

Direcionadores de custos: estudo comparativo entre propriedades leiteiras com o sistema de ordenha automatizada e convencional no Brasil¹

Gabriel Moresco², Jean Philippe Palma Révillion³, Angela Rozane Leal de Souza⁴

¹Submetido em 24-03-17 e aprovado em 17-10-17

²Mestre em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), CEP 91540-000; E-mail: gabrielmoresco@outlook.com

³Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), CEP 91540-000; E-mail: jeanpr@gmail.com

⁴Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), CEP 91540-000; E-mail: angela.rsl@gmail.com

Resumo - O objetivo deste estudo foi identificar e analisar os principais direcionadores de custos existentes em uma propriedade leiteira após a adoção do Sistema de Ordenha Automatizada (SOA) de forma comparativa com duas propriedades leiteiras de perfil semelhante, porém com o Sistema de Ordenha Convencional (SOC). A coleta de dados foi realizada no período de agosto a dezembro de 2015, por meio de entrevistas semiestruturadas nas respectivas sedes das propriedades leiteiras. Analisando alguns direcionadores de custos explorados na propriedade que adotou o SOA, foi possível estabelecer principalmente que ocorreu: a) redução da mão de obra necessária para as atividades; b) redução de gastos com tratamento veterinário e, c) aumento da produtividade do rebanho por meio do aumento do número de ordenhas/vaca/dia. A adoção do SOA na propriedade leiteira estudada impactou positivamente no controle dos custos, porém, existem fatores não econômicos responsáveis pela aceitação e satisfação na adoção deste sistema, como razões sociais (melhora da qualidade de vida dos funcionários e do proprietário). Complementarmente, observa-se que propriedades com SOA em fase inicial chegam a níveis de produtividade da mão de obra semelhantes à de propriedades com SOC em alta escala. Porém, à medida que a propriedade com SOA expande as unidades robóticas, a ponto de chegar próximo à escala de animais de propriedades com SOC, o índice de produtividade da mão de obra de propriedades com SOA torna-se superior.

Palavras-chave: Produção de leite; Sistema de ordenha automática; Vantagem competitiva.

Cost drivers: a comparative study between farms with automatic and conventional milking system in Brazil

Abstract - The aim of this study was to identify and analyse the main cost drivers on a dairy farm after the adoption of the Automatic Milking System (AMS) in comparison with two dairy farms of similar profile, but with the Conventional Milking System (CMS). Data collection was conducted from October to December 2015 through semi-structured interviews in the respective head office of dairy farms. Analysing the cost drivers explored on property that adopted the AMS, has been stated mainly to: a) there was a reduction of labour required for activities; b) reduced spending on veterinary care and, c) increased in herd productivity by increasing the number of milking per cow per day. The adoption of AMS in dairy farm studied impacted positively on cost control. However, there are no-economic factors responsible for acceptance and satisfaction in the adoption of this system, as social reasons (improved the life quality of employees and owner). In addition, it is noted that dairy farms with AMS in the initial stage achieve to labour productivity levels similar to the dairy farms with CMS on a large scale. However, as the property with AMS expands the robotic units, to the point to get near of the animal scale in dairy farms with CMS, the labour productivity index with AMS dairy farms become higher.

Keywords: Automatic milking system; Competitive advantage; Milk production.

1 Introdução

A estratégia de controle de custos de uma organização é fundamental na manutenção de sua competitividade. A identificação e mensuração das atividades de relevância estratégica em uma cadeia de valor (conjunto de atividades primárias e de apoio) permite compreender o comportamento dos custos e as fontes existentes e potenciais de diferenciação, tornando-se assim, fontes de vantagem competitiva (PORTER, 1989).

Os principais direcionadores de custos de atividades de valor são relacionados à capacidade da organização de se beneficiar de economias de escala, da diminuição de custos decorrentes da aprendizagem ou experiência acumulada na execução de determinados processos, do padrão de utilização da capacidade produtiva, das escolhas de tecnologias e seus desdobramentos no processo produtivo e na manutenção da qualidade dos produtos.

Esses indicadores são pertinentes para compreender as razões subjacentes pelas quais as atividades relacionadas a adoção de um novo processo podem subsidiar a adoção de uma estratégia de baixo custo. Na produção de leite no Brasil, um processo emergente e promissor é representado pela adoção do Sistema de Ordenha Automatizada (SOA), portanto, a análise de como esses direcionadores são impactados pela adoção dessa nova tecnologia torna-se relevante.

O SOA tem como principal finalidade a produção eficiente de leite, via automatização completa do processo de ordenha, com diversos subsistemas atuantes, que gerenciam as funções do processo de ordenha com alto grau de eficiência. Enquanto que em uma ordenha convencional os produtores necessitam levar os animais à sala de ordenha nos horários pré-definidos (normalmente limitados a duas vezes por dia em detrimento do tempo e mão de obra empregado), os sistemas automáticos dependem somente da necessidade dos animais para se dirigirem à unidade robótica, numa lógica de *self service* (ingestão de alimento concentrado no momento da ordenha), várias vezes ao dia (De KONING e RODENBURG, 2004).

A adesão deste sistema, entre outros benefícios, oferece ao gestor maior disponibilidade em tempo livre para a gestão agrícola, de família e de atividades recreativas

(ROTZ et al., 2003; JENSEN, 2004). A possibilidade da realização da ordenha sem depender de mão de obra humana é uma característica importante para este sistema, a fim de reduzir a alta mão de obra da ordenha que é necessária em propriedades com SOC (De KONING et al., 2002, 2011).

