



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Validação de um protótipo de balança automática utilizando o sistema walk-over-weighning
em ovinos

HUGO FERNANDO ARAÚJO DO NASCIMENTO

Recife - PE
Junho de 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Validação de um protótipo de balança automática utilizando o sistema walk-over-weighning
em ovinos

Hugo Fernando Araújo Do Nascimento
Graduando

Profº Drº Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Recife - PE
Junho de 2019

Incluir na bibliografia (fonte 12)

Sobrenome, nome do autor.

Título da monografia, **conforme orientação da bibliotecária.**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

HUGO FERNANDO ARAÚJO DO NASCIMENTO

Graduando

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 18/06/2019

EXAMINADORES

Profº Drº Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Profº Drº Heliton Pandorfi

Profº Drº João Paulo Ismério dos Santos Monnerat

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e melhores amigos: Adenaide Conceição Wanderlei Araújo e José Fernando Batista do Nascimento que, nunca mediram esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos.

Aos meus avós maternos Adeir Silva Araújo e Zenaide Wanderlei Araújo, “*In Memoriam*”, sei que estariam felizes de ver nossas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos e todas que participaram de todo o ciclo da graduação na UFRPE.

A família Sherlanetes e Sherlanos em nome da minha eterna orientadora e mãe acadêmica Sherlânea Vêras, fui acolhido desde o primeiro dia como um filho e graças a senhora pude conhecer e trabalhar com pessoas maravilhosas como: Eduardo (Dudu), Ligia Maria, Tiberio (Tiba), Seu Gomes, Tobias, Leo, Luciana, Rayane (chefe), Talita (sub-chefe), e todos os demais familiares Sherlanetes.

Aos amigos de graduação: Caíque, Thaís (Sougey), Maria (Mary Jane), Vitor, Alessandra (AleOli), Carlos (Carioca), Raquel, Luiza (Lu), Bruna (Bruninha), Rafaela (Rafa), Vanessa (Vany), Thays (Lira), Eurides, Ida, Francisco (Chico), entre tantos outros.

A todos do Grupo de Pesquisa em Ambiência em nome do professor Heliton Pandorfi, que me proporcionou trabalhar com zootecnia de precisão e expandir minha área de atuação.

Aos amigos que se tornaram família: Filipe (Perman), Victor (Tinho), Rodrigo (Bezerra), Bruno (Noti), João (JG), Julia (Juju), Allan (Mago), Edivaldo (Edi), Neto (Balada), encontrei em vocês laços de amizade inigualáveis.

A instituição UFRPE por proporcionar ensino de qualidade e um ambiente formador de cidadãos, agradecimento especial a toda equipe da ACI-UFRPE.

Aos amigos de intercâmbio e pessoas que encontrei neste período da minha vida: Alana Fraga, Helga Felix, Carolina Lemos, Helder Silva e Catarina Leão minha família brasileira em solos franceses, a Lara Hassen por ter estado, mesmo à distância, sempre presente na minha vida a partir do dia que nos conhecemos. A Margaux por ter me estimulado a estudar francês, a Clément, Laurine, Arianna, Martina, Nico, Theo, Aghate Malzac, Aghate Hoffman, Jessica, Ethienne, Aude, Carla, Marion, Marine, Baptiste, Laure, Tiphaine, Olivia, Eumorphia, Tom, Irene, Eliel e todos os outros que marcaram meu ano estudando na Montpellier SupAgro e morando na Europa.

A Franciele Lugli e Marcio Matta por viverem a experiência de morar e trabalhar no Mato Grosso do Sul comigo, minha equipe ATTEC.

A minha família, principalmente meu pai Fernando e mãe Adenaide, por serem amigos, abrigo, torcedores, por terem me ensinado o real valor das coisas.

A essa força maior que nos rege e guarda, pelos dias alegres e tristes, pelas dificuldades e sorrisos, pelas experiências que vivi e as quais ainda vou viver.

SÚMARIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1.0 INTRODUÇÃO	15
2.0 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVOS GERAIS	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	17
3.0 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Ovinocultura - cenário mundial, brasileira e francesa.....	17
3.2 Zootecnia de precisão.....	19
3.3 Monitoramento do peso corporal na Ovinocultura.....	21
3.4 Relação WoW x Bem-estar animal	22
3.5 Automatização do processo de pesagem ovina – Walk over Weighing + identificação por radiofrequência.....	25
4.0 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Local do experimento.....	27
4.2 Concepção e descrição do Protótipo WoW.....	27
4.3 Desenho Experimental	29
4.4 Primeira Fase: Lacaune	29
4.5 Segunda Fase: Romane	30
4.5.1 Adaptação.....	30
4.5.2 Coleta de Dados	31
4.6 Gerenciamento e processamento dos dados obtidos	31
4.6.1 Descarregamento dos Dados	31
4.6.2 Limpeza da Base de Dados: Fontes de Erros	31
4.6.3 Construção da base de dados.....	32
4.6.4 Cálculos e análise estatística	32
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1 Fase Lacaune – <i>Indoor</i>	33
5.2 Fase Romane – Extensivo	37

6.0 CONCLUSÕES.....	43
7.0 REFERÊNCIAS.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Componentes da análise do Coeficiente de Correlação de Lin's para comparação da variável independente (PCR) versus a variável dependente (PCW)	36
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema dos componentes da Pecuária de Precisão para controle de processos biológicos..	21
Figura 2. Desenho do protótipo WoW. Fonte:..	27
Figura 3. Controlador de fluxo “S”	29
Figura 4. Níveis de limpeza da base de dados Lacaune..	34
Figura 5. Regressão Linear entre PCR e PCW – Lacaune.	35
Figura 6. Descrição da concordância entre PCW e PCR.....	36
Figura 7 Número de passagens ovelha/dia durante a fase extensiva.	38
Figura 8. Percentagem de Passagens Biologicamente Plausíveis - Romane	40
Figura 9. Análise do horário de utilização do WoW - Romane	40
Figura 10. Regressão Linear entre PCR e PCW - Romane	42
Figura 11. Descrição da concordância entre PCW e PCR.....	41

RESUMO

Visto a importância de um acompanhamento individual de animais de produção, preciso e diário do peso corporal (PC) individual, novos investimentos vêm sendo feitos em pesquisas para buscar alternativas para os sistemas de pesagem baseados em balança estática (BE). Uma das principais entre estas alternativas é a tecnologia Walk-over-Weighning (WoW), em que os animais, de forma livre e espontânea, passam pelo equipamento que é estrategicamente posicionado de forma que seja atrativo para a passagem espontânea dos animais sem o auxílio humano. Essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de analisar a performance de um protótipo de balança automática que utiliza o conceito de pesagem WoW. O protótipo utilizado nesta pesquisa foi desenhado pelo pesquisador Eliel Gonzalez-Garcia (*Institut National de la Recherche Agronomique* - INRA). A balança é voltada para pequenos ruminantes e dotada de leitores de brincos que utilizam tecnologia de radiofrequência para estocagem precisa dos dados de PC. Este experimento foi dividido em duas partes distintas que se complementam. A primeira parte foi realizada durante o período da primavera com 42 ovelhas Lacaune (aptidão leiteira) de idades e estados fisiológicos distintos que foram pesadas numa BE para obtenção do PC adotado como peso corporal referência (PCR). Todos os animais foram direcionados de forma espontânea ao WoW em um sistema indoor, onde cada animal passou três vezes pela balança automática, onde foi obtido o valor de peso corporal WoW (PCW). Esta primeira fase caracterizou-se como fase de calibragem do equipamento e treinamento de toda a equipe envolvida e teve uma duração de duas horas. A segunda fase constou na utilização de 237 ovelhas da raça Romane (aptidão para corte) de idades e estados fisiológicos distintos. Nesta oportunidade pela primeira vez, o protótipo foi exposto ao período de transição entre primavera/verão e a uma grande quantidade de animais, visto que, em experimentos anteriores, o máximo de indivíduos utilizados foi de 98 ovelhas. Os animais permaneceram durante um período de 29 dias a pasto, expostos ao WoW e com acesso limitado a água e pedras de sal dentro da área de atração do mesmo. O método de análise de concordância Bland e Altman, e o coeficiente de correlação de concordância de Lin (CCC), foram utilizados para estabelecer a concordância, correlação e reprodutibilidade entre os registros obtidos entre PCR e PCW, tendo como objetivo a validação da utilização do protótipo da balança automática WoW para obtenção precisa e confiável de dados de PC dos animais durante o período de transição primavera/verão no sul da França. O CCC foi utilizado para estabelecer a concordância entre registros PCW e PCR. Os resultados demonstram que

após respeitar o período de adaptação ao equipamento, os animais apresentam diminuição em comportamentos indesejados e juntamente a realização de tratamento da base de dados visando a eliminação de dados discrepantes causados por comportamento indesejados e/ou fatores externos que venham a prejudicar o registro dos dados pela balança WoW, a correlação, reprodutibilidade e o CCC apresentaram valores entre 0,95 e 0,99 demonstrando alta correlação entre os dois métodos.

Palavras Chave: balança automática, concordância, correlação, ovinos, peso corporal, reprodutibilidade, zootecnia de precisão.

ABSTRACT

Given the importance of accurate and daily monitoring of individual body weight (BW), new investments have been made in research to find alternatives to static weighing (SW) based weighing systems. A key among these alternatives is the Walk-Over-Weighing (WoW) technology, where animals freely and spontaneously pass through an equipment that is strategically positioned to be attractive for spontaneous passages of animals without human assistance. The objective of this work is to analyze the performance of a prototype automatic scale that uses the WoW weighing concept. The prototype used in this research was designed by the researcher Eliel Gonzalez-Garcia (Institut National de la Recherche Agronomique - INRA) the scale is aimed at small ruminants and equipped with tag readers that use radiofrequency technology for accurate storage of BW data. This experiment was divided into two distinct parts that complement each other. The first part was performed during the spring period with 42 Lacaune ewes of different ages and physiological states that were weighed in a SW to obtain BW as reference body weight (RBW), all animals were spontaneously directed to WoW in an indoor system where each animal went through the automatic weighing scale three times, where the WoW body weight value (WBW) was obtained. This first phase was characterized as the calibration phase of the equipment and training of all the team involved and lasted for two hours. The second phase consisted of the use of 237 Romane sheep of different ages and physiological states. In the first experiment the prototype was exposed to the transition period between spring/summer and a larger number of animals, since in previous experiments (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a) the maximum number of individuals used was 98 sheep. The animals remained for a period of 29 days in the pasture, exposed to WoW and with limited access to water and salt stones within the area of attraction. The Bland and Altman concordance analysis method and the Lin concordance correlation coefficient (CCC) were used to establish agreement, correlation and reproducibility between RBW and WBW records, with the objective of validating the use of prototype of the WoW automatic scale for accurate and reliable data collection of animals during the spring/summer transition period in southern France (LIN, 1989; ALTMAN; BLAND, 1986). The CCC was used to establish agreement between PCW and PCR records. The results show that after respecting the period of adaptation to the equipment, the animals show a decrease in unwanted behaviors and together with the treatment of the database aiming at eliminating discrepant data caused by unwanted behavior and/or external factors that may harm the data,

the correlation, reproducibility and CCC presented values between 0.95 and 0.99, demonstrating a high correlation between the two methods.

Keywords: Automatic weighing, body weight, concordance, correlation, ewe, precision animal husbandry, reproducibility.

1.0 INTRODUÇÃO

A pesagem de animais é uma atividade básica e primária na pecuária, atividade que tem como base o acompanhamento da variação de massa corporal de um animal. A partir da pesagem pode-se observar falhas de manejo em diferentes setores, ocorrência de estímulos de estresse e suas fontes, manejo alimentar inadequado, avaliação do desempenho individual ou de um lote nas diferentes fases fisiológicas e possíveis patogenias. O monitoramento do peso corporal (PC) é uma prática de extrema importância usada para fins de gerenciamento (por exemplo, avaliação do ganho de peso, condição corporal ou estabelecimento de calendários de abate) (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a).

A utilização de balanças é imprescindível para a obtenção do PC dos animais. Tradicionalmente, balanças estáticas são utilizadas para obter o valor em quilograma (kg), que representa a massa corporal de cada indivíduo inserido no plantel.

O gerenciamento de cada propriedade irá indicar a frequência com o qual a pesagem será realizada, tomando em conta sua estrutura e o modelo de produção ao qual está adequado a realidade da estrutura. Normalmente, a pesagem individual é uma atividade que consome tempo e trabalho, visto a necessidade de conduzir os animais a uma área premeditada e a concentração de recursos humanos em tal tarefa. O consumo excessivo de tempo, a existência de prováveis erros humanos durante a obtenção, registro dos PC obtidos e o estresse, tanto a quem realiza a pesagem quanto aos animais, leva-nos a pensar em alternativas do modelo de balanças estáticas convencionais. (ALAWNEH et al., 2011; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018b).

Nas operações modernas de produção animal, as balanças são instrumentos imprescindíveis, mas ainda requerem manejo de encaminhar o animal para o centro de manejo, onde tem-se o curral, seringa, tronco, brete ou brete com balança e balança, fato esse que necessita de mão de obra e acarreta estresse aos animais (BERCHIELLI e OLIVEIRA, 2006).

