

Faculdade São Paulo Tech School
Análise e Desenvolvimento de Sistemas



Sistema de Monitoramento de Temperatura em Colmeias

São Paulo
2025

Faculdade São Paulo Tech School
Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Davi Vital do Prado Vicente Pereira - RA: 01252033

Jorge Luiz Cardoso de Siqueira - RA: 01252082

Leonardo Tomas Feitosa da Silva - RA: 01252013

Marcos Lopis Pereira - RA: 01252034

Tiago da Silva Santos - RA: 01252133

Wagner Reis Silva Bronstein - RA: 01252090

Sistema de Monitoramento de Temperatura em Colmeias

Trabalho desenvolvido para a disciplina de Tecnologia da Informação do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Faculdade São Paulo Tech School

Orientador: Marcos Antonio

São Paulo

2025

Sumário

1 CONTEXTO	4
1.1 Produtos da apicultura	5
1.2 Mercado no Brasil.....	7
1.3 Estrutura das colmeias na apicultura	8
1.4 Dificuldades dentro da apicultura	10
1.5 Importância do monitoramento de temperatura.....	12
2 OBJETIVO	16
3 JUSTIFICATIVA	16
4 ESCOPO	17
4.1 Limitações e exclusões	17
4.2 Requisitos	17
5 PREMISSAS	19
6 RESTRIÇÕES.....	20
7 DIAGRAMA DE NEGÓCIO	20
8 DIAGRAMA DE SOLUÇÃO TÉCNICA	21
9 FLUXOGRAMA CENTRAL DE SERVIÇO	21
10 DOCUMENTO DE GESTÃO DE MUDANÇAS (GMUD)	23
11 MANUAL DE INSTALAÇÃO	25
12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1 CONTEXTO

A abelha Melífera Africanizada é uma abelha social, de origem europeia, pertencente à família Apidae, da ordem Hymenoptera. Pode ser apelidada com outros nomes (Abelha-Alemã, Abelha-Comum, Abelha-da-Europa, Abelha-do-Mel, etc). Foi introduzida no continente americano por ingleses e espanhóis. Ao ser ameaçada, torna-se bastante agressiva e irritadiça, portanto, é preciso cuidar dela com delicadeza. Tem facilidade em adaptar-se a diferentes ambientes e gera própolis em grandes quantidades.

Chegou ao território brasileiro no ano de 1839, por iniciativa do Padre Antônio Carneiro, responsável por introduzir raças europeias de abelhas no país com o intuito de garantir a produção de velas para fins religiosos. As abelhas foram trazidas da região do Porto, em Portugal, para o estado do Rio de Janeiro e, eventualmente, espalharam-se no Brasil.

As condições ideais para que as abelhas melíferas operem está entre 33 °C - 36 °C. O habitat é bem diversificado, variando entre savanas, florestas tropicais, desertos, regiões litorâneas e montanhosas. Durante períodos de temperaturas elevadas, as abelhas buscam formas de manter a produtividade através de técnicas para a redução de calor: as abelhas coletam água e espalham pequenas gotas pela colmeia, ou em outros casos, deixam a colmeia por um certo período para a temperatura normalizar. Outra forma é quando começam a bater as asas mais rápido para gerar um fluxo de ar.

Elas desempenham um papel fundamental na polinização tanto agrícola quanto silvestre, sendo considerado um dos insetos mais eficientes nesse processo. Essa eficiência se deve a grande quantidade de visitas que a abelha realiza nas plantas, e a capacidade de transportar grandes quantidade de pólen junto do corpo, por possuir pelos que facilitam esse trabalho.

Na agricultura, a polinização é essencial, para aumentar a qualidade e a quantidade dos alimentos produzidos. Entre as culturas que mais se beneficiam com a polinização das abelhas está o abacate, a abóbora, o maracujá, a castanha-do-pará, a maçã, a goiaba e o morango. Essas culturas dependem diretamente da ação das abelhas para a fecundação das flores e frutos.

Nos ecossistemas silvestres, as abelhas garantem a reprodução de plantas silvestres e promovem a diversidade vegetal, ajudando a equilibrar os processos naturais e essenciais. Tornando assim as abelhas essenciais para manter um equilíbrio nos ecossistemas e aumentando a qualidade nas produções agrícolas.

1.1 Produtos da apicultura

Os produtos da apicultura vão muito além do mel. É comum pensarmos nesse alimento como o principal resultado do trabalho das abelhas, mas, na verdade, elas são responsáveis por uma série de substâncias valiosas que oferecem benefícios tanto para a própria colmeia quanto para os seres humanos com os principais sendo: própolis, cera, geleia real e o próprio mel.

Própolis, uma substância produzida a partir de resinas de plantas, cera e secreções salivares das abelhas. Dentro da colmeia, atua como defesa contra microrganismos e repara as estruturas da colmeia. Para o consumo humano, seu valor é ainda maior: apresenta propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, cicatrizantes e imunomoduladoras, sendo utilizada para aliviar dores de garganta, inflamações, feridas e até como reforço para o sistema imunológico e digestivo.



Figura 1 - Própolis

Cera de abelha, conhecida por seus usos medicinais e cosméticos desde a antiguidade, para se ter uma ideia, há mais de seis mil anos, os egípcios já utilizavam a cera no processo de embalsamamento devido à sua resistência e longa durabilidade. Atualmente, ela é aplicada em tratamentos de doenças periodontais, inflamações nasais como sinusite e doenças respiratórias como a asma brônquica. Possui propriedades antigermicidas, antialérgicas e anti-inflamatórias que ajudam a curar cortes, feridas, alergias, irritações e doenças de pele, como eczema e rosácea. No setor cosmético, a cera é amplamente usada como matéria-prima para cremes, máscaras faciais, batons e maquiagens, tendo destaque pelo poder hidratante, esfoliante e regulador da oleosidade da pele.



Figura 2 – Cera de Abelha

Geleia real, composta por água, proteínas, flavonoides e vitaminas, ela fortalece o sistema imunológico, reduz o risco de doenças cardiovasculares e câncer, contribui para tratamentos de fertilidade, auxilia na manutenção da saúde da pele e do fígado entre outros usos comprovados e não comprovados. Pode ser encontrada em lojas de produtos naturais, farmácias ou feiras livres em diferentes formas, como gel, ampolas, pó, cápsulas ou liofilizada.



Figura 3 – Geleia Real

E, claro, não podemos esquecer o próprio mel, considerado um dos alimentos mais puros da natureza, ele é obtido a partir do néctar e de secreções vegetais coletadas e processadas pelas abelhas, resultando em um alimento nutritivo e saudável. Seus benefícios incluem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, além da prevenção de úlceras, da redução do colesterol e da proteção contra doenças cardiovasculares. Embora muitos desses efeitos já sejam comprovados, outros continuam sendo estudados.



Figura 4 – Mel processado

1.2 Mercado no Brasil

O Brasil tem se destacado no cenário global da apicultura, evidenciado por uma produção expressiva de mel. Conforme estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2023, o país produziu 64 milhões de quilogramas de mel, consolidando sua posição entre os 11 maiores produtores do mundo. Faturando 908 milhões de reais no ano. Em 2021, o IBGE reconheceu 350 mil produtores de mel no país.

