



**RAFAEL CARVALHO CUNHA**

**ESTÁGIO NA FAZENDA CINNAMON RIDGE COM  
ORDENHA ROBOTIZADA**

**LAVRAS-MG**

**2019**

**RAFAEL CARVALHO CUNHA**

**ESTÁGIO NA FAZENDA CINNAMON RIDGE COM ORDENHA  
ROBOTIZADA**

Relatório de estágio supervisionado  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Curso  
de Medicina Veterinária, para a obtenção do  
título de Bacharel.

Prof. Marcos Neves Pereira  
Orientador

**LAVRAS-MG**

**2019**

**RAFAEL CARVALHO CUNHA**

**ESTÁGIO NA FAZENDA CINNAMON RIDGE COM ORDENHA  
ROBOTIZADA**

**INTERNSHIP IN THE CINNAMON RIDGE FARM WITH AUTOMATIC  
MILKING SYSTEM**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Medicina Veterinária, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 12 de junho de 2019.

Marcos Neves Pereira

Ricardo Peixoto de Melo

Lucas Carneiro de Resende

Prof. Marcos Neves Pereira

Orientador

**LAVRAS-MG**

**2019**

## Sumário

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introdução .....  | 1  |
| 2     | Desenvolvimento .....                                   | 2  |
| 2.1   | Descrição do local de estágio .....                     | 2  |
| 2.1.1 | Instalações e manejo de cria .....                      | 4  |
| 2.1.2 | Instalações e manejo de recria.....                     | 5  |
| 2.1.3 | Instalações e manejo de vacas secas .....               | 7  |
| 2.1.3 | Instalações e manejo de vacas em lactação.....          | 8  |
| 2.2   | Ordenha robotizada .....                                | 10 |
| 2.2.1 | Nutrição.....   | 11 |
| 2.2.2 | Ordenhas e manejo dos animais .....                     | 15 |
| 2.2.3 | Qualidade e testes do leite .....                       | 18 |
| 3     | Referencial teórico .....                               | 19 |
| 3.1   | Ordenha robotizada .....                                | 19 |
| 3.1.1 | Tipo de box e número de animais por robô.....           | 20 |
| 3.1.2 | Tipo de tráfego .....                                   | 21 |
| 3.1.3 | Genética e raça.....                                    | 22 |
| 3.1.4 | Nutrição.....   | 23 |
| 3.1.5 | Qualidade do leite e saúde do úbere .....               | 24 |
| 3.1.6 | Transição para a ordenha robotizada e treinamento ..... | 26 |
| 4     | Conclusão .....   | 27 |
| 5     | Referências Bibliográficas .....                        | 28 |

## **RESUMO**

O estágio supervisionado foi realizado na Fazenda Cinnamon Ridge Farms no estado de Iowa, Estados Unidos da América no período de abril de 2018 a janeiro de 2019, com carga horária total de 2000 horas. A propriedade tem como principal atividade a produção de leite, produzindo cerca de 6200 litros de leite por dia, utilizando sistema de ordenha robotizada. Durante todo o período foi realizado o acompanhamento da rotina da fazenda buscando adquirir vivência prática na área de bovinocultura de leite e principalmente em relação às práticas e manejos com os animais no sistema de ordenha automática. A oportunidade de participar das atividades de uma fazenda produtora de leite foi fundamental para a conclusão de curso e para a formação profissional.

Palavras chave: Bovinocultura de leite, ordenha robotizada,

## **ABSTRACT**

The supervised internship was performed at the Cinnamon Ridge Farms Farm in the state of Iowa, United States of America, from April 2018 to January 2019, with a total workload of 2000 hours. The main farm's activity is the milk production, producing about 6200 liters of milk per day, using a robotic milking system. During the whole period, the farm's routine was followed, aiming to acquire practical experience in the area of dairy cattle and especially in relation to the practices and management with the cows in the automatic milking system. The opportunity to participate in the activities of a dairy farm was fundamental for the conclusion of the college and for the professional formation.

Key words: Dairy cattle, automatic milking system

## 1 Introdução

Os primeiros sistemas de ordenha robotizada foram implantados na Holanda no ano de 1992 e no Canadá em 1999 (DE KONING, 2010). A partir de então, essa tecnologia inovadora tem ganhado espaço na pecuária leiteira em todo o mundo, principalmente em países desenvolvidos do continente europeu e na América do Norte. Em 2009 o número de fazendas com robôs instalados em todo o mundo era 8000 (DE KONING, 2010), atualmente estima-se que já são mais de 25000 mil fazendas utilizando robôs como forma de ordenha (BARKEMA ET AL., 2015). Em alguns países como Dinamarca e Suécia, mais de 20% das fazendas usam este sistema (BARKEMA ET AL., 2015). No Brasil ainda não existem levantamentos mostrando o número de fazenda utilizando robôs, porém estima-se que em 2019 o número seja maior que 100, com uma maior concentração na região sul do país.

O principal motivo para esse crescimento foi a busca pela redução do custo de mão de obra nas fazendas, o possível aumento da produção de leite, já que possibilita um maior número ordenhas por dia quando comparado ao sistema convencional de 2 ordenhas, e melhora da qualidade de vida das famílias que vivem da atividade leiteira (DE KONING, 2010). A substituição do trabalho manual por manejos e checagens de dados através do computador possibilita a melhora na vida social dos produtores e trabalhadores visto que não é mais necessário a presença de pessoas ordenhando e manejando os animais durante grande parte do dia como em sistemas convencionais, além de facilitar a detecção de doenças e conseqüentemente a melhora da saúde do rebanho (TSE et al., 2018; DE KONING, 2010; HANSEN, 2015).

Outra vantagem deste sistema é a possibilidade de fornecimento de concentrado no box de ordenha na quantidade ajustada diariamente por animal, que quando usada corretamente pode ser uma ferramenta que permite o consumo de uma dieta nutricionalmente mais próxima da exigência de cada vaca, podendo resultar em uma melhora na eficiência alimentar e no retorno econômico (BACH; CABRERA, 2017).

No entanto, mesmo diante de tantas vantagens, ainda existem alguns limitantes para a implantação deste sistema como o alto custo de investimento inicial e maior custo fixo quando comparado a uma ordenha convencional. Entretanto, de acordo com De Koning e Rodenburg (2004) o aumento da produção de leite e diminuição da mão de obra podem diminuir o custo por quilo de leite produzido.

Em relação as vacas, nem todas se adaptam bem à ordenha robotizada. Para que o sistema funcione corretamente é necessário que os animais compareçam voluntariamente ao box de ordenha e que estejam acostumadas para que o robô consiga obter sucesso. Problemas de conformação de úbere e de posicionamento de tetos também podem impossibilitar a ordenha de alguns animais. Com a implementação de novas tecnologias, como robôs, é necessário também uma mudança no perfil dos trabalhadores nas fazendas, bem como uma preparação da assistência técnica para lidar com os índices e garantir que o sistema obtenha sucesso.

A rotina da fazenda Cinnamon Ridge com utilização de ordenha robotizada no estado de Iowa, EUA, foi acompanhada durante o período de estágio. O objetivo ao fazer parte do dia a dia da fazenda foi adquirir conhecimento prático e vivência neste sistema, competência muito importante devido ao crescimento do número de fazendas robotizadas no Brasil e a falta de assistência técnica especializada.

## **2 Desenvolvimento**

Nessa seção serão discutidas as características da fazenda Cinnamon Ridge, onde foi realizado o estágio supervisionado, e também serão apresentados os índices zootécnicos e manejos praticados na propriedade com um maior enfoque no sistema de ordenha robotizado. As informações apresentadas serão verificadas com base em produções científicas e mais tarde poderão ser aprovadas ou refutadas de acordo com a literatura, possibilitando sugestões de mudança quando necessário.

### ***2.1 Descrição do local de estágio***

O estágio supervisionado foi realizado no período de 11 de abril de 2018 a 31 de janeiro de 2019 na Cinnamon Ridge localizada na cidade de Donahue no leste do estado de Iowa, Estados Unidos da América. Na região a temperatura média registrada no inverno é de -5°C e no verão de 29°C (últimos 30 anos, Meteoblue Weather)

O estado de Iowa se encontra centralizado no denominado “cinturão do milho”, e é o estado com maior produção de milho do país com produção de 1,2 bilhão de sacas (2017, Iowa Corn Promotion Board/Iowa Corn Growers Association).

A fazenda tem como atividade principal a produção de leite. O volume diário médio em litros foi de 6274 no ano de 2018 e o número médio de vacas em lactação foi de 210 vacas, resultando em uma produção média em litros de leite por vaca por dia de 29,8. Aproximadamente um por cento da produção de leite é destinada a fabricação de queijo na própria fazenda e, além disso, conta com pecuária de corte, produção de milho e soja. Todo o trabalho no setor de bovinocultura e grande parte da agricultura era realizada por 5 funcionários, alcançando assim o número de 1254 litros de leite por funcionário.

