IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DE ROEDORES EM BIOTÉRIOS USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA ABORDAGEM INOVADORA DE SENSORIAMENTO E MONITORAMENTO DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE

Resumo: A solução proposta pela THOT IA CORP para o monitoramento de roedores em biotérios, utiliza tecnologia e inteligência artificial. A empresa oferece um equipamento conjunto integrado de hardware e software, que inclui placas de aquisição de dados, câmeras termográficas, microfone e sensores de iluminação, umidade, temperatura e peso. Esses componentes permitem a coleta precisa e contínua de dados sobre o ambiente dos roedores, enquanto algoritmos de visão computacional e inteligência artificial analisam esses dados para detectar mudanças térmicas corporais, movimentos, rastreando os animais e fornecendo percepções valiosas. A solução da THOT IA CORP oferece benefícios como detecção precoce de patologias ou infestações, pode fazer a redução do número de animais utilizados em pesquisas em até 3/4 além de proporcionar melhoria do bem-estar dos animais de laboratório.

Palavras-chave: MONITORAMENTO DE RODEDORES DE, ANÁLISE DE DADOS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, AQUISIÇÃO DE DADOS, IOT(INTERNET DAS COISAS).

Abstract: The THOT AI CORP solution for rodent monitoring in animal facilities utilizes technology and artificial intelligence. The company offers an integrated hardware and software system that includes data acquisition boards, thermal cameras, microphones, and sensors for lighting, humidity, temperature, and weight. These components enable precise and continuous data collection on the rodents' environment, while computer vision algorithms and artificial intelligence analyze this data to detect changes in body temperature and movements, track the animals, and provide valuable insights. The THOT IA CORP solution offers benefits such as early detection of pathologies or infestations, reduces the number of animals used in research by up to 3/4, and improves the welfare of laboratory animals.

Key-words:RODENT MONITORING, DATA ANALYSIS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, DATAACQUISITION, INTERNET OF THINGS(IOT).

1. Introdução

O monitoramento adequado de roedores em biotérios é fundamental para garantir a qualidade e a segurança das pesquisas científicas, bem como a integridade dos equipamentos e instalações (Brasil, 2008). No entanto, os métodos tradicionais de monitoramento têm enfrentado desafios significativos, resultando em ineficiências e riscos para a pesquisa e para o bem-estar dos animais de laboratório.

Diante dessas limitações, a THOT IA CORP apresenta uma abordagem inovadora que combina tecnologia de ponta e inteligência artificial para revolucionar o monitoramento de roedores em biotérios. Nossa solução utiliza um sistema integrado de hardware e software avançados, permitindo um monitoramento contínuo e em tempo real do comportamento dos roedores e a detecção precoce de atividades indesejadas.

Neste documento, apresentaremos o contexto e a justificativa para a solução proposta pela THOT IA CORP. Discutiremos os desafios enfrentados pelos métodos tradicionais de monitoramento e as limitações associadas a eles. Em seguida, detalharemos nossa solução, destacando os benefícios e a eficácia do uso da inteligência artificial nesse contexto.

Além disso, abordaremos os impactos positivos da nossa solução, incluindo a redução do número de animais utilizados em pesquisas, a otimização dos recursos e a melhoria da eficiência da pesquisa científica. Também enfatizamos a importância do bem-estar animal e a contribuição da nossa solução para minimizar riscos e garantir um ambiente adequado para os roedores de laboratório.

Por fim, apresentaremos as etapas de implementação da solução proposta, bem como as expectativas em relação aos resultados alcançados. Estamos confiantes de que a abordagem da THOT IA CORP trará benefícios significativos para a comunidade científica, possibilitando um monitoramento mais preciso e eficiente dos roedores em biotérios.

1.1 Contexto e justificativa

O contexto e a justificativa para a solução proposta pela THOT IA CORP são baseados nas limitações dos métodos tradicionais de monitoramento de roedores em biotérios. Os métodos convencionais muitas vezes são ineficientes, demorados e podem resultar em infestações não detectadas precocemente, causando danos aos equipamentos e instalações, além de riscos para a pesquisa científica.

Ao reconhecer essas limitações, a THOT IA CORP propõe uma abordagem revolucionária que combina tecnologia e inteligência artificial para melhorar o monitoramento de roedores em biotérios. Essa abordagem oferece uma solução mais avançada e eficiente, permitindo uma compreensão mais detalhada do comportamento dos roedores e a detecção precoce de atividades indesejadas.