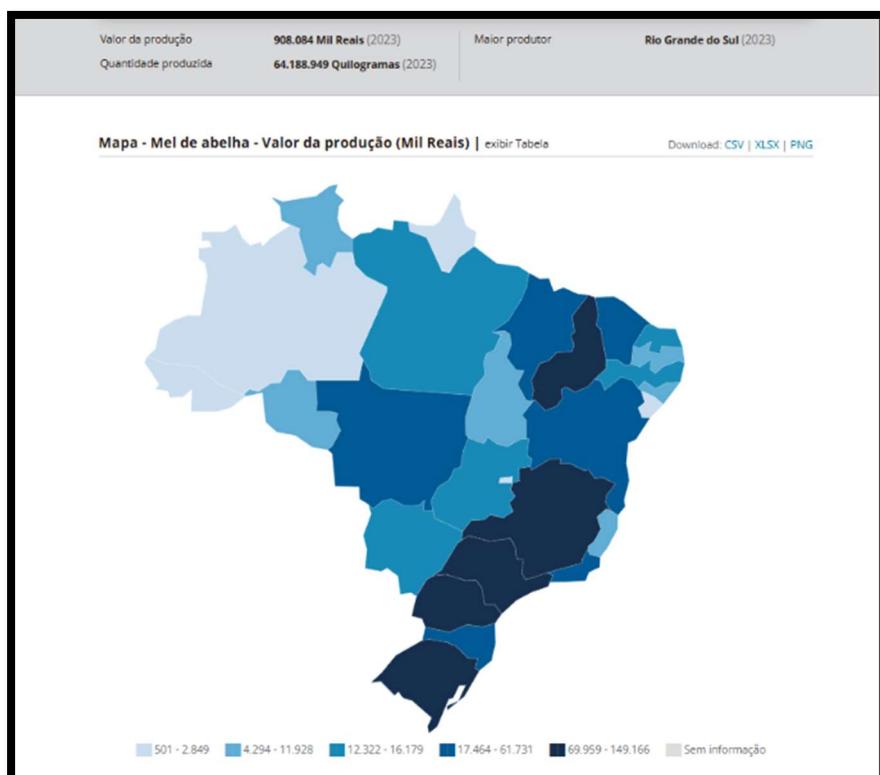


Figura 5 – Mapa de Valor da Produção em 2023 (Dados IBGE)

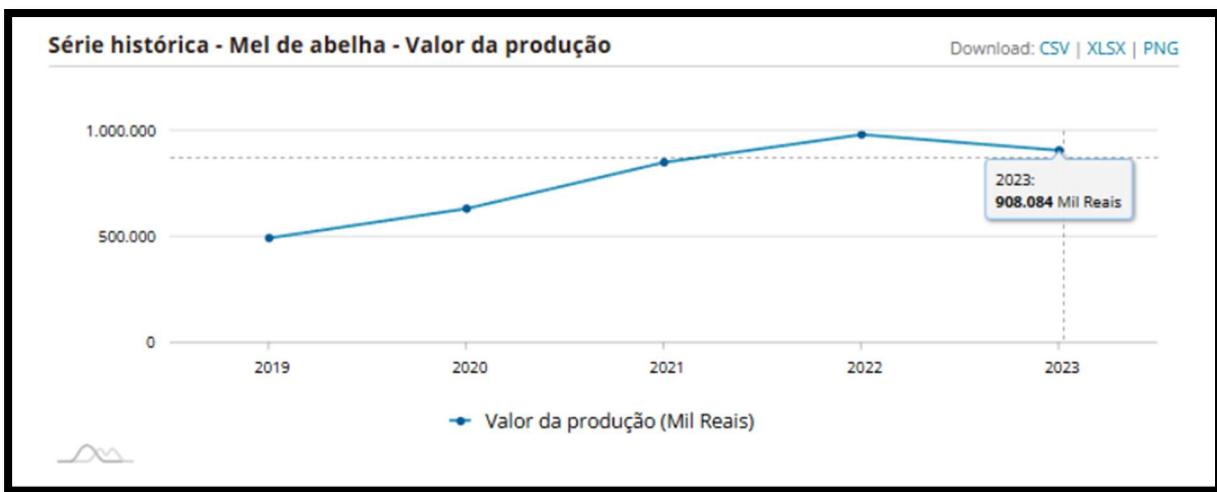


Figura 6 - Gráfico de Valor da Produção nos anos de 2019 até 2023 (Dados IBGE)

A apicultura está presente em diversos processos que vão além da produção de mel. Polinização agrícola é um desses processos em que existe o serviço da apicultura, no qual agricultores alugam colmeias para garantir a polinização das culturas de frutos, vegetais e grãos como maçã, café, soja e outras. O processo aumenta tanto a produtividade quanto a qualidade do material. Outro campo importante é a preservação ambiental, pois as abelhas contribuem para a manutenção da biodiversidade, regeneração e recuperação ambiental em áreas de reflorestamento. A apicultura também está presente no turismo rural e na educação ambiental, onde muitos apiários são usados em atividades de ecoturismo, onde ressaltam a importância das abelhas para o equilíbrio ecológico.

1.3 Estrutura das colmeias na apicultura

Hoje em dia os apicultores utilizam o método de colmeia Langstroth, projetada pelo apicultor e estudioso norte-americano Lorenzo Lorraine Langstroth, é a mais utilizada no mundo para apicultura racional. Sua estrutura modular, que é expandida verticalmente, a torna eficiente e prática tanto para os apicultores quanto para as abelhas.

A colmeia Langstroth é composta por quatro componentes principais em sua estrutura que são:

1. **Fundo** – Serve de base e apoio para toda a estrutura.

2. Ninho ou câmara de cria – Onde as abelhas se estabelecem e a rainha faz sua postura. A caixa inferior onde a rainha põe ovos e as abelhas criam as larvas. Contém 10 quadros com placas de cera alveolada para a construção dos favos.

3. Melgueiras – Compartimentos onde o mel é armazenado. Em alguns casos, melgueiras são substituídas por caixas ninho para simplificar a operação, permitindo o uso de quadros de uma única medida.

4. Tampa – Protege a colmeia das intempéries e de possíveis roubos.

Na base, encontra-se o alvado, que funciona como a entrada da colmeia. As melgueiras, que são menores que o ninho, abrigam quadros específicos para o armazenamento do mel.

Dentro das caixas ninho e melgueiras, os quadros de madeira e arame são instalados com placas de cera alveolada, que permitem que as abelhas construam favos de forma organizada para o armazenamento de mel e a postura de ovos. A cera alveolada promove a uniformidade dos favos, otimizando o armazenamento e facilitando a colheita.

Uma tela excludora é colocada para separar a área onde a rainha realiza sua postura, evitando que ela se desloque para os favos de mel. Contudo, alguns estudos sugerem que a presença da tela pode reduzir a produção de mel, já que as posturas nas melgueiras muitas vezes resultam da falta de espaço adequado no ninho. As placas de cera alveolada oferecem vantagens significativas para a apicultura, pois garantem que as abelhas construam favos com o formato ideal, proporcionando maior capacidade de armazenamento de mel. Além disso, essas placas são reutilizáveis, o que resulta em economia de energia para as abelhas. A produção de cera exige um alto consumo de mel pelas abelhas – cerca de sete quilos de mel para produzir um quilo de cera.

A cera para as placas pode ser obtida de favos colhidos na natureza ou de favos danificados durante a colheita do mel. Também é possível adquirir cera alveolada de outros apicultores.

Com uma estrutura funcional e eficiente, a colmeia Langstroth e o uso de cera alveolada são essenciais para uma apicultura moderna e produtiva, sendo o método principal utilizado hoje em dia.

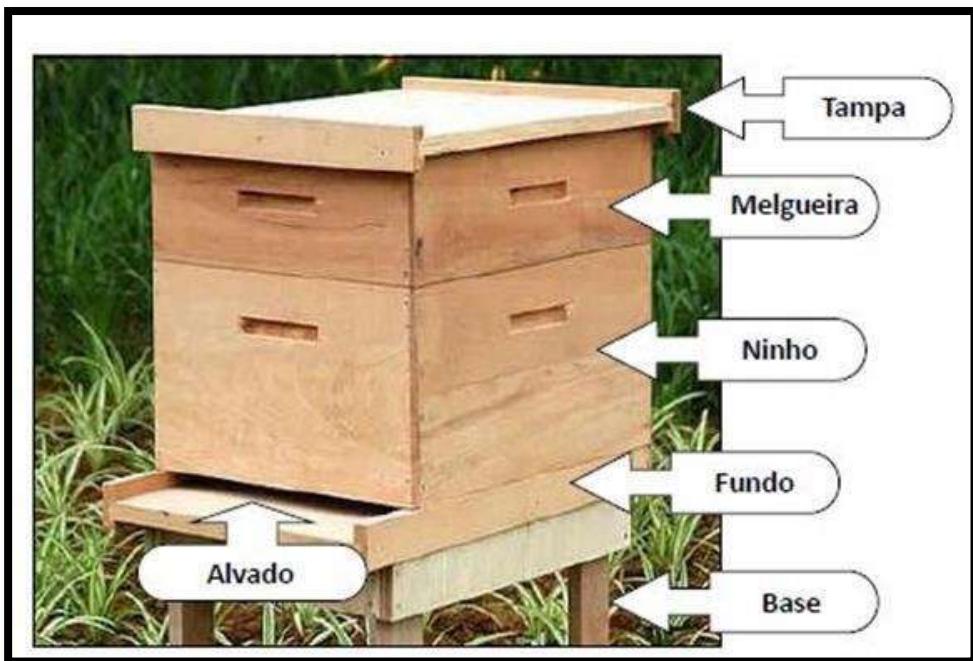


Figura 7 – Colmeia Langstroth

1.4 Dificuldades dentro da apicultura

Atualmente, os apicultores têm como maiores dificuldades lidar com a **variação climática** e o uso de **agrotóxicos**, com ênfase nos pesticidas. Abordando mais a variação climática, ela envolve desde fenômenos naturais como o *El Niño* e a *El Niña*, que podem causar picos de calor e de frio, afetando de forma direta a apicultura e a produção. Apesar da espécie *Apis mellifera* (africanizada) ter maior tolerância, a constância da instabilidade do clima, como chuvas fortes e picos de temperatura, pode sensibilizar o ninho, tornando-o mais suscetível a pragas como *Varroa destructor* que é um dos maiores desafios de apicultores.



