

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO PARÁ - CESUPA  
ESCOLA DE NEGÓCIOS, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - ARGO  
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

ALESSANDRO VINÍCIUS SIQUEIRA SANTOS  
LUAN WESLEY SIQUEIRA PEREIRA  
RENATO SOUZA DE ALMEIDA NETO

**IOTREE: AMBIENTE SENSORIZADO PARA CULTIVO DE HORTICULTURAS**

BELÉM  
2020

ALESSANDRO VINÍCIUS SIQUEIRA SANTOS

LUAN WESLEY SIQUEIRA PEREIRA

RENATO SOUZA DE ALMEIDA NETO

**IOTREE: AMBIENTE SENSORIZADO PARA CULTIVO DE HORTICULTURAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Negócios, Tecnologia e Inovação do Centro Universitário do Estado do Pará como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação na modalidade MONOGRAFIA.

Orientadora: M.a Michelle Bitar Lelis dos Santos.

BELÉM

2020

**Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)**  
**Biblioteca do CESUPA, Belém – PA**

---

Santos, Alessandro Vinícius Siqueira.

IOTREE: ambiente sensorizado para cultivo de horticultura / Alessandro Vinícius Siqueira Santos, Luan Wesley Siqueira Pereira, Renato Souza de Almeida Neto; orientadora Michelle Bitar Lélis dos Santos. – 2020.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário do Estado do Pará, Engenharia da Computação, Belém, 2020.

1. Aplicativos móveis. 2. Software – Desenvolvimento. I. Pereira, Luan Wesley Siqueira. II. Almeida Neto, Renato Souza de. III. Santos, Michelle Bitar Lélis dos, orient. IV. Título.

ALESSANDRO VINÍCIUS SIQUEIRA SANTOS  
LUAN WESLEY SIQUEIRA PEREIRA  
RENATO SOUZA DE ALMEIDA NETO

**IOTREE: AMBIENTE SENSORIZADO PARA CULTIVO DE HORTICULTURAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Negócios, Tecnologia e Inovação do Centro Universitário do Estado do Pará como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação na modalidade MONOGRAFIA.

Data da aprovação:    /    /

Nota final aluno I: \_\_\_\_\_

Nota final aluno II: \_\_\_\_\_

Nota final aluno III: \_\_\_\_\_

Banca examinadora

---

Prof. M.a Michelle Bitar Lelis dos Santos  
Orientadora e Presidente da banca

---

Prof. M.e Pedro Henrique Sales Giroto  
Examinador

“A filosofia não visa a assegurar qualquer coisa externa ao homem. Isso seria admitir algo que está além de seu próprio objeto. Pois assim como o material do carpinteiro é a madeira, e o do estatuário é o bronze, a matéria-prima da arte de viver é a própria vida de cada pessoa.”

— Epiteto

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, a Deus, que está fazendo com que meus sonhos e desejos sejam realizados durante essa caminhada nos meus estudos.

Agradeço a minha mãe Maricelia dos Reis pelo esforço e apoio incondicional em todos os momentos difíceis e sempre me apoiando na minha trajetória, e por toda ajuda, que sozinha, me deu para realizar essa parte importante da minha vida. Com muita gratidão.

Agradeço a minha namorada que me acompanhou esses últimos meses me motivando muito no meu caminho e sempre me apoiando.

Agradeço a todos meus amigos: Caio Vinicius, Paulo Amador, Mayana Pontes, Lucas Kzan, Luan Wesley, Renato Souza e João Jorge. Poder compartilhar conhecimentos e momentos marcantes com eles foram essenciais para minha formação como pessoa.

Quero agradecer à professora orientadora Michelle Bitar, por se esforçar em orientar e motivar a nossa equipe nos momentos difíceis que passamos ao longo de todo o projeto. Muito obrigado.

**Alessandro Vinicius Siqueira Santos**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e família, que me ajudaram nesse percurso de formação educacional, sempre me guiando, fornecendo as melhores condições de estudo e por sempre me tratar com carinho e amor. Agradeço por moldarem a pessoa que sou hoje, com todos ensinamentos que foram repassados a mim.

À minha parceira Isabella, que sempre me tratou com amor, carinho e paciência e ajudou-me a reerguer em momentos difíceis que passei. E também pelas inúmeras ajudas em trabalhos que tive ao longo da faculdade.

À minha orientadora Michelle, que nos guiou para a construção desse trabalho e continuou conosco mesmo nos momentos mais complicados. E por ser uma professora sempre companheira e amiga com a turma.

À professora Alessandra, que me acolheu no GETA, deu oportunidades para me aperfeiçoar tecnicamente, e por ajudar a decidir minha escolha profissional. Obrigado por auxiliar o meu crescimento pessoal, com as longas conversas que tivemos, e por sempre socorrer nas horas apertadas.

Aos meus amigos, que compartilho as melhores memórias que vivi no ensino superior. Por sempre manter essa imensa amizade que desejo levar por toda minha vida, conversar sobre as melhores besteiras e sempre ajudar uns aos outros.

Por fim, agradeço a todos que participaram da minha caminhada pela vida, seja fazendo o bem ou mal, todos me passaram lições que me fizeram crescer e me tornar quem sou hoje.

**Luan Wesley Siqueira Pereira**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais Renato Fábio e Alice Maria e familiares por terem me proporcionado uma boa qualidade de vida e de estudo, e pelo apoio na maioria das minhas escolhas estando certas ou erradas.

À Gabriela Ágata, pelo apoio, amor e carinho proporcionado durante os anos que estivemos juntos até este momento.

À minha professora, orientadora e amiga, Michelle Bitar por estar ao nosso lado e nos ajudar nos tempos mais difíceis da nossa conclusão. Também agradeço a outros grandes professores com quem tive o prazer de ser lecionado nesta instituição.

Por último, agradeço aos meus companheiros e amigos, especialmente ao, Luan Wesley, Caio Vinicius, Yussef Toutenge, Luiz Flávio Clink, Renan Mello, Lucas Miguins, Arnaldo Prado, Caio Limão, Alessandro Vinicius, que puderam me ajudar durante os momentos de dificuldade durante a infame pandemia, seja com a confecção deste trabalho de conclusão, seja com as matérias na faculdade, ou seja no meu tempo livre.

**Renato Souza de Almeida Neto**

## RESUMO

O cultivo de plantas em residências popularizou por conta da mudança de mentalidade sobre sustentabilidade e saudabilidade. Entretanto, o cultivo necessita de tempo, espaço, conhecimento e outros fatores, os quais afastam as pessoas do interesse de cultivar hortas. Com isso, este trabalho tem o objetivo de criar um ambiente sensorizado para o cultivo de horticulturas residenciais. Para isso, foram mapeados os fatores que mais impactam no desenvolvimento de plantas e desenvolvido um banco de dados capaz de armazenar essas informações. Conectado diretamente ao banco de dados, um aplicativo móvel foi construído para mostrar ao usuário informações em tempo real do ambiente de uma planta, os quais foram coletadas dos sensores que estão dentro do modelo elaborado de estufa compacto.

**Palavras-chave:** Aplicativo Móvel. Cultivo Residencial. Estufa. Sensores.

## **ABSTRACT**

The growth of plants in homes became popular due to the change in mentality about sustainability and healthiness. However, cultivation requires time, space, knowledge and other factors, which keep people away from the interest of growing gardens. Thus, this work aims to create a sensorized environment for the cultivation of residential horticultures. For this, the factors that most impact on the development of plants were mapped and a database was developed capable of storing those data. Connected directly to the database, a mobile application was built to show the user real-time information of a plants' environment, which were collected from the sensors that are within the elaborated compact greenhouse model.

**Keywords:** Mobile Application. Residencial Growth. Greenhouse. Sensors.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pesquisa Pergunta 1	21
Figura 2 - Pesquisa Pergunta 2	21
Figura 3 - Pesquisa Pergunta 3	21
Figura 4 - Pesquisa Pergunta 4	21
Figura 5 - Pesquisa Pergunta 5	22
Figura 6 - Pesquisa Pergunta 6	22
Figura 7 - Pesquisa Pergunta 7	23
Figura 8- Plantário One	25
Figura 9- Plantário Mini, Maxxi e Pro respectivamente	26
Figura 10 - Plantário Snack	27
Figura 11 - City Crop	28
Figura 12 - The Smart Garden	29
Figura 13 - LeGrow Smart Garden	30
Figura 14 - Infográfico Problemas	31
Figura 15 - Infográfico Passo-a-Passo	33
Figura 16 - Infográfico Estufa	37
Figura 17 - Módulo WiFi ESP32 Bluetooth	38
Figura 18 - Sensor de Umidade e Temperatura AM2302 DHT22	38
Figura 19 - Sensor de Umidade do Solo Higrômetro	39
Figura 20 - Modelo Estufa Geral	40
Figura 21 - Modelo Estufa Frente	41
Figura 22 - Modelo Estufa Lateral	42
Figura 23 - Modelo Estufa Traseira Aberta	43
Figura 24 - Modelo Estufa Reservatório de Água	44
Figura 25 - Protótipo Geral	45
Figura 26 - Protótipo Traseira Aberta	46
Figura 27 - Protótipo Reservatório de Água	46
Figura 28 - Circuito Eletrônico	47
Figura 29 - Infográfico Aplicativo	48
Figura 30 - Glossário de Plantas (Categorias)	49
Figura 31 - Glossário de Plantas (Condimentos)	49
Figura 32 - Glossário de Plantas (Detalhes)	50
Figura 33 - Minhas Estufas (Vazio)	51
Figura 34 - Minhas Estufas (Adicionar)	51
Figura 35 - Minhas Estufas (Populado)	52
Figura 36 - Minhas Plantas (Vazio)	53
Figura 37 - Minhas Plantas (Populado)	53
Figura 38 - Minhas Plantas (Adicionar)	54
Figura 39 - Minhas Plantas (Detalhe)	55

Figura 40 - Conta (Entrar)	56
Figura 41 - Conta (Criação)	56
Figura 42 - Conta (Redefinir)	57
Figura 43 - Conta (Informações)	58
Figura 44 - Conta (Edição)	59
Figura 45 - Conta (Edição Senha)	59
Figura 46 - Social (Principal)	60
Figura 47 - Social (Postagem)	60
Figura 48 - Web Login	61
Figura 49 - Web Usuários	62
Figura 50 - Web Plantas	63
Figura 51 - Web Adicionar Plantas	64
Figura 52 - Web Estufas	65
Figura 53 - Adicionando pimenta-preta	67
Figura 54 - Plantas adicionadas	68
Figura 55 - Estufas não Adicionadas	69
Figura 56 - Inserção de Dados da Estufa	69
Figura 57 - Estufa Inserida	69
Figura 58- Inserção de Dados para Plantação	70
Figura 59 - Minhas Plantas Pimenta-preta	70
Figura 60 - Monitoramento em tempo real	71

## LISTA DE SIGLAS

PIB - Produto Interno Bruto	15
API - Interface de Programação de Aplicações	38
AD - Analógico-digital	39
NPM - <i>Node Package Manager</i>	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO DE ESTUDO	16
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA	18
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	19
2.1.1 Temperatura	19
2.1.2 Iluminação	19
2.1.3 Umidade	20
2.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA PARA A SOCIEDADE	20
2.3 TRABALHOS RELACIONADOS	23
2.3.1 Plantário	24
2.3.1.1 Plantário One, Mini, Maxxi e Pro	24
2.3.1.2 Plantário Snack	26
2.3.2 City Crop	27
2.3.3 The Smart Garden	28
2.3.4 LeGrow Smart Garden	29
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>31</b>
3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS	33
3.1.1 Adobe XD	34
3.1.2 Visual Studio Code	34
3.1.3 React	34
3.1.4 Node.js	35
3.1.5 PostgreSQL	35
3.1.6 React Native	35
3.1.7 Arduino Software (IDE)	36
3.1.8 Autodesk Fusion 360	36
3.2 ESTUFA	36
3.2.1 Microcontrolador	37
3.2.2 Sensores	38
3.2.4 Estrutura	39
3.2.5 Circuito Eletrônico	<a href="#">47</a>
3.3 APLICAÇÃO MÓVEL	47
3.3.1 Glossário	49
3.3.2 Minhas estufas	51

3.3.3 Minhas plantas	52
3.3.4 Login	55
3.3.5 Social	59
3.4 APLICAÇÃO WEB	61
3.5 BACKEND	65
<b>4 RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>67</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>72</b>
5.1 TRABALHOS FUTUROS	72
5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS	73
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE B</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito urbano, os maiores problemas de plantio residencial são a falta de espaço e tempo. Mesmo plantas que necessitam de esforços mínimos para serem cultivadas requerem alguns conhecimentos básicos de plantio, desmotivando quem deseja montar um jardim em seu lar. Por conta disso, para mitigar esses problemas, a aplicação de tecnologias no cultivo de plantas em ambientes internos torna-se necessário.

Segundo DORF e BISHOP (2001), a automação pode ser definida como o controle de uma ação de modo automático, diferente de algo que é feito manualmente. Esse conceito foi amplamente difundido nas revoluções industriais, em que trabalhos que antes eram feitos por humanos foram substituídos completa ou parcialmente por máquinas que executavam ou auxiliavam seus trabalhos de modo mais eficiente e permitindo menos falhas.

Com a quarta revolução industrial e com o desenvolvimento de novas tecnologias, a automação deixou de ser algo estritamente industrial e passou a englobar campos como segurança, agricultura, transporte, residência, saúde, energia, entre outros. Segundo GOLDBERG (2012), a pesquisa em automação enfatiza qualidade, incluindo: eficiência, produtividade e confiabilidade. Portanto, a automação pode ser usada como uma grande aliada no auxílio de criação de plantas *indoors* e *outdoors*.

O cultivo de hortaliças é enorme, visto que só em 2016 sua movimentação financeira total estimada do produto interno bruto (PIB) no Brasil, foi pouco mais de 5,3 bilhões de dólares, e para conseguir tal movimentação monetária, foram usados 537 mil hectares para cultivo. Porém devido ao cultivo ser feitos em extensas áreas, há dificuldades em colher 100% do que foi plantado, estimando-se que uma média de 20% das colheitas, em geral, são perdidas. Tal número se dá por conta de ser uma plantação em espaço aberto e a existência de pragas, o que leva a fazendeiros adotarem o uso de fertilizantes e defensivos. (GARCIA *et al.*, 2017).

Contudo, hoje em dia o foco do consumidor de hortas mudou, deixando de ser apenas sobre preço, sabor e conveniência. Os dois novos itens que passaram a ocupar grande parcela na escolha são: saudabilidade e sustentabilidade. Isso se dá pois, busca-se fugir de alimentos onde foram usados fertilizantes e defensivos e onde ocorrem desperdício de recursos naturais. Entretanto, isso não faz com que abram mão de um serviço que seja rápido e prático para sua demanda. (MODA *et al.*, 2019). Assim despertando no consumidor o interesse em criar um

jardim pessoal em seu lar com o objetivo de consumir o que é produzido, ou até simplesmente com propósito decorativo.

Um dos fatores que motiva a existência de jardins em residências é devido ao aumento da poluição do ar em grandes cidades. Para mitigar os riscos que o ambiente urbano pode trazer, uma das soluções é a presença de plantas em ambientes internos, devido às suas capacidades de filtração, absorção de toxinas e purificação do ar. Entretanto, segundo BRILLI *et al.* (2018), essa solução é pouco utilizada.

Plantas em ambientes internos além de ajudar na saúde física, promovem a preservação de uma boa saúde mental. Os estudos de RAANAAS *et al.* (2010), mostram que o uso de plantas em escritórios aumenta a concentração. Ou seja, pessoas que trabalham em prédios comerciais ou até *home office*, podem aumentar sua produtividade simplesmente adicionando plantas ao seu redor, ademais, pode ser um objeto decorativo para seu ambiente/espço.

Por conta do que fora citado anteriormente, hortas vem ganhando espaço nas cidades de várias maneiras, através de varandas, pátios, escritórios, estufas, entre outros. Esse movimento de hortas residenciais e hortas verticais, apesar de relativamente novo na América Latina, já é algo que está em crescimento no mercado mundial a vários anos.

Prova disso são que dados recentes demonstram, dentro das últimas duas décadas, que o valor de mercado de comida e bebida orgânica no mundo cresceu, aproximadamente, de 15 bilhões de dólares americanos para 97 bilhões de dólares americanos (IFOAM, 2019). Somado a isso, segundo a National Garden Association, entre os anos de 2008 e 2014 houve um aumento de 43% de investimentos em cultivos domésticos de plantas nos Estados Unidos.

Diante do cenário exposto, foi desenvolvido um protótipo que busca criar um ambiente para plantas, assemelhando-se a uma estufa com sensores, que façam o monitoramento de fatores que impactam seu desenvolvimento, juntamente com um aplicativo móvel que permite um monitoramento do cultivo à longa distância. Esse protótipo tem o objetivo de amenizar esforços necessários para a criação de plantas, como espaço e tempo, e provendo ao usuário o conhecimento necessário para o cultivo de diferentes espécies.

## 1.1 OBJETIVO DE ESTUDO

Este estudo possui dois objetivos, o ‘Objetivo Geral’ e o ‘Objetivo Específico’. Os mesmos são descritos abaixo.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é criar um ambiente sensorizado para o cultivo de horticulturas residenciais.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Mapear características que impactam no cultivo das plantas;
- Produzir dados que mostram a relevância do assunto para a sociedade;
- Elaborar um modelo de estufa compacto;
- Desenvolver um aplicativo;
- Sensoriar os dados relacionados a estufa;
- Desenvolver um banco de dados relacionado às informações das plantas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Os números de produtos genuínos brasileiros de ambientes ou estufas automáticas residenciais são pequenos comparados com o mundo, encontrando apenas um produto brasileiro, que é o PLANTÁRIO (2019). Já nos Estados Unidos e Europa, podem ser encontradas mais de 10 empresas que já trabalham com esse tipo de solução, como mostrado pelo site SMART GARDEN GUIDE (2018). Entre elas podem ser destacadas: The Smart Garden, City Crop e LeGrow Smart Garden. Assim, pode-se notar uma carência desse tipo de solução para o cenário brasileiro.

Um dos motivos da existência dessas estufas automáticas residenciais é que o cultivo de plantas necessita de vários cuidados como umidade do ar e solo, espaço, temperatura e iluminação. E, para que os fatores de crescimento sejam supridos, o cultor deve dispor de três elementos: conhecimento, tempo e espaço. Então, mesmo que uma pessoa tenha interesse por plantações *indoors*, ela pode se desmotivar por não conseguir completar esses requisitos.

Outra razão para a utilização de estufas residenciais é que as pessoas estão mudando seus hábitos alimentares para uma alimentação mais orgânica. O setor de produtos orgânicos está em constante expansão. Ele possui uma movimentação anual de R\$ 3 bilhões e um crescimento médio de 20% ao ano, segundo a Naturaltech e a Bio Brazil Fair, quais são eventos que reúnem feiras de alimentos orgânicos e naturais (EXAME, 2018). Todavia, estes produtos ainda possuem um preço elevado se comparado com o resto dos alimentos, desestimulando a compra.

Pode-se notar isso em um cenário mais regional em que constantemente há feiras de produtos orgânicos em Belém nos dias de segunda-feira, terça-feira, quarta-feira e sábado, além de empreendimentos que vendem apenas produtos orgânicos como o Empório Amazônico (AMAZONIAHEALTHY, 2019).

Diante do crescimento expressivo do interesse por alimentos orgânicos nacionalmente e regionalmente e, de dificuldades de cultivo *indoors*, é válido o desenvolvimento de um ambiente que auxilia a criação *indoor* de jardins em conjunto com um aplicativo móvel para monitoramento do mesmo.

### 1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Com o intuito de desenvolver este projeto, foram usados os procedimentos a seguir: análise de sistemas similares, sensorização e elementos aplicados em automação, pesquisa relacionada ao cultivo de hortas em estufas/ambientes enclausurados, critérios essenciais para o desenvolvimento de vegetais e estudo de desenvolvimento de aplicativos móveis.

A pesquisa foi transversal, visto sua duração de um semestre e a mesma teve uma abordagem qualitativa. Por ser necessária a comparação com materiais já tratados, a procedência dos dados é secundária. Mediante a necessidade da criação de um ambiente sensorizado para o cultivo de hortas e uma aplicação móvel para comunicação com o ambiente, o resultado é considerado como pesquisa aplicada devido ser uma aplicação prática.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este tópico tem como objetivo apresentar as bases teóricas para o desenvolvimento deste trabalho. Os assuntos abordados foram: condições climáticas, a importância do tema para a sociedade e os trabalhos relacionados dispostos no mercado.

