

Uso da robótica na ordenha de vacas leiteiras: uma revisão

A. Franco Neto e M. A. Lopes¹

Universidade Federal de Lavras, Brasil
Recibido Noviembre 29, 2012. Aceptado Abril 25, 2014.

Use of robotic cow milking: A review

Abstract. This paper seeks to present and discuss some important aspects about robotic milking, in order to aid the decision of technicians and cattlemen as to whether or not they should adopt this technology. A systematic revision was made on the web data bases Isi Web of Science, Scopus and Scielo, searching for papers published in English and Portuguese, using as key-words: Robotic milking and *Ordenha Robotizada*. Among the 52 papers found none was Brazilian, rather most were from the European continent. Initially we provide a brief historical sketch of the history of robotic milking. Other aspects included are: principles of operation, milking frequency, milk production, milk quality, milking time, and planning.

Key words: Automation, Milking frequency, Precision livestock production, Robotic milking, Technology

Resumo. Objetivou-se, com este trabalho, apresentar e discutir alguns aspectos importantes sobre ordenha robotizada, com o intuito de ajudar técnicos e pecuaristas na tomada de decisões sobre a adoção, ou não, de tal tecnologia. Foi realizada uma revisão sistemática nos bancos de dados Isi Web of Science, Scopus e Scielo, buscando artigos publicados nas línguas inglesa e portuguesa, admitindo-se como palavras-chave as expressões: Robotic milking e Ordenha robotizada. Dentre os 52 trabalhos encontrados, nenhum era brasileiro, sendo na sua grande maioria realizado no continente europeu. Inicialmente foi realizado um breve histórico da ordenha robotizada. Também foram abordados aspectos como princípio de funcionamento, frequência de ordenha, produção leiteira, qualidade do leite, tempo de ordenha e planejamento.

Palavras-chave: Automação, Frequência de ordenha, Ordenha robotizada, Tecnologia, Zootecnia de precisão

Introdução

Na antiguidade, os animais, que eram utilizados para a subsistência, passaram a ser usados como moeda de troca. Aqueles que os criavam, os trocavam com aqueles que possuíam algo que necessitavam. Os anos foram passando e, com o advento do dinheiro, os animais e seus derivados passaram a ser comercializados. Como o dinheiro passou a ser imprescindível para a sobrevivência, os homens começaram, então, a criar animais de maneira mais eficiente, utilizando mais tecnologias.

Os séculos foram passando e a maneira de criar animais foi evoluindo. Atualmente, a agropecuária passa por um período em que as eficiências econômica, produtiva e zootécnica são primordiais para o sucesso do negócio. Infelizmente, grande parte dos pecuaristas ainda trata de seus animais de maneira arcaica e retrógrada, pois possuem conhecimento técnico restrito da produção de leite. Não obstante,

eles ainda encaram o negócio com amadorismo. Nos dias atuais, para sobreviver e conseguir maior competitividade se faz necessário abandonar o amadorismo e encarar a atividade como sendo uma empresa rural. Em um mercado tão competitivo, o uso de tecnologias se torna imprescindível para maior eficiência e, dessa maneira, o pecuarista conseguir se manter nesse mercado.

A pecuária leiteira tem grande destaque no cenário econômico mundial. Segundo a FAO (2008), o Brasil pode aumentar sua produtividade e, em breve, se tornar o segundo maior exportador da América do Sul. De acordo com o IBGE (2010), a produtividade de leite no Brasil (L/vaca-ano) cresceu 12% entre os anos de 2005 a 2010. Dentro do cenário nacional, o estado de Minas Gerais é o maior produtor de leite, sendo responsável por 27.3% da produção.

¹Autor para la correspondencia, e-mail: malopes@ufla.br

A bovinocultura de leite tem tido vários avanços nas últimas décadas. A reprodução, que até pouco tempo atrás era realizada pelo touro; hoje em dia, é realizada pelo homem, por meio da inseminação artificial e outras biotecnologias da reprodução (inseminação artificial em tempo fixo, fertilização *in vitro*, transferência de embriões). A ordenha, que até então era manual, passou a ser mecanizada de vários tipos, entre elas; a ordenha em circuito aberto (do tipo «balde ao pé») e a ordenha em circuito fechado (linha alta, média e baixa), até chegar ao sistema mais inovador que pode ser encontrado atualmente, o sistema robotizado.

