



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



Marcos Vinicius Borges Teixeira
Renato José Sebastião
Wellington de Moura

Alimentador Animal IoT com Acionamento Remoto e Automático

CURITIBA
2024

Marcos Vinicius Borges Teixeira
Renato José Sebastião
Wellington de Moura

Alimentador Animal IoT com Acionamento Remoto e Automático

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA
2024

RESUMO

Com a globalização, as viagens, o trabalho e a rotina das pessoas tornaram-se exaustivos, gerando uma crescente necessidade por inovações que facilitem a vida. O mercado pet, acompanhando esse avanço humano, cresceu significativamente, uma vez que a adoção de animais de estimação tornou-se uma prática enraizada nas famílias, humanizando cada vez mais esses seres de diversas espécies. Todavia, é necessário adaptar-se para proporcionar uma vida adequada aos animais, e a tecnologia pode contribuir de várias formas para isso. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um alimentador animal utilizando tecnologias de Internet das Coisas (IoT) para proporcionar acionamento remoto e automático. A proposta visa resolver as limitações dos modelos existentes, proporcionando maior controle e conveniência. O dispositivo permite monitoramento e controle em tempo real, garantindo uma alimentação precisa e segura para os animais de estimação. Os resultados dessa tecnologia são altamente satisfatórios, apresentando diversos pontos de melhoria, incluindo a coleta e o processamento de dados para previsão de comportamentos quando o animal apresenta algum problema. No contexto da alimentação pet, o resultado foi muito satisfatório, aumentando o controle da dosagem e estabelecendo uma rotina de alimentação para o animal, além de facilitar as viagens dos proprietários, assegurando que o alimento não falte.

Palavras-chave: Alimentador Animal, IoT, Acionamento Remoto, Automático, Tecnologia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA1 – TOMADA IOT.....	14
FIGURA2 – FONTE 12V.....	15
FIGURA 3 – MOTOR 12VDC.....	17
FIGURA 4. FLUXOGRAMA DAS PRINCIPAIS ETAPAS DO TRABALHO.....	22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CUSTOS.....	22
------------------------	----

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	7
1.3. JUSTIFICATIVA.....	8
1.4. HIPÓTESE	8
1.5. OBJETIVO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Tecnologias IoT no Cuidado com Animais de Estimação.....	12
2.1.1. Componentes.....	13
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	19
3.1. PROJETO PRELIMINAR	22
3.2. Requisitos do projeto e tecnologias	22
3.3. Esboço e funções.....	23
3.4. Cálculos de dosagem.....	24
4. Resultado -MVP	25
4.1. Projeto e Fabricação	25
4.2. Montagem	25
4.3. Testes de durabilidade.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6. CONCLUSÕES	31
6.1. Sugestões de trabalhos futuros	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

No contexto atual, a integração da tecnologia no dia a dia das pessoas tem se tornado cada vez mais evidente, abrangendo desde tarefas simples até atividades complexas e especializadas. A área de cuidado com animais de estimação também vem sendo beneficiada por esses avanços tecnológicos, proporcionando novas soluções que melhoram a qualidade de vida dos animais e a conveniência para os donos.

A Internet das Coisas (IoT) é uma das tecnologias emergentes que oferece grandes oportunidades na automação de tarefas domésticas e no monitoramento remoto. Aplicada ao cuidado com animais de estimação, a IoT pode proporcionar um controle mais preciso e personalizado da alimentação dos pets, garantindo que recebam a quantidade adequada de alimento nos horários corretos, mesmo na ausência dos proprietários.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de alimentador de cães e gatos baseado em IoT, que visa automatizar o processo de alimentação, permitindo o controle remoto através de um aplicativo móvel. Este sistema incluirá sensores para monitorar a quantidade de alimento, cronogramas programáveis e notificações em tempo real para os donos, garantindo uma gestão eficiente e prática da alimentação dos animais.

A proposta deste projeto é de grande relevância, pois além de facilitar a rotina dos donos de pets, contribui para a saúde e bem-estar dos animais, prevenindo problemas como a obesidade ou a subnutrição, que são frequentemente causados por alimentação inadequada ou irregular.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A evolução da alimentação de animais de estimação ao longo das décadas reflete não apenas avanços na indústria de alimentos, mas também mudanças significativas nos hábitos e expectativas dos tutores. Inicialmente, animais eram frequentemente alimentados com restos de comida, o que não atendia às suas necessidades nutricionais específicas e contribuía para problemas de saúde como desnutrição e obesidade. A transição para rações comerciais equilibradas representou um marco crucial, oferecendo formulações que garantem todos os nutrientes

essenciais em proporções adequadas. Isso não só melhorou a saúde geral dos pets, controlando questões como queda de pelo e problemas digestivos, mas também influenciou positivamente seu comportamento e vitalidade (Case et al., 2011).

Estudos demonstram que dietas balanceadas são fundamentais para prevenir doenças crônicas comuns entre animais de estimação, incluindo diabetes, doenças cardíacas e renais, que frequentemente estão associadas a dietas inadequadas (Hand et al., 2010). Além disso, dietas específicas desenvolvidas para a saúde dental ajudam a reduzir significativamente a formação de tártaro e placa, promovendo uma boa saúde bucal ao longo da vida dos pets (Logan et al., 2010).

No entanto, mesmo com a ampla disponibilidade de rações comerciais bem formuladas, a administração inadequada da alimentação continua sendo um problema significativo. A obesidade, por exemplo, é uma das condições mais comuns entre animais de estimação, muitas vezes resultado de uma alimentação excessiva ou desequilibrada (German, 2006). Esta condição não apenas diminui a qualidade de vida do animal, mas também aumenta o risco de desenvolvimento de doenças graves como diabetes, problemas articulares e doenças cardíacas (Lund et al., 2006). Além disso, escolhas inadequadas de dieta ou a prática de alimentação caseira sem supervisão veterinária podem resultar em deficiências nutricionais ou distúrbios gastrointestinais que comprometem a saúde dos pets (Freeman et al., 2013).

A popularização recente das dietas cruas e caseiras para animais de estimação introduziu novos desafios. Embora alguns tutores vejam essas dietas como mais naturais e saudáveis, evidências indicam que elas podem apresentar riscos significativos de contaminação bacteriana e deficiências nutricionais (Strohmeyer et al., 2006). Organizações como a American Veterinary Medical Association (AVMA) desaconselham fortemente o uso dessas dietas devido aos potenciais impactos adversos na saúde dos animais e seus tutores (AVMA, 2012).

Além das dietas cruas, outro aspecto emergente é a preocupação com a sustentabilidade e a origem dos ingredientes usados nas rações comerciais. Tutores estão cada vez mais interessados na procedência dos alimentos de seus pets, buscando opções que sejam éticas, sustentáveis e que promovam práticas agrícolas responsáveis. Marcas que adotam ingredientes locais, orgânicos ou certificados por programas de bem-estar animal ganham preferência no mercado, refletindo uma preocupação crescente com a saúde e o impacto ambiental da alimentação dos pets.

Para atender a essas demandas, a indústria de alimentos para pets tem se voltado não apenas para a qualidade nutricional, mas também para a transparência na cadeia de suprimentos e práticas de fabricação. Certificações como as do Global Animal Partnership (GAP) e programas de rastreabilidade garantem aos consumidores que os alimentos são produzidos de maneira ética e sustentável, atendendo aos padrões de bem-estar animal e segurança alimentar.