### **2.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

Baseado no artigo desenvolvido por NAVA (2011), certas plantas dependem de condições climáticas específicas para seu crescimento, onde tais condições podem afetar o desenvolvimento da planta, até a sua produção de pólen.

Algumas condições climáticas são: Temperatura, Umidade, Iluminação, entre outros. As condições abordadas nesta monografia serão as de fácil controle e estão detalhadas abaixo.

#### **2.1.1 Temperatura**

O desenvolvimento de plantas é diretamente interferido pelo nível de temperatura, onde geralmente quanto maior a temperatura, maior é o crescimento. Entretanto, como outros organismos vivos, espécies vegetais possuem um intervalo de temperatura ideal para sua sobrevivência e dentro desta temperatura ideal, há a temperatura ótima, onde seu desenvolvimento é o mais elevado (ATIVIDADE RURAL, 2012).

A temperatura pode interferir em vários aspectos de um vegetal, tais como: formação da clorofila, na sua coloração, no abortamento de flores, entre outros. Certos tipos de vegetais podem até mesmo não florescer por conta de elevada ou baixa temperatura.

#### **2.1.2 Iluminação**

A luz é um fator muito importante na maioria das plantas, pois a fotossíntese está ligada diretamente a ela. Plantas bem ensolaradas tem maior produção de clorofila e produção de princípios ativos em plantas medicinais.

Plantas podem ser classificadas em 3 categorias, as de dia curto são aqueles que florescem quando recebem pouca iluminação; as de dia longo são aquelas que florescem quando recebem maior iluminação e as neutras, onde a iluminação não interfere no florescimento (ATIVIDADERURAL, 2012).

A frequência da luz, que altera sua coloração, é um ponto importante no desenvolvimento de plantas. A cor azul ajuda no crescimento vegetativo, que é entre a germinação e a floração, enquanto a cor vermelha influencia no alongamento do talo, ou seja, ajuda na sua floração. Portanto as cores mais importantes são azul e vermelho (DICASLED, 2019).

### 2.1.3 Umidade

Há duas umidades que afetam o desenvolvimento de plantas. Uma é a umidade do ar e a outra a umidade do solo.

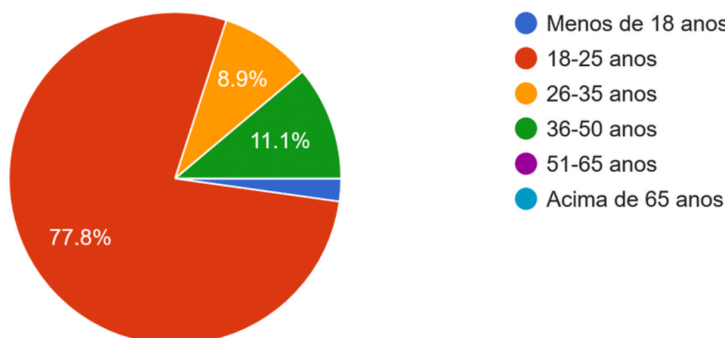
A umidade do ar pode ser caracterizada como a porcentagem de água na forma de vapor presente na atmosfera. Enquanto certas plantas preferem que a umidade do ar se mantenha a 40%, há plantas que requerem até mais que 60%. Caso haja uma quantidade baixa de temperatura no solo, a planta retira umidade de suas raízes para transferi-la para seus poros e garantir a respiração. (HODGSON, 2007). Porém, alta umidade pode causar doenças fúngicas na vegetação, tais como: Oídio e Mofo Cinzento. (PFEUFER et al., 2016).

## 2.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA PARA A SOCIEDADE

Uma pesquisa feita pela *ORGANIC TRADE ASSOCIATION* (2016), mostra que pessoas de 18-34 anos, que são denominados de *Millennials* (pessoas nascidas de 1981-1996), foram responsáveis por mais de 52% da compra de comida orgânica nos EUA. Por conta do aumento no consumo de comida orgânica, e pela maior aceitação e facilidade do uso de tecnologias pelos *millennials*, percebe-se que o assunto é de relevância para a sociedade.

Com o intuito de coletar dados de interesse da população local, foi elaborada uma pesquisa com o uso da plataforma *Google Forms* (Formulários Google). Com ela pôde-se analisar as seguintes informações:

Figura 1 - Pesquisa Pergunta 1  
Qual sua idade?

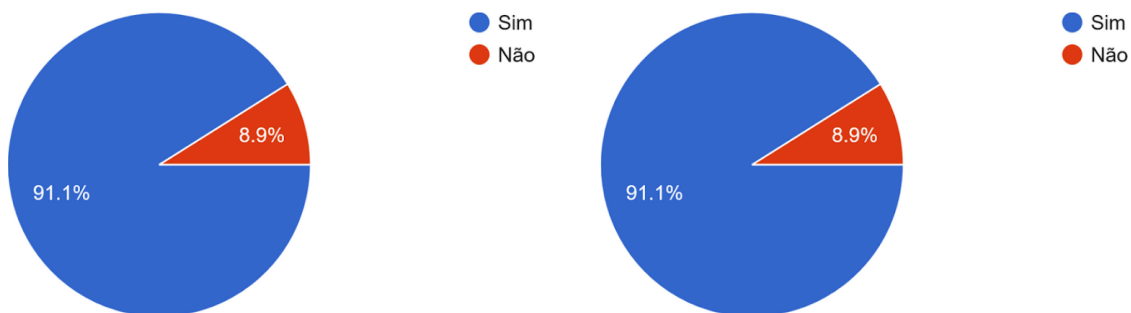


Fonte: AUTORES

- Quase 87% dos entrevistados se encaixam no grupo de *Millennials* (figura 1).

Figura 2 e 3 - Pesquisa Pergunta 2 e Pesquisa Pergunta 3

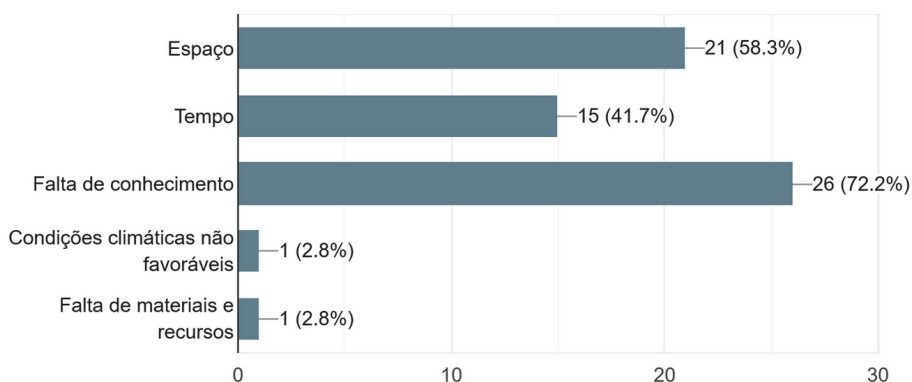
Você se interessa por produtos orgânicos?      Você possui interesse em cultivar um jardim em sua casa?



Fonte: AUTORES

- 91,1% se interessa por produtos orgânicos e possuem o interesse de cultivar um jardim em sua residência (figura 2 e 3).

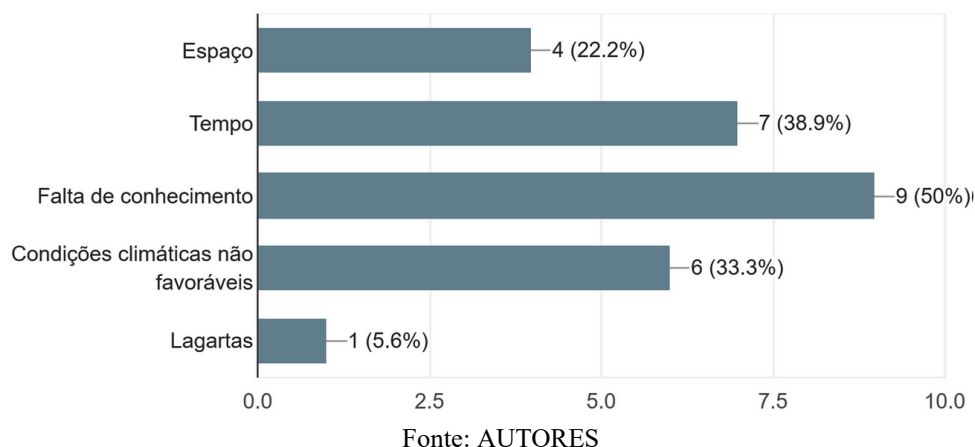
Figura 4 - Pesquisa Pergunta 4  
Se você tem interesse mas não faz a criação de hortas, selecione os motivos:



Fonte: AUTORES

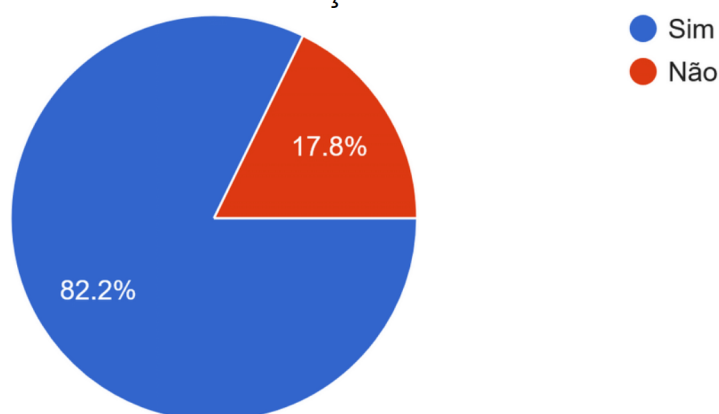
- No conjunto das pessoas que não fazem criação de hortas (figura 4), o maior problema para começar uma é a falta de conhecimento, seguido de pouco espaço para cultivo.

Figura 5 - Pesquisa Pergunta 5  
Se você faz a criação de hortas, quais dificuldades você encontra:



- Os principais problemas que as pessoas que possuem hortas (figura 5) encontram é a falta de conhecimento, seguido por tempo. Além destes fatores, condições climáticas não favoráveis surge como uma das dificuldades.

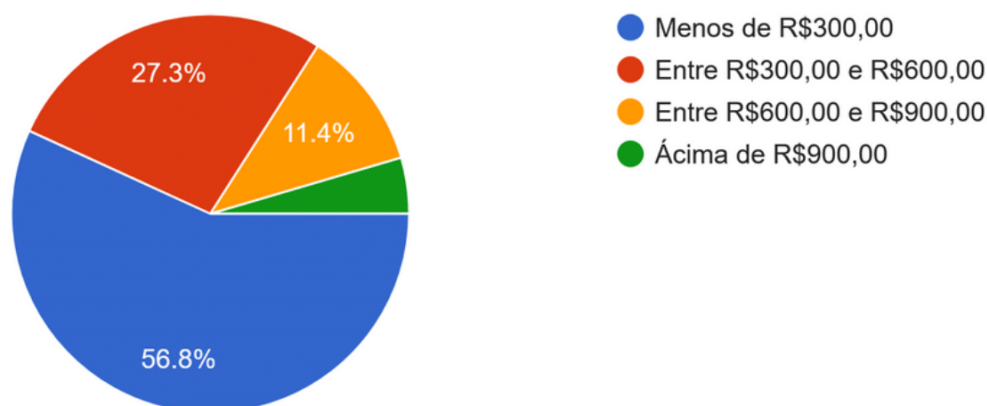
Figura 6 - Pesquisa Pergunta 6  
Você compraria uma estufa residencial compacta e automatizada, capaz de cuidar de hortas sem intervenção humana?



- Dos entrevistados, mais de 80% possui o interesse de comprar uma estufa capaz de cuidar de hortas sem intervenção humana (figura 6).

Figura 7 - Pesquisa Pergunta 7

## Quanto você estaria dispostos a pagar por uma estufa residencial automatizada?



Fonte: AUTORES

- Pouco mais de 50% dos entrevistados, prefere gastar menos de R\$300,00 em uma estufa residencial automatizada, seguido por 27% entre R\$300,00 e R\$600,00; e 11% entre R\$600,00 e R\$900,00 (figura 7).

Através dessas informações, percebe-se que a população local segue as tendências nacionais e internacionais, quais foram citados ao decorrer deste trabalho.

Também pode-se retirar da pesquisa que as pessoas interessadas são caracterizadas por serem pessoas que não possuem espaço, tempo e conhecimento necessário para criação de uma horta; e entusiastas de plantas que desejam cultivar espécies que necessitam de condições climáticas diferentes que não possam ser alcançadas na região onde vive.

### 2.3 TRABALHOS RELACIONADOS

Há vários sistemas que tem o objetivo de auxiliar o cultivo de plantas *indoors*. Por conta disso, este trabalho será focado somente naqueles que possuem funções automatizadas, ou seja, que sejam controlados sem a interferência humana.

Há no mundo pelo menos 14 empresas que se encaixam no critério acima, sendo uma delas de cunho nacional. Entre elas, podemos destacar: ‘Plantário’, ‘City Crop’, ‘The Smart Garden’ e ‘LeGrow Smart Garden’.

A seguir, será exposto a descrição dos produtos fornecidos por essas empresas, assim como, algumas de suas funcionalidades.

### 2.3.1 Plantário

A empresa Plantário oferece 5 opções de venda, sendo uma delas um modelo aberto, o qual não permite um controle otimizado do seu ambiente, portanto terá seu próprio subtópico. Ela também disponibiliza a venda de algumas sementes, substratos, mudas, vasos e pavios (que servem para irrigação). Em 4 dos 5 produtos ofertados, o plantio das hortas se dá pelo uso de substrato orgânico, que são sedimentos feitos para substituir a terra, rico em macronutrientes e pode ser composto de vários materiais orgânicos e adubo. Já em outro modelo, o ‘Pro’, o plantio é feito com a técnica de hidroponia.

Hidroponia é o cultivo de plantas sem o uso de solo, utilizando uma solução nutritiva com o uso de água, em que seus benefícios são um crescimento acelerado, alta produtividade e fácil manutenção (DOS SANTOS, *et al.* 2013). Outro método de hidroponia é com o uso de substratos inertes que são solos que não são: porosos e retentores oxigênio e umidade; além de possuírem mínima ou nula quantidade de nutrientes.

Por não mencionarem ou fazerem a venda de substratos inertes, leva-se a acreditar que a Plantário utiliza o método aquático em relação a técnica de hidroponia usada no modelo ‘Pro’.

#### 2.3.1.1 Plantário One, Mini, Maxxi e Pro

Os modelos fechados, garantem a capacidade de cultivo de todos os tipos de vegetais e crescimento de até duas vezes mais rápido das plantas, caso seja usada as sementes vendidas pela empresa. Pode-se usar sementes comuns, porém, não será garantido o desempenho, produtividade e sabor que as compradas na Plantário. O mesmo é dito em relação ao substrato.

O modelo ‘One’ (figura 8) é o principal, portanto é o único que possui a opção de cores diferentes.

Figura 8- Plantário One



Fonte: PLANTÁRIO (2019)

Ele possui capacidade para 9 plantas, tanque com capacidade de 15 litros; controle de iluminação, irrigação e ventilação; há reservatórios plásticos removíveis e higienizáveis; luzes indicadoras de nível de água, irrigação e funcionamento; tendo uma medida de 69 centímetros de altura, 45 centímetros de largura e 49 centímetros de profundidade. Este modelo possui o diferencial de poder ser conectado direto à rede hidráulica, logo, é o único dos modelos que possui esta funcionalidade.

As outras versões são, de certa forma, alterações no design do 'One' para obter uma maior variedade como o modelo Mini, Maxxi, Pro (figura 9).

Figura 9- Plantário Mini, Maxxi e Pro respectivamente



Fonte: PLANTÁRIO (2019)

O modelo 'Mini', é mais compacto, tendo capacidade de 10 litros e 4 vasos; ele possui 58 centímetros de altura, 30 centímetros de largura e 34 centímetros de profundidade. O modelo 'Maxxi' possui espaço para 18 vasos; não há informação de qual sua capacidade de armazenamento de água e seu tamanho. O modelo 'Pro' é o único que utiliza o método de hidroponia, o qual consiste na submersão da raiz da planta em solução aquática; não há informação a quantas vasos ou plantas são suportadas por ele e qual o seu tamanho.

#### 2.3.1.2 Plantário Snack

O modelo 'Snack' (figura 10) é voltado para temperos, portanto, o mesmo é aberto e não possui um controle de ventilação. Apesar disso, ele possui todas as funções disponíveis no 'Mini'.

Figura 10 - Plantário Snack



Fonte: PLANTÁRIO (2019)

Tem a capacidade de até 3 vasos, porém não há informações em relação a quantidade de água suportada. Suas dimensões são de 18 centímetros de altura, 38 centímetros de largura e 18 centímetros de profundidade.

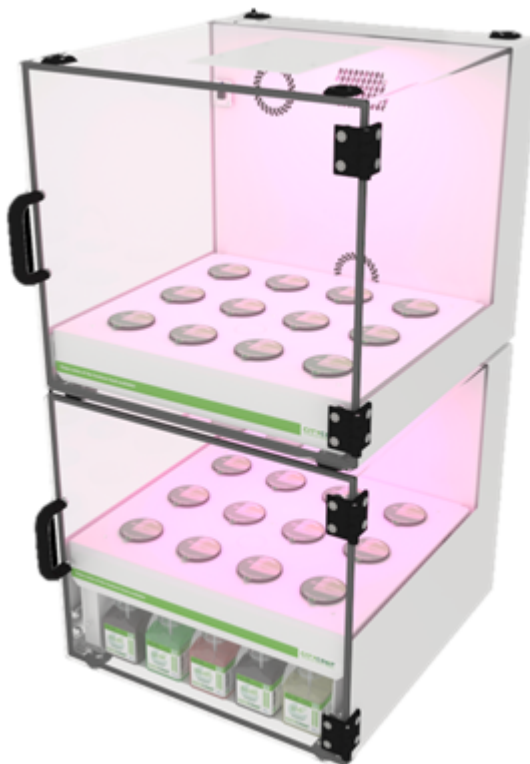
### 2.3.2 City Crop

A City Crop (figura 11) oferece um dispositivo inteligente que permite a criação de alimento livre de pesticidas. Há duas opções de vendas, um modelo com o dispositivo principal e um modelo com a adição de um módulo. Ambos oferecem as mesmas funções, sendo única diferença é na quantidade de plantas, a menor suporta 12 plantas e a maior 24 plantas. O modelo menor tem 45 centímetros de altura, 45 centímetros de largura e 49 centímetros de profundidade, enquanto o modelo maior tem 85 centímetros de altura, 45 centímetros de largura e 49 centímetros de profundidade (CITY CROP, 2019).

Estes produtos são fechados, logo, foram projetados para controlar a temperatura, umidade, iluminação e ventilação, nutrientes e pH. O sistema de plantio é através da hidroponia, pois assim, ele consegue dosar a quantidade necessária de nutrientes para as plantas.

Esta empresa fornece a venda de suas próprias sementes e, apesar de não recomendarem, permite que sejam plantadas sementes adquiridas de outros meios. Os tipos de hortas que podem ser plantadas são: Folhas verdes, ervas, alfaces, *microgreens* e exóticas.

Figura 11 - City Crop



Fonte: CITY CROP(2019)

O diferencial deste produto é a integração com um aplicativo móvel, que permite o controle de temperatura, umidade, luminosidade e ciclos aquáticos pelo uso do celular. Para plantar, basta escolher no celular qual espécie será plantada e o produto adapta suas configurações para o melhor crescimento desta planta. Também pode-se ver o progresso das plantas através de dados disponibilizados no aplicativo.

O aplicativo também visa dar sugestões e dicas de como melhorar o progresso da plantação. O mesmo possui um comunidade onde é possível compartilhar experiências com outros usuários, mas não foi possível encontrar em seu aplicativo esta seção.

### 2.3.3 The Smart Garden

O The Smart Garden (figura 12) é mais uma solução para cultivos de plantas *indoor*. Desenvolvido pela empresa Click and Grow, este dispositivo possui 21 centímetros de altura e 30 centímetros de comprimento. Seu design é um diferencial chamativo, pois além de ser compacto, o que possibilita uma flexibilidade de posicionamento, possui um visual bonito, podendo se mesclar facilmente com a decoração da casa.

Uma de suas funcionalidades é o controle de irrigação automático, que é necessário apenas que a pessoa encha de água a cada 3 dias, diminuindo a preocupação diária de regar as plantas. Além disso, há também o controle de iluminação e controle de nutrientes que são vendidos pela própria empresa para melhorar o crescimento da planta. A empresa também vende as sementes que ela mesma produz para que haja melhores resultados (CLICK AND GROW, 2019).

