

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RODRIGO MACAGNAN

**NÍVEL ENERGÉTICO EM DIETAS DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO
DE TRANSIÇÃO: REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

**DOIS VIZINHOS
2022**

RODRIGO MACAGNAN

**NÍVEL ENERGÉTICO EM DIETAS DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO
DE TRANSIÇÃO: REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE.**

**Energy level in dairy cow diets in the transition period: systematic
review and meta-analysis**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia –Área de Concentração: Produção Animal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Profª Dr. Fernando Reimann Skonieski.

Coorientador: Drª Ana Carolina Fluck.

DOIS VIZINHOS

2022

Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Atribuição-](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



[Compartilhalqual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) .



RODRIGO MACAGNAN

NÍVEL ENERGÉTICO DA DIETA DE VACAS LEITEIRAS NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO: REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Produção Animal.

Data de aprovação: 25 de Março de 2022

Prof Fernando Reimann Skonieski, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná Prof.a Katia

Maria Cardinal, Doutorado - Autônomo

Prof Magnos Fernando Ziech, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Olmar Antonio Denardin Costa, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/03/2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente pela vida. Agradeço á Nossa Senhora Aparecida por todas as preces e orações atendidas.

Agradeço á minha filha Emanuelli pois descobri o significado de amor a partir de seu nascimento, papai te ama.

Agradeço á minha esposa Brandali Pereira Blazius, por ser essa mãe tão dedicada, todo amor e dedicação para que esse sonho possa estar se realizando, amo você.

Agradeço aos meus pais Gerson e Gilvane e irmãos Rafael e Letícia, por todo apoio em todos esses anos de estudos e dedicação realizados, agradeço pelos sacrificios realizados para ter conseguido realizar todos os meus sonhos.

Á minha amiga coorientadora Dr^a. Ana Carolina Fluck por toda a paciência e confiança neste período e por inspirar seus alunos a serem melhores a cada dia, juntamente com Olmar Antônio Denardin Costa por todo apoio na execução desse trabalho, sem a ajuda de vocês nada seria possível.

Ao meu orientador Fernando Reimann Skoniesk, que sem ele o trabalho seria muito mais difícil. Por todo conhecimento repassado sobre diversos assuntos que me acrescentaram muito como profissional.

Aos meus amigos da vida que sempre me apoiam e me apoiam todos os dias, meu muito Obrigado.

Ao meu amigo e colega de trabalho Claudio Bortoluzzi por tudo, por sempre estar juntos no dia a dia, pelos conhecimentos repassados e por ser essa pessoa incrível.

Ao PPGZO, por todo o suporte e acolhimento com as dúvidas e necessidades. Aos professores que tive a oportunidade de desfrutar de seus preciosos conhecimentos. E a UTFPR-DV por disponibilizar toda a estrutura para que os alunos tenham a melhor formação.

E ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 084-10.

Muito Obrigado!!!

“Se você quer ser bem sucedido, precisa ter dedicação total, buscar seu último limite e dar o melhor de si mesmo.”

(Ayrton Senna.)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o nível energético adequado para diminuir os efeitos do balanço energético negativo nos animais no período de transição. Para revisão sistemática, os critérios para a seleção dos trabalhos foram: (1) avaliação experimental *in vivo* de dietas com diferentes níveis energéticos; (2) apresentação de resultados iniciais, finais e/ou totais; (3) período de tratamento declarado; (4) dados expressos de consumo de matéria seca (CMS), produção de leite, e dados sanguíneos ou eficiência alimentar. Foram utilizadas análises gráficas para verificar a distribuição dos dados e para obter uma visão geral da sua consistência e heterogeneidade de variância. Na sequência, foram formuladas hipóteses de correlação para definir os modelos estatísticos e, dessa forma, foi realizada a análise preliminar dos dados obtidos, seguindo um modelo de regressão polinomial. As médias foram organizadas e avaliadas em parâmetros de dispersão e qualidade do ajuste, como o teste Q e heterogeneidade residual. Como não houve repetibilidade dos níveis energéticos, o ajuste se deu por meio de análise de normalidade, com a divisão destes por quartis. Dessa forma, os dados foram agrupados em quatro classes (níveis) energéticos, onde os quartis foram agrupados da seguinte forma, 1°- consumo de energia de 17.390 a 26.844 Mcal/dia; 2°- consumo de energia entre 26.845 e 31.868 Mcal/dia; 3°- consumo de energia entre 31.869 até 35.681 Mcal/dia; 4°- consumo de energia entre 35.682 até 46.838 Mcal/dia. As variáveis de produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura, proteína e lactose não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$). Já os resultados de percentual de gordura apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). A eficiência alimentar, balanço energético do pós parto, condição corporal pré-parto e pós-parto e β -hidroxibutirato não apresentaram diferença significativa, enquanto para os dados de balanço de energia no pré-parto, nível de glicose e ácidos graxos não esterificados, foram influenciadas pelo nível energético da dieta ($P > 0,05$). Níveis de consumo de energia metabolizável no pré-parto entre 17.390 e 35.681 Mcal/dia de energia metabolizável são os mais indicados para diminuir os efeitos do balanço energético negativo nos animais e maximizar a produção de leite.

Palavras-chave: Consumo de energia. Pré-parto. Pós-parto. Bovinos de leite. Energia.

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the appropriate energy level to decrease the effects of negative energy balance in animals during the transition period. For systematic review, the criteria for the selection of papers were: (1) in vivo experimental evaluation of diets with different energy levels; (2) presentation of initial, final and/or total results; (3) stated treatment period; (4) expressed data of dry matter intake (DM), milk production, and blood data or feed efficiency. Graphical analyses were used to check the distribution of the data and to obtain an overview of their consistency and heterogeneity of variance. Next, correlation hypotheses were formulated to define the statistical models, and thus, preliminary analysis of the data obtained was performed, following a polynomial regression model. The means were organized and evaluated in parameters of dispersion and quality of fit, such as the Q test and residual heterogeneity. Since there was no repeatability of energy levels, the adjustment was made through normality analysis, dividing the data by quartiles. Thus, data were grouped into four energy classes (levels), where quartiles were grouped as follows, 1st - energy consumption from 17,390 to 26,844 Mcal/day; 2nd - energy consumption from 26,845 to 31,868 Mcal/day; 3rd - energy consumption from 31,869 to 35,681 Mcal/day; 4th - energy consumption from 35,682 to 46,838 Mcal/day. The variables milk production, milk production corrected for 4% fat, protein and lactose showed no significant differences ($P>0.05$). The results of fat percentage showed significant difference ($P>0.05$). Feed efficiency, postpartum energy balance, prepartum and postpartum body condition and β -hydroxybutyrate showed no significant difference, while prepartum energy balance, glucose level and non-esterified fatty acids were influenced by diet energy level ($P>0.05$). Intake levels of pre-labour metabolizable energy between 17,390 and 35,681 Mcal/day of metabolizable energy are the most indicated to decrease the effects of negative energetic balance in the animals and maximize milk production.

Keywords: Prepartum. Postpartum. Dairy cattle. Energy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Lista de trabalhos não selecionados	30
Tabela 2 - Principais resultados dos trabalhos aceitos para a tabulação	31
Tabela 3 - avaliação das análises para a produção de leite e seus componente.....	36
Tabela 4 - Estatística descritiva de consumo de energia no pré-parto	37
Tabela 5: Apresentação do níveis de consumo de energia.....	38
Tabela 6 - Ajuste do modelo e seus parâmetros para a produção e composição do leite.....	40
Tabela 7 - Ajuste de modelos e seus parâmetros para dados com balanço energético, dados corporais e sanguíneos	41
Tabela 8 - Médias de produção e composição do leite dentre dos Quartis	42
Tabela 9 - Médias corporais e parametros sanguíneos dentre Quartis	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERÊNCIAL TEORICO	15
2.1 Período de transição	15
2.2 Balanço energético negativo	16
2.3 Manejo nutricional no período de transição	17
2.4 Energia da dieta e metabolismo de vacas leiteiras	19
2.5 Doenças metabólicas relacionadas ao metabolismo energético	20
2.6 Metanálise	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Estratégia de busca	24
3.2 Seleção dos artigos	27
3.3 Sistematização e codificação de dados	27
3.4 Análise estatística	28
4. RESULTADOS	29
4.1 Revisão sistemática	29
4.2 Metanálise	36
4.2.1 Análise geral.....	36
4.3 Análise de diferentes níveis de energia	37
5. DISCUSSÃO	44
5.1 Revisão sistemática	44
5.2 Metanálise	44
5.2.1 Consumo de matéria seca vs energia.....	44
5.2.2 produção de leite.....	47
6. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

O período de transição da vaca leiteira é a fase em que o animal passa por diversas mudanças corporais, hormonais e físicas, tais como maior crescimento do feto, diminuição da ingestão do alimento e início da lactação. Devido a essas mudanças, os parâmetros nutricionais no período pré-parto são de extrema importância para evitar o impacto do balanço energético negativo e, conseqüentemente, o desenvolvimento de doenças metabólicas. O período de transição inicia nas últimas três semanas pré-parto, delongando até três semanas pós parto, porém, seus efeitos são mais proeminentes durante a semana anterior ao parto (PÉREZ-BAEZ *et al.* 2019).

O balanço energético negativo é definido como um déficit nutricional para suprir as necessidades energéticas do animal via consumo voluntário da dieta. Vacas no último mês de gestação têm suas exigências energéticas aumentadas, porém, há diminuição no consumo de matéria seca, fazendo com que os animais apresentem dificuldade em atender seus requerimentos (ZAMBRANO *et al.*, 2009; SGUIZZATO *et al.*, 2020).

As exigências nutricionais dos animais aumentam consideravelmente nessa fase, principalmente em relação à energia e cálcio (NRC, 2001). Segundo Man *et al.* (2015), focar a dieta no consumo energético dos animais, realizando o adensamento energético no final do pré-parto ou maximizar o consumo de matéria seca, pode diminuir os efeitos do balanço energético negativo, melhorando a saúde e a produção de leite da próxima lactação.