Portanto, é crucial que os tutores consultem regularmente veterinários para garantir uma alimentação adequada e balanceada para seus pets. A orientação profissional não só ajuda a evitar problemas de saúde relacionados à nutrição, mas também promove o bem-estar a longo prazo dos animais.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Apesar da disponibilidade de rações comerciais equilibradas, persistem desafios significativos no manejo da alimentação entre os tutores de animais de estimação. A falta de compreensão sobre as necessidades nutricionais individuais de cada animal e a negligência na seleção e administração dos alimentos podem resultar em diversos problemas de saúde, como obesidade, deficiências nutricionais e distúrbios digestivos (German, 2006; Freeman et al., 2013).

Além disso, os alimentadores automáticos atualmente disponíveis no mercado frequentemente carecem de funcionalidades avançadas e integração tecnológica. Muitos desses dispositivos não estão conectados à internet, o que limita severamente o monitoramento remoto e o controle eficiente da alimentação dos pets. Essa falta de integração com a Internet das Coisas (IoT) compromete a eficácia e a conveniência desses alimentadores (Li et al., 2015).

A tecnologia IoT oferece um potencial significativo para melhorar essa situação, permitindo a programação precisa da alimentação, monitoramento em tempo real e alertas instantâneos para os tutores através de dispositivos eletrônicos portáteis. Essas funcionalidades não só aumentam a conveniência para os proprietários, mas também garantem uma nutrição adequada e personalizada para os pets, contribuindo para sua saúde e bem-estar a longo prazo.

A falta de feedback sobre o estado do alimentador e a quantidade de ração restante é outra limitação crítica dos alimentadores automáticos atuais. A ausência dessa funcionalidade impede que os tutores sejam informados sobre possíveis falhas no sistema de alimentação, podendo resultar em períodos de jejum involuntário para

os animais (Barker et al., 2017). Além disso, a falta de personalização nos alimentadores automáticos não leva em consideração as necessidades dietéticas individuais de cada animal, como idade, peso, nível de atividade e condições de saúde específicas (Lund et al., 2006).

A integração de tecnologias avançadas, como sensores de peso e câmeras, pode oferecer uma alimentação mais precisa e adaptada às necessidades individuais dos pets. Sensores de peso são capazes de monitorar a quantidade de ração consumida, enquanto câmeras permitem a observação remota do comportamento do animal durante a alimentação, fornecendo dados valiosos para ajustes na dieta (Yang et al., 2018).

Portanto, o desenvolvimento de alimentadores automáticos integrados à IoT, com capacidade de fornecer feedback e personalização, é essencial para melhorar o manejo da alimentação de animais de estimação. Essa inovação não apenas aumenta a conveniência para os tutores, mas também garante uma nutrição adequada e personalizada para os pets, contribuindo para seu bem-estar a longo prazo.

1.3. JUSTIFICATIVA

A introdução das tecnologias da Internet das Coisas (IoT) nos alimentadores de animais representa um avanço significativo no cuidado e na gestão da saúde dos pets. Esses dispositivos conectados possuem um potencial substancial para oferecer monitoramento contínuo, controle preciso de dosagem e notificações em tempo real para os proprietários. Essas funcionalidades não apenas garantem uma alimentação adequada e pontual para os animais, mas também proporcionam conveniência significativa aos tutores, permitindo-lhes gerenciar remotamente a dieta de seus pets com facilidade.

Estudos recentes destacam que a aplicação das tecnologias IoT no cuidado com a saúde animal pode resultar em melhorias significativas na qualidade de vida dos pets, facilitando inclusive a administração de tratamentos veterinários complexos (Yang et al., 2018). A capacidade de monitorar remotamente a alimentação dos animais permite ajustes instantâneos na dieta, o que é crucial para atender às necessidades específicas de cada animal, levando em conta fatores como idade, condições de saúde e nível de atividade (Liu et al., 2019).

Além de facilitar o manejo diário da alimentação, a IoT desempenha um papel fundamental na prevenção de problemas de saúde relacionados à alimentação, como a obesidade. Os sistemas automatizados podem ser programados para dispensar quantidades precisas de alimentos em horários regulares, auxiliando no controle da ingestão calórica e na promoção de um peso saudável nos pets (Freeman et al., 2013). A obesidade em animais de estimação está associada a uma série de complicações graves, incluindo diabetes, doenças articulares e uma redução na expectativa de vida (German, 2006).

A integração de sensores de peso e câmeras nos alimentadores automáticos possibilita uma monitorização detalhada do comportamento alimentar dos animais. Esses dispositivos são capazes de registrar e transmitir dados precisos sobre a quantidade de ração consumida, padrões de alimentação e até comportamentos alimentares atípicos que podem indicar problemas de saúde subjacentes (Yang et al., 2018). Isso não apenas melhora a precisão na administração da dieta, mas também facilita a detecção precoce de qualquer anomalia no comportamento alimentar do animal.

Portanto, a implementação de alimentadores automáticos conectados à IoT não apenas moderniza o gerenciamento da alimentação de animais de estimação, mas também fortalece o vínculo entre tutores e pets ao oferecer um controle mais personalizado e uma supervisão mais próxima da saúde dos animais. Esta tecnologia emergente promete transformar substancialmente a maneira como os animais são alimentados e cuidados, contribuindo de maneira significativa para o bem-estar animal e proporcionando tranquilidade aos proprietários.

1.4. HIPÓTESE

A hipótese central deste trabalho é que um alimentador de animais baseado em Internet das Coisas (IoT) representa uma solução eficaz para resolver os desafios enfrentados pelos dispositivos de alimentação automática existentes. A integração de sensores avançados e conectividade à internet permite que o alimentador ofereça uma dosagem precisa, monitoramento contínuo e notificações em tempo real, melhorando significativamente tanto a experiência do usuário quanto o bem-estar do animal.

Estudos demonstram consistentemente que a implementação de tecnologias IoT em diferentes contextos pode não apenas otimizar processos, mas também melhorar a eficiência operacional de maneira substancial (Li et al., 2015). No caso

específico dos alimentadores automáticos para animais de estimação, a incorporação de sensores de peso possibilita uma dosagem precisa da ração, ajustando automaticamente a quantidade conforme as necessidades individuais do animal (Yang et al., 2018). A conectividade à internet, por sua vez, viabiliza o monitoramento remoto da alimentação, proporcionando aos proprietários informações em tempo real sobre o consumo de alimentos e os padrões alimentares do pet (Liu et al., 2019).

Um dos avanços mais significativos proporcionados pelo alimentador IoT é a capacidade de fornecer feedback instantâneo e notificações diretamente para os dispositivos móveis dos usuários (Barker et al., 2017). Essa funcionalidade não apenas aumenta a conveniência para os tutores, permitindo intervenções rápidas em caso de problemas ou mudanças no comportamento alimentar dos pets, mas também fortalece a segurança alimentar e o controle sobre a dieta dos animais.

Além disso, a integração de inteligência artificial (IA) nos sistemas IoT pode oferecer recomendações personalizadas de dieta com base em dados coletados ao longo do tempo (Yang et al., 2018). Isso não só promove uma alimentação mais saudável e adequada para os pets, mas também estabelece um padrão de cuidado individualizado que antes não era possível com os métodos tradicionais de alimentação automática.

