



ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

MONITORAMENTO DA UMIDADE DO SOLO NO SISTEMA DE CRIAÇÃO COMPOST BARN

Diego Furtado Lima – RA: 01242042
Eduardo Ohata dos Reis – RA: 01242110
Guilherme Vieira Moreira de Paiva – RA: 01242068
Lucas Hernandes Furquim – RA: 01242047
Lucca Barbosa Oliveira – RA: 01242125
Vinicius Aoki Eguchi – RA: 01242095

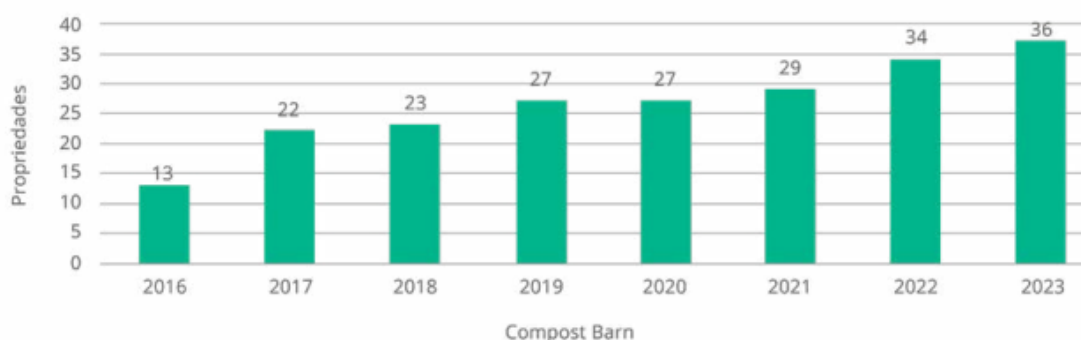
São Paulo
Agosto/2024

- **Contexto**

O Sistema Compost Barn é uma instalação agrícola para grandes produtores de leite. É um sistema conhecido por proporcionar um ambiente confortável e saudável para o gado leiteiro. Ele favorece o aumento da produção de leite através do bem-estar animal.

A popularidade do Compost Barn vem crescendo nos últimos anos, como pode ser notado no gráfico abaixo.

Número de propriedades leiteiras que utilizam o sistema Compost Barn entre as 100 maiores fazendas leiteiras do Brasil

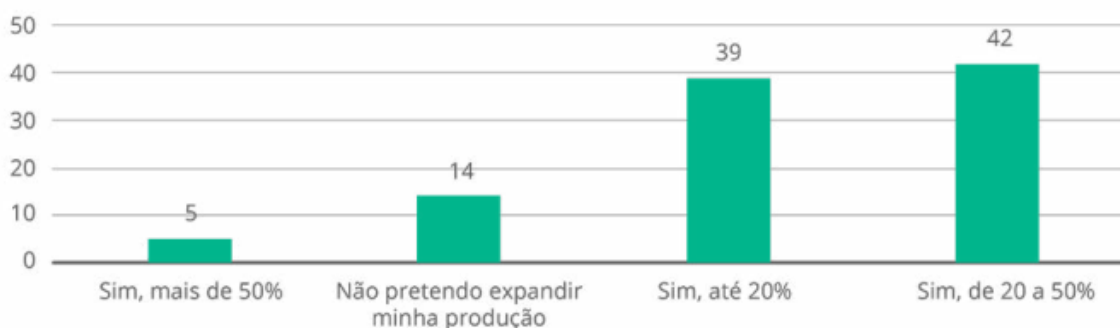


Fonte: **MilkPoint**. Levantamento Top 100 202411.

O crescimento é notório, tendo um aumento de 13 propriedades que adotaram o sistema desde 2018.

Além do aumento do uso do Compost Barn, a MilkPoint afirma que o mercado leiteiro no geral tem projeção de aumento nos próximos anos. 86% das grandes fazendas pretendem expandir ainda mais sua produção, segundo pesquisa que é realizada diretamente com os produtores. Os resultados podem ser conferidos abaixo.