A justificativa para essa solução está no potencial de melhorar a eficiência e a precisão do monitoramento de roedores em biotérios. A integração de hardware especializado e software avançado permite a coleta contínua e em tempo real de dados sobre a saúde do animal e o ambiente, possibilitando uma resposta imediata a pesquisas e a implementação de medidas de controle antes que problemas se agravem.

Além disso, a inteligência artificial aplicada aos dados coletados permite a análise e identificação de padrões e tendências, que podem prever a probabilidade de efetividade das pesquisas sem a necessidade da eutanásia dos animais. Pode também prever futuras infestações e auxiliar na adoção de estratégias preventivas.

Essa abordagem de I.A. e coleta de dados BIGDATA também contribui para a redução do número de animais utilizados em pesquisas, permitindo análise cruzada de informações entre pesquisas o que dispensa grupos de animais convencionais a quais os dados já estão gravados como GC - Grupo Controle, GCD - Grupo Controle Doença, GCDTP - Grupo Controle Doença Tratamento Padrão Ouro, quando já gravados esse grupos são dispensados. Assim apenas o GT - Grupo Teste seria necessário nas pesquisas, reduzindo assim a necessidade de inúmeros animais para alcançar resultados significativos.

Portanto, o contexto e a justificativa para a solução proposta pela THOT IA CORP estão fundamentados na necessidade de aprimorar o monitoramento de roedores em biotérios, reduzir riscos e danos, melhorar a eficiência das pesquisas científicas e garantir o bem-estar dos animais de laboratório.

1.2 Objetivos do artigo

Apresentar uma revisão do estado atual do monitoramento de roedores em biotérios e destacar as limitações dos métodos tradicionais.

Descrever a solução proposta pela THOT IA CORP, que utiliza inteligência artificial para monitorar e rastrear roedores em biotérios.

Analisar os benefícios e as vantagens do uso da inteligência artificial no monitoramento de roedores, incluindo a detecção precoce de atividades indesejadas, a redução do número de animais utilizados em pesquisas e a otimização dos recursos.

Discutir os impactos positivos da solução proposta, como a melhoria do bem-estar animal, a garantia da integridade dos equipamentos e instalações, e a contribuição para as pesquisas científicas.

Discutir as etapas de implementação da solução e as considerações práticas para sua adoção em biotérios.

Identificar desafios e possíveis limitações da solução proposta e sugerir estratégias para superá-los.

Fornecer uma visão geral das perspectivas futuras do monitoramento de roedores em biotérios, considerando o avanço da inteligência artificial e tecnologias relacionadas.