Mesmo com os grandes avanços tecnológicos na pecuária, a ordenha ainda é um entrave para os pecuaristas. No Brasil, a mão de obra, a cada dia se torna mais cara, escassa e sem qualidade, o que dificulta o bom manejo e a higiene necessária para a realização de tal prática. A ordenha robotizada surge como uma alternativa para amenizar tais problemas, pois, segundo Ketelaar-de Lauwere *et al.* (1996), ela dispensa o uso de mão de obra na hora da ordenha. Nesse sistema as vacas são

ordenhadas individualmente e de forma voluntária em qualquer hora do dia e da noite. Visando sanar dúvidas como, por exemplo, Vale a pena implantar ordenha robotizada? Quais os benefícios? Quais os malefícios?, realizou-se uma revisão sistemática nos bancos de dados Isi Web of Science, Scopus e Scielo, buscando artigos publicados nas línguas inglesa e portuguesa, admitindo-se como palavras-chave as expressões: Robotic milking e Ordenha robotizada. Foram encontrados 52 trabalhos; porém, nenhum deles foi originário do Brasil, sendo a maioria dos estudos realizados no continente europeu. Nesta revisão foram utilizados 29 devido a similaridade de alguns artigos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir alguns aspectos importantes sobre ordenha robotizada, ressaltando um breve histórico e princípio de funcionamento do robô ordenhador, efeito na frequência e tempo de ordenhas na produção e na qualidade de leite, bem como aspectos sobre planejamento, visando ajudar técnicos e pecuaristas na tomada de decisões sobre a adoção, ou não, de tal tecnologia.

Desenvolvimento

Histórico do robô ordenhador

O uso da tecnologia nos sistemas de produção de leite vem aumentando com o passar dos anos. Lopes (1997) e Lopes (2003) apresentaram duas extensas revisões da literatura onde destacaram, principalmente, aquelas que fazem uso da automação na bovinocultura. Dentre elas, destaca-se o robô ordenhador. De acordo com Ketelaar-de Lauwere *et al.* (1996), a ordenha robotizada é um sistema relativamente novo, que é dependente de vários fatores, desde o comportamento das vacas até a gestão do sistema pelo proprietário da empresa rural. O primeiro robô ordenhador experimental de vacas foi construído na Alemanha, na Universidade de Hohenheim, pelo professor e engenheiro agrônomo especializado em pecuária leiteira, Karl Rabold, no ano de 1980, com o intuito de substituir a mão de obra, que já, naquela época, era crítica.

Desde 1992, quando apareceram na Holanda as primeiras explorações leiteiras com ordenha robotizada, essa vem se tornando uma alternativa para a ordenha convencional, uma vez que o valor da mão de obra europeia é mais elevado, quando comparado com países em desenvolvimento, como exemplo, Brasil. No final da década de 90 existiam cerca de 175 robôs ordenhadores nas fazendas holandesas (Rossing *et al.*, 1998). Lind *et al.* (2000) encontraram, em 1999, 300 desses robôs na Holanda.

Atualmente, são encontrados diferentes modelos de robôs ordenhadores produzidos por cinco empresas em diferentes países.

Princípio de funcionamento

Segundo Cattaneo *et al.* (1996), a maioria das pesquisas no campo com ordenha robotizada é conduzida na Europa, devido às características da indústria leiteira europeia, que, em termos de tamanho, organização e estrutura de manejo, são aquelas mais adequadas para a automação completa. Segundo esses pesquisadores, o robô de ordenha é essencialmente um braço manipulador que conecta os copos nos tetos pelo sistema de localização de tetos. O sistema tipo modular é baseado numa combinação de eixos lineares controlados. Esse possui três graus de liberdade linear, correspondendo aos três eixos de referência X, Y, Z para o movimento do robô. A velocidade de 1m/s permite que o movimento da vaca seja traçado em tempo real. A localização dos tetos pode ser dividida em duas abordagens, bruta e fina. A abordagem bruta tem como objetivo determinar a posição aproximada do úbere; enquanto a fina, objetiva determinar a posição do teto com precisão suficiente para guiar o braço do robô. O sistema de sensor empregado é baseado num sensor de triangulação ótica, infravermelho, capaz de efetivar o posicionamento bruto e o fino. O princípio é baseado na reflexão de feixes de luz. A

luz infravermelha é utilizada para assegurar que as medições não sejam distorcidas pela cor do teto. Tais pesquisadores descreveram os procedimentos de conexão da seguinte maneira:

1. O robô move a unidade de ordenha para uma posição predeterminada abaixo do animal, próximo ao úbere.

2. A próxima fase é a aproximação bruta, essa é realizada de maneira rápida e precisa e guiada por um sistema sensorial que escaneia o plano horizontal até que encontre os dois tetos anteriores. Após essa localização o robô, então, move-se para uma posição da qual ele também possa localizar os tetos posteriores.

3. Na fase final, o robô é guiado de modo que ele posicione o copo do teto diretamente abaixo do teto correspondente.

4. A conexão do copo com o teto é efetivada, o copo move-se verticalmente para cima até que o teto posterior seja inserido na boca do alinhador.

5. A conexão dos três tetos restantes é conseguida repetindo as fases 3 e 4.

Frequência de ordenhas

Prescott *et al.* (1998) estudaram as motivações de vacas a serem ordenhadas ou alimentadas em quatro experimentos. Nos experimentos 1 e 2 foram utilizadas seis vacas de alta produção 33,9L/d ($\pm 5,4$) e seis vacas de baixa produção 13,8L/d ($\pm 1,6$), que podiam escolher serem ordenhadas até cinco vezes por dia. A média foi de 3,3 (5 máx.; 0 mín.) e 2,1 (4 máx.; 0 mín.) vezes por dia, para as vacas de alta e baixa produção, respectivamente. No experimento 3, seis vacas de alta produção 35,2L/d ($\pm 3,1$) podiam escolher entre se alimentar de 0,33kg de concentrado ou serem ordenhadas. Em todas as oportunidades elas escolheram o concentrado. No experimento 4 foram utilizadas 12 vacas sendo seis de alta produção (27,5L/d; $\pm 3,36$) e seis de baixa produção (13,6L/d; $\pm 1,35$). Essas podiam ser ordenhadas voluntariamente durante 15 horas por dia. A média de ordenha medida durante oito dias foi de 1,2 vezes/d (4,1 máx.; 0 mín.) para vacas de alta produção e 0,8 vezes/d (3,6 máx.; 0 mín.) para vacas de baixa produção. Quando foi fornecido concentrado na hora da ordenha houve aumento significativo na frequência de ordenha para as vacas de alta produção, que foram ordenhadas 4 vezes/d (6,6 máx.; 0,3 mín.). No entanto, as vacas de baixa produção não obtiveram aumento significativo na frequência de ordenha, 1,6 vezes/d (5,6 máx.; 0 mín.). Os pesquisadores concluíram que as vacas vão até o sistema robotizado de ordenha em busca de alimentação e não por necessidade de ordenha.

Migliorati *et al.* (2005) estudaram o comportamento de 44 vacas Italian Friesian, na cidade de

Cremona, Itália, quando essas eram expostas a pequena (1,4kg/vaca-d) e grande (3,65kg/vaca-d) quantidades de concentrado. Além da quantidade de concentrado, eles também analisaram o comportamento das vacas quando tal alimento recebia substâncias atrativas (substância aromática de feno e adoçante natural). É importante salientar que a única diferença entre o concentrado controle e o concentrado com aditivos era somente substâncias que atraíam os animais pelo cheiro e pelo sabor. No que diz respeito à quantidade de concentrado, não houve diferença estatística na quantidade de visitas. No entanto, quando foi analisado o efeito das substâncias atrativas, encontraram-se diferença significativa na quantidade de visitas à instalação. Vacas que recebiam dieta com substâncias atrativas visitavam a unidade de ordenha mais vezes (6,60 vezes/d), do que vacas que recebiam a dieta controle (5,61 vezes/d).

Spolders *et al.* (2004) estudaram, na Alemanha, as diferenças entre a frequência de ordenha voluntária de vacas primíparas e múltíparas da raça German Holstein durante os anos de 1999 a 2001. As vacas de primeira cria visitaram o sistema de ordenha com mais frequência do que as vacas múltíparas, que foram constantes na frequência de ordenha (2,5 vezes por dia) enquanto as primíparas começaram com 2,3 vezes por dia e, ao final da lactação, a frequência passou a ser de 2,9 vezes por dia.