Em 2012 os proprietários da fazenda optaram pela implantação do sistema de ordenha robotizado e então adquiriram 2 robôs da marca Lely. Mais tarde, com o crescimento da fazenda, mais 2 robôs foram comprados e instalados na propriedade. Hoje, os 4 robôs são responsáveis por ordenhar 100% do leite produzido na fazenda.

O plantel da fazenda conta com um total de aproximadamente 536 animais registrados da raça Jersey divididos em diferentes categorias (Tabela 1).

Tabela 1. Composição média do rebanho da fazenda Cinnamon Ridge em 2018

| Categoria         | Nº de Animais | % Animais |
|-------------------|---------------|-----------|
| Cria e recria     | 283           | 52,8%     |
| Vacas em Lactação | 210           | 39,2%     |
| Vacas Secas       | 43            | 8,0%      |
| Total             | 536           | 100%      |

Grande parte dos alimentos utilizados para a alimentação dos animais como: silagem de milho, silagem de trigo, pré-secado de alfafa, feno de gramínea temperada, feno de tritcale ou centeio, milho moído e milho úmido ensilado são cultivados na fazenda. Os processos de colheita, processamento e ensilagem de milho, trigo e tritcale

Tabela 2. Composição das forragens utilizadas

|                               | MS <sup>1</sup> | PB <sup>2</sup> | FDN <sup>3</sup> | FDN >8mm | Amido | EE <sup>4</sup> |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------|-------|-----------------|
| Composição, % da MS           |                 |                 |                  |          |       |                 |
| Feno de gramínea temperada    | 91              | 14,7            | 57               | 100      | 2,8   | 4,9             |
| Feno de palha de trigo        | 91              | 4               | 85               | 100      | 2,8   | 2               |
| Pré-secado de alfafa          | 61              | 18,3            | 41,9             | 100      | 1,4   | 3,3             |
| Silagem de milho <sup>1</sup> | 37              | 7,7             | 31,2             | 75       | 42,3  | 3,7             |
| Silagem de tritcale           | 33,8            | 12,5            | 62,8             | 85       | 0,4   | 4,1             |

MS<sup>1</sup> = matéria seca. PB<sup>2</sup> = proteína bruta. FDN<sup>3</sup> = fibra em detergente neutro. EE<sup>4</sup> = extrato etéreo.



são feitos por prestadores de serviço terceirizados utilizando a máquina automotriz John Deere 7880 ProDrive, e o milho e soja na forma de grão são colhidos pela máquina John Deere 9670 STS que pertence à fazenda. A composição das forragens produzidas na fazenda estão descritas na tabela 2.

### ***2.1.1 Instalações e manejo de cria***

As bezerras de 0 à aproximadamente 90 dias eram mantidas em bezerreiro fechado, o qual possuía 2 exaustores para renovação do ar e temperatura controlada através de aquecedores para garantir que as bezerras ficassem aquecidas no período de inverno. O bezerreiro era do tipo casinha individual, com casinhas desmontáveis e feitas de plástico, o que facilita a limpeza das instalações (imagem 1). O material utilizado como cama era palhada de milho, repostada uma vez ao dia todos os dias da semana. A retirada total da cama era feita somente quando as bezerras eram movidas para o setor de recria da fazenda após a desmama, em seguida as peças e o entorno das casinhas desocupadas eram lavadas e desinfetadas para receber uma nova bezerra recém-nascida.

Imagem 1. Instalação de cria



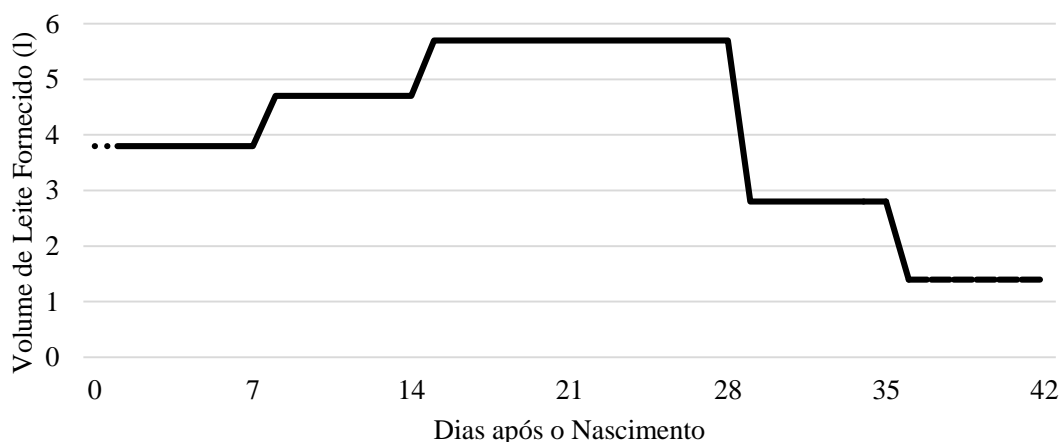
Fonte: do autor (2018)

As bezerras recém nascidas eram movidas da maternidade para o bezerreiro logo após o nascimento e durante as 3 primeiras mamadas era fornecido e litros de colostro de qualidade com pelo menos 19% brix. Quando o colostro disponível não era de qualidade

ou de volume suficiente era fornecido o colostro sintético em pó (LIFELINE Nourish Colostrum Replacer). Após as 3 primeiras mamadas era fornecido leite em pó até o desmame, na quantidade mostrada no gráfico 1.

O concentrado para as bezerras era fornecido uma vez ao dia. Para animais de 1 a 4 semanas de idade eram fornecidos aproximadamente 200 gramas de concentrado por dia, a partir de 5 semanas, quando os animais passavam a receber 2,8 litros de leite, eles recebiam aproximadamente 800 gramas. Bezerras que atingiam um consumo maior que 800 gramas eram consideradas aptas para serem desmamadas e o fornecimento de leite era cortado. A partir de então o consumo de concentrado das bezerras que não recebiam leite era mensurado visualmente todos os dias e o fornecimento ajustado para obter uma sobra diária de aproximadamente 200 gramas de ração. Após o desmame as bezerras permaneciam no bezerreiro até que atingissem um consumo de 3,6 kg de ração por dia. Não eram realizados controle de idade e peso médio ao desmame.

Gráfico 1. Volume de leite em pó em litros fornecido para as bezerras após o nascimento



Os machos logo após o nascimento eram levados para outra fazenda e retornavam após o desmame para serem criados como gado de corte.

### ***2.1.2 Instalações e manejo de recria***

Todos os animais da recria eram mantidos em sistema de confinamento Free-stall com cama de borracha, além de acesso à pista de alimentação durante 24 horas por dia e canzins na linha de cocho (imagem 2).

O barracão era dividido em 9 lotes onde as novilhas eram separadas inicialmente pela idade e mais tarde, nos dois últimos lotes, pela situação reprodutiva.

A mesma dieta era fornecida para todos os lotes uma vez ao dia utilizando o vagão misturador Kuhn Max VT 156, o qual também era usado na alimentação das vacas em lactação e vacas secas, com exceção novilhas até 6 meses de idade que recebiam feno e concentrado separadamente.

Quando a novilha atingia a idade reprodutiva era colocado um colar com medidor de atividade e ruminação (SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel) que era utilizado como única forma de observação de cio. Uma pessoa era responsável por analisar os dados gerados pelo colar e quando o sistema identificava um aumento na atividade juntamente com queda na atividade de ruminação do animal, um alerta de cio era gerado e o animal era inseminado no momento determinado pelo programa.

Imagem 2. Instalação de recria



Fonte: do autor (2018)

O diagnóstico reprodutivo era realizado aproximadamente uma vez a cada 15 dias. Novilhas que eram diagnosticadas não gestantes e que tinham a presença de um corpo lúteo no ovário recebiam a aplicação de uma dose de prostaglandina e era aguardado a manifestação de cio. Novilhas vazias porém sem a presença de CL não recebiam nenhum tipo de tratamento. A idade ao primeiro parto média do rebanho no ano de 2018 foi de 22 meses.

### 2.1.3 Instalações e manejo de vacas secas

Aproximadamente 60 dias antes do parto as vacas passavam pelo processo de secagem e eram movidas para a instalação específica de vacas secas. Esses animais eram mantidos também em um sistema de Free-Stall com cama de areia, porém em uma instalação mais antiga da fazenda. Tinham acesso ao cocho 24 horas por dia e a um piquete externo. A comida era fornecida uma vez ao dia, sendo que a dieta formulada para as vacas secas está descrita na tabela 2. A mesma dieta era fornecida em todo o período seco, não havendo um período de transição.