O sistema também favorece a gestão da propriedade leiteira, informando ao produtor em tempo real a situação da produção e de cada animal por meio de sensores automáticos que, principalmente, monitoram a saúde do úbere, produção de leite, estado reprodutivo, consumo de ração, etc. Este aporte de informações possibilita uma potencialização da genética individual de cada animal, sendo que esta quantidade de informações não é facilmente obtida em sistemas convencionais (SPAHR e MALTZ, 1997).

O SOA apresenta um potencial que vai muito além da redução e flexibilização da mão de obra nas atividades gerenciais da propriedade leiteira. Entre as inúmeras facilidades que o Sistema proporciona, é possível um tratamento individual, onde o administrador da propriedade pode potencializar a produção de cada animal (HOGEVEEN et al., 2001; SVENNERSTEN-SJAUNJA e PETTERSSON, 2008).

Apesar da difusão intensa dessa tecnologia nos principais países produtores de leite e, da crescente adoção do sistema por produtores altamente qualificados no Brasil, inexistem estudos sobre a potencialidade econômica dessa tecnologia no nosso País. Esse estudo buscou identificar como a adoção do SOA impactou nos principais direcionadores de custos existentes em uma propriedade leiteira. Para tanto, foram identificados e analisados os direcionadores de custos em uma propriedade leiteira na Mesorregião Centro Oriental Paranaense (Mesorregião COP), no Estado do Paraná, que adotou o SOA – de forma comparativa com duas propriedades leiteiras de perfil semelhante, porém com o Sistema de Ordenha Convencional (SOC).

De fato, essas propriedades apresentam características únicas para o entendimento das potencialidades do uso do SOA em relação ao sistema SOC no Brasil, em função do acúmulo de experiência dos gestores destes sistemas produtivos e do grau de controle exercido sobre esses sistemas – gerando dados pertinentes para

avaliação de suas potencialidades competitivas – em um ambiente de excelência para a produção de leite de qualidade no Brasil (em função da consolidação de um aglomerado produtivo com características diferenciadas na Mesorregião COP).

A Mesorregião COP é a que possui maior destaque e relevância no cenário nacional de produção de leite pela alta densidade de produtores, homogeneidade das propriedades, alto grau tecnológico e também tradição na pecuária leiteira. A propriedade leiteira foco deste estudo foi a primeira propriedade da América Latina a adotar o SOA no segundo semestre de 2012, sistema este que foi implantando na Europa em 1992 (De KONING, 2010) e que a partir dos anos 2000 teve uma grande difusão internacional para produtores que buscam de primeiro momento a redução da mão de obra, otimização da produção de leite e melhor qualidade de vida (MATHIJS, 2004; HOGVEEN et al. 2004; STEENEVELD e HOGVEEN, 2015).

2 Material e Métodos

Nessa pesquisa foi utilizado o método de estudo de caso, que se caracteriza pelo estudo incisivo de um ou de alguns objetos, permitindo o seu conhecimento em detalhes, o que seria difícil de ocorrer em outros procedimentos metodológicos (GIL, 1999). No estudo de caso, o pesquisador propõe-se a investigar um fenômeno contemporâneo, em seu contexto real por meio do uso de técnicas associadas: entrevistas, consulta a dados secundários e observação (YIN, 1994).

Neste estudo, buscou-se em fontes de dados secundários, elementos para compreender as forças atuantes nos direcionadores de custos em propriedades leiteiras que adotaram o SOA. Encontrou-se diversas publicações relacionadas ao SOA, provenientes de trabalhos científicos publicados em revistas e eventos do setor leiteiro, bem como publicações técnico-científicas de organizações governamentais e privadas. Entretanto inexistem trabalhos científicos publicados no Brasil e, portanto, as fontes de dados secundários foram obtidas na literatura internacional.

O roteiro semiestruturado foi desenvolvido a partir da revisão da literatura sobre direcionadores de custos descritos por Porter (1989), aplicados no SOA e adaptados a partir do

apoio de três professores universitários especialistas, sendo um de área relacionada à produção leiteira e dois professores de área relacionada à gestão estratégica de custos. Esse questionário abordou questões sobre o impacto da adoção de cada sistema de coleta do leite (SOA ou SOC) em relação a possibilidade das organizações explorarem de economias de escala, a diminuição de custos decorrentes da aprendizagem ou experiência acumulada na execução de determinados processos, o padrão de utilização da capacidade produtiva e outros aspectos particulares de cada tecnologia (como o controle sanitário do rebanho) que se refletem na produtividade e custo de produção da atividade leiteira.

Os levantamentos de experiência, através de entrevistas individuais com especialistas e tomadores de decisão das organizações estudadas, foram utilizados para reforçar percepções de causa e efeito dos fenômenos observados (YIN, 1994). Durante a realização das entrevistas nas respectivas sedes das propriedades leiteiras, no período de outubro a dezembro de 2015, ocorreram também observações diretas a fim de constatar se o conteúdo descrito pelos entrevistados convergia ou divergia da realidade das propriedades. As perguntas dos questionários foram adaptadas às características das propriedades leiteiras, sem a realização de pré-testes das entrevistas.

Nessa pesquisa procurou-se ampliar o conhecimento existente sobre um fenômeno, a partir da exploração dos *insights* decorrentes da análise de uma ou duas empresas “arquetipo” que representem uma tipologia específica de organização, ou uma conjuntura decisória apropriada ao fenômeno estudado: as propriedades com SOA e SOC. Essa configuração de pesquisa busca evidenciar de que maneira os direcionadores de custos tem um comportamento diferenciado em cada sistema na produção de leite.