Índice

1. Introdução **2**

1.1 Contexto e justificativa 3

1.2 Objetivos do artigo 4

2. Revisão bibliográfica **6**

2.1 Monitoramento de Roedores em Biotérios 6

2.1.1 Importância do monitoramento adequado 6

2.1.2 Desafios do monitoramento manual 6

2.1.3 Tecnologias tradicionais de monitoramento manual 6

2.1.4 Limitações das abordagens de monitoramento manual 7

2.1.5 Necessidade de abordagens inovadoras em monitoramento 7

2.2 Inteligência Artificial no Monitoramento de Roedores em Biotério 8

2.2.1 Aplicações da inteligência artificial em monitoramento de roedores 8

2.2.2 Benefícios do uso da inteligência artificial em monitoramento de roedores 8

2.3.3 Exemplos de sistemas de monitoramento baseados em inteligência artificial 9

3. Metodologia **11**

3.1 Gerenciamento ágil de projeto 11

3.2 Levantamento e validação dos problemas de monitoramento de roedores TRL - 1 e 2 11

3.3 Desenhos industriais da solução proposta TRL - 3 11

3.4 Validação dos desenhos industriais da solução proposta TRL - 3 11

3.3 Circuito eletroeletrônico da solução proposta TRL - 3 12

3.4 Validação do circuito eletroeletrônico da solução proposta TRL - 3 12

3.5 Software da solução proposta TRL - 3 13

3.6 Validação do software da solução proposta TRL - 3 13

4 Resultados e Discussão **13**

5. Considerações Finais **14**

6. Apoio Financeiro **15**

7. Referências Bibliográficas **15**

2. Revisão bibliográfica

2.1 Monitoramento de Roedores em Biotérios

2.1.1 Importância do monitoramento adequado

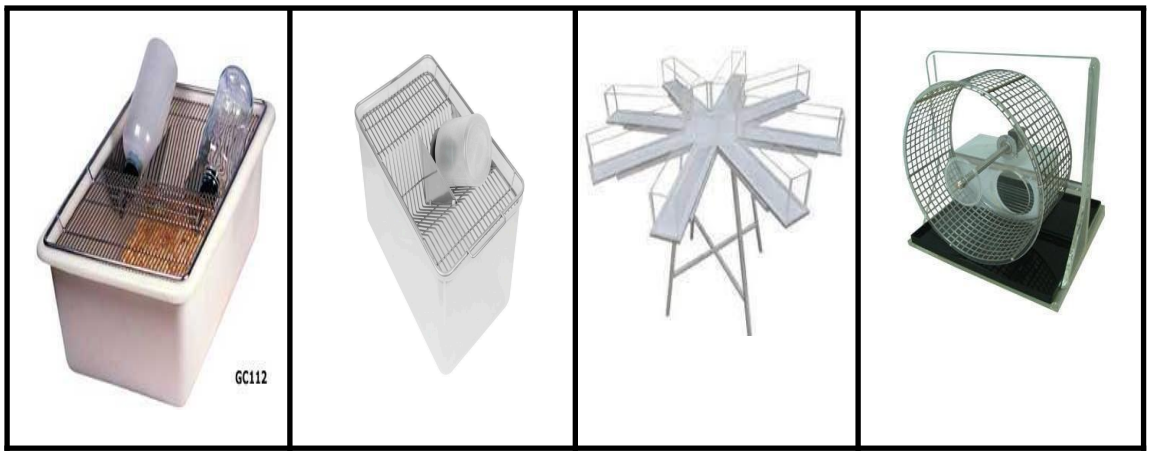
- Garantia da integridade dos experimentos científicos (Bahia, 2011)
- Detecção e monitoramento precoce de patologias, processos e tratamentos (Doğan, E., Sezer, A., 2021)
- Controle e monitoramento populacional

2.1.2 Desafios do monitoramento manual

- Tempo e mão de obra: O monitoramento manual requer a alocação de tempo e recursos humanos significativos. (Franco NH, et al. 2019)
- Subjetividade e viés: O monitoramento manual está sujeito à subjetividade e ao viés dos observadores. (Franco NH, et al. 2019)
- Dificuldade na detecção precoce de doenças. Identificar precocemente sinais de doenças em roedores pode ser um desafio no monitoramento manual. Algumas doenças podem ter sintomas sutis ou podem ser assintomáticas em estágios iniciais.
- Registro e análise de dados: No monitoramento manual, o registro e a análise de dados podem ser trabalhosos e propensos a erros. (Franco NH, et al. 2019)

2.1.3 Tecnologias tradicionais de monitoramento manual

- Observação comportamental: A observação direta do comportamento dos roedores é uma técnica comum, na qual os pesquisadores registram manualmente as atividades dos animais, como locomoção, alimentação e interação social.
- Marcadores visuais: Marcadores visuais, como etiquetas coloridas, são aplicados nos roedores para permitir sua identificação visual.
- Armadilhas físicas: Armadilhas com iscas são colocadas em locais estratégicos para capturar roedores. Essas armadilhas podem ser de diferentes tipos, como gaiolas ou adesivas, e requerem inspeção manual regular para verificar se os animais foram capturados.



(A) - Caixa moradia roedores grupo **(B)** - Caixa moradia roedores individual **(C)** - Circuito de estudos sociais Labirinto de Barnes **(D)** - Roda de Atividade

2.1.4 Limitações das abordagens de monitoramento manual

- Tempo e mão de obra
- Baixa precisão e resolução temporal:
- Risco de interferência e perturbação

2.1.5 Necessidade de abordagens inovadoras em monitoramento

- Tecnologias de monitoramento automatizado e remoto: A utilização de tecnologias avançadas, como sensores, câmeras e sistemas de rastreamento, permite o monitoramento remoto, contínuo e não invasivo dos roedores. Essas tecnologias podem registrar dados em tempo real, capturar comportamentos sutis e fornecer informações mais detalhadas sobre a saúde e o bem-estar dos animais.
- Integração de sistemas de informação: A integração de sistemas de informação, como bancos de dados e softwares de gerenciamento de biotérios e pesquisas, facilita o registro, o armazenamento e a análise dos dados coletados. Esses sistemas podem permitir a padronização das informações, a geração de relatórios automatizados, a rastreabilidade dos animais e o compartilhamento seguro dos dados entre diferentes pesquisadores e instituições fazendo informações cruzadas e reduzindo a utilização de animais em pesquisa em até 3/4.