Tabela 3. Composição da dieta utilizada para vacas secas

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Ingredientes, % da matéria seca  |       |
| Silagem de milho <sup>1</sup>    | 31,75 |
| Feno de palha de trigo           | 23,82 |
| Feno de gramínea temperada       | 10,96 |
| Silagem de triticales            | 10,96 |
| Farelo de soja                   | 4,24  |
| Premix <sup>2</sup>              | 18,27 |
| Composição, % da matéria seca    |       |
| PB <sup>3</sup>                  | 14,16 |
| FDN <sup>4</sup>                 | 46,40 |
| CNF <sup>5</sup>                 | 21,40 |
| EE <sup>6</sup>                  | 3,51  |
| Amido                            | 17,02 |
| Ca                               | 1,27  |
| Mg                               | 0,53  |
| K                                | 1,66  |
| S                                | 0,59  |
| Na                               | 0,16  |
| Cl                               | 1,07  |
| Se, mg/kg de MS                  | 0,38  |
| Vit A, UI                        | 67013 |
| Vit D, UI                        | 19147 |
| Vit E, UI                        | 1053  |
| DCAD <sup>7</sup> , mEq/kg de MS | -178  |

<sup>1</sup>Silagem de milho = 31,3% MS, 7,8% PB, 33,3 FDN, 38,6% amido. <sup>2</sup>Premix = 30% animate, 26,8% milho moído, 21,7% DDGS, 7,3% carbonato de cálcio, 5,1% mix microminerais e vitaminas, 3,3% uréia, 3,3% sulfato de cálcio, 1,9% melaço, 0,26% levedura, 0,24% cloreto de cálcio. <sup>3</sup>PB = Proteína bruta. <sup>4</sup>FDN = Fibra em detergente neutro. <sup>5</sup>CNF = Carboidrato não fibroso. <sup>6</sup>EE = Extrato etéreo. <sup>7</sup>DCAD = diferença catiônica-aniônica ((Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>)-(Cl<sup>-</sup> + S<sup>2-</sup>)).

Por volta de uma semana antes da data de parto prevista as vacas e novilhas eram transferidas para a baia de maternidade, a qual era um local fechado separado do Free-stall e das demais vacas. Neste local era utilizado cama de palha de milho no chão, buscando um ambiente mais confortável, limpo e com temperatura adequada no inverno

(imagem 3). Na maternidade elas recebiam a mesma dieta das vacas secas e tinham acesso à comida e água durante todo o dia. Logo após o parto os animais eram levados para o lote de vacas em lactação, para serem ordenhadas.

Imagem 3. Maternidade



Fonte: do autor (2018)

### ***2.1.3 Instalações e manejo de vacas em lactação***

#### ***Instalação***

As vacas em lactação eram mantidas em um sistema de confinamento free stall, onde eram ordenhadas utilizando o sistema de ordenha automatizado da marca Lely. Este free-stall possuía camas de areia, canzins na linha de cocho, raspadores de esterco automático e ventilação do tipo túnel de vento (imagem 4). Em um dos lados deste barracão exaustores jogavam o ar de dentro para fora e no lado oposto aos exaustores havia uma abertura para entrada de ar, criando assim um fluxo de vento. No verão alguns aspersores de água eram ligados nesta abertura de ar, buscando fornecer um ambiente mais agradável para as vacas e nos dias frios do inverno essa abertura era fechada e poucos exaustores permaneciam em funcionamento.

A instalação era dividida fisicamente em 2 lotes idênticos com 131 camas em cada. O critério utilizado para a divisão dos animais nesses 2 lotes era basicamente a paridade. O primeiro lote era formado por primíparas e vacas de segunda cria, enquanto

o segundo lote por vacas de 3 ou mais crias. A taxa lotação dos currais ficava em torno de 82%.

Imagem 4. Instalação de vacas em lactação



Fonte: do autor (2018)

#### *Manejo de cama e areia*

O manejo das camas era realizado manualmente 2 vezes ao dia, todo o esterco e sujidade presente na areia era retirado e a areia empurrada para frente a fim de evitar desperdício do material e fazer com que as vacas deitassem mais afastadas, visto que não havia nenhum tipo de limitador de peito nas camas. A areia de todas as camas era repostada semanalmente utilizando máquinas.

#### *Reprodução*

O manejo reprodutivo era realizado uma vez a cada 15 dias, fazendo-se o diagnóstico de gestação em vacas com mais de 28 dias de inseminadas. Em vacas não gestantes que possuíam um corpo lúteo era administrado uma dose de prostaglandina e aguardado a manifestação de cio, e nas não gestantes sem a presença de corpo lúteo era realizado um protocolo de inseminação artificial em tempo fixo “ovsynch” que consiste na aplicação de GnRH no dia 0, prostaglandina no dia 7, outra dose de GnRH no dia 9 e inseminação aproximadamente 12 horas depois da última aplicação do GnRH. Toda a detecção de cio era feita utilizando o colar marcador de atividade e ruminação (SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel) ligado ao software da Lely que gerava os índices reprodutivos, da mesma forma como era feito com as novilhas. Além disso, o software

era utilizado para gerenciamento de produção, sanidade e gestão do rebanho em geral. O DEL em janeiro de 2019 foi de 170 dias e intervalo entre partos da fazenda era de aproximadamente 13,4 meses, com intervalo do parto à concepção médio de 130 dias. A taxa de concepção da fazenda durante o ano de 2018 foi de 40% e a taxa de serviço no mesmo período foi de 60%, resultando em uma taxa de prenhez de 24%.

### *Manejo pós parto*

Logo após o parto as vacas eram ordenhadas, recebiam uma dose da vacina contra vírus sincicial bovino (BRSV), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) e parainfluenza (PI3) (Inforce 3, Zoetis). As vacas com 3 ou mais crias e as de segunda cria que apresentavam algum problema ao parto recebiam suplemento de cálcio oral (Bovicalc, Boehringer Ingelheim Vetmedica, Inc.). Do dia da parição até 20 dias de lactação as vacas recebiam aproximadamente 300 ml de uma solução de glicerol, propileno glicol e D-sorbitol, fornecida automaticamente no box de ordenha juntamente com o concentrado peletizado do robô.

## **2.2 Ordenha robotizada**

Todos os animais em lactação da fazenda eram ordenhados pelo sistema de ordenha automática, utilizando 4 robôs monobox (Lely Astronaut A4, Lely Industries N.V., Maassluis, Holanda). Cada robô, consistia em: um box de contenção, com portão de entrada e saída automáticos, sensor identificador do animal, além de um cocho para fornecimento de concentrado; um braço móvel, responsável por realizar a limpeza, desinfecção e secagem dos tetos, por identificar o local dos tetos, acoplar as teteiras e realizar o pós-deeping; e um local para abrigar todo sistema elétrico, hardware e software. O pré deeping era realizado utilizando escovas rotativas humedecidas com desinfetante e o pós deeping utilizando um spray de iodo.

A fazenda optou por utilizar o tipo de tráfego livre, nele as vacas tem acesso ao cocho de alimentação 24 horas por dia e comparecem à ordenha espontaneamente, sem nenhum tipo de pré-seleção. Assim que o animal entra no box de ordenha é realizado a sua identificação, se o animal estiver apto a ser ordenhado o robô inicia seu trabalho, se não estiver apto à ser ordenhado o robô abre o portão de saída e o animal é liberado.

Como a instalação e os animais eram divididos em 2 lotes, cada lote possuía 2 robôs para ordenhar aproximadamente 105 animais, resultando em uma média de 52,5

animais para cada box de ordenha e 1568,5 kg de leite por dia por robô. Os 2 robôs de um mesmo lote eram dispostos na mesma linha e voltados para o mesmo sentido, desta forma o portão de saída do primeiro box era próximo ao portão de entrada do segundo box. Havia também um pequeno curral de aproximadamente 8 metros quadrados localizado em ambos os lotes, antes da entrada do primeiro box denominado “fetch area”. Neste local as vacas que não compareciam espontaneamente à ordenha em um determinado período de tempo eram colocadas para serem obrigatoriamente ordenhadas, visto que a única forma de saída era a passagem pelo box de ordenha. Um portão de seleção instalado na saída dos robôs, permitia direcionar as vacas para um outro curral de manejo, onde era feito o manejo reprodutivo, ou passar no pé de lúvio quando necessário.

Imagem 5. Robôs de um dos lotes



Fonte: do autor (2018)

### **2.2.1 Nutrição**

Por ser uma fazenda que utiliza ordenha robotizada, o seu manejo nutricional possui algumas particularidades em relação a uma fazenda com ordenha convencional. Para que as vacas compareçam voluntariamente ao robô para serem ordenhadas, parte da alimentação é oferecida no momento da ordenha na forma de concentrado peletizado funcionando como um atrativo para os animais, e o restante dos alimentos é fornecido normalmente na linha de cocho do free stall como PMR (“partial mixed ration”). A opção



pela compra do concentrado pronto em forma de pélete ao em vez de concentrado farelado, faz com que os animais consigam comer um maior volume em um menor intervalo de tempo.

