

Pecuária de Precisão: Uso de tecnologias para apoio à tomada de decisão

Marcelo Neves Ribas

Diretor de Pesquisa e Inovação Intergado, Contagem - MG
marcelo@intergado.com.br

Luigi Francis Lima Cavalcanti

Pesquisa & Desenvolvimento Intergado, Contagem - MG

Fernanda Samarini Machado

Pesquisadora Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora - MG

Claudio Antônio Versiani Paiva

Analista Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora - MG

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Pesquisador Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora - MG

1. Introdução

Começo esse texto com duas citações do renomado Consultor e Catedrático na área de administração, William Edwards Deming, e que serão relevantes para discutirmos o processo de gestão em propriedades rurais:

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia”

“Sem dados você é apenas uma pessoa qualquer com uma opinião”

Apesar de estas citações terem norteado o trabalho do Dr. Deming nos anos 50, suas teorias se mostram muito atuais para a realidade que vivemos na pecuária. Neste setor produtivo, ainda imperam os sistemas de produção “tradicionais” que são caracterizados por baixa coleta de dados, o que por sua vez, limita a quantidade de informações necessárias para embasar a tomada de decisão por gestores – produtores e técnicos.

A informação, seja ela de qualquer natureza (científica, econômica, social, técnica, gerencial, produtiva), é considerada como insumo básico do atual cenário competitivo. Como a informação tem papel de suporte aos tomadores de decisão, é importante que cada segmento de mercado direcione seus esforços para a captura, armazenagem e interpretação da informação que melhor lhes convém, de forma dinâmica e precisa. (Dantas, 2005)

Uma das funções essenciais dos fluxos informacionais é dotar os gestores de subsídios imprescindíveis ao processo de tomada de decisões. De acordo com Oliveira e Bertucci (2003), o gerenciamento da informação tornou-se um instrumento estratégico necessário para controlar e auxiliar decisões, através de melhorias do fluxo, do controle, da análise e da consolidação destas informações para os seus usuários. Outro passo fundamental no processo de gestão da informação é a obtenção de dados. Davenport (1998) afirma que o processo mais eficaz de gestão é aquele que incorpora um sistema de aquisição contínua de dados.

Na pecuária brasileira, a inadequação de informações relaciona-se tanto a seu aspecto quantitativo, quanto qualitativo. É muito comum termos insuficiência de dados ou excesso de informações de má qualidade, o que não favorecem uma tomada de decisão específica. Outro

grande problema está relacionado à defasagem das informações. Até mesmo os dados coletados de forma eficiente, quando interpretados tardiamente, podem retardar e, conseqüentemente, comprometer a qualidade da tomada de decisão. Em resumo, os responsáveis pelas decisões (produtores e técnicos) são levados a acreditar em seu “feeling”, quando a objetividade também deveria estar presente neste processo.

A busca pela eficiência produtiva e a adequação dos sistemas de produção às exigências mercadológicas passa obrigatoriamente pela melhoria da gestão de toda cadeia produtiva, em especial das etapas que ocorrem nas propriedades rurais. A **Pecuária de precisão** surge como promessa na pecuária mundial, já que tem como premissa básica a integração de diversas áreas de conhecimento em prol da melhoria na captação e interpretação de dados, e conseqüentemente, otimização da produção animal.

2. Pecuária de Precisão

Pecuária ou Zootecnia de Precisão tem sido denominada como o uso de tecnologias capazes de mensurar indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais dos animais, de forma individualizada, com o objetivo de melhorar as estratégias de gestão e de desempenho da propriedade. Os conceitos de pecuária de precisão já têm sido aplicados em diversos países há alguns anos, principalmente em sistemas de produção mais intensivos e tecnificados, como suinocultura e avicultura; contudo, os conceitos podem ser aplicados para qualquer espécie animal (Frost, 2001).

Apesar de estar em fase inicial de desenvolvimento e adoção, o avanço tecnológico em diversas áreas tem permitido que novos sensores e equipamentos cheguem à pecuária com custos cada vez mais acessíveis. Um dos exemplos de evoluções tecnológicas que tem permitido o crescimento da pecuária de precisão é o surgimento do fenômeno mundial denominado “internet das coisas” (*Internet of Things – IoT*). A IoT surgiu entre 2008 e 2009, no momento em que foram conectados à Internet mais “coisas ou objetos” do que pessoas. Em 2003, havia aproximadamente 6,3 bilhões de pessoas vivendo no planeta e 500 milhões de dispositivos conectados à Internet. O crescimento explosivo de *smartphones* e *tablets* elevou o número de dispositivos conectados à Internet para 12,5 bilhões em 2010, representando 1,84 dispositivos conectados por pessoa. Olhando para o futuro, a previsão é que haverá 50 bilhões de dispositivos conectados à Internet até 2020 (Tabela 1).

Tabela 1 – Nascimento da Internet das coisas e estimativa de crescimento até 2020.

	2003	2010	2015	2020
População Mundial	6,3 milhões	6,8 milhões	7,2 milhões	7,6 milhões
Número de dispositivos conectados à internet	500 milhões	12,5 milhões	25 milhões	50 milhões
Número de dispositivos conectados por pessoa	0,08	1,84	3,47	6,58

Fonte: Adaptado de Evans 2011

Considera-se que a IoT representa a primeira evolução real da Internet, um salto que levará a aplicações revolucionárias com potencial para melhorar consideravelmente a forma como as pessoas vivem, aprendem, trabalham e se divertem (Evans, 2011). A IoT já transformou a Internet em algo sensorial (temperatura, pressão, vibração, iluminação, umidade e estresse), permitindo que sejamos mais proativos e menos reativos, e isto está diretamente ligado à capacidade gerencial de sistema produtivos.

3. Processamento de dados e extração do conhecimento

O aumento exponencial de dados coletados, automaticamente, por dispositivos eletrônicos, traz como consequência direta a geração de grandes conjuntos de dados. Para que esta coleta tenha significado, a massa de dados deverá ser cuidadosamente analisada e interpretada, chegando assim às informações de interesse.

O diagrama apresentado na figura 1 resume as etapas do fluxograma denominado Extração do Conhecimento (do inglês, *Knowledge Discovery in Database* ou KDD). Como pode ser observado, a primeira etapa consiste em retirar do banco de dados os fragmentos ou *subsets* de interesse. No caso da pecuária de precisão, essa etapa é crucial, pois favorecerá o processo de integração dos dados brutos. É muito comum que os dados sejam coletados por diferentes dispositivos, e, muitas vezes, esses sensores são produzidos por diferentes fabricantes. Nesse sentido, a seleção passa a ser essencial, uma vez que cada dispositivo irá retornar diferentes arquivos, com diferentes formatos e com padrões diferentes de unidade. O exemplo mais simples e fácil de ser corrigido é a diferença nos padrões de data/horário: padrão americano - mês/dia/ano versus brasileiro – dia/mês/ano. Ajustes mais complexos pode ser necessários quando precisamos processar dados com diferentes unidades: sensores que produzem séries temporais (i.e., dados em função do tempo) para comportamento (e.g., pedômetros) e sensores para condições atmosféricas (i.e., temperatura, umidade, etc).

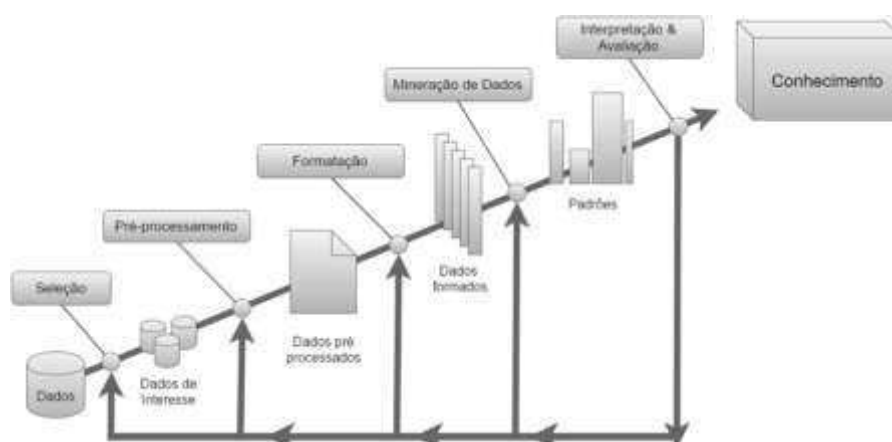


Figura 1 – Diagrama de formalização do processo de Extração de conhecimento, do inglês, Knowledge Discovery from Database. Adaptado de Fayyad et al. (1996).