Pretensão de expansão do volume de leite produzido nos próximos três anos entre as 100 maiores fazendas leiteiras do Brasil



Fonte: **MilkPoint**. Levantamento Top 100 2024.

O aumento da popularidade do Compost Barn pode ser explicado pelo aumento do resultado dos animais. Avaliações da Embrapa em fazendas que

passaram a utilizar o modelo no período de 2015 a 2019 indicaram um aumento acima de 25% na produção de leite.

As vacas ficam em um galpão de compostagem, que muito se assemelha com o ambiente natural em que elas vivem na natureza. É justamente isso que aumenta sua produtividade, ou seja, o Compost Barn é baseado em bem-estar animal a fim de melhores resultados.

O solo desse galpão é formado por uma cama de maravalha. Nela, o material de forragem somado aos dejetos dos animais serve como matéria de compostagem, produzindo um material que é utilizado como adubo. A umidade do solo é um fator de extrema importância no Compost Barn. Ela deve estar entre 40% e 60%. O gado leiteiro fica em contato direto com essa cama por muitas horas, de forma que se a umidade do solo não for controlada corretamente, pode levar a problemas tanto para o produtor, quanto para o animal em si.



Figura 1 – Vacas leiteiras no barrão de Compost Barn

Umidade do solo além do recomendado favorece o crescimento de fungos e bactérias, que entram em contato com o animal e provocam infecções no gado. Um dos exemplos de infecção é a mastite. Um dos sintomas da mastite é a inflamação das glândulas mamárias da vaca. A doença é responsável por até 70% das perdas totais na produção de leite no Brasil.

Existem dois quadros possíveis para a doença. A mastite subclínica e a mastite clínica.

A mastite subclínica não tem diagnóstico através de inspeção visual. O diagnóstico deve ser realizado através de exame CCS (Contagem de Células Somáticas). O leite fica impróprio para consumo enquanto a doença não for curada, processo que leva, no mínimo, 1 semana.

A mastite clínica é o pior cenário que a doença pode ter. O leite do animal infectado pode se tornar impróprio para consumo para sempre, caso evolua para um quadro de mastite crônica. No pior dos casos, esse quadro levar a vaca infectada à óbito.

Em ambos os casos, o leite deve ser descartado, pois pode conter uma contagem elevada de células somáticas e bactérias, o que compromete a qualidade e a segurança do produto.

Isso traz grandes prejuízos ao produtor, pois terá que investir no tratamento do quadro para recuperação do animal, e no caso de morte da vaca, se faz necessário a compra de outro animal para reposição e sua inseminação para que possa produzir leite, dependendo da situação do gado adquirido.

Outros fatores relacionados indiretamente aos fatos citados acima são: preço dos antibióticos, que variam de acordo com o caso, o pagamento ao veterinário para diagnóstico e aplicação de medicamentos, além de eventuais investimentos em testes de controle da doença para garantia de sua erradicação.

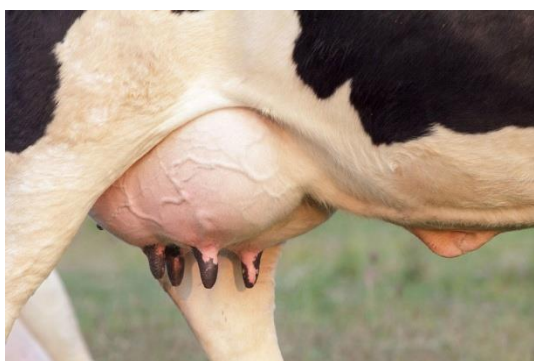


Figura 2 – Úbere saudável



Figura 3 – Úbere com mastite clínica

Na primeira imagem temos um úbere saudável e na segunda um úbere com mastite clínica.