A modernização do processo de pesagem é de suma importância visto os entraves causados pela utilização de balanças fixas. As soluções automáticas para registro de peso vivo para monitoramento do desempenho dos animais é uma solução viável para as propriedades pecuárias e centros de pesquisa. A coleta automática de dados diminui consideravelmente a possibilidade de registros errôneos, visto que pouca mão de obra voltada para o uso e acompanhamento do equipamento é necessário, atendendo também ao bem-estar animal e

implicando a utilização de mão de obra especializada para manipulação correta do equipamento.

Países como Austrália e Nova-Zelândia são pioneiros na utilização de tal tecnologia aplicada a produção animal e atraem o interesse de outros países ao redor do mundo para as pesquisas que já foram e que estão sendo desenvolvidas. A maior parte delas está relacionada a ruminantes, voltadas principalmente para gado de corte e leiteiro (ALAWNEH et al., 2011; ALDRIDGE et al., 2017; DICKINSON et al., 2013). Com relação aos pequenos ruminantes, como caprinos e ovinos, as pesquisas e trabalhos voltados a estas espécies são de uma amplitude pequena. Brown e Gonzalez-Garcia trabalharam unicamente com ovinos durante suas pesquisas na Austrália e França, respectivamente (BROWN et al., 2012, 2015; BROWN; SAVAGE; HINCH, 2014; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a, 2018b). A literatura abordando a automatização de balanças e seus sistemas anexos é escassa, porém todas possuem em comum a abordagem sobre a tecnologia Walk-over-Weighing como metodologia aplicada na automatização das pesagens, tanto em sistemas intensivos quanto extensivos.

A concepção da tecnologia Walk-over-Weighing, literalmente “passagem e pesagem” impulsiona a automatização do processo de obtenção do peso individual animal. WoW é um conceito de pesagem remota para pastoreio de animais de produção, combinada com identificação por radiofrequência (RFID), permitindo uma conexão "RFID-WOW", pode permitir que o peso corporal dos animais sejam rastreados e armazenados ao longo do tempo, de forma diária e contínua (BROWN; SAVAGE; HINCH, 2014).

Com o objetivo de contribuir para o avanço das pesquisas sobre o WoW em pequenos ruminantes, o presente estudo envolve a calibração e maior compreensão sobre a real possibilidade na utilização do WoW, em detrimento a balanças estáticas (assumidas como método referência para obtenção de PC). Espera-se alcançar maiores detalhes sobre as variáveis que envolvem a manipulação do sistema WoW, seu design, suas limitações e pontos a melhorar. Em busca de minimizar seus pontos fracos e maximizar seus pontos fortes, assim desenvolvendo um sistema que permita a coleta de dados de PC confiáveis.

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Determinar a confiabilidade dos dados de PC obtidos via utilização de balança automática utilizando tecnologia Walk-over-Weighning comparativamente com balanças estáticas tidas como método referência.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Mensurar e construir uma análise detalhada sobre a concordância, correlação e reprodutibilidade entre balança estática e WoW. Buscando, por meio destas análises estatísticas, melhor entendimento sobre a possível utilização do sistema WoW como equipamento que visa obtenção diária e de alta confiabilidade do PC de pequenos ruminantes.

3.0 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ovinocultura - cenário mundial, brasileira e francesa

Os ovinos foram uma das primeiras espécies de animais domesticadas pelo homem. A sua criação possibilitava alimento, principalmente pelo consumo da carne e do leite, e proteção, pelo uso da lã, fibra que servia como abrigo contra as intempéries do ambiente, além do pelo. A ovinocultura está presente em praticamente todos os continentes. A ampla difusão da espécie se deve, principalmente, ao seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações. A criação ovina está destinada tanto à exploração econômica como à subsistência das famílias de zonas rurais (VIANA, 2008).

A ovinocultura brasileira, de uma forma geral, desenvolve-se de forma extensiva, com baixos níveis de tecnologia, produtividade e rentabilidade. Para competir no mercado mundial a atividade produtiva necessita de padrão racial, difusão tecnológica, assistência técnica e gerencial, estudos de mercados, capacitação dos produtores e sua articulação com os demais atores da cadeia produtiva. O alto custo do material genético, abates clandestinos, carência de laboratórios especializados e a baixa qualidade das peles fazem com que os produtores requeiem a criação de ovinos a segundo plano, pois os resultados são de difícil obtenção (PILAR et al., 2002).

Países como Austrália e Nova Zelândia são reconhecidos por desenvolverem sistemas de produção de alta produtividade. Suas criações, altamente tecnificadas, visam à produção de carne e lã, o que leva esses países a controlar o mercado internacional desses produtos. Durante anos, esses países desenvolveram técnicas produtivas e raças especializadas de animais que se difundiram pelo mundo, dando impulso para exploração econômica mundial da ovinocultura (VIANA, 2008). Em 2014, o comércio mundial de carne de ovino representou 1,2 milhões de toneladas ou 8% de Mundo. O mercado internacional de carne ovina é dominado pelas exportações da Austrália e da Nova Zelândia (41% e 42% do comércio mundial, respectivamente). Alguns fornecedores secundários, recentemente, reforçaram sua posição no mercado internacional, notadamente Chile, Argentina, Uruguai e União Europeia (OVINE, 2015).

Segundo o relatório concebido pelo *Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer*, em 2015 (FranceAgriMer), o comércio de carne ovina tem sido polarizado há muito tempo: os países do hemisfério sul fornecem a países com deficiência de ovinos no hemisfério norte. Na última década, surgiram fluxos de norte a sul ou entre países do sul. Quatro principais razões explicam essas evoluções:

→ Expansão da demanda na Ásia. Para atender ao crescimento do consumo interno neste continente, as importações de carne de ovino cresceram muito rapidamente nos últimos anos.

→ Queda na demanda na UE. O frágil contexto econômico na Europa causou uma desaceleração na demanda de carne, particularmente para a carne de ovino, que é uma das mais caras.

→ Menor potencial produtivo na Oceania. Nesta zona, a indústria ovina sofreu sucessivas descapitalizações que tiveram grande impacto no potencial dos dois maiores exportadores do mundo: Austrália e Nova Zelândia.

→ Crescimento lento da produção mundial de carne ovina (aumento médio de 1% ao ano entre 2004 e 2014) levou a tensões no mercado internacional e aumento dos preços da carne de ovino (2015).

A pecuária ovina francesa baseia-se, principalmente, em sistema a pasto (82% do programa alimentar dos ovinos é composto de gramíneas, das quais 70% são diretamente pastoreadas). É, portanto, uma produção com alta capacidade de autonomia alimentar, onde torna-se possível limitar as importações e o transporte de cereais e forragens, assim como permite a manutenção das paisagens. Por estar presente predominantemente em áreas de

difícil acesso e manejo, como montanhas, a criação de ovinos desempenha papel vital na ocupação e manutenção dessas áreas, protegendo o solo contra inundações, erosão e limitando os riscos de erosão, incêndios de verão e avalanches no inverno. A França possui 56 raças ovinas reconhecidas, adaptadas a diferentes territórios. Além disso, as paisagens nas quais os ovinos estão inseridos são ricas em biodiversidade animal e vegetal. Graças a esta atividade, empregos são gerados; assim, estimulando toda a economia envolvida no setor além da manutenção de boa parte do tecido social em seus territórios de origem. Atuando, também, como um pilar importante no âmbito sociocultural (IDELE, 2018; INTERBEV, 2018).

3.2 Zootecnia de precisão

A pecuária ou zootecnia de precisão foi definida por Wathes et al. (2008) como o manejo da produção animal com uso dos princípios e tecnologias da engenharia de processo, especialmente os sensores inteligentes. A pecuária de precisão tem como foco a potencialização do desempenho individual, em detrimento do tratamento por grupos de manejo. Isso é possível somente com um eficiente sistema de identificação individual, uma das bases dessa abordagem zootécnica (BERNARDI et al., 2017).

A zootecnia de precisão é uma área de estudos que vem apresentando um crescimento geométrico nas últimas duas décadas. Impulsionados pelos avanços tecnológicos e pela crescente necessidade de diminuir os erros em todos os setores da exploração agropecuária, inúmeros estudos vêm sendo realizados inserindo novas tecnologias e novas metodologias de manejo, unindo mão de obra qualificada a inovações concebidas tanto para a produção animal quanto vegetal.

O principal benefício de uma produção animal associada a novas tecnologias é perceber a potencial otimização que toda a cadeia de produção ainda possui. Isto pode ser conseguido pelo aumento da produção animal, concentrando-se nas necessidades individuais dos animais em geral; em particular, otimizando a composição de alimentos através da troca de dados ao longo da cadeia, aumentando a eficiência de reprodução por melhores registros históricos e detecção automatizada de cio/gravidez, diminuindo incidência de doenças e minimizando a produção de resíduos através de uma gestão de qualidade (BAXTER et al., 2008).

Apesar do grande potencial para uso nos sistemas de produção animal, as ferramentas de agricultura de precisão têm sido utilizadas com maior frequência nas

culturas de grãos, hortícolas, fruteiras e silvicultura. A amostragem de solo georreferenciada, a elaboração de mapas espacializados de atributos do solo e de recomendação e a aplicação de insumos a taxa variável têm sido as principais formas de uso das ferramentas de precisão (BERNARDI et al., 2015; BERNARDI; INAMASU, 2014). Na pecuária, a avicultura e a suinocultura detêm a maior parte dos estudos e investimentos, seguidos pela bovinocultura leiteira com uma participação ainda tímida da caprinovinocultura e bovinocultura de corte, se comparados aos outros setores de produção pecuárias citados anteriormente (BAXTER et al., 2008; BERNARDI et al., 2015; BERNARDI; INAMASU, 2014; BERNARDI et al., 2017; DA SILVA; PANDORFI; PIEDADE, 2005; PEREIRA, 2015; BOCQUIER et al., 2016; MOLIN et al., 2014; PANDORFI et al., 2012).

As tecnologias desenvolveram-se até um ponto em que a combinação de monitoramento e controle de processos dinâmicos e complexos como os processos biológicos tornou-se realidade (Figura 1). Estas tecnologias oferecem a possibilidade de conceber uma agropecuária economicamente, ambientalmente e socialmente sustentável. Processos biológicos que queremos controlar, planejamento dos insumos utilizados e controle de variáveis de saídas e entradas. O segredo de cada processo é o conhecimento da dinâmica e das fontes de variações envolvidas. Se conhecidos, podemos antecipar essas variações e obter resultados desejados (BAXTER et al., 2008).

Como na agricultura de precisão, a pecuária de precisão se refere aos métodos aplicados para ajustar de forma meticulosa o manejo tendo em conta a diversidade dos suportes biológicos (animais e vegetais) e de suas respostas fisiológicas e comportamentais. Na medida que diversidade e respostas podem evoluir com o tempo, estes ajustes são concebidos de forma dinâmica. O objetivo da zootecnia de precisão é de contribuir no melhoramento do bem-estar animal, no conforto do fazendeiro/criador/funcionário e a reduzir o impacto no meio ambiente, desta forma melhorando as performances técnicas e econômicas do sistema. Os métodos aplicados na pecuária de precisão também oferecem inúmeras possibilidades de monitoramento e manejo de qualidade em sistemas a pasto, tornando-se uma forma de garantir uma abordagem agroecológica dentro dos sistemas de produção animal (BOCQUIER et al., 2016).

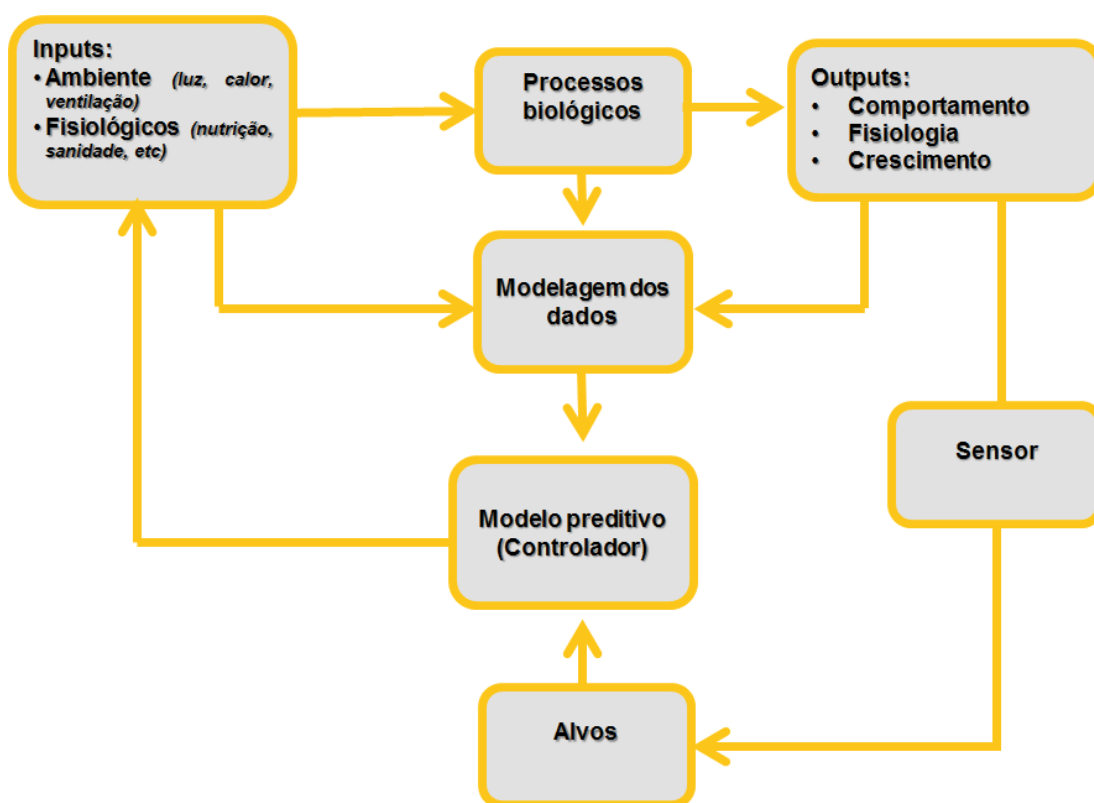


Figura 1. Esquema dos componentes da Pecuária de Precisão para controle de processos biológicos. Fonte: Bernardi et al(2017), adaptado de Wathes et al. (2008).