A questão nutricional dos animais no período de transição deve ser criteriosa e minuciosa a fim de evitar problemas metabólicos, pois a redução no consumo de matéria seca com a proximidade do parto é acentuada, diminuindo o consumo de nutrientes e a produção de leite (HAVENKES *et al.*, 2020). Ainda há muitos questionamentos sobre o período de transição e seus efeitos no metabolismo animal, desta forma, houve um aumento considerável na busca por estudos científicos que demonstrem de forma

segura dados sobre nutrição no período de transição..

Segundo Santos (2021), estudos que utilizam métodos meta-analíticos tem grande precisão de dados, pois apresentam um alto número de repetições e amostras. Atualmente, esse método foi aprimorado associando a meta-análise à revisão sistemática, diminuindo viés na busca pelos trabalhos e utilização de dados experimentais. Dentro da bovinocultura de leite existem diversas pesquisas com os mais diferentes focos, realizadas em distintos países e grandes centros. A utilização desse método se torna primordial como forma de reunir os melhores dados dentro de assuntos que possam aprimorar o manejo ao produtor.

Portanto, o objetivo deste trabalho é utilizar as ferramentas de revisão sistemática e meta-análise para avaliar a influência do nível energético da dieta durante o período de transição e qual o nível adequado para maximizar a produção de leite e seus componentes e o metabolismo energético.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Período de transição

Por um longo período na bovinocultura de leite, quando ao término da lactação e início do período seco, os animais foram alimentados de forma inadequada devido a falta de informação, impactando diretamente em uma das principais fases da produção que está compreendida dentro do período seco, o período de transição (NRC 2001). O período de transição é compreendido entre os 21 dias pré-parto até 21 dias após o parto, podendo ser descrito como uma das principais fases da lactação, pois nesse ciclo o animal sofre muitas mudanças corporais, hormonais e físicas, como o maior crescimento do feto, diminuição do consumo e início da lactação (GIRMA *et al.*, 2019).

Atender a demanda nutricional dos animais no período de transição deve ser uma questão a ser analisada de forma criteriosa e minuciosa, a fim de evitar problemas metabólicos, pois a redução no consumo de matéria seca com a proximidade do parto é acentuada, diminuindo assim a ingestão de nutrientes (HAVENKES *et al.*, 2020). De acordo com Rastani *et al.* (2005), a utilização de uma dieta consistente, focada na recuperação e manutenção do escore de condição corporal pode diminuir os problemas metabólicos, como fígado gorduroso, cetose, hipocalcemia, dentre outros.

As exigências nutricionais dos animais no período de transição aumentam de forma considerável, principalmente quando se trata dos teores de energia e cálcio (NRC, 2001). Melhorar o consumo de matéria seca no período de transição reflete positivamente na produção, evitando a ocorrência de doenças metabólicas no pós-parto, aprimorando a produção de leite e diminuindo o balanço energético negativo pelos animais (DUFFIELD *et al.*, 2009; MAN *et al.*, 2015).

Desse modo, o período de transição é o momento mais apropriado para a prevenção de doenças metabólicas, além de promover melhoria na produtividade do animal na lactação subsequente (MA *et al.*, 2020; CAIXETA & OMONTESE, 2021). Segundo Girma *et al.* (2019), os principais motivos de

descartes ou perdas de animais estão relacionados ao período de transição, tais como problemas no parto, problemas metabólicos, mastites, dentre outros. Já Havenkes et al. (2020) relatam que dietas formuladas de forma adequada, com teores de energia, consumo de matéria seca, balanço catiônico aniônico negativo, podem diminuir os riscos de doenças metabólicas.

2.2. Balanço energético negativo

O balanço energético negativo nos animais lactantes é definido como uma incapacidade de suprimento das necessidades energéticas via consumo voluntário (SUNDRUM, 2015; SOUISSI & BOURAUI, 2020). Algumas vezes os animais acabam tendo perdas de peso muito severa, o que acaba afetando a produção de leite, sistema imunológico do animal e sistema reprodutivo, dificultando assim a futura gestação (CARDOSO *et al*, 2013).

Vacas no último mês de gestação têm suas exigências energéticas aumentadas, porém, há diminuição no consumo de matéria seca (ZAMBRANO *et al.*, 2009; SGUIZZATO *et al.*, 2020), este afetado pela ocupação de espaço pelo feto. Devido ao processo de lactogênese que manterá suas necessidades energéticas aumentadas aliada a baixa capacidade de consumo, após o parto os animais precisam suprir suas necessidades energéticas que serão mantidas pelas reservas corporais (RABELO *et al.*; 2001).

Além da perda de peso acentuada logo após o parto, pode ser verificada a extensão do balanço energético negativo desses animais com análises sanguíneas como ácidos graxos não esterificados, β -hidroxibutirato e triglicerídeos; Essas análises demonstram os subprodutos da quebra das reservas corporais dos animais que são liberados na corrente sanguínea (BLOCK, 2010).

Segundo Esposito *et al.* (2014), vacas de alta produção que apresentam alguma alteração mais grave durante o balanço energético negativo, geralmente tem outros problemas metabólicos, como cetose, fígado gorduroso e acidose. Dessa forma, os animais devem ser alimentados e ter um manejo de período de transição afim de diminuir os efeitos do balanço energético negativo.

Havekes *et al.* (2020) citam que dietas com alto teores de volumosos suprem as necessidades energéticas dos animais no período seco, porém com a proximidade do parto e entrada no período de transição, a capacidade de consumo de matéria seca diminui, sendo necessária a utilização ou aumento da inclusão de carboidratos não fibrosos nas dietas. Esse manejo permite ao animal melhorar sua ingestão de energia metabolizável diminuindo assim a perda das suas reservas corporais (CARDOSO *et al.*, 2013).

Desse modo, manejos nutricionais são de extrema importância durante todas as fases de criações dos animais, e, indiscutivelmente, no período de transição os animais devem ser preparados para o parto e próxima lactação, tendo preocupações com o balanço de minerais e nível energético das dietas para vacas leiteiras (RABELO *et al.*, 2001).

2.3. Manejo nutricional no período de transição

A melhoria no manejo alimentar é de extrema importância para a busca do potencial produtivo dos animais. O conhecimento das fases de produção e período seco são fundamentais para o desenvolvimento de dietas, assim como para evitar os distúrbios metabólicos que acometem os bovinos (NRC, 2001).

Um manejo alimentar adequado no período de transição é importante para manter uma ingestão de nutrientes adequada, manter a saúde do animal em bom estado e preservar a produção de leite que está iniciando (RASTANI *et al.* 2005; SUNDRUM, 2015). Lablanc *et al.* (2010) sugerem que em torno de 30 a 50 % das vacas leiteiras tendem a apresentar complicação em virtude do manejo alimentar incorreto no período de transição, aumentando o número de animais de descarte nas fazendas leiteiras (GIRMA *et al.*, 2019).

Segundo Huang *et al.* (2014), o consumo de matéria seca no pré-parto está correlacionado com o consumo de matéria seca no pós-parto, e fornecendo para o animal uma dieta que potencializa a ingestão alimentar pode resultar em maior consumo no pós-parto, conseqüentemente melhorando a produção de leite, a saúde e minimizando o balanço energético negativo. Devido ao declínio da ingestão alimentar nas últimas semanas do parto, há uma dificuldade em

atender as exigências nutricionais dos animais sem o fornecimento de maiores proporções de concentrado na alimentação. Esse manejo alimentar possibilita para o animal uma adaptação da flora ruminal e recuperação das papilas ruminais, para as dietas no pós parto, que na maioria das vezes apresenta altos teores de concentrado em sua composição (NRC,2001).

Grummer e Ordway (2011) relatam que uma dieta pré-parto deve conter níveis de energia líquida de lactação entre 1,4 e 1,456 Mcal/kg, com teores de amido entre 16 e 20% na MS, 40 a 50 % da FDN vinda de forragens de boa digestibilidade e consumo de proteína metabolizável em torno de 1100 g/dia para animais holandeses de 650 kg. O fornecimento de dietas com maiores níveis de energia podem ocasionar aumento do escore corporal pelos animais (NRC, 2001). O aumento do escore de condição corporal pelos animais no período de transição não apresenta vantagens na produção leiteira, podendo gerar problemas como cetose, fígado gorduroso, dentre outros distúrbios metabólicos, devido ao aumento de condição corporal (DOUGLAS *et al.* 2006; WILTBANCK *et al.* 2006; FARIAS, 2009).

Outro ponto importante no manejo nutricional no período de transição é a utilização de dietas aniônicas, isto é, o aumento do fornecimento de minerais aniônicos, como cloro e enxofre, para a manutenção de uma dieta com DCAD (diferença cátion-aniônica da dieta) negativo (WILKENS *et al.*; 2012).

A utilização de dietas com DCAD negativa proporciona efeitos hormonais nos animais, isto é, a deficiência de cálcio na dieta estimula um feedback negativo na homeostase de cálcio na corrente sanguínea, estimulando os hormônios PTH a iniciarem um processo de homeostase de cálcio no organismo animal. O PTH estimulará os osteoclastos a realizar a liberação de cálcio na corrente sanguínea e melhorará a absorção de cálcio no intestino dos animais (ALBANI *et al.* 2017; HERNANDEZ-CASTELLANO *et al.*, 2020). Como no momento do parto a exigência em cálcio pelas vacas é aumentada drasticamente devido as contrações do parto e produção de colostro, esse manejo alimentar possibilita ao animal melhores concentrações de cálcio na corrente sanguínea para rápida utilização, possibilitando assim uma condição melhor de parto às vacas, menores índices de metrites e hipocalcemia (OETZEL *et al.*, 2012).

Já no pós-parto, as exigências energéticas são aumentadas devido a produção de colostro e em seguida a lactação. Esses animais ainda não apresentam capacidade de ingestão alimentar máxima e o aumento severo de concentrado na dieta pode acometer o animal com acidose ruminal e metabólica e outros distúrbios associados, caso a vaca não esteja adaptada a altos níveis de concentrado (CONSTABLE *et al.*, 2017).