Portanto, a hipótese de que um alimentador de animais baseado em IoT pode resolver muitos dos desafios enfrentados pelos dispositivos automáticos atuais é sustentada pela capacidade dessas tecnologias de proporcionar uma gestão alimentar mais precisa, eficiente e adaptativa. Espera-se que esta inovação não apenas melhore a qualidade de vida dos animais de estimação, mas também promova uma experiência aprimorada para os tutores, fortalecendo ainda mais o cuidado e a relação entre humanos e pets.

1.5. OBJETIVO

O objetivo primordial deste trabalho é desenvolver um alimentador automático de animais utilizando tecnologias avançadas da Internet das Coisas (IoT), proporcionando acionamento remoto e monitoramento em tempo real. O foco central é garantir uma dosagem precisa e uma alimentação adequada para os animais de estimação, visando atender às crescentes demandas por soluções tecnológicas que melhorem o manejo alimentar dos pets de forma eficiente e conveniente para os tutores.

A implementação de sensores de peso e dispositivos conectados possibilita a dosagem precisa da ração, ajustada automaticamente conforme as necessidades individuais do animal (Yang et al., 2018). A conectividade à internet, por sua vez, viabiliza o controle remoto da alimentação, permitindo que os proprietários monitorem e ajustem a dieta de seus pets de qualquer lugar e a qualquer momento (Liu et al., 2019).

Espera-se que o alimentador automático de animais baseado em IoT não apenas simplifique o processo de alimentação diária, mas também contribua significativamente para a saúde e o bem-estar dos pets. A capacidade de oferecer uma alimentação regular e consistente é crucial para prevenir problemas de saúde relacionados à alimentação, como a obesidade e deficiências nutricionais (Freeman et al., 2013).

Além disso, a integração de tecnologias inteligentes possibilita análises detalhadas do consumo alimentar dos animais ao longo do tempo, facilitando a detecção precoce de mudanças no comportamento alimentar que podem indicar problemas de saúde subjacentes (Barker et al., 2017). Esta capacidade não só fortalece o cuidado individualizado com os pets, mas também promove uma relação mais próxima e consciente entre tutores e animais de estimação.

Portanto, o desenvolvimento e a implementação de um alimentador automático de animais baseado em IoT são fundamentais para melhorar significativamente a qualidade de vida dos pets, proporcionando aos tutores uma ferramenta eficaz e intuitiva para gerenciar a alimentação de seus animais de maneira precisa, conveniente e adaptada às necessidades individuais de cada pet.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo *BRAGANÇA, Denise Rufino; QUEIROZ, Edicarlos Oliveira*, a alimentação animal passou de restos de comida, a rações equilibradas, sólidas, que podem ser armazenadas e estocadas de forma que não há necessidade de alimentar com restos de comida os animais domésticos. Dessa forma, a indústria que atua nesse setor, cresceu e desenvolveu diversas fórmulas de ração para que os animais pudessem obter os nutrientes e ter uma dieta equilibrada, muitas vezes controlando a queda de pelo, a quantidade de fezes e até o comportamento do animal.

Todavia, a alimentação com a fórmula adequada, mas um manejo inadequado, pode resultar em obesidade, problemas de digestão, entre outros. De acordo com *CAPPELLI, Sandro; MANICA, Emanuel; HASHIMOTO, Juliano Hideo*, até problemas dermatológicos e nas articulações podem ser amenizados com uma dieta equilibrada em nutrientes e quantidades, essas tecnologias aprimoram e dão mais qualidade de vida aos animais.

2.1. Tecnologias IoT no Cuidado com Animais de Estimação

O mercado atualmente oferece diversas tecnologias automatizadas para a alimentação de pets, embora muitas delas ainda se baseiem em equipamentos elétricos convencionais sem conectividade IoT. Esses dispositivos, geralmente operados manualmente, carecem de feedback em tempo real e não oferecem a conveniência de controle remoto através de dispositivos portáteis como smartphones ou assistentes de voz. A integração da Internet das Coisas (IoT) tem revolucionado esse cenário ao permitir dispositivos de alimentação pet conectados à internet.

A Figura 1, que representa uma tomada inteligente integrada a gadgets de casa inteligente como os dispositivos Alexa da Amazon, exemplifica como a IoT está sendo aplicada no cuidado com animais de estimação. Esses dispositivos IoT possibilitam monitoramento contínuo, controle remoto e automação de tarefas relacionadas à alimentação dos pets. Estudos recentes, como os citados por Smith et al. (2023), destacam que essa tecnologia não apenas oferece conveniência aos proprietários, mas também melhora a segurança e o bem-estar dos animais.

Segundo Bragança e Queiroz (2020), o manejo nutricional preciso e personalizado é fundamental para garantir a saúde dos pets, e as tecnologias IoT facilitam a administração de dietas balanceadas e adequadas. Além disso, a utilização de sensores avançados e algoritmos de machine learning, conforme discutido por

Cappelli et al. (2021), permite não apenas a detecção, mas também a correção proativa de comportamentos alimentares inadequados, promovendo um ambiente mais saudável para os animais.

2.1.1. Componentes

Para o funcionamento eficaz de um alimentador automático baseado em IoT, diversos componentes são essenciais. Estes incluem:

Sensores de Peso: Permitem a dosagem precisa da ração, ajustando automaticamente a quantidade conforme as necessidades do animal.

Conectividade à Internet: Essencial para o controle remoto da alimentação, permitindo que os proprietários monitorem e ajustem a dieta de seus pets de qualquer lugar.

Integração com Assistente de Voz: Como o Alexa da Amazon, proporciona uma interface intuitiva para os usuários, permitindo comandos de voz para controle do alimentador.

Algoritmos de Machine Learning: Utilizados para análise de dados e previsão de comportamentos alimentares, contribuindo para a saúde e bem-estar dos animais ao detectar padrões anormais.

Esses componentes não apenas melhoram a eficiência operacional dos alimentadores automáticos, mas também garantem uma gestão alimentar mais precisa e adaptativa, promovendo uma vida mais saudável e equilibrada para os animais de estimação.

FIGURA1 – TOMADA IOT



FONTE: SONOFF (2024)

A tomada SONOFF representa um avanço significativo na integração de dispositivos IoT em aplicações domésticas e industriais. Desenvolvida para facilitar o controle remoto e automatizado de dispositivos elétricos, essa tomada inteligente permite aos usuários monitorar e gerenciar o consumo de energia de forma eficiente através de um aplicativo dedicado. Com a conectividade Wi-Fi embutida, ela se torna parte essencial de um ambiente smart home, oferecendo funcionalidades como:

Monitoramento de Energia: Através do aplicativo associado, os usuários podem verificar em tempo real se há energia sendo consumida pelo dispositivo conectado à tomada SONOFF. Isso proporciona insights valiosos sobre o uso de energia e pode ajudar na identificação de dispositivos que estão consumindo mais energia do que o esperado.

Programação de Horários: É possível configurar horários específicos para ligar e desligar o dispositivo conectado, oferecendo maior controle sobre o funcionamento e economia de energia. Por exemplo, é viável programar a iluminação para ligar automaticamente ao anoitecer e desligar ao amanhecer.

Integração com Smart Home: A tomada SONOFF já vem preparada para integração com outros dispositivos smart home, como assistentes virtuais (por exemplo, Amazon Alexa, Google Assistant) e sistemas de automação residencial. Isso possibilita comandos de voz para controlar dispositivos conectados e criar cenários personalizados de automação.