Calamari *et al.* (2007), ao estudarem o comportamento de vacas quando essas eram forçadas a ir até a sala de ordenha (OF), ou quando essas iam até a sala de ordenha voluntariamente (OV), constataram que vacas primíparas gastaram mais tempo na sala de ordenha (444 min/d) e visitaram mais vezes a área de alimentação (7,36 vezes/d), quando essas iam voluntariamente do que quando eram forçadas a entrar na sala de ordenha (357 min/d; e, 4,53 vezes/d). No entanto, o tempo gasto em cada visita foi menor OF vs OV (62 vs 80 min). As vacas múltíparas, quando comparadas com as primíparas, tiveram comportamentos alimentares menos evidentes, e somente o tempo gasto na área de alimentação teve diferença significativa (432 vs 362 min/d em OF e OV, respectivamente). Eles concluíram que a ordenha sendo realizada voluntariamente é preferível, mas muito dependente do sistema de gestão de cada propriedade.

Svennersten-Sjaunja *et al.* (2000) estudaram as características de ordenha de 66 vacas, em ordenhas robotizada e convencional, durante 25 sem. Essas foram ordenhadas pelo método convencional duas vezes ao dia durante todo o experimento. Quando foi utilizado o método robotizado, a quantidade de

ordenhas foi variável, dependendo se essas estavam confinadas (2,38 vezes/d) ou soltas no pasto (1,94 vezes/d).

É importante salientar que o aumento na quantidade de ordenhas traz vantagens como: aumento da produção leiteira (Bernier-Dodier *et al.*, 2010), diminuição dos custos fixos, melhor saúde do úbere por maior retirada de contaminantes, aumento do conforto do animal, melhor observação nos casos de mastites melhorando o manejo (Amos *et al.*, 1985). No entanto, também há desvantagens como: aumento do custo de produção, tetos mais expostas a feridas e traumas dentre outros (Erdman e Varner, 1995). O aumento da frequência de ordenha gera maiores custos com alimentação, mão de obra, energia elétrica, dentre outros (DahL, 2005). A ordenha robotizada não gera custos com relação à mão de obra.

Produção de leite

Segundo Hillerton e Winter (1992), o sistema de ordenha robotizado pode aumentar a produção leiteira em até 15% uma vez que as vacas são ordenhadas mais frequentemente, ou seja, mais que duas vezes por dia, como é o convencional.

Shoshani e Chaffer (2002) estudaram o efeito do sistema de ordenha robotizado na produção leiteira, em um rebanho de 300 vacas holandesas, em Israel, e observaram produção de leite diária significativamente menor (3,84 kg/d) nas vacas ordenhadas no sistema convencional. Utilizando 104 vacas holandesas, Wirtz *et al.* (2002) compararam o sistema robotizado de ordenha (52) com o sistema convencional de ordenha (52) na Alemanha. O estudo foi dividido em três etapas. Na primeira, por problemas técnicos, a produção de leite do sistema de ordenha robotizado foi menor. Na segunda etapa, a produção leiteira no sistema robotizado aumentou, mas ainda foi menor que o sistema convencional. Na terceira e última etapa, os pesquisadores aumentaram o tempo de distribuição de concentrado no sistema robotizado, o que influenciou positivamente a produção leiteira.

Davis e Reinemann (2002) mediram o desempenho de dois grupos de vacas Holstein, com produção média de leite de 29,5 kg/d (50 vacas por grupo), um ordenhado de forma convencional e o outro roboticamente. Eles encontraram diferenças na produção de leite diária, bem como na taxa de fluxo médio de leite. As vacas que foram ordenhadas roboticamente produziram 2,06% (0,5 kg) mais de leite e tiveram média de cinco minutos a mais no tempo de ordenha (15 min), quando comparados ao sistema convencional (10 min).

Migliorati *et al.* (2005) concluíram que mesmo com um aumento na quantidade de visitas às unidades de ordenha, essas não diferiram estatisticamente na produção de leite, o que também foi observado por Spolders *et al.* (2003).