Além de todos os eventuais prejuízos que um animal com mastite pode causar para o produtor de leite, é importante ressaltar que a mastite é uma doença contagiosa. Ou seja, uma vaca doente representa um risco ainda maior do que deixar de produzir leite individualmente. É muito provável que o Compost Barn tenha mais de uma vaca doente. Dados da Embrapa Gado de Leite apontam que a doença atinge de 20% a 38% do rebanho leiteiro brasileiro.

Apesar de ser uma questão de suma importância para os produtores de leite, podendo afetar diretamente sua produção e lucro, não existe atualmente uma forma confiável ou prática de realizar a medição da umidade do solo. O método mais popular é coletar manualmente uma amostra do solo do Compost Barn e realizar uma inspeção visual, fazendo testes com água.

- **Objetivo**

O objetivo do projeto é utilizar um sensor de Umidade do Solo Capacitivo para monitorar a cama de maravalha com o fim de auxiliar o produtor de leite a reduzir os

casos de mastite bovina em seu sistema de produção Compost Barn, assim aumentando sua produtividade e consequentemente seu lucro. Serão apresentados alertas para os produtores quando a umidade estiver fora do valor de referência aceitável (40% a 60%). Esses alertas levarão o produtor a tomar uma decisão, evitando a proliferação de bactérias e fungos que causam mastite.

- **Justificativa**

Uma vaca lactante produz leite por 7 meses, como apresentado na tabela a seguir.

Lote	Produção de leite (Diário)	Período da vaca lactante em cada lote
1	40L a 50L	3 meses (iniciais)
2	35L a 40L	2 meses
3	Até 18L	2 meses (finais)

Tabela 1 – Relação de produção por lote.

*Dados coletados na Fazenda Atalaia – Amparo/SP

Uma vaca no lote 1 produzirá em média 1.350L/mês de leite. Considerando o preço do litro de leite em média R\$2,46, a produção totalizará R\$ 3.321,00/mês no cenário ideal, onde essa vaca não contraiu mastite em momento algum.

Porém, uma vaca com mastite tem números bem diferentes. Considerando o tempo de tratamento da doença de 1 semana, 315L de leite deixariam de ser produzidos. com prejuízo estimado de R\$774,90, no melhor cenário. Dessa maneira, o lucro do produtor com o leite da vaca que ficou doente em específico, diminuirá cerca de 23%.

De acordo com fontes da Embrapa, o controle da umidade diminui os casos de mastite em seu gado leiteiro em 40% ~ 60% mantendo sua produção ideal e evitando contaminações em cadeia.

- **Escopo**

Será utilizado o Arduino Uno R3, três fios de ligação e um sensor de Umidade do Solo Capacitivo. Serão feitas 24 leituras ao dia da umidade do solo do Compost Barn.

Será utilizada a linguagem de programação JavaScript para recuperação e manipulação de dados, além de HTML e CSS para formatação e estilização das páginas web.

Os dados capturados pelo sensor serão gravados em dois bancos de dados, um na máquina local do produtor, e outro em uma máquina virtual, com o fim de persistência dos dados. A API Dat-acqu-ino é a responsável por essa etapa.

Após inseridos, esses dados serão recuperados pelo sistema através da API Web-data-viz e mostrados para o usuário em uma dashboard com indicadores e gráficos criados através da biblioteca ChartJS.

Alertas serão emitidos através dos indicadores da dashboard toda vez que a umidade do solo ficar fora do alcance recomendado (40% a 60%), para que o produtor possa tomar uma ação.