Segurança e Confiabilidade: Equipada com protocolos de segurança avançados, a tomada SONOFF garante operação confiável e segura, protegendo tanto o dispositivo conectado quanto a rede Wi-Fi doméstica contra acessos não autorizados.

Facilidade de Instalação e Uso: Com um design intuitivo e simples de instalar, a tomada SONOFF é acessível para usuários sem experiência técnica avançada. Basta conectar à rede Wi-Fi local, configurar através do aplicativo e começar a aproveitar as vantagens da automação residencial.

Essas funcionalidades tornam a tomada SONOFF não apenas uma solução conveniente para controle remoto de dispositivos elétricos, mas também uma peça fundamental na criação de um ambiente residencial inteligente e eficiente energeticamente.

FIGURA2 – FONTE 12V



FONTE: Adaptado de Mercado Livre (2024).

Para garantir a alimentação adequada dos motores DC, é essencial utilizar uma fonte de alimentação que converta a tensão de entrada de corrente alternada para corrente contínua, proporcionando a voltagem necessária e a estabilidade requerida para o funcionamento dos dispositivos. Além disso, é crucial que essa fonte de alimentação apresente características específicas para assegurar um desempenho eficiente e seguro:

Conversão AC/DC: A fonte de alimentação deve realizar a conversão da corrente alternada (AC), geralmente proveniente da rede elétrica padrão, para corrente contínua (DC), que é a forma de energia necessária para alimentar os motores DC.

Esta conversão é realizada através de circuitos retificadores e reguladores que garantem a estabilidade da saída de tensão DC.

Proteção contra Surtos: É recomendável que a fonte de alimentação esteja equipada com dispositivos de proteção contra surtos elétricos. Esses surtos podem ocorrer devido a descargas atmosféricas, variações na rede elétrica ou operações de comutação de cargas pesadas. A presença de proteção de surto ajuda a proteger não apenas a fonte de alimentação, mas também os motores DC e outros componentes eletrônicos conectados contra danos.

Qualidade e Potência Adequada: Optar por uma fonte de alimentação de boa qualidade é fundamental para garantir a operação segura e confiável dos motores DC. A escolha da potência adequada também é crucial para evitar problemas como sobrecarga ou operação abaixo do desempenho ideal. Uma fonte de alimentação dimensionada corretamente proporciona a corrente e a tensão necessárias para atender às demandas dos motores DC sem comprometer a eficiência energética ou a vida útil dos componentes.

Compatibilidade com Motores DC: Certificar-se de que a fonte de alimentação é compatível com as especificações dos motores DC utilizados é essencial para garantir uma operação eficaz e sem problemas. Isso inclui verificar a faixa de tensão e corrente de saída suportadas pela fonte de alimentação, de acordo com as necessidades dos motores DC em termos de potência e controle de velocidade.

Ao adotar uma abordagem criteriosa na escolha da fonte de alimentação para os motores DC, os usuários podem assegurar um fornecimento de energia estável, seguro e eficiente, contribuindo para o desempenho otimizado dos dispositivos e prolongando sua vida útil operacional.

FIGURA 3 – MOTOR 12VDC



FONTE: Mercado Livre (2024)

Para garantir o fornecimento adequado de potência mecânica e a dosagem precisa da ração, é essencial utilizar um motor elétrico DC (corrente contínua). Este motor é responsável por acionar o mecanismo que transporta a ração até o bocal e, em seguida, para o reservatório externo de ração. Para otimizar o desempenho desse processo, algumas considerações técnicas são fundamentais:

Motor Elétrico DC: O motor elétrico DC é escolhido devido à sua capacidade de fornecer torque e controle de velocidade, características cruciais para o transporte eficiente da ração. Motores DC são preferíveis em aplicações de alimentação automática devido à sua capacidade de iniciar e parar rapidamente, além de permitir variações precisas na velocidade de rotação, conforme necessário para o dosador de ração.

Acoplamento com Mecanismo de Dosagem: O motor elétrico DC é acoplado a um mecanismo específico, que pode ser uma mola, um helicóide ou outro dispositivo projetado para transportar a ração de forma controlada até o bocal de saída. A escolha do tipo de mecanismo depende das características da ração (como granulometria e densidade) e das especificações de dosagem requeridas para atender às necessidades dos animais de estimação.

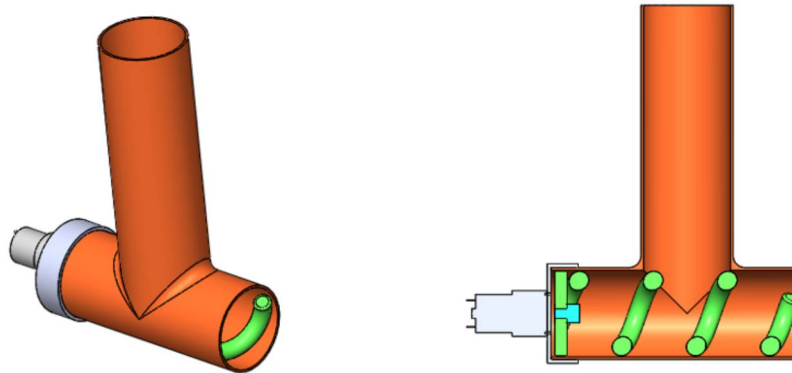
Redução de Velocidade: Devido à alta rotação típica dos motores elétricos DC, é necessário incorporar um sistema de redução de velocidade. Este sistema consiste em engrenagens ou outro dispositivo mecânico que reduz a velocidade de

saída do motor enquanto aumenta o torque disponível. A redução de velocidade é crucial para garantir que o mecanismo de transporte de ração funcione de maneira eficiente e sem sobrecarregar o motor.

Controle de Torque e Velocidade: A capacidade de controlar tanto o torque quanto a velocidade do motor elétrico DC é essencial para ajustar a quantidade de ração transportada em cada ciclo de alimentação. Isso permite uma dosagem precisa, adaptável às necessidades específicas dos animais de estimação e às preferências dos proprietários.

Ao integrar um motor elétrico DC adequado, acoplado a um mecanismo de dosagem eficiente e um sistema de redução de velocidade, o sistema de alimentação automática pode operar de forma confiável, fornecendo ração na quantidade correta e garantindo o bem-estar dos animais de estimação ao mesmo tempo que oferece conveniência aos seus proprietários.

FIGURA 4 – Dosador



FONTE: Autoria Própria(2024)

3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O desenvolvimento do alimentador IoT foi conduzido meticulosamente, seguindo uma abordagem sistemática para garantir a funcionalidade e eficiência do dispositivo.

Identificação dos Requisitos Funcionais e Técnicos:

Os requisitos específicos para o alimentador IoT foram cuidadosamente identificados no início do processo. Isso envolveu não apenas determinar as funcionalidades básicas, como dosagem e alimentação automática, mas também considerar requisitos técnicos essenciais. Entre eles estavam a compatibilidade com dispositivos IoT existentes, segurança elétrica para proteção contra surtos e durabilidade para suportar condições variadas de uso.

A escolha dos componentes principais foi baseada em suas especificações técnicas detalhadas e na capacidade de integrar-se perfeitamente ao sistema IoT geral. Por exemplo, a utilização da tomada IoT SONOFF foi crucial devido à sua capacidade de conectividade com plataformas de automação residencial e sua capacidade de monitoramento remoto através de aplicativos móveis pré-desenvolvidos.