O aumento da produção leiteira em um sistema de ordenha robotizado ainda é muito discutido. Com o aumento da quantidade de ordenhas era de se esperar um aumento na produção de leite. De acordo com Knight e Dewhurst (1994), as células secretoras presentes nos alvéolos produzem proteínas de baixo peso molecular que regulam a secreção de leite (*FIL*, *feedback inhibitor of lactation*) e com o aumento da quantidade de ordenhas ocorre maior esgotamento da glândula mamária. Dessa maneira, há menor concentração da proteína inibidora nos alvéolos, o que permite maior produção de leite. Knight *et al.* (1992) salientaram que o não esgotamento adequado da glândula mamária também reduz a produção de leite devido ao aumento da pressão intra-alveolar. De acordo com Bernier-Dodier *et al.* (2010), há incrementos de 5 a 25%, na produtividade de leite por dia, com o aumento da quantidade de ordenhas.

Qualidade do leite

Koning *et al.* (2003) estudaram todas as 394 propriedades leiteiras na Dinamarca (99), Alemanha (33) e Holanda (262) que utilizavam sistema de ordenha robotizada. Os dados de qualidade do leite, contagem bacteriana total, contagem de células somáticas, ponto de congelamento e ácidos graxos livres foram coletados entre janeiro de 1997 a dezembro de 2000. Foram utilizados também dois grupos controle, um realizava duas ordenhas diárias e o outro grupo realizava três ordenhas diárias, ambos em salas de ordenha convencionais. Alterações na qualidade do leite após a introdução de sistemas de ordenha robotizados foram encontradas em propriedades leiteiras dos três países. Esses dados foram comparados com resultados de propriedades leiteiras com tecnologia convencional. Após as análises, chegou-se a conclusão de que o sistema de ordenha robotizado afeta negativamente a qualidade do leite. O ponto de congelamento sofreu um aumento logo após a introdução do sistema de ordenha robotizado e manteve-se substancialmente maior. A quantidade de ácidos graxos livres também sofreu aumento. Os piores resultados, níveis de contagem de células somáticas e contagem bacteriana total, foram encontrados seis meses após a introdução de tais sistemas. Após os seis meses iniciais, os níveis melhoraram e se estabilizaram, mas ainda continuaram acima da média dos resultados encontrados em sistemas de ordenha convencionais. No entanto, os pesquisadores não

explicam o porque isso aconteceu; somente sugeriram que a marca do robô de ordenha, combinado com o tempo de utilização influenciam a qualidade do leite.

Davis e Reinemann (2002) encontraram diferença significativa entre a contagem de células somáticas em sistemas de ordenha robotizados (158.000 células/mL) e convencionais (100.000 células/mL). No entanto, os métodos de amostragem eram diferentes. Para os sistemas convencionais, as amostras eram coletadas, de todas as vacas, na ordenha da manhã, enquanto que no robotizado, a amostragem era realizada por um dispositivo de amostragem automática. Os pesquisadores sugeriram que essa diferença na contagem de células somáticas pode ser devido ao diferente método de amostragem.

Svennersten-Sjaunja *et al.* (2000), ao avaliarem a saúde do úbere em sistemas de ordenha convencionais e robotizados, não encontraram diferenças estatísticas na composição do leite entre os tratamentos. A contagem de células somáticas nas vacas ordenhadas roboticamente foi de 51.000 células/mL, enquanto nas vacas ordenhadas convencionalmente foi de 77.000 células/mL. Esses resultados contradizem as informações obtidas por Davis e Reinemann (2002).

Para Rasmussen e Larsen (2003), a ordenha robotizada permite medir os componentes do leite, checar os procedimentos de limpeza e de ordenha e a fiscalização, por meio de um sistema de gestão. Tais pesquisadores salientaram que essas vantagens podem trazer benefícios para a qualidade do leite.