Figura 12 - The Smart Garden



Fonte: CLICK AND GROW (2019)

Esse produto entretanto apenas comporta organismos de pequeno porte devido ao seu tamanho, estando limitado a alguns temperos e ervas. O produto também não possui um tratamento único para cada tipo de planta, ou seja, é assumido que todas as plantas precisam da mesma quantidade de água, luz e nutrientes. Assim como não possui um aplicativo para que seja feito o acompanhamento do cultivo, como alertar a pessoa que o nível de água está baixo e informar quando ela estará boa para a colheita. Ele também não possui um ambiente fechado, tornando impossível o controle da temperatura deste.

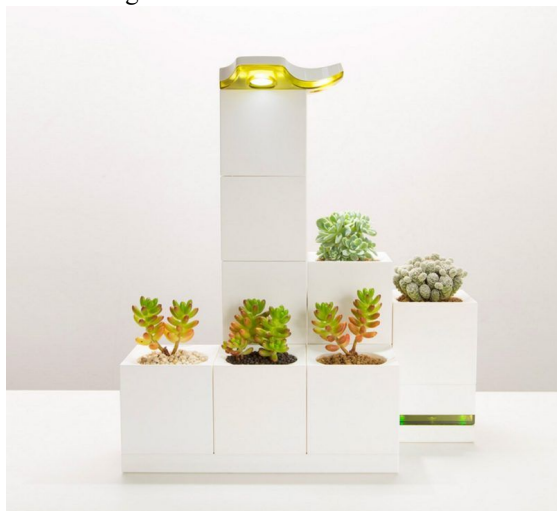
### 2.3.4 LeGrow Smart Garden

LeGrow Smart Garden foi um produto que teve origem no site kickstarter.com. Este site é uma comunidade que ajuda pessoas que possuem projetos a concretizá-los por meio da

arrecadação de fundos e divulgação do mesmo. Atualmente este projeto já se tornou uma empresa que possui dispositivos de controle automático de jardins *indoor*.

O design do produto é voltado para a criação de um jardim modular. Ele possibilita que o usuário faça um arranjo customizado para os vasos, podendo mudar de acordo com o seu gosto a disposição dos dispositivos. Essa característica é muito boa visto que muitas pessoas que vivem em apartamentos e possuem um espaço reduzido para o cultivo, tornando uma necessidade de um produto que se encaixe de algum modo em sua residência.

Figura 13 - LeGrow Smart Garden



Fonte: LEGROW(2019)

O dispositivo é capaz de umidificar o ambiente e de controlar a iluminação deste. Ele possui também um sistema de drenagem de água caso a pessoa regue desnecessariamente, fazendo com que o recipiente não transborde. Há também um módulo de carregamento USB, ou seja, caso o usuário posicione o equipamento em sua mesa, ele poderá carregar seu celular a partir do LeGrow (LEGROW, 2019).

O produto não possui um controle de irrigação automática, ou seja, ainda é necessário que o agricultor faça manualmente este trabalho. Este não possui um aplicativo móvel para indicar quando é necessário ser feita a irrigação e quando a planta estará boa para a colheita. E ele não possui um banco de dados para tratar diferentes plantas de jeitos diferentes, tendo o mesmo controle de umidade e iluminação para todas.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Diante dos problemas já citados foi desenvolvido o IoTree, sistema que possui um ambiente sensorizado para cultivo de horticulturas. A figura 14 agrupa e ilustra as principais dificuldades encontradas (citadas ao longo do trabalho) por pessoas quando planejam criar sua horta.

Figura 14 - Infográfico Problemas



Fonte: AUTORES

O IoTree consiste em três protótipos finais, sendo estes: estufa, aplicação móvel e aplicação web. O último tem acesso restrito a apenas aos administradores do sistema.

A estufa é um recipiente com dispositivos eletrônicos capazes de sensoriar seu ambiente, enviando dados para o aplicativo móvel e sugerindo ajuste do ambiente ao redor da

planta para um melhor desenvolvimento da espécie cultivada, como por exemplo, espaço destinado a armazenar água para irrigação, e terra para receber a semente.

O aplicativo móvel é um software que fornece informações de diversas plantas, apresenta dados em tempo real da estufa e dispõe de uma rede social voltada para pessoas que são interessadas em hortas.

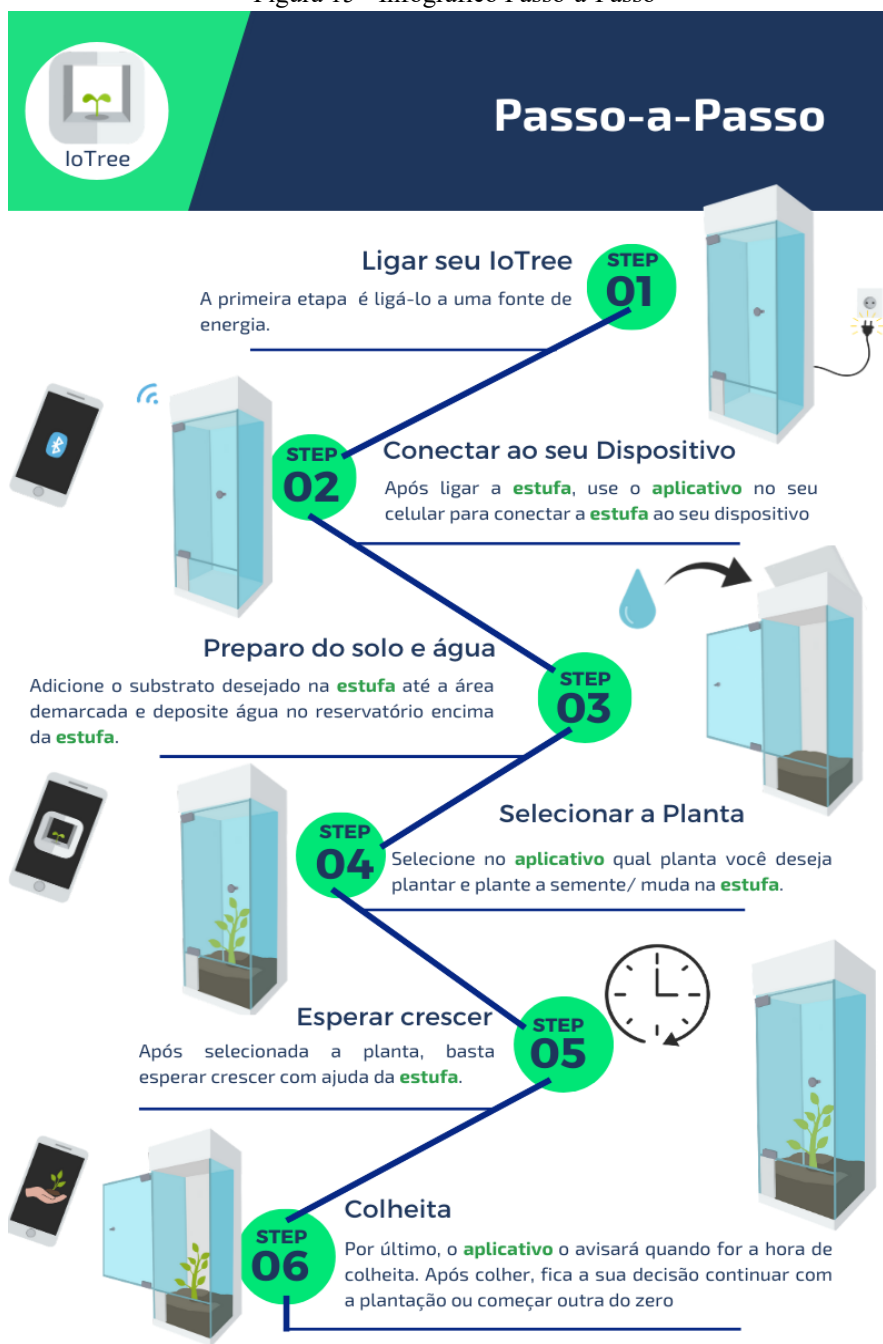
O aplicativo web é um software para administrar os usuários, a rede social e o banco de dados que contém todas as espécies de plantas que o IoTree abrange.

As adversidades que o IoTree propõe resolver são:

- Espaço: o protótipo não possui grandes dimensões, facilitando assim o posicionamento e inclusão de plantas em diferentes espaços.
- Tempo: a planta cultivada não necessita ser irrigada constantemente, o sistema mostra o tempo certo para a irrigação de cada planta.
- Falta de conhecimento: o aplicativo fornece informações ao usuário como o tempo de colheita, tipo de solo e ambiente ideal.
- Ambiente: a estufa tem a capacidade de abrigar os mais variados tipos de plantas e mostrar informações em tempo real do ambiente em questão.

Com o objetivo de reduzir esforços, o IoTree busca interações mínimas do usuário com a planta, mostrando informações relevantes para otimizar o tempo que ele possui para cuidar de suas plantas.

Figura 15 - Infográfico Passo-a-Passo



Fonte: AUTORES

A figura 15 apresenta um passo-a-passo de como utilizar a estufa e o aplicativo para cultivar sua planta, e as principais interações que o usuário necessita realizar.

### 3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foi-se utilizado diversos softwares para alcançar o resultado final. A seguir serão listados todos os programas com uma breve descrição de suas funcionalidades e a sua aplicabilidade no trabalho desenvolvido.

### **3.1.1 Adobe XD**

Desenvolvida pela empresa Adobe, o Adobe XD é uma plataforma de criação de designs para sites, aplicativos móveis, jogos e outros tipos de interface, possuindo uma ferramenta de coedição, permitindo que uma equipe de pessoas trabalhem em um mesmo projeto, além de realizar o armazenamento dos projetos em nuvem (ADOBE 2020).

O Adobe foi utilizado para a prototipação das telas da aplicação móvel e web. A ferramenta foi escolhida por ser completa e permitir a colaboração simultânea de várias pessoas, além de fornecer um bom ambiente de testes para os protótipos.

### **3.1.2 Visual Studio Code**

O Visual Studio Code ou apenas VS Code é um editor de códigos simples e completo da empresa Microsoft, que possui uma ótima integração com outras ferramentas, suporte a várias linguagens de programação, e conta com um ambiente que pode ser customizado de acordo com os gostos do usuário (MICROSOFT 2020).

Essa ferramenta foi escolhida para editar todos os códigos da aplicação móvel/web e do *back-end* do IoTree, por ser a ferramenta mais utilizada ao longo do curso e por apresentar um excelente ambiente para programação.

### **3.1.3 React**

React é uma biblioteca Javascript para criar interfaces de usuário. Utiliza-se de *views* para criar UIs interativas, componentização de seus elementos, e em sua página na internet é disponibilizada uma documentação completa sobre a tecnologia (FACEBOOK 2020).

O React foi utilizado para o desenvolvimento da aplicação web por ser uma ferramenta que utiliza uma das linguagens mais utilizadas pelos autores e pela facilidade da criação de interfaces.

### 3.1.4 Node.js

Node.js é uma tecnologia de desenvolvimento de aplicações escaláveis de rede, assíncrono orientado a eventos, criado pela organização sem fins lucrativos *The OpenJS Foundation* (THE OPENJS FOUNDATION 2020).

A vantagem de usar o NodeJs para o backend é possuir a mesma linguagem das aplicações, não necessitando aprender outra linguagem de programação, além de ser conhecida pela equipe do projeto e por ser de fácil utilização.

### 3.1.5 PostgreSQL

PostgreSQL é, há 30 anos, um sistema de código aberto de banco de dados relacional que possui uma reputação por ser performático, robusto e confiável e possui uma grande comunidade (POSTGRESQL 2020).

O PostgreSQL foi utilizado na criação do banco de dados do IoTree para salvar as informações de todo o sistema, e ele foi escolhido por ser um banco relacional, mais robusto comparado aos demais, e por possuir uma escalabilidade e confiabilidade alta para o sistema.

### 3.1.6 React Native

React Native é um framework para desenvolvimento móvel baseado em React, desenvolvido pela empresa Facebook. O React possibilita a criação de aplicações híbridas, ou seja, tanto para Android quanto para iOS, utilizando a linguagem JSX, sendo ela uma extensão de sintaxe para JavaScript (FACEBOOK, 2019).

O React Native foi utilizado no desenvolvimento da aplicação móvel por possuir uma grande comunidade e motivado pela familiaridade dos autores com a tecnologia e por utilizar a mesma linguagem no React e NodeJs.

### **3.1.7 Arduino Software (IDE)**

Arduino Software (IDE) é uma plataforma de código aberto que facilita a edição, compilação e carregamento de códigos escritos em C para unidades microcontroladoras baseadas em arduino (ARDUINO 2020).

Esta tecnologia foi escolhida por ser compatível com a placa de circuitos ESP32 facilitando o carregamento de códigos para o microcontrolador.

### **3.1.8 Autodesk Fusion 360**

Pertencente à empresa Autodesk, Fusion 360 é um programa utilizado para o uso de T-Splines para formatação de imagens, modelagem 3D de superfícies e sólidos, preparação de modelos para impressões 3D, entre outros (TECHTUDO, 2014).

O programa foi utilizado para projetar o estilo do protótipo, assim, ajudando na confecção em conjunto com um profissional. Este programa foi escolhido por ser amplamente utilizado no mercado, facilitando a busca de materiais educativos do mesmo.

## **3.2 ESTUFA**

A estufa representa o recipiente que contém um reservatório de água, um local reservado para que seja depositado o solo, um espaço para o desenvolvimento da planta e dispositivos eletrônicos. A estufa é formada a união de três componentes: o microcontrolador, os sensores e a estrutura.

Figura 16 - Infográfico Estufa



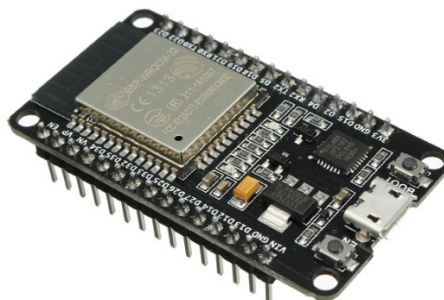
Fonte: AUTORES

A figura 16 ilustra a representação final da estrutura e lista todas as funcionalidades da estufa do IoTTree.

### 3.2.1 Microcontrolador

O microcontrolador escolhido foi o módulo ESP32 (figura 17). Ele possui alta performance para aplicações envolvendo wifi, possui um baixo consumo de energia e bluetooth BLE 4.2 embutido (FILIPEFLOP, 2019).

Figura 17 - Módulo WiFi ESP32 Bluetooth



Fonte: FILIPEFLOP(2019)

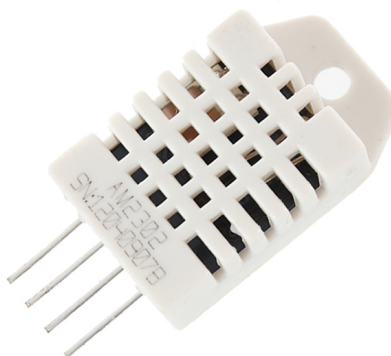
O ESP32 é responsável por agrupar os dados que os sensores coletam e fazer o envio destes para a API (Interface de Programação de Aplicações) no backend. As APIs são um tipo de “ponte” que proporcionam a integração entre sistemas que possuem linguagens totalmente distintas de maneira ágil e segura.

### 3.2.2 Sensores

O sensoriamento é realizado para checar se o ambiente interno da estufa está propício para um crescimento ótimo da planta, e enviar essas informações para o microcontrolador. A estufa conta com sensores de temperatura, umidade do ar e umidade do solo.

Para sensoriar a temperatura e umidade do ambiente, foi escolhido o sensor DHT22 (figura 18). Ele é um sensor de temperatura e umidade que faz leituras de temperaturas entre  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  e umidade entre 0 a 100% (FILIPEFLOP, 2019).

Figura 18 - Sensor de Umidade e Temperatura AM2302 DHT22

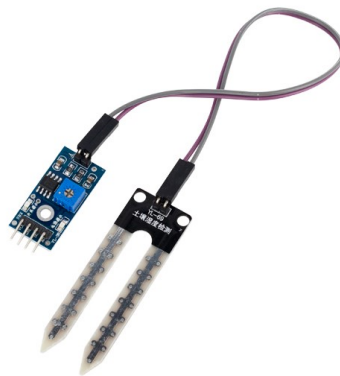


Fonte: FILIPEFLOP(2019)

O DHT22 foi selecionado por ser mais preciso que outros disponíveis no mercado na sua faixa de preço, além de possuir dois sensores (umidade e temperatura) em apenas um equipamento. A estufa conta com 2 sensores DHT22, distribuídos no topo e na base da estrutura, pois assim é possível ter uma leitura mais precisa e real de todo o ambiente da estufa, visto que as medições podem variar de acordo com a altura que são coletadas.

O sensoriamento de umidade do solo é feito pelo sensor de Umidade do Solo Higrômetro (figura 19). O sensor detecta variações de umidade no solo, ou seja, se o solo está seco a saída do sensor fica em estado alto, e quando úmido em estado baixo, ou utilizar a saída analógica para conectar a um conversor AD (Analógico-digital) para ter uma melhor precisão nas leituras (FILIFEFLOP, 2019).

Figura 19 - Sensor de Umidade do Solo Higrômetro



Fonte: FILIFEFLOP(2019)

O sensor de Higrômetro é responsável por recolher a umidade do solo, e com essa informação verificar se é necessário que haja irrigação ou não.

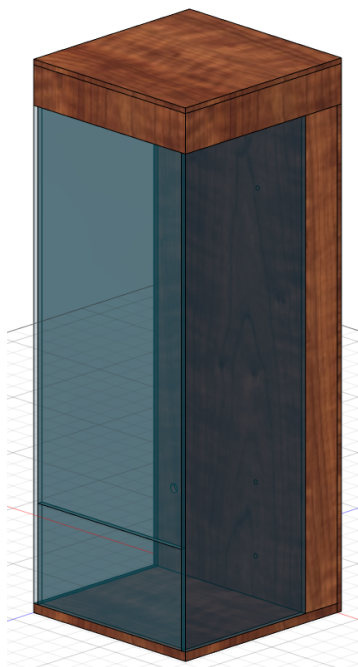
### 3.2.4 Estrutura

O projeto da estrutura da estufa baseou-se no estilo de alguns produtos relacionados apresentados neste trabalho. Suas dimensões tem como objetivo abranger um grande número de espécies de plantas porém, ainda ser um modelo compacto e capaz de ser incorporado facilmente em ambientes residenciais e escritórios.

Por isso, foi pensado para este protótipo um projeto moderno e minimalista pois sua estética deve, não apenas ser a de um objeto que tem a função de desenvolver plantas, mas ser agradável ao ponto de melhorar a decoração do ambiente.

Inicialmente a estrutura seria fabricada em plástico, por isso a arte da estufa foi modelada no aplicativo Fusion 360. Porém o material utilizado na impressão ao entrar em contato com a água, é degradado rapidamente, diminuindo a vida útil da estrutura, além do alto custo de fabricação. Então para o protótipo final esta ideia foi abandonada.

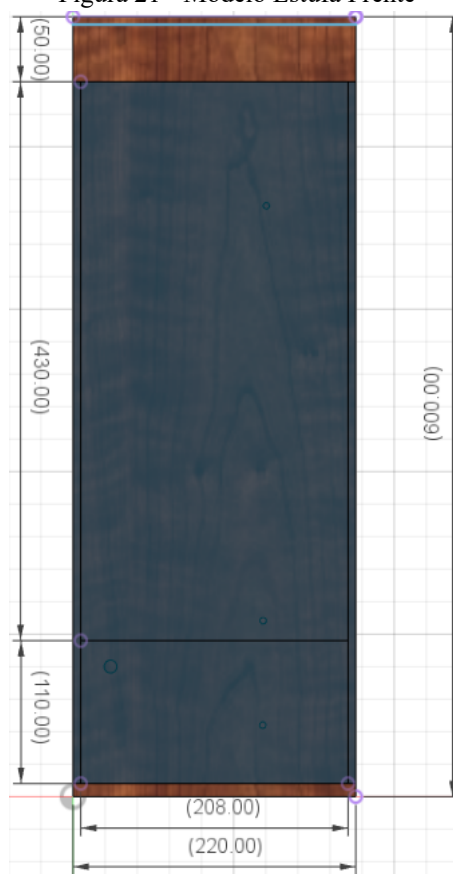
Figura 20 - Modelo Estufa Geral



Fonte: AUTORES

Assim, os materiais escolhidos para a estrutura da estufa foram vidro e madeira, como mostrado na figura 20. O vidro possui uma estética agradável, assim, além de ser fácil de introduzir visualmente no ambiente, a planta pode ser vista sem necessidade de deixar aberto o compartimento, e a madeira foi utilizada para esconder fios e dispositivos eletrônicos. Como demonstrado nas figuras a seguir.