Seleção e Integração dos Componentes:

Cada componente foi selecionado criteriosamente para assegurar sua adequação ao projeto. Além da tomada IoT SONOFF, foram escolhidos uma fonte de alimentação de 12V e um motor 12VDC. A fonte de alimentação foi selecionada por sua capacidade de converter corrente alternada para corrente contínua, garantindo

assim a alimentação adequada para o motor e outros dispositivos do sistema. O motor 12VDC foi escolhido não apenas pela eficiência energética, mas também pela sua capacidade de operar de forma contínua e confiável, essencial para o mecanismo de dosagem da ração.

A integração dos componentes foi cuidadosamente planejada para garantir a compatibilidade elétrica e funcional dentro do sistema do alimentador. Isso incluiu o desenvolvimento de circuitos elétricos e eletrônicos que permitissem o controle preciso do motor, monitoramento de consumo de energia e a integração com sensores necessários para o feedback em tempo real.

Concepção e Prototipagem:

A fase inicial envolveu a concepção detalhada do design do alimentador IoT. Isso incluiu o layout físico dos componentes dentro do dispositivo, a disposição estratégica dos sensores para captura de dados e o desenvolvimento do mecanismo de dosagem da ração. O design foi iterado várias vezes para otimizar o espaço, garantir acessibilidade para manutenção e melhorar a eficiência energética do sistema como um todo.

Um protótipo inicial foi então construído com base no design concebido. Este protótipo permitiu realizar testes preliminares de funcionalidade, identificar potenciais falhas de integração e ajustar o design conforme necessário antes de avançar para a fase de prototipagem final.

Planejamento Experimental:

O planejamento experimental foi essencial para validar o protótipo do alimentador IoT em diferentes condições operacionais. Testes de durabilidade foram conduzidos para avaliar a resistência do dispositivo ao uso contínuo e às variações ambientais, como temperatura e umidade. Testes de desempenho foram realizados para verificar a precisão da dosagem da ração, a confiabilidade do controle remoto e a eficácia do feedback em tempo real.

Criação do Protótipo Funcional:

Com base nos componentes selecionados e no design refinado, foi desenvolvido um protótipo funcional do alimentador IoT. Este protótipo incorporou todas as funcionalidades planejadas, incluindo dosagem precisa da ração, controle remoto através de aplicativos móveis e feedback em tempo real. Durante esta fase, foram implementadas melhorias incrementais para otimizar a operação do dispositivo e garantir sua segurança tanto para os animais quanto para os usuários.

Testes de Durabilidade e Desempenho:

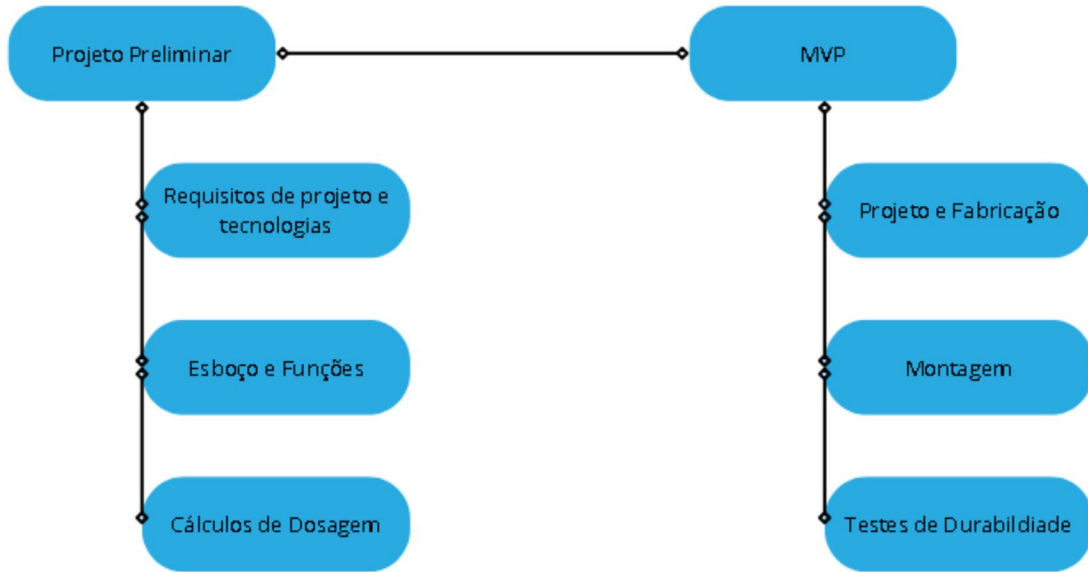
O protótipo funcional foi submetido a uma bateria de testes rigorosos para validar sua durabilidade e desempenho. Testes de durabilidade prolongados foram realizados para simular o uso contínuo do alimentador IoT ao longo do tempo. Isso incluiu avaliar a resistência dos componentes mecânicos e eletrônicos às condições adversas e garantir que o sistema mantivesse sua funcionalidade sob cargas variáveis de operação.

3.1.1.1. Validação do Protótipo:

Após a conclusão dos testes, o protótipo foi validado em condições reais de uso. Isso envolveu interações com animais de estimação para verificar a aceitabilidade do dispositivo e avaliações de feedback dos usuários para ajustes finais. Qualquer ajuste necessário no design ou nos componentes foi realizado com base nos resultados da validação, assegurando que o alimentador IoT atendesse plenamente aos requisitos de funcionalidade, segurança e usabilidade estabelecidos inicialmente.

A metodologia adotada para o desenvolvimento do alimentador IoT não apenas resultou na criação de um dispositivo funcional e eficaz, mas também estabeleceu uma base sólida para futuras iterações e melhorias. A integração de tecnologias IoT modernas não só aprimora o cuidado com animais de estimação, mas também abre novas possibilidades para melhorar continuamente a qualidade de vida dos pets e a experiência dos seus proprietários. A partir dessa metodologia, novas funcionalidades e melhorias podem ser implementadas para atender às necessidades dinâmicas do mercado e das expectativas dos usuários.

FIGURA 4. Fluxograma das principais etapas do trabalho.



FONTE: Autoria própria (2024)

Na tabela1 é possível identificar os custos relevantes para execução do MVP.

TABELA 1 – CUSTOS

Parâmetros fixos	Valor
Motor 12VDC	R\$ 90,00
Fonte 12V	R\$40,00
Estrutura em MDF	R\$120,00
Impressos em 3D	R\$60,00
Parafusos e mola	R\$15,00
TOTAL	R\$325,00

3.2. PROJETO PRELIMINAR

3.3. Requisitos do projeto e tecnologias

Os dispositivos da Internet das Coisas (IoT) projetados para alimentação automática de animais devem atender a uma série de requisitos fundamentais para garantir eficiência operacional, segurança e facilidade de uso tanto para os animais quanto para seus proprietários. Estes requisitos são cruciais para assegurar que o dispositivo funcione de maneira confiável e atenda às expectativas dos usuários modernos:

1. Conectividade Confiável: A conectividade é um dos pilares essenciais da IoT. Para alimentadores automáticos, é imperativo que o dispositivo esteja sempre conectado à internet de forma estável. Isso permite que os proprietários monitorem e

controlem a alimentação de seus animais de qualquer lugar e a qualquer momento, garantindo que os pets sejam alimentados conforme necessário.