Outro manejo alimentar adequado no pós-parto é a separação em grupos onde os animais não apresentem disputa ou dominância grupal. Fornecimento de dietas com presença de volumosos contendo altas taxas de digestibilidade, como feno do gênero *Cynodon spp* ou alfafa, aumento de alimentos energéticos e de rápida degradação, com baixo potencial de diminuição de pH, e juntamente com a utilização de aditivos que potencializem o consumo animal (DIEHO *et al.*, 2017).

2.4. Energia da dieta e metabolismo de vacas leiteiras

Todos os carboidratos consumidos pelos ruminantes são transformados em ácidos graxos voláteis no rúmen, sendo este o principal produto energético para os ruminantes. As proporções de ácidos no rúmen são variadas pelo consumo de alimentos oriundo das dietas dos animais, sendo os principais ácidos graxos voláteis o ácido acético, ácido propíonico, ácido butírico e ácido láctico (GOURLATE *et al.*; 2011).

As exigências de energia para vacas leiteiras podem ser descritas como energia metabolizável e energia líquida, em Mcal/kg de MS (NRC,2001). Porém, para cada fase de lactação do animal se encontra um consumo de energia adequado. Segundo Grummer e Ordway (2011), um consumo de energia líquida no pré-parto para vacas holandesas com 650 kg, ficam em torno de 1,4 a 1,45 Mcal/kg de MS, com um consumo de 12 a 14 kg de MS/dia.

Já para vacas em lactação com alta produção, o consumo de matéria seca gira em torno de 25 a 30 kg de MS/dia, e a energia líquida de lactação para esses animais fica em torno de 1,57 Mcal/kg de MS. Entretanto, a constituição alimentar desses animais apresenta grande quantidade de concentrado e presença de fontes de gordura, alimentos com altos teores energéticos e que

maximizam o consumo alimentar (NRC,2001).

Segundo Schirmann *et al.* (2013), altas concentrações de amido não afetam o consumo de matéria seca no pós-parto, porém, foi observado que elevam os casos de cetose devido ao aumento do escore corporal no pré-parto. Já Mann *et al.* (2015), avaliando dietas com concentrações entre 24% e 15% de amido, constataram que as dietas com maiores teores de amido apresentam consumo de matéria seca mais elevado no pré-parto, porém, no pós-parto essa diferença não foi observada.

Para animais no período de transição o consumo de energia não deve ser alto, com o objetivo de não elevar de forma demasiada a condição corporal dos animais, desta forma, é necessário observar as fontes energéticas utilizadas na dieta, como o tipo de amido (USENI *et al.*; 2018). Conforme citado por Mann *et al.* (2015) e Schirmann *et al.* (2013), dietas com altos teores de amido melhoraram a condição corporal dos animais, mas apresentam maior tendência a presença de corpos cetônicos no pós-parto e maiores casos de cetoses nos animais, conseqüentemente.

2.5. Doenças metabólicas relacionadas ao metabolismo energético

As doenças metabólicas são alterações no funcionamento normal do metabolismo, seja em relação à modificações em reações químicas ou processos físicos que o corpo executa. Essas doenças podem ser causadas por erros nutricionais, ocasionando problemas imperceptíveis ou até mesmo levando o animal a óbito (VAN CLEEF, *et al.*; 2009). As principais doenças metabólicas são: cetose, acidose e deslocamento de abomaso.

A cetose pode ser reconhecida pela presença anormal de corpos cetônicos na corrente sanguínea e acúmulo de gordura hepática (BONATO *et al.* 2015). A ocorrência é, principalmente, relacionada ao aumento da demanda energética pelo animal e baixo consumo de alimentos, ocasionando um balanço energético negativo e mobilizando as reservas corporais dos animais (ABDELLI, *et al.* 2013). A prevenção através do manejo alimentar é muito simples, e está associada diretamente com a condição corporal do animal. É recomendada a

utilização de dietas que mantenha a condição corporal entre 3,0 e 3,5 na escala de 1 até 5, pois animais acima do peso apresentam baixo consumo de matéria seca, devido ao aumento do hormônio leptina. Esse hormônio é produzido pelo tecido adiposo e é capaz de agir como limitador de consumo no período de transição (BONATO, *et al.* 2015).

O deslocamento de abomaso é observado com maior frequência nas primeiras semanas após o parto, e a sua ocorrência está associada à má nutrição durante o período de transição, tanto no pré-parto quanto no pós-parto (SANTAROSA.; 2010). No pré-parto, a não adaptação do rúmen a carboidratos não fibrosos, para a sequência do período de transição, é um fator de disposição ao deslocamento de abomaso. No pós-parto, com dietas ricas em concentrados, ocorre uma queda no pH ruminal e aumento da concentração de ácidos graxos voláteis e, conseqüentemente, há um aumento no fluxo do fluido ruminal com ácidos graxos voláteis não absorvidos para o omaso e abomaso. Nesses órgãos ocorre a formação de gases carbônico e metano em excesso, o que ocasiona o deslocamento do abomaso (DOLL *et al.*, 2009).

A acidose pode ser caracterizada por um distúrbio na fermentação ruminal que gera redução do pH ruminal, muitas vezes relacionada ao aumento do consumo de carboidratos não estruturais de rápida fermentação, o que ocasiona uma queda nos valores de pH entre 5,0 e 5,5 (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007; JARAMILLO-LÓPEZ, 2017).

A acidose no período de transição pode ocorrer devido ao alto consumo de carboidrato não fibroso (CNF) nas dietas pós-parto (USENI *et al.*, 2018; VALLEJO-TIMARÁN *et al.*, 2020). Segundo Constable *et al.* (2017), a adaptação dos animais a dietas com densidade energética e presença de carboidratos de rápida degradação podem diminuir a incidência de acidose nas vacas no início de lactação. Já para Goff (2006), o adensamento energético das dietas pré-parto leva a maior ingestão de matéria seca antes e após o parto, gerando assim fatores positivos não somente na prevenção da acidose, mas também diminuindo os efeitos do balanço energético negativo.

2.6. Metanálise

Os altos custos para pesquisas, as quais são cada vez mais refinadas e elaboradas, baixos investimentos governamentais para seu fomento, alto volume de dados divergentes sobre um mesmo assunto acarretou a busca por novas alternativas. Dessa forma, as técnicas de bioinformática são ferramentas que podem reduzir o uso de animais, diminuindo os custos com pesquisas, e desde modo, os dados científicos já presente na literatura podem ser utilizados unindo informações já existentes, conciliando novas ferramentas analíticas (MEDINA; PAILAQUILÉN, 2010; ASKIE *et al.*, 2015; TAWFIK *et al.*, 2019). A meta-análise foi desenvolvida com o intuito de unir dados de diversos estudos com o mesmo tema de pesquisa, com finalidade de buscar e proporcionar novos resultados (LOVATTO *et al.*, 2007).

Inicialmente, a meta-análise surgiu para ser grande aliada na medicina. Posteriormente passou a ser utilizada em diversas áreas do conhecimento, incluindo a área de produção animal. Com o aumento das pesquisas relacionadas aos animais, tem o grande efeito de relacionar e buscar melhores resposta oriunda de várias pesquisas já realizadas em todo o mundo sobre um mesmo tema (ASKIE *et al.*, 2015). Esse mesmo termo pode ser descrito como um conjunto de dados capazes de estimar a direção e o grau de magnitude dos dados (SAUVANT *et al.*, 2008).

Na pecuária leiteira a meta-análise pode ser utilizada de várias formas, como na nutrição de vacas leiteiras, melhor nível de proteína metabolizável no pré-parto (HUSNAIN and SANTOS, 2019) ou no nível de amido em dietas pré-parto. (MANN *et al.*, 2015), são buscados estudos com meta-análise devido aos a grande precisão dos dados, pois apresenta número de repetições e números de amostras adequados para a precisão dos dados (SANTOS, 2021).

De acordo com Sauvant *et al.* (2008), para a realização de uma meta-análise, devemos realizar algumas etapas, que são elas: Primeiro, escolher um tema para a realização do estudo. Segundo pesquisar e selecionar as pesquisas a serem utilizadas como banco de dados. Terceiro, avaliação da literatura pesquisada, buscando os mesmos parâmetros essenciais para a tabulação. Quarto, tabulação dos dados em planilha eletrônica. Quinto, análises estatísticas e identificação de possíveis relações, para que possam a ser investigadas.

Sexto, aplicação da análise estatística. Sétimo e último, a realização da interpretação de dados e discussão dos resultados encontrados.

É necessária a eliminação dos efeitos, realizando ponderações para eliminar fatores como ambiente, gênero, idade dos animais, condições fisiológicas, entre outras, eliminando-as é capaz de aumentar a interferência do sistema científico, tentando simular de forma similar a realidade encontrada no campo (HARARI *et al.*, 2020).