A adoção de abordagens inovadoras no monitoramento de roedores em biotérios são benéficos e significativos, incluindo maior eficiência, precisão e confiabilidade dos dados, redução de custos e otimização do uso de recursos humanos (Franco NH, et al. 2019). Além disso, essas abordagens podem contribuir para o bem-estar dos animais, permitindo um acompanhamento mais próximo de sua saúde e comportamento (Doğan, E., Sezer, A., 2021).

2.2 Inteligência Artificial no Monitoramento de Roedores em Biotério

2.2.1 Aplicações da inteligência artificial em monitoramento de roedores

- Detecção e monitoramento de patologias, processos e tratamentos
- Identificação individual de animais
- Monitoramento comportamental individual ou em grupo
- Controle populacional
- Análise de dados e tomada de decisão guiada
- Automação de tarefas de monitoramento

2.2.2 Benefícios do uso da inteligência artificial em monitoramento de roedores

Detecção precoce de doenças: A IA pode ser treinada para reconhecer padrões ou sinais clínicos associados a doenças nos roedores. Isso possibilita a detecção precoce de doenças, permitindo uma intervenção rápida e eficaz para minimizar o impacto sobre os animais e evitar a propagação de doenças nos biotérios.

Tomada de decisão embasada: A IA auxilia os pesquisadores na análise de dados complexos e na identificação de padrões e correlações relevantes. Isso facilita a tomada de decisões embasadas em evidências, permitindo que os pesquisadores extraiam visões valiosos dos dados coletados nos biotérios e otimizem seus experimentos e protocolos de pesquisa.

Bem-estar animal: O uso da IA no monitoramento de roedores pode contribuir para o bem-estar animal, uma vez que possibilita a identificação de comportamentos anormais ou indicativos de desconforto, ou estresse nos animais. Isso permite uma intervenção mais rápida e direcionada para garantir o bem-estar dos roedores nos biotérios.

Eficiência: A IA permite a automação de tarefas repetitivas e rotineiras, reduzindo a carga de trabalho manual e liberando os pesquisadores para se concentrarem em atividades mais complexas e estratégicas. Isso aumenta a eficiência operacional nos biotérios, resultando em economia de tempo e recursos.

Precisão: Os algoritmos de IA podem processar grandes quantidades de dados de forma rápida e precisa. Isso permite a análise de informações detalhadas sobre os roedores, como comportamento, saúde e características individuais, com uma precisão que muitas vezes supera a capacidade humana. Dessa forma, a IA contribui para uma avaliação mais precisa e confiável dos animais e dos resultados dos experimentos.

Controle populacional: Algoritmos de IA podem ser aplicados para monitorar a população de roedores e identificar indivíduos em idade reprodutiva. Isso permite um controle populacional mais eficiente e personalizado, contribuindo para o manejo adequado das populações nos biotérios.

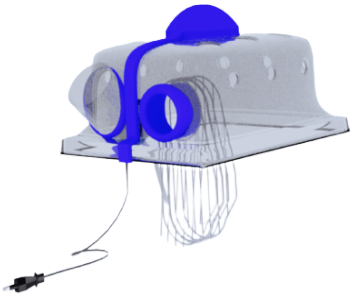
Avanço da pesquisa: O uso da IA no monitoramento de roedores pode levar a avanços significativos na pesquisa biomédica. A capacidade de processar grandes volumes de dados, identificar padrões complexos e extrair percepções relevantes pode acelerar a descoberta de novos conhecimentos e o desenvolvimento de tratamentos e terapias mais eficazes.

2.3.3 Exemplos de sistemas de monitoramento baseados em inteligência artificial

Existem diversos exemplos de sistemas de monitoramento baseados em inteligência artificial (IA) aplicados ao monitoramento de roedores em biotérios. Alguns desses exemplos incluem:

1. Análise de imagens:
    - Reconhecimento de comportamento:
    - Detecção de doenças
    - Identificação individual
    - Monitoramento de parâmetros fisiológicos.
2. Análise de fatores dietéticos
    - Água
    - Ração
3. Análise de dados do ambiente
    - Temperatura
    - Umidade
    - Luminosidade

Esses são apenas alguns exemplos de sistemas de monitoramento baseados em IA aplicados ao contexto de roedores em biotérios. A IA oferece uma ampla gama de possibilidades para melhorar a eficiência, precisão e confiabilidade do monitoramento, contribuindo para uma pesquisa científica de maior qualidade e bem-estar animal (Pereira CB, et al., 2018).