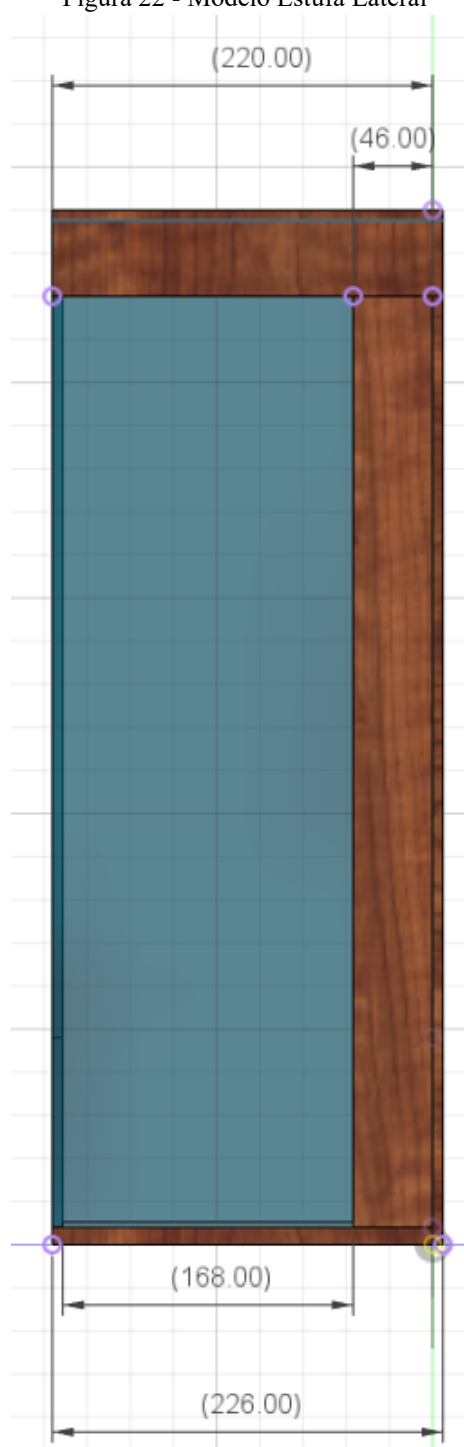
Figura 21 - Modelo Estufa Frente



Fonte: AUTORES

A forma escolhida para o estilo é de um paralelepípedo (figura 21) com as dimensões de: 60 centímetros de altura, 26 centímetros de profundidade e 22 centímetros de largura. A figura 21 mostra as dimensões em milímetros de largura e altura total do protótipo; largura e altura dos vidros frontais; altura da porta de vidro; e altura do reservatório de água.

Figura 22 - Modelo Estufa Lateral

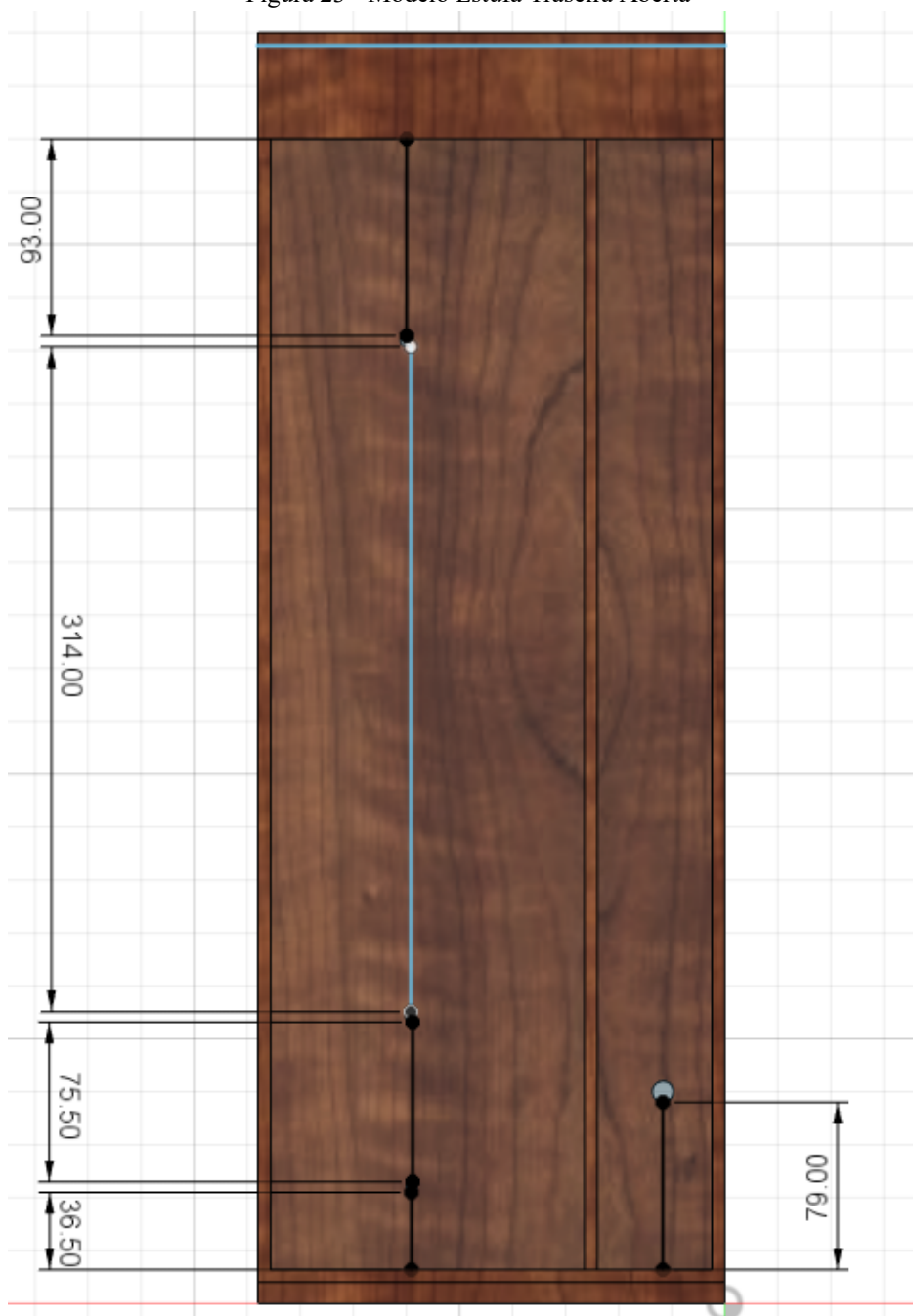


Fonte: AUTORES

A figura 22 mostra as dimensões em milímetros de profundidade total da estufa, vidros laterais, compartimento traseiro e do reservatório de água.

A figura 23 mostra como estão posicionados os furos para sensores e para a mangueira de irrigação no compartimento traseiro da estufa. A Figura abaixo, também mostra a distância entre furos e das bordas do compartimento. Entretanto, não é necessário que seus posicionamentos sejam precisos.

Figura 23 - Modelo Estufa Traseira Aberta



Fonte: AUTORES

A figura 24 mostra as dimensões do reservatório de água, além do posicionamento do furo que tem a função de servir como passagem de água através da mangueira. Há uma

divisão estrutural, pois no lado esquerdo há circuitos, enquanto no lado direito há uma mangueira com passagem de água. Assim, se houver algum problema de vazamento na mangueira, o mesmo ficará restrito ao lado direito por conta da divisória, sem danificar a parte elétrica.

Figura 24 - Modelo Estufa Reservatório de Água



Fonte: AUTORES

A parte superior da estufa possui um reservatório de água necessária para a irrigação. Após sair do reservatório, a água é distribuída por uma mangueira para a parte inferior do protótipo. A mangueira possui furos quando se encontra no solo, de modo com que toda a superfície seja irrigada de forma igualitária.

Placas de vidro transparente foram utilizadas para que o usuário tenha acesso visual à planta, além de isolar termicamente o ambiente. Para realizar a confecção do protótipo, a ajuda de um profissional foi necessária. As figuras 25, 26 e 27 mostram este resultado.

Figura 25 - Protótipo Geral



Fonte: AUTORES

A figura acima mostra uma visão geral da estrutura, onde consegue-se ver as paredes e porta de vidro, a estrutura de madeira e como a mangueira fica após sua colocação.

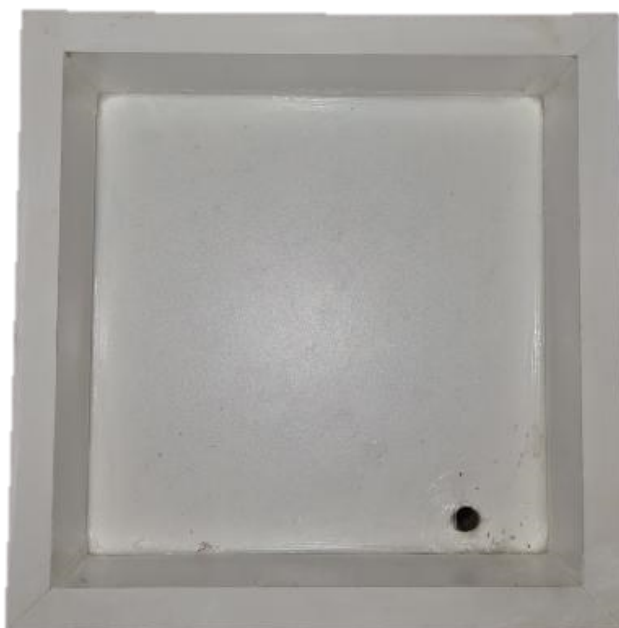
Figura 26 - Protótipo Traseira Aberta



Fonte:AUTORES

A figura 26 mostra a parte traseira da estufa.

Figura 27 - Protótipo Reservatório de Água



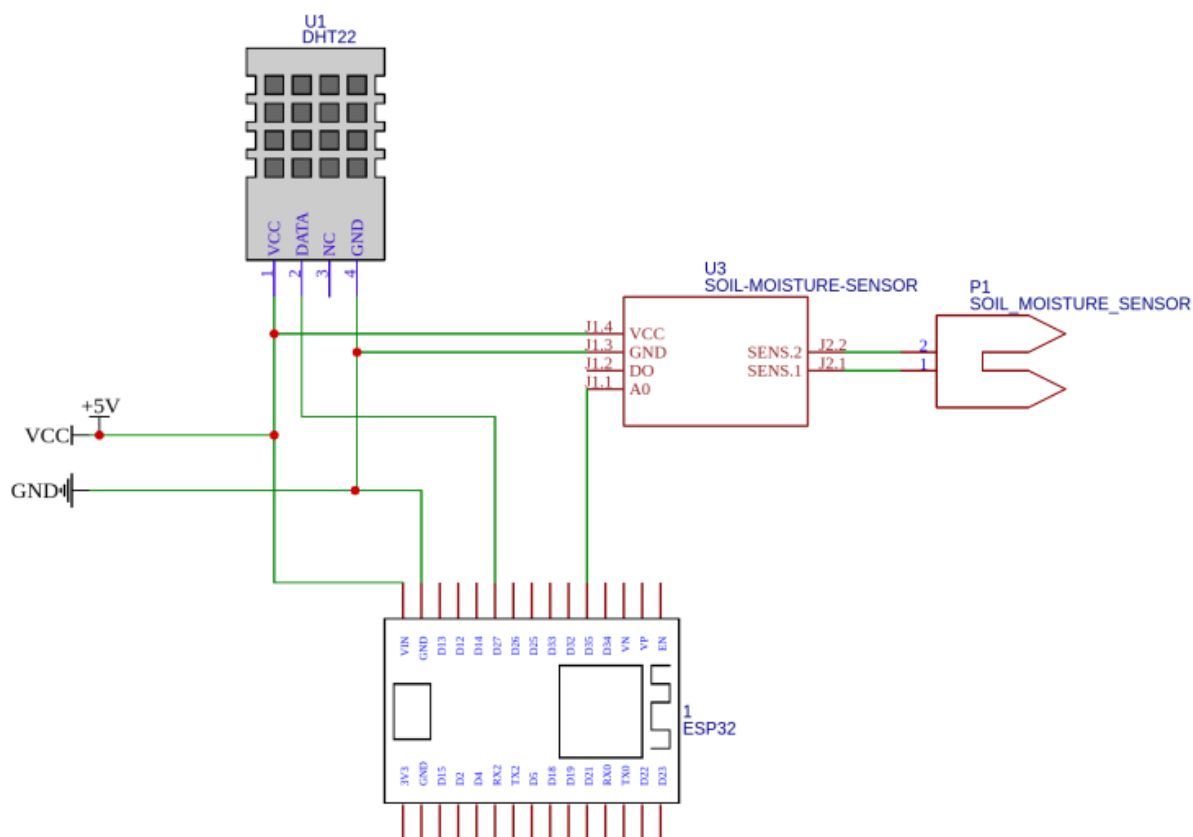
Fonte: AUTORES

Por fim, a figura 27 mostra o reservatório de água.

### 3.2.5 Circuito eletrônico

O circuito eletrônico do IoTree (figura 28) ilustra todas as ligações entre os componentes citados nos tópicos anteriores. Para a construção do diagrama foi utilizado a ferramenta EasyEDA.

Figura 28 - Circuito Eletrônico



Fonte: AUTORES

Ao centro da figura foi posicionado o microcontrolador ESP32, conectado nas portas D27 e GND são os sensores DHT 22, na porta D35 está conectado o sensor higrômetro.

### 3.3 APLICAÇÃO MÓVEL

Utilizou-se o Adobe XD para a concepção da aplicação móvel e desenvolvimento em React Native. O aplicativo móvel foi pensado com o objetivo do usuário acompanhar o crescimento da planta pelo seu celular, ver as opções de hortaliças que o IoTree abrange, ter um histórico de plantações que o usuário já fez e compartilhar suas hortas e experiências com outras pessoas que usam o aplicativo.

Figura 29 - Infográfico Aplicativo



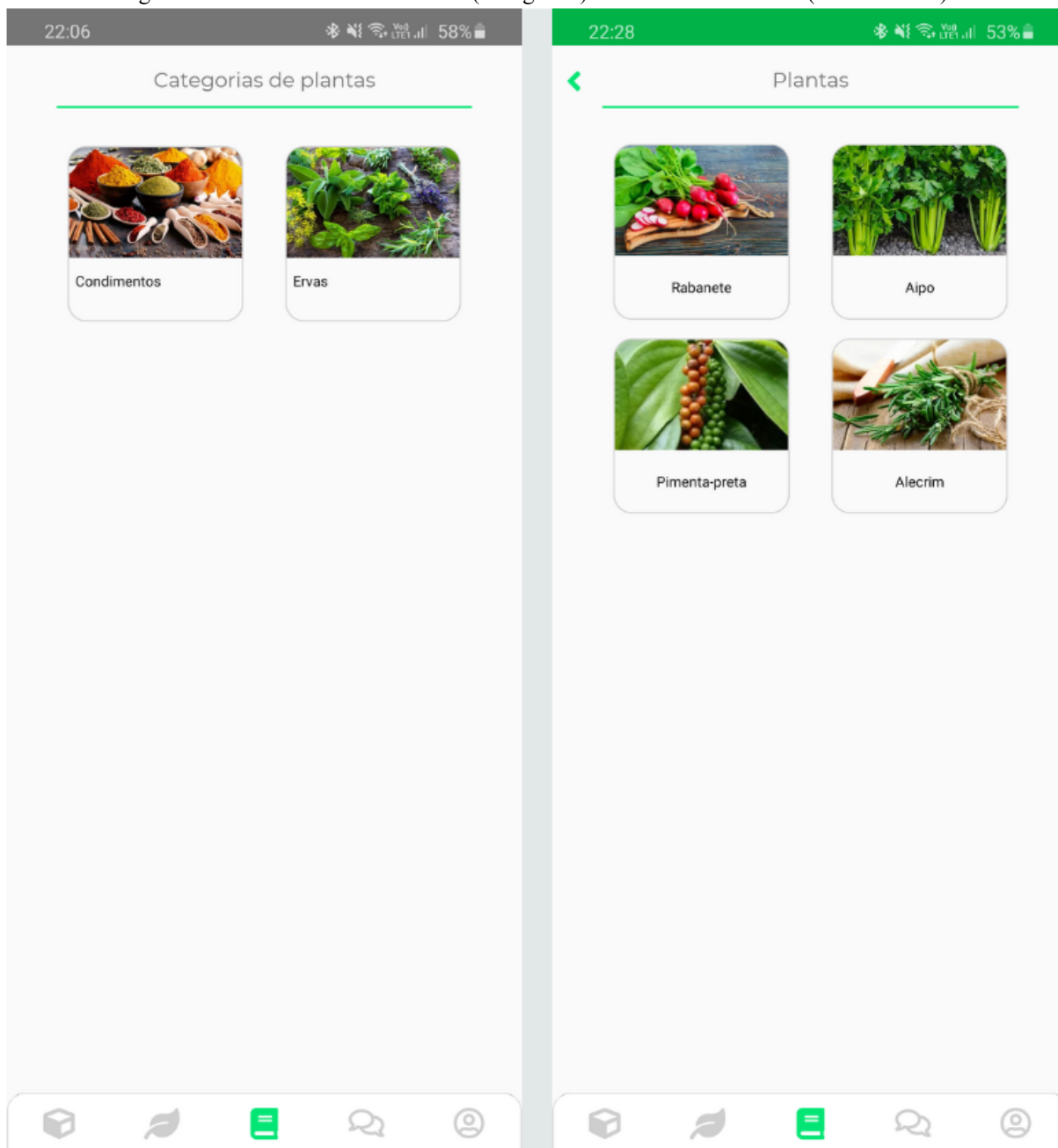
Fonte: AUTORES

A figura 28 ressalta as principais funcionalidades que o aplicativo oferece. As cores bases para o aplicativo foram branco e verde. Verde pois remete à folhas de boa parte das espécies vegetais e branco por fazer um bom contraste com o verde e tornar amigável a interface para todas as idades.

### 3.3.1 Glossário

O aplicativo possui um glossário (figura 30 e 31), onde o usuário pode encontrar o banco de dados das plantas que o aplicativo e a tecnologia abrange.

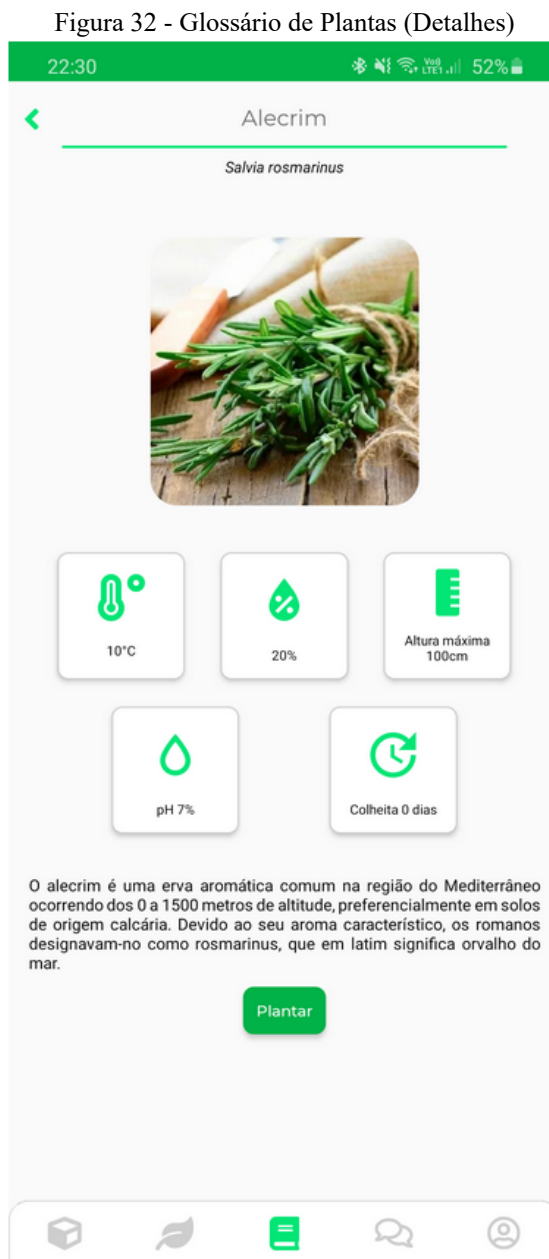
Figura 30 e 31 - Glossário de Plantas (Categorias) e Glossário de Plantas (Condimentos)



Fonte: AUTORES

Elas estão categorizadas de acordo com suas características, como por exemplo: tubérculos, temperos, ervas, entre outros, para que o usuário saiba encontrar o que ele busca facilmente.