A cor do indicador onde o alerta está inserido pode apresentar três cores diferentes, dependendo da leitura capturada:

- Quando a leitura estiver entre 45 ~ 55, será apresentado um sinal da cor verde, representando que a umidade está dentro do planejado.
- Quando a leitura estiver entre 40 ~ 44 ou 56 ~ 60, será apresentado um sinal de exclamação da cor amarela, representando que a umidade do solo pode ser alvo de medidas preventivas. Um sinal sonoro de *beep* será emitido para chamar a atenção do usuário.
- Quando a leitura estiver fora do limite, ou seja, abaixo de 40 ou acima de 60, será apresentado um sinal de exclamação da cor vermelha, representando que o solo está propício para a proliferação dos fungos e bactérias responsáveis pela mastite. Um sinal sonoro de *beep* contínuo será emitido para alertar o usuário que a situação é crítica.

Os sensores serão instalados no compost barn a cada 15 m², que é o espaço médio ocupado pelo animal quando descansando, logo, a leitura média do Compost Barn será mais precisa, já que considera todo o espaço do barracão.

Resultados Esperados:

Ao final do projeto será entregue um Sensor de Umidade do Solo Capacitivo, uma placa Arduino, além de um site institucional munido de um sistema web com login e senha. Quando acessado pelo produtor, uma dashboard com gráficos e indicadores alertarão o usuário quando a umidade do solo de seu Compost Barn estiver fora do alcance recomendado, indicando qual o pasto afetado. Uma calculadora financeira também está inclusa, para que o cliente realize simulações referente aos lucros/economias.

O projeto será realizado no período do dia 21/08/2024 ao dia 02/12/2024.

Riscos:

- Mau Funcionamento: Pode haver falhas técnicas, como mau-contato de cabos, por exemplo. Essas falhas podem fornecer leituras imprecisas ou parada do monitoramento.
- Integração e Energia: Sensores que exigem energia contínua podem ter problemas se não forem bem alimentados.
- Quebra: Manter sensores em ambientes adversos como o Compost Barn requer cuidados especiais, pois manter componentes frágeis (como a placa do Arduino) no local pode ocasionar sua quebra ou deterioração.
- Adaptação do agente causador: Os causadores da mastite são seres vivos, logo, podem sofrer algum processo de mutação que os tornem mais resistentes à falta de umidade.

Premissas:

- Este projeto visa apenas o sistema de instalação no modelo Compost Barn, outros modelos como o Free Stall não possuem suporte.
- Requisitos de hardware mínimos:
 - o XGB de RAM;
 - o SSD com X de memória;
 - o Processador X;
 - o Caixa de som (para os alertas sonoros).
- O produtor deve trabalhar com vacas leiteiras, como a Girolanda e a Holandesa.
- É imprescindível que o local destinado à instalação esteja provido de uma instalação elétrica de 127 volts

Restrições:

- O sistema atende apenas vacas leiteiras.
- O sistema é destinado apenas para monitoramento

- O código é voltado para fins acadêmicos, o cliente não terá acesso a ele.