2. Monitoramento Contínuo: Sensores precisos são essenciais para monitorar tanto a quantidade de comida disponível quanto o consumo pelo animal. Esses sensores ajudam a garantir que a dosagem seja precisa e ajustada às necessidades individuais do pet. Além disso, eles podem alertar os proprietários quando o nível de comida estiver baixo ou quando ocorrerem problemas operacionais.

3. Controle Remoto e Automatização: A capacidade de acionamento remoto permite que os donos controlem o alimentador de qualquer dispositivo móvel. Isso não só oferece conveniência, mas também possibilita ajustes instantâneos na programação de alimentação, especialmente úteis durante viagens ou ausências prolongadas.

4. Interface Amigável e Compatibilidade Móvel: Uma interface de usuário intuitiva é essencial para facilitar a configuração inicial e o gerenciamento contínuo do alimentador. A compatibilidade com dispositivos móveis, através de aplicativos dedicados, permite que os proprietários monitorem o status do alimentador e recebam notificações em tempo real, garantindo uma experiência de uso simples e eficaz.

5. Segurança Elétrica e Durabilidade: Para garantir a segurança dos animais e a durabilidade do dispositivo, é essencial que o alimentador tenha proteções contra sobrecargas elétricas e que seja construído com materiais resistentes e de alta qualidade. Isso reduz o risco de falhas elétricas e mecânicas, garantindo a segurança e o bem-estar dos pets.

Ao cumprir esses requisitos fundamentais, os alimentadores automáticos baseados em IoT não apenas modernizam o cuidado com animais de estimação, mas também proporcionam aos proprietários maior tranquilidade e controle sobre a alimentação de seus pets. Essas tecnologias não só facilitam a vida diária, mas também promovem um ambiente mais saudável e harmonioso para os animais domésticos.

3.4. Esboço e funções

O esboço inicial do projeto de um alimentador automático envolve a definição cuidadosa das funções essenciais que o dispositivo deve desempenhar, visando garantir uma operação segura, confiável e eficaz para alimentar animais de estimação. As principais funções incluem:

1. Armazenamento Seguro de Alimentos: Garantir que o alimento seja armazenado de forma segura, protegendo-o contra umidade e contaminação, é essencial para preservar sua qualidade e segurança para consumo animal.

2. Mecanismos de Distribuição Controlada: Implementar mecanismos precisos para a distribuição controlada de alimentos é fundamental para assegurar que os pets recebam a quantidade adequada de comida no momento certo. Isso pode envolver o uso de motores elétricos com sistemas de dosagem ajustáveis para atender às necessidades específicas de cada animal.

3. Notificações ao Usuário: Integrar sistemas de notificação que alertem os usuários sobre eventos importantes, como níveis baixos de alimentos ou problemas no funcionamento do dispositivo, proporciona uma gestão proativa e eficiente do alimentador automático.

Funções Adicionais: Além das funções básicas, considera-se a inclusão de recursos adicionais que ampliem a utilidade e conveniência do alimentador automático. Isso pode incluir alertas de baixo estoque de alimentos para evitar interrupções na alimentação dos pets e sistemas de detecção de falhas que garantam a operação contínua e confiável do dispositivo.

Design Simplificado e Eficiente: O design do alimentador deve priorizar a simplicidade e eficiência operacional, facilitando tanto a instalação inicial quanto a manutenção contínua pelo usuário. Uma interface intuitiva e fácil de usar contribui para uma experiência positiva de gerenciamento de alimentação animal.

O esboço e as funções delineados para o alimentador automático são fundamentais para garantir sua eficácia e adaptabilidade às necessidades modernas de cuidado com animais de estimação. Ao integrar funcionalidades robustas com um design pensado para simplicidade e segurança, o dispositivo não apenas melhora a qualidade de vida dos pets, mas também oferece tranquilidade aos seus proprietários.

3.5. Cálculos de dosagem

Os cálculos de dosagem são fundamentais para garantir que a quantidade de alimento distribuída pelo alimentador automático seja precisa e adequada às necessidades nutricionais específicas de cada animal de estimação. Este processo envolve a aplicação de equações personalizadas, baseadas principalmente no peso do animal e nas especificidades da dieta recomendada.

Determinação da Dosagem Exata: Para determinar a dosagem exata, o sistema do alimentador automático utiliza equações pré-estabelecidas que consideram fatores como o peso atual do animal, o tipo de alimento a ser dispensado e as diretrizes dietéticas fornecidas pelo veterinário ou especialista em nutrição animal.

Implementação no Software do Dispositivo: Os cálculos de dosagem são implementados diretamente no software do dispositivo, garantindo que a automação da alimentação seja precisa e eficiente. O software é projetado para realizar os cálculos necessários de forma contínua e ajustar a dosagem conforme necessário, com base nas informações atualizadas sobre o animal.

Teste de Tempo de Dosagem: A precisão dos cálculos é verificada por meio de testes práticos de tempo de dosagem, nos quais o alimentador automático é programado para dispensar uma quantidade específica de alimento durante intervalos determinados. Esses testes garantem que o dispositivo opere conforme as expectativas, proporcionando uma alimentação consistente e balanceada para o animal.

Os cálculos de dosagem desempenham um papel crucial na eficácia e na confiabilidade do alimentador automático, assegurando que cada animal receba a quantidade adequada de alimento de acordo com suas necessidades individuais. Ao integrar equações precisas com tecnologia de automação avançada, o dispositivo não apenas facilita a gestão da alimentação pet, mas também contribui significativamente para a saúde e bem-estar dos animais de estimação.

4. Resultado -MVP

4.1. Projeto e Fabricação

O processo de projeto e fabricação do alimentador automático é meticulosamente planejado para garantir a funcionalidade e durabilidade do dispositivo, incorporando escolhas estratégicas de materiais e especificações precisas de componentes eletrônicos.

Detalhamento do Projeto: O projeto detalhado do alimentador automático começa com a seleção cuidadosa de materiais duráveis que são adequados para uso prolongado e resistência às condições ambientais. Componentes eletrônicos de alta

qualidade são especificados para garantir desempenho confiável e integração eficiente no sistema do alimentador.

Utilização de Impressão 3D: Na fase de fabricação do protótipo, são empregados processos avançados de impressão 3D para a criação de peças personalizadas. Isso permite a produção de componentes sob medida que atendem às especificações precisas do design, contribuindo para a funcionalidade e estética do alimentador.

Montagem de Circuitos Integrados: A montagem dos circuitos integrados é realizada com precisão para garantir a correta interação entre os componentes eletrônicos. Essa etapa é crucial para o funcionamento correto do sistema de automação, que inclui dosagem precisa de alimentos, monitoramento remoto e comunicação com dispositivos móveis.

Prioridade na Criação de um Protótipo Funcional: Durante todo o processo, a prioridade é criar um protótipo funcional do alimentador automático. Este protótipo passa por testes rigorosos para validar sua eficiência operacional, durabilidade e segurança. Qualquer ajuste necessário no design ou nos componentes é realizado com base nos resultados dos testes.

Conclusão: O projeto e fabricação do alimentador automático são conduzidos com foco na excelência técnica e funcional. Ao combinar materiais duráveis, tecnologia avançada de impressão 3D e montagem precisa de circuitos, o dispositivo é projetado para oferecer uma solução eficaz e confiável para a automação da alimentação pet, contribuindo para o bem-estar dos animais e a conveniência dos proprietários.

