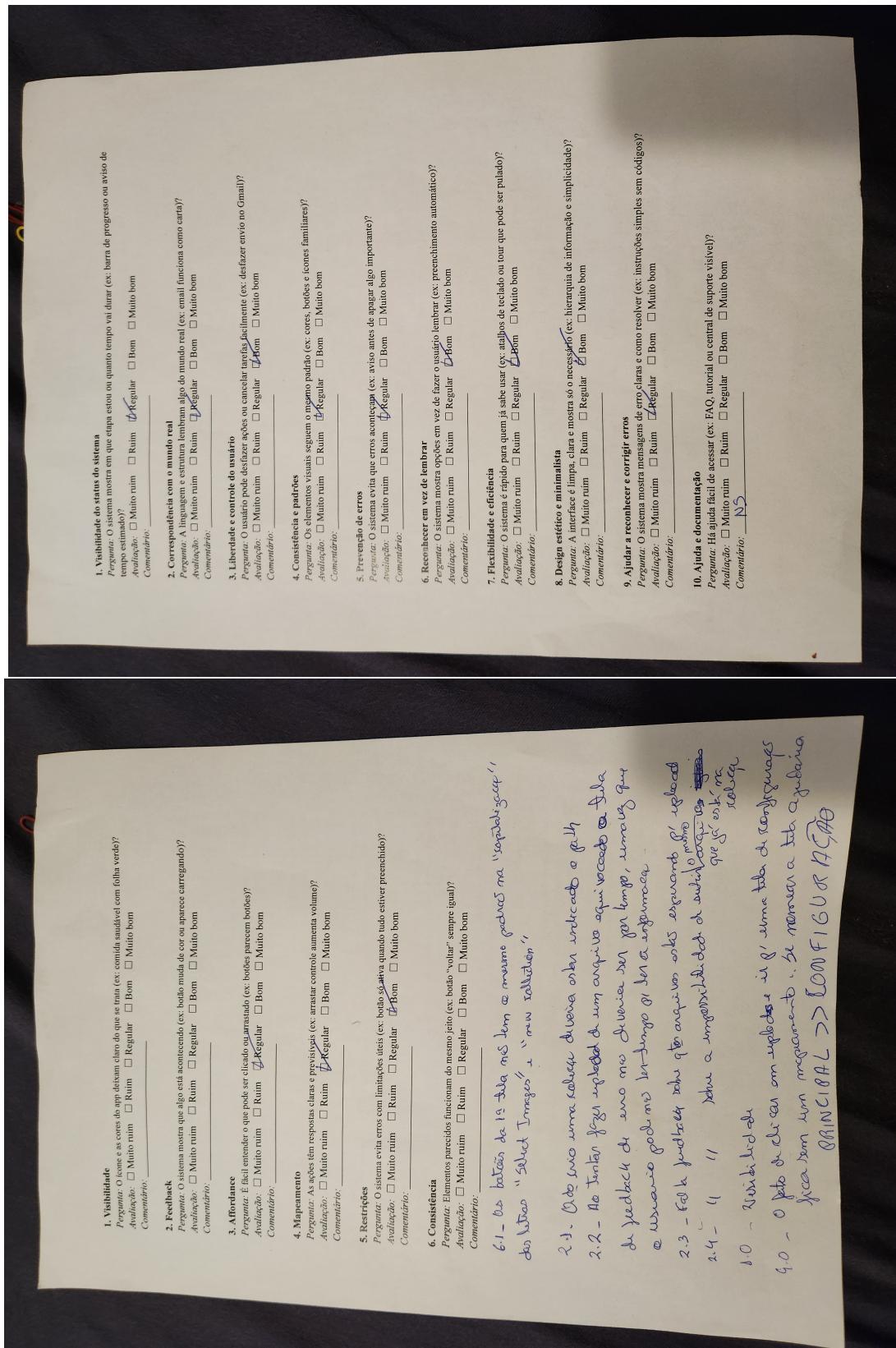


Figura 110 – Resultados da inspeção do avaliador 5.

# B Roteiro de Teste de Usabilidade

## 1. Sobre o Sistema

Este sistema foi desenvolvido para auxiliar no acompanhamento e análise de plantas ao longo do tempo, a partir do envio de imagens. Por meio do processamento dessas imagens, o sistema gera informações visuais e numéricas, permitindo que o usuário visualize a evolução das plantas, organize imagens em coleções e personalize parâmetros de análise de acordo com suas necessidades.