A pecuária de precisão devidamente implementada tem o potencial para: i) melhorar e documentar objetivamente os parâmetros de bem-estar animal nas propriedades; ii) reduzir a emissão de gases de efeito estufa e melhorar os aspectos ambientais dos diferentes sistemas de produção agropecuários; iii) melhorar a comercialização e facilitar a segmentação dos produtos de origem animal; iv) reduzir o comércio ilegal de produtos de origem animal; v) melhorar o retorno econômico das atividades agropecuárias (BANHAZI et al., 2012).

Todos os processos envolvidos na zootecnia de precisão buscam, como o próprio nome indica, a realização de um planejamento e manejo com absoluto rigor na determinação de medidas, pesos, valores, ou seja, máxima exatidão na obtenção e interpretação das mais diversas variáveis zootécnicas envolvidas nos sistemas produtivos. O aporte tecnológico intrínseco a pecuária de precisão é de extrema importância para que haja um maior rigor na execução de todas as etapas envolvidas.

3.3 Monitoramento do peso corporal na Ovinocultura

A variação do peso de um animal é um importante indicador do bem-estar e valor de um animal, mas pouquíssimos produtores pesam seus animais com frequência. Isto é normalmente devido a falta de equipamento de pesagem conveniente (FROST et al., 1997).

Crescimento é geralmente definido como o aumento no tamanho ou peso corporal em uma determinada idade e um dos critérios de seleção para o melhoramento dos animais de carne como ovelhas (AFOLAYAN et al., 2006).

O monitoramento do peso corporal (PC) é normalmente usado para fins de gerenciamento de várias maneiras diferentes, por exemplo, para monitorar o ganho de peso, a saúde e o estado nutricional dos animais, as respostas aos programas de alimentação ou o estabelecimento de calendários de abate (BROWN et al., 2015; WISHART et al., 2017). Como o PC é um parâmetro comum que pode ser útil para a tomada de decisões, a frequência de registro e análise de eventos de pesagem pode mudar dependendo dos objetivos de manejo do produtor (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a).

O PC de um ovino em relação ao seu PC potencial fornece um indicador de suas reservas absolutas de energia, enquanto a mudança no peso vivo indica se o animal está em um balanço energético positivo (ganho de peso) ou negativo (perda de peso) (YOUNG & CORBETT, 1972). O peso vivo é altamente correlacionado com a quantidade de gordura ($R^2 = 0,84$) e proteína ($R^2 = 0,62$) no corpo vazio (SANSON et al. 1993). O peso vivo também reflete a qualidade e a quantidade de matéria seca da pastagem disponível e a ingestão do animal (MAHGOUB; LU; EARLY, 2000), permitindo a determinação da taxa de lotação relativa à capacidade de suporte da pastagem (DAVIES & SOUTHEY, 2001). O monitoramento de PC da ovelha é especialmente importante, pois mudanças de peso vivo podem influenciar significativamente a produtividade dos ovinos (FERGUSON et al., 2011) e sua progênie (BEHRENDT et al., 2011; THOMPSON et al., 2011). Modelagens econômicas demonstram que a lucratividade de toda a fazenda pode ser aumentada quando os animais são gerenciados de forma minuciosa (YOUNG et al., 2011), sugerindo que com o monitoramento do PC os criadores são capazes de prescrever um regime de alimentação que leva a uma maior lucratividade em toda a fazenda (BROWN et al., 2015).

3.4 Relação WoW x Bem-estar animal

Bem-estar animal é um tema cada vez mais discutido e estudado na área dos ruminantes. A intensificação dos sistemas de produção, a fim de aumentar a oferta de alimentos, evidenciou práticas de manejo que prejudicavam as necessidades e o comportamento natural dos animais (FRASER, 2008).

O cientista britânico Francis Brambell desenvolveu a metodologia de diagnóstico de bem-estar animal conhecida como as cinco liberdades, sendo posteriormente modificadas pelo Conselho de Bem-Estar de Animais de Produção, localizado no Reino Unido (BRAMBELL, 1965; FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 1993). Sendo estas:

I - Liberdade de sede, fome e má-nutrição (Liberdade Nutricional)

II - Liberdade de dor, ferimentos e doença (Liberdade Sanitária)

III - Liberdade de desconforto (Liberdade Ambiental)

IV - Liberdade para expressar comportamento natural (Liberdade Comportamental)

V - Liberdade de medo e ausência de estresse (Liberdade Psicológica)

A Liberdade Nutricional inclui disponibilidade de alimentos e água em quantidade e qualidade adequadas; os conceitos de fome e sede, entretanto, seriam mais relevantes à Liberdade Psicológica. A Liberdade Sanitária inclui ausência de problemas de saúde tais como doença e ferimentos. A Liberdade Ambiental inclui a adequação das instalações nas quais os animais são mantidos, tais como adequação das superfícies de contato e espaço disponível. A Liberdade Comportamental refere-se à comparação entre o comportamento natural em ambiente similar àquele em que a espécie evoluiu e o comportamento possível sob as condições em análise. A Liberdade Psicológica representa um aumento significativo da amplitude da Liberdade de medo e estresse; isto apresenta a desvantagem de se tornar mais subjetivo e de mais difícil avaliação (MOLENTO, 2006).

Dentro de uma fazenda comercial ou centro de pesquisa o desrespeito às primeiras duas liberdades vai de encontro direto quanto ao desempenho produtivo dos animais, assim como garantir a adaptabilidade dos animais as instalações (principalmente em sistemas que utilizam confinamento). Diminuir o máximo possível fontes de estresse é ponto crucial para que o produto final seja da melhor qualidade possível. Porém, desde os primórdios da pecuária a liberdade comportamental vem sendo desrespeitada nesta relação homem x animal. Os estudos quanto aos padrões comportamentais dos animais de produção possibilitam o fornecimento de condições mais próximas possível do comportamento natural sem prejudicar o sistema produtivo. A tecnologia WoW é um sistema automático que pode ser implementado tanto em condições de confinamento ou a pasto. Sendo a última possibilidade a mais desafiadora devido a intempéries, porém, mostra-se uma alternativa que favorece o respeito a

liberdade comportamental, pois diminui a necessidade do contato homem x animal, sendo um fator antiestresse para ambos.

O desenvolvimento e a iminente disponibilidade da tecnologia "em tempo real" proporcionarão uma nova dimensão ao monitoramento automático de animais e benefícios potenciais ao bem-estar animal (MORRIS; CRONIN; BUSH, 2012).

Existe uma oportunidade real para que os produtores de ovelhas utilizem tecnologias de gerenciamento de precisão para melhorar a saúde e o bem-estar de seus animais, bem como abordar as questões levantadas pelos grupos de bem-estar animal. Isto é especialmente verdadeiro para a doença clínica, onde o efeito no animal é óbvio. No entanto, a capacidade de monitorar pequenas mudanças incrementais também pode ser útil para detectar mudanças sutis associadas à doença subclínica. Existem várias doenças comuns que frequentemente ocorrem anualmente e influenciam mudanças no peso e/ou na mobilidade animal em um nível de indivíduo e lote. As doenças associadas a perda de peso incluem parasitas internos e externos (por exemplo, vermes, coccidioses, mosca varejeiras e piolhos), bem como algumas infecções bacterianas e virais e deficiências/toxicidades minerais. Doenças associadas à mobilidade reduzida, portanto a incapacidade de passar pelo equipamento automático de monitorização, são numerosas e incluem casos graves das condições acima mencionadas, bem como doença metabólica (por exemplo, toxemia na gravidez e hipocalcemia), hipotermia, pneumonia e afecções relacionadas com os pés, como podridão nos pés e abscesso nos cascos (COTTLE et al., 2012).

Um grande impacto potencial dos sistemas automatizados é o aumento da distância na relação agricultor-animal, uma distância já empobrecida, especialmente em fazendas de grande porte. Isso é o resultado do monitoramento remoto dos animais: os agricultores não precisam observar o gado tão de perto quanto antes, já que as informações sobre os indivíduos são transmitidas diretamente para um computador. A supressão de alguns contatos rotineiros entre agricultores e animais pode reduzir algumas interações negativas em potencial. Por exemplo, a violência contra um animal pode ser ameaçada ou comprometida no processo de movimentação do animal. Os sistemas automatizados podem contribuir para evitar ou reduzir essa violência, pois pode classificar, mover ou pesar animais automaticamente (usando, por exemplo, portões eletrônicos) sem contato humano, e assim proteger os animais. Deve-se ressaltar que a relação entre o agricultor e o animal também afeta o agricultor, uma vez que o manejo dos animais será cuidadosamente examinado pela sociedade. Portanto, pode-se

argumentar que evitar interações potencialmente negativas pode dar ao agricultor mais credibilidade na sociedade (CORNOU, 2009).

3.5 Automatização do processo de pesagem ovina – Walk over Weighing + identificação por radiofrequência

A utilização de balanças estáticas para a mensuração do PC é utilizada em larga escala dentre a grande totalidade das atividades pecuaristas em nível mundial. Dentro do planejamento previsto no calendário zootécnico de uma propriedade, vários dias devem ser voltados para a pesagem de cada indivíduo. O tempo despendido e o número de funcionários que devem ser voltados para a realização dessa atividade varia de acordo com as particularidades de cada fazenda: número de animais, tipo de sistema de criação (intensivo ou extensivo), número de funcionários disponíveis para tal atividade, qualidade da balança utilizada na pesagem dos animais, entre outros. A utilização de balanças estáticas (tradicional) possui muitas limitações quanto a facilidade de uso e viabilidade quanto a dinâmica de trabalho de uma propriedade rural.

Uma possível alternativa para a substituição, parcial e/ou completa, da pesagem via balança estática, reside na utilização de balanças automáticas que utilizem a tecnologia walk-over-weighing (WoW), o conceito do WoW é simples. Os animais passam por uma balança de forma espontânea que possui em sua estrutura componentes anexos e que permitem a obtenção do PC dos animais no ato de sua passagem pelas células de pesagem. Porém, a maior parte dos estudos e pesquisas científicas que abordam a tecnologia WoW pertence a pecuária Australiana e Neo Zelandesa (ALAWNEH et al., 2011; ALDRIDGE et al., 2017; BROWN et al., 2012). O grande diferencial que é apresentado no WoW é a capacidade de obtenção e posterior armazenamento do PC dos animais no ato da sua passagem, graças a identificação por radiofrequência (IDRF).

Um sistema básico de IDRF consiste em três componentes principais: Transponder, o leitor e a antena, que é coletivamente responsável pela geração da onda de rádio. O transponder é um circuito integrado a uma antena, e pode ou não ter uma fonte de energia móvel. Eles são classificados como ativo, passivo, ou semi-passivo/semi-ativo (BHATT; GLOVER, 2002; MC CARTHY et al., 2010). Estes sensores estão se tornando cada vez mais comuns em muitos setores e os usuários mais comuns desse tipo de tecnologia incluem a indústria farmacêutica e a agropecuária (SAXENA & SADEGHI, 2014).

Por meio de células de pesagem e uma antena de leitura para identificação por radiofrequência, é capaz de cruzar a informação “identificação do animal + peso”, para, assim, obter-se a informação diariamente com a ausência de presença humana e de forma totalmente espontânea (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a).