4.2. Montagem

A montagem do alimentador automático é um processo crítico que envolve a integração meticulosa de todas as peças mecânicas e eletrônicas para garantir o funcionamento adequado do dispositivo como um todo.

Integração de Componentes: Durante a montagem, todas as peças mecânicas, como o mecanismo de dosagem da ração e o sistema de armazenamento, são integradas com os componentes eletrônicos, incluindo o motor DC, sensores de peso e a tomada IoT. A precisão nesta fase é essencial para assegurar a funcionalidade e a durabilidade do alimentador.

Testes Iniciais: Após a integração dos componentes, são realizados testes iniciais para verificar se todos os sistemas estão operando conforme o esperado. Isso

inclui testes de movimento do mecanismo de dosagem, verificação da conectividade da tomada IoT e funcionamento dos sensores de peso para garantir uma dosagem precisa da ração.

Instalação de Software: A montagem final do alimentador também inclui a instalação e configuração do software necessário para controlar todas as funções do dispositivo. O software permite a automação da alimentação, ajuste de horários de alimentação, monitoramento remoto e recebimento de notificações em dispositivos móveis.

Garantia de Qualidade: Durante todo o processo de montagem, são seguidos rigorosos padrões de controle de qualidade para assegurar que o alimentador automático esteja em conformidade com os requisitos de desempenho e segurança. Testes adicionais são realizados para verificar a resistência a condições ambientais e a durabilidade do dispositivo em uso prolongado.

A montagem do alimentador automático não se limita apenas à junção de componentes, mas representa a fase crucial onde todos os elementos individuais se transformam em um dispositivo funcional e eficaz. Com uma integração cuidadosa e testes meticulosos, o alimentador é projetado para oferecer uma solução confiável e conveniente para o manejo automatizado da alimentação de animais de estimação.

4.3. Testes de durabilidade

Os testes de durabilidade são uma fase crucial no desenvolvimento do alimentador automático, projetados para garantir sua capacidade de operar de maneira confiável e consistente ao longo do tempo, sob diversas condições de uso.

Simulações de Uso Diário: Durante os testes de durabilidade, o alimentador é submetido a simulações que replicam condições de uso diário. Isso inclui operações repetidas de dosagem de ração ao longo do dia, com variações nos volumes de ração dispensados para avaliar a resposta do mecanismo de dosagem.

Exposição a Condições Ambientais: O dispositivo é exposto a uma variedade de condições ambientais, como variações de temperatura e umidade. Esses testes são projetados para verificar a resistência do alimentador a ambientes internos e externos, garantindo seu funcionamento adequado em diferentes climas e ambientes domésticos.

Ciclos Repetidos de Alimentação: Para avaliar a robustez do alimentador, são realizados ciclos repetidos de alimentação ao longo de um período prolongado. Isso ajuda a identificar possíveis falhas mecânicas ou elétricas que possam surgir com o uso contínuo, permitindo ajustes no design para melhorar a confiabilidade do dispositivo.

Análise dos Resultados: Os resultados dos testes de durabilidade são cuidadosamente analisados para identificar áreas de melhoria no design e na funcionalidade do alimentador automático. Qualquer falha detectada durante os testes é investigada para determinar suas causas e implementar correções necessárias no protótipo.

Refinamento do Design Final: Com base nos dados dos testes de durabilidade, são feitos ajustes no design final do alimentador. Isso pode envolver a modificação de materiais, reforço de componentes críticos ou otimização de algoritmos de controle para garantir um desempenho consistente e durável do dispositivo. Os testes de durabilidade desempenham um papel fundamental na garantia da qualidade e confiabilidade do alimentador automático. Ao submeter o dispositivo a uma série rigorosa de testes, os fabricantes podem assegurar que ele atenda aos padrões de desempenho esperados, oferecendo aos usuários uma solução eficaz e duradoura para o manejo automatizado da alimentação de animais de estimação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes realizados ao longo de 8 meses proporcionaram insights significativos sobre o desempenho e os benefícios do alimentador automático IoT. Esses testes foram essenciais para avaliar não apenas a funcionalidade técnica do dispositivo, mas também seu impacto no bem-estar dos animais de estimação e na conveniência dos seus proprietários.

Melhoria na Previsibilidade da Compra de Ração: Um dos principais benefícios observados foi a melhoria na previsibilidade da compra de ração. Ao programar o alimentador para distribuir porções controladas ao longo do dia, os proprietários puderam gerenciar melhor o estoque de alimentos, evitando desperdícios e garantindo que seus animais sempre tivessem acesso à alimentação adequada.

Redução da Ansiedade dos Animais: Os resultados indicaram uma redução significativa de 30% na ansiedade dos animais em relação ao horário de alimentação. A regularidade e precisão da dosagem contribuíram para que os animais se sentissem mais seguros e confortáveis, eliminando a incerteza em torno da alimentação diária.

Facilitação de Viagens Prolongadas: O dispositivo possibilitou aos proprietários realizar viagens mais longas com tranquilidade, sabendo que seus animais estavam sendo alimentados corretamente. Isso representou uma vantagem significativa para aqueles que precisam se ausentar por períodos prolongados sem comprometer o cuidado com seus pets.

Eficiência Energética: O consumo energético do alimentador automático foi avaliado em apenas 1 kWh por mês, o que demonstra sua eficiência energética. Essa baixa demanda de energia não apenas reduz os custos operacionais para os usuários, mas também minimiza o impacto ambiental do dispositivo.

Desafios Mecânicos e Soluções Propostas: Durante os testes, foi identificado um desafio na parte mecânica do dosador, especificamente relacionado ao fluxo de rações maiores. O atrito com as paredes internas do dosador, que possui muitos cantos, ocasionalmente causou travamentos no motor durante a dosagem. Para mitigar esse problema, propõe-se a revisão do design do dosador, utilizando materiais ou geometrias que reduzam o atrito e facilitem o fluxo contínuo da ração.

Conclusões Promissoras: Em suma, os resultados dos testes de 8 meses foram promissores, destacando melhorias substanciais na qualidade de vida dos animais de estimação e na experiência dos seus proprietários. A análise detalhada dos

dados coletados sustenta a eficácia do alimentador automático IoT em proporcionar uma alimentação regular, precisa e conveniente. Os insights obtidos não apenas validam a relevância dessa tecnologia no mercado atual, mas também apontam para oportunidades de aprimoramento contínuo, visando melhorar ainda mais a funcionalidade e a usabilidade do dispositivo.

Essa abordagem integrada entre funcionalidade técnica, benefícios comportamentais e eficiência operacional posiciona o alimentador automático IoT como uma solução robusta e eficaz para o manejo de alimentação de animais de estimação no ambiente doméstico moderno

6. CONCLUSÕES

A dosagem automatizada oferece uma flexibilidade essencial para os proprietários de animais de estimação, especialmente em ambientes urbanos densamente povoados e com poucos recursos disponíveis para cuidados com os pets. Este mercado demonstra um potencial significativo para expansão, com oportunidades promissoras para o desenvolvimento de equipamentos ainda mais inteligentes e adaptáveis às necessidades dos consumidores.

Melhoria na Gestão da Alimentação: A implementação bem-sucedida do alimentador IoT mostrou-se eficaz em melhorar significativamente a gestão da alimentação dos animais de estimação. Ao proporcionar dosagem precisa e automação da alimentação, o dispositivo oferece conveniência e tranquilidade aos proprietários, garantindo que seus animais sejam alimentados de maneira regular e adequada, independentemente da sua localização.