Ao selecionar uma categoria, o usuário é redirecionado para uma tela em que aparecerá as espécies que são abrangidas. Após selecionada, é então apresentada uma tela que mostra detalhes da planta.



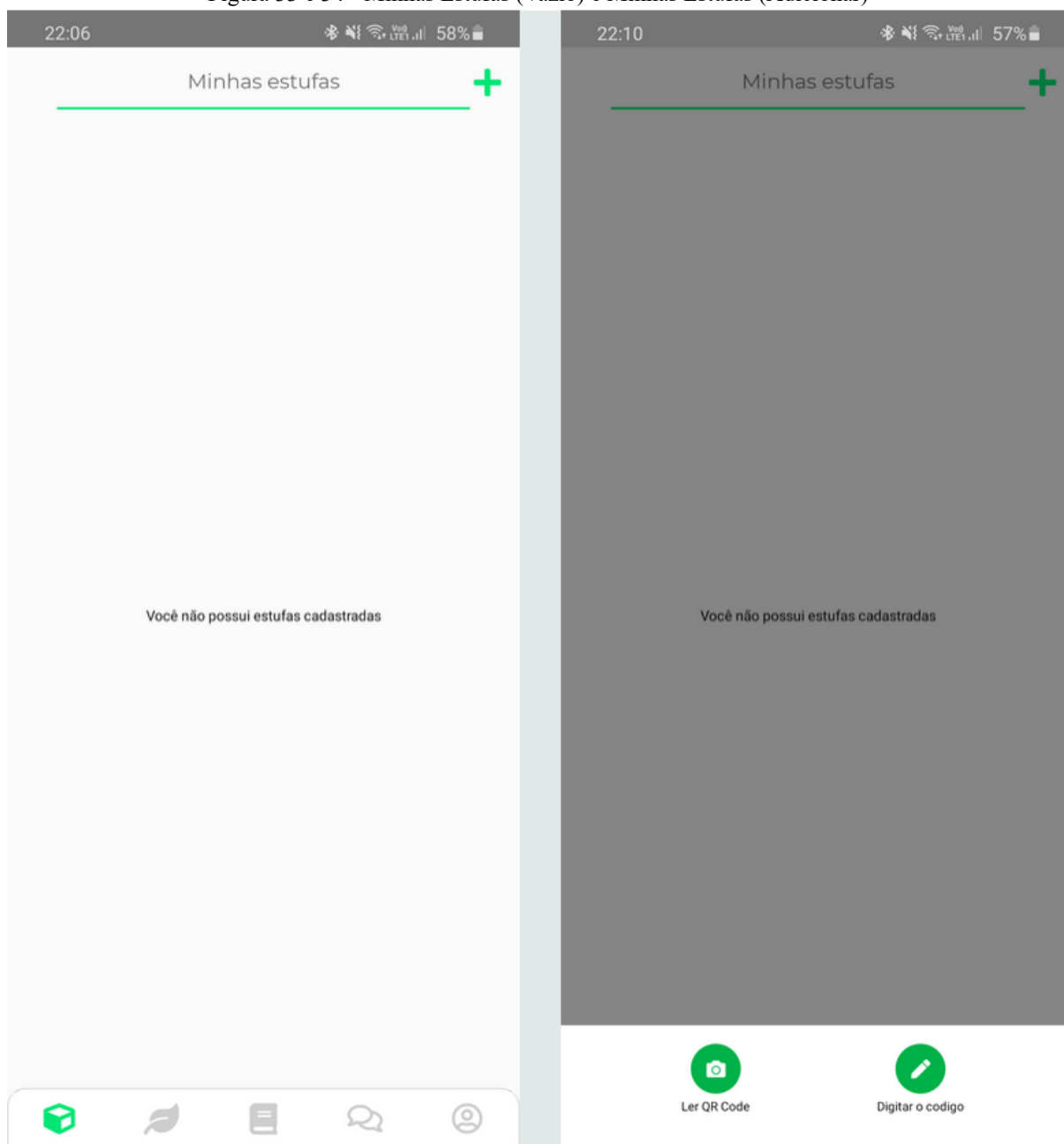
Fonte: AUTORES

Quando for acessada a página de alguma planta (figura 32), é mostrada uma imagem ilustrativa e uma breve explicação desta, além de informações como o clima que ela é cultivada, quantos dias para a colheita, tamanho máximo da planta, tempo de irrigação, temperatura e umidade. E se o usuário desejar plantar esta planta, ele será encaminhado para um tela que solicita algumas informações requeridas, o que é abordado nos tópicos a seguir.

### 3.3.2 Minhas estufas

Uma das páginas é voltada para a estufa, onde o usuário deve adicionar a estufa através do código QR ou do Código do Produto.

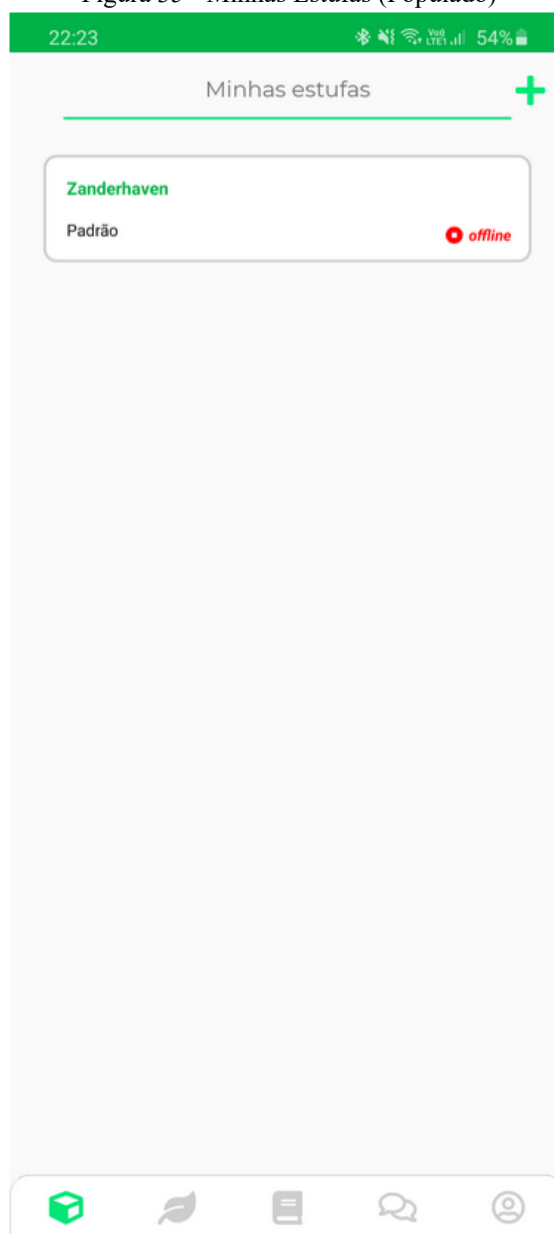
Figura 33 e 34 - Minhas Estufas (Vazio) e Minhas Estufas (Adicionar)



Fonte: AUTORES

A figura 35 demonstra a tela após a adição da estufa de nome "Zanderhaven".

Figura 35 - Minhas Estufas (Populado)



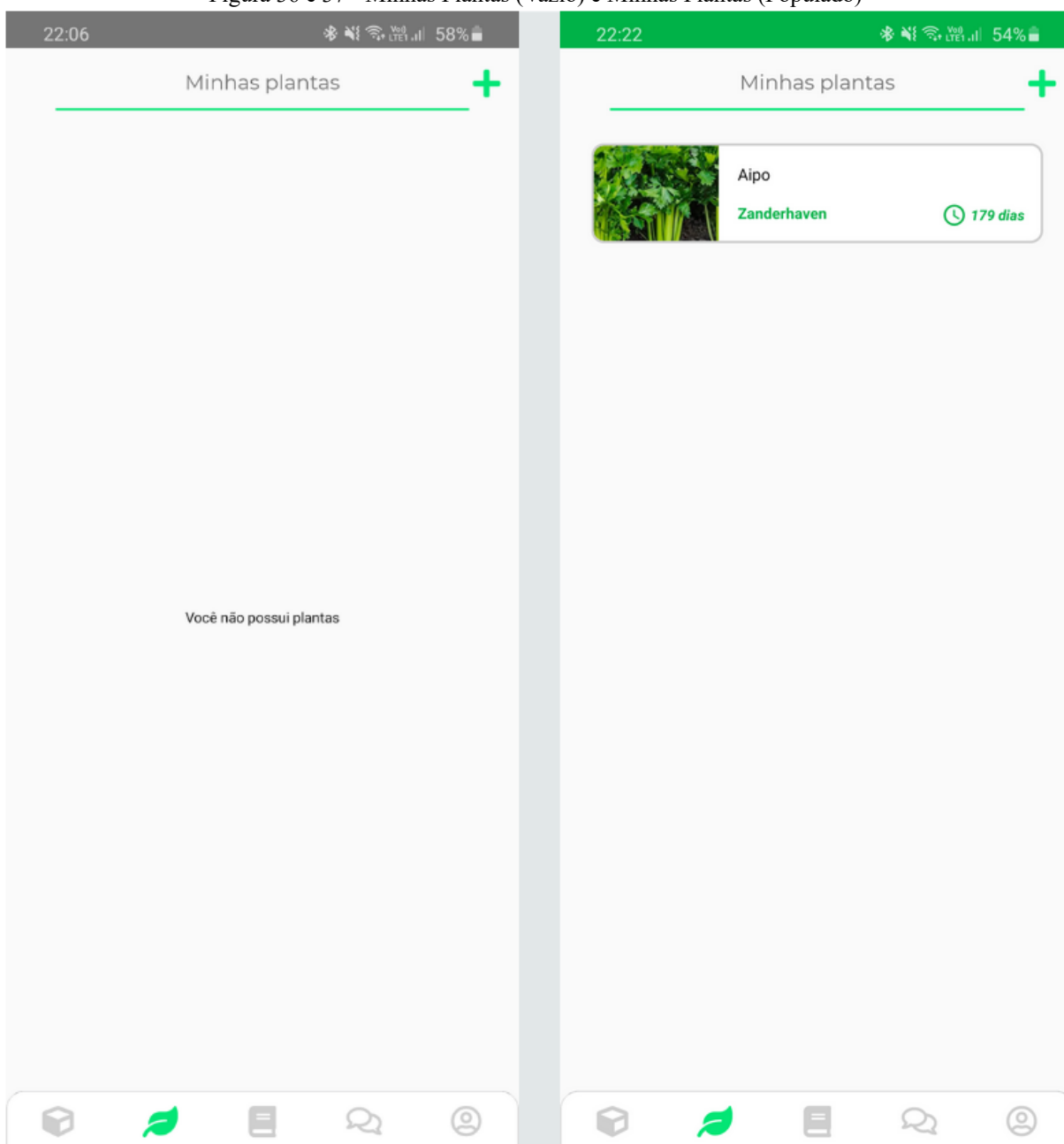
Fonte: AUTORES

Após adicionar a estufa, ela ficará disponível como opção no momento de acrescentar uma planta.

### 3.3.3 Minhas plantas

Uma página é destinada para que o usuário adicione e acompanhe suas estufas (caso ele esteja utilizando mais de uma).

Figura 36 e 37 - Minhas Plantas (Vazio) e Minhas Plantas (Populado)



Fonte: AUTORES

A tela de “Minhas Plantas” (figura 36 e 37) estando populada ou vazia, possui um ícone de adição, este, serve para adicionar mais plantas.

Ao clicar no ícone de adicionar, o mesmo é redirecionado a uma nova tela.

Figura 38 - Minhas Plantas (Adicionar)

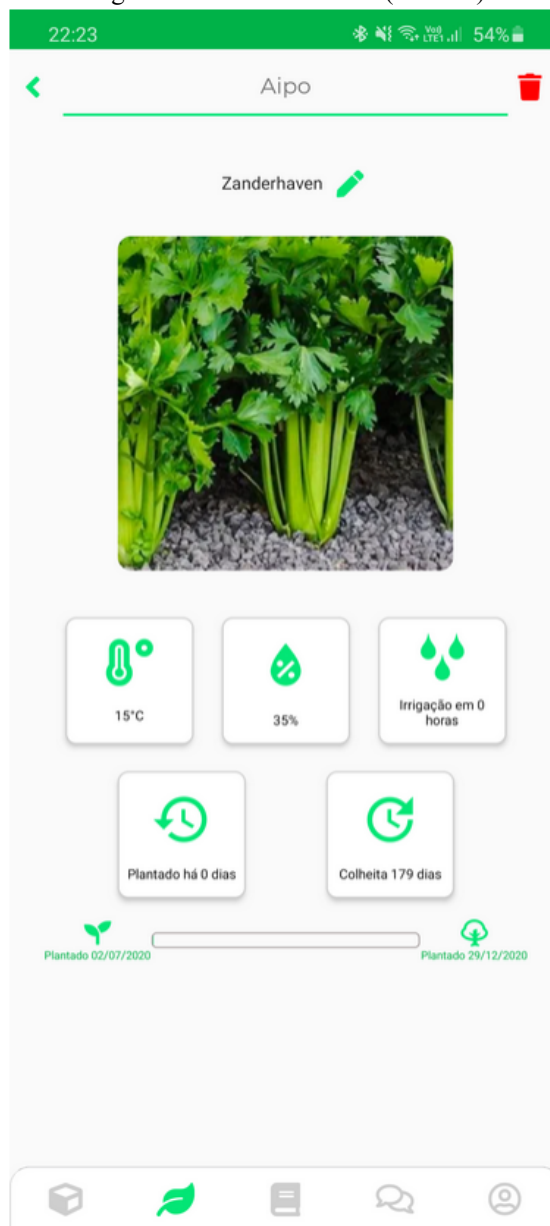


Fonte: AUTORES

A tela da figura 38 é referida como “Minhas Plantas (Adicionar)”, nela o primeiro ícone direciona o usuário a página do “Glossário de Plantas” (a qual foi explicada anteriormente), na qual ele deverá escolher qual planta deseja cultivar. A caixa de seleção abre as opções de estufas adicionadas anteriormente. Por último, o terceiro ícone é utilizado para confirmar as escolhas e criar um *card* contendo as informações da planta criada.

Também é possível observar os status da planta, como por exemplo: se está próximo da colheita; se precisa que preencha o reservatório de água; se o equipamento está funcionando corretamente, entre outros.

Figura 39 - Minhas Plantas (Detalhe)



Fonte: AUTORES

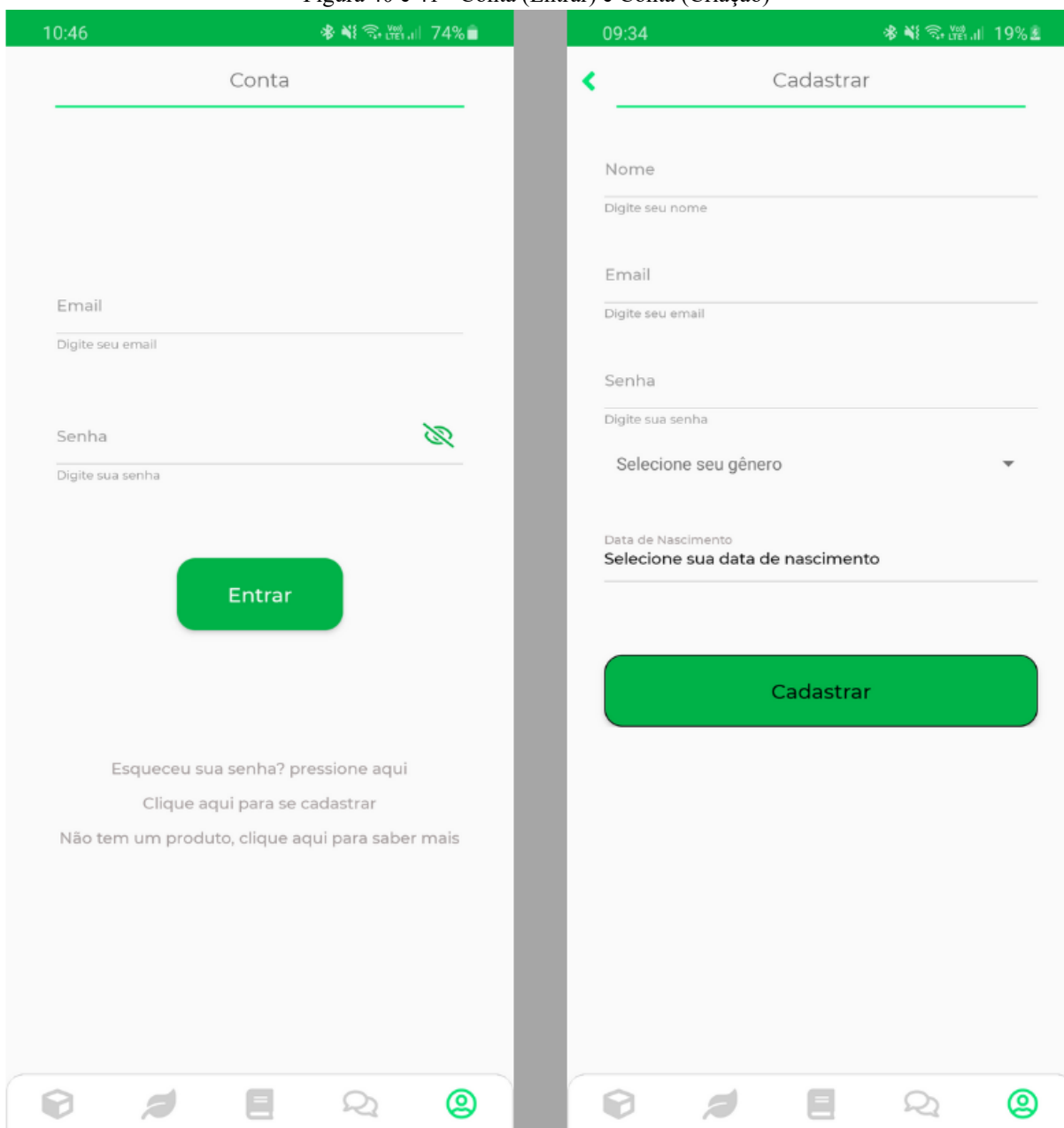
Como mostrado na figura 39, há um ícone em formato de lata de lixo, o mesmo serve para apagar a planta de sua tela “Minhas Plantas”, caso requerido.

### 3.3.4 Login

O aplicativo conta com a funcionalidade de *Login*, a qual pode ser utilizada pelo usuário para guardar informações de sua colheita, e identificá-lo caso o mesmo decida usar a área “Social” (item a ser será abordado com profundidade no próximo tópico).

Na tela de *login* (figura 40 e 41), há duas caixas de texto para inserir e-mail e senha, e uma opção de “Entrar” que poderá ser selecionada assim que os dados forem inseridos. Mais abaixo há opções para se cadastrar no IoTree.