Tabela 4. Critérios e valores utilizados para o fornecimento de concentrado no robô

|  | Critério | Quantidade de concentrado |
|--|----------|---------------------------|
| <b>Primíparas</b>                                  |          |                           |
| DEL 0 - 14 dias                                    | DEL      |                           |
| Dia 0  |          | 2,26 kg                   |
| Dia 14   |          | 4,53 kg                   |
| Aumento por dia                                    |          | 160 g                     |
| DEL 15 - 45 dias                                   | Produção |                           |
| Mínimo (22,7 kg de leite)                          |          | 4,53 kg                   |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido                  |          | 80 g                      |
| DEL 45 - 100 dias                                  | Produção |                           |
| Mínimo (27 kg de leite)                            |          | 4,53 kg                   |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido                  |          | 89 g                      |
| DEL 100 - 250 dias                                 | Produção |                           |
| Mínimo (27 kg de leite)                            |          | 3,6 kg                    |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido                  |          | 110 g                     |
| DEL maior que 250 dias                             | Produção |                           |
| Mínimo (27 kg de leite)                            |          | 2,7 kg                    |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido                  |          | 133 g                     |
| <b>Múltiparas</b>                                  |          |                           |
| DEL 0 - 14 dias                                    | DEL      |                           |
| Dia 0  |          | 5,0 kg                    |
| Dia 14   |          | 5,6 kg                    |
| Aumento por dia                                    |          | 40 g                      |
| DEL 15 - 100 dias                                  | Produção |                           |
| Mínimo (32 kg de leite)                            |          | 5,3 kg                    |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido                  |          | 80 g                      |
| DEL 101 - 250 dias                                 | Produção |                           |
| Mínimo (27 kg de leite)                            |          | 3,6 kg                    |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido                  |          | 111 g                     |
| DEL maior que 250 dias                             | Produção |                           |
| Mínimo (16 kg de leite)                            |          | 2,0 kg                    |
| 27 kg de leite produzido                           |          | 2,6 kg                    |
| Aumento por kg de leite produzido (até 27 kg)      |          | 63 g                      |
| Máximo (68 kg de leite)                            |          | 8,16 kg                   |
| Aumento por kg de leite produzido (acima de 27 kg) |          | 140 g                     |
| Vacas para Secar                                   | Fixo     | 200 g                     |

A quantidade de concentrado fornecido no robô variava de animal para animal, sendo ajustada diariamente e automaticamente pelo software que utiliza uma tabela a qual leva em consideração o DEL e o volume de leite produzido no dia anterior. O software era configurado para que a variação na quantidade oferecida não ultrapassasse 300 gramas

por dia. Para este fornecimento, no programa Lely, as vacas eram divididas em 2 grandes grupos: primíparas e multíparas. Dentro de cada grupo as vacas eram divididas em subgrupos conforme o DEL. Os critérios e valores utilizados para determinar a quantidade de concentrado fornecido estão descritos na tabela 3.

O volume de concentrado fornecido para cada vaca em relação à produção está descrito no gráfico 2. Em média, era oferecido 4,45 kg de concentrado peletizado por vaca por dia no robô, resultando em um fornecimento de 14,4 kg por 100 kg de leite produzido.

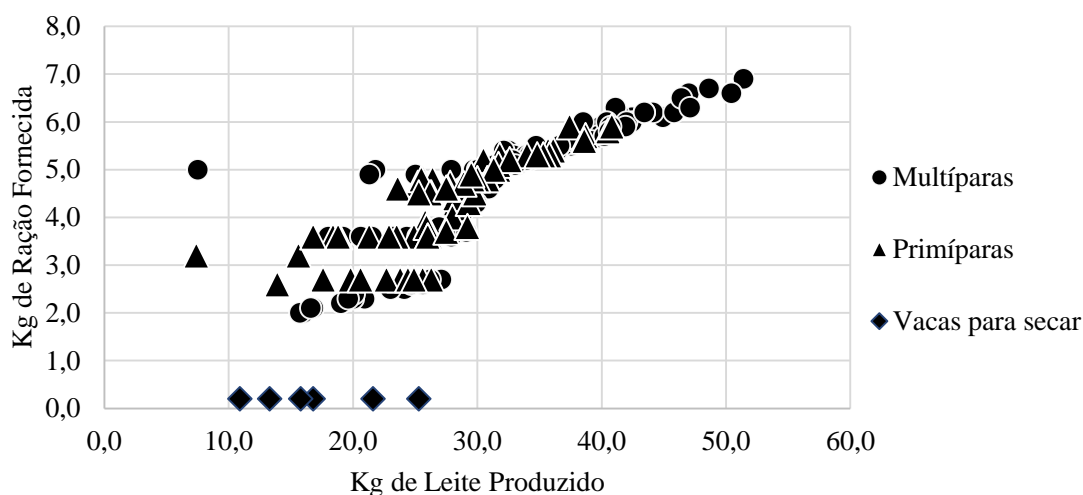


Gráfico 2. Quantidade de concentrado fornecido no box de ordenha para cada animal

O fracionamento do volume total de concentrado programado por dia, oferecida durante as ordenhas, é feito levando em consideração a média do número de ordenhas realizadas pelo animal na última semana. Ou seja, se uma vaca realizou em média 3 ordenhas por dia na última semana, o robô irá fracionar a quantidade programada de concentrado em 3 vezes e fornecerá a mesma quantidade em cada ordenha do animal. Se a vaca aumentar a frequência de ordenha em um certo dia, o robô continuará fornecendo a quantidade programada por visita, e fará o ajuste no próximo dia, diminuindo a quantidade fornecida. A composição do concentrado peletizado utilizado no robô está descrita na tabela 4.

A PMR era fornecida 2 vezes ao dia na forma de uma dieta única para todos os animais. Todos os dias antes do fornecimento de uma nova comida, a sobra era retirada e pesada a fim de mensurar o consumo dos animais e ajustar a quantidade fornecida. A composição da dieta PMR fornecida no cocho do free-stall está descrita na tabela 5. A

PMR era empurrada para mais próxima do cocho de hora em hora utilizando o robô empurrador de trato (Lely Juno, Lely Industries N.V., Maassluis, Holanda).

Tabela 5. Concentrado peletizado do robô

| Ingredientes, % da MS                  |       |
|--|-------|
| Milho moído fino                       | 31,06 |
| Wheat Middlings <sup>1</sup>           | 27,25 |
| Amino Plus                             | 12,98 |
| Farelo de soja                         | 11,83 |
| Farelo de alfafa                       | 6,00  |
| Red dog <sup>2</sup>                   | 4,96  |
| Óleo de palma - Palmit 98 <sup>3</sup> | 2,70  |
| Melaço                                 | 1,99  |
| Sêbo bovino                            | 0,45  |
| Lignina                                | 0,76  |
| Aromatizante                           | 0,03  |
| Composição, % da MS                    |       |
| PB                                     | 22,21 |
| FDN                                    | 21,12 |
| CNF                                    | 45,43 |
| EE                                     | 6,32  |
| Amido                                  | 32,27 |

<sup>1</sup>Wheat Middlings = Sub produto da fabricação de farinha de trigo - 17,7% PB, 36,7% FDN, 20,3% amido, 4,5% EE. <sup>2</sup>Red dog = Sub produto da fabricação de farinha de trigo - 17% PB, 11,8% FDN, 43% amido, 2,5% EE. <sup>3</sup>Palmit 98 = 98% C16:0

Apesar de serem oferecidas separadamente, para formulação da dieta o nutricionista levava em consideração todos os ingredientes em conjunto e o consumo de matéria seca médio das vacas de 21,9 kg para fazer o balanceamento de nutrientes da dieta. A dieta total final formulada, incluindo a quantidade média fornecida do pélete do robô, e os o restante dos alimentos está descrita na tabela 5.

A PMR era responsável por fornecer 83% da energia e 95% da proteína requerida pelo animal. Um dos fatores que mais chama atenção na dieta formulada é o alto teor de proteína bruta, fazendo com que o balanço tanto de proteína degradável no rúmen (184 g) quanto de proteína não degradável (432 g) estejam em excesso (tabela 5). Segundo o nutricionista, a formulação com alto teor de proteína visava garantir um suporte suficiente de proteína para todos os animais, levando em consideração que não é garantido que 100% dos animais consumam todo o concentrado oferecido no robô. O nitrogênio ureico no leite no período em que esta dieta estava sendo utilizada era ao redor

Tabela 6. Composição da dieta de vacas em lactação em ingredientes

|                                 | PMR   | Dieta Completa |
|---------------------------------|-------|----------------|
| Ingredientes, % da MS           |       |                |
| Silagem de milho                | 37,50 | 30,78          |
| Pré-secado de alfafa            | 20,38 | 16,73          |
| Concentrado Robô                | 0,00  | 17,93          |
| Milho moido fino                | 16,12 | 13,2           |
| Farelo de soja                  | 7,27  | 5,97           |
| Amino Plus                      | 4,90  | 4,02           |
| Caroço de algodão               | 3,38  | 2,78           |
| Coffe Creamer - High Energy Mix | 3,11  | 2,55           |
| Glúten de milho, 60% PB - CGF   | 2,25  | 1,84           |
| Carbonato de cálcio             | 1,66  | 1,36           |
| Farinha de sangue               | 0,85  | 0,7            |
| Bicarbonato de sódio            | 0,65  | 0,54           |
| Cloreto de sódio                | 0,49  | 0,4            |
| Ajipro-L (lisina)               | 0,34  | 0,28           |
| Microminerais e vitaminas       | 0,23  | 0,19           |
| Uréia,                          | 0,22  | 0,18           |
| Óxido de magnésio               | 0,17  | 0,14           |
| Smartamine (metionina)          | 0,12  | 0,1            |
| Sebo                            | 0,11  | 0,9            |
| Fosfato monocálcico             | 0,06  | 0,05           |
| Amaferm (prebiótico)            | 0,04  | 0,034          |
| Cromo                           | 0,01  | 0,01           |
| Rumensin (monensina)            | 0,008 | 0,007          |

de 16,5 mg/dl, número bastante elevado e condizente com o excesso de proteína no rúmen.

