



## **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

## Sumário

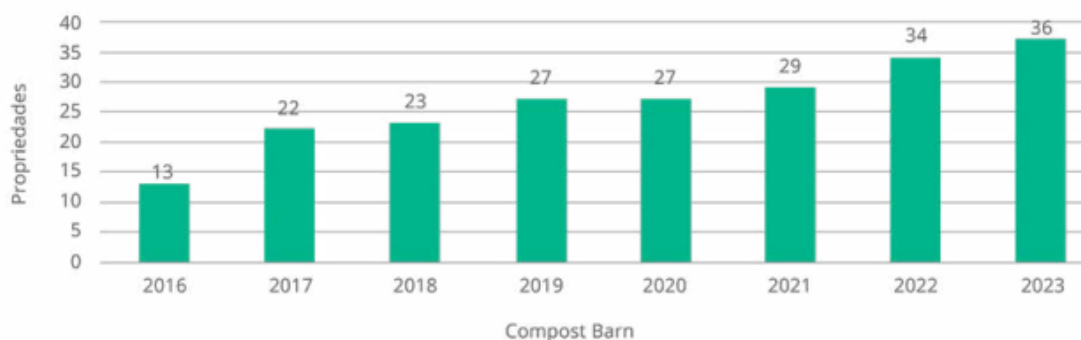
- Contexto .....3
- Objetivo .....6
- Justificativa .....6
- Escopo.....7
- Requisitos.....9

- **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**

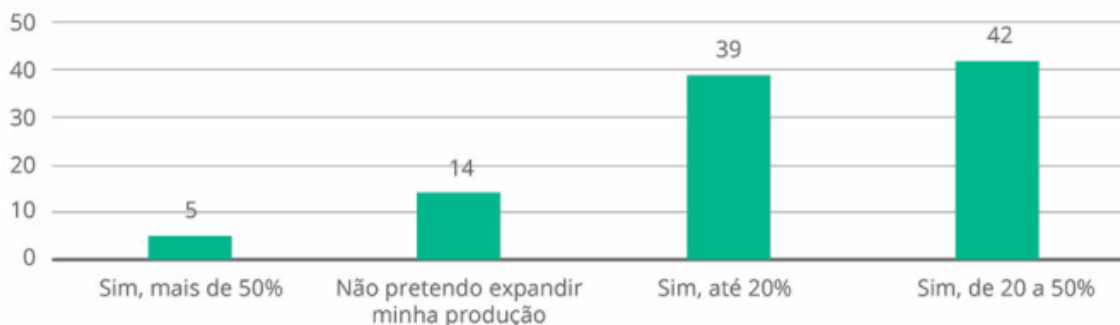


Fonte: **MilkPoint**. Levantamento Top 100 202412.

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**



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 abaixo do recomendado pode gerar problemas no casco do animal, como a dermatite, e também mau-cheiro na instalação, pois os dejetos não são deteriorados corretamente.

A baixa umidade pode causar problemas na compactação do solo, dificultando o manejo e a aeração adequados da cama.

Apesar de serem problemas, não impactam profundamente a produção.

Já a umidade do solo acima do recomendado, por outro lado, 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.

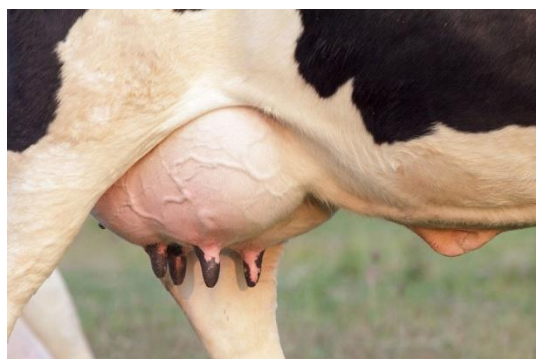
A mastite subclínica não tem diagnóstico através de inspeção visual. O diagnóstico deve ser realizado através de exame CCS (Contagem de Células Somáticas). O leite fica impróprio para consumo enquanto a doença não for curada, processo que leva, no mínimo, 1 semana.

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 m<sup>2</sup>, 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.