Esse tipo de integração se torna mais complexa com o aumento da quantidade de dispositivos envolvidos, e como efeito colateral, torna-se mais susceptível a erros. Como exemplos dessa vulnerabilidade, um cadastro incorreto de um animal em uma das plataformas pode causar o

não casamento de dados, por outro lado, a assincronia dos relógios dos sensores pode gerar atribuições indevidas (e.g., para um outro animal ou outro evento que não os que originaram o dado coletado). Para esses casos, cabe ao analista conscientizar a equipe de campo sobre a responsabilidade da qualidade de coleta de dados e exigir que a mesma saiba manusear e utilizar corretamente todos os dispositivos. Falhas nesse nível podem inviabilizar todas as etapas posteriores.

Após a seleção dos dados, procede-se ao pré-processamento dos mesmos. Essa etapa é marcada pelo ajuste de variáveis, transformações de unidades, identificação de dados faltantes, eliminação de dados ruidosos e identificação de *outliers*. Muitos equipamentos possuem algoritmos internos (i.e., não completamente controlados pelo usuário) que se destinam a realizar esse tipo de pré-processamento. Embora este procedimento automatizado reduza o trabalho do analista e, frequentemente, torne os dados mais limpos, pode mascarar falhas dos sensores ou, muitas vezes, dificultar o casamento e integração da informação com outros dispositivos. Cabe aqui salientar que os dados podem ser de qualquer natureza, incluindo imagens, que podem ser pré-processadas para obtenção de dados, como biometria animal, temperatura (câmeras de infravermelho), etc. Esse tipo de pré-procedimento de dados foi, por exemplo, utilizado para determinação da angulação de dorso de vacas ao se locomoverem com o intuito de predizer escores de claudicação.

As etapas seguintes do fluxograma do KDD, tal qual em sua essência, não são muito comuns na pecuária de precisão. Elas consistem da formatação e mineração de dados, cujo objetivo é buscar padrões no banco. Como pode ser percebido, as análises acima dependem da integração de muitas variáveis, e até então, poucos trabalhos avaliaram essas técnicas no âmbito da pecuária, usando dados não completamente coletados automaticamente e com sucesso questionável. A maioria dos dispositivos encontrados no mercado, para detecção ou auxílio no manejo sanitário de rebanhos, falham no quesito integração de dispositivos. Nesse contexto, o diagrama proposto na Figura 2 é mais coerente com o que ocorre atualmente com os dados obtidos na pecuária de precisão.

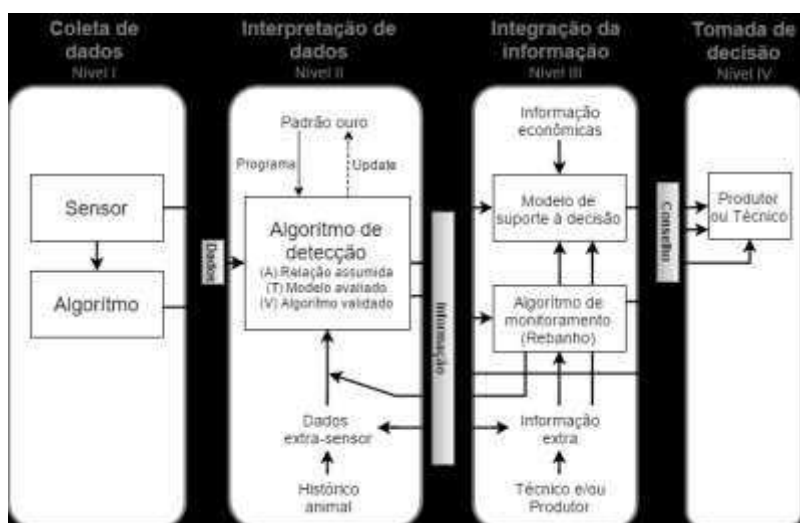


Figura 2 – Diagrama do fluxo de dados e informações desde o processamento de dados coletados automaticamente à tomada de decisão pelo produtor e/ou equipe. Adaptado de Rutten et al. (2013).

O processo de geração de suporte para tomadas de decisão, a partir de dados coletados automaticamente por um sensor, pode ser dividido em quatro estágios. No primeiro estágio ou nível, o sensor captura dados à partir de um animal ou do ambiente. No próximo nível, os dados gerados são interpretados, e um status é gerado, ou um valor é computado (e.g., o animal está em estro). O final da etapa 2, no fluxograma em questão, é caracterizado pela síntese da informação em si, objetivo similar ao processo de KDD. Os níveis 3 e 4 são relativos à tomada de decisão, e serão abordados no próximo tópico.

4. Tomada de decisão

Modelos de suporte a tomadas de decisão (DSS, do inglês *decision supporting systems*) têm como objetivo principal assistir o usuário durante a solução de problemas cotidianos, muitas vezes subestimados quanto à sua complexidade. O uso desses modelos traz como benefício simplificar ou apontar soluções mais eficientes para se atingir um ou mais objetivos concomitantes. O cenário da pecuária é demasiadamente complexo, e uma miríade de forças são impostas simultaneamente ao sistema (e.g., sustentabilidade social, econômica e ambiental), tornando humanamente impossível maneja-lo ao ponto de atender, de forma equilibrada, a todas essas demandas. Agrava-se, neste cenário, o fato de que os níveis de um sistema são altamente integrados, e interações diversas podem ocorrer, de forma que uma decisão tomada em um nível pode causar distúrbios nos demais. Esse tipo de cenário é altamente propício para aplicação de DSS; todavia, a adoção dessas ferramentas ainda é muito baixa. A falha na integração de dispositivos é recorrente entre os produtos disponíveis no mercado, e é uma das queixas de produtores que limitam a adoção da pecuária de precisão.

Do ponto de vista estatístico, o processo de suporte a tomadas de decisão é uma evolução da clássica abordagem da modelagem preditiva, uma vez que o intuito é gerar opções a partir das predições e informações geradas *a priori*, demonstrando os possíveis impactos advindos das decisões tomadas. Esse tipo de técnica é denominado modelagem prescritiva, uma vez que o sistema irá prescrever soluções e atitudes a serem tomadas e, em algumas situações, poderá ele mesmo tomar a decisão diretamente. Esse tipo de situação somente é possível para sistemas altamente sensíveis e específicos, pois para algumas decisões, erros podem ser inviáveis e drásticos. Na pecuária de precisão, exemplos de sistemas prescritivos automatizados podem ser citados, como aqueles nos quais os animais, baseado em dados coletados por dispositivos, são colocados em uma lista para apartação, e ao passarem por um corredor (e.g., brete) são automaticamente apartados por portões eletrônicos, ou ao menos são identificados por painéis eletrônicos, sirenes, ou algo do tipo, para que o usuário saiba que aquele animal demanda atenção.

Na pecuária de precisão, exemplos desse nível de integração e fluxo bidirecional entre dispositivos e algoritmos em funcionamento ainda são muito raros.

5. Utilização e percepção das tecnologias pelos produtores

As principais tecnologias disponíveis no mercado Brasileiro são importadas de países desenvolvidos, apresentando custo elevado, e podem ainda não serem adaptadas às

condições brasileiras (raças, tipos de alimentação e sistemas de criação). No entanto, pouco se sabe a respeito da utilização pelos produtores brasileiros e da percepção das tecnologias que já vêm sendo adotadas no país.

Em um estudo inédito no Brasil, conduzido pela Embrapa Gado de Leite e com o apoio da Milkpoint, foi realizado um levantamento das tecnologias estão sendo utilizadas pelos TOP100 produtores de leite do Brasil, qualificando e quantificando as motivações para a adoção, a importância e a utilidade das tecnologias em uso nas maiores fazendas produtora de leite do país. Os resultados obtidos foram comparados com resultados de pesquisa similar realizada nos EUA, em 2015.

5.1. Principais parâmetros mensurados

No Brasil, os parâmetros mais comumente mensurados por tecnologias de precisão foram: a produção diária de leite (58,7%), peso corporal (28,3%), atividade da vaca (28,3%) e mastite (26,1%). Já nos EUA, os principais parâmetros mensurados foram: produção diária de leite (52,3%), atividade da vaca (41,3%), mastite (25,7%) e composição do leite (24,8%). O uso de sistemas de medição de leite, assim como a utilização de medidor de atividades, figuram entre os parâmetros mais utilizados pelos produtores de leite brasileiros e americanos.

5.2. Critérios para decisão de compra

As respostas dos produtores TOP100 indicaram a relação custo/benefício como o critério mais importante na decisão de compra (4,64), seguido de disponibilidade de assistência técnica (4,61), simplicidade e facilidade de uso (4,39) e compatibilidade com as atuais práticas/sistemas de gerenciamento usados na fazenda (4,30). Na pesquisa com produtores americanos, o critério relação custo/benefício (4,57) foi também o mais importante, seguido do custo total de investimento (4,28), simplicidade e facilidade de uso (4,26) e tecnologia apresenta desempenho comprovado por pesquisas (4,24). A disponibilidade de assistência técnica foi mais relevante para os produtores brasileiros. Uma possível explicação é que a maioria das tecnologias de precisão disponíveis no Brasil ainda é importada e, por isso, a falta ou pouca disponibilidade de assistência técnica dos fabricantes é uma preocupação relevante entre os produtores brasileiros.