Figura 8 - Varroa Destructor

A principal alimentação das abelhas vem da polinização de flores. Os agrotóxicos no país superam as 300 mil toneladas, e, nos últimos 40 anos, o aumento foi de 700%, o gráfico abaixo demonstra um pouco desse aumento. As abelhas possuem hipersensibilidade a diversos tipos de agrotóxicos, especialmente pesticidas, que podem causar danos severos, como morte imediata e diminuição da força da colônia, apesar das africanizadas serem mais resistentes, as consequências são extremamente graves.



Figura 9 - Registro de agrotóxicos

Como dito anteriormente, existe um constante aumento do uso de agrotóxicos, e as mudanças climáticas afetam diretamente as abelhas, que são seres extremamente sensíveis a alterações. Apesar de sua alta adaptabilidade, elas são dependentes de um ecossistema que precisa estar em sintonia. As abelhas

sofreram uma importante queda em suas populações devido a diversos fatores citados anteriormente, somando-se ao crescente desmatamento. As mais afetadas são as abelhas nativas sem ferrão (Meliponíneos, como jataí, uruçu e mandaçaia), e essa lacuna no ecossistema poderia gerar um **efeito cascata**, devido à sua importância na polinização, um processo indispensável para a reprodução das plantas e que afeta todos os seres vivos, inclusive os humanos.

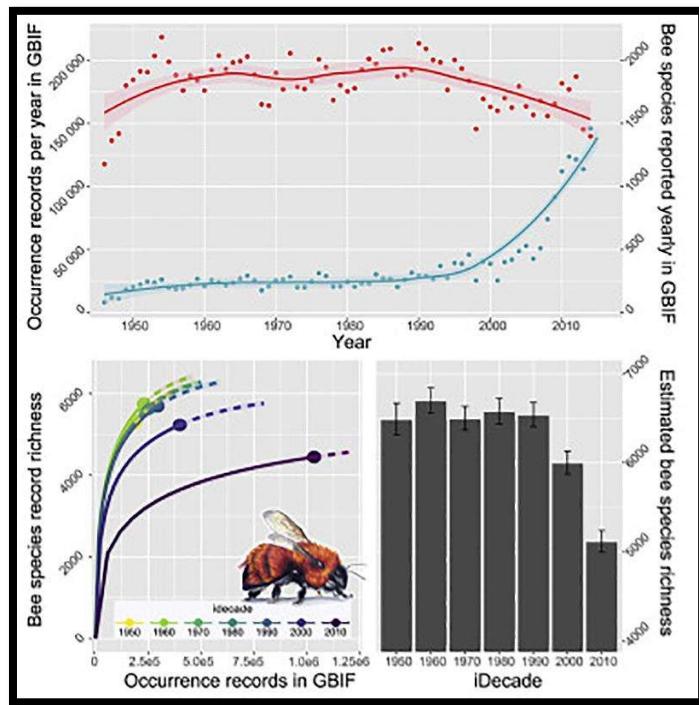


Figura 10 - declínio das espécies

A diminuição de sua população, afeta o ecossistema como um todo, pois abelhas silvestres são os principais polinizadores do mundo, diminuindo significativamente a reprodução de uma grande fração das plantas com flores do mundo e diminuindo o **rendimento de 85% de todas as safras cultivadas**. Afetando assim a disponibilidade de flores para que elas mesmas possam coletar o néctar, reduzindo a produtividade do mel dentro da apicultura, encarecendo a demanda por abelhas, tornando o processo muito mais custoso e de difícil acesso.

1.5 Importância do monitoramento de temperatura

A importância da temperatura dentro das colmeias é significativa e um dos principais problemas como dito anteriormente, se ultrapassar ou for inferior a faixa de temperatura de 33°C a 36°C graus, temos um grande problema para o

desenvolvimento e produção do mel, porque quando a colônia está muito quente ou muito fria, as abelhas operárias têm que parar a produção do mel para poder realizar a *homeostase*, para voltar a colmeia a temperatura ideal, sendo assim, o sensor de temperatura nas colmeias seria o ideal para realizar o monitoramento dessa condição, porque iria gerar uma facilidade maior para identificar as colmeias que estão com uma temperatura elevada ou inferior, com essa análise sendo realizada em tempo real, garantindo assim um maior proveito da produção de mel.

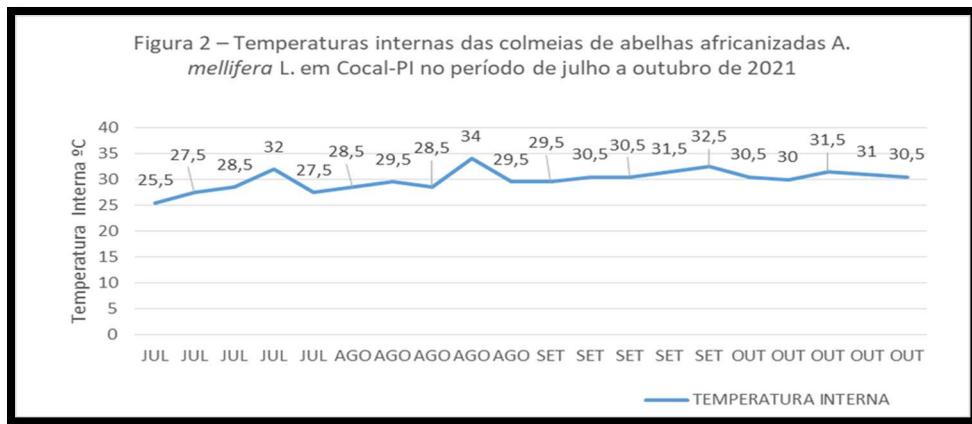


Figura 11 - Monitoramento de temperatura nas colmeias

O sensor de temperatura é um forte aliado para o produtor nesse caso, pois ajuda para que seja possível se ter um melhor manejo dessa condição nas colmeias, pois caso a temperatura exceda 39°C por exemplo, irá acabar ocasionando no abandono das abelhas dessas colmeias ou até mesmo na morte das abelhas.

Mesmo a abelha Melífera Africanizada se destacando entre as abelhas na sua capacidade de regulação da temperatura interna do ninho, sendo heterotérmicas, onde estas podem chegar a utilizar métodos de sobrevivência para tentar resistir a temperaturas muito baixas ou muito elevadas, como o agrupamento onde durante um período mais frio as abelhas podem aumentar o tamanho de suas colônias a fim de formar um aglomerado populacional, com o objetivo de aumentar o calor interno da colmeia. Além disso em temperaturas mais altas as abelhas utilizam o bater das asas, para assim criar corrente de vento na colmeia, utilizando uma termorregulação para esfriar a temperatura interna. Com as variações de temperatura o desempenho na produção do mel é afetado e o processo reprodutivo delas também, sendo assim, ocorre uma perda nas economias geradas pela colmeia e com a queda na reprodução esse problema se torna exponencial. O sistema para monitoramento em tempo real e a distância

ganha grande poder para a melhoria desse processo, garantindo uma leitura precisa dessa condição em todas as suas colmeias produtivas, encaminhando o produtor a ter acesso claro a onde ele precisa ou não, agir em torno dessa condição, garante também um bom panorama dessa condição em suas colmeias, levando-o a ter uma melhor e mais completa leitura se o local em que se encontra o apiário está apropriado ou não para a sua produção.