Nesse sentido, as três propriedades leiteiras localizadas no município de Castro, na Mesorregião COP, no Estado do Paraná, são representantes adequadas das potencialidades de cada sistema produtivo – visto que outros fatores mitigatórios ao seu desempenho são minimizados nesse contexto. A propriedade leiteira com o SOA localizada no município de Castro foi a primeira a ter adotado este sistema no Brasil. Já as outras

duas propriedades com o SOC localizadas neste mesmo município, apresentam perfis semelhantes (instalações, alimentação, rebanho, manejo e gestão), representando assim casos comparáveis. Todas propriedades leiteiras apresentam instalações do tipo sistema intensivo (*free stall*¹), sendo que a propriedade com o SOA possui

instalações adaptadas para as características das duas unidades robóticas instaladas no local.

No Quadro 1 a seguir, apresenta-se as características gerais simplificadas das propriedades leiteiras estudadas, buscando destacar diferenças e semelhanças entre ambas.

Tabela 1 Características gerais das propriedades leiteiras estudadas

Características	Propriedade com SOA	Propriedade com SOC – 1	Propriedade com SOC – 2
Fundação	2012	1953	1960
Formação dos gestores	Possui ensino médio com técnico agrícola e atua no setor leiteiro há mais de 3 anos.	Possui ensino médio e atua no setor leiteiro há mais de 30 anos.	Pai e filho, sendo que o pai possui ensino médio e atua no setor leiteiro há mais de 30 anos e o filho possui ensino superior em Engenharia Agrônômica e atua no setor leiteiro há mais de 2 anos.
Principal fonte de renda		Produção de leite cru.	
Nº de funcionários*	5	15	20
Produção diária de leite	4.500 litros.	11.000 litros.	23.000 litros.
Vacas em lactação	137	300	605
Média de produtividade	33 litros/vaca/dia.	36,5 litros/vaca/dia.	38 litros/vaca/dia.
Entrega do leite		Cooperativa local.	

*Funcionários que atuam diretamente nas atividades diárias da propriedade.

O Município de Castro apresentou em 2014 a produtividade média por vaca (rebanho leiteiro versus produção de leite) de 7.470 litros/vaca/ano, semelhante à produtividade da Holanda (7.747 litros/ vaca/ano) e Alemanha (7.541 litros/ vaca/ano), segundo dados do Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat, 2014). Entretanto, a produtividade média por vaca no Brasil, ainda é pouco expressiva, alcançando em 2014 a marca de 1.525 litros/vaca/ano (IBGE, 2014).

Observou-se que as três propriedades apresentam semelhanças quanto a perfis de eficiência produtiva e atividades gerenciais, o que era esperado quando da escolha destas propriedades a fim validar a comparação da propriedade com o SOA com as outras duas propriedades com o SOC (Quadro 2).

3 Resultados e Discussão

Nos processos gerenciais das três propriedades estudadas, observou-se que a utilização dos determinantes de custos ocorre por um processo de conhecimento e experiência que os gestores e funcionários adquiriram com o decorrer do tempo na atividade, ou seja, mesmo

que sem um embasamento conceitual ou literário, as propriedades leiteiras utilizam os determinantes de custos para a tomada de decisões e são conscientes da importância nas vantagens obtidas através da redução dos custos de produção.

A primeira fase da adoção da tecnologia SOA é caracterizada pela adaptação dos animais ao sistema de ordenha automatizada. Esse processo de transição, do SOC para o SOA, na propriedade estudada requereu um período de adaptação, tanto do rebanho quanto dos gestores e funcionários da propriedade leiteira. Este processo transitório é crítico para o sucesso futuro do Sistema, para que as atividades da propriedade interajam fluentemente com o SOA.

Os funcionários e gestores da propriedade com o SOA passaram por um processo adaptativo decorrente da adoção do sistema, onde foram necessários cursos de capacitação de como operar o software do sistema para interpretar os dados e tomar decisões a partir deles para tratamento prévio individual dos animais e também realizar o manejo inicial das vacas na unidade robótica de ordenha.

¹Estabulação livre, onde as vacas ficam soltas dentro de uma área cercada, sendo parte dela livre para alimentação e exercícios e a outra parte, dividida em baias individual e forrada com cama, é destinada ao descanso dos animais.

Portanto, nesse período, a Propriedade com SOA apresentou um maior número de gastos com capacitação dos funcionários, principalmente no período inicial de adaptação ao SOA. Mesmo assim, o diretor executivo relatou que “o processo adaptativo foi encarado como algo tranquilo, um processo no qual não houve problemas” (informação verbal)².

²Entrevista I – Propriedade com SOA concedida ao entrevistador, em 2015

Em relação a adaptação dos animais, esse é um processo gradativo mas natural em que cada vaca “aprende” que na unidade robótica é possível se alimentar de concentrado e aliviar a pressão do úbere pela ordenha. De fato, Prescott et al. (1998) concluíram que a principal motivação para as vacas irem ao robô no sistema SOA era para comer o concentrado.

Este sucesso no processo adaptativo da adoção do SOA é evidenciado por outros autores, onde o período transitório levou de uma a no máximo quatro semanas de manejo para atingir uma taxa de sucesso de 80 a 90% das vacas que visitam a unidade robótica de maneira voluntária (RODENBURG, 2002; JACOBS e SIEGFORD, 2012; MORESCO et al., 2015).

Passado esse período de adaptação na propriedade com SOA, onde duas unidades robóticas realizam o processo de ordenha automatizada 24 horas por dia, os animais se dirigem voluntariamente até o equipamento por vontade própria onde um braço robótico realiza as operações necessárias a coleta higiênica do leite e, concomitantemente, promove a alimentação dos animais com alimento concentrado.