- **Requisitos**

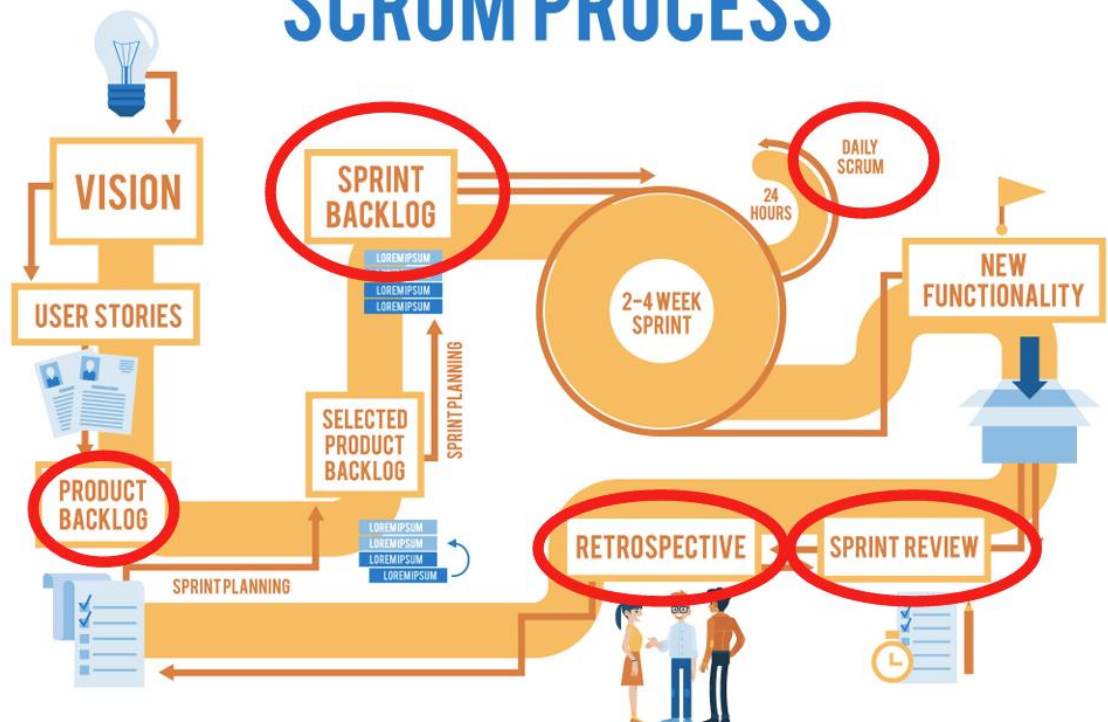
- Arduino Uno R3 já configurado com código pré-definido;
- Sensor de umidade do solo capacitivo;
- Construção de um site institucional;
- Simulador financeiro para fazer cálculos referente aos lucros/economias do cliente;
- Banco de dados para armazenar os seguintes dados:
 - Empresas que contrataram o serviço;
 - Usuários (funcionários das empresas);
 - Logs de acesso dos usuários;
 - Compost barns que a empresa possui;