O cenário de inovação tecnológica na apicultura está dinâmico e promissor, a automatização dos serviços torna as práticas de produções mais completas. Essas tecnologias na apicultura permitem um acompanhamento mais preciso e em tempo real do estado das colônias, ajudando a identificar problemas precocemente e a tomar ações preventivas, o cenário vem se inovando cada vez mais para ter práticas mais produtivas e eficientes.



Figura 12 - Sensor em colmeia

Existe um movimento no município de Crateús com uso de um sistema que foi apelidado de colmeias inteligentes, onde elas foram equipadas com sensores que medem a temperatura, enviando os dados em tempo real para os apicultores.

O setor apicultor possui interesse nesses sistemas, e muitos produtores estão investindo nas implementações dos sensores para obter mais rentabilidade e por essas ferramentas terem se tornado essenciais dentro do conceito de apicultura de precisão, permitindo que apicultores acompanhem, em tempo real, a saúde e o comportamento das colmeias, com intervenções mais rápidas e assertivas.

Através do uso de sensores, análise de dados em tempo real e práticas de gestão mais precisas, os apicultores podem melhorar a saúde das abelhas, reduzir a mortalidade, otimizar a produção e minimizar os impactos ambientais. Além disso, a tecnologia na apicultura também promove a pesquisa e a inovação, impulsionando o desenvolvimento de soluções mais eficientes e sustentáveis.



Figura 13 - Sensores em Colmeias

As novas tecnologias vêm transformando a apicultura, tornando essa atividade cada vez mais eficiente, ecológica e resiliente. Com ferramentas como sensores para monitoramento remoto, os apicultores conseguem cuidar melhor das abelhas, evitar desperdícios, usar os recursos naturais com mais responsabilidade e manter a qualidade do mel desde a origem. Mais do que produzir, essas inovações ajudam a preservar a biodiversidade e proteger o meio ambiente. Por isso, a apicultura moderna se destaca como um exemplo de produção alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como ODS 9 com o uso de sensores, IoT, automação e análise de dados na apicultura. ODS 13 na preservação de abelhas, essenciais para manter ecossistemas saudáveis e resilientes ao clima e ODS 15 com a proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que as abelhas desempenham.



Figura 14 – ODS 9, ODS 13 e ODS 15

2 OBJETIVO

Ajudar o apicultor a ter maior domínio sobre as suas colmeias, monitorando em tempo real e a distância a temperatura de suas colmeias, através de um site para realizar essa gestão, onde será possível ver a temperatura de cada colmeia separadamente, gráficos da média de temperatura relativa das colmeias em relação aos valores ideias para produção das abelhas, oferecendo também métricas analíticas e alertas.

3 JUSTIFICATIVA

A apicultura no Brasil faturou mais de R\$ 900 milhões de reais e produziu mais de 64 milhões de quilos de mel em 2023, e mesmo nesse cenário, a apicultura enfrenta pressões que só tendem a aumentar; inconstância climática, picos de temperatura extremos e uso de agrotóxicos que ameaçam a estabilidade e saúde das colônias. As flutuações de temperatura fora da faixa ideal obrigam as abelhas a interromperem atividades vitais, como a criação de novas abelhas e a produção do mel, tendo impacto direto na economia das produções não só do mel e derivados das abelhas, mas também das culturas que dependem da polinização das abelhas, que se especula estar em torno de 66% e que abrange desde as cadeias produtivas agrícolas quanto a polinização na natureza.

Esse sistema colabora com o agricultor para que seja possível aumentar em até 6% o rendimento de cada colmeia. Dado que colmeias que trabalham fora da faixa de temperatura ideal, apresentam cerca de 18% menos peso e 15% menor área de cria, portanto, ter acesso em tempo real aos níveis de temperatura irá garantir a detecção de picos térmicos que podem gerar estresse, abandono ou mortalidade das abelhas, perdendo tanto produtividade direta das abelhas quanto das culturas polinizadas por elas, o sistema diminui a necessidade de visitas manuais em até 40%, o que também diminui o estresse das abelhas ajudando a manter a produtividade da colmeia, o apicultor também irá entender melhor os locais onde as colmeias estão instaladas, podendo comparar a produtividade com os níveis de temperatura e locais onde estão instaladas, irá adequar o apiário a metas de desenvolvimento sustentável (ODS) e ter mais potencial para linhas de financiamento verdes.

4 ESCOPO

A BeeTech irá implementar sensores LM35 para monitoramento de temperatura dentro das colmeias. Com nossa solução, ele será capaz de tomar decisões para que haja uma maior produção, devido à redução do estresse e variação brusca de temperatura. De acordo com estudos existe um déficit de até 18% na produção de mel.

4.1 Limitações e exclusões

- **Incluído:** Instalação dos sensores nas colmeias artificiais *Langstroth* (ou padrão)
- **Excluído:** Colmeias fora do padrão especificado, não teremos responsabilidade sobre alterações dos dados coletados.
- **Incluído:** Captura e exibição dos dados sobre temperatura do local.
- **Excluídos:** As medidas que serão tomadas para mitigar o problema e seus resultados, ficam com a responsabilidade do cliente.
- **Incluídos:** Serão utilizados métricas de temperatura ideal de 33 a 36 graus, baseados para abelhas Melífera Africanizada.
- **Excluídos:** O sistema irá permitir que o usuário altere a temperatura ideal, contudo, quaisquer mudanças feitas nessa margem ficam a responsabilidade do cliente.
- **Incluído:** Iremos fornecer manutenção dos sensores de forma integral, para casos de dados inconsistentes com a realidade dentro de um período de 1 ano.
- **Excluídos:** Após o período de manutenção integral será feito uma análise e caso seja identificado danificações que necessite de uma troca total do Arduino relacionados a integridade física do sensor ou Arduino, não iremos prestar manutenção, se for uma troca parcial ficará em análise.

4.2 Requisitos

- Instalar um sensor de temperatura LM35 para cada colmeia.

- Disponibilizar o monitoramento para o apicultor.
- Definir Design System;
 1. Padrões de Design
 2. Cores
 3. Elementos
- Criar o protótipo do Site Institucional via FIGMA;
 1. Responsividade
 2. Navbar com links para acesso dos tópicos
 3. Apresentar a solução
 4. Contextualizar sobre o problema
 5. Sobre nós
 6. Nossa equipe
 7. Calculadora Financeira
 8. Formulário de contato, com os campos;
 - 8.1 - Nome
 - 8.2 - Sobrenome
 - 8.3 - Email
 - 8.4 - Telefone
 - 8.5 - Celular
 - 8.6 - Empresa
 - 8.7 - CNPJ
 - 8.8 - Cargo
 - 8.9 - Comentário
 9. Footer com informações de contato e institucionais
 10. Disponibilidade 24 horas
- Segurança e integridade das informações dos usuários.
- Suporte a 5 mil acessos simultâneos.
- Site de monitoramento;
 1. Página de Login;
 - 1.1 - Email
 - 1.2 - Senha
 - 1.3 - Esqueci a senha
 2. Página de Cadastro;
 - 2.1 Nome
 - 2.2 Sobrenome
 - 2.3 Email
 - 2.4 Celular
 - 2.5 Data de Nascimento
 - 2.6 Empresa
- Verificação via e-mail.
- Um e-mail por usuário.

- Senha criptografada.
- Modo escuro ou claro.
- Página com dashboard;
 1. Gráficos de produtividade
 2. Temperatura de cada colmeia
- Tela de inserção de dados sobre a produção mensal;
 1. Quantidade de mel produzido por mês
 2. Valor do mel em R\$
- Gráficos de monitoramento em tempo real da temperatura das colmeias.
- O sistema enviará alertas para o usuário, quando as temperaturas estiverem fora da faixa ideal.
- O sistema irá notificar qual é a colmeia que está com a temperatura elevada.
- Diferentes acessos e nível de permissão.
 1. Comum
 2. Administrador
- O site deve suportar até 250 sensores ativos simultaneamente.
- O sistema deve permitir a comparação entre duas ou mais colmeias no mesmo gráfico.
- Ter o monitoramento da tendência de variações das temperaturas nas últimas 24 horas.
- Sistema para cadastro de novos usuários.