O processo de ordenha no sistema SOA envolve a identificação prévia do animal (que se aproxima do equipamento) e avaliação do número de vezes que esse animal foi ordenhado (usualmente de 3 a 5 vezes a cada 24 horas), sua produção de leite, e sua potencialidade produtiva para receber mais alimento concentrado – quanto maior a eficiência produtiva do animal (transformação de nutrientes em sólidos do leite) maior a frequência de ordenhas realizadas no animal que pode ter permitida (ou não) sua entrada no cubículo de ordenha por um sistema automatizado de portas de entrada e saída.

Além disso, antes da ordenha em si, o equipamento SOA realiza limpeza dos tetos dos

animais com um braço robótico ligado a uma teteira de higienização que lava com água morna e seca cada teto individualmente – esse processo é estimulante para a produção de leite. Depois da ordenha, os tetos recebem uma solução *post dipping*, as teteiras são esterilizadas com vapor e secas com fluxo de ar e o piso do cubículo é limpo com jatos de água.

Essa automatização da atividade de coleta do leite no sistema SOA elimina completamente a necessidade de intervenção humana para a condução dos animais até a ordenhadeira, higienização do úbere e tetos do animal (pré e *post dipping*), inserção das teteiras da ordenhadeira no úbere do animal e acompanhamento da ordenha como no sistema convencional,

Dessa forma, a adoção dessa tecnologia permitiu uma redução na mão de obra necessária à ordenha, sendo necessário um menor efetivo de funcionários. Assim, nessa propriedade, a produtividade média da mão de obra passou de 500 para os atuais 900 litros/dia/funcionário (5 funcionários e média de produção diária de 4.500 litros de leite) com a transição tecnológica. Esta taxa de utilização de mão de obra é semelhante a encontrada por Moresco *et al.* (2015) em uma propriedade leiteira em Portugal com duas unidades robóticas e 4 funcionários: em torno de 800 litros/dia/funcionário.

Ressalva-se, porém, que quando da adoção do SOA, a utilização da capacidade das unidades robóticas estava em pouco mais de 57% e, gradativamente, ocorreu um aumento do rebanho a fim de alcançar a capacidade máxima sugerida pela empresa responsável pelo SOA, que é de até 70 animais por unidade robótica ou em torno de 3.000 litros de leite por dia/unidade. Atualmente a capacidade de utilização das unidades robóticas, segundo o número de animais, está entre 98% (137 animais em lactação para duas unidades robóticas) ou 75% (em torno de 2.250 litros de leite por dia/unidade) considerando o limite de capacidade de volume de leite coletado.

Aumentando a produtividade, o diretor executivo espera alcançar a produção diária de 5.000 litros de leite após atingir a capacidade máxima de animais por unidade robótica, elevando assim a produtividade da mão de obra para 1.000 litros/dia/funcionário (5 funcionários e média de produção diária de 5.000 litros de leite),

tendo neste aspecto, uma perspectiva de aumento futuro superior a 11% na produtividade da mão de obra, convergindo com resultados encontrados por diversos autores (SONCK, 1995; De KONING et al. 2002; HOGEVEEN et al. 2004; BIJL et al. 2007; De KONING, 2011; JACOBS e SIEGFORD, 2012).

Já a produtividade de mão de obra da Propriedade com SOC - 1 foi inferior às demais, com 733 litros/dia/empregado (15 funcionários e média de produção diária de 11.000 litros de leite), o que representa 23% a menos de média de produtividade da mão de obra comparado com a propriedade com SOA. Este fato já é de conhecimento do diretor executivo da propriedade com SOC - 1, que justifica a baixa produtividade da mão de obra em função das políticas da empresa de garantir as leis trabalhistas como por exemplo máximo de 40 horas semanais de trabalho e pagamento de hora extra aos finais de semana. Em 2008, ao regulamentar estas políticas internas com seus funcionários, a propriedade quase dobrou o efetivo, passando de 8 para 15 funcionários em 2015. A realização de três ordenhas diárias também exige um grande número de funcionários, pois o funcionário que realiza a primeira e a segunda ordenha terá encerrado o turno antes do início da terceira ordenha do dia.

Por último, a propriedade com SOC - 2 obteve uma produtividade de mão de obra de 1.115 litros/dia/empregado (20 funcionários e média de produção diária de 23.000 litros de leite), superior 24% em relação à propriedade com SOA e 52% frente a média da propriedade com SOC -1. O diretor executivo da propriedade com SOC - 2 considera que esta alta eficiência da mão de obra é fruto da organização da propriedade e histórico de inserção na bovinocultura de leite. De fato, o sistema de ordenha adotado nessa propriedade permite a coleta de leite de vários animais ao mesmo tempo - processo otimizado pela experiência da equipe mobilizada para essa atividade.

Contudo, a propriedade com SOA está em processo de duplicação de duas para quatro unidades robóticas, porém não terá necessidade de aumentar o efetivo de funcionários, fazendo com que a projeção da produtividade da mão de obra também duplique, podendo alcançar 1.800 litros/dia/empregado. Essa projeção, dependente de incorporação no plantel de animais com

produtividade equivalente a atual, permite ilustrar o potencial de ganhos de escala dessa tecnologia considerando a mobilização desproporcional de mão de obra com o aumento do número de equipamentos.

É importante notar porém que, dobrando o número de unidades robóticas e consequentemente dobrando o número de animais, que é uma perspectiva do diretor executivo da propriedade com SOA, a produtividade da mão de obra irá superar os valores da propriedade com SOC - 1 (733 litros/dia/empregado) e da propriedade com SOC - 2 (1.115 litros/dia/empregado). Portanto, à medida que a propriedade com SOA eleva a escala de produção (4 unidades robóticas para aproximadamente 280 vacas em lactação), a produtividade da mão de obra salta para os já citados 1.800 litros/dia/empregado e alcança valores bem maiores do que propriedades que exploram ao máximo economias de escala, que é o caso da propriedade com SOC -2 que possui 1.115 litros/dia/empregado com 605 vacas em lactação.