Zecconi *et al.* (2003) acompanharam vacas primíparas e avaliaram alguns índices para monitorar a saúde do úbere. As amostras de leite eram recolhidas e posteriormente avaliava-se: frequência de infecções intramamárias, contagem de células somáticas, mudanças na espessura do teto e pele dos tetos. Tal estudo foi realizado com 55 vacas. O rebanho A era constituído por 27 vacas, localizado na província de Milão e eram ordenhadas pelo Lely Astronaut. O rebanho B era constituído por 28 vacas, localizado em Cremona e eram ordenhadas pelo VMSTM, da empresa DeLaval. Foram recolhidas um total de 2.344 amostras, ao longo de 12 meses. Os pesquisadores concluíram que o sistema de ordenha robotizado não apresenta impacto negativo na frequência de infecções intramamárias, contagem de células somáticas e as condições de tecido do teto, quando o rebanho se apresenta inicialmente sadio. Quando há a presença de agentes patogênicos e quando as vacas apresentam mais de 300 d de lactação, a frequência de resultados negativos aumenta significativamente, sendo necessário adotar medidas de controle. Segundo Svennersten-Sjaunja

et al. (2000), vacas ordenhadas em sistema de ordenha robotizados apresentam condições de tetos melhores, além de apresentarem menores níveis de contagem de células somáticas.

Tempo de ordenha

Oostra *et al.* (2005) realizaram um estudo para avaliar se estímulos negativos poderiam reduzir o tempo em que as vacas permaneciam na unidade de ordenha robotizada. Para tal, os pesquisadores selecionaram dois grupos de vacas da raça Swedish-Friesian. Os grupos A e B foram subdivididos seguindo dois critérios. O primeiro foi dias em lactação, no qual as vacas estavam com menos de 250 d de lactação. O segundo, foi de acordo com o tempo que as vacas demoravam para sair da unidade de ordenha após terem sido ordenhadas. Foram selecionadas aquelas que demoraram mais de 10 seg. Verificaram-se que, em média, uma vaca leva cerca de 180 seg para deixar a unidade de ordenha, e que se utilizado um sistema de estímulo negativo, como uma luz intermitente, tal tempo pode ser reduzido entre 100 e 150 seg. Desse modo, um rebanho com 20 vacas «economizando» 100 a 150 seg por ordenha é possível aumentar em 100 a 150 min de ordenha por dia. Com um tempo de ocupação médio da unidade de ordenha de 10 min é possível realizar mais 10 ou 15 ordenhas por dia. O estímulo negativo não afetou negativamente as vacas, ou seja, ele não fez com que as vacas tivessem «receio» de entrar na unidade de ordenha.

Jacobs *et al.* (2012), para estudarem o comportamento das vacas leiteiras de acordo com a disponibilidade de robô ordenhador, dividiram 84 vacas da raça holandesa em dois grupos. Cada grupo possuía acesso ao seu próprio sistema de ordenha robotizado. A localização e o comportamento da vaca na entrada, saída e áreas adjacentes foram registradas durante 14 d. Vacas que haviam acabado de serem ordenhadas, não podiam entrar na unidade de ordenha; dessa maneira elas não ocupavam o robô ordenhador. Essas vacas levaram mais tempo para deixar o curral de ordenha (18,2 seg \pm 1,33), além de serem mais propensas a circular e voltar a entrar no sistema de ordenha robotizado (0,8 vezes \pm 0,15), quando comparadas com vacas que receberam um «sim-ordenha» (16,2 seg \pm 1,09; 0,2 \pm 0,03). Esses autores verificaram que vacas primíparas são mais propensas em bloquear outras vacas que tentam sair (0,60 vezes \pm 0,13) em comparação com vacas multíparas (0,29 vezes \pm 0,09). O sistema de ordenha robotizado estava vazio durante 10% e 18% do tempo para os grupos 1 e 2, respectivamente, o que sugere que a disponibilidade do mesmo pode ser dependente de cada grupo de animais.

Planejamento

Halachmi *et al.* (2001) validaram, por meio de simulações, um modelo prático para se projetar uma ordenha robotizada. Eles compararam dados de ordenhas robotizadas reais e simuladas e

chegaram a conclusão de que o modelo de simulação é uma ótima ferramenta para os projetistas, tornando possível realizar simulações e chegar ao desenho ideal das instalações.