5 PREMISSAS

- O sistema depende de disponibilidade constante de rede Wi-Fi.
- O cliente terá acesso à internet de 10MB.
- Os dados fornecidos pelo cliente a respeito da sua produção serão precisos e corretos.
- As colmeias monitoradas serão padronizadas de acordo com a Lei nº 14.639, 2023.
- As abelhas serão da espécie Ápis Melífera.
- A equipe de monitoramento das colmeias receberá treinamento de 20 horas totais e estará apta para administrar o sistema.
- Necessária alimentação elétrica contínua para o sistema.
- Alimentação Bivolt.

- O sistema será executado em um computador desktop I5 11^a geração, 8GB Ram, 256GB de SSD com o sistema operacional Windows 11 Home.

6 RESTRIÇÕES

- O projeto deve ser concluído até 12 de dezembro de 2025.
- O orçamento é limitado a R\$ 55,00 (Arduino: R\$40,00; Sensor LM35: R\$15,00) por colmeia monitorada.
- Faixa de operação dos sensores de -55°C a 150°C.
- A instalação não pode interromper a produção das colmeias.

7 DIAGRAMA DE NEGÓCIO

O diagrama de negócios mostra como o projeto resolve o problema e como essa resolução é realizada, apresentando quatro etapas: desde a captura dos dados até a exibição das informações em gráficos.

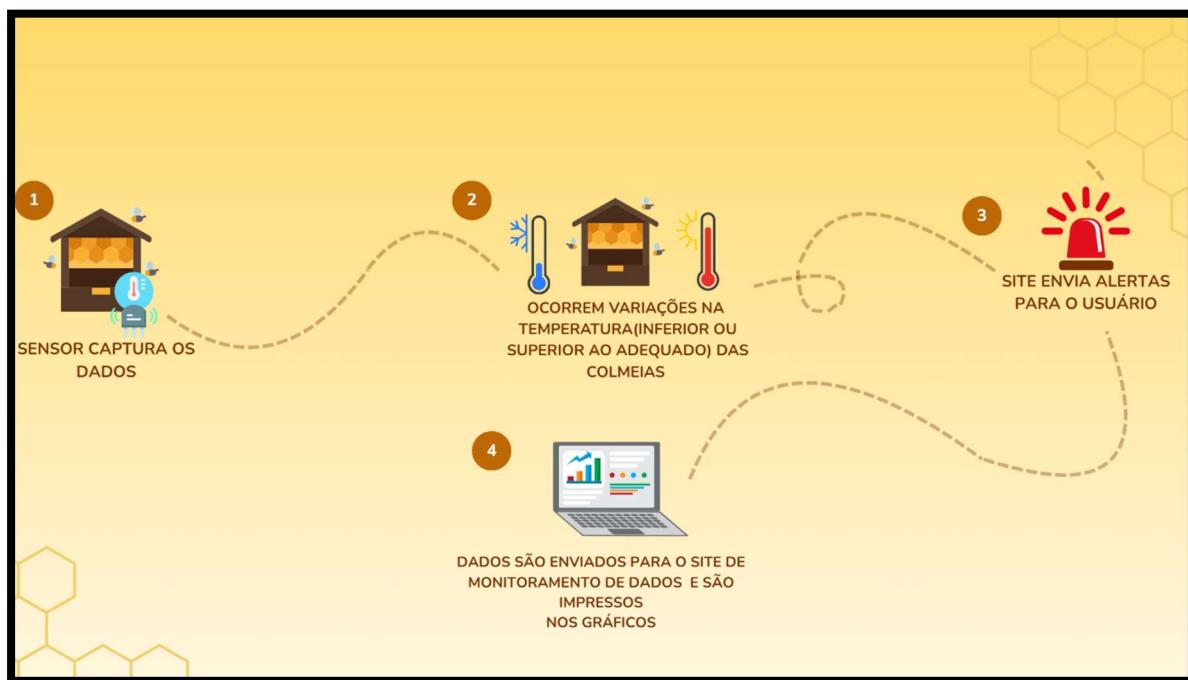


Figura 15 – Diagrama de negócio BeeTech

8 DIAGRAMA DE SOLUÇÃO TÉCNICA

O diagrama ilustra todo o fluxo da solução: desde o ponto de coleta de dados, passando pela transmissão e armazenamento das informações, até a visualização final na dashboard pelo cliente. Dessa forma, a arquitetura proposta oferece uma visão completa de como o monitoramento é realizado em tempo real, destacando cada componente envolvido na operação.

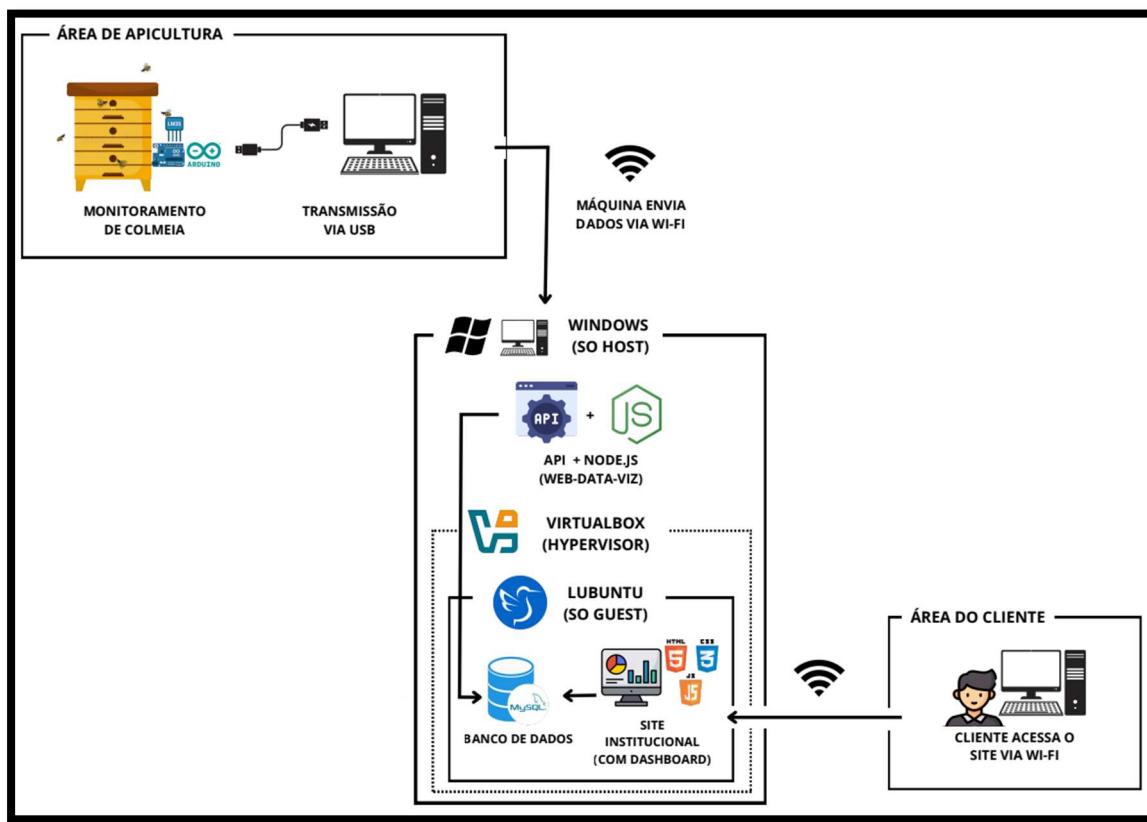


Figura 16 – Diagrama de solução técnica BeeTech

9 FLUXOGRAMA CENTRAL DE SERVIÇO

A seguir, são apresentados os fluxogramas que descrevem o fluxo de atendimento e tratamento das demandas que podem surgir durante a operação do sistema. Os fluxos seguem as boas práticas de ITIL e contemplam três categorias principais: **Incidentes, Problemas e Requisições**.