Segundo Rodrigues & Ziegelmann (2010), para a realização da meta-análise pode ser realizado dois modelos: modelo efeito fixo e modelo de efeito aleatório, o modelo de efeito fixo é mais adequado seu uso quando o efeito do tratamento é semelhante entre as pesquisas selecionadas, e quando o objetivo for de avaliar o efeito do tratamento para uma determinada população. Já o modelo de efeito aleatório tem a funcionalidade de ser utilizado quando um pesquisador combina dezenas de estudos com um só objetivo, porém eles foram conduzidos de diferentes formas, possibilitando assim usar os resultados para as demais populações, deixando a análise muito abrangente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Estratégia de busca

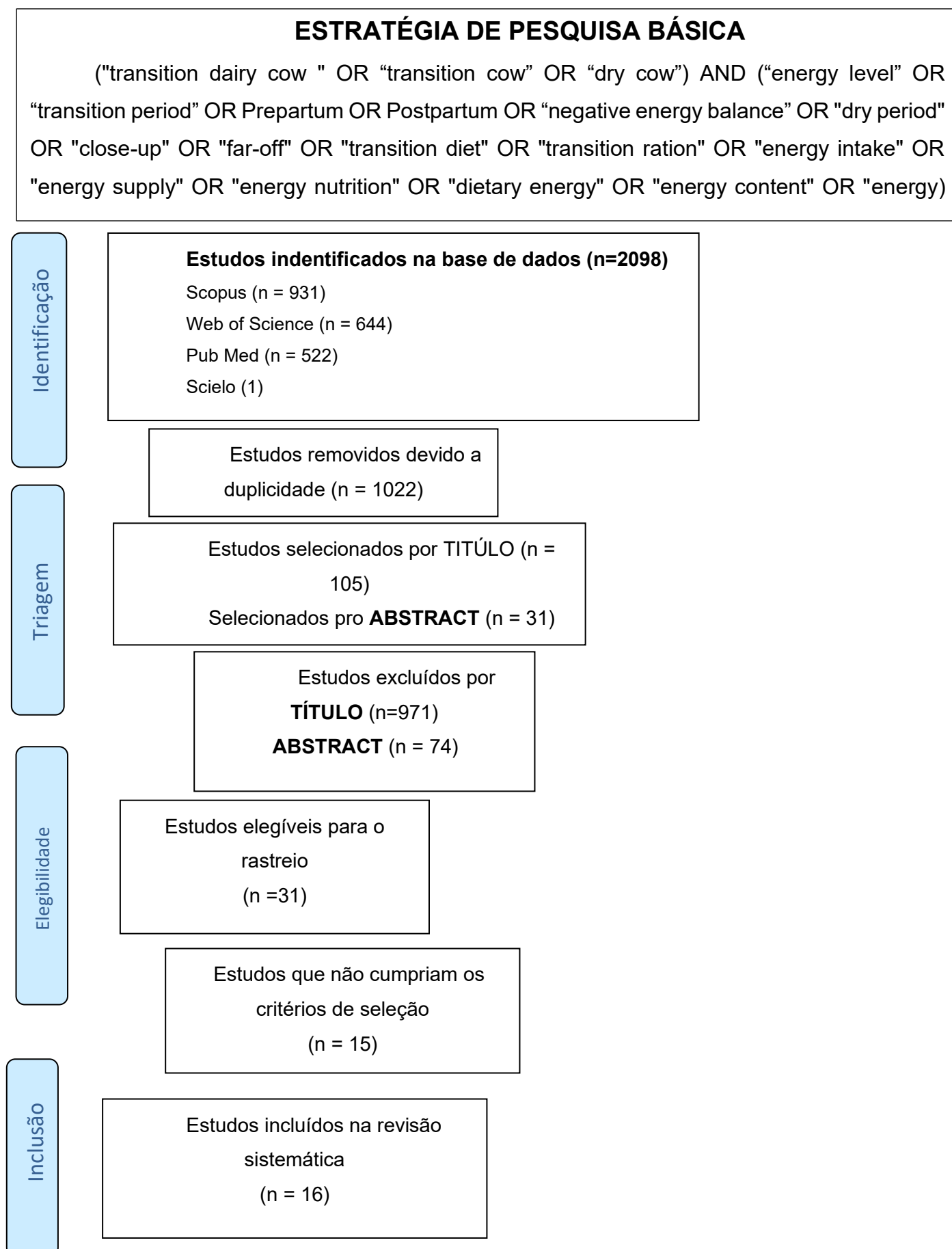
Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes da declaração *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Liberati *et al.*, 2009; Moher *et al.*, 2009). A estratégia PICO seguiu a declaração das diretrizes da PRESS (McGowan *et al.*, 2015) e definiu População - Pacientes: Bovinos de leite; Intervenção: período de transição; Controle: dietas; e Resultados: produção de leite e seus componentes. A estratégia PICO foi utilizada para obter a questão de pesquisa sobre os níveis energéticos no período de transição.

As buscas foram realizadas em janeiro e fevereiro do ano 2021, com base no título e resumo, e com refinamento de idioma, incluindo artigos em inglês, português e espanhol. As buscas foram realizadas em quatro bases de dados: Web of Science, Scopus, PubMed e Scielo. Como estratégia, os moderadores booleanos “AND” e “OR” foram usados para ajudar a encontrar o maior número possível de resultados. O conjunto de palavras utilizado foi o seguinte: ("transition dairy cow " OR "transition cow" OR "dry cow") AND ("energy level" OR "transition period" OR Prepartum OR Postpartum OR "negative energy balance" OR "dry period" OR "close-up" OR "far-off" OR "transition diet" OR "transition ration" OR "energy intake" OR "energy supply" OR "energy nutrition" OR "dietary energy" OR "energy content" OR "energy density" OR "energy rate" OR "energy diet" OR "energy balance" OR "energy ratio" OR "energy metabolism") AND ("ketosis" OR "milk production" OR "non-esterified fatty acids" OR "metabolic diseases" OR "body score" OR "body condition" OR "dry matter intake" OR "feed intake" OR "feed consumption" OR " β -hydroxybutyrate" OR "glucose" OR "glucagon" OR "insulin" OR "triacylglycerol" OR "fatty liver" OR "milk yield" OR "gluconeogenesis" OR "glycolysis" OR "glycogenesis").

As referências dos artigos selecionados para tabulação foram revisadas para identificar possíveis artigos adicionais. A extensiva busca de artigos científicos em diversas bases de dados teve como objetivo evitar potenciais viesamentos de publicações. Após a identificação, os estudos foram avaliados

criticamente de acordo com a relevância e qualidade em relação aos objetivos da meta-análise. Um diagrama de fluxo (PRISMA) do procedimento de busca resumido pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: PRISMA



3.2 Seleção dos artigos

Após a realização da busca na literatura, os artigos foram encaminhados para a ferramenta EndNote™, que auxiliou na eliminação de réplicas e na organização dos resumos. Todos os artigos foram tabulados em arquivo MS Excel (2020) para serem avaliados no processo de triagem de acordo com as seguintes informações: a) Autor, b) Periódico, c) Ano, d) Título, e) Atender aos critérios de seleção; d) Não atende aos critérios de seleção, e) Motivo pelo qual o artigo não atende aos critérios de seleção. A seleção e avaliação da elegibilidade dos estudos para revisão sistemática foi realizada por dois revisores.

Os critérios de elegibilidade foram previamente definidos para seleção por título, resumo e texto completo. Na fase de seleção do título, deveria estar especificado que o artigo apresentasse características que estavam falando sobre vacas leiteiras. Na fase de seleção por resumos deveriam apresentar dados de consumo de energia no período de transição. Na fase final de seleção, foi exigido que os textos completos dos artigos fossem publicados como artigos científicos e atendessem aos seguintes critérios: (1) avaliação experimental *in vivo* de dietas com diferentes níveis energéticos; (2) apresentação de resultados iniciais, finais e/ou totais, período de tratamento declarado; (3) dados expressos de consumo de matéria seca (CMS), produção de leite, e dados sanguíneos ou eficiência alimentar.

3.3 Sistematização e codificação de dados

A metodologia utilizada para a construção da base de dados e para a codificação seguiram os métodos previamente descritos na literatura (Sauvant *et al.*, 2005; Lovatto *et al.*, 2007), onde os dados foram introduzidos e organizados em planilha eletrônica, com linhas representando os valores e as colunas designando as variáveis exploradas.

Informações relevantes para o objetivo deste estudo (nível energético, consumo de matéria seca, produção de leite, e dados metabólicos da corrente sanguínea) e outras variáveis (número de lactações, sistema de produção,

composição nutricional dietética, e duração do período experimental) foram incluídas para permitir uma análise mais crítica e descritiva dos estudos.

3.3.1 Análise estatística

Foram utilizadas análises gráficas para verificar a distribuição dos dados e para obter uma visão geral da sua consistência e heterogeneidade de variância. Com base nestas análises, foram formuladas hipóteses de correlação para definir os modelos estatísticos (Lovatto *et al.*, 2007). Dessa forma, foi realizada a análise preliminar dos dados obtidos, seguindo um modelo de regressão polinomial. As médias foram organizadas e foram avaliados parâmetros de dispersão e qualidade do ajuste, como o teste Q e heterogeneidade residual.

Logo, em caso de não repetibilidade dos níveis energéticos, o ajuste se deu por meio de análise de normalidade, com a divisão destes por quartis. Dessa forma, os dados foram agrupados em quatro classes (níveis) energéticos. Assim, adotou-se um delineamento inteiramente casualizado para a análise, usando uma metodologia de modelo misto incorporando efeitos fixos e os efeitos aleatórios ao modelo. Utilizou-se o procedimento Glimmix (SAS, 2013), escolhendo a melhor distribuição e ajuste do modelo, com base nos critérios de informação de Akaike corrigidos – AICc. Estes dados foram submetidos à análise de variância, com a adição dos efeitos fixos (classes) e aleatórios (artigos). Outros efeitos aleatórios foram testados, sua inclusão ou exclusão do modelo se deu pelo melhor ajuste, baseado nos critérios citados acima. O peso de cada artigo foi adicionado ao modelo estatístico (n/dp/dp), através da função “weight” do procedimento. As médias das variáveis resposta avaliadas foram consideradas diferentes quando se verificou efeito significativo pelo valor de F ($P = 0,05$). As médias são seguidas pelo seu respectivo erro padrão (SEM). O SAS OnDemand e o programa Jasp[®] foram usados para análise estatística

4. RESULTADOS

4.1 – Revisão sistemática.

Durante o processo de elegibilidade, 917 artigos foram excluídos na etapa de seleção por título e 74 artigos foram excluídos na leitura dos resumos, sendo que o principal motivo da exclusão foi a não conformidade com o critério na apresentação dos dados e estruturas metodológicas dos artigos. Na Tabela 1 estão descritos os artigos e os motivos de exclusão dos artigos não selecionados na etapa de leitura do texto completo.

A base de dados foi composta por 17 artigos, publicados entre os anos de 2000 e 2020, com maior número de artigos publicados no ano de 2020 (17,64%). Esses artigos foram publicados nas revistas Journal of Dairy Science (58,82 %), Animal Feed Science and Technology (11,76 %), entre outras. Os estudos foram desenvolvidos principalmente no Estados Unidos (29,41%), China (23,52 %).