Como alternativa a pesagem estática, a automação da pesagem pode fornecer um método mais sensível, objetivo e menos trabalhoso para rastrear a mudança de PC, permitindo, assim, uma identificação mais fácil de animais em risco de doença ou com desempenho produtivo reduzido ou melhorar o manejo do rebanho (DICKINSON et al., 2013). Os sistemas de pesagem automatizados fornecem mais informações e o que pode ser perdido na precisão do equipamento pode ser recuperado no número de registros disponíveis para a análise (BROWN et al., 2012). Fornecendo várias vantagens sobre os métodos estáticos, como maior frequência de medições de PC sem estresse, os sistemas WoW exigem que os animais passem por uma plataforma especialmente projetada, que permite estimar a massa corporal usando técnicas de média contínua (PEIPER et al., 1993; REN et al., 1992). No entanto, os resultados de relatórios existentes avaliando WoW em ruminantes são escassos e inconsistentes. Alawneh et al. (2011) relataram bons resultados de concordância entre as medidas de WoW e PC estático ao analisar 79.697 registros de WoW de 463 vacas leiteiras alimentadas a pasto. Dickinson et al. (2013), apesar de obter alta concordância em um experimento curto (1 hora) com 46 vacas leiteiras, relataram baixa reprodutibilidade do WoW quando comparado a pesagem estática. A literatura disponível é escassa, principalmente para com pequenos ruminantes, particularmente, em ovelhas algumas pesquisas foram realizadas por Brown et al. (2012, 2014a, 2014b) e González-García et al. (2018b, 2018a).

Brown et al. (2012, 2014a, 2014b), em seus experimentos, obtiveram resultados positivos em seus relatos, após a filtragem de conjuntos de dados brutos para monitoramento de PC em rebanhos ovinos sem identificação eletrônica por IDRF. No entanto, os resultados foram menos encorajadores ao avaliar as tecnologias de WoW para monitoramento individual de PC. Todos os autores concordam que há uma grande importância na realização de métodos de filtragem relevantes em dados brutos obtidos com WoW, a fim de remover registros espúrios de PC (por exemplo, resultantes de problemas de comportamento animal) e alcançar a precisão necessária e reprodutibilidade de dados para interpretação confiável (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a, 2018b).

4.0 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi realizado na fazenda experimental INRA La Fage, Causse du Larzac (43°54'54.52"N; 3°05'38.11"E; ~800 m altitude), Roquefort-sur-Soulzon, Aveyron, França. O uso e todos os procedimentos realizados com os animais foram permitidos pelo conselho de ética regional *Science et santé animales*.

4.2 Concepção e descrição do Protótipo WoW

O protótipo da balança automática foi concebido para proporcionar o acompanhamento e obtenção diária de dados de peso corporal (PC) dos animais durante toda a permanência dos mesmos dentro do sistema de produção. O acompanhamento do PC pode servir como suporte para obtenção de outras variáveis quantitativas, assim como pode ser utilizada como diagnóstico prévio e rápido sobre quaisquer sinais de alterações na saúde dos animais, via acompanhamento de alterações de estado físico em tempo real. Tais mudanças estão diretamente relacionadas a alterações fisiológicas.

O pesquisador Eliel Gonzalez-Garcia (INRA, UMR SELMET-ARE), foi o responsável pelo desenho de todo o sistema e a empresa Marechale Passage (Chauny, France) foi responsável pela construção do equipamento (Figura 2).

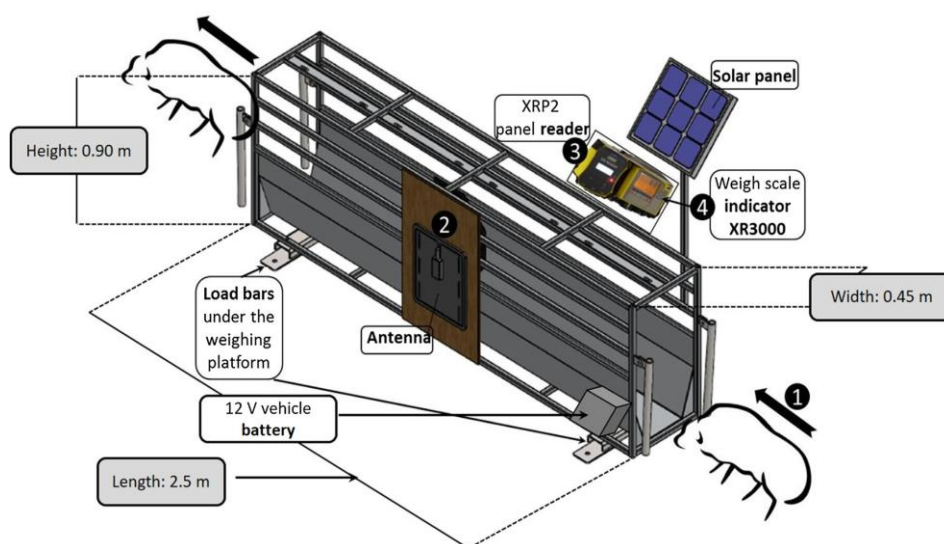


Figura 2. Desenho do protótipo WoW. Fonte: (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a).

O protótipo possui componentes que visam autonomia energética (painel solar e uma bateria de veículo de 12 V), conjunto de duas barras de carga eletrônicas que continham células de carga com sensor de peso e uma balança de pesagem (modelo MP600; Tru-Test

Ltd., Auckland, Nova Zelândia), peso 97 kg para proporcionar fácil mobilidade e transporte. Sua estrutura foi composta por alumínio com o objetivo de proporcionar maior resistência a intempéries e ações corrosivas.

Os principais componentes eletrônicos apresentados nesta balança automática consistiu em duas células de carga que continham sensores de pesagem e uma balança (modelo MP600; Tru-Test Ltd., Auckland, Nova Zelândia); um indicador com capacidade de registro de dados (modelo XR3000 indicator; Tru-Test Ltd., Auckland, Nova Zelândia); uma antena para leitura por radiofrequência- IDRF (Allflex) e um painel de leitura para identificação eletrônica (XRP2; Tru-Test Ltd., Auckland, Nova Zelândia). Todo equipamento estava interligado via cabeamento eletrônico aos conectores que possuíam contra intempéries para evitar oxidação dos componentes. Na França, a identificação de cada ovelha é feita obrigatoriamente utilizando-se IDRF ISSO 107 11784/11785 transponders acoplados a brincos de identificação, que permitem identificação individual permanente.

A passagem dos animais sobre as células de carga associado com a leitura IDRF leva a informação para o indicador XR3000, que possui a capacidade de calcular e armazenar o peso do animal, associando-os às suas respectivas identificações. O indicador ainda possui a capacidade de registrar a data e hora da passagem, permitindo acompanhamento mais refinado sobre o comportamento e o PC dos animais de forma diária. A antena está posicionada no lado esquerdo da unidade WoW e sua conexão com o XR3000 é feita com cabos de conexão serial (9 pinos universal RS232). O indicador possui baterias internas recarregáveis que proporcionam autonomia de quatorze horas de funcionamento ininterrupto, quando totalmente carregadas. O indicador foi instalado com algoritmos patenteados que calculam o peso de objetos em movimento (Tru-Test Ltd., Auckland, Nova Zelândia). O WoW possui uma estrutura metálica composta principalmente de alumínio. Suas dimensões são: comprimento = 2,5m, largura = 0,45m e altura = 0,90m.

Para complementar o WoW, uma estrutura metálica em forma de S (Figura.3) foi construída com a função de controlar o fluxo dos animais antes da entrada ao WoW, para que assim possa ser garantida a entrada de somente um animal por vez na plataforma, visto que a entrada de mais de um animal é fonte de erros na obtenção de dados.

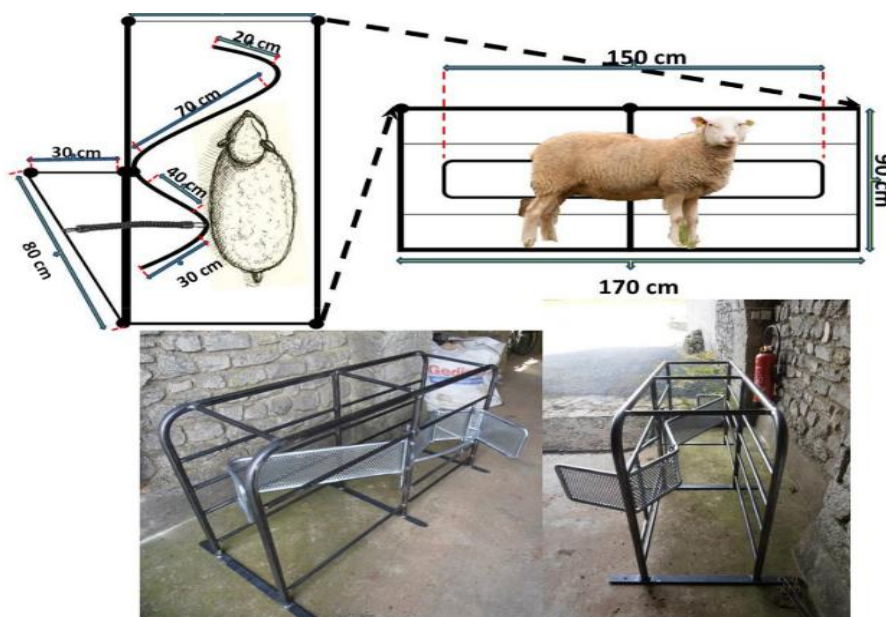


Figura 3. Controlador de fluxo “S”. Fonte: (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a)

4.3 Desenho Experimental

O experimento se iniciou em 20 de Junho de 2018 e teve fim no dia 31 de Julho de 2018. Foi estruturado em dois estágios consecutivos e complementares consistindo em uma (i) primeira fase com 42 ovelhas Lacaune, objetivando a calibração e validação do WoW em um sistema sobre controle dos operadores (*indoor*). A (ii) segunda fase foi realizada com 237 ovelhas Romane, objetivando a validação do WoW em um sistema a pasto no período do verão

4.4 Primeira Fase: Lacaune

A primeira fase experimental (*indoor*) ocorreu no dia 20 de Junho (fim de primavera) dentro de um galpão anexo a sala destinada a ordenha e teve duração de duas horas. Todas as 42 ovelhas da raça de aptidão leiteira Lacaune nunca antes tinham sido expostas ao sistema WoW. Foram utilizados currais de manejo para indução dos animais a balança estática (BE) e ao WoW, ambos dispostos de forma que a BE esteve disposta anteriormente ao WoW, garantindo a passagem de somente um animal por vez sobre a balança automática, assim como, permitindo que as mesmas passem numa velocidade ideal de em média 0,30m/s. Todos os animais (n=42), passaram de forma espontânea, três vezes por cada balança. Ao final, resultou em três passagens distintas: passagem 1 (P1), passagem 2 (P2) e passagem 3 (P3). Resultando num total de 126 passagens.

4.5 Segunda Fase: Romane

A segunda fase experimental (sobre pastejo) ocorreu entre os dias 25 de Junho de 2018 a 31 de Julho de 2018 (verão). Um total de 237 ovelhas da raça Romane (aptidão para corte) foram selecionadas, a primeira etapa desta fase experimental constou do desmame, vacinação da totalidade dos cordeiros, tosa da totalidade das ovelhas e marcação com tinta azul de todos os animais que já haviam tido contato com a balança WoW, denominados neste experimento de ovelhas “não ingênuas” (ONI), automaticamente, o restante das ovelhas que não tiveram contato com o WoW foram denominadas de ovelhas ingênuas (OI). O fim da primeira etapa foi caracterizado pela primeira pesagem em BE para obtenção do primeiro valor de peso corporal referência (PCR) e montagem do parque WoW, que consiste na delimitação de uma Zona de Atração (ZA). O único local onde os animais tinham acesso a água, pedras de sal e complemento mineral vitamínico (CMV).

4.5.1 Adaptação

A fase de adaptação consistiu no período entre 03 a 15 de Julho de 2018. Os animais permaneceram numa área que possuía 11 hectares (ha). A plataforma WoW foi instalada com a ausência do controlador de fluxo “S”, para facilitar a adaptação dos animais (principalmente as OI) a entrada da balança rumo a ZA. Pequenas quantidades de cevada em grão foram utilizadas para adaptar os animais a entrada espontânea no WoW. A utilização de cevada como atrativo a entrada ao WoW foi suspensa no dia 08 de Julho de 2018 para evitar que os animais criassem um *feedback* positivo “cevada-WoW”. Concomitantemente, ocorreu a instalação do “S”, o que caracteriza uma segunda etapa do processo de adaptação. Durante os três dias seguintes, observou-se uma queda percentual no número de observações/dia de 30,7%, 64% e 53,6% respectivamente, em detrimento ao dia 08. De 12 a 15 de Julho de 2018 tempestades com fortes descargas elétricas danificaram a plataforma WoW, o que caracterizou perda de dados durante quatro dias da adaptação e expôs pontos de *upgrade* que podem agregar positivamente no melhoramento do protótipo, que será discutido posteriormente neste trabalho.

O período de adaptação teve fim no dia 15 de Julho de 2018, onde o principal objetivo foi de que a totalidade dos animais estivessem adaptados a entrada na plataforma WoW de forma espontânea e diária, o número de passagens/dia pode ser confrontado com o número de

Passagens Biologicamente Plausíveis (PBP)/dia (Figura 9), que se caracteriza por passagens que estejam num intervalo onde o peso corporal obtido via balança automática WoW (PCW) registrado seja de ± 2 kg em relação ao PCR. O intervalo considerado leva em conta as variações de PC durante 24 horas devido a variações de preenchimento do conteúdo gastrointestinal e consumo de água.