Biotério Forte

Sistema de monitoramento remoto para pequenos animais I.A.

Características Técnicas

Monitoramento Termográfico
- Multi-animais
- Monitoramento individual ou múltiplo na mesma caixa
- Homogeneização de grupos
- Detecção e monitoramento de doenças
- Detecção e monitoramento de tratamentos

Monitoramento da Alimentação
- Água
- Ração

Monitoramento do Ambiente
- Temperatura
- Umidade
- Luminosidade

Controle do Ambiente
- Temperatura
- Luminosidade

Big Data + I.A
- Redução do animais utilizados em pesquisa em até 3/4

Compatibilidade caixas moradia
- 41 x 34 x 16 cm
- 41 x 34 x 18 cm
- 49 x 34 x 16 cm

3. Metodologia

3.1 Gerenciamento ágil de projeto

- Comunicações: Discord, WhatsApp e e-mail
- Modelação estrutural: Miro, Figma
- Distribuição e controle de tarefas: Jira
- Hospedagem e versionamento de software: Git GitHub

3.2 Levantamento e validação dos problemas de monitoramento de roedores TRL - 1 e 2

- Revisão de literatura
- Questionário

3.3 Desenhos industriais da solução proposta TRL - 3

Para desenho técnicos industriais utilizamos o software (Solid Edge, distribuída pela (Siemens AG, Munique, Alemanha)) uma parceria da THOT IA CORP com a Siemens AG.

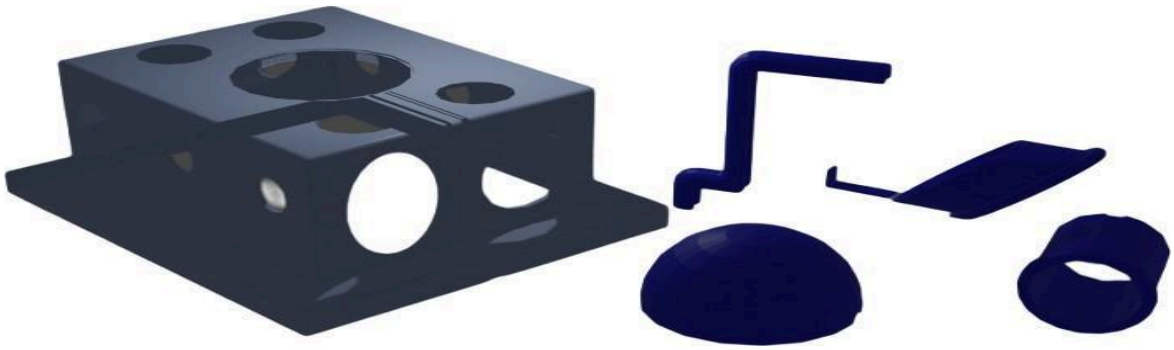


Figura 1 - Desenhos industriais esquemáticos de todas partes impressas do equipamento Biotério Forte TRL-3

3.4 Validação dos desenhos industriais da solução proposta TRL - 3

Para prototipação utilizamos uma impressora (GT-MAX 3D PRO CORE H5, distribuída pela (Americana, São Paulo, Brasil)) com seu respectivo software (Simplify 3D, Cincinnati, OH).

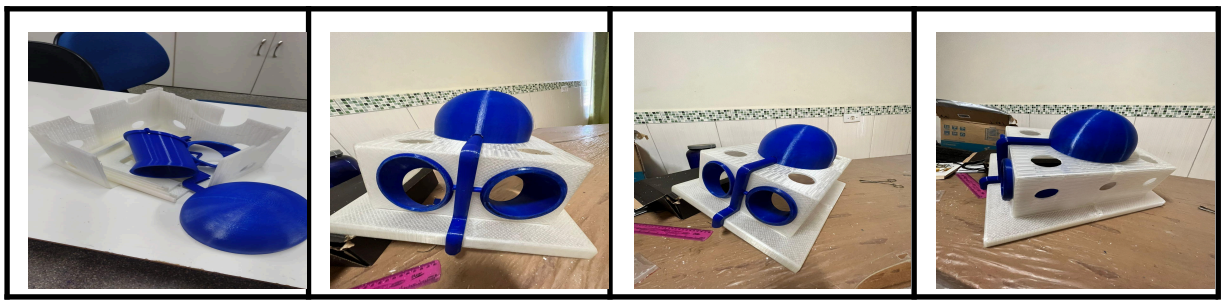


Figura 1 - Fotos carenagem TRL-3.