### 2.2.2 Ordenhas e manejo dos animais

O número médio de ordenhas no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2018 foi de 3 ordenhas por animal por dia. Em geral as vacas tinham a permissão para serem ordenhadas com um intervalo mínimo de 4 horas, com exceção do grupos de vacas com mais de 210 dias de gestação, denominado “grupo para secar”, que tinham a permissão para serem ordenhadas no máximo uma vez ao dia.

Todos os dias, por volta das 6 e 16 horas, uma pessoa realizava o manejo de vacas que não compareceram à ordenha durante um intervalo de tempo determinado e de vacas que por algum motivo obtiveram falha na ordenha no ultimo comparecimento ao robô. Animais não gestantes ou com menos de 180 dias de gestação eram movidas para a fetch área se estivessem com um intervalo maior que 12 horas sem serem ordenhadas. Vacas

Tabela 7. Composição da dieta de vacas em lactação em nutrientes

|  | PMR   | Dieta Completa |
|--|-------|----------------|
| Composição, % da MS <sup>1</sup>       |       |                |
| PB <sup>2</sup>                        | 18,29 | 18,99          |
| Amido                                  | 30,16 | 30,50          |
| CNF <sup>3</sup>                       | 42,80 | 43,20          |
| EE <sup>4</sup>                        | 4,27  | 4,70           |
| FDN <sup>5</sup>                       | 25,80 | 24,99          |
| FDN>8mm                                | 15,60 | 12,81          |
| FDN % da MS                            | 20,25 | 16,62          |
| FDNF %PV                               | 0,63  | 0,63           |
| FDN>8mm %PV                            | 0,48  | 0,48           |
| Ca                                     | 1,17  | 1,02           |
| P                                      | 0,35  | 0,39           |
| Mg                                     | 0,19  | 0,20           |
| K                                      | 1,34  | 1,33           |
| S                                      | 0,22  | 0,22           |
| Na                                     | 0,42  | 0,35           |
| Cl                                     | 0,56  | 0,48           |
| Co, mg/kg                              | 0,14  | 0,11           |
| Cu, mg/kg                              | 18,8  | 17,2           |
| Mn, mg/kg                              | 47,1  | 47,6           |
| Zn, mg/kg                              | 102,2 | 92,7           |
| Se, mg/kg                              | 0,34  | 0,32           |
| I, mg/kg                               | 0,48  | 0,39           |
| Vit A, UI                              | 64736 | 64736          |
| Vit D, UI                              | 20716 | 20716          |
| Vit E, UI                              | 691   | 691            |
| Dados do NRC 2001                      |       |                |
| Leite permissível por energia, kg/dia  | 25    | 33,1           |
| Leite permissível por proteína, kg/dia | 28,7  | 38,5           |
| Balanço PDR, g/dia                     | 131   | 151            |
| Balanço PNDR, g/dia                    | -71   | 459            |
| Relação lisina:metionina               | 3,23  | 3,1            |

<sup>1</sup>MS = matéria seca. <sup>2</sup>PB = Proteína bruta. <sup>3</sup>CNF = Carboidrato não fibroso. <sup>4</sup>EE = Extrato etéreo. <sup>5</sup>FDN = Fibra em detergente neutro.

entre 180 e 210 dias de gestação eram movidas se estivessem com um intervalo maior que 20 horas e vacas com mais de 210 dias de gestação eram movidas com um intervalos maior que 30 horas.

Vacas recém paridas também eram tocadas para o robô para serem ordenhadas independentemente do intervalo sem ordenhar, a fim de acostuma-las com a ordenha, esse manejo era destinado principalmente às primíparas e era repetido até que esses animais comessem a comparecer à ordenha voluntariamente. A ordenha de todos esses animais movidos para a fetch área era supervisionada através do computador e caso houvesse a necessidade era realizado o auxílio ajudando na colocação das teteiras. Nenhum outro tipo de manejo diferenciado era realizado com as primíparas, sendo necessário somente

o acompanhamento das primeiras ordenhas, até que se acostumassem com o sistema. Em geral esses animais de primeiro parto aceitavam bem a ordenha e em poucas ordenhas já estavam adaptadas.

Após o parto, a primeira ordenha da lactação de todos os animais era supervisionada por uma pessoa treinada. Após cadastrar o parto no sistema, o animal recém parido era movido para o robô, era informado ao sistema se havia algum quarto perdido e o braço do robô era controlado manualmente até que o leitor encontrasse o local dos tetos. O local em que cada teto é encontrado é salvo na memória do sistema e este local é utilizado como uma referência na próxima ordenha, assim quanto maior o número de ordenhas, mais facilmente o robô realiza a leitura do local dos tetos e acopla as teteiras.

Cada robô realizava em média 157,5 ordenhas por dia, passando cerca de 19,38 horas por dia, ou 80,84% do tempo realizando ordenha, 12% do tempo livre e os outros 7,16% restante do tempo em limpeza e manutenção. A duração média de uma ordenha completa era de 6 minutos e 51 segundos, levando em consideração tempo de tratamento e tempo ordenhando. O tempo de tratamento é considerado o tempo para realização do pré deeping com as escovas rotativas, secagem dos tetos e pós deeping e levava em média 2 minutos e 2 segundos. O tempo ordenhando, que é marcado do momento em que se coloca as teteiras até o momento em que a última teteira é retirada era de 4 minutos e 49 segundos.

Outros números avaliados são número de recusas e número de falhas. Uma recusa é considerada quando a vaca comparece à ordenha porém por algum motivo ela não é ordenhada, seja por um curto intervalo de tempo desde a última ordenha, falha do robô ou falta de colaboração da própria vaca. Esse número é utilizado para avaliar o interesse das vacas em comparecer à ordenha. Na fazenda Cinnamon o número de recusas era de 3,1 por vaca por dia. A falha acontece quando durante o processo de ordenha o robô, depois de várias tentativas, não consegue realizar a ordenha por dificuldade em encontrar os tetos e acoplar a teteira devido à má conformação de úbere ou problemas técnicos no robô, falta de fluxo de leite dentre outros problemas. O número médio de falhas na fazenda era de 7,9 falhas por robô por dia. Quando o sistema identificava várias falhas consecutivas em um mesmo box de ordenha, considerava-se que havia algum problema com o robô e uma pessoa responsável era automaticamente avisada pelo celular para que o problema fosse resolvido o mais rápido possível.

Um dos fatores que podem aumentar o número de falhas é a má conformação de úbere ou colocação dos tetos. Desde o início das atividades utilizando o sistema

robotizado a fazenda teve a necessidade de descartar alguns animais com esse tipo de problema. A porcentagem de descartes realizados devido à problemas de conformação de úbere em relação ao total de animais no decorrer dos anos está descrita no gráfico 3.

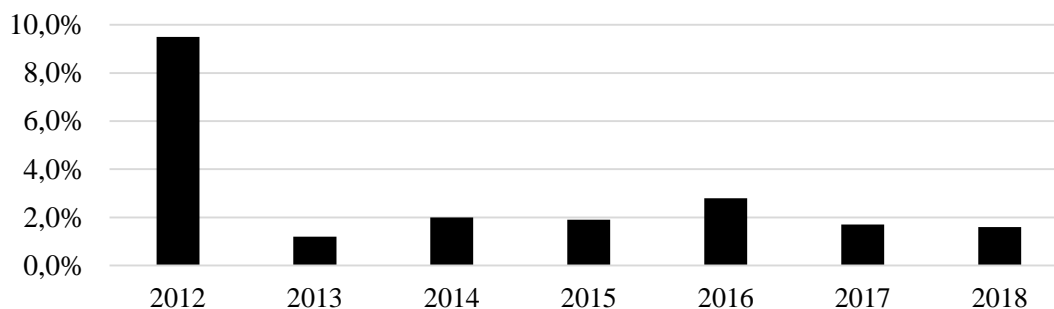


Gráfico 3. Porcentagem de animais descartados por má conformação de úbere no decorrer dos anos

Quando o robô apresentava algum falha de funcionamento, na maioria das vezes os próprios funcionários da fazenda concertavam e mantinham o sistema funcionando. Na ocorrência de problemas mais complexos, os quais exigiam mão de obra especializada, a assistência técnica era contatada e rapidamente o problema era resolvido.