4.5.2 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada no período do 16 a 31 de julho de 2018, o WoW e os animais foram deslocados para uma área que possuía 26 ha. Neste período, foram realizadas as últimas duas pesagens em BE para obtenção do PCR, parâmetro para a configuração das passagens biologicamente plausíveis (PBP).

4.6 Gerenciamento e processamento dos dados obtidos

4.6.1 Descarregamento dos Dados

Todos os dados foram obtidos via descarregamento semanal advindos do indicador XR3000. A empresa Tru-Test™ fornece o software “Tru Test Data Link”, que, por sua vez, permite a obtenção dos dados diretamente no computador via conexão *universal serial bus* (USB). O arquivo usado possui extensão csv, que, por sua vez, pertence ao aplicativo Microsoft Excel™. Os arquivos Excel contêm quatro colunas distintas: uma coluna com a identificação completa de cada animal, o PCW em kg, uma coluna contendo a data e, por fim, outra coluna contendo as horas referente ao dia de coleta de dados.

4.6.2 Limpeza da Base de Dados: Fontes de Erros

Previamente as análises estatísticas uma série de filtragem de dados foram realizadas. A base de dados foi construída confrontando os dados obtidos via XR3000 com os valores PCR obtidos via pesagem em BE. A organização dos dados consistiu, primeiramente, na detecção de dados de PC errôneos. Assumindo que em um período de 24 horas o PC de um pequeno ruminante possa variar em ± 2 kg (conteúdo gastrointestinal), foi fixado um limite de até 2 kg a mais/menos que o PCE. Todos os dados que extrapolaram esse limite foram

considerados fontes de erros e eliminados da base de dados, o não respeito ao controlador de fluxo pode gerar valores muito altos (dois ou mais animais passando ao mesmo tempo na balança), valores de PC sem IDRF ou, ao contrário, também foram descartados assim como valores de PC iguais a 0.

4.6.3 Construção da base de dados

Para a primeira fase Lacaune, cada passagem (P1, P2 e P3) foi analisada de forma individual e de forma agrupada. Todas as passagens passaram por processo de eliminação das fontes de erros, formando uma passagem total (Ptotal), ao qual podemos observar a concordância e correlação dos dados obtidos de forma a compará-los numericamente e graficamente para analisarmos o avanço do comportamento dos animais em relação ao WoW, e a relação do reconhecimento do equipamento pelos animais com a obtenção do PCR e PCW iguais e/ou similares (podendo apresentar variação de ± 2 kg).

A base de dados foi concebida com dois níveis de limpeza de fontes de erros, resultando na exclusão da leitura de um animal que apresentou as três passagens pelo WoW numa velocidade rápida. Posteriormente, no primeiro nível de limpeza de erros, os dados foram agrupados para posterior análise estatística que será descrita no item seguinte desta pesquisa.

Para a segunda fase Romane, a limpeza de fontes de erros foi realizada nos mesmos moldes da primeira fase Lacaune. Cada animal foi analisado de forma individual durante os quinze dias de coleta de dados. Obtivemos dados que possibilitaram a concepção de gráficos e tabelas que serão discutidos no item “resultados e discussões” (pág. 33).

4.6.4 Cálculos e análise estatística

Com o objetivo de validar o uso do WoW, nesta pesquisa, a BE foi admitida como referencial de medição do PCR.

Para a primeira fase o PCR obtido via BE e o PCW obtido via WoW foram comparados e analisados estatisticamente quando a sua correlação, concordância e reprodutibilidade. Sendo etapas complementares, a fase Romane foi analisada quanto a concordância e correlação dos dados obtidos.

Para medir a amplitude da concordância entre a BE e WoW, o Coeficiente de Concordância de Lin (CCC) foi utilizado (LIN, 1989). Para interpretação dos dados de Coeficiente de Concordância de Lin como: concordância quase perfeito ($>0,99$); concordância considerável ($>0,95-0,99$); concordância razoável ($0,90-0,95$); e baixa concordância ($<0,90$) (MCBRIDE et al., 2005). O coeficiente de concordância de Lin medirá a “força” da concordância e reprodutibilidade entre BE e WoW.

Correlação e reprodutibilidade entre ambos os métodos foram avaliadas, utilizando-se a análise proposta por Bland e Altman, que descreve a concordância entre dois observadores, avaliadores ou métodos, considerados variáveis de natureza quantitativa. Ao aplicarmos o mesmo, obtêm-se um gráfico de dispersão entre as médias individuais das duas medidas e as diferenças individuais entre as medida (BLAND e ALTMAN, 1986)

Para a realização de todas as análises estatísticas e construção de gráficos o Comprehensive Statistics Software (NCSS, 2015) foi utilizado.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Fase Lacaune – *Indoor*

A fase *indoor* foi composta inicialmente de 42 ovelhas Lacaune. Devido a comportamentos inadequados de um único animal ao adentrar no WoW suas três passagens resultaram em passagens biologicamente não plausíveis (PBNP), a base de dados final contou com $n = 41$, após sua exclusão.

Ao analisar três passagens consecutivas (P1, P2 e P3) foi obtido um total 97 PBP, o que formou a passagem total (TP) (Tabela 1). Seguindo metodologia de limpeza de erros proposta por Gonzáles-García et al. (2018a), o banco de dados (BD) “bruto” passou por dois níveis de limpeza. Observou-se o aumento significativo no valor de R^2 entre as medidas obtidas de PCR x PCW de acordo com a retirada de PBNP e de acordo com a maior adaptação aos animais a entrada na plataforma, o que favorece o registro de PBP. Inicialmente obtivemos resultados de: P1 - $R^2 = 0,0974$; P2 - $R^2 = 0,2070$ e P3 - $R^2 = 0,9971$. Após o segundo e último nível de limpeza da base de dados “bruta”, foram obtidos valores de: P1 - $R^2 = 0,9938$; P2 - $R^2 = 0,9757$ e P3 - $R^2 = 0,9972$ (Figura 4).

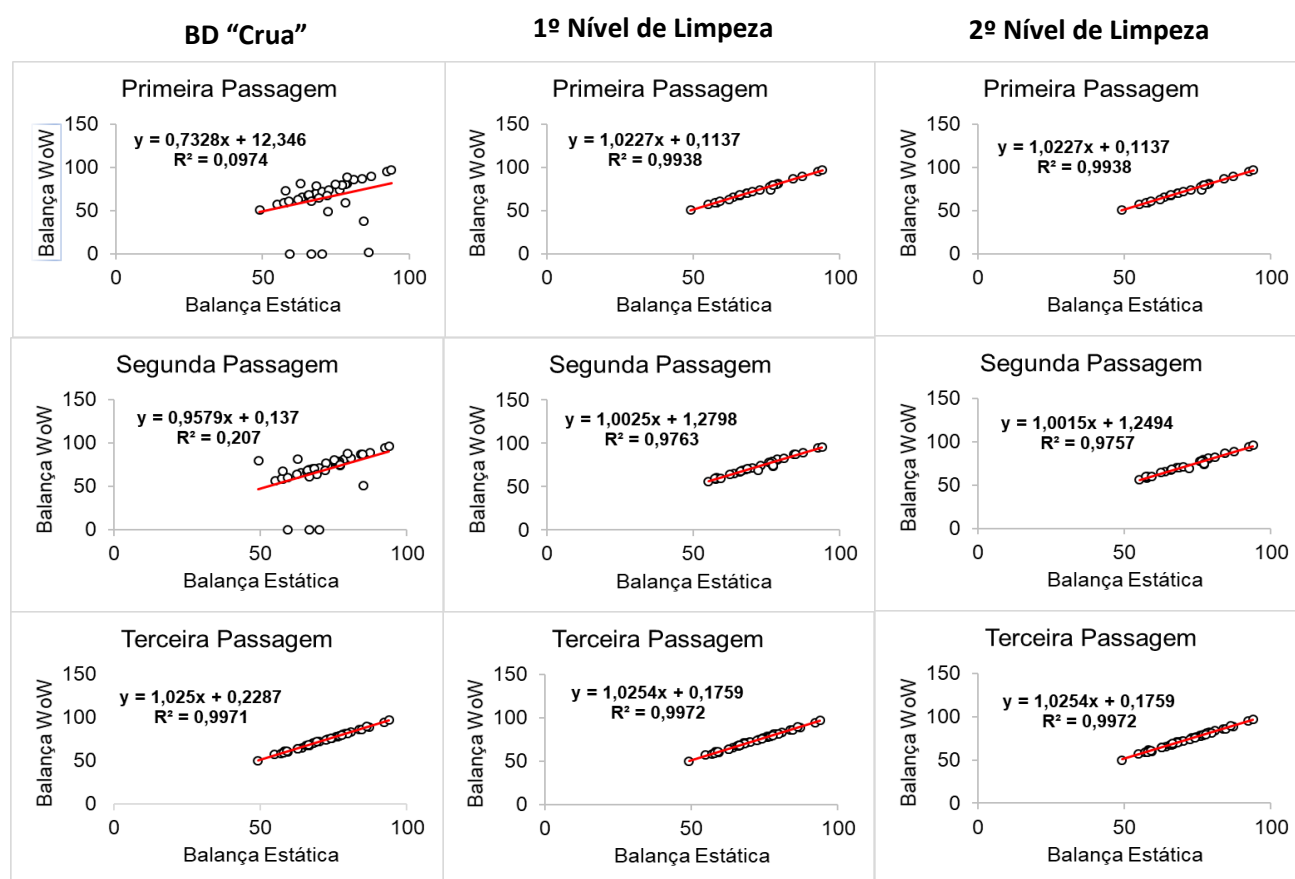


Figura 4. Níveis de limpeza da base de dados Lacaune. A primeira coluna representa a base de dados “crua”, ou seja, sem nenhuma limpeza de fontes de erros aplicada. A última coluna representa os dois níveis de limpeza já aplicados.

Ao contrário do que foi apresentado por Gonzáles-García et al, (2018a), a terceira passagem da totalidade dos animais apresentou PBP que resultou em $R^2 = 0,9971$. Durante o experimento, os autores citados utilizaram vinte e quatro ovelhas Romane, com período de adaptação de três semanas, que foi necessário, visto que os animais eram de aptidão para corte e não estavam adaptadas a condições de confinamento pois, dentro da fazenda experimental INRA *La Fage*, permaneceram todo seu ciclo produtivo em condições extensivas. Após as três semanas de adaptação, os animais foram expostos a uma semana de coleta de dados, o que resultou em máximas de $R^2 = 0,8673$ e $R^2 = 0,9098$ após a aplicação da mesma metodologia de limpeza de erros aplicada neste experimento. A diferença de raça dos animais pode explicar os resultados de R^2 diferentes apresentados entre os dois experimentos, visto que as quarenta e duas ovelhas Lacaune são animais leiteiros e já estavam adaptadas a permanecerem em condições de confinamento, maior contato com maquinário e atividade humana, devido ao manejo diário de ordenha. O que explica a ausência de período de adaptação para os animais de aptidão leiteira em detrimento as ovelhas Romane utilizadas por Gonzáles-García et al. (2018a) e sua maior adaptabilidade a plataforma WoW em um curto espaço de tempo.

A maior parte dos registros errôneos se deve principalmente a velocidade de passagem dos animais no momento de adentrar a plataforma WoW para acessar a ZA. Segundo Gonzalez-García et al. 2018, a velocidade média de passagem ideal é igual a 0,30m/s pois os mesmos diferenciam em seu trabalho as velocidades de passagem em três grupos distintos: “velocidade lenta (VL)” ($\leq 0,15$ m/s), “velocidade normal (VN)” ($\cong 0,30$ m/s) e “velocidade rápida (VR)” ($\geq 0,85$ m/s). Sendo a primeira e a última fonte de erros, visto que a VL pode causar leituras com pesos muito acima ou muito abaixo do PC real dos animais e a VR pode resultar em leitura de 0 kg PC (2018).

Ao agruparmos os dados obtidos nas três passagens foi obtido $R^2 = 0,9897$ (Figura 5) superior ao $R^2 = 0,9648$ obtidos por Gonzáles-García et al. (2018a), porém obtivemos valores semelhantes de coeficiente de correlação $r = 0,99$ (tabela 1). O valor de R^2 obtido na fase *indoor* demonstra que os valores de PCW x PCR estão numa distribuição aproximadamente normal, o que permitiu aplicar a análise de concordância entre dois métodos de Bland & Altman (1986), visto que ambas as variáveis são de natureza quantitativa. O gráfico de dispersão Bland & Altman (Figura 6) demonstra que a diferença entre os dois métodos (PCW – PCR) está dentro do limite de concordância. Demonstrando que a balança WoW mensura dados de PC que são concordantes e correlacionados aos obtidos na BE tido como método referência.