5.3. Grau de utilidades das tecnologias

Os parâmetros de maior utilidade considerados pelos produtores brasileiros foram: produção diária de leite (4,67), detecção de estro (4,43) e mastite (4,26). Já nos EUA a ordem de importância foi mastite (4,77), detecção de estro (4,75) e produção diária de leite (4,72).

5.4. Software de gerenciamento

No levantamento com os produtores TOP100 perguntou-se também sobre qual o software de gerenciamento de rebanhos era utilizado na propriedade e os principais foram: Ideagri (30,0%), Dairy Plan (17,5%), Agenda 5.0 (12,5%), Prodap (7,5%), AfiFarm (7,5%) e Delpro (5,0%). Apenas um dos produtores entrevistados não utilizam software de gerenciamento e ainda trabalho com planilhas eletrônicas, o que demonstra que a adoção de software de gestão por parte dos produtores é algo já consolidado.

5.5. Problemas prioritários

A última pergunta da pesquisa foi relacionada a problema prioritários enfrentados na fazenda leiteira. Os principais problemas elencados foram mastite, estresse calórico/conforto animal, elevado custo de insumos e mão de obra (Figura 3). Problemas que podem ser solucionados ou minimizados com a adoção de tecnologias de automação e precisão. Para a mastite a adoção de sensores que geram dados de condutividade elétrica do leite, característica relacionada a CCS, já é uma realidade nas fazendas leiteiras e pode contribuir para o diagnóstico precoce e o estabelecimento de estratégias de manejo para a melhoria da qualidade do leite. Para o estresse calórico, os sistemas de ventilação, aspersão e resfriamento estão cada vez mais automatizados e tem sido determinantes para a melhoria da eficiência bioeconômica de produção de leite em condições tropicais.

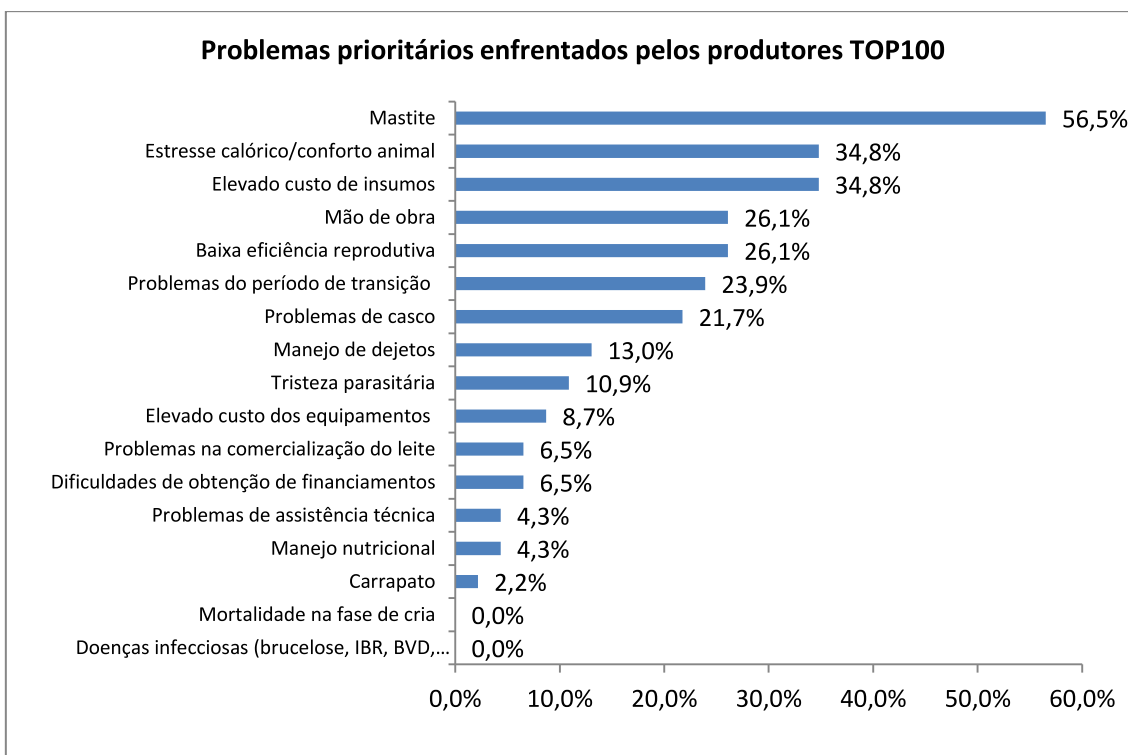


Figura 3. Principais problemas elencados pelos produtores no levantamento realizado entre as TOP100 do Brasil em 2015.

5.6. Conclusões do estudo

A pecuária leiteira de precisão é um conceito novo, mas que estará cada dia mais presente nas fazendas. As oportunidades podem surgir tanto dentro como fora da porteira. Do lado de dentro, os produtores podem se beneficiar nas áreas de automação e tomadas de decisões mais eficientes, ao fazer melhor uso dos escassos e cada vez mais onerosos recursos.

Do lado de fora da porteira, há também potenciais benefícios do uso das tecnologias de precisão entre os mais diversos *stakeholders*. O uso dessas tecnologias pode contribuir para garantir a qualidade e a segurança do alimento para as indústrias de laticínio, por exemplo. Os técnicos podem interagir com os sistemas de precisão para alimentar as suas próprias análises, e oferecer serviços sobre o uso das tecnologias de precisão e na capacitação dos produtores.

Isso pode incluir, por exemplo, o monitoramento remoto de parâmetros de desempenho, como ganho de peso e produção de leite.

6. Exemplos de aplicação da Pecuária de Precisão na Bovinocultura de leite

6.1. Detecção precoce de doenças

Historicamente, os produtores têm utilizado experiência e avaliações visuais como forma de detecção dos animais que apresentam algum sinal clínico de estresse ou doença, animais em cio e também de animais mais eficientes. Essa inestimável habilidade nunca poderá ser totalmente substituída ou eliminada; porém, a falta de profissional qualificado e, principalmente, o aumento dos rebanhos têm dificultado esse trabalho (Hamrita et al., 1997). O exame clínico realizado por um veterinário é a melhor forma de detecção e diagnóstico de doenças; entretanto, esses exames são pouco frequentes na maioria das propriedades e muitos casos de doenças podem não ser diagnosticados. Além disso, a realização frequente de exames em grandes rebanhos pode demandar muito tempo e dinheiro (Urton et al., 2005). Diversos trabalhos já demonstraram o potencial da avaliação do comportamento animal como forma de detecção de doenças subclínicas, bem como a detecção precoce de sinais clínicos, o que aumenta a eficácia e reduz os custos do tratamento, como também contribui com o bem-estar dos animais (Gonzales et al., 2008; Azizi, 2008; Huzzey et al., 2007; Urton et al., 2005; Owens et al., 1998).

6.1.1. Avaliação do consumo e comportamento alimentar

Na última década, vários estudos apresentaram evidência de que problemas de saúde em bovinos leiteiros podem ser identificados e preditos por mudanças nos padrões comportamentais, particularmente no comportamento alimentar. As doenças afetam o comportamento alterando-o, em curto ou em longo prazo, sendo esse efeito uma estratégia coordenada do corpo para debelar a infecção, que inclui febre e alterações psicológicas (Borderas, 2009). Essas mudanças servem para direcionar os esforços para alterações fisiológicas que preservem a vida (Elsasser et al., 2004) e são identificadas por alterações comportamentais que antecedem os sinais clínicos da doença em até quatro dias, frequentemente em até 24 horas antes da mudança de temperatura corporal. Ou seja, os animais quando saudáveis apresentam um padrão de comportamento, e a detecção de alterações nesses padrões comportamentais são indicativos de que algo está errado.

Oliveira Junior (2015) avaliou o efeito da tristeza parasitária sobre o consumo e o comportamento ingestivo de bezerras da raça Girolando no período pós desmame (89 a 154 dias de idade). Os 35 animais avaliados foram manejados em piquetes coletivos e tinham livre acesso aos cochos e bebedouros eletrônicos que registravam o comportamento e o consumo de alimento e água, respectivamente. Os animais diagnosticados com tristeza parasitária apresentaram durante todo o período experimental uma redução de consumo de alimento (2,2 vs. 2,6kg/dia) e redução de consumo de água (11,8 vs. 10,4L/dia). Quando avaliado em relação ao dia do diagnóstico, o consumo de alimento foi inferior para os animais doentes nos dias -1, 0 e +1, e o comportamento ingestivo, determinado pelo número de visitas ao cocho com ingestão, foi inferior para os animais doentes a partir do dia -1 até o dia +4 (Fig. 4). Os equipamentos eletrônicos se mostraram eficientes na detecção precoce de tristeza parasitária em bezerras leiteiras.