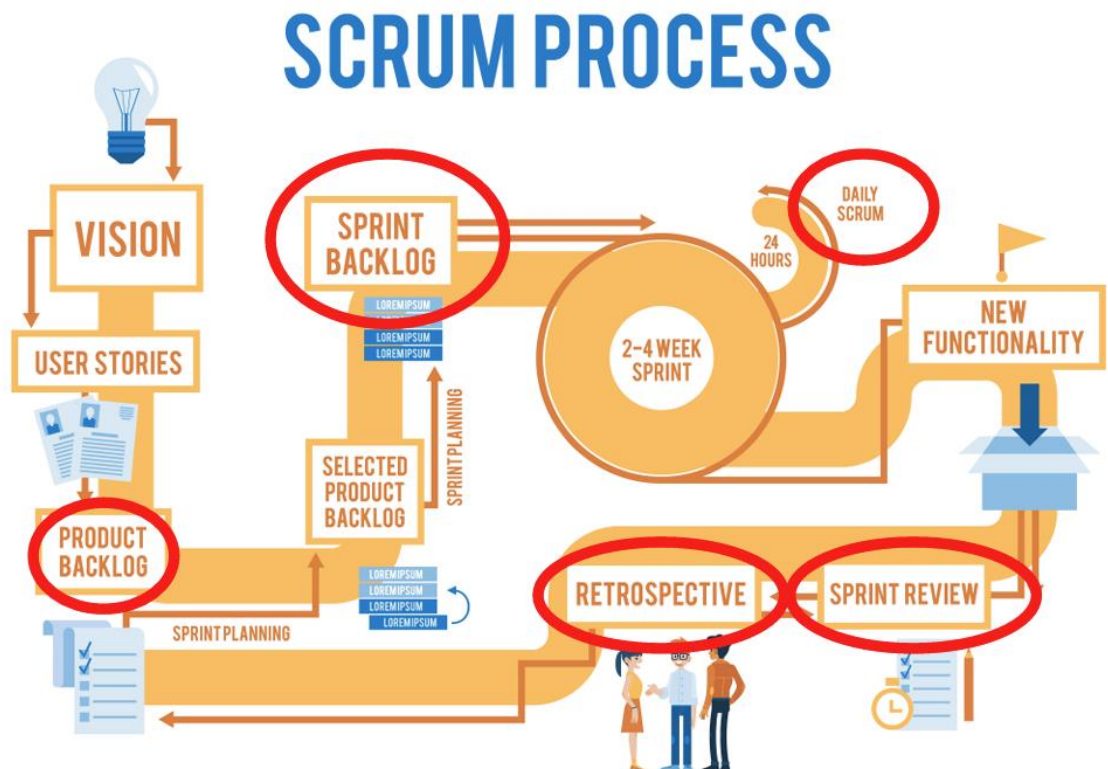
- **Requisitos**

- 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.

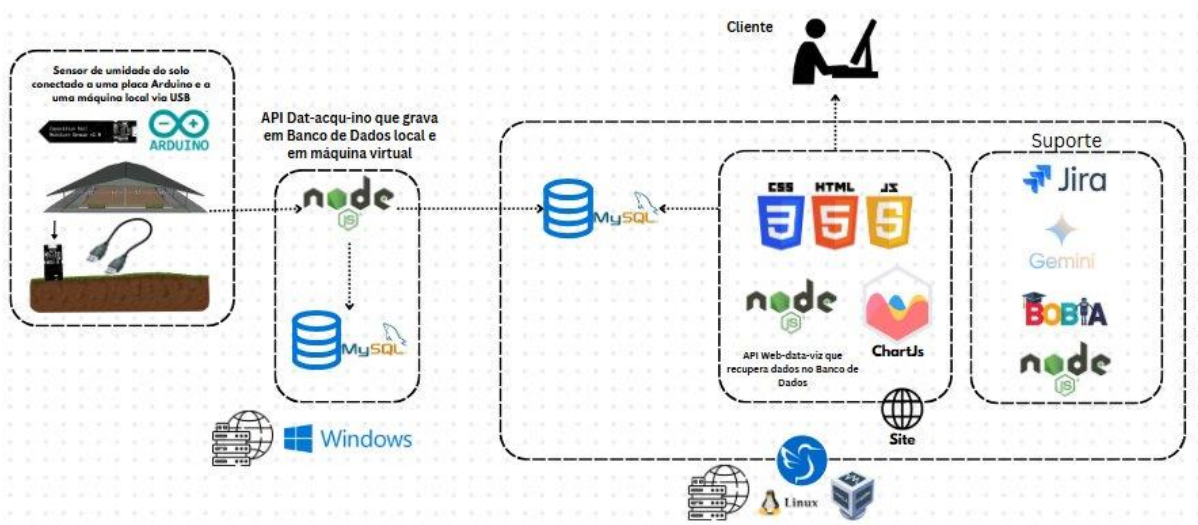
A metodologia SCRUM foi a escolhida para o desenvolvimento do projeto. Os requisitos foram populados em uma planilha no Excel (ferramenta da Microsoft) para desenvolvimento do Backlog.