### 2.2.3 Qualidade e testes do leite

Assim como é feito visualmente pelo ordenhador em uma ordenha convencional, o robô deve ser capaz de identificar problemas e alterações no leite e, para isso, ele é equipado com alguns sensores que mensuram certas características no leite afim de identificar uma possível mastite. Os robôs Lely são equipados com um sensor chamado Lely MQC. Este equipamento é responsável por registrar a condutividade elétrica do leite, a coloração, temperatura, tempo de ordenha, produção, fluxo; além de possuir o indicador de gordura, proteína e lactose. Como o sistema de ordenha automático é baseado em quartos, essa medição é feita por quarto e em todas as ordenhas dos animais, e quando é encontrado alguma anormalidade, o sistema gera um alerta que deve ser interpretado por uma pessoa responsável.

A condutividade elétrica é determinada pela alteração da concentração de íons no leite, principalmente cloro e sódio. A concentração desses íons é alterada quando há algum tipo de infecção na glândula mamária, alterando assim a condutividade elétrica do leite. Quando o número da condutividade do leite em um quarto mamário excede 100, ou

quando difere mais que 20% da média dos outros quartos é emitido um alerta sobre risco de mastite. A coloração do leite também é um fator que pode-se alterar quando há infecção na glândula mamária, principalmente mastite clínica, em que ocorre alteração visível do leite. Um alerta também é emitido quando se detecta uma variação anormal na coloração do leite, a qual é lida pelo robô como: vermelho (indica presença de sangue), azul (indica mastite), amarelo (colostró) e outras colorações anormais (leite com coloração não característica, principalmente mais translúcido). Além desses dois testes, 2 vezes ao mês o leite de todos os animais era coletado e analisado para CCS, gordura, proteína, nitrogênio ureico e lactose. Os dados de condutividade elétrica, coloração e CCS eram interpretados em conjunto, juntamente com a análise clínica e com o dado de variação na produção de leite dos animais com suspeita de mastite para determinar se havia ou não a necessidade de iniciar um tratamento. A CCS média do rebanho no ano de 2018 foi de 139000 cel/ml.

O robô é capaz de encaminhar o colostro, leite de animais em tratamento com antibiótico ou com mastite, considerados leite de descarte, para outro local que não seja o tanque principal, para onde é direcionado todo o leite apto ao consumo e venda. Pode-se configurar o sistema para que a separação desse leite seja feita automaticamente assim que se detecta uma anormalidade ou para que seja realizada manualmente, havendo a necessidade de que uma pessoa determine ao sistema para que o leite de determinado animal seja separado, como era realizado na fazenda.

O indicador de gordura, de proteína e de lactose no leite registrou em média no ano de 2018, 4,93%, 3,76% e 4,78% respectivamente, enquanto os resultados das amostras analisadas por laboratório no mesmo período tiveram em média 4,92% de gordura, 3,79% de proteína e 4,55% de lactose.

### **3 Referencial teórico**

#### ***3.1 Ordenha robotizada***

O maior motivo para o produtor de leite investir em uma ordenha robotizada é a busca por melhor qualidade de vida, visto que o robô substitui a necessidade do manejo de ordenha duas ou três vezes ao dia e reduz os custos com mão de obra (DE KONING, 2010). Porém a ordenha automática é mais que um substituto da mão de obra por um



equipamento (JACOBS; SIEGFORD, 2012), já que são equipados com sensores automáticos que monitoram saúde de úbere, produção de leite, situação reprodutiva, mudanças no peso corporal, e dados com relação à alimentação, fornecendo um conjunto de informações detalhadas, que quando bem utilizadas, são de grande valia ao produtor (SPAHR; MALTZ, 1997). Além disso, Wagner-Storch e Palmer (2003) mostraram que vacas confinadas na mesma instalação sendo ordenhadas por robôs produziram 1,4 kg de leite por dia a mais quando comparadas com vacas ordenhadas em sistema de ordenha convencional.

Por outro lado, o maior custo de investimento inicial e o aumento no custo fixo da fazenda, ainda são limitantes para a implantação do sistema, além de restringir o crescimento de rebanho da fazenda sem um próximo alto investimento, dado que um box de ordenha é capaz de ordenhar aproximadamente 60 animais (JACOBS; SIEGFORD, 2012). Características de comportamento e conformação individuais das vacas também podem prejudicar o funcionamento do sistema automatizado, podendo gerar um descarte extra de animais (RODENBURG, 2002)

### ***3.1.1 Tipo de box e número de animais por robô.***

Diversos tipos e marcas de sistemas de ordenhas já estão disponíveis para os produtores no mundo todo e essa tecnologia relativamente nova continua sendo melhorada. A maior parte das instalações utiliza robôs monobox, nele cada box possui um braço automático que realiza a ordenha de um animal por vez. Segundo um levantamento de dados de 635 fazendas norte americanas utilizando ordenha robotizada realizado por Tremblay et al. (2016), a média do número de animais por robô monobox é de 50,53 animais. Outro levantamento encontrou o dado médio de 55,8 vacas por robô em fazendas dos Estados Unidos (SIEWERT et al., 2018), porém já foram descritas fazendas com até 75 vacas por robô (TSE et al., 2018). Além do sistema monobox já existem sistemas de 2 a 5 boxes utilizando apenas um braço automatizado para realizar a ordenha e também robôs instalados em ordenha rotatória e em sistema de ordenha de fosso, no entanto, o número de fazendas ainda é limitada (RODENBURG et al., 2017). Sabe-se que nestes sistemas um único robô é capaz de ordenhar mais animais quando comparados ao monobox, mas ainda não existem pesquisas que avaliem a eficiência e a viabilidade desses sistemas.

Tremblay et al. (2016) também avaliou o número de robôs por lote de animais e concluiu que 2 robôs em um lote de aproximadamente 120 vacas está associado a uma melhor produção de leite por robô quando comparado a lotes de aproximadamente 60 animais com um único robô. Segundo o autor, a possível causa desta diferença é que com 2 robôs em um mesmo lote, vacas mais tímidas tem mais oportunidades de serem ordenhadas. Em um experimento Melin et al. (2006) observou que vacas tímidas esperaram em média 20 minutos para serem ordenhadas no sistema de ordenha automatizado, enquanto as dominantes esperaram em média 13 minutos. Outro benefício de possuir 2 robôs em um mesmo lote é a possibilidade de manter um deles trabalhando enquanto se realiza manutenção no outro (TREMBLAY et al., 2016).

### ***3.1.2 Tipo de tráfego***

A escolha do tipo de tráfego pode ter um grande efeito na mão de obra necessária e no conforto dos animais e por isso é um importante fator a se pensar em uma instalação para sistemas de ordenhas automáticas. Basicamente existem dois tipos de tráfego em um sistema de ordenha automatizada. O primeiro e mais simples é o tráfego livre, o qual as vacas possuem acesso ao robô, à pista de alimentação e à área de descanso sem nenhum tipo de restrição, e comparecem espontaneamente à ordenha. O outro tipo é o tráfego guiado, onde as vacas são direcionadas ao robô através de portões de um sentido. O tráfego guiado é subdividido em sistemas, o “feed first” e o “milk first”. No feed first as vacas na área de descanso tem acesso à pista de trato porém só conseguem voltar para a área de descanso se passarem pelo robô. Outra opção neste tipo de tráfego é a instalação de portões automáticos antes da box de ordenha, que fazem uma pré-seleção dos animais, assim só são direcionados para o robô animais que necessitam ser ordenhados, evitando a entrada daqueles que ainda não atingiram o tempo necessário para serem ordenhados. No milk first, portões de um sentido bloqueiam a passagem de animais da área de descanso para a pista de alimentação, assim para as vacas acessarem a área de alimentação devem obrigatoriamente passarem antes pelo robô, existindo também a possibilidade de instalação do portão de pré-seleção que direciona animais não aptos a serem ordenhados diretamente à área de alimentação.

A literatura ainda não tem uma posição clara sobre o tipo de tráfego ideal, poucos estudos foram publicados e normalmente possuem um baixo poder estatístico

(TREMBLAY et al., 2016). Foi observado que vacas submetidas em sistema de tráfego guiado tiveram um menor consumo total, menor tempo comendo e ruminando que vacas em tráfego livre, além de passarem um menor tempo descansando (KETELAAR-DE LAUWERE et al., 2000; MELIN et al., 2007). Bach et al. (2009) reportou um menor número de refeições, porém refeições mais longas em sistema de tráfego guiado. Fazendas norte americanas com sistema de tráfego livre produzem em média 1,1 kg de leite por dia a mais por vaca e 67,2 kg de leite por robô por dia a mais que fazendas que optaram pelo tráfego guiado (TREMBLAY et al., 2016). Em outro estudo conduzido em 165 fazendas na Dinamarca e Holanda, vacas no sistema livre produziram 0,7 kg mais leite por dia que vacas no sistema guiado feed first, entretanto os animais no feed first tiveram um maior número de ordenhas por dia (MARKEY, 2013). Outros trabalhos também reportaram um maior número de ordenhas por vaca por dia em sistemas de tráfego forçado (KETELAAR-DE LAUWERE et al., 2000; BACH et al., 2009). Apesar de um maior número de ordenhas, foi mostrado uma menor porcentagem de ordenhas que obtiveram sucesso em sistemas de tráfego guiado (STEFANOWSKA et al., 1999; GYGAX et al., 2007).