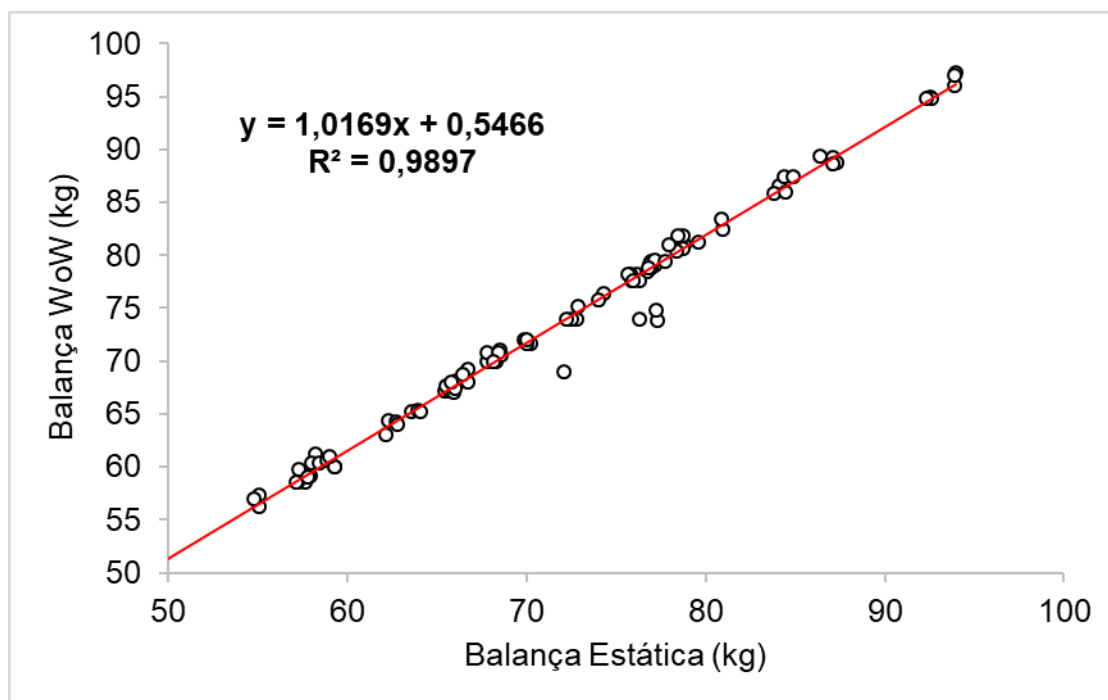


Figura 5. Regressão Linear entre PCR e PCW – Lacaune.

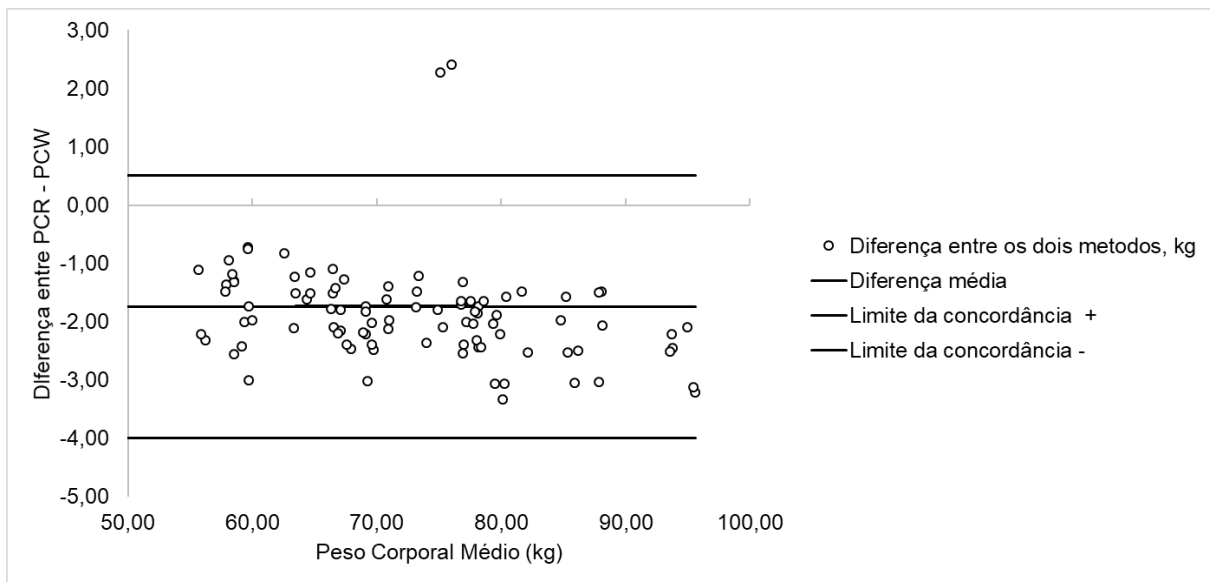


Figura 6. Descrição da concordância entre PCW e PCR, demonstrando que 98% dos dados estão dentro do limite de concordância entre os dois diferentes métodos de pesagem.

A estatística descritiva para as variáveis independentes (PCR) e variáveis dependentes (PCW), os relatórios de CCC, bem como os componentes de regressão linear para cada ensaio, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Componentes da análise do Coeficiente de Correlação de Lin's para comparação da variável independente (PCR) versus a variável dependente (PCW)

	Estatística Descritiva										Coeficiente de Concordância de Lin's (CCC)						Regressão Linear					
	Variável Independente (PCE)					Variável Dependente (PCW)					R ² r Acurácia EQM √EQM CCC						Intercepto B(0)			Slope B(1)		
	n	Média (kg)	DP	Min (kg)	Max (kg)	n	Média (kg)	DP	Min (kg)	Max (kg)							Coef. Regr	EP	P (Teste)	Coef. Regr	EP	P (Teste)
PT	97	71,3	10,6	48,9	93,9	97	73,14	10,8	50	97,2	0,98	0,99	0,99	1,23	1,10	0,98	0,5466	0,7676	0,4782	1,0169	0,0106	0,0000
PP	26	70,61	11,58	48,98	93,99	26	72,33	11,88	50,6	97,2	0,99	0,99	0,99	0,90	0,95	0,98	0,1137	1,1767	0,9238	1,0227	0,0165	0,0000
SP	30	72,43	10,39	55,09	93,9	30	73,9	10,54	56,2	96	0,97	0,98	0,98	2,72	1,65	0,97	1,2700	2,1590	0,5581	1,0025	0,0295	0,0000
TP	41	71,11	10,42	50	93,87	41	73,1	10,7	49,14	97	0,99	0,99	0,99	0,32	0,56	0,98	0,1759	0,6205	0,7783	1,0254	0,0086	0,0000

PT = Passagens totais; PP = Primeira passagem; SP = Segunda Passagem; TP = Terceira Passagem; n = número de registros; DP = desvio padrão; R² = coeficiente de determinação; r = coeficiente de correlação; EQM = Erro quadrático médio (medida da proximidade de uma linha ajustada a pontos de dados); √EQM = Raiz do erro quadrático Médio (a distância, em média, de um ponto de dados da linha ajustada, medida ao longo de uma linha).

González-García et al. (2018a), obtiveram $n = 112$ para em seu ensaio *indoor* e CCC correspondente a 0,98, valor semelhante ao encontrado neste experimento, onde foi obtido $n = 97$. Porém, é importante destacar que o experimento anteriormente citado teve um período de coleta de dados com duração de uma semana, enquanto este, teve duração de duas horas.

A balança WoW em sistema *indoor* apresenta-se como método de alta confiabilidade e eficiente para a pesagem de pequenos ruminantes, mesmo apresentando a tendência de que ao o WoW registre o PC dos animais com valores mais altos se comparado com BE. Dickinson et al. (2013), Wishart et al. (2017) e González-García et al. (2018a) descrevem em suas pesquisas essas variações de peso em kg registrado pela plataforma automática, ambos especulam que a causa reside na diferença de calibragem das balanças e, também, na variação do conteúdo gastrointestinal e/ou consumo de água, visto como fontes de variação do PC obtido por ambas as balanças. Há ainda necessidade de que ocorram maior número de pesquisas quanto a utilização diária da plataforma WoW, assim como há espaço para que o protótipo utilizado nesta pesquisa, assim como outros protótipos que venham a ser construídos, sejam melhorados tanto em *hardware* quanto em *software* para aumentar a eficiência no registro de dados de PC de forma diária.

5.2 Fase Romane – Extensivo

A fase extensiva contou com a utilização de 237 animais da raça Romane de idades e estados fisiológicos diferentes. O experimento contou com um total de 5818 registros de PCW, sendo 2834 observações pertencentes as duas fases de adaptação que precederam os dezesseis dias de coletas de dados, onde foram obtidas 2984 observações de PCW, registrados pela balança automática WoW (Figura 7).

Dos vinte e nove dias de experimento realizado, cinco deles foram caracterizados como perda de dados devido a fortes descargas elétricas e chuva que acometeram o WoW, que estão identificados em vermelho na Figura 7. González-García et al. (2018a) descrevem em seu trabalho que foi alvo das mesmas susceptibilidades do protótipo WoW a tais intempéries ao apresentar problemas semelhantes de perda de energia; porém, tal defeito é facilmente corrigido ao se recarregar/trocar a bateria de 12 V acoplada a balança automática.

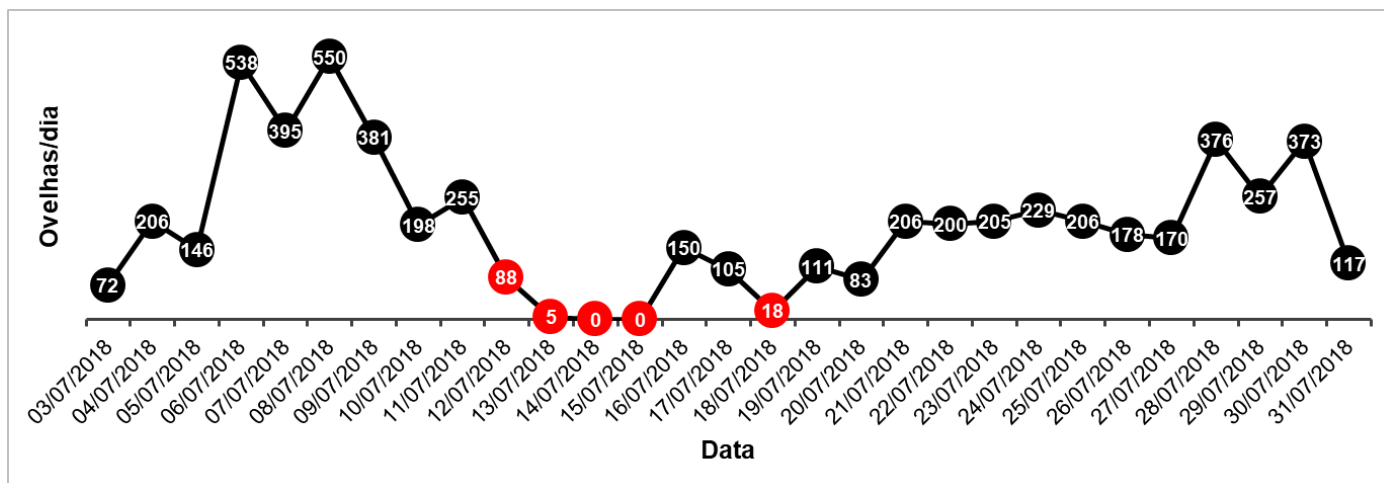


Figura 7. Número de passagens ovelha/dia durante a fase extensiva.

A unidade WoW pode aumentar significativamente a coleta de dados de BW sem estressar o animal ou os operadores. No entanto, o rebanho precisa ser treinado. Para obter registros de dados de qualidade, é aconselhável aguardar o número de dias necessário até que o lote se aclimate e esteja totalmente familiarizado com o sistema. O objetivo é adaptar 100% das ovelhas após as primeiras 2 a 3 semanas. Durante a adaptação, o dispositivo de "controle de fluxo" (módulo S) demonstrou ser essencial. Da mesma forma, os papéis essenciais são desempenhados pelos dois portões, um colocado na saída do WoW e outro na saída da zona de atração (GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2018a). Esses elementos permitiam treinar os animais, evitando congestionamentos ou cruzar o WoW na direção oposta àquela desejada. Tais fatores evitaram algumas restrições relatadas por Brown et al. (2012), ao avaliar tecnologias de WoW para ovelhas na Austrália.