 - Capturas do sensor de umidade.
- Criação de um sistema web com login e senha conectado ao sensor de umidade do solo;
- Máquina virtual Linux com MySQL Server para persistência de dados.

A metodologia SCRUM foi a escolhida para o desenvolvimento do projeto. Os requisitos foram populados em uma planilha no Excel (ferramenta da Microsoft) para desenvolvimento do Backlog.

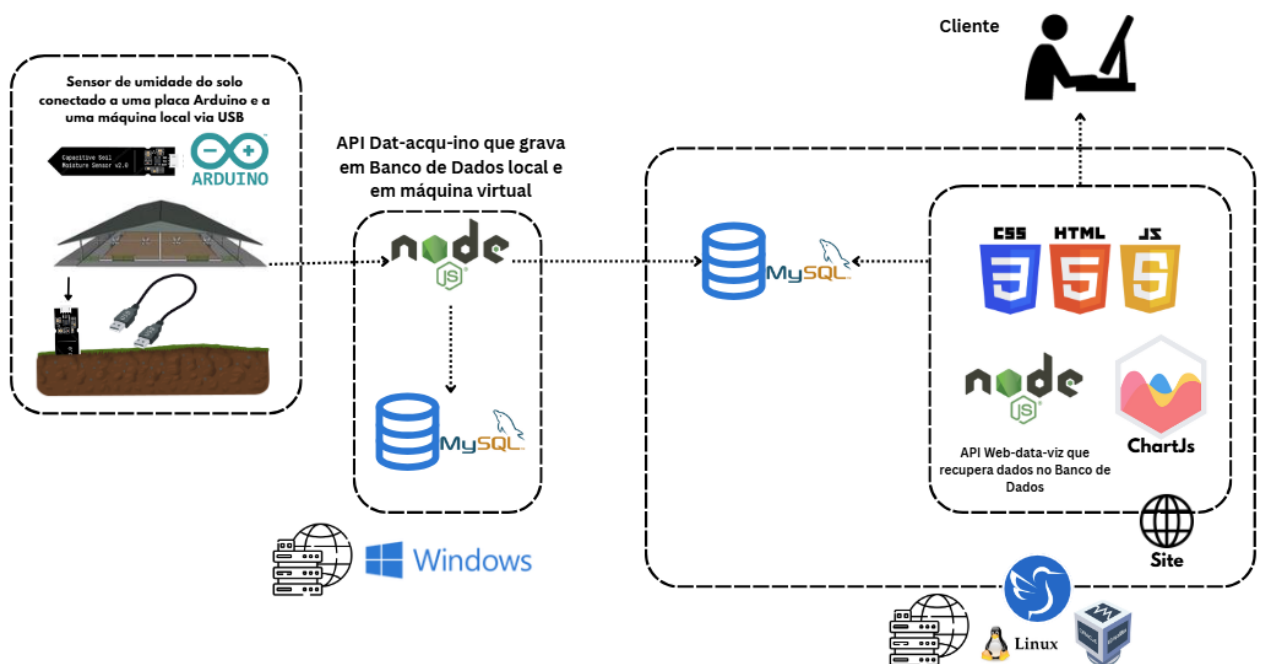
A equipe utilizou a ferramenta online Trello para organização e visualização dos processos.