Figura 40 e 41 - Conta (Entrar) e Conta (Criação)

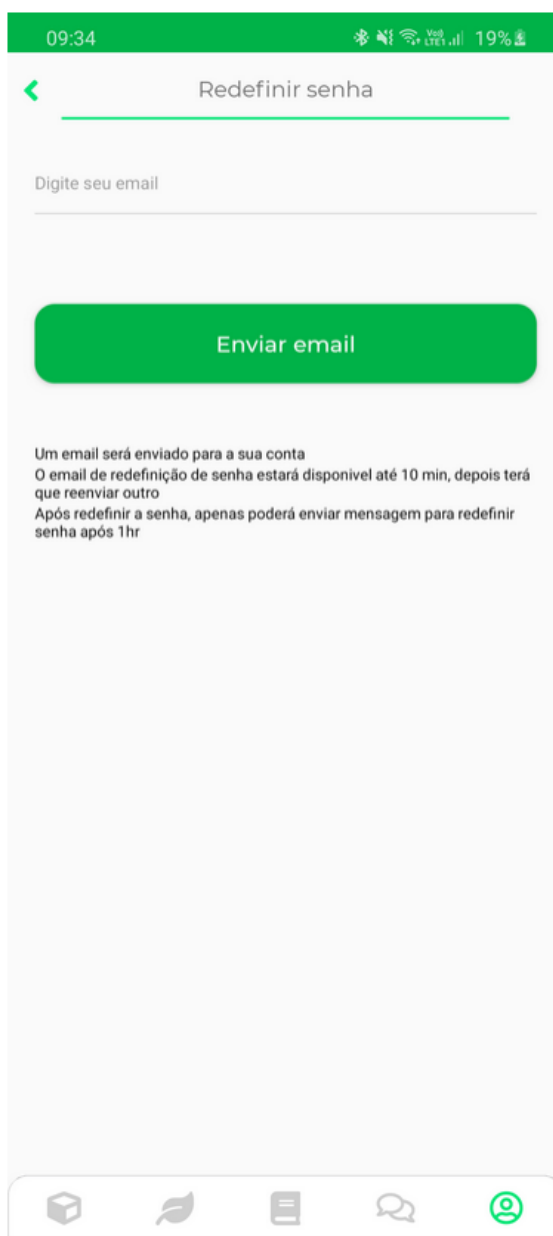


Fonte: AUTORES

Após selecionar "Clique aqui para se cadastrar", o usuário é direcionado para a tela de criação de conta, onde são inseridas suas informações pessoais. Após as informações serem colocadas, há a opção de “Cadastrar”, onde será criada a conta do usuário.

Caso o usuário esqueça sua senha, ele terá a opção de redefinição da mesma,.

Figura 42 - Conta (Redefinir)



The screenshot shows a mobile application interface for password reset. At the top, a green status bar displays the time 09:34, signal strength, Wi-Fi, and 19% battery. Below this is a white header with a green back arrow and the text "Redefinir senha". A text input field is labeled "Digite seu email". A prominent green button with white text says "Enviar email". Below the button, there is a block of text: "Um email será enviado para a sua conta", "O email de redefinição de senha estará disponível até 10 min, depois terá que reenviar outro", and "Após redefinir a senha, apenas poderá enviar mensagem para redefinir senha após 1hr". At the bottom, a navigation bar contains five icons: a cube, a leaf, a document, a speech bubble, and a profile icon.

Fonte: AUTORES

Se o usuário já estiver entrado em sua conta, a tela de “Conta” (figura 43) mostra suas informações inseridas na criação, além de suas plantas que já foram cultivadas, assim como as que ainda estão em cultivo.

Figura 43 - Conta (Informações)

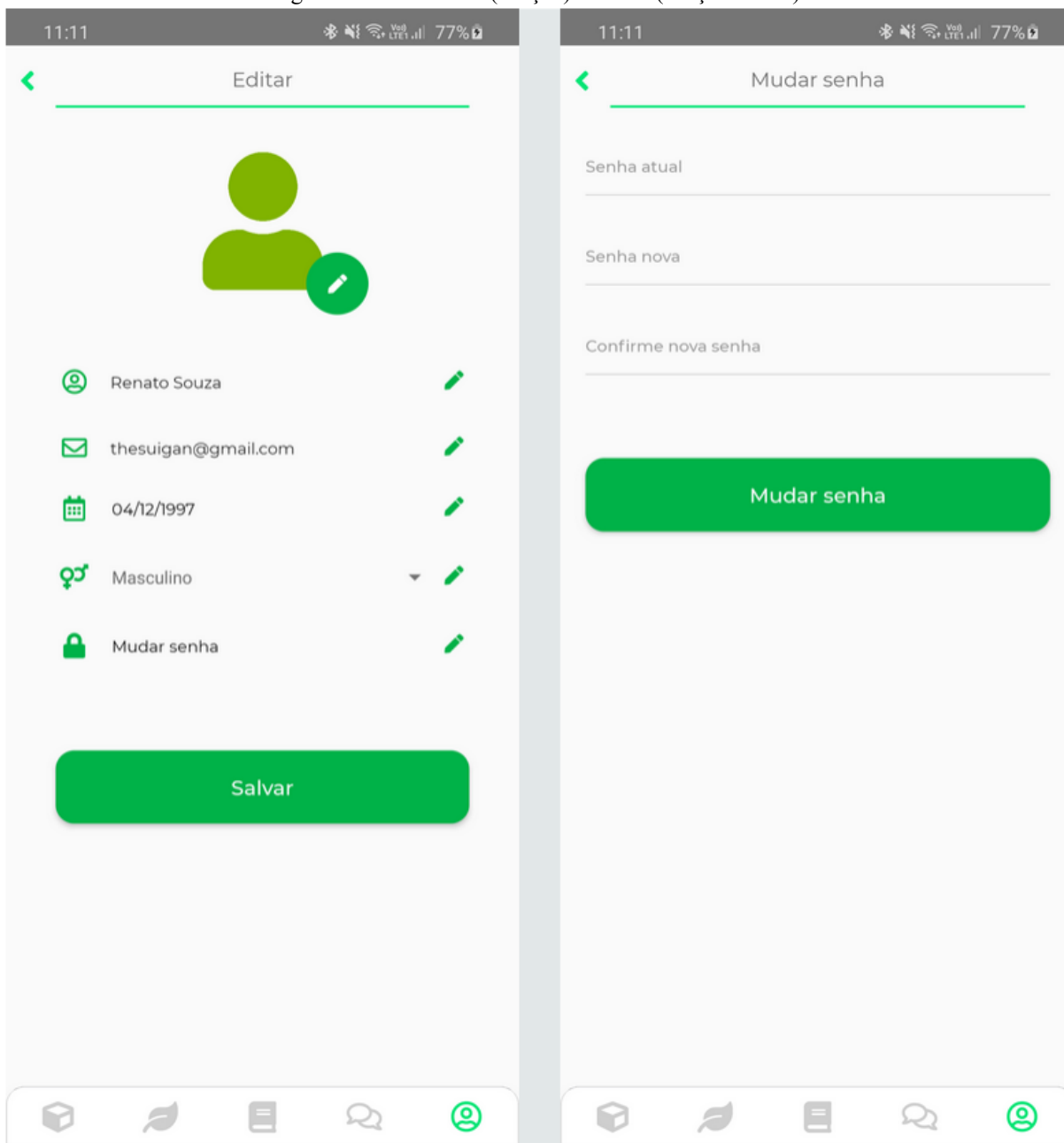


Fonte: AUTORES

Há também a opção de edição, onde o usuário pode alterar algumas informações e a opção de sair da conta.

Ao selecionar a opção de “Editar Usuário”, é mostrada uma tela com suas opções passíveis de mudança (Figura 43 e 45).

Figura 44 e 45 - Conta (Edição) e Conta (Edição Senha)



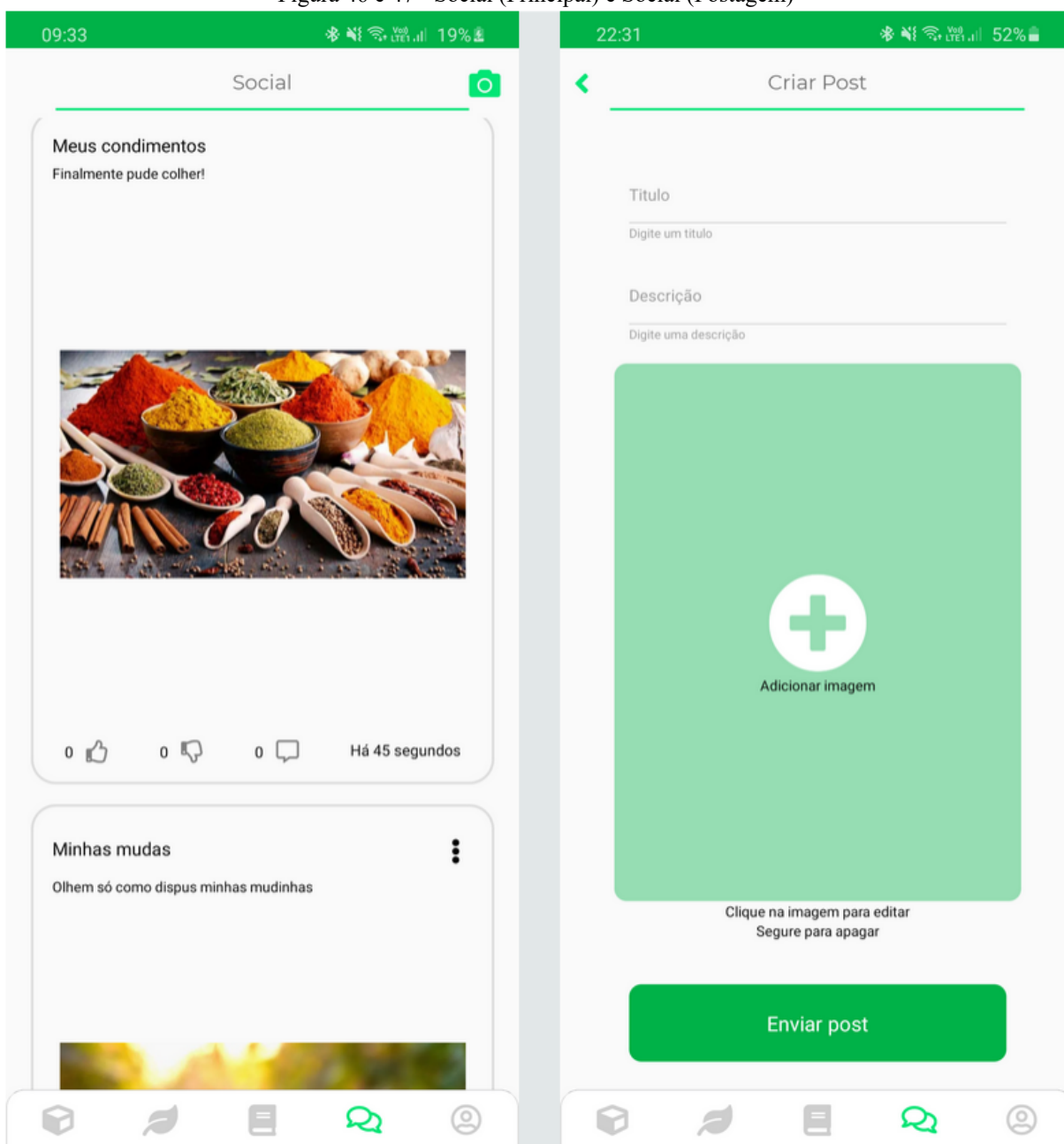
Fonte: AUTORES

Caso necessário, também é possível alterar a senha, ao clicar dentro da tela de “Conta (Edição)”, uma tela referida a mudança de senha é mostrada.

### 3.3.5 Social

É possível ainda compartilhar as experiências e posicionamento de seu jardim na aba social (figura 46 e 47) que o aplicativo possui.

Figura 46 e 47 - Social (Principal) e Social (Postagem)



Fonte: AUTORES

Além de fazer postagens, o usuário pode ver o que outras pessoas fizeram, funcionando de modo similar a redes sociais já padronizadas no mercado, podendo os diferentes usuários do aplicativo fazerem comentários, sugestões ou elogios.

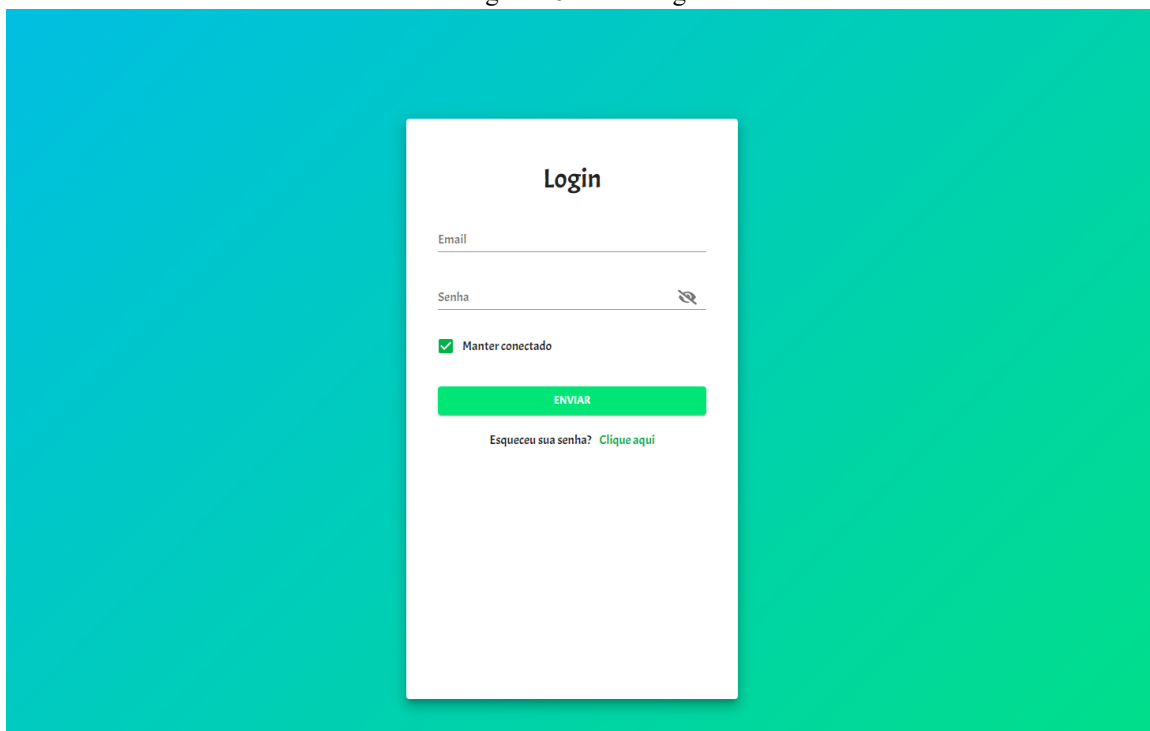
Não é necessária a compra da estufa para participar desta rede social. O usuário interessado precisa apenas criar uma conta no IoTree, após isso é liberado o acesso a visualização e criação de postagens.

### 3.4 APLICAÇÃO WEB

A aplicação web foi desenvolvida em React. O aplicativo tem como objetivo administrar o banco de dados de espécies de plantas caso uma nova seja adicionada ou excluída, retirar ou conceder permissões de administradores e criar uma nova estufa, caso seja confeccionada.

As figuras a seguir ilustram todas as telas que a aplicação web dispõe.

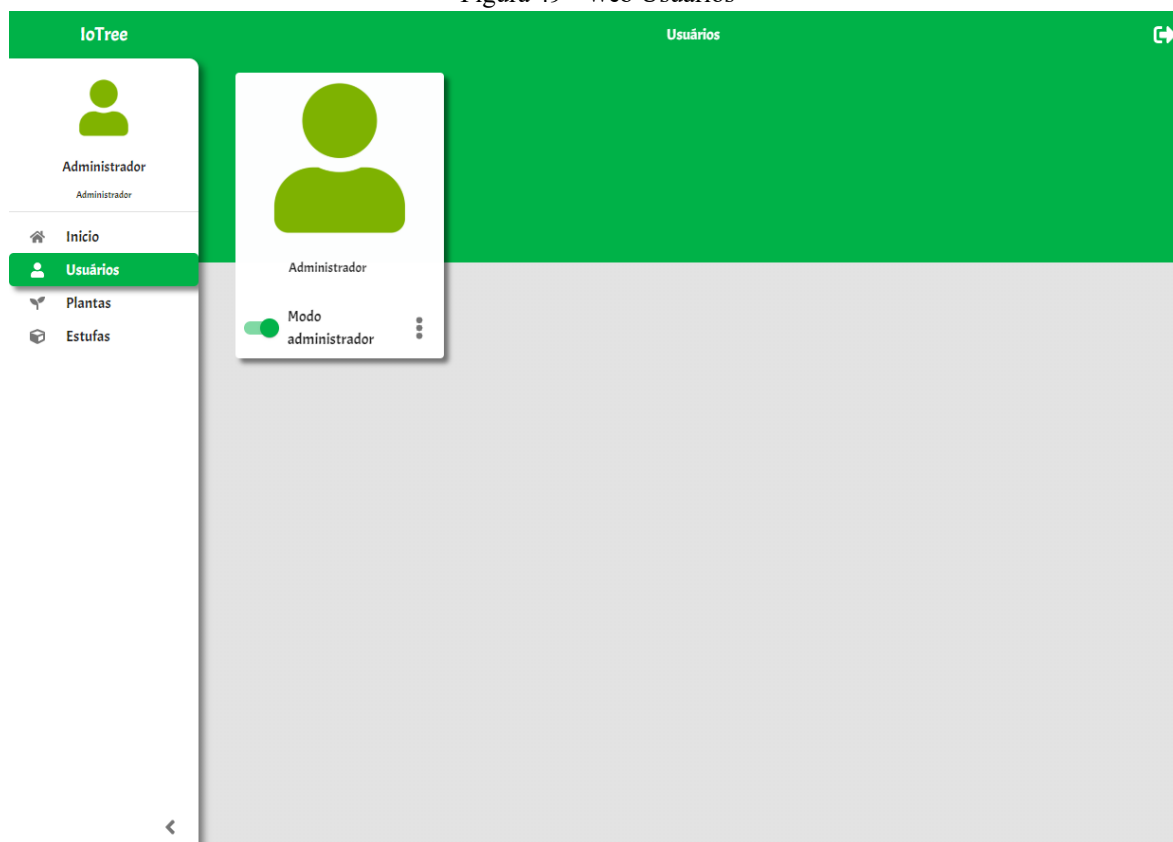
Figura 48 - Web Login

A screenshot of a web login form titled "Login" centered on a teal background. The form is white and contains the following elements: a title "Login" in bold black text; an "Email" input field; a "Senha" (Password) input field with a toggle icon on the right; a checked checkbox labeled "Manter conectado" (Keep me logged in); a green button with the text "ENVIAR" (SEND); and a link "Esqueceu sua senha? Clique aqui" (Forgot your password? Click here).

Fonte: AUTORES

A figura 47 exibe a tela de login. Apenas os administradores poderão entrar com seu email e senha.

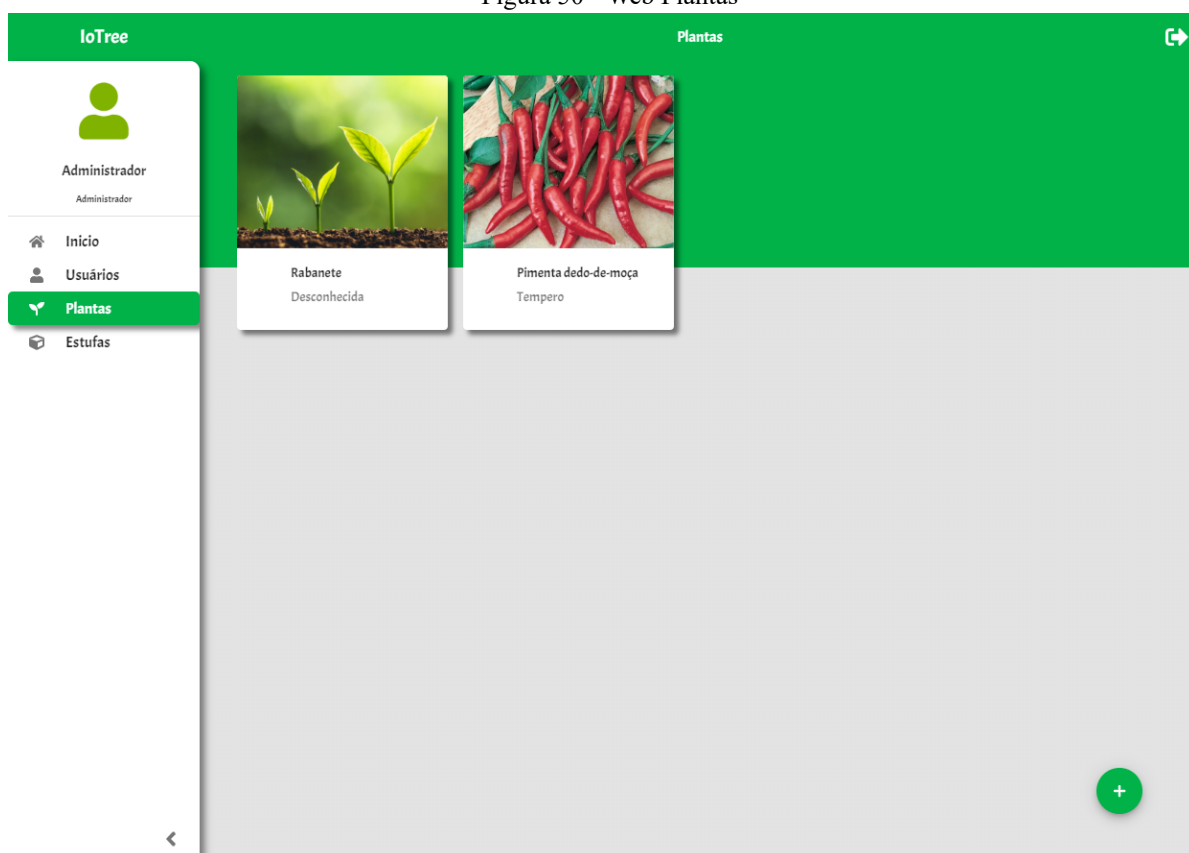
Figura 49 - Web Usuários



Fonte: AUTORES

A figura 49 lista todos os usuários que estão cadastrados no aplicativo. Há a opção também de elevar os privilégios de uma conta para um administrador, ou deletar qualquer usuário cadastrado.