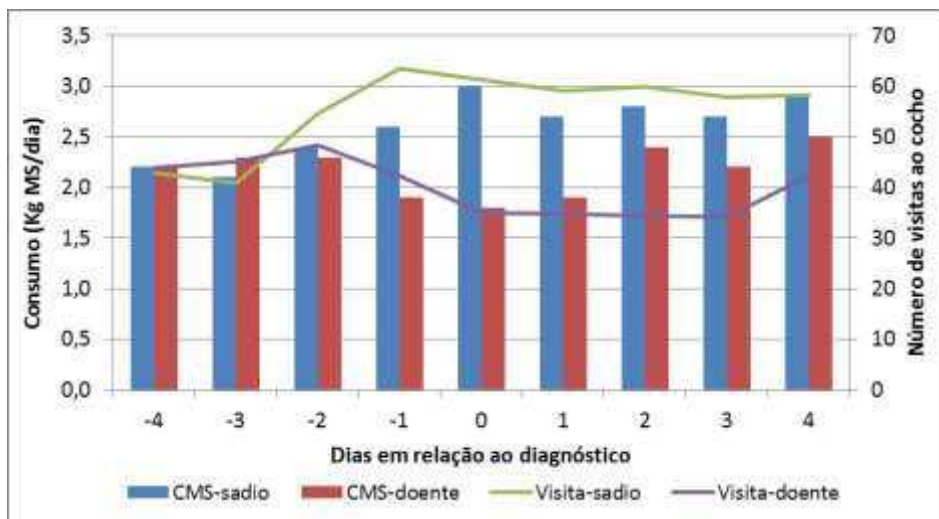


Figura 4. Consumo de matéria seca – CMS (kg/dia) e número de visitas ao cocho com ingestão (n/dia) em bezerras saudáveis ou doentes durante os dias em relação ao diagnóstico – dia 0 (-4 a +4).

Vargas (2015) avaliou o efeito da metrite em vacas leiteiras da raça Holandês no período pós-parto. Os animais foram monitorados por cochos e bebedouros eletrônicos e plataforma de pesagem voluntária do parto até a 12ª semana pós-parto. Os animais diagnosticados com metrite apresentaram menor peso vivo voluntário (598,12 vs. 624,38kg), menor produção de leite (29,79 vs. 31,21kg/dia), menor consumo de alimento (18,65 vs. 20,65kg de MS/dia) e menor consumo de água (75,74 vs. 87,38L/dia). O consumo de matéria seca (% peso vivo) foi inferior para os animais com metrite nas semanas 1, 2 e 11 pós-parto; porém, após o tratamento, os animais doentes reestabeleceram o consumo em relação aos animais saudáveis; já o número de visitas aos cochos eletrônicos com ingestão foi maior para os animais doentes nas semanas 2, 4 e 5 pós-parto (Fig. 5). O menor número de visitas ao cocho pode ser justificado pelo maior deslocamento das vacas doentes do cocho pelas vacas saudáveis.

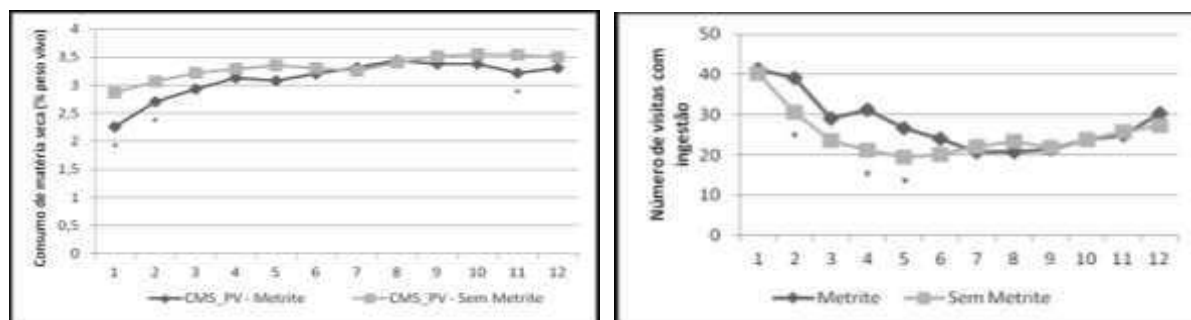


Figura 5 – Consumo de matéria seca (% do peso vivo) e número de visitas realizadas em cochos com ingestão de alimento de vacas da raça Holandês saudáveis (sem metrite) ou doentes (metrite) durante as primeiras 12 semanas de lactação.

Também associando o comportamento ingestivo com quadros de metrite, Hammon et al. (2006) relataram menor consumo de matéria seca (4,4kg a menos) nas duas semanas anteriores ao parto em vacas que desenvolveram metrite puerperal, em comparação com animais saudáveis (Fig. 6). O menor consumo das vacas com metrite também foi observado até a 5ª semana pós-parto (2,27 a 3,64kg de matéria seca a menos que as vacas saudáveis). A produção média diária de leite foi 8,3kg/d menor nas vacas com metrite grave e 5,7kg/d

menor nas vacas com metrite leve, em relação a vacas que se mantiveram sadias até os 21 dias após o parto. Esse trabalho fornece claras evidências de que a redução do tempo despendido na alimentação e a ingestão de matéria seca (IMS) durante o período que antecede o parto aumentam o risco de ocorrência de metrite pós-parto em vacas. Entretanto, não se sabe se a redução da IMS e do tempo despendido na alimentação são a causa da metrite ou um efeito de alguma outra alteração ocorrida no período pré-parto. As vacas que desenvolveram metrite pós-parto também se envolveram em menor número de interações agressivas no cocho durante a semana anterior ao parto e evitaram o cocho durante os períodos de maior competição por alimento.

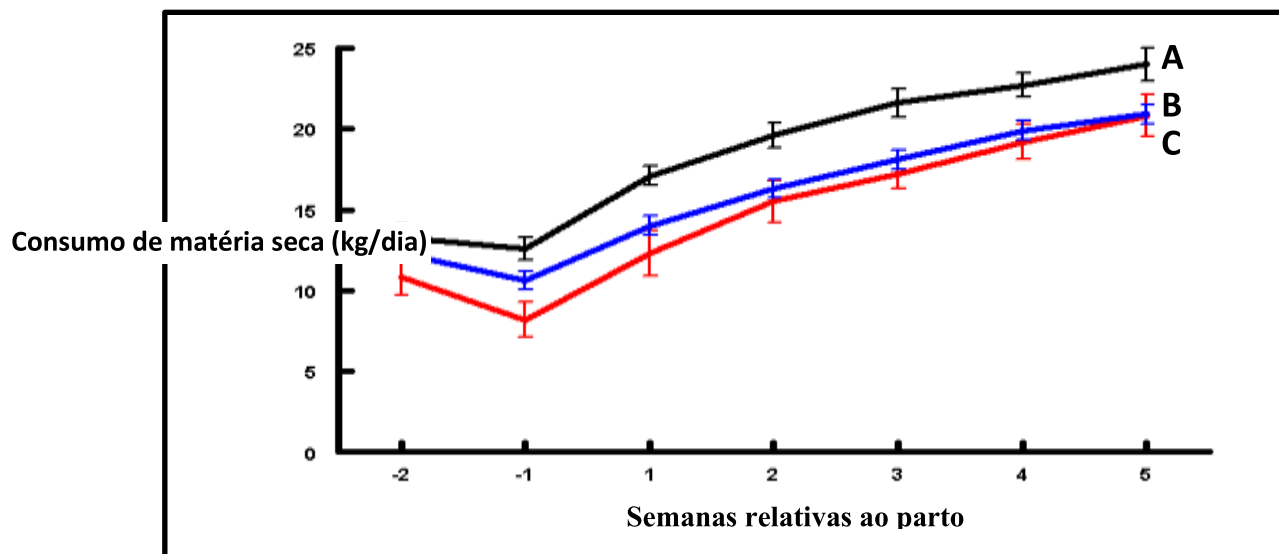


Figura 6: Consumo de matéria seca (kg/dia) durante o período de transição de vacas saudáveis (A), vacas que apresentaram endometrite no pós-parto (B) e vacas que apresentaram metrite no pós-parto (C).
Fonte: Adaptado de Hammon et al. (2006)

6.1.2. Registro de atividade e tempo de descanso

Existem evidências de que as alterações fisiológicas e comportamentais das vacas, que ocorrem durante a fase de transição, podem aumentar o risco de claudicação, mais tarde, durante a lactação (Knott et al., 2007; Cook e Nordlund, 2009; Proudfoot et al., 2010). Muitos casos graves de claudicação são causados por problemas no tecido córneo da unha, que levam de oito a doze semanas para se desenvolver, como, por exemplo, as úlceras de sola e lesões na linha branca. Portanto, é provável que uma úlcera de sola, diagnosticada 12 semanas após o parto, tenha começado a se desenvolver ou tenha sido provocada durante o período de transição. A alta incidência de claudicação após o parto ilustra a necessidade de dar atenção ao período de transição, a fim de prevenir doenças infecciosas e metabólicas logo após o parto e também casos de claudicação alguns meses mais tarde. A identificação precoce dessas situações de risco possibilitará correções no manejo em tempo hábil, evitando assim grandes prejuízos econômicos.

