

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

Efeitos dos tratamentos e dos substratos de cama na criação de frangos de corte: revisão sistemática e meta-análise

Taiani dos Santos de Toledo

Pelotas, 2020.

Taiani dos Santos de Toledo

Efeitos dos tratamentos e dos substratos de cama na criação de frangos de corte: revisão sistemática e meta-análise

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências (Área de conhecimento: Produção Animal).

Orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll

Co-orientadora: Dra. Aline Arassiana Piccini Roll

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Pereira Leivas Leite

Pelotas, 2020.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

T649e Toledo, Taiani dos Santos de

Efeitos dos tratamentos e dos substratos de cama na criação de frangos de corte: revisão sistemática e meta-análise / Taiani dos Santos de Toledo ; Victor Fernando Büttow Roll, orientador ; Aline Arassiana Piccini Roll, Fábio Pereira Leivas Leite, coorientadores. — Pelotas, 2020.

126 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Análise de heterogeneidade. 2. Condicionadores. 3. Frangos de corte. 4. Maravalha. 5. Tipos de cama. I. Roll, Victor Fernando Büttow, orient. II. Roll, Aline Arassiana Piccini, coorient. III. Leite, Fábio Pereira Leivas, coorient. IV. Título.

CDD : 636.51

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Taiani dos Santos de Toledo

Efeitos dos tratamentos e dos substratos de cama na criação de frangos de corte:
revisão sistemática e meta-análise

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutora em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 28/02/2020

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Víctor Fernando Büttow Roll (Orientador)
Doutor em Produção Animal pela *Universidad de Zaragoza*.

.....
Prof. *Ph. D.* Fernando Rutz
Doutor em Nutrição e Alimentação Animal pela *University of Kentucky*.

.....
Prof. Dr. Nelson José Laurino Dionello
Doutor em Biotecnologia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Dr. Henrique Müller Dallmann
Doutor em Produção Animal pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Prof. Dra. Fernanda Medeiros Gonçalves
Doutora em Nutrição Animal pela Universidade Federal de Pelotas.

Ao tripé que sustenta minha vida... Mãe, pai e mano.

Tudo que eu fiz, faço e farei sempre será por vocês!

Dedico.

Agradecimentos

A Deus que tudo tornou possível! Por guiar, iluminar e abençoar cada passo meu. Pela proteção, pelas bênçãos, pelas conquistas, por me fazer acreditar na beleza da vida e que sonhos são feitos para se tornar realidade!

Aos meus pais e ao meu irmão por serem meu porto seguro, meu refúgio, minha fortaleza e meu maior tesouro. A minha mãe por cada telefonema e cada mensagem combustíveis indispensáveis e imprescindíveis por me manter de pé. Ao meu pai por ser essa pessoa singular e única, dotada do coração mais puro que existe. Ao meu irmão que nunca mediu esforços e sempre esteve ao meu lado. Agradeço a Deus todos os dias por vocês existirem e, se um dia eu me tornar um terço do ser humano que são, já terei me tornado a melhor pessoa do planeta. O mundo e, todo o amor que existe nele, não seriam o bastante para retribuir tudo que já fizeram por mim, mas, saibam que passarei o resto da minha vida tentando!

A minha família, “Santos” e “Toledo”, por serem o meu sinônimo de amor, união e força. Pelo apoio incondicional, por compreenderem minha ausência e por me motivarem a prosseguir sempre em frente e a persistir nesse ideal. Em especial aos meus avós, minha madrinha e minha tia, por todo o suporte, amparo e apoio nessa jornada. Sem vocês eu jamais teria conseguido!

Ao Henrique minha fonte maior de inspiração, de ser humano e de profissional. És uma verdadeira dádiva em minha vida e se hoje chego ao fim dessa jornada foi porque em ti encontrei um alicerce fundamental. Por me incentivar e acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava. Por não permitir que eu desistisse e nem desmoronasse. Por todo companheirismo e por todo apoio de sempre. Minha eterna gratidão por tanto e por ser exatamente do jeito que és!