A figura 7 demonstra a grande variação do número de passagens por dia durante o período experimental. A maior parte do número dos registros obtidos apresentam número de passagens diárias inferiores ao total de animais envolvidos no experimento ($n=237$). Tal fator demonstra que uma parcela dos animais não adentrava diariamente na ZA. Para evitar que esses animais entrassem em processo de desidratação foi adotado o manejo de abertura da ZA durante 2 horas a cada 2 dias durante o período de adaptação. Tal manejo foi interrompido a partir da troca de área experimental que caracterizou o início do período de coleta de dados. Observa-se uma queda no número de passagens/dia nos quatro primeiros dias após o início do período de coleta de dados que pode ter sido causado devido a troca dos animais de recinto. A partir do quinto dia de coleta de dados observou-se um aumento significativo e uma maior consistência na quantidade de passagens registradas diariamente, porém ainda em sua maioria

apresentando valores menores que o número total de animais, o que evidenciou que muitos dos animais passaram no mínimo um dia sem acesso a água fornecida na ZA. Desta forma foi observado a necessidade de mudanças de manejo experimental e estrutura da ZA de acordo com fatores como: aumento do período de adaptação de acordo com a quantidade de animais envolvidos, aumento do período de adaptação para animais em condições de pastejo, raça dos animais e suas respectivas aptidões e a possível relação diretamente proporcional entre tamanho/estrutura da ZA com o número total de animais envolvidos. Estes fatores devem ser considerados para contornar, em futuros experimentos, os entraves identificados neste experimento, visando uma maior eficiência da balança automática WoW no registro diário da totalidade dos animais.

A percentagem de PBP pode ser observado na Figura 8. Ao analisar de forma conjunta os dados registrados de passagem ovelha/dia (Figura 7) e %PBP (Figura 8), fica evidente a importância do respeito ao período de adaptação/treinamento dos animais para com o WoW. Durante o período de adaptação, a percentagem média de PBP registrados foi igual a 34,42%, enquanto durante o período de coleta de dados obteve-se 58,09% de PBP, chegando a valores de 77,84% como registrado no dia 26/07/2018. A correta adaptação dos animais a todo o sistema que consiste na balança WoW é de extrema importância para diminuir o número de PBNP, para que menos dados coletados sejam eliminados para a composição da base de dados final.

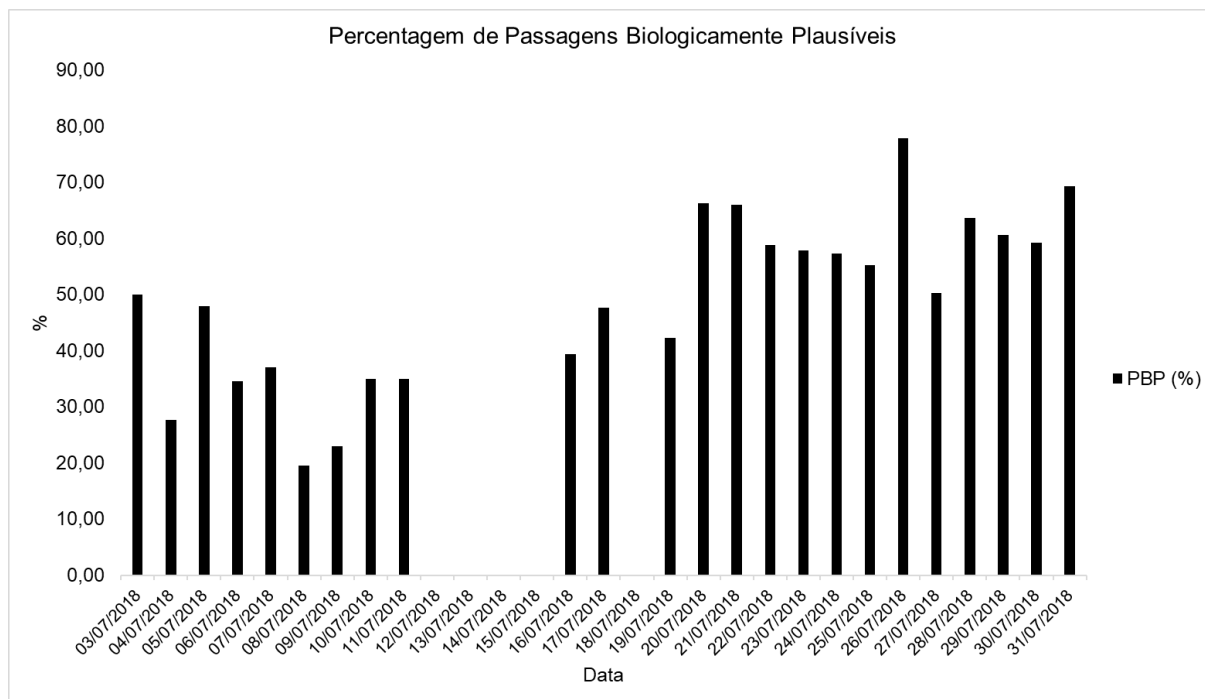


Figura 8. Percentagem de Passagens Biologicamente Plausíveis – Romane.

A escolha do horário de visita dos animais durante um período de um dia (24 horas) é um fator comportamental que não foi abordado nos trabalhos de González-García et al (2018a, 2018b) e Brown et al. (2012, 2014a, 2014b), que são os únicos trabalhos disponíveis na literatura que abordam a utilização de tecnologia WoW com ovinos. O mês de julho configura o período do início do verão europeu, consequentemente a cidade de *Roquefort-sur-Soulzon*, onde está localizada a fazenda experimental *La Fage*, enfrenta as temperaturas máximas que podem atingir 26 °C e a precipitação é a menor, apresentando valor de 44mm. Na Figura 9, é demonstrado o comportamento dos animais em relação ao momento do dia escolhido para acessar o parque de atração via WoW.

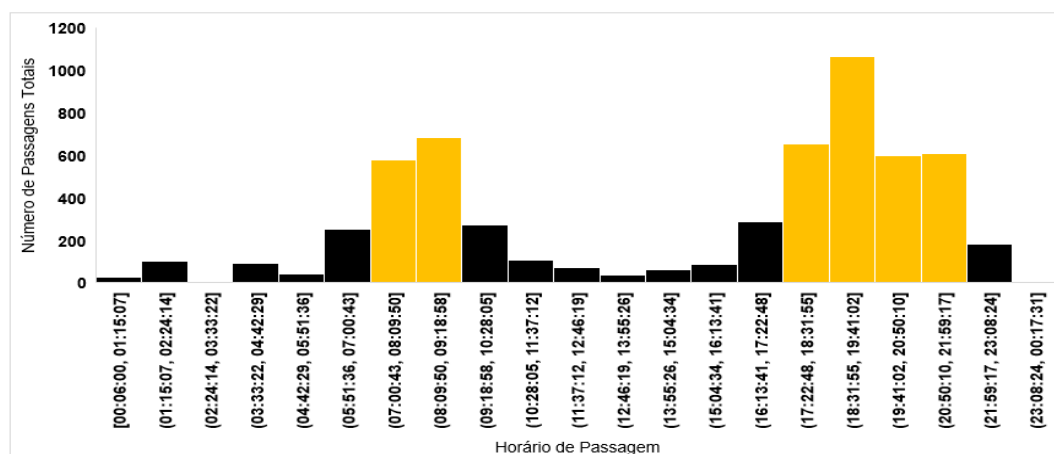


Figura 9. Análise do horário de utilização do WoW – Romane.

Tanto nos períodos de escassez de alimento quanto em épocas de abundância, os ovinos desenvolvem padrões comportamentais de consumo de acordo com as condições ambientais as quais estão submetidos. Vários fatores podem influenciar o tempo despendido no pastejo por estes animais. Devido à necessidade de desenvolver certas atividades como ruminar, beber água, descansar e socializar, o tempo que fica destinado ao pastejo é limitado (SILVEIRA, 2001).

O intervalo entre 7 às 9 horas da manhã e 17 às 22 horas da noite demonstraram o maior fluxo de animais. Mostrando que após o pastejo matinal os animais adentravam na balança automática WoW, com o objetivo de acessar a zona de atração, tendo acesso principalmente a água. O período de menor frequência de acesso a plataforma WoW, se deu devido as altas temperaturas durante os horários de maior exposição a radiação solar (10 am – 17 pm), onde os animais mantinham-se em intervalos de ruminação e ócio utilizando o sombreamento natural oferecido pela vegetação local como abrigo. A retomada do aumento do fluxo dos animais após as 17 horas, coincide com o período de temperaturas mais amenas onde durante um período de 5 horas os animais adentraram a zona de atração com maior frequência durante o período experimental. Segundo Paula et al., (2010) o período do dia em que ocorre maior intensidade de pastejo e, conseqüentemente, maior competição por consumo de forragem, compreende as horas próximas ao amanhecer e ao final da tarde, provavelmente por conta de temperaturas mais amenas nesse período, conforme constatado por Gill (2004) e Medeiros et al., (2007). Zanine et al. (2006) afirmaram que os animais permanecem ociosos nos horários mais quentes do dia como estratégia de melhor aproveitamento energético do alimento.

A eliminação das PBNP registradas pelo WoW resultou em $n = 1147$, este valor representa 38,43% do total de PBP registradas durante os dezesseis dias de coleta de dados. Foi obtido um valor de $R^2 = 0,9527$ (Figura 10), semelhante ao encontrado por González-García et al (2018a), que trabalharam em condições de inverno, utilizando 98 ovelhas Romane adultas e analisaram durante três semanas a eficiência de registro de PCW para o mesmo protótipo abordado nesta pesquisa. Brown et al. (2012), em condições predominantes de primavera e inverno, utilizaram ovelhas da raça Merino na Austrália em três fazendas comerciais e obtiveram alta relação $R^2 > 0,8$ entre os dois métodos de pesagem.

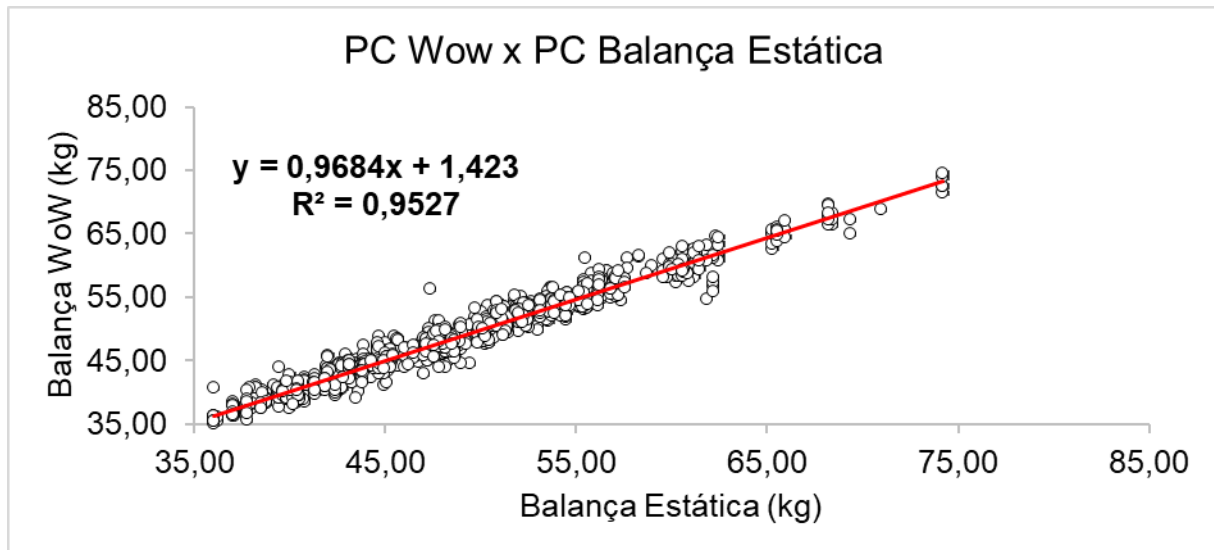


Figura 10. Regressão Linear entre PCR e PCW – Romane.

A utilização de diferentes balanças estáticas e diferentes balanças automáticas nos experimentos realizados, assim como as diferenças de manejo alimentar, fixação dos horários de pesagem em BE levam a mudanças substanciais entre os valores analisados em todas as pesquisas que envolvem a análise e validação de protótipos WoW. Wishart et al. (2017), relataram a influência significativa que o conteúdo gastrointestinal e as perdas urinárias e fecais exercem sobre a variação do PC registrado diariamente. Assim como a percentagem de PBP registrados pelo WoW é diretamente influenciado pela diversidade de equipamentos e diferenças no manejo aplicado para com os animais, a ausência de período de adaptação, por exemplo, pode levar a valores de PBNP altos. A padronização do manejo da plataforma WoW, independente de diferenças de raça/espécie utilizadas e condições edafoclimáticas, deve seguir uma lógica que diminua o máximo possível fatores que possam resultar em registros de PCW que estejam fora do limite de $\pm 2\text{kg}$.

A análise de Bland e Altman (Figura 11) demonstra que as diferenças entre PCW e PCR estão dentro do limite de concordância e o valor médio está próximo, demonstrando alta concordância entre os dois métodos de pesagem.