Considerando as três propriedades estudadas, todas estão bem acima da média brasileira de produtividade de mão de obra de 486 litros/dia/empregado, segundo dados de 2009 da IFCN (International Farm Comparison Network), que utiliza fazendas a partir de determinado número de vacas, desconsiderando propriedades leiteiras com baixo volume de leite produzido.

Comparando-se as médias de produtividade da mão de obra de países importantes no panorama do leite, de acordo com dados do IFCN (2009), observa-se que exemplos como Alemanha (841 litros/dia/empregado) e EUA (890 litros/dia/empregado) apresentam médias semelhantes às observada na propriedade com SOA (900 litros/dia/empregado).

Apesar da evidência de aumento da produtividade da mão de obra na propriedade estudada com SOA, não ocorreu dispensa de mão de obra, mas sim redução de mão de obra de ordenha e a possibilidade de dedicação de mão de obra em outras atividades da propriedade leiteira: este direcionamento da mão de obra que antes era necessária para a ordenha é relatada por diversos autores, onde novas atividades são necessárias, como serviços de manutenção das instalações, o controle das informações de produtividade de

cada animal, fornecidas pelo sistema, e também o monitoramento sanitário de animais que apresentam quedas de produtividade não previstas (SCHÖN et al. 1992; LIND et al., 2000; De KONING et al., 2002).

Entretanto, no SOA pode ocorrer aumento dos gastos com produtos necessários para a higienização *cleaning in place* das partes da unidade robótica que entram em contato com o leite (duas a três vezes ao dia), bem como dos gastos com energia devido ao fato do sistema operar intermitentemente, diferente dos sistemas convencionais de ordenha, que operam em 2 ou 3 períodos do dia. Porém, neste estudo não foram obtidos dados quantitativos referente a este aumento de gastos.

Um outro aspecto diferencial do SOA é que a cada ordenha ocorre análise de indicadores físico-químicos da qualidade do leite de cada animal obtido tornando possível identificar precocemente problemas de doenças de úbere, evitando que estas tornem-se clínicas e reduzam significativamente a produtividade do animal e tornem obrigatório o descarte desse produto alterado. O diretor executivo da propriedade com SOA descreveu que “o robô alerta no software que determinado animal está com um dos quartos do úbere (correspondente a um teto) com alteração na qualidade do leite, sendo possível medicar especificamente o teto com este início de mastite subclínica caso seja necessário” (informação verbal)³.

³Entrevista I – Propriedade com SOA concedida ao entrevistador, em 2015.

Isso é possível pela análise automática da condutividade do leite na unidade robótica do SOA, de cada quarto do úbere, de cada animal ordenhado (identificado por um chip) a cada ordenha. Assim, é possível identificar problemas na qualidade do leite através de mudanças nesse fator oriunda de problemas de saúde do úbere – quando uma vaca apresenta mastite sub-clínica ocorre aumento das concentrações de íons sódio e cloreto no leite, com intensidade que depende da resposta inflamatória do animal, com aumento da condutividade elétrica (NIELEN et al., 1992). Dessa forma, a pessoa responsável pela operação deste sistema define os limites para considerar um animal apto ou não para a ordenha (com redirecionamento do leite desnaturado, de forma automática) e pode direcioná-lo para tratamento clínico. Steeneveld et al. (2010) relataram que a

utilização do banco de dados do software reduz perdas de produção de leite e também custos com tratamentos veterinários.

Essa sistemática de controle do leite não é usualmente aplicada nos sistemas convencionais de forma tão precisa e automatizada, uma vez que a análise de doenças de úbere a nível subclínico (como o California Mastit Test - CMT) depende da eficácia na sua preparação (de reagentes e aplicação do teste) e também não é realizada diariamente na propriedade por questões de custos. Com isso, a ocorrência subclínica de doença de úbere pode avançar para um quadro clínico - neste caso, as perdas de produtividade em função da manutenção de animais debilitados e sob tratamento clínico, com descarte obrigatório do leite, são majoradas.

Portanto, a adoção do SOA reduz os gastos com tratamento veterinário e diminui a incidência de moléstias que diminuem a produtividade leiteira como a mastite subclínica, que não apresenta sintomas visíveis, mas é responsável por aproximadamente 70% das perdas econômicas (custos com tratamentos e até mesmo o descarte precoce das vacas) decorrentes desta doença (MÜLLER, 2000; CARDOSO et al., 2005). Essa doença em particular têm o potencial de diminuir mais de 20% da produção de leite de um animal doente durante seu ciclo produtivo anual (AULDIST e HUBBLE, 1998; HORTET e SEEGER, 1998).

Nessa pesquisa, uma das propriedades estudadas com SOC (a propriedade com SOC – 1) foi pioneira na adoção de ordenha mecânica no Brasil com sistema de análise de condutividade do leite – o que a torna mais comparável, nesse quesito, com a propriedade com SOA.

Além disso, o SOA representa um sistema aperfeiçoado de ordenha em relação ao SOC pois a pressão de sucção na teteira é diferenciada para cada teto: quando termina o de menor rendimento a pressão nele cessa, evitando lesões que promovem o desenvolvimento de infecções no animal. Esse mecanismo promove, portanto a manutenção da saúde e produtividade do rebanho.

Finalmente, a manutenção dos animais em um ambiente controlado (o *free-stall* pode ser fechado lateralmente com cortinas plásticas e ventilado por ventiladores de teto, gerando fluxo de ar do interior para o exterior do ambiente) favorece o controle de vetores de doenças

(moscas) e aumentam o bem estar animal pela manutenção de temperaturas mais amenas e sem o stress gerado por picadas de insetos – o que favorece a produtividade e a longevidade dos animais.