FLUXOGRAMA: CENTRAL DE SERVIÇO



GRUPO 11 - BEETECH

01**Incidente:** Sensor da colmeia "x" não aparece**02****Problema:** A colmeia "x" não está enviando dados ao sistema há uma semana.**03****Requisição:** Solicitar a instalação de um sensor em uma nova colmeia

Figura 17 – Capa do fluxograma da BeeTech

Fluxograma para tratamento de **Incidente:** Sensor da colmeia "x" não aparece

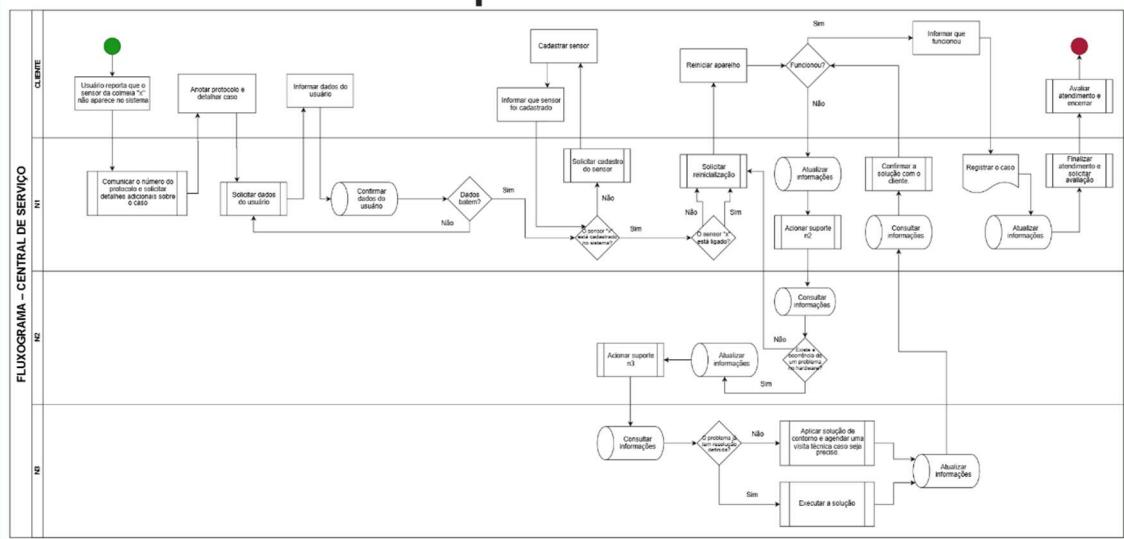


Figura 18 – Fluxograma para tratamento de incidente BeeTech

Fluxograma para tratamento de Problema: A colmeia "x" não está enviando dados ao sistema há uma semana.

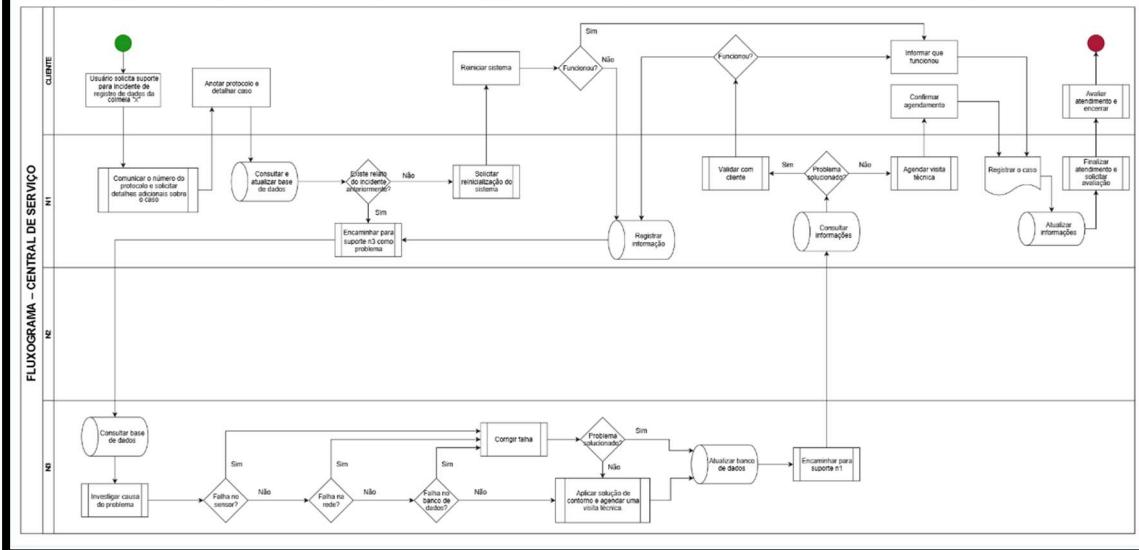


Figura 19 – Fluxograma para tratamento de problema BeeTech

Fluxograma para tratamento de Requisição: Solicitar a instalação de um sensor em uma nova colmeia

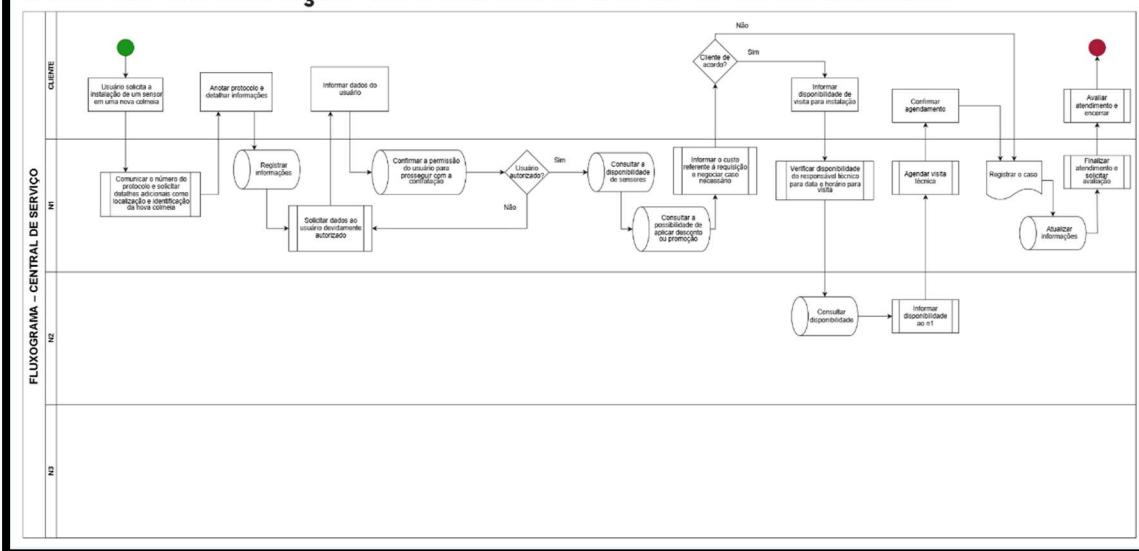


Figura 20 – Fluxograma para tratamento de requisição BeeTech

10 DOCUMENTO DE GESTÃO DE MUDANÇAS (GMUD)

No contexto deste projeto, a GMUD assegura que qualquer atualização no sistema seja na coleta dos dados, no processamento das informações ou na

exibição dos gráficos na dashboard, ocorra de maneira segura e controlada. Reduzindo riscos e evitando interrupções no monitoramento, garantindo que as melhorias realizadas tragam benefícios reais para os usuários, mantendo a continuidade e a confiabilidade do serviço.

A seguir, é apresentado um modelo de GMUD preenchido referente a uma implantação de nova dashboard.