3.3 Circuito eletroeletrônico da solução proposta TRL - 3

Para desenho técnicos da placa utilizamos o software (Autodesk Eagle, distribuída pela (Autodesk Inc., Mill Valley , Califórnia, EUA)) Figs. 1-2.

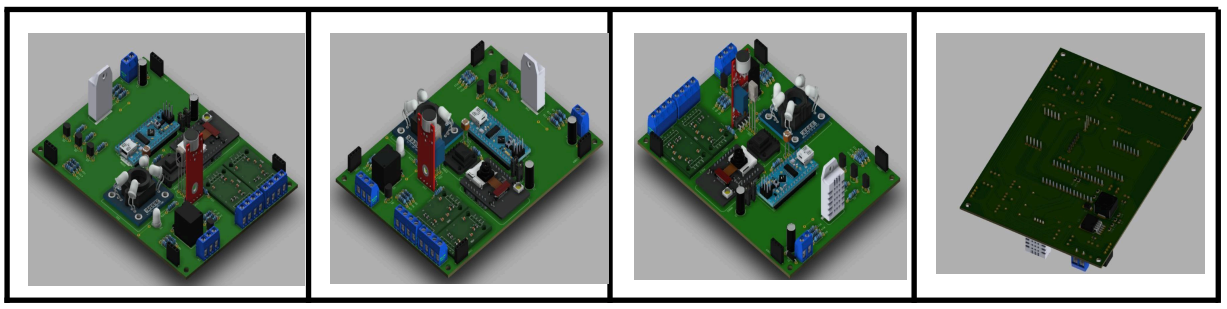


Figura 1 - Desenhos 3D da placa para validar circuito.

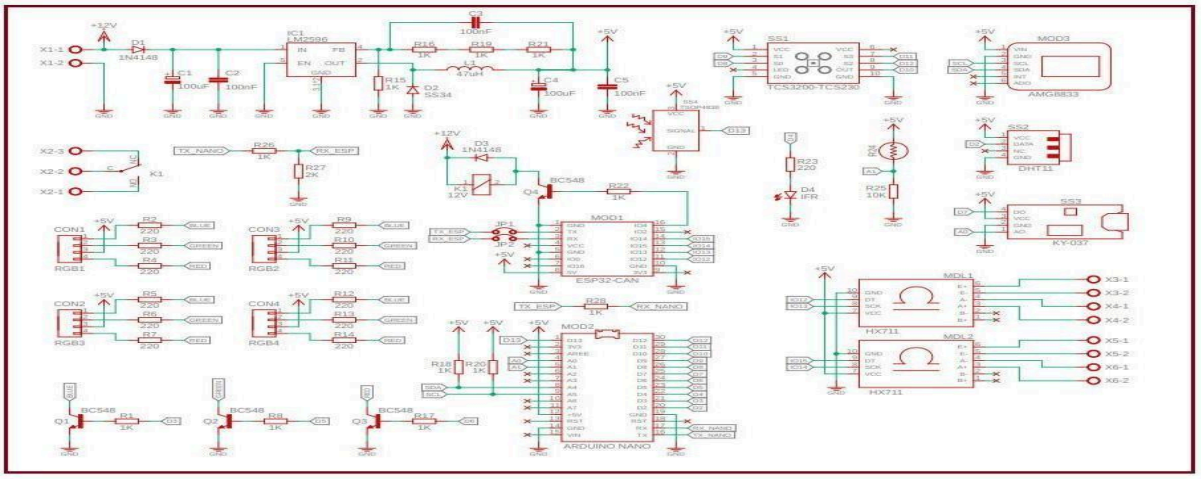


Figura 2 - Esquemático da placa para validar circuito TRL-3

3.4 Validação do circuito eletroeletrônico da solução proposta TRL - 3

Para prototipação da placa TRL 3 utilizamos um sistema semelhante ao proposto na pré patente para validar o circuito. Isto quer dizer que a placa apresentada aqui tem todos sensores de verificação de funcionamento posposto, no entanto o de visão computacional térmico será posteriormente trocado no TRL 4 por sensores mais potentes ”modernos” como indica a lista de materiais eletroeletrônicos da patente.