Considerações finais

O sistema de ordenha robotizado é uma tecnologia que vem ganhando destaque nos últimos anos. Vários pesquisadores têm estudado o aumento de produção leiteira, qualidade do leite, tempo de ordenha, frequência de ordenha, saúde do úbere e planejamento do sistema. No entanto, ainda faltam pesquisas no âmbito econômico, visando estudar viabilidade econômica da implantação dessa tecnologia em diferentes situações. Faltam ainda informações valiosas na literatura como, por exemplo, qual a relação quantidade de vacas/robô; quantos minutos uma vaca demora para ser ordenhada; a cada quantas ordenhas o robô realiza sua limpeza; como é realizado o pré e pós “dipping” de tetos e qual é o consumo dessas soluções; qual a periodicidade e custo com manutenção; qual a vida útil. Com certeza, informações como essas são importantes no processo de tomada de decisões por técnicos e pecuaristas. Dentre os artigos encontrados em três bases de dados (Isi Web of Science, Scopus e Scielo) nenhum abordou tais assuntos.

Somente um dos grupos de pesquisadores (Oostra *et al.*, 2005) forneceu informações sobre permanência dos animais dentro da unidade de ordenha. Por meio de informações obtidas com um técnico de uma das empresas, um robô ordenhador pode realizar a ordenha de 70 vacas por dia, com frequência de ordenha de três vezes/d. Levando em consideração a informação dos autores, tal quantidade de ordenhas é inviável, pois 70 vacas sendo ordenhadas três vezes ao dia resulta em 210 ordenhas/d. Multiplicando 210 ordenhas por 10 min., o total é de 2.100

min.; o que corresponde a 35 h. Considerando as informações dos pesquisadores supracitados é possível realizar 144 ordenhas por dia, ou seja, é possível realizar ordenha em 48 vacas, cada uma sendo ordenhada três vezes ao dia.

Em relação às empresas, faltam informações importantes nos “web sites”. Das cinco que produzem essa tecnologia, somente uma traz informações de como são realizadas as práticas de pré e pós “dipping” de tetos. Essas são importantes na redução de contaminação do leite por bactérias, melhorando assim a qualidade do leite. É de fundamental importância que as empresas divulguem informações tais como: quantos minutos uma vaca demora para ser ordenhada; a cada quantas ordenhas o robô realiza sua limpeza e como ela é realizada; qual o gasto anual com manutenção, com soluções de pré e pós “dipping”; vida útil e valor do robô ordenhador. Segundo informações obtidas em uma empresa, um robô ordenhador completo, ou seja, com alimentador automático, “software” de gestão, controle de qualidade do leite, limpeza de úbere, é vendido por R\$400.000,00.

Pela revisão da literatura realizada pôde-se constatar que as principais vantagens da utilização da ordenha robotizada são economia de custo com mão de obra e maior controle ao monitorar a qualidade do leite. Quanto às principais limitações, destacam-se alto custo de investimento; maiores níveis de contagem de células somáticas e contagem bacteriana total. Em relação ao aumento na produtividade leiteira, há divergências entre os vários estudos.

Literatura Citada

- Amos, H. E., T. Kiser, and M. Loewenstein. 1985. Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 68:732.
- Bernier-Dodier, P., L. Delbecchi, G. F. Wagner, B. G. Talbot, and P. Lacasse. 2010. Effect of milking frequency on lactation persistency and gland remodeling in mid-lactation cows. *J. Dairy Sci.* 93:555.
- Calamari, L., F. Petrerá, A. Fava, and L. Stefanini. 2007. Feeding behaviour of dairy cows in forced or free cow traffic in Automatic Milking System (AMS). *Italian J. Anim Sci.* 6:410.
- Cattaneo, M., A. G. Cavalchini, and G. L. Rogonoi. 1996. Design and construction of a robotic milking system. *Sixth International Conference on Computers in Agriculture.* Cancun, México. 1:155.
- Dahl, G. E. 2005. Frequent milking in early lactation: considerations for implementation. *Proc. 42nd Florida Dairy Production Conference.* Gainesville, FL.
- Davis, M. A., and D. J. Reinemann. 2002. Milking performance and udder health of cows milked robotically and conventionally. *XVth CIGR World Cong.* Chicago, IL. 1:8.
- Erdman, R. A., and M. Varner. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *J. Dairy Sci.* 78:1199.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. *Food outlook global market analysis: milk and milk products.*