As principais raças utilizadas nos estudos foram holandesas e foram estudadas 1453 animais em todos os tratamentos, o principal volumoso apresentado foi a silagem de milho e o sistema de produção mais utilizado foi o sistema de confinamento free stall. Na tabela 2 estão descritos os artigos que foram selecionados e suas principais características.

Tabela 1: Lista de trabalhos descartados por meio da leitura do artigo integralmente

Autores	Motivo da exclusão da referência
Chalmeh, A. et al. (2020)	Não avaliaram o consumo dos animais e mediram variáveis somente de infusão intra-venosa.
Do Prado, R.M. et al. (2016)	Dietas isoenergéticas e isoproteicas; sem dados de alterações na energia metabolizável.
Dorshorst, M.E. et al. (2002)	Somente dados referentes a PB e fermentação ruminal, apresentação de dados de consumo em semanas, porém, sem apresentar os dados de energia metabolizável.
Drong, C. et al. (2017)	Somente dados hepáticos e dados de RNA.
Fairfield, A. M. (2007)	Apresentação de dados em formato de figuras e gráficos.
Havekes, C. D. (2020)	Excluído devido a apresentar dados referentes a palha de trigo, comprimento da palha do trigo.
Mann, S. et al. (2016)	Apresentação de dados em formato de figuras e gráficos.
McCarthy, C. S. et al. (2020)	Mesmo nível energético entre tratamentos
Nasiri, A. H. et al. (2019)	Apresentação de dados em formato de figuras e gráficos.
Patton, R. S. et al. (2004)	Apresentação de dados em formato de figuras e gráficos.
Petersson-Wolfe, C. S. et al. (2007)	Não constam os níveis energéticos das dietas dos animais. Apresentação de dados em formato de figuras e gráficos.
Plaizier, J.C. et al. (2000)	Digestibilidade do N, dietas isoenergéticas.
Roche, J. R. et al. (2015)	Não apresenta diferenças entre níveis de energia de metabolizável
Vailati-Riboni, M. et al. (2017)	Somente dados genéticos
Zhang, X. L. (2019)	Apresentação de dados em formato de figuras e gráficos.

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 2: Principais resultados dos trabalhos aceitos para a tabulação .

Autores	Países	Tempo estimado do estudos (dias)	Medida de efeito	Resultados principais
Contreras, L.L. et al. (2004)	USA	63	Produção de leite Produção de leite corrigido pela gordura Sólidos	As vacas que receberam maiores níveis energéticos, produziram maior teores de sólidos e maior produção de leite.
Deneshvar, D. et al. (2020)	Irã	49	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço de energia Eficiência alimentar BSC Produção de leite corrigido pela gordura	indicaram que a concentração de amido na dieta não afetou a ingestão durante o período de grande concentração, enquanto que a suplementação com ácido esteárico teve um efeito mais pronunciado no aumento da ingestão de matéria seca (DMI).
Drong, C. et al. (2016)	Alemanha	98	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço de energia Eficiência alimentar BSC Glicose BHB NEFA	Os resultados sugerem que a monensina melhorou o estado energético e a eficiência alimentar das vacas leiteiras de transição, enquanto que os óleos essenciais não conseguiram obter qualquer efeito.

(Continua)

(Continua)

Gandra, J. R. et al. (2016)	Brasil	119	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço de energia Eficiência alimentar BSC Glicose BHB NEFA	Os ácidos graxos que foram suplementados C18:2 e C18:3 não tenha influenciado a produção de leite das vacas, afetou positivamente o balanço energético.
Girma, D. D. et al. (2019)	China	42	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia BHB	A alimentação com uma dieta de alta energia juntamente com lisina protegida do rúmen melhorou a ingestão de MS e reduziu a concentração de ácido gordo sem soro e β -hydroxybutyrate nas vacas em transição.
Hartwell, J. R. et al. (2000)	USA	148	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia	Os dados indicam que 6,2% de RUP não beneficia as vacas secas em grande plano, e a resposta ao RPC depende do conteúdo de RUP da dieta de prepartum.
Hausmann, J. et al. (2017)	Alemanha	79	Produção de leite Sólidos BCS Glicose BHB NEFA	Uma mistura de compostos lipídicos bioativos vegetais e biotina pode melhorar os desafios metabólicos no período de transição das vacas leiteiras.

(Continua)

(Continua)

Havekes, C. D. et al. (2020)	Canadá	77	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Eficiência alimentar BCS Glicose BHB NEFA	A suplementação de um alimento líquido à base de melaço em dietas de vacas secas de palha alta pode melhorar a ingestão e consistência dos nutrientes consumidos durante o período seco e no início da lactação.
Iqbal, Z. et al (2020)	Paquistão	98	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Eficiência alimentar Balanço energético Glicose BHB NEFA	As vacas alimentadas com palha de trigo e farelo de trigo, tiveram uma menor incidência de distúrbios de saúde e cetose subclínica, maior produção de leite e melhor eficiência na conversão alimentar durante as primeiras 3 semanas após o parto.
Mann, S. Et. al. (2015)	USA	49	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia BCS BHB NEFA	O consumo de energia controlada no período seco diminuiu o grau de balanço energético negativo, bem como o número de episódios e o grau de hipercetonemia pós-parto.

(Continua)

(Continua)

Rastani, R. R. Et al (2005)	USA	98	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço energético BCS Glicose BHB NEFA	Os esquemas de alimentação baixo e alto teor energético, tiveram efeitos semelhantes sobre o DMI, SCM, e variáveis metabólicas nos primeiros 70 d da lactação subsequente.
Salin, S. Et al (2018)	Finlândia	112	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço energético Eficiência alimentar BCS Glicose BHB	Este regime de alimentação foi mais benéfico para o desempenho da lactação precoce do que a ração total misturada à base de GS diluída com palha de trigo.
Su, H. W. Et al. (2013)	China	42	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço energético	O aumento da densidade de energia alimentar durante o período de transição (especialmente o prepartum) é necessário para minimizar os efeitos adversos da estação quente.

(Continua)

(Conclusão)

Vickers, L. A. Et al. (2013)	Canada	31	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço energético Eficiência alimentar BHB	Os resultados obtidos indicam que alimentar com uma dieta 87% de Forragem antes do parto pode reduzir as taxas de cetoce sub clinica em vacas leiteiras em transição.
Wang, Y. M. Et al. (2010)	China	31	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Eficiência alimentar Glicose BHB	A adição de antioxidante pode melhorar o estado anti-oxidante do animal e reduzir o β -hydroxybutyrate no plasma, resultando eventualmente num melhor desempenho na lactação; a resposta à adição de antioxidante foi mais pronunciada na dieta de alta energia
Huang, W. Et al. (2014)	China	63	Produção de leite Sólidos CMS Consumo de energia Balanço energético Eficiência alimentar BCS	A mobilização elevada de gordura corporal durante a lactação precoce afectou a expressão genética envolvida na gluconeogénese em maior medida do que a expressão genética envolvida no metabolismo lipídico, indicando a dependência do metabolismo da glucose hepática do estado lipídico hepático e a mobilização de gordura durante a lactação precoce.
G. N. Douglas. Et al. (2006)	USA	165	Produção de leite CMS Consumo de energia BCS	A ingestão de nutrientes durante o período seco teve efeitos mais pronunciados no metabolismo lipídico peripartal e no DMI do que a composição da dieta prepartum.

Fonte: Autoria própria (2022)

4.2 META-ANÁLISE

4.2.1 Análise geral

Após o levantamento dos dados pela revisão sistemática, foram avaliados os parâmetros apresentados nos artigos, (Tabela 3) que são eles, o teste Q, coeficientes de variação, os ajuste do modelo e a heterogeneidade residual, que consiste em demonstrar o quanto as médias são diferentes uma das outras.

Tabela 3: avaliação dos modelos de análises para a produção de leite e seus componentes.

Variável	Efeitos – Teste Q		Coeficientes			Ajuste do modelo		Heterogeneidade residual		
	Modelo	Resíduo	Média	SEM	Z	Deviance	Aicc	τ^2	I ² (%)	H ²
Leite, kg	328,74***	3304,18**	36,70	2,02	18,13***	113,17	118,10	68,23	99,56	228,20
		*								
Leite Corr	228,30***	3764,42**	38,80	2,57	15,11***	120,86	125,78	109,64	99,60	251,08
		*								
Gord %	496,07***	-	4,27	0,194	22,27***	37,76	42,68	-	-	-
Prot%	2126,19**	-	3,20	0,069	46,11***	5,15	10,07	-	-	-
	*									
Lact%	1149,14**	907,02	4,58	0,135	33,90***	12,45	18,16	0,20	99,80	506,73
	*									

* $P \leq 0,05$; Produção de leite corrigido para 4% de gordura. Prot; Lact: SEM: erro padrão.

Fonte: autoria própria (2022)

Para a produção de leite a média foi de 36,70 kg de leite por dia (Tabela 3), para a produção de leite corrigida para 4% de gordura a produção foi de 38,80 kg de leite por dia, para os principais componentes do leite a gordura teve seu percentual em 4,27%, proteína em 3,20% e lactose em 4,58%. O teste Z representa o quão diferente são as médias, isto é, maior número de trabalhos com resultados diferentes, e o resultado foi significativo para todas as variáveis estudadas.

4.3 Análise de diferentes níveis de energia

Quando se observa os dados de consumo de energia ingerida por animal, deve-se levar em conta a concentração energética por kg de matéria seca mais o consumo de matéria seca, assim, houve uma grande variação entre os artigos avaliados. Foram encontrados 52 diferentes dados referentes ao consumo de matéria seca (Tabela 4), com média de consumo de 32 Mcal de energia metabolizável por dia, sendo que 46,844 Mcal/dia foi o consumo máximo e 17,390 Mcal/dia o consumo mínimo.

Tabela 4- Estatística descritiva de Consumo de energia no pré-parto.