Proudfoot et al. (2010) avaliaram o comportamento e a atividade de vacas durante o período de transição (duas semanas anteriores e as três semanas posteriores ao parto) e correlacionaram os dados com lesões podais. Dispositivos para registro de atividade foram fixados aos membros posteriores das vacas para aferir o tempo de permanência em

estação. As vacas foram então classificadas mensalmente, quanto à saúde dos cascos, até as 15 semanas de lactação. Treze vacas desenvolveram úlceras de sola ou hemorragias graves de sola entre sete e quinze semanas após o parto. O tempo de permanência em estação dessas vacas durante a fase de transição foi comparado com o de 13 vacas sadias. As vacas que apresentaram claudicação após o parto ficaram em pé por mais tempo no período pré-parto (839 vs. 711min/d) e no período pós-parto precoce (935 vs. 693min/d) do que as vacas sadias. Outra importante diferença na atividade dos animais doentes foi o maior tempo passado com apoio incompleto na baia (241 vs. 147min/d), isto é, com os dois cascos anteriores na baia e os dois posteriores no corredor. Com relação ao comportamento ingestivo, as vacas com lesões de casco apresentaram uma taxa de consumo maior do que das vacas sadias durante as duas semanas pré-parto (86 vs. 77g MS/min) e durante as 24 horas pós-parto (17,9 vs. 12,3g MS/dia). Apesar de os dados desse trabalho não serem conclusivos quanto à relação da maior taxa de consumo com o aumento da incidência de acidose e das lesões de casco, alguns pesquisadores já demonstraram que vacas com uma alta ingestão após o parto podem apresentar uma diminuição exacerbada do pH ruminal e predispor quadros de laminite (Fairfield et al., 2007). Os resultados indicam que a combinação do comportamento ingestivo associado ao registro de atividade (deitada ou em pé na instalação) das vacas no período de transição pode ser utilizada como ferramenta de detecção de animais com lesão de casco no terço médio da lactação.

6.1.3. Registro de ruminação e consumo

Ruminação é um processo cíclico caracterizado por regurgitação do alimento armazenado no rúmen e mastigação e ingestão do material regurgitado. Sua principal função é facilitar a fermentação dos alimentos, reduzir o tamanho da partícula, promover o esvaziamento do rúmen e, conseqüentemente, aumentar o consumo e melhorar o ambiente ruminal a partir da salivação. Pode ser afetada pelas características da dieta e pelo manejo, em particular pela digestibilidade dos alimentos, teor de FDN, qualidade da forragem, proporção de volumoso e concentrado, tamanho das partículas (Welch e Smith, 1970). O tempo de ruminação (TR) pode ser reduzido em casos de estresse agudo, ansiedade e doenças (Herskin et al., 2004; Bristow e Holmes, 2007; Hansen et al., 2003).

Soriani et al. (2012) monitoraram o tempo de ruminação (TR) de vacas durante o período de transição e correlacionaram essas informações com a produção de leite, metabólitos sanguíneos e o estado de saúde dos animais. Os parâmetros de ruminação próximos ao parto, em particular os valores durante os últimos dias de gestação e os primeiros 10 dias de lactação, estão relacionados com a incidência de patologias clínicas durante o primeiro mês de lactação. Animais que apresentaram baixo TR durante o pré-parto (420min./dia) mantiveram baixo TR após o parto, e nesse grupo foi observada uma maior incidência de patologias clínicas. No grupo de vacas com baixo TR, foram diagnosticados 03 animais com mastite, 01 com retenção de placenta, 02 com metrite, 01 com cetose, 01 com deslocamento de abomaso e 02 com claudicação. Por outro lado, uma menor incidência de doenças clínicas foi observada para vacas que apresentaram TR médio (491min./dia) (01 com retenção de placenta e 01 com metrite) e para as vacas que apresentaram TR longo (556min./dia) (01 com mastite). Os resultados apontaram também que as vacas com menor

TR antes do parto apresentaram maior concentração plasmática de β -hidroxibutirato após o parto, estando este diretamente relacionado com o grau de mobilização corporal no período de transição.

DeVries et al. (2009) induziram acidose subaguda em vacas leiteiras e observaram uma redução no tempo de ruminância durante todo o período experimental para os animais que receberam a dieta com maior proporção de concentrado (491 vs. 555min./d) em comparação aos animais que receberam uma dieta menos desafiadora. Comparado com o grupo controle (que receberam a dieta “segura”), no primeiro dia após o “desafio”, os animais que receberam a dieta com mais concentrado apresentaram aumento no tempo de consumo (395 versus 310min./d), ao passo que o tempo em descanso/deitado reduziu (565 versus 634min./d). Para esse mesmo grupo de animais, o tempo de ruminância diminuiu no primeiro dia após o desafio (436min./d) em relação ao grupo controle (533min./d); porém, esse tempo aumentou no dia seguinte (572min./d).

6.2. Monitoramento do comportamento animal para aumento da eficiência

O comportamento da vaca em 24 horas é um reflexo da sua resposta ao ambiente em que está sendo manejada. A ocorrência de desvios no comportamento do animal em relação à sua rotina normal pode servir de base para avaliar seu status de saúde, de bem-estar e produtivo, auxiliando a adequação de estratégias de manejo para otimizar a eficiência do sistema. A Tabela 2 apresenta um modelo simplificado do padrão de comportamento de vacas em lactação (Grant e Albright, 2000). Já Matzke (2003) comparou o comportamento das vacas com maior produção de leite, ranqueadas como “top 10%”, em relação ao comportamento do resto do rebanho (Tab. 3).

Tabela 2 – Comportamento diário de vacas leiteiras estabuladas. Tempo dispendido em cada atividade (horas/dia).

Atividade	Tempo despendido por atividade por dia
Comendo	03 a 05 horas
Deitada / Descansando	12 a 14 horas
Interação social	02 a 03 horas
Ruminando	07 a 10 horas
Bebendo água	30 minutos
Fora das instalações (Ordenha/deslocamento)	2,5 a 3,5 horas

Fonte: Adaptado de Grant e Albright (2000)

Tabela 3 – Comportamento diário das vacas mais produtivas (TOP 10% de maior produção de leite) em comparação as demais vacas do rebanho (MÉDIA). Tempo dispendido em cada atividade (horas/dia).

Atividade	TOP 10%	MÉDIA
Comendo	5,5 horas	5,5 horas
Deitada / Descansando	14,1 horas ^a	11,8 horas ^b
Em pé nos corredores	1,1 horas ^b	2,2 horas ^a
Bebendo água	18 minutos	24 minutos

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05)

Fonte: Adaptado de Matzke (2003)

As vacas mais produtivas precisam de um maior período de descanso, mas essa necessidade não pode comprometer o tempo de ingestão de alimentos e de ruminação. Na Tabela 4, pode-se observar a relação entre o aumento do tempo de descanso (deitada) e a maior produção de leite (Grant, 2003). Dos supostos benefícios promovidos pelo aumento do tempo de descanso (deitada), o aumento do consumo de alimentos é responsável por 35% da reposta em produção de leite. Possivelmente, todas as melhorias observadas na rotina da vaca (maior tempo de ruminação e menor desgaste do casco), fruto de um maior tempo de descanso, promoveram também um maior tempo de consumo e, conseqüentemente, mais nutrientes para a produção de leite.

Tabela 4 – Resposta em produção de leite ao aumento do tempo de descanso. Produção de leite em condição ideal de descanso (14 horas/dia) em comparação a animais que permanecem deitadas apenas 7 horas por dia.

Suposto benefício	Estimativa de reposta (aumento de produção de leite)
Aumento do fluxo de sangue	0,7 a 1,0 kg/dia
Aumento da ruminação	Mais de 0,9 kg/dia
Menor estresse nos cascos e laminite	1,4 kg/dia
Menor estresse por fadiga	0,9 kg/dia
Maior consumo de alimento	2,2 kg/dia

1 hora a mais deitada/descansando está associada a 1 Kg/dia a mais de produção de leite

Fonte: Adaptado de Grant (2003)

Os parâmetros comportamentais apresentados são baseados em sistemas norte-americanos. É necessário estabelecer para os diferentes sistemas de produção nacionais o comportamento-padrão, necessário para que as vacas leiteiras apresentem máxima eficiência produtiva e permaneçam saudáveis durante toda a lactação. A partir da determinação desses índices, será possível monitorar desvios, permitindo a detecção precoce de estresse e doenças, bem como estabelecer melhores estratégias de manejo para esses sistemas, e o uso de sensores permitirá a realização deste levantamento de forma individualizada e constante.