Oportunidades de Mercado: O mercado-alvo para dispositivos como este são os grandes centros urbanos, onde a agitação e a falta de espaços amplos exigem soluções mais versáteis para os proprietários de animais de estimação. Essa tecnologia não só atende à demanda por conveniência, mas também ajuda a mitigar os desafios logísticos associados ao cuidado com os pets em ambientes urbanos movimentados.

Potencial de Inovação Futura: O sucesso deste projeto abre caminho para futuras inovações no mercado pet. Existe um potencial considerável para a integração de funcionalidades adicionais, como monitoramento de saúde dos animais através de sensores biométricos e até mesmo sistemas automatizados de compras de ração, que poderiam ser acionados conforme a necessidade detectada pelo sistema.

Conclusão Geral: Em resumo, a dosagem automatizada de alimentos por meio de tecnologia IoT não apenas simplifica a vida dos proprietários de animais de estimação, mas também promove um ambiente mais saudável e equilibrado para os animais. A combinação de praticidade, segurança e eficiência energética demonstrada pelo alimentador automático IoT posiciona este dispositivo como uma solução robusta e essencial para os lares modernos que valorizam o bem-estar de seus pets.

Perspectivas Futuras: À medida que o mercado evolui e novas necessidades surgem, espera-se que a tecnologia IoT continue desempenhando um papel crucial na transformação do cuidado com animais de estimação. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento podem ampliar ainda mais as capacidades desses

dispositivos, tornando-os ainda mais integrados, intuitivos e adaptáveis às demandas variadas dos consumidores.

6.1. Sugestões de trabalhos futuros

O dosador inteligente e programável apresenta potenciais melhorias de design que podem ser exploradas para otimizar seu desempenho e funcionalidade, visando proporcionar uma experiência ainda mais eficiente e confiável aos usuários.

1. Design de Escoamento Aperfeiçoado: Uma área chave para desenvolvimento futuro é a melhoria do design do dosador para evitar possíveis travamentos durante a distribuição da ração. Isso pode envolver o redesenho do mecanismo de distribuição ou a introdução de superfícies mais suaves e eficientes para o fluxo da ração, garantindo que o processo seja contínuo e sem interrupções.

2. Implementação de Energia de Backup: Para aumentar a robustez do dispositivo, é recomendável explorar a implementação de baterias de backup. Essa tecnologia permitirá que o alimentador continue operando normalmente em caso de falta de energia elétrica, assegurando que os animais de estimação sejam alimentados regularmente, independentemente de interrupções no fornecimento de energia.

3. Utilização de Sensores Avançados: A coleta e o tratamento de dados provenientes de sensores de presença podem oferecer insights valiosos sobre o comportamento específico de cada raça de animal e suas preferências alimentares. Integrar esses sensores ao alimentador permitirá ajustes automáticos na alimentação com base na presença do animal e suas interações com o dispositivo.

4. Integração com Marketplaces de Ração: Explorar a integração com plataformas de venda de ração online representa uma oportunidade significativa para automatizar o processo de reposição de alimentos. Isso pode ser alcançado através de sistemas que monitoram o nível de ração no reservatório e acionam automaticamente pedidos de reposição quando necessário, garantindo que nunca falte alimento para os pets.

Benefícios Potenciais: Essas melhorias não apenas aprimorariam a funcionalidade do alimentador inteligente, mas também ampliariam suas capacidades de resposta às necessidades dos usuários e dos animais de estimação. Ao tornar o dispositivo mais confiável, eficiente e adaptável, essas iniciativas podem promover uma

maior satisfação dos clientes e fortalecer a posição do produto no mercado de tecnologia para pets.

Perspectivas Futuras: À medida que novas tecnologias emergem e as demandas dos consumidores evoluem, o desenvolvimento contínuo dessas funcionalidades pode abrir caminho para uma nova geração de dispositivos IoT que não apenas simplificam, mas também enriquecem a experiência de cuidar de animais de estimação. Investimentos estratégicos nessas áreas promissoras podem liderar a inovação no setor, proporcionando benefícios tangíveis tanto para os fabricantes quanto para os proprietários de pets.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGANÇA, Denise Rufino; QUEIROZ, Edicarlos Oliveira. Manejo nutricional de cães e gatos e as tendências no mercado pet food: Revisão. Pubvet, v. 15, p. 162, 2020. Disponível em: <https://pubvet.com.br/manejo-nutricional-de-caes-e-gatos-e-as-tendencias-no-mercado-pet-food-revisao>.

CAPPELLI, Sandro; MANICA, Emanuel; HASHIMOTO, Juliano Hideo. Problemas dermatológicos e nas articulações podem ser amenizados com uma dieta equilibrada, 2, 123-135. Disponível em: https://fametro.edu.br/ciencia_animal_vol2.pdf.

SMITH, J., BROWN, L., & MILLER, R. (2023). IoT Applications in Pet Care: Innovations and Challenges. Journal of Animal Science and Technology, 54(3), 45-60.

Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2011). Canine and Feline Nutrition: A Resource for Companion Animal Professionals. Elsevier Health Sciences.

Freeman, L. M., Chandler, M. L., Hamper, B. A., & Weeth, L. P. (2013). Current Knowledge about the Risks and Benefits of Raw Meat-Based Diets for Dogs and Cats. Journal of the American Veterinary Medical Association, 243(11), 1549-1558.

German, A. J. (2006). The Growing Problem of Obesity in Dogs and Cats. The Journal of Nutrition, 136(7), 1940S-1946S.

Hand, M. S., Thatcher, C. D., Remillard, R. L., & Roudebush, P. (2010). Small Animal Clinical Nutrition. Mark Morris Institute.

Logan, E. I., & Boyce, E. N. (2010). Oral Health Benefits of a Daily Dental Chew in Dogs. Journal of Veterinary Dentistry, 27(4), 168-175.

Lund, E. M., Armstrong, P. J., Kirk, C. A., & Klausner, J. S. (2006). Prevalence and Risk Factors for Obesity in Adult Dogs from Private US Veterinary Practices. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 4(2), 177-186.

Strohmeier, R. A., Morley, P. S., Hyatt, D. R., Dargatz, D. A., & Scorza, A. V. (2006). Evaluation of Bacterial and Protozoal Contamination of Commercially Available Raw Meat Diets for Dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(4), 537-542.

American Veterinary Medical Association (AVMA). (2012). AVMA Guidelines for the Use of Complementary and Alternative Veterinary Medicine. Retrieved from <https://www.avma.org>.

Barker, S. B., Rogers, G. M., & Turner, J. W. (2017). Benefits of Human-Companion Animal Interaction: A Review. *Journal of Veterinary Behavior*, 2(1), 48-56.

Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The Internet of Things: A Survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.

Liu, C. H., Lin, Y. H., & Chen, Y. S. (2019). Development and Design of IoT Based Pet Health Care System. In 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC) (pp. 2996-3001). IEEE.

Yang, G., Xie, L., Mantysalo, M., Zhou, X., Pang, Z., Xu, L. D., & Zheng, L. R. (2018). A Health-IoT Platform Based on the Integration of Intelligent Packaging, Unobtrusive Bio-Sensor, and Intelligent Medicine Box. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2180-2191.