- **Metodologia Scrum**

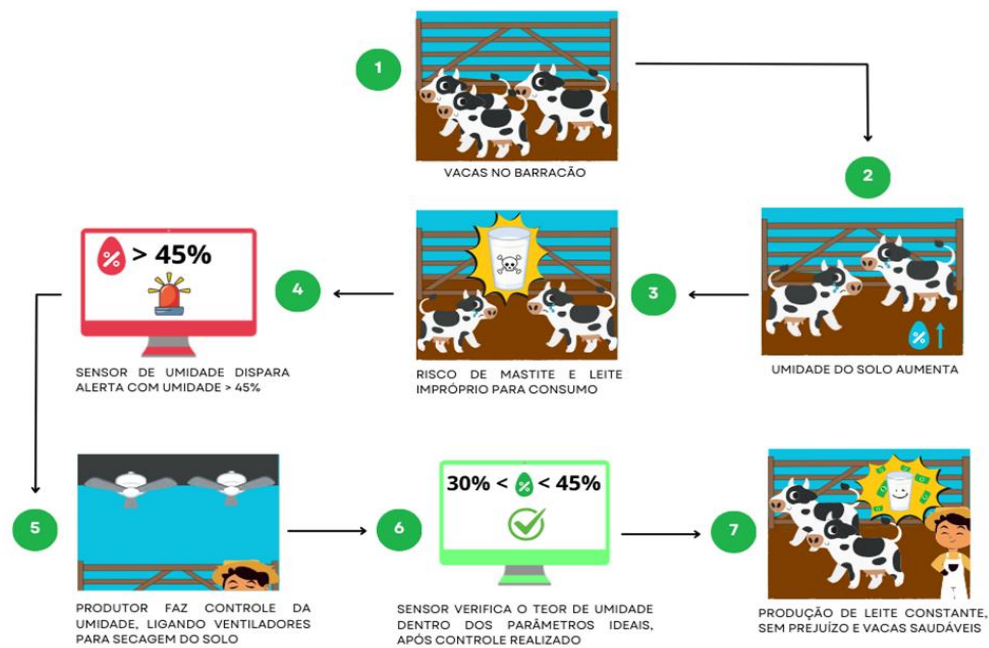
SCRUM PROCESS



• Diagrama de Solução Técnica

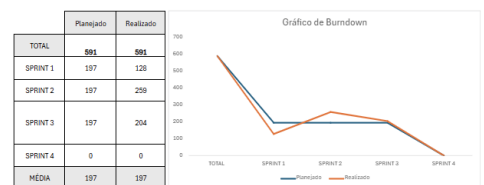


• Diagrama de Visão de Negócio



• Product Backlog

id	Requisito	Descrição	Responsável	Classificação	Prioridade	Tamanho	Tam (#)	Sprint	Status
1	Projeto criado	Criar o projeto e o cliente aprovar	Cynthia	Essencial	1	G	13	1	OK
2	Documento do contexto e justificativa do projeto	Mostrar o documento do contexto e da justificativa do projeto para o nosso cliente	Cynthia	Essencial	1	M	8	1	OK
3	Simulador financeiro	Criar uma calculadora financeira de acordo com a regra de negócio	Cynthia	Essencial	1	G	13	1	OK
4	Backlog	Usar uma ferramenta de gestão de projeto para separar e atualizar as etapas do projeto	Eduarda	Essencial	1	M	8	1	OK
5	Ligar Arduino e executar código com 1 sensor	Fazer as conexões do sensor Arduino com o computador a partir de um código pré-definido	Giovanna	Essencial	2	P	5	1	OK
6	Configurações no GitHub	Configurar o projeto no GitHub	Guilherme	Essencial	2	P	5	1	OK
7	Linux instalado na VM Local	Instalar o Linux na máquina	Guilherme	Essencial	1	PP	3	1	OK
8	Diagrama de negócio	Criar o diagrama de negócio	Larissa	Essencial	2	M	8	1	OK
9	Protótipo do Site Institucional	Criar um protótipo de um site institucional no Canva	Larissa	Essencial	1	G	13	1	OK
10	Documentação do projeto	Fazer a documentação do projeto com contexto, justificativa, objetivo, escopo, premissa e restrições	Larissa	Essencial	1	GG	21	1	OK
11	Tabelas criadas no MySQL	Criar 3 tabelas no MySQL	Leandro	Essencial	1	G	13	1	OK
12	Execução de Script de Inserção de Registros	Mostrar a execução do banco de dados	Leandro	Essencial	1	G	13	1	OK
13	Instalação e configuração na IDE Arduino	Instalar e fazer a configuração na IDE Arduino	Samuel	Essencial	1	P	5	1	OK
14	Planilha de Riscos do Projeto	Definição e detalhamento dos riscos do projeto	Diego	Essencial	1	M	8	2	OK
15	Tabelas criadas em BD local	Criação das tabelas para inserts locais	Diego	Essencial	1	G	13	2	OK
16	Instalar MySQL na VM Local e Inserir de Dados do Arduino no MySQL	Inserção do banco de dados no MySQL Server na VM	Diego	Essencial	1	M	8	2	Em Andamento
17	Simular Integração do Sistema	A definir	Diego	Essencial	3	G	13	2	Em Andamento
18	Documentação do Projeto Atualizada	Alteração de pontos da documentação	Eduarda	Essencial	1	GG	21	2	Em Andamento
19	Atividades Organizadas na Ferramenta de Gestão	Atividades definidas no treillocat	Eduarda	Essencial	2	M	8	2	OK