## 2. Tarefas

Para realizar o Teste de Usabilidade, abaixo estão descritas as principais tarefas e cenários de uso do sistema:

- **Adicionar imagem ao sistema:** Enviar uma ou mais imagens de plantas para o sistema a partir do computador.
- **Processar uma imagem:** Aplicar o processamento da imagem para extrair informações como área, altura e largura da planta.
- **Remover uma imagem do sistema:** Excluir permanentemente uma imagem previamente adicionada.
- **Editar uma imagem:** Alterar a data associada à imagem ou modificar os parâmetros de processamento aplicados.
- **Criar uma coleção:** Criar um agrupamento de imagens que representem uma mesma planta ou experimento ao longo do tempo.
- **Renomear uma coleção:** Modificar o nome de uma coleção já existente.
- **Associar uma imagem a uma coleção:** Incluir uma imagem em uma coleção específica para organizá-la junto a outras relacionadas.
- **Desassociar uma imagem de uma coleção:** Remover a ligação entre uma imagem e uma determinada coleção, sem apagar a imagem.
- **Excluir uma coleção:** Apagar uma coleção do sistema, o que pode ou não remover as imagens associadas a ela (dependendo da implementação).

### 3. Questionário Final

**Instruções:** Marque a alternativa que melhor representa sua opinião, utilizando a escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente).

Afirmação	1	2	3	4	5
1. Eu achei o sistema fácil de usar	<input type="checkbox"/>				
2. As funcionalidades estavam organizadas de forma lógica	<input type="checkbox"/>				
3. Eu me senti confiante ao usar o sistema	<input type="checkbox"/>				
4. A linguagem utilizada no sistema era clara e compreensível	<input type="checkbox"/>				
5. A aparência do sistema era agradável	<input type="checkbox"/>				
6. O sistema me deu feedback suficiente sobre minhas ações	<input type="checkbox"/>				
7. Tive dificuldade para concluir as tarefas que me foram solicitadas	<input type="checkbox"/>				
8. Eu entendi os resultados gerados pelo sistema após o processamento	<input type="checkbox"/>				

**O que você mais gostou no sistema?**

Resposta: \_\_\_\_\_

**O que você menos gostou ou teve mais dificuldade em fazer?**

Resposta: \_\_\_\_\_

**Há algo que você mudaria na interface ou na forma como as informações são apresentadas?**

Resposta: \_\_\_\_\_

**Algum comentário adicional?**

Resposta: \_\_\_\_\_

# C Resultados dos Testes de Usabilidade com Usuários

## Participante A1

### Execução das Tarefas

- Adicionar imagem: arrastou, problema de formato (AVIF), achou que todos os arquivos tinham dado erro.
- Processar imagem: dificuldade para achar o botão de abrir foto no editor; dificuldade em entender que era necessário abrir o editor para processar; sistema parou de responder.
- Criar coleção: achou estranho o quadrado ser o botão de criação.
- Deletar imagem: realizado sem problemas.
- Editar imagem: sem grandes problemas; processamento não executado novamente; programa parou de responder (não travou); parâmetros (granularidade, limiar, data) alterados com sucesso.
- Renomear coleção: operação realizada com sucesso.
- Associar imagem a coleção: sucesso.
- Desassociar imagem de coleção: identificou a funcionalidade corretamente.
- Excluir coleção: sucesso.

## Questionário Final

Afirmiação	Nota
Eu achei o sistema fácil de usar	3
As funcionalidades estavam organizadas de forma lógica	4
Eu me senti confiante ao usar o sistema	4
A linguagem utilizada no sistema era clara e compreensível	5
A aparência do sistema era agradável	5
O sistema me deu feedback suficiente sobre minhas ações	4
Tive dificuldade para concluir as tarefas que me foram solicitadas	3
Eu entendi os resultados gerados pelo sistema após o processamento	5

## Perguntas Abertas

**O que você mais gostou no sistema?** Achei bonitinho, gostei que os botões são todos em verde, combinando com as plantas.

**O que você menos gostou ou teve mais dificuldade em fazer?** Processar a imagem, achei que o caminho não foi muito intuitivo para mim. Para excluir a imagem eu fui pela lógica, mas não sei se eu conseguiria isso se não tivesse feito nessa ordem.

**Mudaria algo na interface?** [Não respondido]

**Comentário adicional?** [Não respondido]

## Participante A2

### Execução das Tarefas

- Adicionar imagem: sucesso, adicionou com coleção.
- Processar imagem: sucesso, não clicou em *done* então não salvou o resultado.
- Criar coleção: sucesso.
- Associar imagem a coleção: sucesso.
- Remover imagem da coleção: deletou a foto por completo; buscava opção de remover dentro da tela da coleção.
- Renomear coleção: sucesso.
- Excluir coleção: sucesso.
- Editar imagem: tentou editar coleção; ficou confuso porque o processamento anterior não havia sido salvo.
- Excluir imagem: fez quando tentou remover imagem da coleção.