7. Exemplos de aplicação da Pecuária de Precisão na Bovinocultura de corte

7.1. Curva de crescimento

O processo de crescimento dos animais é um fenômeno complexo e de grande importância para Zootecnia. O conhecimento e o controle do crescimento e desenvolvimento dos ruminantes são tópicos de bastante interesse para os pesquisadores e produtores, pois o seu domínio permite que o manejo nutricional dos animais possa ser conduzido eficientemente, além de permitir que programas de seleção animal sejam elaborados para as características de crescimento inerentes a cada raça (Tedeschi et al., 2000).

O estudo dos parâmetros dessas curvas é fundamental para os programas de melhoramento genético que visam alterar a forma das curvas decrescimento dos animais. É imprescindível também na análise bioeconômica para estimar, por exemplo, o tempo (idade) ótimo para o abate do animal, ou seja, o momento em que a curva de crescimento médio dos animais

atinge o seu máximo ou a maturidade (A) (Figura 7). Após este ponto, o consumo é destinado à manutenção do animal, a conversão alimentar é baixa e o custo para manter o animal a campo ou em confinamento é alto, o que indica o momento de abate ou descarte.

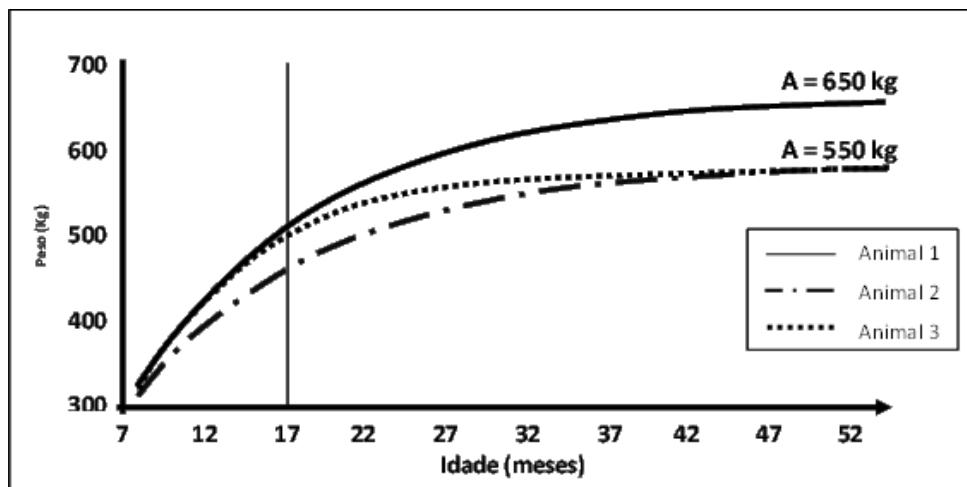


Figura 7 – Exemplo de curvas de crescimento de 3 animais. Animais 1 e 2 apresentam mesma taxa de maturação (k), apesar de apresentarem diferentes pesos a maturidade (A). O animal 3 possui uma taxa de maturação (k) superior aos dos demais animais, o que o torna mais precoce e foco nos programas de melhoramento genético. O animal 3 por alcançar o peso a maturidade antes que os demais animais, poderá ser abatido antes, o que promoverá maiores ganhos econômicos ao sistema.

O interesse pelo estudo da curva de crescimento, bem como sua aplicação no melhoramento genético e manejo animal tem sido crescente nos últimos anos (Oliveira et al., 2000; Tedeschi et al., 2000; Almeida, 2005; Forni et al., 2007). Entretanto, ajustes de modelos não-lineares de crescimento têm sido realizados com conjuntos de dados que não contemplam todo o crescimento até a maturidade, conseqüentemente, as inferências sobre os parâmetros estimados podem estar sujeitas a erros (Toral, 2008). O número e o intervalo de pesagens influenciam significativamente as estimativas dos parâmetros A e k dos modelos não-lineares. As estimativas de A e k se aproximam dos valores paramétricos à medida que diminui o intervalo entre as avaliações e aumenta o número de pesagens, principalmente na fase inicial do crescimento.

Utilizando o método de pesagem tradicional, o aumento da frequência de avaliações pode se tornar inviável devido ao alto custo da mão-de-obra, bem como ao comprometimento do desempenho dos animais devido ao excesso de deslocamento e estresse provocado pelo manejo. Ao longo dos anos, diversos métodos eletrônicos não invasivos têm sido desenvolvidos para estimar o peso vivo de bovinos com o objetivo de aumentar o número de registros, sem comprometer o manejo da propriedade: Pesagem dinâmica utilizando balanças em corredores (Rousing et al., 2004; Cveticanin & Wendl, 2004); Medidor de tensão independente em cada membro do animal na ordenha robótica (Pastell et al., 2006); Pesagem corporal parcial – medidor de tensão em dois membros (GrowSafe Beef); Dimensão corporal a partir da análise de imagem (Schofeld, 1993; White et al., 2004; Stajniko et al., 2008; Viana et al., 2016).

No Brasil, um sistema eletrônico de pesagem total do animal (Intergado®, Contagem-MG, Brasil) tem sido utilizado em alguns centros de pesquisa e propriedades comerciais (Figura 8). Os animais sobem voluntariamente em uma plataforma de pesagem sempre que acessam o bebedouro. A cada evento de ingestão de água, o peso do animal é registrado. Em um mesmo dia, são registrados aproximadamente oito pesos de um mesmo animal, aumentando a confiabilidade das estimativas de curvas de crescimento dos animais e antecipando as decisões pelos gestores em sistemas de produção (Figura 9). Além disso, com a realização de pesagem por método eletrônico e automático, os animais não precisam ser manejados até o curral, poupando mão-de-obra e evitando estresse e desgastes dos animais, e não ocorrem erros na transcrição dos dados da pesagem.



Figura 8. Bebedouro eletrônico com plataforma corporal Intergado®. A esquerda: Registro de consumo de água e peso vivo animal. Equipamento em curral de confinamento na FAZU, Uberaba/MG. À direita: Equipamento em curral de confinamento na Fazenda Grama Senepol, Pirajuí/SP.

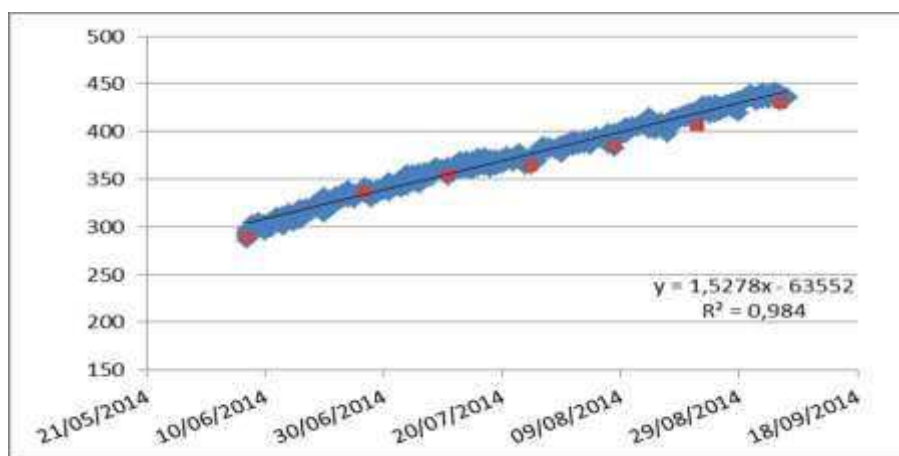


Figura 9 – Curva de crescimento de animal pesado por sistema eletrônico instalado na FAZU, Uberaba/MG. Os animais, em experimento, eram pesados diariamente no sistema eletrônico Intergado® (registros em azul) e a cada 14 dias em balança estática em curral de manejo (registros em vermelho).

Com o registro de peso diário eletrônico associado ao desenvolvimento de modelos alométricos de crescimento dos tecidos tecido muscular e adiposo, será possível a avaliação do incremento diário músculo e gordura, e estimativa do ponto ótimo de abate com base no melhor retorno econômico e composição ideal de carcaça (Chizzotti et al., 2013).