Figura 50 - Web Plantas



Fonte: AUTORES

A figura 50 exhibe todas as plantas que estão adicionadas no banco de dados do aplicativo.

Figura 51 - Web Adicionar Plantas

✕ Adicionar planta SALVAR

nome  
Digite o nome da planta

Nome científico  
Digite o nome científico da planta

Descrição  
Digite uma descrição da planta

Categoria  
Desconhecida

Humidade

Ciclo de vida

Temperatura

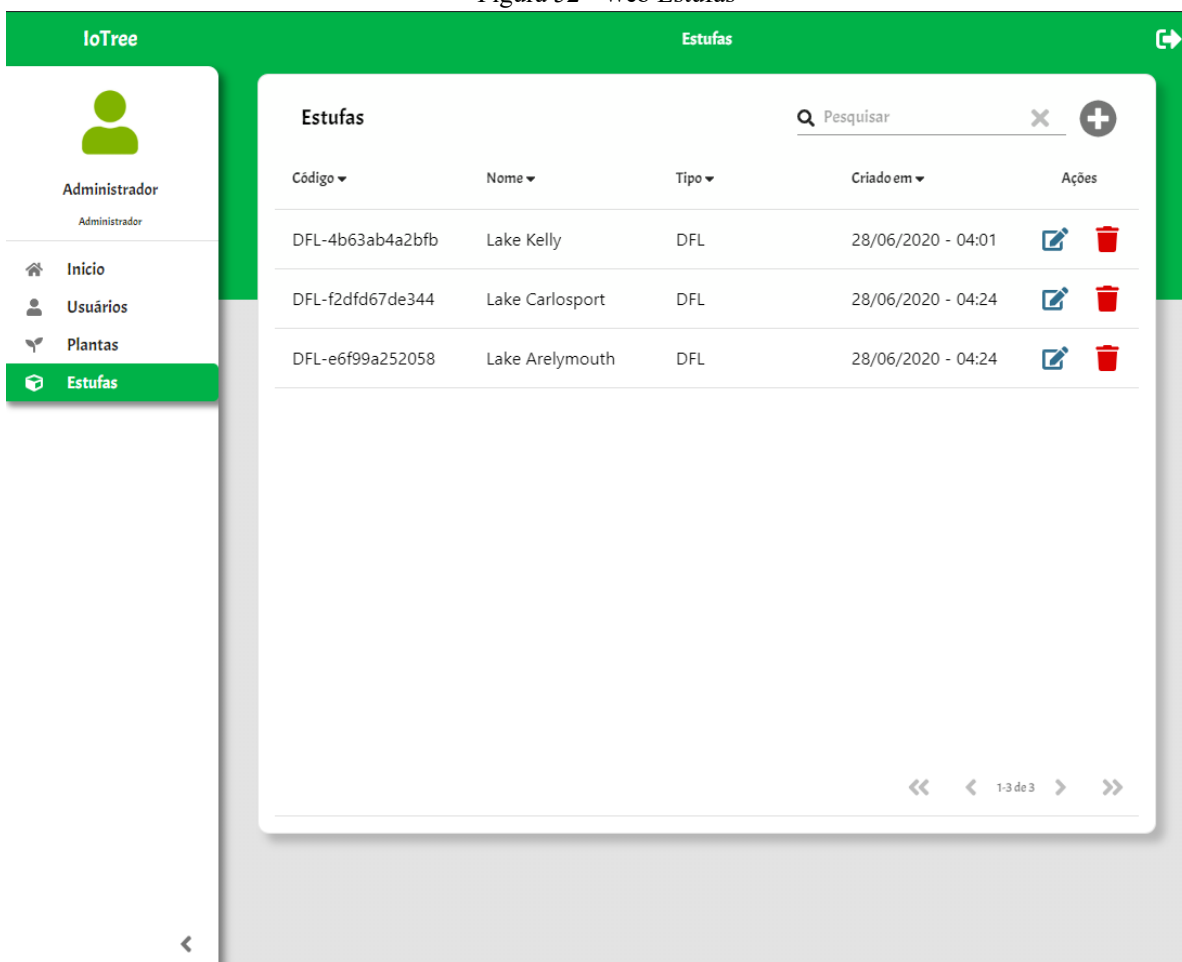
pH

Altura

Fonte: AUTORES

A figura 51 mostra o formulário para preencher as informações necessárias para adicionar uma nova planta na base de dados do aplicativo.

Figura 52 - Web Estufas



Fonte: AUTORES

A figura 52 ilustra a tela que lista as estufas disponíveis no sistema.

### 3.5 BACKEND

Para que seja feito o monitoramento correto do ambiente da estufa, é necessário que ela esteja conectada a um backend com um banco de dados, pois nele são definidos valores corretos de cada uma das variáveis de crescimento de cada espécie de planta.

Utilizou-se o Node.js para o backend pois, a tecnologia possui algumas vantagens como a facilidade de criar um servidor com poucas linhas de código e, um desempenho maior requerendo poucos recursos da máquina. Esse framework possui um gerenciador de biblioteca que é o NPM (Node Package Manager), o qual possui bibliotecas diversas para facilitar o trabalho do desenvolvimento do projeto.

O banco de dados armazena todas as informações recebidas da estufa e do aplicativo móvel, manipuladas através do NodeJs. Os sistemas de banco de dados possuem duas variações: o SQL e o NoSQL, uma das diferenças entre as duas é que no SQL os dados podem ser relacionados nativamente pela linguagem, enquanto no NoSQL não é possível fazer isto de forma direta.

Portanto, sabendo que o sistema terá usuários, estufas e outras entidades que precisam se relacionar, o SQL é a melhor opção. Assim, o gerenciador do banco de dados será o PostgreSQL.

O apêndice A apresenta o fluxograma do IoTree: uma representação gráfica de todos os processos do sistema ressaltando a relação entre o usuário, servidor e a estufa. E o apêndice B é a representação do modelo relacional do banco de dados.

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos após o desenvolvimento do IoTree. O objetivo do cenário elaborado é mostrar a integração de todas as partes do sistema: o aplicativo móvel, aplicativo web e o sensoriamento.

Para isso, pesquisou-se as informações que impactam no cultivo da espécie vegetal conhecida como pimenta preta, as quais então foram inseridas no banco de dados pela interface web como mostrado na figura 53.

Figura 53 - Adicionando pimenta-preta

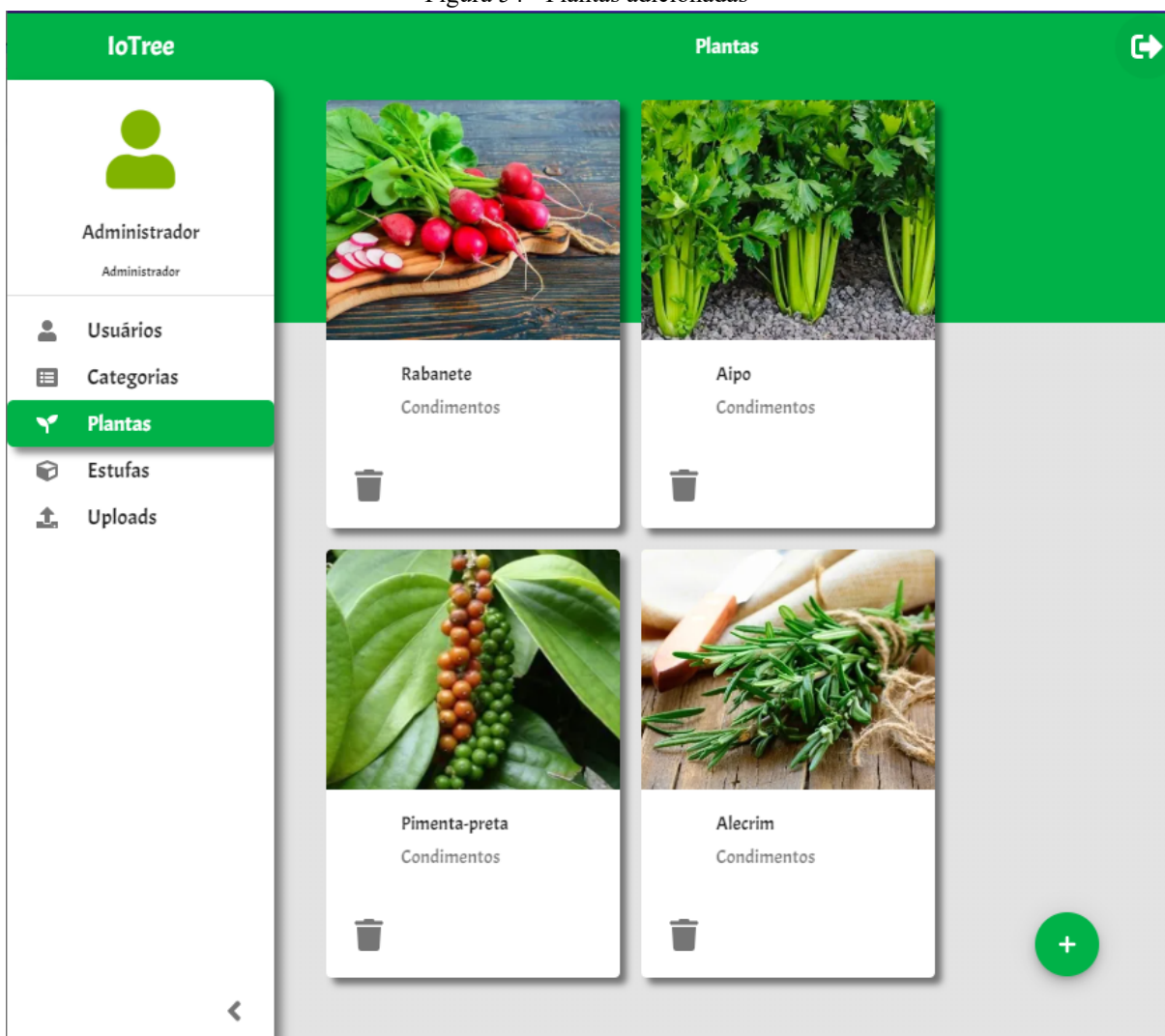
A interface web para adicionar uma planta apresenta o seguinte layout:

- Barra de cabeçalho:** Verde com o ícone de fechar (X) e o texto "Adicionar planta" à esquerda, e o botão "SALVAR" à direita.
- nome:** Campo de texto com o valor "Pimenta-preta" e o placeholder "Digite o nome da planta".
- Nome científico:** Campo de texto com o valor "Piper nigrum" e o placeholder "Digite o nome científico da planta".
- Descrição:** Campo de texto com o valor "A pimenta-preta, também conhecida como pimenta-redonda e, no Brasil" e o placeholder "Digite uma descrição da planta".
- Categoria:** Menu suspenso com o valor "Condimentos".
- Humidade do ar:** Slider com o ponteiro posicionado no centro.
- Humidade do solo:** Slider com o ponteiro posicionado no centro.
- Ciclo de vida:** Slider com o ponteiro posicionado no extremo direito.
- Temperatura:** Slider com o ponteiro posicionado no extremo esquerdo.
- pH:** Slider com o ponteiro posicionado no centro.
- Altura:** Slider com o ponteiro posicionado no extremo direito.

Fonte: AUTORES

Após a adição é possível ver a planta já adicionada no banco de dados (Figura 54).

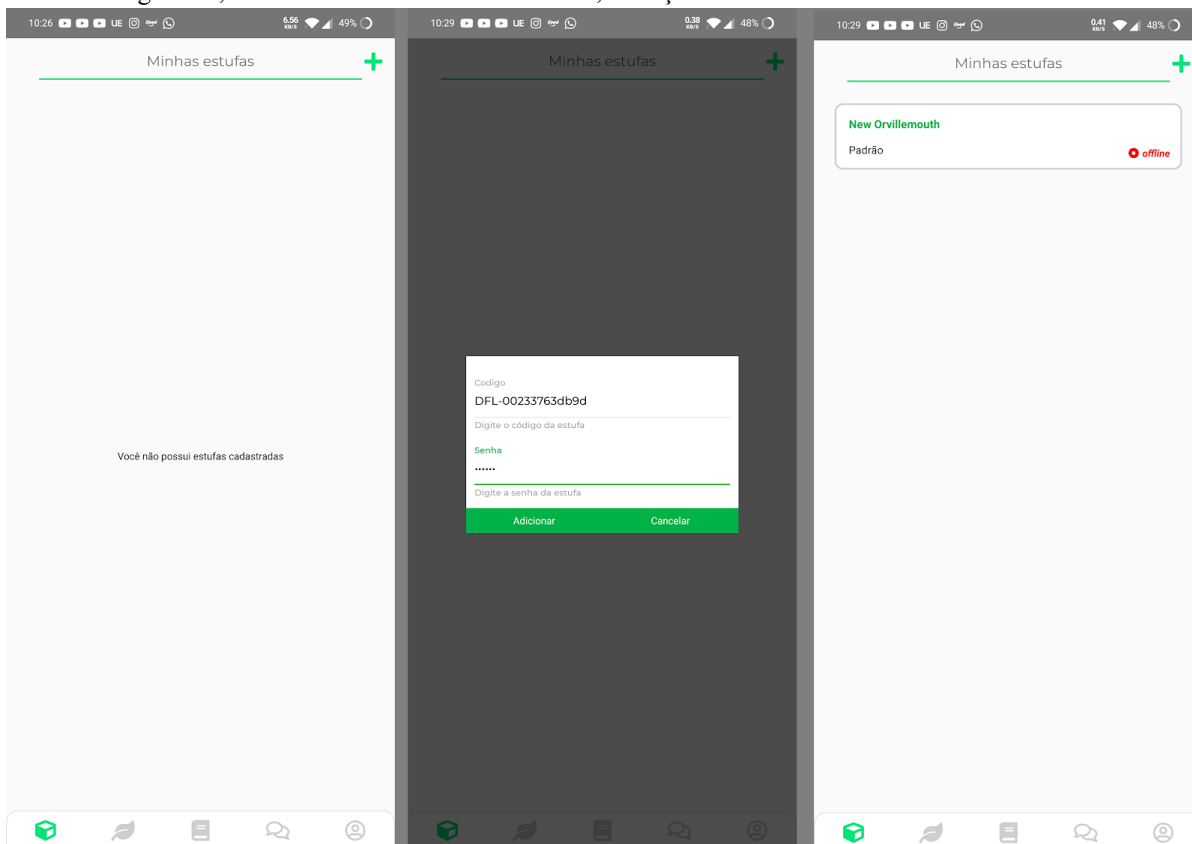
Figura 54 - Plantas adicionadas



Fonte: AUTORES

Após a realização do *login* no aplicativo, a área de minhas estufas é acessada e vincula-se uma estufa ao usuário (figura 55) através da inserção dos dados da mesma (figura 56) e, pode-se então ver a adição dela no banco de dados (figura 57).

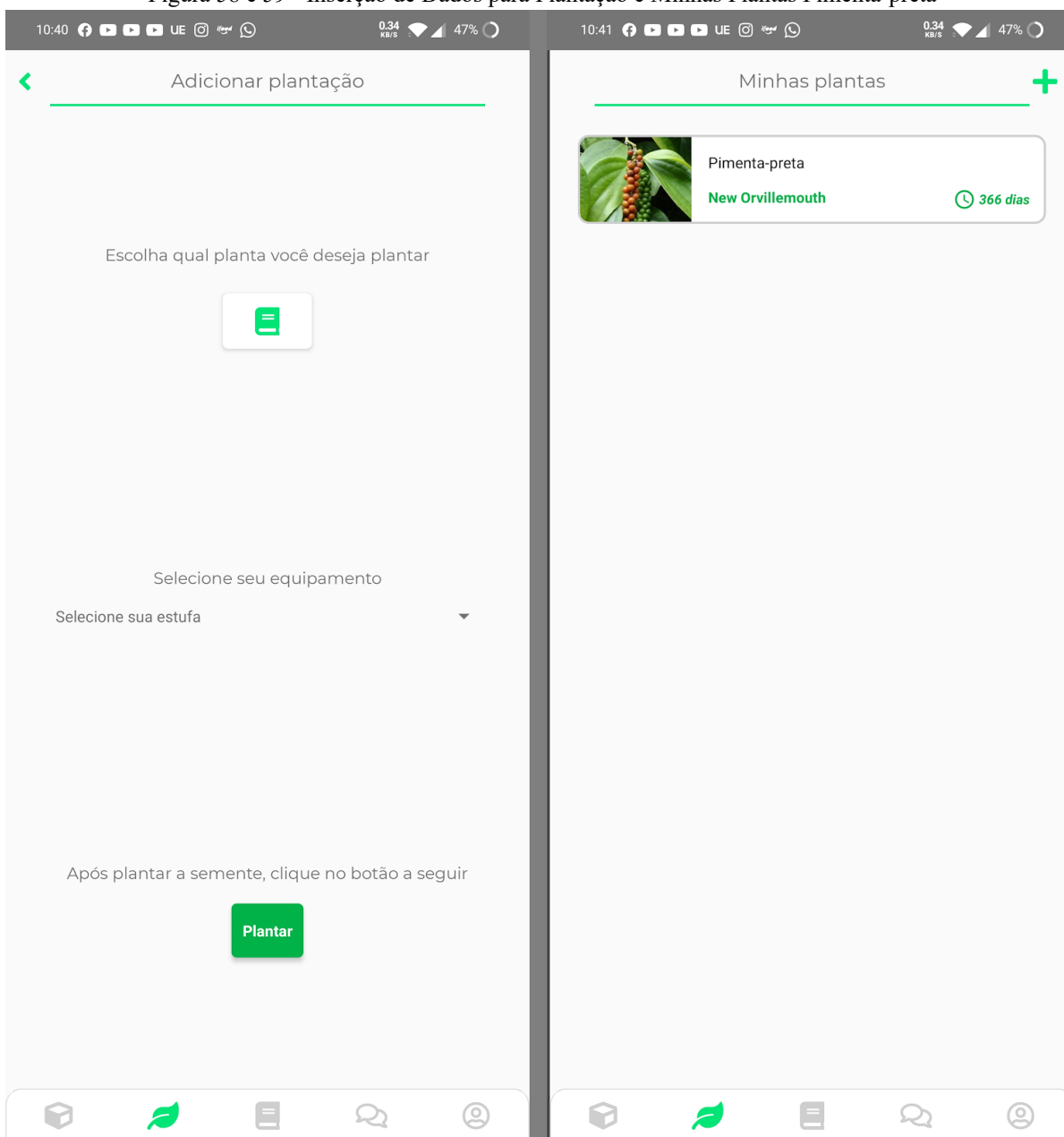
Figura 55, 56 e 57 - Estufas não Adicionadas, Inserção de Dados da Estufa e Estufa Inserida



Fonte: AUTORES

Direcionando-se para a aba de minhas plantas e clicando em nova planta, é pedido que seja selecionada a planta desejada, e a estufa que deseja plantar (figura 58). Assim, adicionou-se a estufa recém cadastrada e a planta recém adicionada no banco de dados (figura 59).