Em relação ao incremento da produtividade do rebanho (produção de leite/vaca/dia) no sistema SOA foi observado na propriedade estudada que a adoção dessa tecnologia promoveu um aumento da média diária de produção de leite por animal, de 31 litros/vaca/dia (80 vacas em lactação produzindo 2.500 litros de leite diariamente) para 33 litros/vaca/dia (137 vacas em lactação produzindo 4.500 litros de leite diariamente) com média diária de 2,5 ordenhas. Isso significa um aumento de 6,5% na produtividade do rebanho - este aumento do volume de produção do leite por animal converge com diversos estudos, onde foi obtido aumento de até 12% na produtividade (De KONING et al. 2002; WAGNER-STORCH e PALMER, 2003; WADE et al. 2004; MELIN et al. 2005).

Já a projeção do diretor executivo da propriedade é que após alcançar o limite de animais ordenhados por dia, a produtividade alcance a média de 36 litros/vaca/dia, ou seja, um aumento de produtividade superior a 16%. Este crescimento da produção - que estará correlacionado à utilização adequada dos dados fornecidos pelo SOA - deve ocorrer principalmente como resultado da melhoria da genética do rebanho, da nutrição e da redução de doenças subclínicas no úbere.

Referente à produtividade dos animais das propriedades com SOC 1 e 2, ambas apresentam vacas com produtividade superior à propriedade com SOA. Tendo a propriedades com SOC – 1 a média histórica dos últimos 12 anos semelhante aos atuais 36,5 litros/vaca/dia (300 vacas em lactação produzindo 11.000 litros de leite diariamente). Já a propriedade com SOC – 2 obteve um crescimento médio da produtividade de 2 litros/vaca/dia nos últimos 10 anos, sendo que em 2012 a propriedade operava com uma média de produtividade de 38,3 litros/vaca/dia (480 vacas em lactação produzindo 18.000 litros de leite diariamente), próximo aos atuais (2015) 38,5 litros/vaca/dia (585 vacas em lactação produzindo 22.522 litros de leite diariamente).

A propriedade com SOA ainda está em processo adaptativo, uma vez que o rebanho está crescendo. Este fato faz com que ocorra uma grande quantidade de vacas de primeira lactação, que apresentam menor porte e produzem menor quantidade de leite. Aliado a isto, a genética do rebanho é recente, diferente das propriedades com SOC 1 e 2 que estão a mais de cinco e quatro décadas, respectivamente, inseridas na atividade leiteira.

Referente às bonificações que a Cooperativa paga pelo litro de leite, além de aspectos como qualidade e estado de conservação térmica do leite, também ocorre bonificação pelo volume de leite entregue diariamente, onde quanto maior o volume entregue por cada propriedade, menor será a possibilidade de ocorrer mistura de lotes de leite entre propriedades e conseqüentemente abertura de brechas para dissolução de um lote de leite de qualidade inferior entre os demais. Por exemplo, a partir de 16.000 litros de leite, é pago 12% de bonificação sobre o preço base. Abaixo deste volume, é pago bonificação de 8% sobre o preço base.

Portanto, a propriedade com SOA e a propriedade com SOC - 1 recebem bonificação de 8% sobre o preço base pelo volume de produção diário. Já a propriedade com SOC – 2 recebe 12%, pois sua produção é bem superior aos 16.000 litros/dia.

Destaca-se também a funcionalidade do tratamento individual de cada animal por meio do SOA, que proporcionou à propriedade com este sistema a possibilidade de potencializar individualmente as vacas em lactação com desempenho acima da média, ou seja, animais que alcançam um patamar de produção diária de leite recebem uma suplementação complementar de alimento concentrado (ração) automaticamente pela unidade robótica no momento da ordenha, a fim de auxiliar no estímulo do aumento da produção de leite. Caso ocorra resposta do animal e ele aumente a produtividade, há um próximo patamar de produção diária de leite que, após alcançado, aumenta a quantidade da oferta deste alimento concentrado, e assim sucessivamente até um limite de alimento fornecido no momento da ordenha, determinado pelo funcionário operador do sistema. Spahr e Maltz (1997) também descreveram que a potencialização da genética

individual de cada animal eleva a eficiência do rebanho, o que não é facilmente obtido em SOC.

Complementarmente, animais com produção acima da média tendem a visitar a unidade robótica mais vezes, como o diretor executivo relatou que “algumas vacas alcançaram média de 4,2 ordenhas por dia” (informação verbal)⁴. Este alto número de ordenhas ocorre pelo fato de vacas com elevado volume de produção diária de leite necessitarem de um número maior de ordenhas diárias frente às vacas com produção inferior, pois reduz a pressão exercida pelo leite no úbere (bem-estar animal) e consequente estimulação para maior produção do leite. Este aumento da produção de leite decorrente da elevação da média de visitas por vaca à unidade robótica é relatado em vários trabalhos (MORITA et al. 1996; LIND et al. 2000; FRIGGENS e RASMUSSEN, 2001; SMITH et al. 2002; JAGO et al. 2007; MADSEN et al., 2010; De KONING, 2010; De KONING, 2011)

Já nas propriedades com SOC 1 e 2, são realizadas três ordenhas diárias para todas as vacas em lactação, sem distinção de produtividade, além de que a realização de três ordenhas diárias aumenta a demanda por mão de obra nesta atividade.