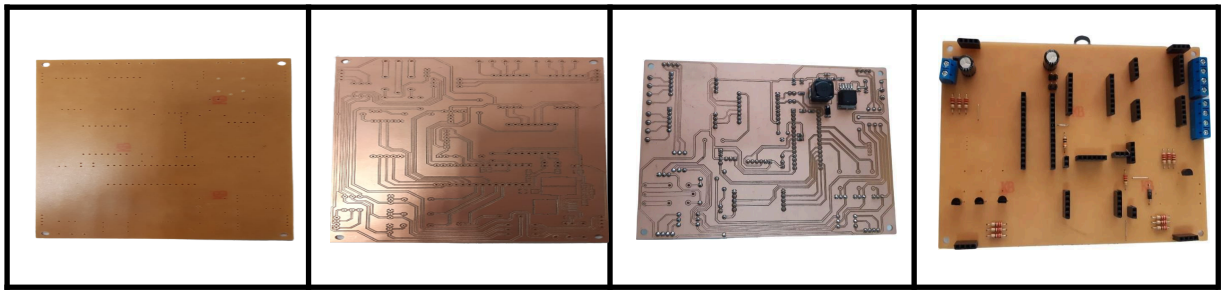


Figura 1 - Fotos placa para validar circuito TRL-3

Este teste de validação de circuito TRL 3 serve principalmente para conseguir a baixo custo simular um todo do funcionamento do equipamento, desde a conexão com servidor ao estorno e respostas do equipamento. Para esse teste mantemos a placa ligada 24 horas no laboratório

3.5 Software da solução proposta TRL - 3

Para pré-validação do software utilizamos as seguintes tecnologias

- Front-end: React.js, HTML, CSS
- Back-end: Node.js / C# / MySQL

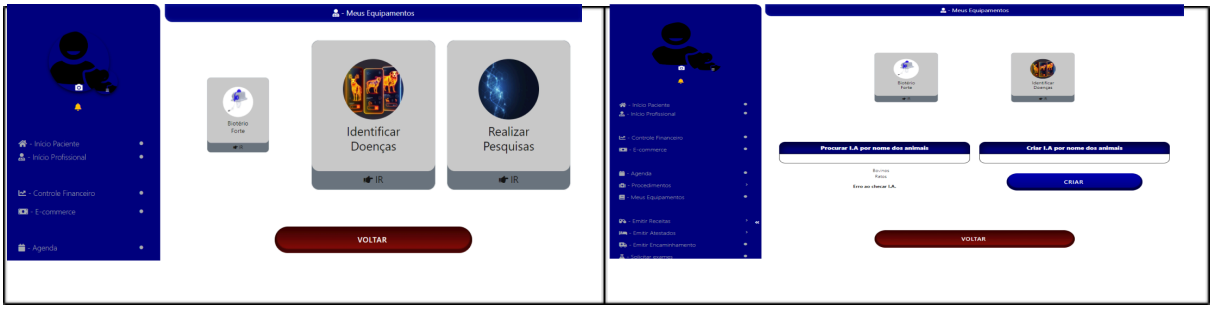


Figura 1 - Captura de tela das páginas do software do equipamento

3.6 Validação do software da solução proposta TRL - 3

Para validação do software realizamos inserção de dados e monitoramos a comunicação M2M

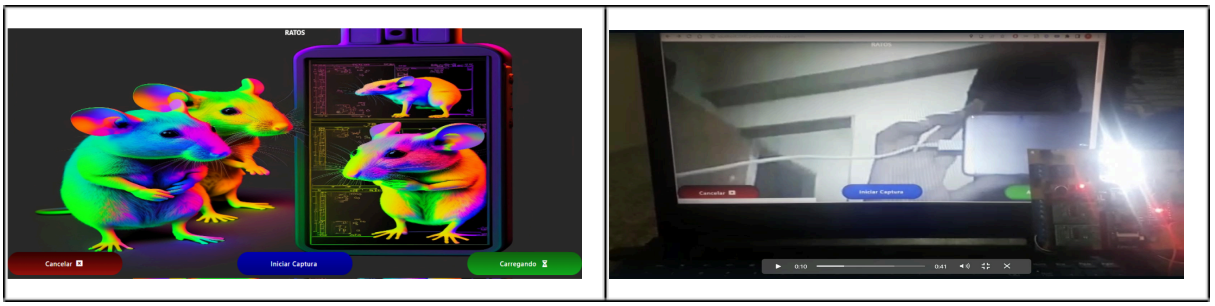


Figura 1 - Captura de tela das páginas do software do equipamento funcionando

4 Resultados e Discussão

Foi possível observar o seguintes resultados:

- Questionário para conhecimento real do problema e validação TRL- 1 e 2 foi respondido de forma unânime, tecnologia imprescindível. Assim prosseguimos com a confecção do protótipo TRL-3

- A carenagem foi capaz de comportar os hardwares com poucas modificações, adaptações que serão repaginadas para o novo versionamento estrutural versão TRL-4
- O circuito eletroeletrônico foi capaz de fazer as medições propostas para validação de produto nível TRL-3. Isso quer dizer que o sistema de hardware foi capaz de fazer as coletas de dados e armazená los. O hardware 'placa' não sofreu estresse térmico, não apresentou sinais de aquecimento que poderia colocar distorções ou derivações inadequadas em um estudo.
- O software inicial também apresentou bons resultados em usabilidade, performance, estabilidade

A questão ética envolvendo a participação de pesquisadores externos em ambientes públicos para validar produtos e o uso de animais em experimentos é um tema que merece reflexão. Ao abrirmos essa discussão, podemos considerar o exemplo do produto TRL-4, que está em processo de desenvolvimento. Nesse caso, é importante ponderar sobre a necessidade de testes em ambientes de simulação real com animais, levando em conta os princípios éticos que regem o bem-estar animal e a busca por alternativas que minimizem seu sofrimento.

Além das considerações éticas, é fundamental abordar os desafios práticos enfrentados na busca por um ambiente adequado para realizar pesquisas que respeitem tais princípios. Mesmo com o auxílio de recursos financeiros provenientes de subvenção econômica governamental, muitas vezes encontrar um local apropriado e equipado para realizar essas pesquisas pode ser uma tarefa complexa, ponto que precisamos estabelecer para validação TRL-4.

5. Considerações Finais

Destacamos a importância do monitoramento adequado de roedores em biotérios e a aplicação da inteligência artificial como uma solução promissora. Discutimos os benefícios da IA, como a melhoria na precisão e eficiência do monitoramento, a redução de custos e economia de recursos, e o impacto positivo na qualidade dos experimentos científicos. Também ressaltamos a necessidade de pesquisa adicional em áreas como o desenvolvimento de algoritmos mais avançados, a integração de diferentes fontes de dados. Também mostramos e enfatizamos a dificuldade de conexão para validação desse produto mesmo esse seguindo todas normas e preceitos de condutas modernas em pesquisas. Deste modo ficamos disponíveis para realizar essas conexões e validação TRL- 4 e 5 do equipamento Biotério Forte.

6. Apoio Financeiro

Nº Processo: FAPEMAT-PRO.000369/2023

Projeto: Sistema de monitoramento de roedores para biotério Edital: 01/2022 - Programa Centelha II MT

Coordenador: Ronnei Borges Peres

7. Referências Bibliográficas

1. BRASIL. LEI Nº 11.794, DE 8 DE OUTUBRO DE 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências.Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm Acesso em: 12/06/2023

2. BAHIA. Secretaria da Saúde. Superintendência de Vigilância e Proteção daSaúde. Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário. BRASIL. Universida de Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. Manual de Biossegurança. Salvador. 2001.

3. Pereira CB, Kunczik J, Zieglowski L, Tolba R, Abdelrahman A, Zechner D, Vollmar B, Janssen H, Thum T, Czaplik M. Remote Welfare Monitoring of Rodents Using Thermal Imaging. Sensors (Basel). 2018 Oct 28;18(11):3653. doi: 10.3390/s18113653. PMID: 30373282; PMCID: PMC6263688.

4. Doğan, E., Sezer, A., (2021). Is thermography the most effective tool to monitor arthritis in rats? Journal of Istanbul Veterinary Sciences, 5(3), 117-122. Abbreviated Title: J. İstanbul vet. sci.

5. Franco NH, Gerós A, Oliveira L, Olsson IAS, Aguiar P. ThermoLabAnimal - A high-throughput analysis software for non-invasive thermal assessment of laboratory mice. Physiol Behav. 2019 Aug 1;207:113-121. doi: 10.1016/j.physbeh.2019.05.004. Epub 2019 May 9. PMID: 31078672.