- <http://www.fao.org/docrep/014/a1981e/a1981e00.pdf>. Acessado Jan. 12, 2012.
- Halachmi, I. A., J. H. M. Dzidic, L. Metz, and A. A. Speelman. 2001. Validation of simulation model for robotic milking barn design. *European J. Opert Res.* 134:677.
- Hillerton, J. E., and A. Winter, 1992. The effect of frequent milking on udder physiology and health. *International Symposium on Prospects for Automatic Milking*, Ipema, Netherlands. 1:201.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2010. Produção da pecuária municipal. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>. Acessado jan. 12, 2012.
- Jacobs, J. A., K. Ananyeva, and J. M. Siegford. 2012. Dairy cows behavior affects the availability of an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 95:2186.
- Ketelaar-de Lauwere C. C., H. H. Oostra, J. Stefanowska, and K. Sällvik. 1996. The influence of social hierarchy on time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *App. Anim. Behav. Sci.* 49:199.
- Knight, C. H., J. F. Hillerton, A. Marian, K. Rachel, M. T. Alan, and J. M. Colin, 1992. Separate and additive stimulation of bovine milk yield by the local and systemic galactopoietic stimuli of frequent milking and growth hormone. *J. Dairy Res.* 59:243.
- Knight, C. H., and R. J Dewhurst. 1994. Once daily milking of dairy cows: relationship between yield loss and cisternal milk storage. *J. Dairy Res.* 61:441.
- Koning, K., B. Slaghuis, and Y. V. Vorst. 2003. Robotic milking and milk quality: effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing point and free fatty acids. *Italian J. Anim. Sci.* 2:291.
- Lind, O., A. H. Ipema, C. de Koning, T. T. Mottram, and H. J. Hermann. 2000. Automatic milking. *International Dairy Federation, Bulletin 348/2000*, 1-14. Brussels, Belgium.
- Lopes, M. A. 1997. Informática aplicada à bovino-cultura. FUNEP, Jaboticabal, Brasil.
- Lopes, M. A. 2003. Zootecnia de precisão. FAEPE/PROEX, Lavras.
- Migliorati, L., M. Migliorati, S. Speroni, and F. C. Lolli. 2005. Effect of concentrate feeding on milking frequency and milk yield in an automatic milking system. *Italian J. Anim. Sci.* 4(Suppl. 2):221.
- Oostra, H. H., J. Stefanowska, and K. Sällvik. 2005. The effects of feeding frequency on waiting time, milking frequency, cubicle and feeding fence utilization for cows in an automatic milking system. *Acta Agric. Scand.* 55:158-165.
- Prescott, N. B., T. T. Mattram, and A. J. F. Webster. 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in Y-maze and an automatic milking system. *App. Anim. Behav. Sci.* 57:23.
- Rasmussen, M. D., and L. B. Larsen. 2003. Milking hygiene: new issues and opportunities from automatic milking. *Italian J. Anim. Sci.* 2:283.
- Rossing, W., E. Aurik, and W. Smit. 1998. Robot milking systems and the integration in the dairy farm. In: Chastain, J.P. (Ed.), *Fourth International Dairy Housing Conference*, Published by ASAE, St. Louis, MO. pp. 61-70.
- Shoshani, E., and M. Chaffer. 2002. Robotic milking: a report of a field trial in Israel. *Proc. First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, ON. 3:56.
- Spolders, M., U. Meyer, G. Flachowsky, and M. Coenen. 2004. Differences between primiparous and multiparous cows in voluntary milking frequency in an automatic milking system. *Italian J. Anim. Sci.* 3:167.
- Svennersten-Sjaunja, K., I. Berglund, and G. Pettersson. 2000. The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. In: H. Hogeveen and A. Meijering. (Eds.) *Robotic Milking: Proc. International Symp.* Lelystad, The Netherlands, 17- 19 August. P. 277-288.
- Wirtz, N., K. Oechtering, E. Tholen, and W. Trappmann. 2002. Comparison of an automatic milking system to a conventional milking parlor. *Proc. First North American Conference on Robotic Milking*, March 20-22, Toronto, ON, pp. III-50-III-55.
- Zecconi, A., R. Piccinini, G. Casirani, E. Binda, and L. Migliorati. 2003. Effects of automatic milking system on teat tissues, intramammary infections and somatic cell counts. *Italian. J. Anim. Sci.* 2:275.