O diretor executivo da propriedade com SOA destacou ainda que “produtores pequenos ao invés de realizarem duas ordenhas diárias fixas por animal, podem, com este sistema, saltar para a média de 2,5 ordenhas diárias por vaca, que possui equivalência de três ordenhas diárias em um SOC”, porém sem a necessidade de elevar a mão de obra nesta atividade. Portanto, é possível realizar um maior número de ordenhas diárias por vaca, sem a necessidade de incremento da mão de obra.

A adoção deste sistema pela propriedade com SOA trouxe também benefícios à qualidade de vida dos funcionários e do proprietário (diretor executivo) do estabelecimento, pois devido à redução de mão de obra de ordenha foi possível aumentar a liberdade do diretor executivo em monitorar a ordenha à distância, sem a necessidade de estar presente fisicamente nos períodos de ordenha, como ocorre em propriedades com SOC. Como o gestor executivo relatou que “um produtor de leite com o SOC

necessita cancelar ou interromper um compromisso pessoal quando este é no período de ordenha” (informação verbal)⁴. Já com o SOA o proprietário possui flexibilidade para as atividades particulares, proporcionando liberdade e desconexão da sua vida profissional nos momentos de lazer. Esta busca por melhorias na vida social é descrita por vários autores, onde o produtor opta por este sistema, e não somente por questões econômicas (MESKENS e MATHIJS, 2002; ROTZ et al. 2003; MATHIJS, 2004; WADE et al. 2004; HOGEVEEN et al. 2004; de KONNING, 2011; JACOBS e SIEGFORD, 2012; STEENEVELD e HOGEVEEN, 2015).

Porém, o diretor executivo destacou que existe a possibilidade de ocorrer um problema no sistema em qualquer período do dia, inclusive à noite. Este fato é relativo pois “pode ocorrer problema no sistema dois dias seguidos, bem como ocorrer semanas sem ocorrência de problema algum” (informação verbal)⁴.

4 Conclusão

O Sistema de Ordenha Automatizada (SOA), também conhecida como “VMS” de *voluntary milking system*, utiliza um equipamento que integra um braço robótico e sistemas de controle da produção e qualidade do leite de cada animal do rebanho – substituindo integralmente a intervenção humana nesse processo.

Apesar de seu desenvolvimento e difusão não ser recente nos principais países produtores de leite no mundo, sua adoção no Brasil ocorreu somente há poucos anos, ainda de maneira pontual, e tem suscitado um interesse crescente frente as vantagens potenciais que oferece em relação ao sistema de ordenha mecanizado convencional.

Essa pesquisa identificou o impacto dessa tecnologia em diversos direcionadores de custo da atividade de produção de leite (confirmando a literatura internacional sobre o tema) e evidenciou algumas de suas potencialidades – a partir de um estudo multi-caso comparativo entre duas propriedades que utilizam o sistema de ordenha mecanizado convencional e uma propriedade que utiliza o sistema de ordenha automatizado na Região de Castro no estado do Paraná.

⁴Entrevista I – Propriedade com SOA concedida ao entrevistador, em 2015.

Em primeiro lugar, as evidências empíricas da pesquisa confirmaram que a adoção tecnológica – dependente da adaptação da equipe de funcionários e do rebanho leiteiro ao sistema – ocorreu sem problemas e de forma breve.

A partir dessa etapa, foi possível constatar nesse estudo que o SOA apresenta potencialidade de incrementar a produtividade da mão de obra e do rebanho leiteiro – sendo sensível a economias de escala pois esses dois indicadores evoluem de forma positiva e desproporcional com o aumento do número de unidades robóticas instaladas. Essa evolução é secundada pelo aumento do bem estar animal e melhoria do controle sanitário do rebanho, como indicado pela literatura internacional.

Essas características tornam essa tecnologia particularmente pertinente ao setor produtor de leite no Brasil frente a dramática necessidade de incremento da especialização e desempenho dessa atividade – processo que pode ser extensível aos pequenos e médios produtores que acessam o sistema através de investimentos de cooperativas agropecuárias e industriais (como já ocorre no estado do Rio Grande do Sul).

Por essas razões e frente a crescente carência de mão de obra no setor rural e da busca de maior qualidade de vida e rentabilidade pelos produtores, a tecnologia tende a apresentar uma rápida difusão no setor – apesar da importância do investimento necessário para a aquisição do sistema.

Essa pesquisa representa um estudo exploratório, a partir de poucos casos específicos, e não pode nem pretende ser conclusiva em sua análise. Porém, esse estudo apresenta algumas considerações que podem inspirar e balizar pesquisas mais abrangentes e de natureza quantitativa sobre os impactos da adoção do SOA no Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pelo financiamento dessa pesquisa.

Referências

AULDIST, M. J.; HUBLLE, I. B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Aust. J. Dairy Technol.** v.53, p. 28-36, 1998.

BIJL, R.; KOOISTRA, S. R.; HOGVEEN, H. The Profitability of Automatic Milking on Dutch Dairy Farms. **Journal of Dairy Science.** v. 90, n. 1, p. 239–248, jan. 2007.

CARDOSO, V. L., MONSALVES, F. M., EL FARO, L. Valores econômicos para ocorrência de mastite clínica e contagem de células somáticas em um sistema intensivo de Produção de Leite. 42º Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Goiânia, Goiás. cd-rom. 2005.

De KONING, C. J. A. M.; van de VORST, Y.; MEIJERING, A. Automatic milking experience and development in Europe, In: **Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking**, Toronto, Canada. p. 1 – 11, 2002.

De KONING, C. J. A. M.; RODENBURG, J. Automatic milking: State of the art. In: **Europe and North America. Automatic Milking: A Better Understanding.** p. 27–37, 2004.