Outro fator que altera o fluxo e o comparecimento das vacas à ordenha é o estado de saúde dos animais. Vacas com problemas em pernas e pés encontram uma grande dificuldade no sistema de ordenha automatizado devido à necessidade do comparecimento voluntário à ordenha. Animais com piores escores de locomoção comparecem menos à ordenha e necessitam serem tocados para o robô com maior frequência do que vacas com bom escore (BORDERAS et al., 2008; BACH et al., 2007).

### ***3.1.3 Genética e raça***

Para que o sistema robotizado funcione com alta eficiência, o robô deve ser capaz de realizar a ordenha em um menor tempo possível e assim conseguir ordenhar um grande número de vacas no dia. Falhas durante a ordenha aumentam o tempo do animal no box de ordenha, diminuindo eficiência. Foi mostrado que o acoplamento das teteiras em vacas com má conformação de úbere demoraram mais, o número de falhas registradas e o risco de não comparecerem à ordenha espontaneamente foram o dobro de vacas com boa conformação de úbere (JACOBS; SIEGFORD, 2012). Além disso, o aumento do

número de falhas e dificuldade de acoplar as teteiras, está associado com uma menor produção de leite (TREMBLAY et al., 2016). Então a seleção para boa conformação de úbere e posicionamento de tetos também é importante.

Outra forma de se aumentar a eficiência produtiva, é a utilização de animais de alta produção, maximizando o volume de leite por ordenha ou por robô. Tremblay et al. (2016), reportou uma média de 31,98 kg de leite produzido por vaca em fazendas norte americanas utilizando robôs e 1626,8 kg de leite por robô por dia. Em média, vaca holandesas produziram 3,72 kg de leite por dia a mais e 212,71 kg de leite por robô por dia quando comparadas com vacas da raça Jersey.

### **3.1.4 Nutrição**

Sabe-se que em sistemas de ordenhas automáticas, os animais necessitam de um estímulo para comparecerem à ordenha. A alimentação oferecida no momento da ordenha é o principal fator que estimula o comparecimento voluntário dos animais (RODENBURG, 2017), e por isso, o fornecimento de um concentrado de boa palatabilidade e de qualidade é tão importante. Rodenburg (2002) relatou um aumento de 3,4 para 4,04 visitas ao robô por vaca por dia quando um concentrado peletizado de baixa dureza e baixa palatabilidade sem adição de melaço, considerado de pior qualidade, foi substituído por um concentrado de melhor qualidade, com pélete mais firme e com mais alimentos palatáveis e com 3% de melaço. Migliorati et al. (2010), realizou um experimento utilizando 44 animais em que vacas receberam a mesma quantidade de concentrado na ordenha porém com ou sem a adição de 150 g/t de flavorizante a base de fenacho e 500 g/t de adoçante, e constatou que vacas que recebiam os palatabilizantes compareceram em média 6,6 vezes ao portão de pré-seleção, enquanto as demais vacas compareceram 5,6 vezes ( $P < 0,001$ ).

Em um estudo com 30 animais comendo a mesma dieta base, buscando avaliar diversos tipos de concentrado utilizados na ordenha, foram utilizados rações à base de cevada, trigo, cevada e aveia, milho, alta gordura e gramínea seca artificialmente, sendo fornecidos na mesma quantidade. Foi encontrado um aumento significativo no número de ordenha por vaca por dia quando foi fornecido o concentrado a base de cevada e aveia e uma diminuição significativa quando foram fornecidos o concentrado rico em gordura e à base de gramínea, concluiu-se, portanto que concentrados à base de cevada e aveia

são preferidos pelos animais, seguidos por concentrados à base de trigo. Observou-se também um aumento na produção de leite de 1,6 kg por vaca por dia no tratamento com concentrado à base de trigo (MADSEN et al., 2010).

As vacas normalmente consomem concentrados peletizados em uma taxa de 420 g/min, enquanto concentrados não peletizados em uma taxa de 270 g/min. Assim, em uma ordenha automatizada onde o tempo total no box de ordenha é de 6 minutos e 51 segundos, o animal é capaz de ingerir 2,8 kg de concentrado peletizado por ordenha, e 1,8 kg de concentrado farelado. Utilizando esses números uma vaca que faz 2,9 ordenhas por dia, conseguiria consumir no máximo 8,1 kg de concentrado peletizado por dia. Fazendas norte americanas utilizam no robô em média 5,0 kg de concentrado por vaca/dia ou 15,86 kg por 100 kg de leite produzido (TREMBLAY et al., 2016), mesma quantidade relatada por Siewert et al. (2018) em fazendas no estado de Minnesota e Wisconsin nos Estados Unidos.

### ***3.1.5 Qualidade do leite e saúde do úbere***

Normalmente, se aumenta a frequência de ordenha em sistemas de ordenha robotizada (GYGAX et al., 2007), e foi mostrado uma diminuição da CCS do rebanho quando se realizou o aumento na frequência de 2 para 3 ordenhas/dia em sistema de ordenha convencional (KLEI et al., 1997), porém estudos epidemiológicos, em geral, mostraram uma piora na saúde do úbere em sistemas de ordenha automatizadas em comparação com rebanhos submetidos à ordenha convencional. Em um compilado de 4 estudos, Hovinen e Pyorala (2011) encontraram uma maior CCS em rebanhos utilizando ordenha robotizada. Em um experimento conduzido na Dinamarca de 69 fazendas, a proporção de novas vacas com alta CCS aumentou depois que os robôs foram introduzidos, porém este número diminuiu após alguns meses de adaptação (RASMUSSEN et al., 2001). Esses estudos mostram uma piora na saúde do úbere em sistemas de ordenha automatizada, todavia este dado pode estar confundido com outras mudanças muitas vezes necessárias, que também influenciam na saúde dos animais, quando se implanta esse sistema, como: compra de novas vacas para que o sistema trabalhe com capacidade máxima, podendo trazer mastite subclínica e alteração do sistema de confinamento (HOVINEN; PYORALA, 2011).

A partir do momento em que se implanta o sistema de ordenha automatizada, não se tem mais o controle visual do ordenhador em relação à mastite, o que aumenta a necessidade de que as vacas cheguem limpas na ordenha e que o sistema seja capaz de identificar uma anormalidade no leite. Existem hoje basicamente 4 tipos de sistemas de limpeza de tetos utilizados nos robôs: 1) 4 escovas rotativas realizando a limpeza de todos os tetos simultaneamente, 2) 1 escova rotativa realizando a limpeza dos tetos de forma sequencial, 3) limpeza realizada pela mesma teteira que realiza a ordenha, 4) limpeza realizada utilizando uma teteira específica para a limpeza. Kaihilihti et al. (2007), relatou 8% de falha na limpeza dos tetos na ordenha automatizada da Delaval. Em um sistema utilizando escovas rotativas o robô foi capaz de realizar a limpeza correta dos tetos de apenas 67% das vacas (JAGO et al., 2006). Em um trabalho realizado em 9 rebanhos comparando o uso da escova rotativa e da teteira de limpeza, observou-se que em 85% das vezes a escova rotativa foi capaz de escovar os tetos, enquanto que a teteira de limpeza foi acoplada em apenas 79,9% das vezes. Por outro lado, quando os tetos estavam realmente sujos, a teteira foi mais efetiva em realizar a higienização do que a escova rotativa (79,8% vs. 72,9%) (HOVINEN et al., 2005).

Algumas ferramentas são utilizadas no sistema robotizado para que uma anormalidade no leite seja detectada, as mais empregadas são: condutividade elétrica, coloração do leite e CCS. A condutividade elétrica é o método mais comumente empregado como forma de detectar casos de mastite em sistemas de ordenha automatizada devido à simplicidade e baixo custo. A mensuração é baseada no aumento da concentração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no leite de vacas que apresentam mastite, devido a uma maior permeabilidade dos vasos sanguíneos da glândula mamária (HAMANN; ZECCONI, 1998). Entretanto, em um compilado de estudos que avaliaram o desempenho da condutividade elétrica em detectar mastite subclínica e mastite clínica, foi mostrado uma grande variabilidade dos dados e em geral uma baixa sensibilidade do teste, indicando que o método sozinho não é adequado para detecção de mastite (HOVINEN; PYORALA, 2011). Hovinen et al. (2006) encontrou uma sensibilidade média do teste de condutividade elétrica de 18,75% para detectar casos de mastite subclínica e de 58% para casos de mastite clínica.

O sensor de coloração do leite é capaz de detectar alterações na cor do leite ordenhado, principalmente devido à presença de sangue. Esse sensor detecta concentrações de no mínimo 0,1% de sangue no leite (HOVINEN; PYORALA, 2011).