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

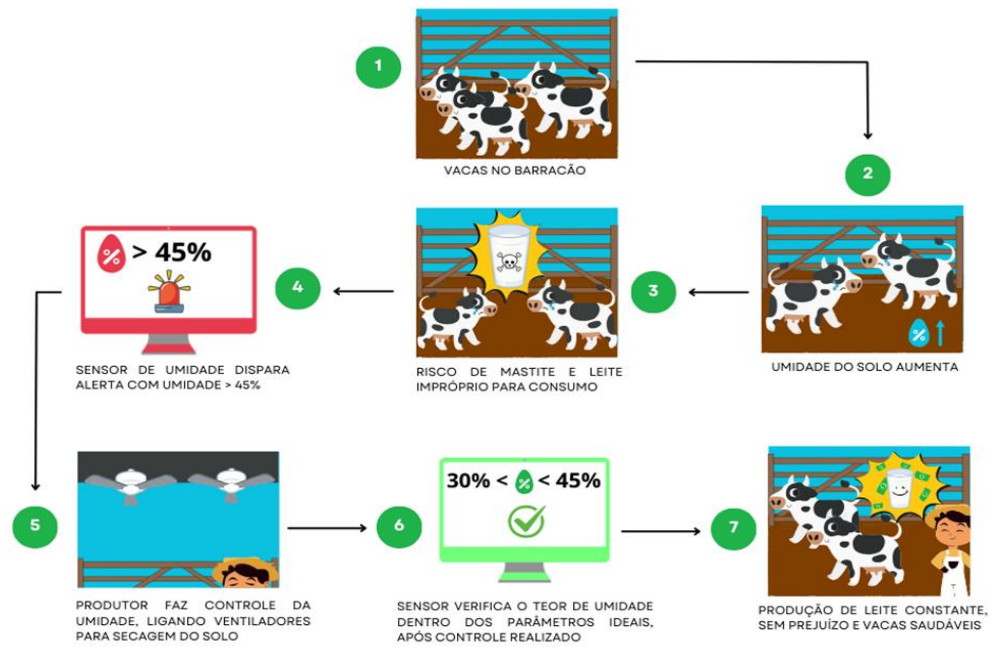
- Metodologia Scrum



- Diagrama de Solução Técnica

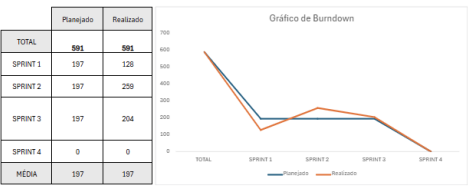


● Diagrama de Visão de Negócio



● Product Backlog

#	Requisito	Descrição	Responsável	Classificação	Prioridade	Tamanho	Tempo (h)	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 3 sensores	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 Injeção de dados	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 inserir locais	Diego	Essencial	1	G	13	2	OK
16	Instalar MySQL na VPLinux e Injeção de Dados do Arduino no MySQL Server na VM	Injeção 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 Organizacionais na Ferramenta de Gestão	Atividades definidas norello/locall	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](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](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