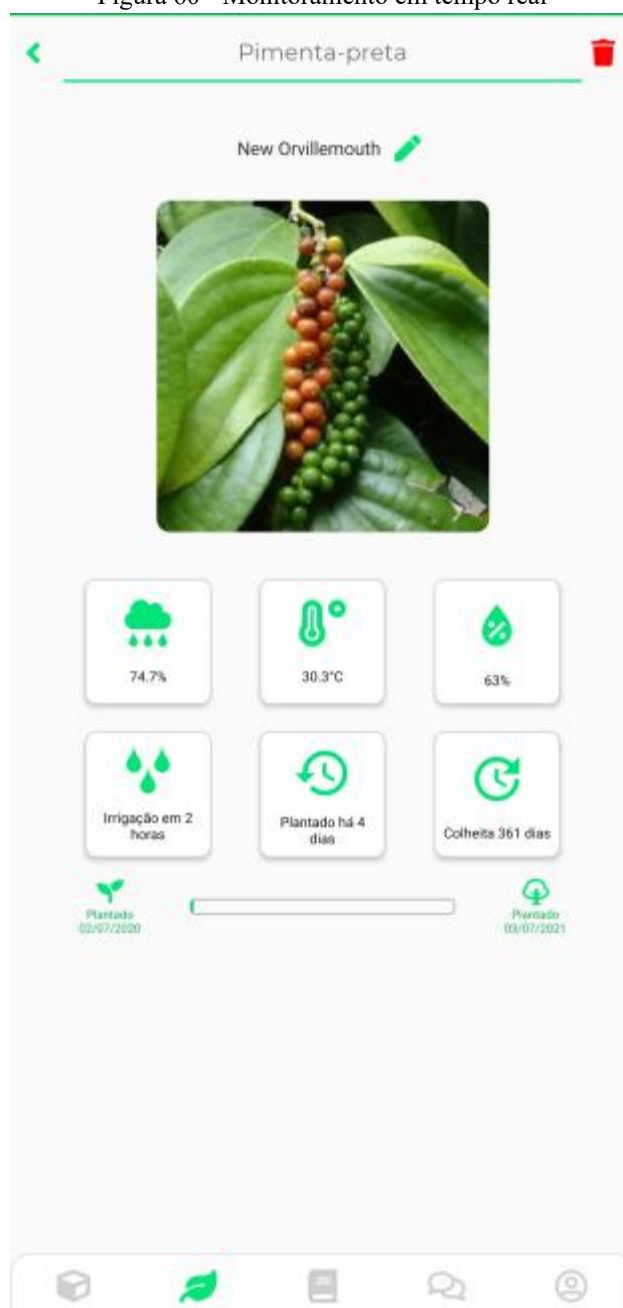
Figura 58 e 59 - Inserção de Dados para Plantação e Minhas Plantas Pimenta-preta



Fonte: AUTORES

Ao clicar na plantação, é possível saber em tempo real as variáveis que o sensor está coletando (figura 60).

Figura 60 - Monitoramento em tempo real



Fonte: AUTORES

Após os testes do sistema percebe-se que o IoTree atinge os objetivos propostos de criar uma estufa, coletar dados de sensores e exibi-las em um aplicativo.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema que sensoria o cultivo de plantas residenciais. Constatou-se que esse tema é relevante para os dias atuais por meio de uma pesquisa feita na cidade em que esta monografia foi confeccionada, a qual também mapear a faixa etária que mais se interessa por cultivos residenciais e problemas que tais pessoas possam encontrar ao tentar montar sua horta.

Foram estudados também fatores naturais que impactam no desenvolvimento das plantas e, a partir dos resultados foram selecionados alguns componentes eletrônicos que conseguem sensoriar estes fatores.

Após a análise dos produtos e trabalhos já desenvolvidos na área e da pesquisa feita, foi projetada e modelada uma estufa que suporta inúmeras espécies de plantas, possui suporte a sensores e atuadores, um espaço destinado ao armazenamento de água e componentes eletrônicos.

Foi desenvolvido um sistema composto por dois softwares. O aplicativo para celular é capaz de exibir em tempo real os dados coletados dos sensores que podem ser posicionados na estufa, listar dados de espécies de plantas que estão presentes no banco de dados do IoTree, além de oferecer uma rede social de pessoas interessadas em plantas. Já no software web é possível a adição de novas espécies de plantas, registro de novas estufas confeccionadas e o controle de privilégio de usuários do sistema.

Constatou-se assim, através do estudo realizado e do protótipo do sistema IoTree executado que é válido e possível o desenvolvimento de um sistema que permite o sensoriamento de cultivo de horticulturas em residências, reduzindo os problemas e desafios encontrados por pessoas que querem fazer esse tipo de cultivo, além de otimizar espaço e tempo.

### 5.1 TRABALHOS FUTUROS

A estufa foi projetada para suportar não apenas sensores, mas também atuadores. Então a integração desses dispositivos para automatizar completamente o cultivo de plantas é conveniente. Os atuadores que auxiliam o crescimento de plantas são: lâmpadas led para fotossíntese, bomba de água para irrigação e placas de peltier para controle de temperatura.

Outra sugestão é a integração do sistema com o banco de dados existente. A pesquisa não encontrou banco de dados públicos que fornecem informações de crescimento para planta. Ao longo do trabalho foram verificados alguns aplicativos que possuíam estes dados, mas suas bases de dados eram privadas. Portanto, os dados usados de plantas foram de fontes não confiáveis da internet.

## 5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A maior dificuldade encontrada durante o desenvolvimento deste trabalho foram as restrições que os autores tiveram em razão da pandemia do COVID-19. Outra dificuldade que podemos destacar é o aprendizado de novas tecnologias para a confecção do IoTTree.

As reuniões para a confecção da estufa e para testes gerais do IoTTree tiveram que ser adiadas por conta do *lockdown* imposto pelo governo do estado. Com isso houve um atraso de cronograma para a finalização do IoTTree. As dificuldades foram superadas com o ajuste do escopo do trabalho e reorganização do cronograma.

Por não ser a área de estudo de Engenharia de Computação, pesquisar informações relacionadas ao cultivo de plantas foram trabalhosas por ser um conhecimento novo para os autores. Houve também problemas obtenção de dados sobre a economia relacionada a agricultura, visto que boa parte deles são obtidos através de sites que possuem seu conteúdo pago e de custo elevado.

Parcerias com instituições especializadas em agricultura tiveram que ser canceladas devido a impossibilidade de reuniões devido ao distanciamento social. Por isso não foi possível encontrar informações confiáveis sobre as espécies de plantas para adicionar no banco de dados.

## REFERÊNCIAS

ADOBE. Adobe XD. Disponível em: <https://www.adobe.com/br/products/xd.html>. Acesso em 27 jun. 2020

AGRICULTURA. **Hortas ganham espaço nas cidades e se tornam alternativa de acesso à comida saudável.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/hortas-ganham-espaco-nas-cidades-e-se-tornam-alternativa-de-acesso-a-comida-saudavel#wrapper>. Acesso em: 15 out. 2019.

AMAZONIAHEALTHY. **Tem orgânico em belém sim senhor!**. Disponível em: <https://amazoniahealthy.com/2019/07/tem-organico-em-belem-sim-senhor/>. Acesso 26 fev. 2020.

ARDUINO. **Arduino Software IDE.** Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Acesso 27 jun. 2020.

ATIVIDADE RURAL. **Fatores de Cultivo.** Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/4fc503465457f.pdf>

BRILLI, Federico *et al.* ***Plants for Sustainable Improvement of Indoor Air Quality.*** *Trends in Plant Science, Cell*, v. 1, n. 1, abr. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/324729030\\_Plants\\_for\\_Sustainable\\_Improvement\\_of\\_Indoor\\_Air\\_Quality](https://www.researchgate.net/publication/324729030_Plants_for_Sustainable_Improvement_of_Indoor_Air_Quality). Acesso em: 15 out. 2019.

CITY CROP. ***Automated indoor farming.*** Disponível em: <https://www.citycrop.io/>. Acesso em 24 fev. 2020.

CLICK AND GROW. ***Indoor herb gardens and indoor gardening kits.*** Disponível em: <https://www.clickandgrow.com/>. Acesso em 24 fev. 2020.

LEGROW. ***The modular garden.*** Disponível em: <https://legrow.co/>. Acesso 24 fev. 2020.

DICASLED. **Qual é a melhor luz artificial para plantas?**. Disponível em: <https://www.dicasled.pt/qual-e-a-melhor-luz-artificial-para-plantas/>. Acesso em 1 jul. 2020.

DORF, R. C. ; BISHOP, R. H. **Sistemas de Controle Modernos: 8. ed.** Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001.

DOS SANTOS, J. D. *et al.* **Development of a vinasse nutritive solution for hydroponics.** *Journal of Environmental Management*, v. 114, n. 1, p. 8–12, jan. 2013.

EXAME. **Setor de produtos orgânico** Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/setor-de-produtos-organicos-cresce-em-media-20-po-r-ano-segundo-naturaltech-e-bio-brazil-fair/>. Acesso em 26 nov. 2019.

FACEBOOK. **React Native**. Disponível em: <https://facebook.github.io/react-native/>. Acesso em 01 dez. 2019.

FACEBOOK. **React**. Disponível em: <https://pt-br.reactjs.org/>. Acesso em 06 jun. 2020.

FILIPEFLOP. **Módulo WiFi ESP32 Bluetooth** Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp32-bluetooth/>. Acesso em 01 dez. 2019.

GARCIA, Eduardo *et al.* **Mapeamento e Quantificação da Cadeia Produtiva das Hortaliças.** CNA BRASIL, 2017 <https://www.cnabrasil.org.br/cartilhas/mapeamento-e-quantificacao-da-cadeia-produtiva-das-hortalicas>. Acesso em: 15 out. 2019.

GOLDBERG, Kenneth. *What Is Automation?* *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, College of Engineering and School of Information UC Berkeley, California*, v. 9, n. 1, jan. 2012. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6104197>. Acesso em: 15 out. 2019.

IFOAM. *The world of organic agriculture 2019*. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/en/news/2019/02/13/world-organic-agriculture-2019>. Acesso em: 24 fev. 2020.

HFBRASIL. **Quais tendências devem nortear o consumo de frutas?** São Paulo: Cepea - Esalq/usp, v. 187, n. 1, 13 mar. 2019. Mensal. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/edicao-de-marco-quais-tendencias-devem-nortear-o-consumo-de-frutas.aspx>. Acesso em: 15 out. 2019.

INHABITAT. *Studies show that Americans are growing more of their own food now than ever before.* Disponível em: <https://inhabitat.com/studies-show-that-americans-are-growing-more-of-their-own-food-than-ever-before/>. Acesso em: 15 out. 2019.

HODGSON, Larry. *How to Care for House Plants*. HowStuffWorks.com. 9 maio. 2007. Disponível em: <https://home.howstuffworks.com/how-to-care-for-house-plants.htm>. Acesso em 1 jul. 2020

MICROSOFT. **Visual Studio Code**. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/>. Acesso em: 27 jun. 2020.

ORGANIC TRADE ASSOCIATION. *Millennials and Organic: a winning combination*. Disponível em: <https://ota.com/news/press-releases/19256> . Acesso em 24 fev. 2020.

PFEUFER, Emily *et al.* *Managing Greenhouse & High Tunnel Environments to Reduce Plant Diseases*. University of Kentucky. 2016. Disponível em <https://www.controlledenvironments.org/wp-content/uploads/sites/6/2017/06/Managing-Greenhouse-High-Tunnel-Environments-to-Reduce-Plant-Diseases.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2020.

PLANTÁRIO. **Horta em casa**. Disponível em: <https://www.plantario.com.br/>. Acesso em 24 fev. 2020.

PostgreSQL. **What is PostgreSQL**. Disponível em: <https://www.postgresql.org/about/>. Acesso em 27 jun. 2020.

NAVA, Gilmar Antônio *et al.* **Desenvolvimento floral e produção de pessegueiros 'granada' sob distintas condições climáticas**. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 472-481, jun. 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452011000200018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000200018&lng=en&nrm=iso). Acesso em 01 jul. 2020.

RAANAAS, R. K. *et al.* Benefits of indoor plants on attention capacity in an office setting. *Journal of Environmental Psychology*, NMBU, v. 31, n. 1, p. 99-105, mar. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272494410001027>. Acesso em: 15 out. 2019.

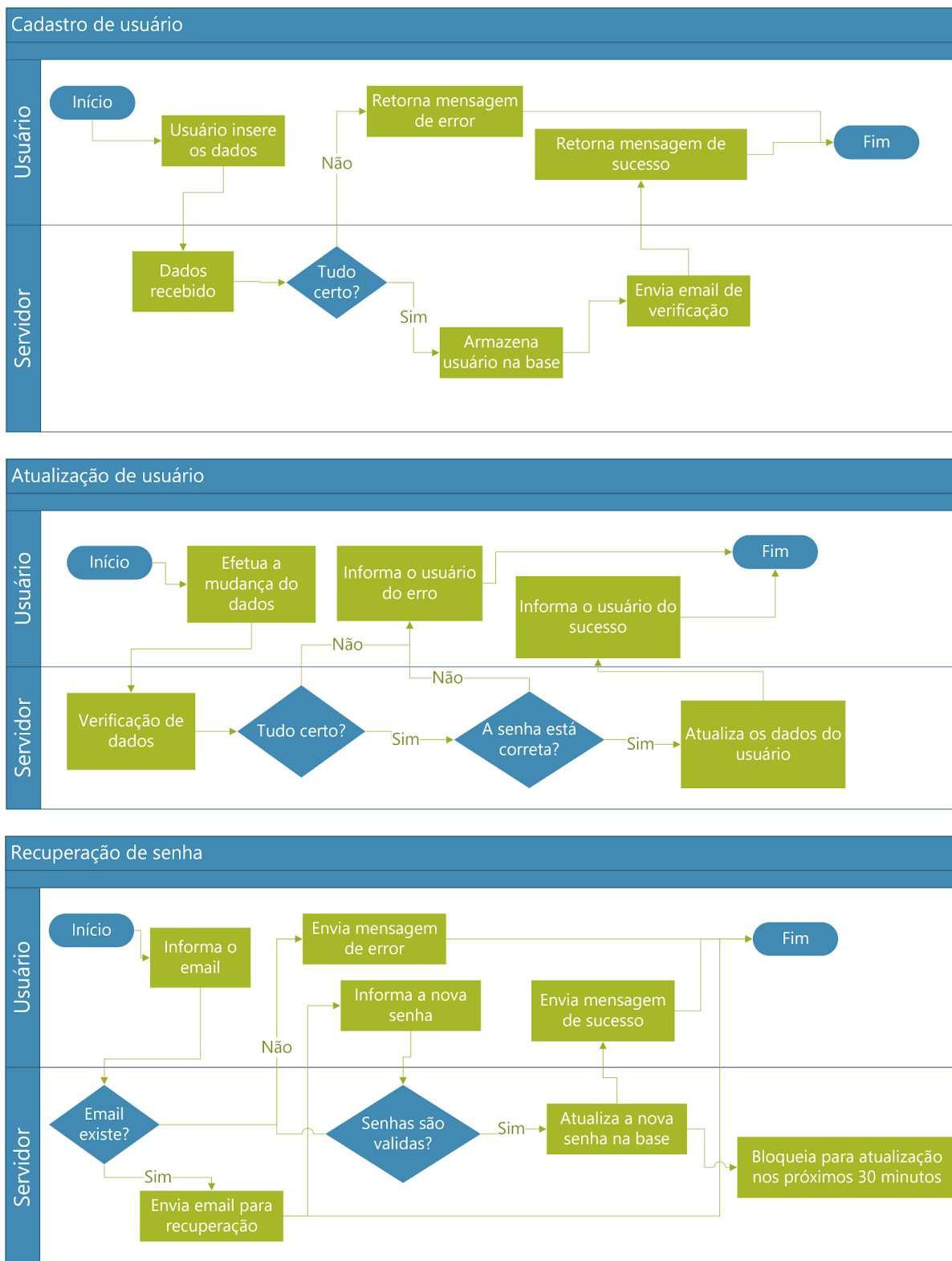
SMART GARDEN GUIDE. **14 Indoor Smart Garden Ideas You Will Love** Disponível em: <https://smartgardenguide.com/indoor-smart-garden/>. Acesso em 01 dez. 2019.

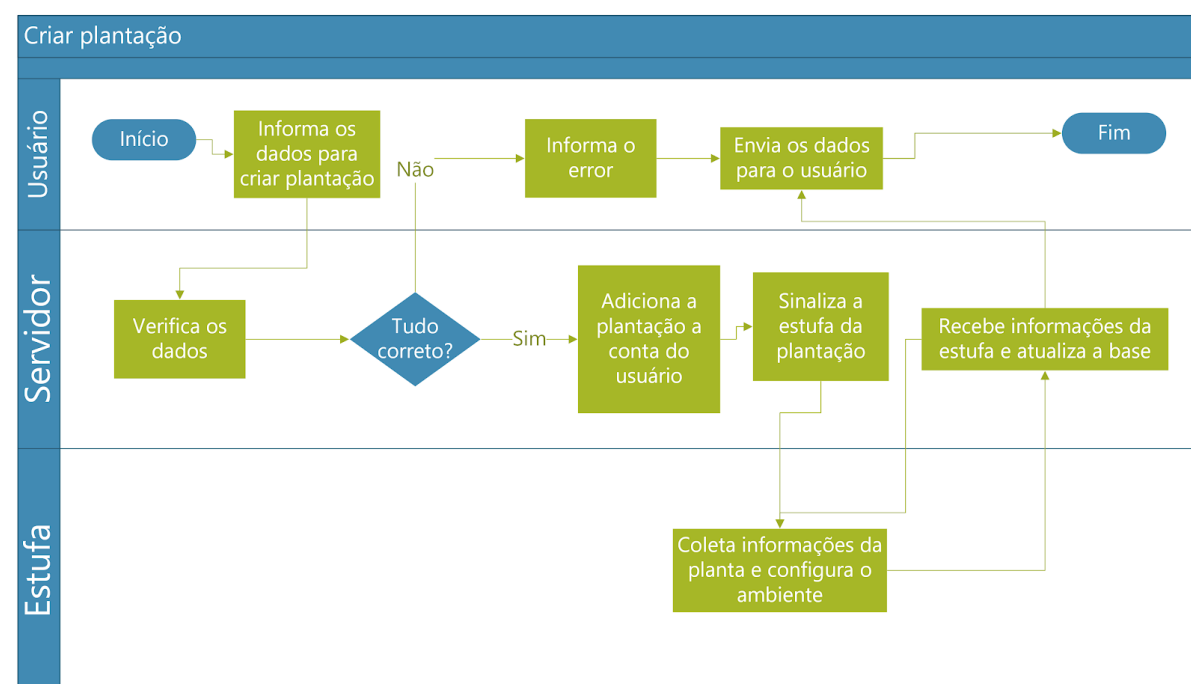
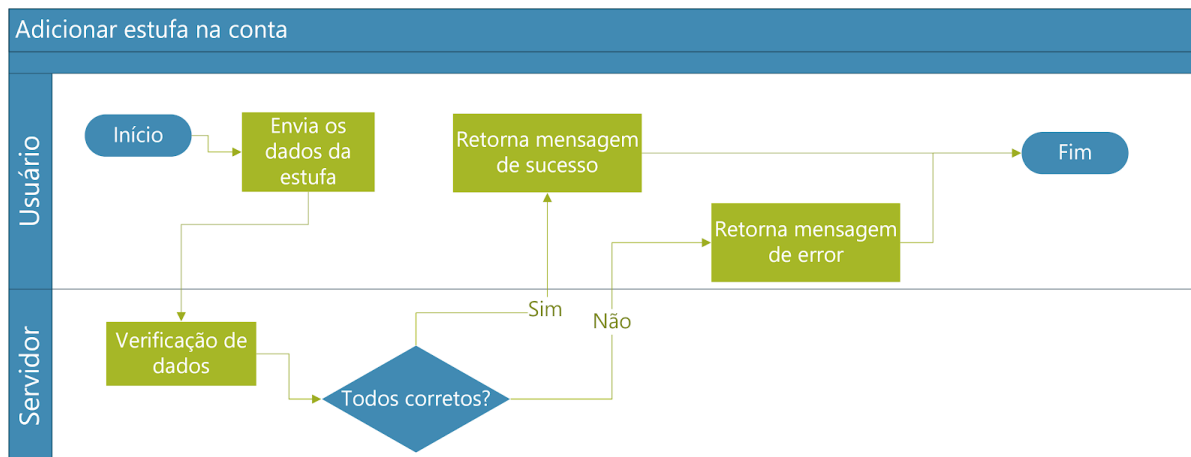
TECHTUDO. **Fusion 360**. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/fusion-360.html>. Acesso em 24 abr. 2020.

THE NATIONAL GARDENING ASSOCIATION. **Garden to Table: A 5-year look at food gardening in America**. Disponível em: <https://garden.org/special/pdf/2014-NGA-Garden-to-Table.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

THE OPENJS FOUNDATION. **Node.js**. Disponível em: <https://nodejs.org/pt-br/about/>. Acesso em: 27 jun. 2020.

## APÊNDICE A





## APÊNDICE B