NOME DO PROJETO: Implantação de nova dashboard	DATA E HORA PLANEJADA: 00:00 - 02:00
RESPONSÁVEL: Jorge Luiz	DATA CRIADA: 24/11/2025
ORGANIZAÇÃO: Beetech	CLASSIFICAÇÃO: Emergencial() Normal(X) Padrão()
DADOS DA MUDANÇA	
MOTIVO DA MUDANÇA: Melhorar a visibilidade e interpretação dos usuários com a dashboard e disponibilização de dashboard individuais de casa colmeia.	O QUE SERÁ FEITO: Será realizada a troca da interface da dashboard geral, implementando botões que sinalizam a temperatura e o estado de cada colmeia de forma individual.
AVALIAÇÃO DE RISCO: Dificuldade da visualização de todas as colmeias e suas respectivas temperaturas.	IMPACTO ESPERADO
RESULTADO PRETENDIDO: A dashboard ficará mais intuitiva ao usuário.	IMPACTO ESPERADO / POSSÍVEIS IMPACTOS: Impossibilidade dos usuários acessarem a aplicação enquanto a nova dashboard estiver sendo implantada, fazendo com que o monitoramento seja impossibilitado.
PLANO DE EXECUÇÃO	
Desligar (suspenso) a aplicação. Responsável: Davi Vital / Horário: 00:00 Troca do código da dashboard geral para um novo utilizando o VScode. Jorge / 00:05. Criação das rotas para os dados serem buscados pela dashboard utilizando o VScode. Jorge / 00:35. Adicionar links para as dashboards específicas de cada colmeia utilizando o VScode. Wagner / 00:55. Criação das rotas para cada dashboard específica VScode. Leonardo / 01:20. Teste e homologação. Marcos / 01:40. Deploy (go live) da aplicação novamente. Tiago / 02:00	
CRONOGRAMA E JANELA DE MUDANÇA	
INÍCIO - 00:00:00 FIM - 02:00:00 LIMITE PARA INÍCIO - 00:05:00 LIMITE PARA FIM - 02:05:00 Horário de menor impacto para o negócio 00:00:00 - 03:00:00 Rollback - 30 minutos.	CONTATO DA EQUIPE Jorge - jorge.siqueira@sptech.school Davi - davi.pereira@sptech.school Tiago - tiago.santos@sptech.school Wagner - wagner.bronstein@sptech.school Marcos - marcos.pereira@sptech.school Leonardo - leonardo.fsilva@sptech.school
APROVAÇÕES	
Financeiro - Wagner Bronstein Operacional - Jorge Luiz Tecnologia - Leonardo Tomas Comercial - Marcos Pereira Infraestrutura - Davi Vital	SIM SIM SIM SIM SIM
	NÃO

Figura 21 – GMUD de implantação de nova dashboard BeeTech

11 MANUAL DE INSTALAÇÃO

A seguir, temos o manual de instalação da BeeTech, para ser utilizado como um guia para instalação e configuração do nosso sistema por um(a) funcionário(a) da equipe.



Figura 22 – Manual de instalação,
capa

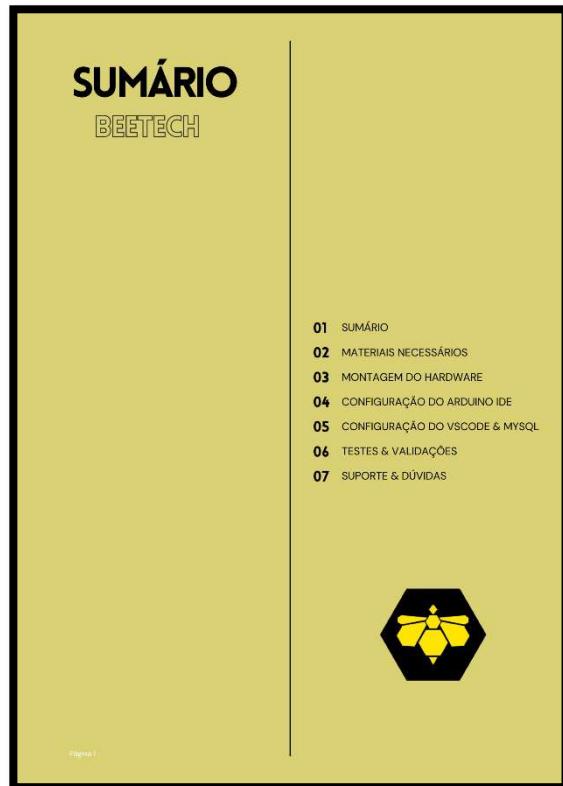


Figura 23 – Manual de instalação,
página 1

MATERIAIS NECESSÁRIOS

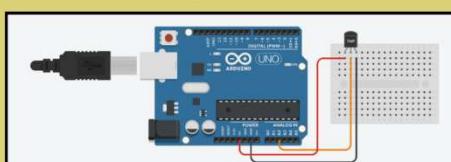
Figura 24 – Manual de instalação, página 2

MONTAGEM DO HARDWARE

PASSO 1

CONEXÃO DOS COMPONENTES

Conecte o sensor LM35 na protoboard ao Arduino Uno R3 utilizando os jumpers. O pino 1 do LM35 deve ser conectado ao 5V do Arduino, o pino 2 ao pino A0 (análogo) do Arduino e o pino 3 ao GND do Arduino. Garanta que o sensor esteja posicionado corretamente, com o lado plano voltado para frente conforme imagem:



PASSO 2

INSTALAÇÃO FÍSICA NA COLMEIA

Fixe o sensor LM35 no interior da colmeia desejada, em uma área seca e segura. A recomendação é instalar na parte superior da colmeia para melhor captação dos dados e para evitar contato com cera e abelhas.

PASSO 3

CONEXÃO COM O COMPUTADOR

Conecte o Arduino ao computador usando o cabo USB. Verifique se todas as conexões da protoboard estão firmes para evitar erros de leitura ou desconexão do sensor.

Página 3

Figura 25 – Manual de instalação,
página 3

CONFIGURAÇÃO DO ARDUINO IDE

1 - INSTALE O ARDUINO IDE A PARTIR DO SITE OFICIAL (WWW.ARDUINO.CC).

2 - AO ABRIR O PROGRAMA, VÁ NO MENU FERRAMENTAS E SELECCIONE A PLACA "ARDUINO UNO".

3 - EM SEGUIDA, COPIE O CÓDIGO ABAIXO PARA REALIZAR A LEITURA DO SENSOR:

```
sketch_octaino
1 // Começo do bloco de declaração de variáveis
2 int PINO_SENSOR_TEMPERATURA = A0;
3 float temperaturaCelcius;
4 float temperatura;
5 // Término da bloco
6
7 // Começo do bloco de configuração de transmissão de dados entre computador e arduino
8 void setup() {
9 Serial.begin(9600);
10 }
11 // Término do bloco
12
13
14 // Começo do bloco de execução de leitura dos dados e execução de cálculos
15 void loop() {
16 int valorLeitura = analogRead(PINO_SENSOR_TEMPERATURA);
17 temperaturaCelcius = (valorLeitura * 5.0 / 1023) / 0.01;
18 Serial.print((temperaturaCelcius));
19 Serial.println();
20 Serial.print(";");
21
22 delay(2000);
23 }
24 // Término do bloco
```

4 - CLIQUE EM VERIFICAR PARA CHECAR ERROS E DEPOIS EM UPLOAD PARA ENVIAR O CÓDIGO AO ARDUINO.

• PARA VISUALIZAR AS MEDIÇÕES, ABRA O MONITOR SERIAL OU O PLOTTER SERIAL PELO MENU FERRAMENTAS, ONDE SERÁ POSSÍVEL ACOMPANHAR A TEMPERATURA DA COLMEIA EM TEMPO REAL.

Página 4

Figura 26 – Manual de instalação, 4

CONFIGURAÇÃO DO VS CODE & MYSQL

1 - INSTALE O VISUAL STUDIO CODE NO COMPUTADOR (CODE.VISUALSTUDIO.COM).

2 - NO MENU DE EXTENSÕES, PESQUE E INSTALE: NODE.JS EXTENSION PACK, SERIAL MONITOR E MYSQL.

3 - CRIE UMA NOVA PASTA PARA O PROJETO E ADICIONE O CÓDIGO DO SERVIDOR NO ARQUIVO PRINCIPAL (APP.JS).