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. **REHAGRO.** Cama de Compost Barn: como realizar o manejo corretamente? Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/cama-de-compost-barn-na-pecuaria-leiteira/>. Acesso em 08 out. 2024
2. **MILKPOINT.** Levantamento Top 100. Disponível em: https://www.milkpoint.com.br/top100/top100-2024.pdf?utm_source=top+100&utm_medium=download&utm_campaign=download+top+100&utm_term=pdf&utm_content=top100-2024.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.
3. **DNOCS.** Compost Barn: DNOCS aposta em sistema inovador para uma pecuária leiteira saudável e sustentável. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/vem-conhecer/compost-barn-dnocs-aposta-em-sistema-inovador-para-uma-pecu-aria-leiteira-saudavel-e-sustentavel>. Acesso em: 16 ago. 2024.
4. **CHEMITEC.** Mastite Bovina: O que é, Sintomas e Tratamento. Disponível em: <https://chemitec.com.br/patologias/mastite-bovina/>. Acesso em: 16 ago. 2024.
5. **VENTOBRISA.** Ventilador industrial HVLS 2500. Disponível em: <https://ventobrisa.com.br/ventiladores/ventilador-industrial-hvls-2500/>. Acesso em: 17 ago. 2024.
6. **EDUCAPOINT.** Mastite contagiosa: entenda a transmissão de microrganismos. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/v2/blog/pecuaria-leite/mastite-contagiosa-transmissao-microrganismos/>. Acesso em: 29 ago. 2024.
7. **CPT CURSOS PRESENCIAIS.** Mastite bovina: causas, sintomas e tratamento. Disponível em: <https://www.cptcursospresenciais.com.br/blog/mastite-bovina/>. Acesso em: 30 ago. 2024.
8. **JORNAL UNOESTE.** Mastite Bovina: Uma revisão. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/suplementos/agrariae/vol13nr2/MASTITEBOVINA UMA REVISÃO.pdf>. Acesso em: 09 out. 2024.
9. **EMBRAPA.** Controle e prevenção da mastite. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1354377/39803784/Controle-prevencao-mastite_Sinop2018.pdf/8b726857-b9a7-a2cb-9eef-c3567cad38dd?version=1.0&formCode=MG0AV3. Acesso em: 08 out. 2024.
10. **MILKPOINT.** Como controlar a mastite causada por klebsiella. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/como-controlar-a-mastite-causada-por-klebsiella-206026n.aspx>. Acesso em: 07 out. 2024

11. **MDPI.** A Review on Mastitis in Dairy Cows Research. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/8/1292>. Acesso em: 10 out. 2024.
12. **MILKPOINT.** A interferência do homem na mastite de gado leiteiro. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/a-interferencia-do-homem-na-mastite-de-gado-leiteiro-e-tema-de-pesquisa-na-esalq-90647n.aspx>. Acesso em: 15 out. 2024.
13. **EMBRAPA.** Brasil primeira instalação de Compost Barn destinada à pesquisa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53360675/brasil-tem-a-primeira-instalacao-de-compost-barn-destinada-a-pesquisa>. Acesso em: 14 out. 2024.
14. **EMBRAPA.** Brasil primeira instalação de Compost Barn destinada à pesquisa. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1166303/1/Impacto-econômico-de-mastite-em-um-rebanho-bovino-mantido-em-sistema-de-Compost-Barn.pdf>. Acesso em: 14 out. 2024.
15. **O PRESENTE RURAL.** Prejuízo com mastite chega a 6 bilhões de reais. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/prejuizo-com-mastite-chega-a-r-6-bilhoes-na-producao-leiteira-do-brasil/>. Acesso em: 15 out. 2024.
16. **EMBRAPA.** Impacto econômico de mastite em um rebanho bovino mantido em sistema de Compost Barn. Disponível em: [Impacto-econômico-de-mastite-em-um-rebanho-bovino-mantido-em-sistema-de-Compost-Barn.pdf \(embrapa.br\)](https://www.embrapa.br/Impacto-econômico-de-mastite-em-um-rebanho-bovino-mantido-em-sistema-de-Compost-Barn.pdf) . Acesso 15 out. 2024
17. **USP.** Aplicativo ajuda a identificar doença no gado leiteiro. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/acoes-para-comunidade/aplicativo-ajuda-a-identificar-doenca-no-gado-leiteiro/#:~:text=A%20mastite%20subcl%C3%ADnica%20%C3%A9%20um,nacional%2C%20refletindo%20diretamente%20na%20produtividade>. Acesso 16 out. 24
18. **EMBRAPA.** MASTITE CLÍNICA E SUBCLÍNICA EM PEQUENAS PROPRIEDADES LEITEIRAS NO MUNICÍPIO DE ARAGUARI
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/982046/1/13611.pdf>
Acesso 17 out. 24