Consumo de energia pré-parto	
Válidos	52
Perdidos	2
Média	32.087
Desvio-padrão	7.506
Mínimo	17.390
Máximo	46.838
25° percentil	26.844
50° percentil	31.868
75° percentil	35.681

Fonte: Autoria própria (2022)

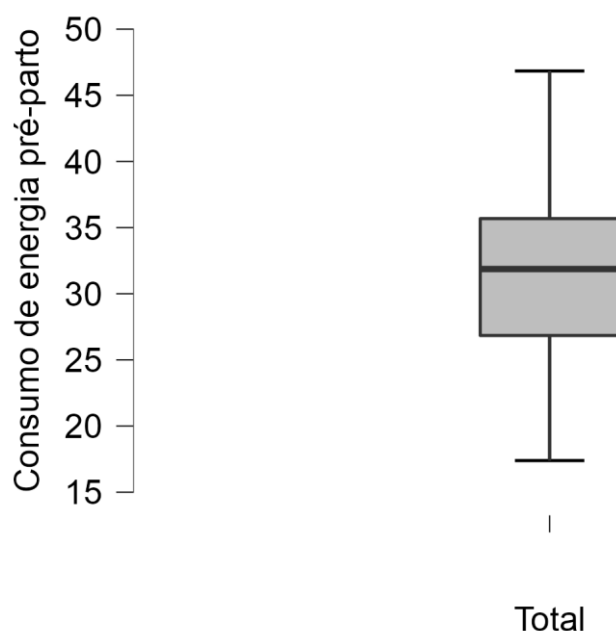
Devido a baixa repetibilidade dos valores energéticos das dietas, os dados foram agrupados em quartis, formando 4 grupos de níveis energéticos (Figura 6), na tabela 5 encontramos a descrição detalhada do consumo de energia distribuídos pelos quartis.

Tabela 5: Apresentação do níveis de consumo de energia

CONSUMO DE ENERGIA		
NÍVEL 1	17,390 a 26,844	Mcal/dia
NÍVEL 2	26,845 a 31,868	Mcal/dia
NÍVEL 3	31,869 a 35,681	Mcal/dia
NÍVEL 4	35,682 a 46,838	Mcal/dia

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 6- Apresentação dos quartis.



Fonte: Autoria própria (2022)

Foram realizados ajustes do modelo, e as estimativas de covariâncias, juntamente com o peso dos trabalhos (Tabela 6 e 7), para a verificação dos dados realizados, no qual pode-se observar os graus de liberdade. Quando comparado os parâmetros de produção de leite e sólidos do leite entre os quartis (Tabela 8), tanto a produção de leite quanto a produção de leite corrigida para 4% de gordura, proteína e lactose não apresentaram valores significativos ($P > 0.05$). Já para percentual de gordura os resultados apresentaram significância ($P > 0,05$). A eficiência alimentar, balanço energético do pós parto, condição

corporal pré-parto e pós-parto e BHB não apresentaram sigficancia, enquanto paras os dados de balanço de energia no pré-parto, nível de glicose e AGNE, foram influenciadas pelo nível energético da dieta ($P>0,05$) (Tabela 9).

Em relação aos resultados de Glicose, o 2° quartil apresentou diferença sigficativa em relação aos demais tratamentos, isso pode ser caracterizado pelo aumento no consumo de energia no pré-parto nos 3° e 4° quartil, aumento da condição corporal e consumo de materia seca similares, ocasionando menores níveis de glicose para a metabolização dos acidos graxos no figado. Desde modo, o 2° quartil apresentou níveis menores de AGNE, o que resultou em maiores níveis de glicose circulante e, conseqüentemente, maior produção de leite.

Tabela 6: Ajuste do modelo e seus parâmetros para a produção e composição do leite

	Ajuste do modelo			Parâmetros da estimativa da covariância		
	GL	Aicc	Chi-Square	vv1	Resíduo	Peso*
Leite, kg	29	-36,05	0,44	0,0746	0,0048	1,34
Leite Corr**	29	0,62	1,33	0,0936	0,0198	8,37
Gord. %	29	-42,69	20,83	0,0260	0,3560	308,08
Prot.%	29	-104,45	1,47	0,0082	0,1512	486,47
Lact.%	21	-84,79	1,39	0,00996	0,1163	391,55

*(SEM/DP)/DP; **Produção de leite corrigido para 4% de gordura.Prot; Lact:

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 7: Ajuste de modelos e seus parâmetros para dados com balanço energético, dados corporais e sanguíneos.

	Ajuste do modelo			Parâmetros da estimativa da covariância		
	GL	Aicc	Chi-Square	vv1	Resíduo	Peso*
BE pre	31	297,49	53,25	0	28,91	-
BE pós	29	282,41	1,35	145,52	8,81	-
EF alimentar	17	12,39	3,58	0,11	20,81	2043,05
ECC pre	21	-49,37	1,29	0,0078	0,776	313,78
ECC pós	16	-30,78	1,40	0,019	1,30	1651,69
Glicose (Mg/dl)	15	-8,22	13,0	0,0096	0,047	81,58
BHB (mmol/L)	4	6,95	4,02	0	1,59	26,93
NEFA (mmo/LI)	15	8,81	4,22	0,0396	10,77	1084,54
DMI pré (kg MS)	31	174,8	60,59	0,89	17,32	29,58
DMI pós (kg MS)	26	178,5	5,40	5,46	11,62	14,32

*(SEM/DP)/DP;

BE pre – Balanço de energia no pré-parto; BE pos- Balanço de energia pós-parto; EF alimentar- Eficiência alimentar; ECC pré- escore de condição corporal no pré-parto; ECC pós- escore de condição corporal no pós-parto; BHB, NEFA, DMI pré- consumo de materia seca do pré-parto; DMI pós- Consumo de materia seca do pós parto.

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 8: Médias de produção e composição do leite dentro dos quartis

	Quartis				SEM	P
	1°	2°	3°	4°		
Leite, kg	35,52	35,66	35,90	34,99	2,533	0,9312
Leite corr**	34,99	37,13	36,90	38,06	3,222	0,7232
Gord. %	3,97	4,10	4,03	4,34	0,187	0,0012
Prot.%	3,21	3,22	3,19	3,18	0,084	0,6920
Lact.%	4,50	4,55	4,55	4,52	0,143	0,7104

1°- consumo de energia de 17.390 a 26.844 Mcal/dia; 2°- consumo de energia entre 26.845 a 31.868 Mcal/dia; 3°- consumo de energia entre 31.869 até 35.681 Mcal/dia; 4°- consumo de energia entre 35.682 até 46.838 Mcal/dia. SEM- erro padrão.

**Produção de leite corrigida para 4% de gordura.

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 9: Médias corporais e parâmetros sanguíneos entre Quartis.

	Quartis				P
	1º	2º	3º	4º	
BE pré	4,6 ± 1,49	8,7 ± 1,55	13,0 ± 1,55	19,4 ± 1,49	0,0001
BE pós	-8,7 ± 3,38	-7,4 ± 3,32	-8,2 ± 3,27	-9,5 ± 3,37	0,7200
EF alimentar	1,7 ± 0,13	1,8 ± 0,14	1,7 ± 0,13	1,8 ± 0,18	0,3417
ECC pré	3,3 ± 0,17	3,3 ± 0,12	3,3 ± 0,12	3,4 ± 0,12	0,7348
ECC pós	2,9 ± 0,18	2,9 ± 0,16	2,8 ± 0,16	2,9 ± 0,17	0,7096
Glicose (Mg/dl)	61,3 ± 3,20	68,2 ± 3,81	64,3 ± 3,35	61,7 ± 4,49	0,0218
BHB (mmol/L)	0,66 ± 0,09	0,81 ± 0,11	0,68 ± 0,09	0,87 ± 0,11	0,1929
NEFA (mmol/L)	0,50 ± 0,084	0,47 ± 0,078	0,64 ± 0,094	0,80 ± 0,077	0,0005
DMI pré (kg MS)	12,1 ± 0,37	12,6 ± 0,38	14,8 ± 0,38	15,6 ± 0,49	0,0001
DMI pós (kg MS)	19,6 ± 0,74	18,6 ± 0,78	19,5 ± 0,74	18,9 ± 0,8	0,1719

BE pre – Balanço de energia no pré-parto; BE pos- Balanço de energia pós-parto; EF alimentar- Eficiência alimentar; ECC pré- escore de condição corporal no pré-parto; ECC pós- escore de condição corporal no pós-parto; DMI pré- consumo de matéria seca do pré-parto; DMI pós parto; consumo de matéria seca do pós parto.

Fonte: Autoria própria (2022)

5. DISCUSSÃO

5.1 Revisão sistemática

As maiores diferenças nas médias entre os artigos foram observadas na variável produção de leite. Os dados apresentados por Su *et al.* (2013) e Rastani *et al.* (2005) tem uma elevada dispersão de suas médias, o que proporcionou menores pesos para os artigos, tais como a produção 31,20 e 38,08 kg de leite por dia, respectivamente. Para os demais artigos não houve grande diferença entre as médias, o que resultou em maiores pesos para esses artigos. Para estes artigos também constatou-se uma grande diferença entre seus tratamentos, o que proporcionou uma grande diferença entre os artigos, tanto para a produção corrigida 4%, teores de gordura e proteína.

Os dados apresentados por Su *et al.* (2013) e Rastani *et al.* (2005), apresentaram essa diferença de dados, devido ao baixo consumo energético disponibilizado em algum tratamento, ocasionando um balanço energético negativo antes do parto, resultando uma menor produção de leite em relação aos tratamentos com maior consumo energético, que pode ser observada nos demais tratamentos. De acordo com Mann *et al.* (2015), dietas com alto nível energético podem apresentar maiores problemas metabólicos nos animais durante a lactação, porém o NRC (2001) cita que disponibilizar somente a manutenção nessa fase do período de transição acarreta perda de peso, peso menor da cria e menores índices de reprodução durante a lactação e menores produção de leite.