4 - CONFIGURE O BANCO DE DADOS MYSQL NO ARQUIVO .ENV.DEV DO SERVIDOR, INSIRA:

```
① ambiente.x
② env-dev
③ AMBIENTE_PROCESSO=desenvolvimento
④ DB_HOST=localhost
⑤ DB_NAME=beetech
⑥ DB_USER=root
⑦ DB_PASSWORD="beetech2025"
⑧ DB_PORT=3306
⑨
⑩ # Configurações do servidor de aplicação
⑪ APP_PORT=3333
⑫ APP_HOST=localhost
⑬
⑭ # Importante: caso sua senha contenha caracteres especiais, insira-a entre 'aspas'
```

5 - EM SEGUIDA, ABRA O TERMINAL DO VS CODE. NAVEGUE ATÉ A PASTA DO PROJETO E INSTALE AS DEPENDÊNCIAS COM: NPM INSTALL. DEPOIS, INICIE O SERVIDOR COM: NPM START

- ESTE RECURSO ESTÁ DISPONÍVEL ATRAVÉS DO ENDPOINT:
[HTTP://LOCALHOST:3300/SENsores/ANALOGICO](http://localhost:3300/sensores/analogico)
- O SERVIDOR FICARÁ RESPONSÁVEL POR RECEBER VIA PORTA SERIAL AS MEDIÇÕES DO ARDUINO E ENVIAR PARA O BANCO DE DADOS. OS DADOS PODERÃO SER ACESSADOS E VISUALIZADOS PELOS GRÁFICOS NO SISTEMA, PERMITINDO MONITORAMENTO CONTÍNUO DA TEMPERATURA DA COLMEIA.

Página 5

Figura 27 – Manual de instalação, 6

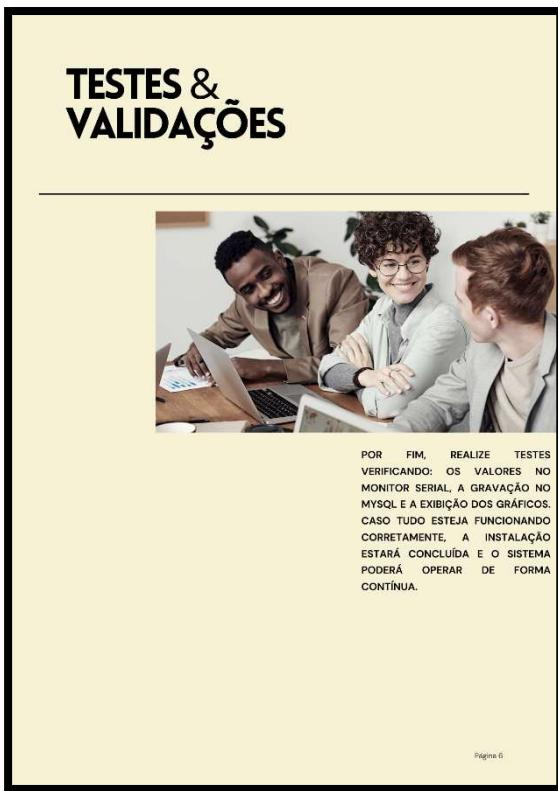


Figura 28 – Manual de instalação,
página 7

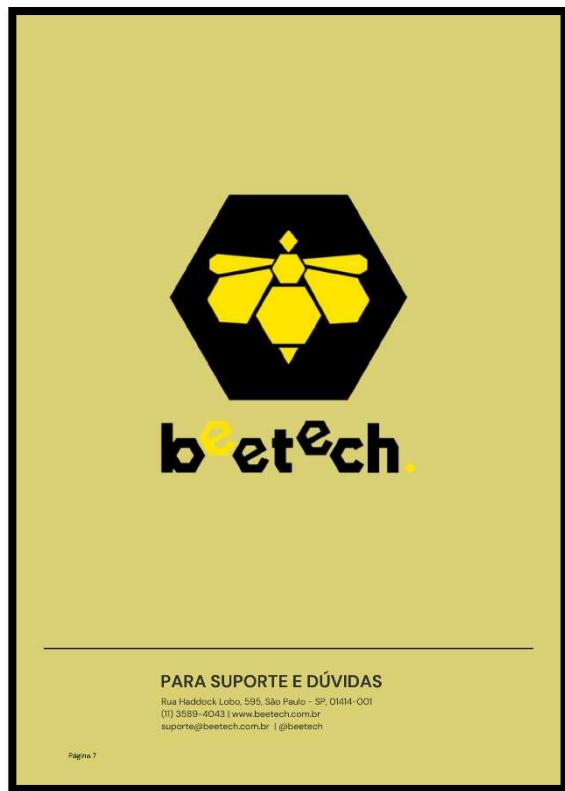


Figura 29 – Manual de instalação,
página 8

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <https://sindiveg.org.br/artigos/impacto-dos-fenomenos-climaticos-na-apicultura/>
- <https://www.ffclrp.usp.br/divulgacao/df/AbelhasAfricanizadas.pdf>
- <https://abelha.org.br/pesquisador-da-dicas-para-manter-producao-de-mel-em-climas-extremos/>
- https://www.researchgate.net/publication/364457964_Efeitos_dos_Agrotoxicos_Sobre_as_Abelhas
- <https://mundoagrobrasil.com.br/fenomenos-climaticos-afetam-apicultura-e-refletem-no-desempenho-agricola/>
- <https://www.peritoanimal.com.br/abelhas-ameacadas-de-extincao-24226.html>

- <https://www.ihu.unisinos.br/categorias/606442-pesquisa-indica-o-declinio-global-de-especies-de-abelhas>
- <http://www.apiariosilvestre.com.br/sobre-os-produtos/informa%C3%A7%C3%B5es-ap%C3%ADcolas/127-abelha-apis-mellifera.html>
- <https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodeabelhas/artigos/abelhas-com-ferrao-abelha-europeia-apis-mellifera-mellifera>
- <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-o-historico-da-apicultura-no-brasil,c078fa2da4c72410VgnVCM100000b272010aRCRD>
- [https://abelha.org.br/faq/08-como-essas-abelhas-se-desenvolveram/#:~:text=A%20abelha%20mel%C3%ADfera%20\(Apis%20mellifera,8.000%20km%20em%2034%20anos.](https://abelha.org.br/faq/08-como-essas-abelhas-se-desenvolveram/#:~:text=A%20abelha%20mel%C3%ADfera%20(Apis%20mellifera,8.000%20km%20em%2034%20anos.)
- <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias-/noticia/35428167/sombreamento-natural-desenvolve-abelhas-mais-rapido-e-melhora-qualidade-do-mel#:~:text=Entre%20tr%C3%A1s%20e%20quatro%20dias,33%20a%2036%20graus%20Celsius>
- <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2022/05/abelhas-por-que-sao-importantes-e-como-podemos-evitar-seu-desaparecimento>
- <https://wilder.pt/cronicas/guardioes-das-flores-o-elo-invisivel-entre-os-polinizadores-e-a-vida-na-terra#:~:text=Em%20casos%20extremos%20poderiam%20at%C3%A9%20morrerem%20indispens%C3%A1veis%20sa%C3%BAde%20humana.&text=A%20poliniza%C3%A7%C3%A3o%20desempenha%20tamb%C3%A9m%20um,utilizado%20no%20combate%20ao%20cancro>
- <https://www.embrapa.br/meio-ambiente/abelhas-nativas/criacao>
- <https://blog.hectar.com.br/a-importancia-das-abelhas-para-o-ecossistema-e-a-agricultura/>
- <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2022/05/abelhas-por-que-sao-importantes-e-como-podemos-evitar-seu-desaparecimento>
- <https://lynkas.net/blog/a-tecnologia-na-apicultura/>

- <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2022/05/abelhas-por-que-sao-importantes-e-como-podemos-evitar-seu-desaparecimento>
- <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2022/05/abelhas-por-que-sao-importantes-e-como-podemos-evitar-seu-desaparecimento>
- <https://www.bbc.com/portuguese/geral-62396193>
- https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/1043/caderno_udesc_047_15197416503848_1043.pdf
- [mel-de-abelha-um-alimento-natural-com-multiplos-beneficios-para-a-saude mackenzie](#)
- [quais-sao-os-beneficos-do-mel-para-a-saude national geographic](#)
- https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-019-00727-3>
- <https://abelha.org.br/abelhas-e-producao-alimentos-brasil-poster/>
- <https://abelha.org.br/canal-tudo-sobre-abelhas/>
- <https://amda.org.br/informacoes-ambientais/5508-no-brasil-76-das-fontes-de-alimento-dependem-de-polinizadores/#:~:text=No%20Brasil%2C%2076%25%20das%20fontes,alimento%20dependem%20de%20polinizadores%20%2D%20AMDA>