Para exemplificar a importância deste conhecimento e suas aplicações, seguem os gráficos de crescimento de dois animais avaliados em sistema eletrônico de pesagem (Figura 10). Os animais em questão foram submetidos a manejo de confinamento por 90 dias. Apesar de receberem a mesma dieta e apresentarem peso vivo semelhante no início da suplementação, a resposta foi totalmente diferente. O animal 01 apresentou ganho de peso de 2 Kg/dia e este ganho permaneceu constante por todo período do confinamento. Já o animal 02, iniciou ganhando 1,7 Kg/dia e aos 60 dias de suplementação já apresentava queda no ganho de peso e, ao final dos 90 dias, o animal já tinha atingido a maturidade.

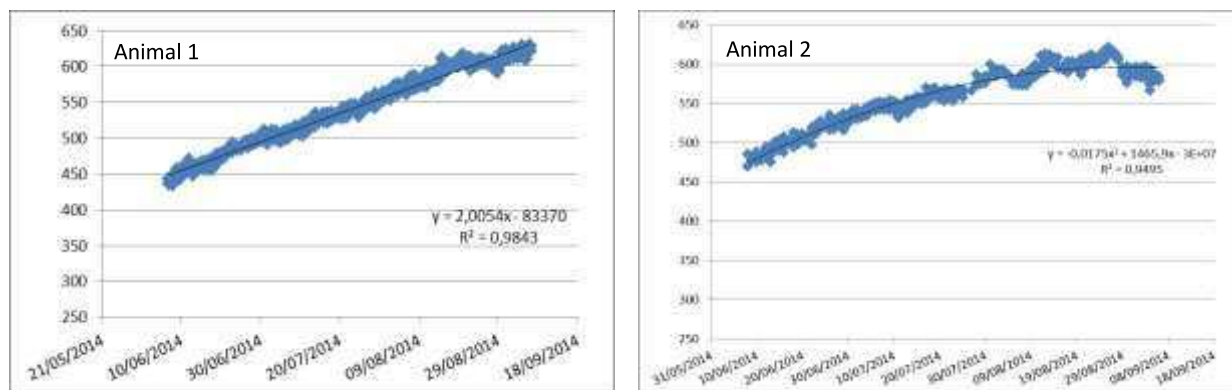


Figura 10 – Curva de crescimento de animais da raça Guzerá manejados em prova de eficiência alimentar na FAZU, Uberaba/MG. Os animais, em experimento, eram pesados diariamente no sistema eletrônico Intergado®.

7.2. Composição da Carcaça (Câmera – medidas corporais)

Diversos fatores alteram a eficiência do crescimento de bovinos, como o peso, idade, nutrição, genética, biotipo, sexo e utilização de hormônios exógenos. Os fatores citados afetam a eficiência de crescimento de animais de corte através de duas características básicas, taxa de ganho e composição química dos tecidos depositados. A composição da carcaça, medida pela proporção de músculo, gordura e ossos muda à medida que o animal cresce, uma vez que, com a maturidade sexual, inicia-se maior deposição de gordura (Crouse et al., 1989). A gordura representa uma pequena porção da carcaça ao nascimento e aumenta lentamente com o desenvolvimento do animal. Em termos práticos, bovinos jovens apresentam melhor conversão alimentar (kg de MS/kg de ganho), o que se reflete positivamente na rentabilidade das operações que envolvem cria e recria de machos e fêmeas (Bianchini et al., 2008).

Alguns autores afirmam que determinar qual é o estágio de acabamento de um animal ainda vivo é extremamente difícil, entretanto, o nível de gordura na carcaça é incontestavelmente o fator mais importante na tomada de decisão relativa ao abate dos animais (Berg & Buterfield, 1976). Brethour (2000) afirmou que é necessário um método objetivo para determinar o número de dias que um bovino precisa ser alimentado com uma dieta específica, com o objetivo de melhorar a qualidade da carcaça, de atingir características desejadas pelos frigoríficos e de explorar a eficiência do ganho de carcaça.

A ultrassonografia é uma das formas de avaliação *in vivo* da composição de carcaças, onde é possível determinar a espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo com boa acurácia e precisão. Entretanto, o emprego desta técnica requer a movimentação e contenção dos animais e a necessidade de um técnico treinado para operação do equipamento e

interpretação das imagens de ultrassom. Alternativamente, estão sendo desenvolvidos e avaliados métodos de determinação da composição corporal com o uso de imagens e sensores infravermelhos tridimensionais (Figura 11).

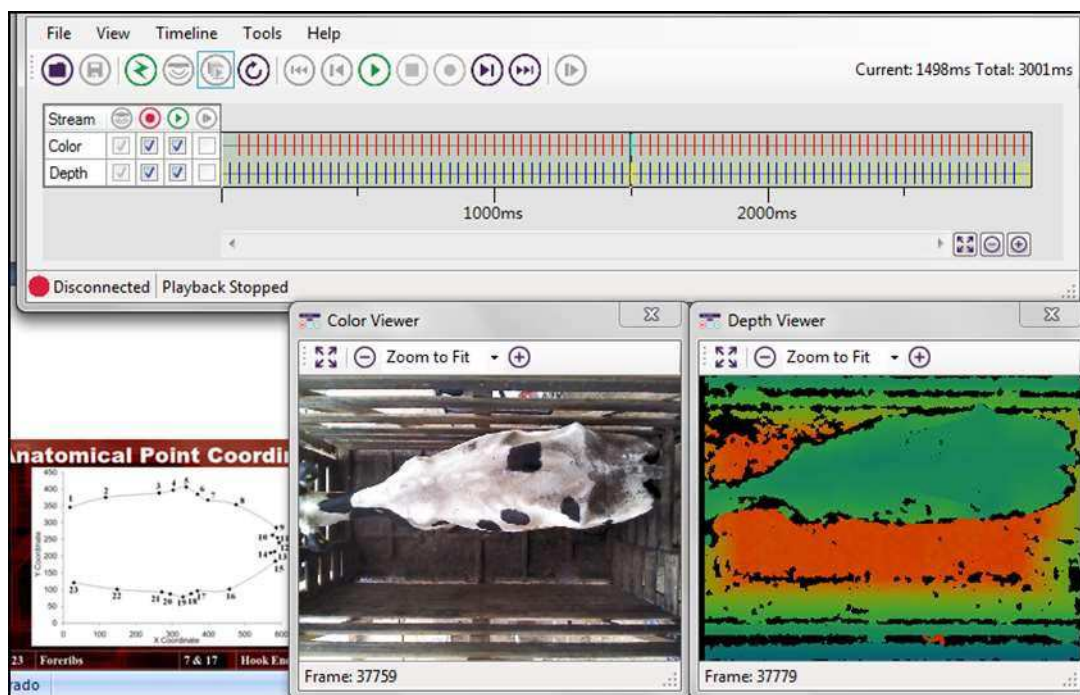


Figura 11 – Avaliação da composição corporal e escore com uso de câmera infravermelha tridimensional em Viçosa - MG. Mario Chizzotti, comunicação pessoal.

Os dados preliminares demonstram bom potencial de desenvolvimento dessa técnica, que pode ser empregada de forma integrada a outros sistemas eletrônicos, como a balança de monitoramento de peso, sem causar estresse adicional na avaliação e permitindo o acompanhamento contínuo da condição corporal e composição da carcaça.

8. Considerações finais

A pecuária de precisão envolve o uso de novas tecnologias para mensurações, predições e análise de dados de variáveis dos animais e do ambiente, permitindo um extraordinário fluxo de informações coletadas automaticamente, gerando uma infinidade de possibilidades de controle e intervenções que são impossíveis dentro dos sistemas tradicionais de produção. Para que estas novas tecnologias possam auxiliar a rápida tomada de decisões pelos produtores, os dados registrados precisam ser devidamente interpretados por softwares e modelos matemáticos, sendo imprescindível a interdisciplinaridade no desenvolvimento de novas ferramentas úteis ao setor produtivo.

A aplicação de novas tecnologias pode gerar grandes modificações dentro da cadeia produtiva, permitindo a criação de novos setores de serviço, novas demandas pelos consumidores, rastreabilidade dos produtos, melhoria na eficiência do uso de recursos, aumento no bem estar animal e das pessoas que trabalham nas fazendas, a redução do impacto ambiental e maior lucro e sustentabilidade do sistema. A pecuária de precisão está mudando a maneira de gerenciar rebanhos.

9. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, R. (2005). Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento. Tese, 182.p, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP, Pirassicaba-SP.
- AZIZI, O. (2008). Relationships between feeding behavior and feed intake in dairy cows during early lactation. PhD Thesis, Humboldt-University Berlin, Germany.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD,R.M. New concepts of cattle growth. New York: First Edition, 1976. 240p
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E. (2008). Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.9, n.3, p. 554-564.
- BORDERAS, F.T. Illness and milk feeding level's effects on calf behavior. 2009. 164p. Tese (Doutorado) University of Bristh Columbia, Vancouver, Canadá.
- BRETHOUR, J.R. (2000).Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. J. Anim. Sci, n.78, p.2055-2061.
- Bristow, D. J., and D. S. Holmes. 2007. Cortisol levels and anxiety related behaviors in cattle. Physiol. Behav. 90:626-628.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALENTE, E. E.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBAS, M. N.; LADEIRA, M. M.; MONTEIRO, G. R.; PRADOS, L. F.; SATHLER, D. F. T. A Zootecnia de precisão no contexto da intensificação sustentável. In: Anais do VIII SIMPEC, Chizzotti, M.L. et al. (Eds), UFLA: Lavras, 2013, p. 15-34.
- COOK, N. B., AND K. V. NORDLUND. 2009. Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 20:495 -520.
- CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH,R.M.; KOOHMARAIE, M. SEIDEMAN, S.C. (1989) Comparisons of Bos Indicus and Bos Taurus inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability, Journal of Animal Science, v.67, p.2661-2668.
- CVETICANIN, D. & WENDL, G. (2004). Dynamic weighing of dairy cows: using a lumpedparameter model of cow walk. Comput. Electron. Agric., 44., 63–69.
- DANTAS, M. C. B. A gestão da informação na tomada de decisão em uma instituição financeira brasileira orientada para o cliente. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação). Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- DAVENPORT, T. H. Ecologia da informação. São Paulo: Futura, 1998.
- DEVRIES, T.J.; BEAUCHEMIN, K.A.; DOHME, F.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feeding, ruminating, and lying behavior. J Dairy Sci, 5067-5078, 2009.
- ELSASSER, T.H., S. KAHL, C. MACLEOD, B. Mechanisms underlying growth hormone effects in augmenting nitric oxide production and protein tyrosine nitration during endotoxin challenge. J. Endocrinol., v.145, p.3413-3423, 2004.
- EVANS, D. A Internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. CISCO, 2011. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iiot_ibsg_0411final.pdf>. Acesso em: 05 set 2016.
- FAIRFIELD A. M., PLAIZIER J. C., DUFFIELD T. F., LINDINGER M. I., BAGG R., DICK P., MCBRIDE B. W. 2007. Effects of prepartum administration of a monensin controlled release capsule on rumen pH, feed intake, and milk production of transition dairy cows. J. Dairy Sci. 90:937–945.
- FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. AI Magazine, v. 17, n. 3, p. 37-54, 1996.
- FORNI, S.; PILES, M.; BLASCO, A.; VARONA, L.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. (2007) Analysis of beef cattle longitudinal data applying a nonlinear model. Journal of animal Science, v.85, p.3189-3197.
- FROST, A.R. 2001. An overview of integrated managment systems for a sustainable livestock production. Wathes, C.M., Frost, A.R., Gordon, F. and Wood, J.D. 45-50. Edinburgh, British Society of Animal Science Occasional Publication Number 28.

- GONZALEZ, L. A., Tolkamp, B. J., Coffey, M. P., Ferret, A., Kyriazakis, I. (2008). Changes in feeding behaviour as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *J Dairy Sci* 91, 1017–1028.
- GRANT R. J., ALBRIGHT J. L. (2000) Feeding behaviour. In: D’Mello, J P F (ed) *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, 365-382
- GRANT, R. J. 2003. Taking advantage of dairy cow behavior: cost of ignoring time budgets. In Proc. 2003 Cornell Nutr. Conf. For Feed Manufac. October 21-23. Cornell University. Wyndham Syracuse Hotel. Syracuse, NY.
- HAMMON, D. S., I. M. EVJEN, T. R. DHIMAN, J. P. GOFF, AND J. L. WALTERS. 2006. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 113:21-29.
- HAMRITA, T. K., HAMRITA, S. K., VAN WICKLEN, G., et al. Use of biotelemetry in measurement of animal responses to environmental stressors. ASAE Paper 97-4008. ASAE, St. Joseph, MI, 1997.
- HANSEN, S. S., P. NORGAARD, C. PEDERSEN, R. J. JORGENSEN, L. S. B. MELLAU, AND J. D. ENEMARK. 2003. The effect of subclinical hypocalcaemia induced by Na₂EDTA on the feed intake and chewing activity of dairy cows. *Vet. Res. Commun.* 27:193-205.
- HERSKIN, M. S., L. MUNKSGAARD, AND J. LADEWIG. 2004. Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. *Physiol. Behav.* 83:411-420.
- HUZZEY, J.A., VEIRA, D.M., WEARY, D.M., VON KEYSERLINGK, M.A.G. (2007). Behavior and intake measures can identify cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.* 90:3320-3233.
- Knott, L., J. F. Tartlon, H. Craft, and A. J. F. Webster. 2007. Effects of housing, parturition and diet change on the biochemistry and biomechanics of the support structures of the hoof of dairy heifers. *Vet. J.* 174:227-287.
- MATZKE, W. C. 2003. Behavior of large groups of lactating dairy cattle housed in a free stall barn. M.S. Thesis. Univ. of Nebraska, Lincoln.
- OLIVEIRA, M.; BERTUCCI, M. G. E. S. A pequena e média empresa e a gestão da informação. *Informação & Sociedade: Estudos, João Pessoa, v. 13, n. 2, 2003.* Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/91/1558>>. Acesso em: 05 dez 2013.
- OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; PEREIRA, C.S. (2000). Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.9, p.1843-1851.*
- OLIVEIRA JUNIOR, B.R. Validação de equipamentos eletrônicos de rádio frequência para alimentação de bovinos e efeito da tristeza parasitária sobre o consumo de alimentos. 2015. 96p Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, Brasil.
- OWENS, F. N., SECRIST, D. S., HILL, W. J., GILL, D. R. (1998). Acidosis in cattle, A review. *J Anim Sci* 76,275-286.
- PASTELL, M.; TAKKO, H., GRÖHN, H., HAUTALA, M., POIKALAINEN, V., PRAKS, J., VEERMÄE, I., KUJALA, M. & AHOKAS, J. (2006). Assessing cows’ welfare: weighing the cow in a milking robot. *Biosyst. Eng., 93., 1., 81–87.*
- PROUDFOOT K. L., WEARY D. M., VON KEYSERLINGK M. A. G. (2010) Behavior during transition differs for cows diagnosed with claw horn lesions in mid lactation. *J Dairy Sci* 93, 3970-3978
- ROUSING, T.; BONDE, M., BADSBERG, J.H. & SØRENSEN, J.T. (2004). Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows. *Livest. Prod. Sci., 88, 1–8.*
- RUTTEN, C. J.; VELTHUIS, A. G.; STEENEVELD, W.; HOGVEEN, H. Invited review: sensors to support health management on dairy farms. *J Dairy Sci, v. 96, n. 4, p. 1928-52, 2013.*
- SCHOFELD, C. P. (1993). Image analysis for non-intrusive weight and activity monitoring of live pigs. In: *Proceedings of the 4th International Symposium on Livestock Environment*, pp. 503-510, University of Warwick, England, ASAE Publication.
- SORIANI, N; TREVISI, E.; CALAMARI, L.; Dairy cows during the transition period Relationships between rumination time, metabolic conditions and health status. *J Anim Sci, 2012*
- STAJNKO, D.; BRUS, M. & HOČEVAR, M. (2008). Estimation of bull live weight through thermo graphically measured body dimensions *Computers and Electronics in Agriculture, 61., 2., May 2008, 233-240.*

- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; NARDON, R.F.; LEME, P.R. (2000). Estudo da Curva de Crescimento de Animais da Raça Guzera e seus Cruzamentos Alimentados a Pasto, com e sem Suplementação. 1. Análise e Seleção das Funções Não - Lineares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.630- 637.
- TORAL, F.L.B. (2008). Número e intervalo de pesagens para estimação de parâmetros de curvas de crescimento em bovinos. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.12, p.2120-2128.
- URTON, G., M. A. G. VON KEYSERLINGK, AND D. M. WEARY. (2005). Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy sci.* 88:2843-2849.
- VARGAS, M.W. Efeito da metrite sobre o consumo e comportamento de ingestão de alimento e água de vacas da raça holandês. 2015. 71p Dissertação (Mestrado). Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Oliveira/MG, Brasil.
- VIANA, J.H. M.; HINDUJA, SRICHAND ; BÁRTOLO, PAULO J. S. . Estimation of biometric parameters from cattle rump using free-hand scanning and a 3D data processing algorithm. *Virtual and Physical Prototyping (Print)*, v. 1, p. 1-6, 2016.
- WELCH, J. G., AND A. M. SMITH. 1970. Forage quality and rumination time in cattle. *J. Dairy Sci.* 53:797-800.
- WHITE, R.P.; SCHOFIELD, C.P., GREEN, D.M., PARSONS, D.J. & WHITTEMORE, C.T. (2004). The effectiveness of a Visual Image Analysis (VIA) system for monitoring the performance of growing/finishing pigs. *Anim. Sci.*, 78, 409–418.