5.2 Meta-análise

5.2.1 Consumo de matéria seca vs consumo de energia.

Não houve correlação entre o consumo de energia no pré-parto e o consumo de matéria seca no pós parto corroborando com Mann *et al.* (2015) que relatam que um menor consumo de energia no pré-parto não influencia o consumo de matéria seca no pós parto. Como foi observado em nosso trabalho,

os quartis que apresentaram menores consumos de matéria seca e de energia, não apresentaram diferença significativa para o consumo de matéria seca do pós-parto.

A utilização de dietas com níveis energéticos mais elevados tendem a aumentar o escore corporal dos animais, estes, apresentam baixo consumo de matéria seca, devido ao aumento do hormônio leptina produzido pelo tecido adiposo que é capaz de agir como limitador de consumo no período de transição, (BONATO, *et al.* 2015) agindo diretamente no consumo e balanço energético. Sua concentração pode variar de acordo com o peso e escore corporal do animal.

Além disso, teores elevados de leptina decorrentes do balanço energético negativo podem impactar diretamente na fertilidade e, conseqüentemente, próxima lactação. Segundo Chilliard *et al.* (2001), dietas balanceadas no pré-parto e pós-parto diminuem o efeito da leptina, resultando em aumento do cortisol, influenciando positivamente na adaptação do metabolismo as diversas mudanças metabólicas causadas nesse período, assim como a ingestão de matéria seca.

Devido ao declínio da ingestão alimentar nas últimas semanas do parto, ocorre normalmente o adensamento energético da dieta, a fim de maximizar o consumo de energia pelo animal, esse manejo alimentar possibilita para o animal uma adaptação da flora ruminal, para as dietas no pós parto, que na maioria das vezes apresenta altos teores de concentrado em sua composição (NRC,2001).

A maximização do consumo de matéria seca ocorre quando a ingestão é regulada por fatores físicos, como o nível de FDN na dieta muito próximo a limitação de consumo de energia, pois quando apresenta o quadro de limitação de consumo devido ao nível energético, o fígado por meio de quimiorreceptores presentes na parede intestinal sinalizam para o sistema nervoso central a existência de condições como pH, osmolaridade e alguns metabólitos (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

Para o consumo de matéria seca do pré-parto, o 4° quartil apresentou diferença significativa para os demais tratamentos, este quartil apresenta também o maior consumo de energia metabolizável dos tratamentos, de acordo com Mann *et al.* (2015), avaliando dietas com 24% e 15% de amido na matéria

seca, dietas com maiores teores de amido apresentaram consumo de matéria seca mais elevado no pré-parto, porém, no pós-parto não houve diferença significativa.

Schirmann *et al.* (2013) também citam que valores superiores de amido na dieta não afetam o consumo de matéria seca no pós-parto, devido a diminuição do teor de FDN da dieta do pré-parto. Já para as dietas de pós-parto, em sua maioria, apresentam teores menores de FDN, afim de maximizar o consumo e conseqüentemente maiores produções, tendo em vista que o mesmo é um limitador de consumo (MERTENS, 1994).

Grummer e Ordway (2011) mostraram que uma dieta pré-parto deve conter níveis de energia líquida de lactação entre 1,4 e 1,456 Mcal/kg, com teores de amido entre 16 e 20% na MS, 40 a 50 % da FDN vinda de forragens de boa digestibilidade e consumo de proteína metabolizável em torno de 1100 g/dia para animais holandeses de 650 kg. Outro fator importante é a utilização de fibras de qualidade e fontes de carboidratos não estruturais como a casca de soja, alimento energético que possui em torno de 70% de FDN, mas com grande digestibilidade (NRC, 2001). Ela provoca menores efeitos sobre a digestão da fibra, mantendo as concentrações de acetato ruminal e maximizando a digestão do FDN fornecido (CAÑIZARES; RODRIGUES., 2009).

Outro alimento muito utilizado em dietas animais é a silagem de milho, caracterizado por ter em torno de 28 a 35% de matéria seca, FDN em torno de 39 a 45% e amido 33 a 39 % da matéria seca (NRC, 2001). Devido a sua grande utilização e seguindo os níveis recomendados pelo NRC (2001), e Grummer e Ordway (2011), a utilização de 60 a 70% do consumo de silagem pelo animal, irá fornecer em torno de 16 a 20% de amido na MS.

Segundo Pérez-Báez *et al.* (2019), a diminuição do consumo de matéria seca (CMS) no final do período de transição e a baixa ingestão de matéria seca no pós-parto levam a um estado de balanço energético negativo caracterizado pelo aumento da mobilização lipídica na forma de ácidos graxos não esterificados e conseqüente elevação de corpos cetônicos como o beta-hidroxiacetato (BHA). Uma das principais conseqüências relacionadas a baixa ingestão do alimento e um BEN mais acentuado é a ocorrência de metrite, desordem associada com a diminuição da produção de leite e problemas

reprodutivos (MAHNANI *et al.*, 2015). Além disso, o caminho inverso também é observado, uma vez que animais que apresentam metrite severa também diminuem drasticamente o consumo de matéria-seca no pré-parto (CHEBEL *et al.*, 2016). Desse modo, devemos maximizar a ingestão de matéria seca afim de diminuir os efeitos e riscos de possíveis problemas metabólicos e reprodutivos pelos animais

5.2.2 Produção de leite.

Apesar do consumo de energia no pré-parto não influenciar a produção de leite do animais, 2 e 3º quartil apresentaram maiores produção de leite mas isso não significativo, assim pode-se concluir que não existe diferença entre os quartis para produção de leite. Dietas com alto teores de energia ou com grandes fontes de carboidratos não fibroso, podem elevar de forma demasiada a condição corporal dos animais. Como citado por Mann *et al.* (2015) e Schirmann *et al.* (2013) dietas com teores maiores de amido, melhoraram a condição corporal dos animais, porém ocorre uma maior presença de corpos cetônicos no pós-parto devido ao não atendimento das exigencias energéticas via consumo voluntário, sendo preciso os animais retirar seus reservas energéticas ocasionando maiores casos de cetoses nos animais diminuindo assim sua eficiência de consumo alimentar e produção de leite.

Outro fator muito importante, é conhecer a fonte de amido utilizado, amilose ou amilopectina. O processo de fermentação transforma a amilose em amilopectina, pois durante esse processo ocorre a quebra de pontes de hidrogenio, melhorando assim sua digestibilidade (PERES, 2011). Fornecimento de alimentos com fontes de amido com teores elevados de amilopectina, como silagem de grão úmido, snaplage (silagem da espiga pra cima) , não é indicado para animais em periodo de transição, pois no periodo pré-parto aumenta o escore de condição corporal podendo gerar problemas como cetose, fígado gordo (CAÑIZARES; RODRIGUES., 2009) além da diminuição do consumo devido a saciedade energética (MERTENS, 1994; NASCIMENTO *et al.* 2009).

Com o aumento do consumo de energia pré parto dentro dos quartis, pode-se observar um aumento no balanço de energia no pré parto. Esse valores

foram superiores no 4º quartil, onde a concentração de AGNE no pós parto foi maior. Esse parâmetro é indicador de grande mobilização de gordura corporal (ABDELLI, *et al.* 2013). Assim se estabeleceu que quanto maior o balanço energético pré parto, maior os níveis de AGNE no pós parto na corrente sanguínea.

Segundo Carvalho *et al.* (2019), valores de AGNE acima de 70 mmol/L podem ser fatores de risco para a saúde do animal, podendo ser considerada como grande indicativo de cetose subclínica, redução do consumo, maior mobilização das reservas corporais e maior balanço energético negativo. A cetose pode ser considerada pela presença anormal de corpos cetônicos na corrente sanguínea e acúmulo de gordura hepática (BONATO, *et al.* 2015), sendo considerada como um dos principais distúrbios causados pelo balanço energético negativo, causado pelo aumento da exigência energética e baixa capacidade de consumo no pós parto (PÉREZ-BAEZ *et al.*, 2019; SAMMAD *et al.*, 2022).

Para a produção de leite corrigida para 4,0% de gordura, a elevação dos valores de AGNE no 4º quartil aumentou o teor de gordura do leite. De acordo com Marett *et al.* (2018), os ácidos graxos não esterificados são resultantes da mobilização de tecido adiposo ocasionado pelo balanço energético negativo, assim, são uma importante fonte de energia para os animais nos primeiros dias de lactação e são uma das principais fontes para a síntese de gordura do leite (STOLCOVÁ., *et al.* 2021).

A avaliação periódica de AGNE e BHB em rebanhos leiteiros pode apresentar dados de suma importância, pois rebanhos que apresentam a prevalência de em torno 15% de animais com teores elevados desses indicadores, apresentam problemas nas lactações subsequentes como uma queda na produção de leite e maior prevalência de problemas decorrentes do BEN (MCART *et al.*, 2013). Porém, Piantoni *et al.* (2015) citam que, no caso de AGNE, esses resultados ficam mais evidentes quando relacionados a outros metabólicos sanguíneos e com animais arraçados apenas uma vez ao dia. Devido a melhores índices como glicose circulante maior, menores índices de AGNE e BHB. Os 2 e 3º quartis apresentaram as maiores produções de leite e lactose, porém nada significativo, segundo Mann *et al.* (2015), animais

alimentados com menores níveis de energia tem desempenho inferior pois ocorre uma diminuição dos efeitos do balanço energético negativo, proporcionando maior produtividade e saúde dos animais.

A glicose é utilizada principalmente para a síntese de lactose que é o açúcar do leite, a quantidade total de lactose sintetizada no úbere está ligada a com a quantidade de leite produzida por dia. O teor de lactose no leite é constante mas conforme aumenta a quantidade de glicose, água é adiciona até que a concentração da lactose no leite chegue a 4,5% (WATTIAUX, *et al.* 2015). Desse modo, quanto maior o nível de glicose circulante, maior será a produção de leite.

6- CONCLUSÕES

O consumo de 17.390 a 35.681 Mcal/dia de energia metabolizável é o mais indicado para diminuir os efeitos do balanço energético negativo durante o período de transição. Com o consumo de energia dentro do nível mencionado, as vacas terão maior consumo de matéria seca e conseqüentemente maior produção no pós-parto.