De KONING, C. J. A. M. Automatic milking - Common practice on dairy farms. In: **Proc. 1st N. Am. Conf. Precision Dairy Management Conference. and 2nd N. Am. Conference Robotic Milking.** Toronto, Canada. p. 52–67. 2010.

De KONING, C. J. A. M. Automatic milking common practice on over 10,000 dairy farms worldwide. In: **Proceedings of the Dairy Research Foundation Symposium.** The University of Sydney: Camden, NSW. v. 16, p. 14–31, jul. 2011.

FRIGGENS, N. C.; RASMUSSEN, M. D. Milk quality assessment in automatic milking systems: Accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. **Livestock Production Science.** v. 73, p. 45–54, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 206p., 1999.

HOGVEEN, H. et al. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. **Livestock Production Science.** v. 72, p. 157–167, 2001.

HOGVEEN, H.; HEEMSKERK, K.; MATHIJS, E. Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour. In: **A better**

- undesrteanding automatic milking.** MEIJERING, A.; HOGEVEEN, H.; De KONING, C. J. A. M. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. p. 474–475, 2004.
- HORTET, P.; SEEGERS, H. Loss in milk yield and related composition changes resulting from clinical mastitis in dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine.** Ithaca, NY, USA, v. 37, p. 1-20, 1998.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal.** v. 42, 2014. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- IFCN. **Dairy Report 2009.** IFCN Research Center, Kiel, Germany. 2009.
- JACOBS, J. A.; SIEGFORD, M. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. **Journal of Dairy Science.** Champaign, IL. v. 95, n. 5, p. 2227-2247, mai. 2012.
- JAGO, J. G. et al. Supplementary feeding at milking and minimum milking interval effects on cow traffic and milking performance in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Dairy Research.** v. 74, p. 492–499, 2007.
- JENSEN, T. Expectations of automatic milking and the realized socio-economic effects. Pages 78–79 in **Automatic Milking - A Better Understanding.** MEIJERING, A.; HOGEVEEN, H.; De KONING, C. J. A. M. Ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, 2004.
- LIND, O. et al. Automatic milking. **Bulletin of the IDF.** v. 348, p. 3-14, 2000.
- 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.
- MATHIJS, E. Socio-economic aspects of automatic milking, In: **Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding.** MEIJERING, A.; HOGEVEEN, H.; De KONING, C. J. A. M. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. p. 46-55, 2004.
- MELIN, M.; SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; WIKTORSSON, H. Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. **Journal of Dairy Science.** v. 88, p. 3913–3922, 2005.
- MESKENS, L.; MATHIJS, E. Socio-economic aspects of automatic milking: motivation and characteristics of farmers investing in automatic milking systems. **Deliverable D2 from EU Project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006).** 2002. Disponível em: <<http://www.automaticmilking.nl>>. Acesso em: 18 mar. 2016.
- MORITA, S. et al. Effects of concentrate intake on subsequent roughage intake and eating behavior of cows in an automatic milking system. **Journal of Dairy Science.** v. 79, p. 1572–1580, 1996.
- MORESCO, G. et al. Desafios produtivos e econômicos do setor leiteiro português: estudo de caso de uma propriedade leiteira com o sistema de ordenha automática. In: 3º Simpósio da Ciência do Agronegócio. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2015. p. 267-290, 2015. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/cienagro/wp-content/uploads/2015/12/Anais_CIENAGRO_2015_.pdf> Acesso em 28/06/2017.
- MÜLLER, E. E. Profilaxia e controle da mastite. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE, v. 2, **Anais...**, Maringá, p.10-13, 2000.
- NIELEN, M. et al. Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers and meta analysis of mastitis detection performance. **Journal of Dairy Science,** n.75, v.2, p. 606-614, 1992.
- PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva – Criando e Sustentando um Desempenho Superior.** Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- RODENBURG, J. Robotic milkers: What, where... and how much!???. In: Proceedings Ohio Dairy Management Conference. Columbus, Ohio. Ohio State University Extension, Columbus. p. 1–18, 2002.

- ROTZ, C. A.; COINER, C. U.; SODER, K. J. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production. **American Dairy Science Association**. 2003.
- SCHÖN, H.; ARTMANN, R.; WORSTORFF, H. The automation as a key issue in future oriented dairy farming: In: **Proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking**. EAAP. v. 65, p. 7-22, 1992.
- SMITH, J. W. et al. Effect of milking frequency on DHI performance measures. **Journal of Dairy Science**. v. 85, p. 3526-3353, 2002.
- SONCK, B. R. Labor research on automatic milking with a human-controlled cow traffic. **Journal of Agricultural Science**. Holanda. v. 43, n. 3, p. 261-285, 1995.
- SPAHR, S. L.; MALTZ, E. Herd management for robot milking In: **Computers and Electron in Agriculture**. abr. v. 17, ed. 1. p. 53-62, 1997.
- STEENEVELD, W. et al. Discriminating between true-positive and false-positive clinical mastitis alerts from automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**. v. 93, p. 2559-2568, 2010.
- STEENEVELD, W.; HOGEVEEN, H. Characterization of Dutch dairy farms using sensor systems for cow management. **Journal of Dairy Science**. v. 98, n. 1, p. 709-717, jan. 2015.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. M.; PETTERSSON, G. Pros and cons of automatic milking in Europe. **Journal Animal Science**, v. 86, p. 37-46, 2008.
- YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 2nd edition. London: Sage Publications, 1994.
- WADE, K. M. et al. Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production. In: **Automatic Milking - A Better Understanding**. MEIJERING, A.; HOGEVEEN, H. ; De KONING, C. J. A. M. ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, p. 62-67, 2004.
- WAGNER-STORCH, A. M.; PALMER, R. W. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus and automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1494-1502, 2003.