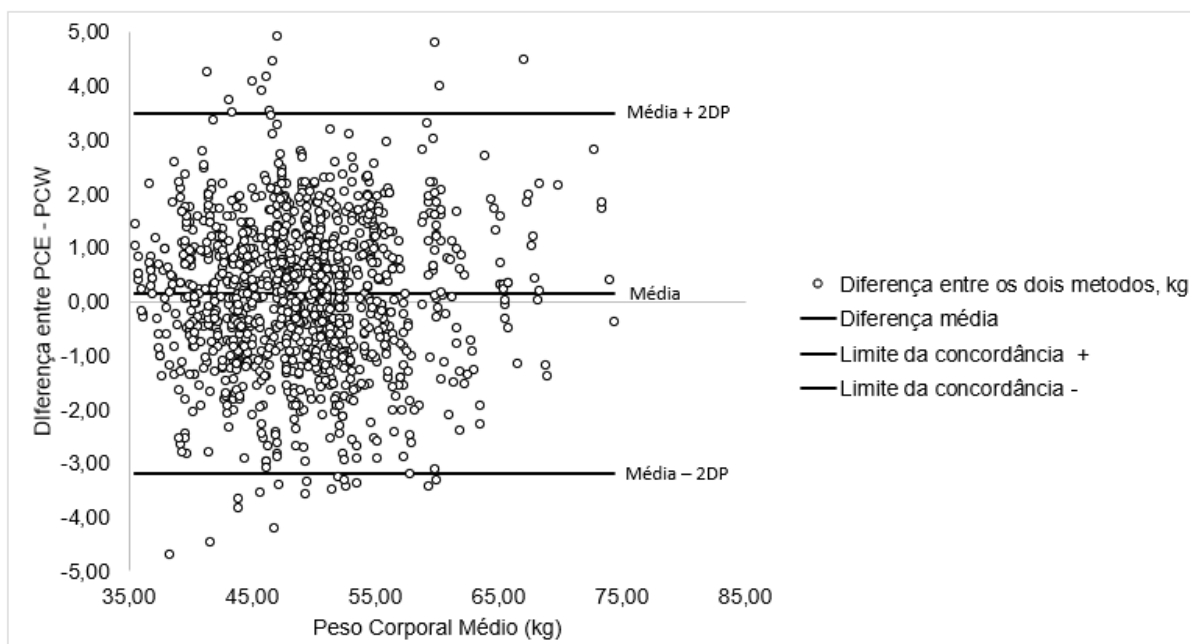


Figura 11. Descrição da concordância entre PCW e PCR, demonstrando que 95% dos dados estão dentro do limite de concordância entre os dois diferentes métodos de pesagem.

A utilização do sistema WoW desenvolvido neste projeto tornou possível o registro e acompanhamento diário de dados de PC de ovelhas. A escassa literatura disponível quanto a utilização do sistema Walk-over-Weighning para grandes e pequenos ruminantes evidencia a necessidade de realizar maiores pesquisas quanto ao assunto abordado. O advento do controlador de fluxo “S”, níveis de limpeza de dados biologicamente não plausíveis, assim como a análise de pontos fortes e fracos na estrutura de *software e hardware*, com o objetivo de obter o máximo possível de leituras, biologicamente proporciona que futuras pesquisas possam maximizar os pontos forte do protótipo WoW e melhorar as práticas de manejo inerentes à adaptação dos animais para com a balança automática e seus anexos. A diminuição de fontes de estresse tanto para animais quanto para operadores é ponto chave para que ocorra melhora no bem-estar animal e humano.

6.0 CONCLUSÕES

A plataforma WoW, tanto para condições *indoors* quanto extensivas, é um equipamento de extrema importância para o registro de PC de forma individual e diária. A adesão deste método de pesagem como método único ou complementar dentro de um sistema produtivo apresenta potencial para ser uma ferramenta crucial na análise individual e/ou por lotes dos animais inseridos no sistema WoW, porém ainda está condicionada ao aumento do

número de pesquisas que visem o melhoramento da plataforma WoW e a relação de adaptação dos animais a este modelo de pesagem diária e individual via balança automática.

A alta correlação, concordância e reprodutibilidade entre PCW e PCR demonstra que é possível, sem intervenção humana e remotamente obter dados de PC dos animais diariamente em diversas situações dentro de uma fazenda auxiliando na tomada de decisões.

7.0 REFERÊNCIAS

AFOLAYAN, R. A.; ADEYINKA, I. A.; LAKPINI, C. A. M. **The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep.** Czech Journal of Animal Science, v. 51, n. 8, p. 343, 2006.

ALAWNEH, J. I. et al. **Automatic recording of daily walkover liveweight of dairy cattle at pasture in the first 100 days in milk.** Journal of Dairy Science, v. 94, n. 9, p. 4431-4440, 2011.

ALDRIDGE, M. N. et al. **The use of walk over weigh to predict calving date in extensively managed beef herds.** Animal production science, v. 57, n. 3, p. 583-591, 2017.

BANHAZI, T. M. et al. **Precision livestock farming: an international review of scientific and commercial aspects.** International Journal of Agricultural and Biological Engineering, v. 5, n. 3, p. 1-9, 2012.

BAXTER, R. et al. **Acceptable and Practical Precision Livestock Farming.** Animal Genetics, v. 39, n. 5, p. 561–563, 2008.

BEHRENDT, R. et al. **On-farm paddock-scale comparisons across southern Australia confirm that increasing the nutrition of Merino ewes improves their production and the lifetime performance of their progeny.** Animal Production Science, v. 51, n. 9, p. 805-812, 2011.

BERNARDI, AC de C. et al. **Estratégias de comunicação em agricultura de precisão.** Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

BERNARDI, AC de C.; INAMASU, Ricardo Y. **Adoção da agricultura de precisão no Brasil.** Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. **Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement.** The lancet, v. 327, n. 8476, p. 307-310, 1986.

BOCQUIER, F. et al. **Élevage de précision, solutions technologiques et acceptabilité, dans les systèmes peu intensifiés type ovins et les caprins.** Elevage de précision (p. 183-209). FRA : Editions France Agricole. 394 p. 2016.

BRAMBELL, F. W. R. et al. **Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems.** 1965.

BROWN, D. J. et al. **Mob-based walk-over weights: similar to the average of individual static weights?.** Animal Production Science, v. 52, n. 7, p. 613-618, 2012.

BROWN, D. J. et al. **Monitoring liveweight in sheep is a valuable management strategy: a review of available technologies.** Animal Production Science, v. 55, n. 4, p. 427-436, 2014a.

BROWN, D. J.; SAVAGE, D. B.; HINCH, G. N. **Repeatability and frequency of in-paddock sheep walk over weights: implications for flock-based management.** Animal Production Science, v. 54, n. 5, p. 582-586, 2014b.

BERNARDI, AC de C. et al. **Potencial de uso das tecnologias de agricultura e pecuária de precisão e automação.** Embrapa Pecuária Sudeste-Documents (INFOTECA-E), 2017.

CORNOU, C.. **Automation Systems for Farm Animals: Potential Impacts on the Human—Animal Relationship and on Animal Welfare.** Anthrozoös, v. 22, n. 3, p. 213-220, 2009.

COTTLE, D. J. (Ed.). **International sheep and wool handbook.** Nottingham University Press, 2010.

COUNCIL, Farm Animal Welfare. **Second report on priorities for research and development in farm animal welfare.** FAWC, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Tolworth (Now DEFRA, London), 1993.

DA SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S. M. S. **Uso da Zootecnia de Precisão na Avaliação do Comportamento de Leitões Lactentes Submetidos a Diferentes Sistemas de Aquecimento.** R. Bras. Zootec, v. 34, n. 1, p. 220-229, 2005.

DAVIES, H. L.; SOUTHEY, I. N. **Effects of grazing management and stocking rate on pasture production, ewe liveweight, ewe fertility and lamb growth on subterranean**

clover-based pasture in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 41, n. 2, p. 161-168, 2001.

DICKINSON, R. A. et al. **An automated walk-over weighing system as a tool for measuring liveweight change in lactating dairy cows.** Journal of dairy science, v. 96, n. 7, p. 4477-4486, 2013.

FERGUSON, M. B. et al. **The wool production and reproduction of Merino ewes can be predicted from changes in liveweight during pregnancy and lactation.** Animal Production Science, v. 51, n. 9, p. 763-775, 2011.

FRASER, D. **Animal welfare and the intensification of animal production.** In: **The ethics of intensification.** Springer, Dordrecht, 2008. p. 167-189, 2005.

FROST, A. R. et al. **A review of livestock monitoring and the need for integrated systems.** Computers and electronics in agriculture, v. 17, n. 2, p. 139-159, 1997.

GILL, W. **Applied sheep behavior.** Agricultural Extension Service, p. 1-24, 2004.

GLOVER, B.; B., Himanshu. **RFID essentials.** " O'Reilly Media, Inc.", 2006.

GONZÁLEZ-GARCÍA, E. et al. **A mobile and automated walk-over-weighing system for a close and remote monitoring of liveweight in sheep.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 153, p. 226-238, 2018a.

GONZÁLEZ-GARCÍA, E. et al. **An assessment of Walk-over-Weighing to estimate short-term individual forage intake in sheep.** Animal, v. 12, n. 6, p. 1174-1181, 2018b.

IDELE. **Ovins 2018 Productions lait et viande.** 2018.

INTERBEV. **L'essentiel.** 2018.

LIN, I. K. L. **A concordance correlation coefficient to evaluate**

reproducibility. Biometrics, p. 255-268, 1989.

MAHGOUB, O.; LU, C. D.; EARLY, R. J. **Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs.** Small Ruminant Research, v. 37, n. 1-2, p. 35-42, 2000.

MC CARTHY, U. et al. **The effect of increased interrogation zone, reader antenna polarization and application factors in the performance of UHF RFID tag detection on modified atmosphere packaged meat.** Packaging Technology and Science, v. 23, n. 6, p. 339-350, 2010.

MCBRIDE, G. B. **A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's concordance correlation coefficient.** NIWA Client Report: HAM2005-062, 2005.

MEDEIROS, R. B. de et al. **Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevém anual em diferentes estádios fenológicos.** Revista brasileira de zootecnia= Brazilian journal of animal science. Viçosa, MG. Vol. 36, n. 1 (jan./fev. 2007), p. 198-204, 2007.

MOLENTO, C.F.M. **Repensando as cinco liberdades.** In: Congresso Internacional Conceitos Em Bem-Estar Animal, 1., 2006, Rio de Janeiro. Anais. 2006. Disponível em: <http://www.labea.ufpr.br/publicacoes/pdf/WSPA%202006%20Cinco%20Liberdades%20portugu%EAs%20-20REPENSANDO%20AS%20CINCO%20LIBERDADES.df>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. DO; COLAÇO, A. F. **AGENDA ESTRATÉGICA - Agricultura De Precisão.** v. 1, n. Dezembro, p. 1-233, 2014.

MORRIS, J. E.; CRONIN, G. M.; BUSH, R. D. **Improving sheep production and welfare in extensive systems through precision sheep management.** Animal Production Science, v. 52, n. 7, p. 665-670, 2012.

NCSS. Stepwise regression. **NCSS Statistical Software**, 2015.

OVINE, D. E. L. A. V. **Marché mondial de la viande ovine :** p. 1-20, 2015.

PAULA, E. F. E. de et al. **Comportamento ingestivo de ovinos em pastagens: Uma revisão.** Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, n. 1, 2010.

PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.. **Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 13, n. 2, 2012.

PEIPER, U. M. et al. **Automatic weighing of dairy cows.** Journal of Agricultural Engineering Research, v. 56, n. 1, p. 13-24, 1993.

PEREIRA, L. G. R. et al. **Pecuária leiteira de precisão: conceitos e tecnologias disponíveis.** Embrapa Gado de Leite-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

PILAR, R. C. et al. **Considerações sobre produção de cordeiros.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002.

REN, J.; BUCK, N. L.; SPAHR, S. L. **A dynamic weight logging system for dairy cows.** Transactions of the ASAE, v. 35, n. 2, p. 719-725, 1992.

SAXENA, N.; SADEGHI, A. (Ed.). **Radio Frequency Identification: Security and Privacy Issues: 10th International Workshop, RFIDSec 2014, Oxford, UK, July 21-23, 2014, Revised Selected Papers.** Springer, 2014.

SILVEIRA, E. O. da. **Produção e comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado a diferentes alturas.** Porto Alegre, 2001. 2001. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientador: Prof. Paulo César de Faccio Carvalho.

THOMPSON, A. N. et al. **Improving the nutrition of Merino ewes during pregnancy and lactation increases weaning weight and survival of progeny but does not affect their mature size.** Animal Production Science, v. 51, n. 9, p. 784-793, 2011.

VIANA, J. G. A. **Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil.** Revista Ovinos, v. 4, n. 12, p. 44-47, 2008.

WISHART, H. et al. **Liveweight loss associated with handling and weighing of grazing sheep.** Small Ruminant Research, v. 153, p. 163-170, 2017.

YOUNG, B. A.; CORBETT, J. L. **Maintenance energy requirement of grazing sheep in relation to herbage availability. I. Calorimetric estimates.** Australian Journal of Agricultural Research, v. 23, n. 1, p. 57-76, 1972.

YOUNG, J. M. et al. **Whole-farm profit and the optimum maternal liveweight profile of Merino ewe flocks lambing in winter and spring are influenced by the effects of ewe nutrition on the progeny's survival and lifetime wool production.** Animal Production Science, v. 51, n. 9, p. 821-833, 2011.

ZANINE, A. M. et al. **Comportamento ingestivo de ovinos e caprinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas (Intake behaviour of sheep and goat.** Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, v. 7, n. 3, 2006.