REFERÊNCIAS

ABDELLI, A. *et al.* Elevated non-esterified fatty acid and β -hydroxybutyrate in transition dairy cows and their association with reproductive performance and disorders: a meta-analysis. *Theriogenology*, v. 93, p. 99-104. 2017.

ALBANI, K. *et al.* Dieta com restrição de cálcio ou aniônica em vacas leiteiras no pré-parto. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 20. n 2.2017.

ASKIE, LISA; OFFRINGA, MARTIN. Systematic reviews and meta-analysis. In: **Seminars in Fetal and Neonatal Medicine**. WB Saunders. p. 403-409. 2015

BLOCK, E. Transition cow research—what makes sense today. In *Proceedings High Plains Dairy Conference*. p. 75-98. 2010.

BONATO, D. V. *et al.* Cetose em vacas leiteiras de alta produção. *Revista investigação medicina veterinária*, v.14, n.6, p.96-101. 2015.

CAIXETA, L. S. *et al.* Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. *Animals*, V.11.ed.2, 2021.

CAÑIZARES, G. *et al.* Metabolismo de carboidratos não-estruturais em ruminantes. *Archives of veterinary Science*, v. 14, n. 1, 2009.

CARDOSO, F.C. *et al.* A estratégia nutricional pré-parto afeta o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras. *Journal of Dairy Science*, v.96 n.9, p. 5859-5871. 2013.

CHEBEL, R. C. *et al.* Social stressors and their effects on immunity and health of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.99. ed.4, p.3217-3228. 2016.

CHILLIARD, Y. *et al.* Leptin in ruminants. Gene expression in adipose tissue and mammary gland, and regulation of plasma concentration. *Domestic animal endocrinology*, v.21 ed.4, p.271-295. 2001.

CONSTABLE, P.D. *et al.* Diseases of the alimentary tract-ruminant. In: *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. St. Louis: **Editora ELSEVIER**. p. 436-621, 2017.

CARVALHO, F. *et al.* Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. *Journal of Dairy Science*., v. 102. p.11701-11717. 2019.

DIEHO, K. *et al.* Efeito do concentrado suplementar fornecido durante o período de seca sobre os aspectos morfológicos e funcionais da adaptação ruminal em bovinos leiteiros durante o período de seca e início da

lactação. **Journal of Milk Science**, v. 100 , p.343-356. 2017.

DOUGLAS G.N. et al. Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. V.89. p.2141–2157. 2006.

DOLL, K. et al. New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. **Vet. J.**, v.181, n.2, p.90-96, 2009.

DUFFIELD, T. F. et al. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of dairy science**. V. 92, p.571–580. 2009.

ESPOSITO, G. et al. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. **Animal reproduction science**, V. 144, p.60-71. 2014.

FARIA B.N. Dietas para vacas em período de transição. Alimentos para Gado de Leite. FEPMVZ. **Editora** . Belo Horizonte, 179pp. 2009.

GIRMA, D. D. et al. Effects of close-up dietary energy level and supplementing rumen-protected lysine on energy metabolites and milk production in transition cows. **Journal of dairy science**, V.102 n.8, p.7059-7072. 2019.

GOFF, J.P. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1292-1301, 2006.

GRUMMER, R.R. et al. **Energy and Protein Nutrition for Transition Cows**. Balchem Corp. New Hampton, NY. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop. 2011.

GOULARTE, S. R., ÍTAVO, L. C. V., SANTOS, G. T., ÍTAVO, C. C. B. F., OLIVEIRA, L. C. S., FAVARO, S. P., & BITTAR, C. M. M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.1479-1486. 2011.

HARARI, MICHAEL B. et al. Literature searches in systematic reviews and meta-analyses: A review, evaluation, and recommendations. **Journal of Vocational Behavior**, v. 118, p. 103377, 2020.

HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L.E. et al. Endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows. **animal**, v. 14, n. 2, p. 330-338, 2020.

HAVEKES, C. D. et al. Effects of molasses-based liquid feed supplementation to a high-straw dry cow diet on feed intake, health, and

performance of dairy cows across the transition period. **Journal of dairy science**, v. 103, n. 6, p. 5070-5089, 2020.

HUANG, W. *et al.* Effect of reduced energy density of close-up diets on dry matter intake, lactation performance and energy balance in multiparous Holstein cows. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2014.

HUSNAIN, A.; SANTOS, J. E. P. Meta-analysis of the effects of prepartum dietary protein on performance of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 11, p. 9791-9813, 2019.

JARAMILLO-LÓPEZ, E. *et al.* Ruminant acidosis: strategies for its control. **Austral journal of veterinary sciences**, v. 49, n. 3, p. 139-148, 2017.

LABLANC, S. Health in the transition period and reproductive performance. *WCDS Advances in Dairy Technology*, v.22, p.97-110, 2010.

LOVATTO, P. *et al.* Meta-análise 459 em pesquisas científicas-enfoque em metodologias. **Rev. Soc. Bras. Zoot.** 36:285-294. 2007.

MA, J. *et al.* Consequences of Transition Treatments on Fertility and Associated Metabolic Status for Dairy Cows in Early Lactation. **Animals**, v.10. ed.6. 2020.

Mahnani, A. *et al.* Consequences and economics of metritis in Iranian Holstein dairy farms. *Journal of dairy science*, 98(9), 6048-6057.2015

MCART, J. A. A. *et al.* Elevated non-esterified fatty acids and β -hydroxybutyrate and their association with transition dairy cow performance. **The Veterinary Journal**, v.198 ed.3, p.560–570. 2013.

MANN, S. *et al.* Dry period plane of energy: Effects on feed intake, energy balance, milk production, and composition in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98 n.5, p.3366-3382. 2015.

MEDINA, E. *et al.* Systematic review and its relationship with evidence-based practice in health. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 18, p. 824-831, 2010.

MERTENS, DR. Regulation of forage intake. Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy, Crop Science of America, **Soil Science of America**, Madison, WI. p.450-493. 1994.

MARETT, L. C. *et al.* Plasma glucose and nonesterified fatty acids response to epinephrine challenges in dairy cows during a 670-d lactation. **Journal of dairy science**, v. 101 ed. 4, p.3501-3513. 2018.

NAGARAJA, T.G. *et al.* Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p.

17-38, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C. National Academic Press. p.381. 2001.

NASCIMENTO P. M. L. *et al.* Consumo voluntário de bovinos. **Revista Electrónica de Veterinaria**. Vol. 10, nº 10, 2009.

OETZEL, G. R. *et al.* Effect of oral calcium bolus supplementation on early-lactation health and milk yield in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 12, p. 7051-7065, 2012.

PIANTONI, C.M. *et al.* Feed intake is related to changes in plasma nonesterified fatty acid concentration and hepatic acetyl CoA content following feeding in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.6839-6847.2015.

PERES, Mariana Soares. **Processamento de grãos de milho do tipo flint ou duro e adequação protéica em rações para bovinos em terminação-desempenho animal e digestibilidade do amido**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2011.

PÉREZ-BÁEZ, J. *et al.* Association of dry matter intake and energy balance prepartum and postpartum with health disorders postpartum: Part II. Ketosis and clinical mastitis. **Journal of dairy science**, v. 102 ed.10, p.9151-9164. 2019.

RABELO, E. *et al.* Strategies for increasing energy density of dry cow diets. **Journal of dairy science**, v.84, n.10, p. 2240-2249. 2001.

RASTANI, R. R. *et al.* Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. **Journal of dairy science**, v. 88, n.3, p. 1004-1014. 2005.

RODRIGUES, C.L.; ZIEGELMANN, P.K. Metanálise: um guia prático. **Revista Hospital das Clínicas de Porto Alegre**, v.30, p.436-447, 2010.

SANTAROSA, Bianca Paola. Deslocamento de abomaso em vacas leiteiras. **UNESP**. 2010.

SAMMAD, A. *et al.* Major Nutritional Metabolic Alterations Influencing the Reproductive System of Postpartum Dairy Cows. **Metabolites**, v.12 ed.1. 2022.

SANTOS, G.C.L. Meta-análise e análises de componentes principais do uso de tortas de oleaginosas na dieta de vacas leiteiras. **DISSERTAÇÃO**. 2021.

SAUVANT, D., P. SCHMIDELY, AND J. DAUDIN. Les méta-analyses des données expérimentales: applications en nutrition animale. **INRA Productions Animales**. v.18. p.23-33. 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. User's guide . Version 8.02. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2013. 943p.

SAUVANT, D. *et al.* Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, Cambridge, v. 2, p.1203-1214. 2008.

SCHIRMANN, K. *et al.* Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 11, p. 7088-7092, 2013.

SGUIZZATO, A.L *et al.* Energy requirements for pregnant dairy cows. **PloS one**, v. 15, n. 7, 2020.

ŠTOLCOVÁ, M., ŘEHÁK, D., & BARTOŇ, L. Changes in milk ketone and fatty acid concentrations during early lactation in Holstein and Fleckvieh cows. **Czech Journal of Animal Science**, 66(12), 477-486. 2021.

SUNDRUM, A. Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. **Animals**, v. 5, n. 4, p. 978-1020, 2015.

TAWFIK, G. M. *et al.* A step by step guide for conducting a systematic review and meta-analysis with simulation data. **Tropical medicine and health**, v. 47, n. 1, p. 1-9, 2019.

USENI, B. A. *et al.* Pre-and postpartum effects of starch and fat in dairy cows: A review. **South African Journal of Animal Science**, V.48 ed.3, p.413-426. 2018.

VALLEJO-TIMARÁN, D. *et al.* Incidence and effects of subacute ruminal acidosis and subclinical ketosis with respect to postpartum anestrus in grazing dairy cows. **Heliyon**, v.6 ed.4. 2020.

VAN CLEEF, E. R. I. C. *et al.* Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos. **Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA**, v.1(2), p.319-341. 2009

WILTBANK, M. *et al.* Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, V.65. p.17-29. 2006.

ZAMBRANO, W. *et al.* Perfil metabólico de vacas mestizas lecheras del parto al quinto mes de lactación. **Zootecnia Tropical**, v. 27, n. 4, p. 475-488, 2009.