Em Hovinen et al. (2006), o sensor foi capaz de diagnosticar 1% de casos de mastite subclínica em animais com mais de 200000 de CCS e 4% em animais com CCS maior que 1000000 e com relação à mastite clínica, encontrou-se uma sensibilidade de 47%. Alguns sistemas são também equipados com medidores de CCS, que podem ser de dois tipos: método direto (contagem automática do núcleo de células somáticas por fotografia) e indireto (realiza a hidrólise do DNA de células somáticas, mensura a viscosidade e dá uma estimativa da CCS). A correlação do método indireto com a CCS analisada em laboratório foi de 0,82 (KAMPHUIS et al., 2008). Para tentar melhorar a sensibilidade dos testes pode-se usar métodos multivariáveis que combinam 2 ou mais dados fornecidos pelo sistema. Quando a CCS e a condutividade foram combinadas em um modelo, a sensibilidade foi 3 vezes maior que a condutividade analisada separadamente e 2 vezes maior que o teste de CCS analisado separadamente (KAMPHUIS et al., 2008).

### ***3.1.6 Transição para a ordenha robotizada e treinamento***

Uma pesquisa foi realizada por Tse et al. (2018) com 216 produtores de leite do Canadá que passaram pela transição do sistema convencional para o de ordenha robotizada, buscando avaliar o processo de mudança, o treinamento dos animais, os desafios e mudanças na qualidade de vida. Dos produtores entrevistados, 42% realizaram algum tipo de treinamento de novilhas ou vacas antes do parto, 89,3% deles forneceram concentrado no robô no momento do treinamento e apenas 45% utilizavam o braço do robô para espirrar algum tipo de líquido no úbere dos animais para que se acostumassem com o processo e com os barulhos da ordenha. Segundo esses produtores, os animais que passaram por treinamento levavam em média 7 dias para se adaptarem ao sistema, porém produtores que não realizaram algum tipo de treinamento também reportaram um período de 7 dias até a adequação.

Os principais desafios reportados pelos produtores foram, em ordem decrescente: aprender a usar a ordenha robotizada e utilizar a grande quantidade de informações geradas pelo sistema; adaptação dos animais à ordenha; problemas com nutrição, balanceamento de nutrientes e custo da alimentação; confiança no sistema e mudança do pensamento do produtor; demanda de esforço extra no início da transição. A solução encontrada pelos produtores para a maioria dos desafios foi tempo e paciência, juntamente com a assistência de um nutricionista.

Todos os produtores reportaram uma melhora na qualidade de vida e satisfação com o sistema de ordenha robotizada. As melhoras mais relatadas desde a transição foram: o aumento da flexibilidade do trabalho (97% dos produtores), sendo menos estressante e menos fisicamente exigente (37%), melhoria da gestão de funcionários (14%) e melhoria da saúde e do manejo do rebanho (11%).

#### **4 Conclusão**

O sistema de ordenha robotizada quando manejado de forma adequada, pode ser uma boa alternativa para produtores que buscam uma diminuição do trabalho manual e melhora na qualidade de vida, apesar dos desafios que o sistema apresenta. A realização do estágio supervisionado na Fazenda Cinnamon Ridge Farms permitiu ao estagiário um convívio direto no manejo de vacas sendo ordenhadas por robôs, e nos demais setores da fazenda, adquirindo assim vivência prática em fazendas produtoras de leite, e com utilização de ordenha automatizada, capacidade importante para um médico veterinário que presta serviço neste tipo de propriedade.



## 5 Referências Bibliográficas

BACH, A. et al. **Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system.** Journal of Dairy Research, v.74, p. 40–46, 2007.

BACH, A. et al. **Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 92, n. 3, p. 1272–1280, 2009.

BACH, A.; CABRERA, V. **Robotic milking: Feeding strategies and economic returns.** Journal of Dairy Science, v. 100, 2017.

BARKEMA, H. W. et al. **Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare.** Journal of Dairy Science, v. 98, n. 11, 2015.

BORDERAS, T. F. et al. **Effect of lameness on dairy cows' visits to automatic milking systems.** Canadian Journal of Animal Science, 2007.

DE KONING, C. J. A. M. **Automatic milking:** common practice on dairy farms. First North Am. Conf. on Precision Dairy Management, Toronto, Canada. P. 52–67, 2010.

DE KONING, K.; RODENBURG, J. **Automatic milking.** State of the art in Europe and North America, Automatic Milking-A Better Understanding, p. 27-37, 2004.

GYGAX, L. et al. **Comparison of Functional Aspects in Two Automatic Milking Systems and Auto-Tandem Milking Parlors.** Journal of Dairy Science, v. 90, n. 9, p. 4265–4274, 2007

HAMANN, J.; ZECCONI, A. **Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator.** Bibliothèque des Sciences agronomiques, 1998.

HANSEN, B. G. **Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jaeren, Norway.** Journal of Rural Studies, v. 41, p. 109–117, 2015.

HOVINEN, M.; AISLA, M.; PYÖRÄLÄ, S. **Accuracy and reliability of mastitis detection with electrical conductivity and milk colour measurement in automatic milking.** Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science, v.56, p. 121-127, 2006.

HOVINEN, M.; AISLA, M.; PYÖRÄLÄ, S. **Visual Detection of Technical Success and Effectiveness of Teat Cleaning in Two Automatic Milking Systems.** Journal of Dairy Science, v. 88, n. 9, p. 3354–3362, 2005.

HOVINEN, M.; PYÖRÄLÄ, S. *Invited review:* **Udder health of dairy cows in automatic milking.** Journal of Dairy Science, v. 94, n. 2, p. 547-562, 2011.

IOWA CORN. **Corn Facts.** Disponível em: <https://www.iowacorn.org/media-page/corn-facts>.

JACOBS, J. A.; SIEGFORD, J. M. **Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system.** Journal of Dairy Science, v. 95 n. 3, p. 1575–1584, 2012.

JAGO, J. G. et al. **The effect of pre-milking teat-brushing on milk processing time in an automated milking system.** Journal of Dairy Research, v.73, p. 187–192, 2006.

KAIHILAHTI, J.; SUOKANNAS, A.; RAUSSI, S. **Observation of Cow Behaviour in an Automatic Milking System using Web-based Video Recording Technology.** Biosystems Engineering, v. 96, p. 91–97, 2007.

KAMPHUIS, C. et al. **Automatic Detection of Clinical Mastitis Is Improved by In-Line Monitoring of Somatic Cell Count.** Journal of Dairy Science, v. 91, n. 12, p. 4560–4570, 2008.

KETELAAR-DE LAUWERE, C. C. et al. **Influence of Routing Treatments on Cows' Visits to an Automatic Milking System, their Time Budget and Other Behaviour.** Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science, v. 50, p. 174–183, 2000.

KLEI, L. R. et al. **Influence of Milking Three Times a Day on Milk Quality.** Journal of Dairy Science, v. 80, n. 3, p. 427–436, 1997.

MADSEN, J.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. **Concentrate composition for Automatic Milking Systems - Effect on milking frequency.** Livestock Science. V. 127, p. 45–50, 2010.

MAKEY, C. **Effect of cow traffic system on cow performance and AMS capacity.** Degree Project in Animal Science, Husdjursagronom, Master in Animal Science, Husdjursagronom, Master in Animal Science, 2013.

MELIN, M. et al. **Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area.** Applied Animal Behaviour Science, v 96, p. 201–214, 2006.

MELIN, M. et al. **The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems.** Applied Animal Behaviour Science, v. 107, p. 13–21, 2007.

METEOBLUE WEATHER. Donahue, Iowa. [https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/wiek/bielsko-biala\\_poland\\_3103402](https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/wiek/bielsko-biala_poland_3103402).

MIGLIORATI, L. et al. **Effect of concentrate feeding on milking frequency and milk yield in an automatic milking system.** Italian Journal of Animal Science, v. 4, p. 221 - 223, 2010.

RASMUSSEN, M. D. et al. **Udder health of cows milked automatically.** Livestock Production Science, v. 72, p. 147–156, 2001.

RODENBURG, J. **Robotic Milkers: What, Where...and How Much!?!?.** Ohio Dairy Management Conference, 2002.

RODENBURG, J. **Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow.** Journal of Dairy Science, v. 100, n. 9, 2017.

SIEWERT, J. M.; SALFER, J. A.; ENDRES, M. I. **Factors associated with productivity on automatic milking system dairy farms in the Upper Midwest United States.** Journal of Dairy Science, v. 101, n. 9, 2018.

SPAHP, S. L.; MALTZB, E. **Herd management for robot milking.** Computers and Electronics in Agriculture, v.17, p. 53-62, 1997.

STEFANOWSKA, J. et al. **Dairy cow interactions with an automatic milking system starting with ‘walk-through’ selection.** Applied Animal Behaviour Science, v. 63, p. 177–193, 1999.

TREMBLAY, M. et at. **Factors associated with increased milk production for automatic milking systems.** Journal of Dairy Science, v. 99, n. 5, 2016.

TSE, C. et al. **Producer experience with transitioning to automatic milking: Cow training, challenges, and effect on quality of life.** Journal of Dairy Science, v. 101, n. 10, 2018

WADE, K.M. **Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production.** Automatic Milking-A Better Understanding, 2004.

WAGNER-STORCH, A. M.; PALMER, R. W. **Feeding Behavior, Milking Behavior, and Milk Yields of Cows Milked in a Parlor Versus an Automatic Milking System.** *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 4, p. 1494–1502, 2003.