## Questionário Final

Afirmação	Nota
Eu achei o sistema fácil de usar	5
As funcionalidades estavam organizadas de forma lógica	5
Eu me senti confiante ao usar o sistema	5
A linguagem utilizada no sistema era clara e compreensível	5
A aparência do sistema era agradável	3
O sistema me deu feedback suficiente sobre minhas ações	5
Tive dificuldade para concluir as tarefas que me foram solicitadas	1
Eu entendi os resultados gerados pelo sistema após o processamento	5

## Perguntas Abertas

**O que você mais gostou no sistema?** [Não respondido]

**O que você menos gostou ou teve mais dificuldade em fazer?** [Não respondido]

**Mudaria algo na interface?** [Não respondido]

**Comentário adicional?** [Não respondido]

## Participante A3

### Execução das Tarefas

- Adicionar imagem: sucesso.
- Processar imagem: não recebeu o resultado; permanecia “Not processed yet”.
- Remover imagem: sucesso.
- Upload de múltiplas imagens: sucesso.
- Editar imagem: falha.
- Associar imagem a coleção: sucesso; selecionou imagens individualmente.
- Renomear coleção: sucesso.
- Excluir coleção: achou intuitivo.
- Observações adicionais: reclamou da posição do botão de voltar.

## Questionário Final

Afirmação	Nota
Eu achei o sistema fácil de usar	4
As funcionalidades estavam organizadas de forma lógica	5
Eu me senti confiante ao usar o sistema	4
A linguagem utilizada no sistema era clara e compreensível	5
A aparência do sistema era agradável	3
O sistema me deu feedback suficiente sobre minhas ações	4
Tive dificuldade para concluir as tarefas que me foram solicitadas	3
Eu entendi os resultados gerados pelo sistema após o processamento	5

## Perguntas Abertas

**O que você mais gostou no sistema?** Interface pouco poluída, com feedbacks bonitos e completos. Bom contraste de cores.

**O que você menos gostou ou teve mais dificuldade em fazer?** Fluxo de exclusão de imagem de coleção e tarefa “editar imagem”.

**Mudaria algo na interface?** Permitir seleção múltipla de imagens para ações em lote.

**Comentário adicional?** [Não respondido]

## Participante A4

### Execução das Tarefas

- Adicionar imagem: sucesso.
- Processar imagem: sucesso; esperava um resumo visual com os resultados.
- Remover imagem: sucesso.
- Editar imagem: tentou editar sem abrir; depois executou corretamente.
- Criar coleção: sucesso.
- Renomear coleção: sucesso.
- Associar imagem a coleção: tentou arrastar; usou botão depois.
- Desassociar imagem: processo intuitivo.
- Excluir coleção: sucesso; leu o aviso com atenção.

## Questionário Final

Afirmiação	Nota
Eu achei o sistema fácil de usar	4
As funcionalidades estavam organizadas de forma lógica	4
Eu me senti confiante ao usar o sistema	4
A linguagem utilizada no sistema era clara e compreensível	5
A aparência do sistema era agradável	5
O sistema me deu feedback suficiente sobre minhas ações	4
Tive dificuldade para concluir as tarefas que me foram solicitadas	2
Eu entendi os resultados gerados pelo sistema após o processamento	4

## Perguntas Abertas

**O que você mais gostou no sistema?** Interface limpa e o agrupamento em coleções.

**O que você menos gostou ou teve mais dificuldade em fazer?** Entender quando o processamento havia sido concluído.

**Mudaria algo na interface?** Colocar textos junto aos ícones.

**Comentário adicional?** Gostei do sistema, só precisa de alguns refinamentos.

## Participante A5

### Execução das Tarefas

- Adicionar imagem: tentou colar com Ctrl+V, depois fez upload com sucesso.
- Processar imagem: sucesso.
- Remover imagem: sucesso.
- Editar imagem: preferiria editar diretamente na lista.
- Criar coleção: sucesso.
- Renomear coleção: sucesso.
- Associar imagem a coleção: não selecionou antes de clicar em "Associar", refez.
- Desassociar imagem: sucesso.
- Excluir coleção: sucesso.

## Questionário Final

Afirmiação	Nota
Eu achei o sistema fácil de usar	3
As funcionalidades estavam organizadas de forma lógica	4
Eu me senti confiante ao usar o sistema	3
A linguagem utilizada no sistema era clara e compreensível	4
A aparência do sistema era agradável	4
O sistema me deu feedback suficiente sobre minhas ações	4
Tive dificuldade para concluir as tarefas que me foram solicitadas	3
Eu entendi os resultados gerados pelo sistema após o processamento	4

## Perguntas Abertas

**O que você mais gostou no sistema?** O conceito de coleções e como elas agrupam as imagens.

**O que você menos gostou ou teve mais dificuldade em fazer?** Seleção múltipla para ações em lote.

**Mudaria algo na interface?** Adicionaría uma opção de seleção múltipla com checkboxes.

**Comentário adicional?** Sistema intuitivo e promissor para estudos de longo prazo com imagens.