Ao orientador Victor e aos co-orientadores, Aline e Fábio, pela confiança em mim depositada. Por toda ajuda, pelos ensinamentos, pelos incentivos, pelos conselhos e por cada porta aberta. Me sinto muito honrada em ter tido a oportunidade de ter trabalhado e de ter convivido com vocês durante este período. Serão sempre exemplos a serem seguidos de profissionais, mestres e amigos! Se esse trabalho hoje existe e rende bons frutos foi porque vocês acreditaram e tudo fizeram para me auxiliar. Melhor orientação seria impossível!

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade dada, por manter meu sonho vivo e por ser minha casa. A

cada professor, cada colega e cada funcionário o meu mais profundo respeito e agradecimento!

As gurias do ap por terem sido a minha família pelotense. Pela convivência, pelo carinho, pelas histórias, pelos perrengues e por terem tornado tudo mais fácil e até mesmo suportável. Saibam que são as “culpadas” pela pessoa que me tornei e que estarei sempre na arquibancada da vida torcendo por vocês!

As minhas duas joias raras, Morena e Mico, que não importando o tempo transcorrido sempre me recebiam com festa e transbordando tamanha felicidade que era capaz de tocar o mais insensível dos mortais. Meus seres de luz responsáveis por tornar a minha vida mais leve, mais colorida e mais feliz! Ainda bem que os tenho junto a mim!

E enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho, os meus mais sinceros agradecimentos!

“E apenas bendigo a sorte que me deu tanta fortuna.”

(Jayme Caetano Braun)

“A vida de quem inventa de voar é paradoxal, todo dia. É o peito eternamente dividido. É chorar porque queria estar lá, sem deixar de querer estar aqui. É ver o céu e o inferno na partida, o pesadelo e o sonho na permanência. É se orgulhar da escolha que te ofereceu mil tesouros e se odiar pela mesma escolha que te subtraiu outras mil pedras preciosas.

E começamos a viver um roteiro clássico: deitar na cama, pensar no antigo-eterno lar, nos quilômetros de distância, pensar nas pessoas amadas, no que eles estão fazendo sem você, nos risos que você não riu, nos perrengues que você não estava lá para ajudar. É tentar, sem sucesso, conter um chorinho de canto e suspirar sabendo que é o único responsável pela própria escolha. No dia seguinte, ao acordar, já está tudo bem, a vida escolhida volta a fazer sentido. Mas você sabe que outras noites dessa virão.

Mas será que a gente aprende? A ficar doente sem colo, sentir o cheiro da comida com os olhos, a transformar apartamentos vazios na nossa casa, transformar colegas em amigos, dores em resistência, saudades cortantes em faltas corriqueiras?

Será que a gente aprende? A ser filho de longe, a amar via Skype, a ver crianças crescerem por vídeos, a fingir que a mesa do bar pode ser substituída pelo grupo do whatsapp, a ser amigo através de caracteres e não de abraços, a rir alto com HAHahaha, a engolir o choro e tocar em frente?

Será que um dia saberemos, afinal, se estamos no lugar certo? Será que há, enfim, algum lugar certo para viver essa vida que é um turbilhão de incertezas que a gente insiste em fingir que acredita controlar?

Eu sei que não é fácil. E que admiro quem encarou e encara tudo isso, todo dia.”

Ruth Manus.

Resumo

TOLEDO, Taiani dos Santos de. **Efeitos dos tratamentos e dos substratos de cama na criação de frangos de corte: revisão sistemática e meta-análise.** 2020. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

O objetivo desta tese foi produzir evidências científicas dos efeitos dos tipos de substratos e tratamentos da cama aviária sobre suas características físico-químicas e sobre o desempenho de frangos de corte. Foram realizadas duas revisões sistemáticas e meta-análises relacionadas com a utilização de diferentes tipos de substratos e tratamentos da cama aviária. A partir dos artigos incluídos na meta-análise foram extraídas a média, o desvio padrão e o tamanho de amostra dos tratamentos avaliados. O tamanho do efeito foi analisado através da diferença média ou da diferença média padronizada entre os grupos tratados e controle. Frangos de corte criados em camas de maravalha apresentaram melhor peso corporal e conversão alimentar e menor mortalidade em comparação com outros tipos de substratos (areia, bagaço de cana, casca de amendoim, casca de arroz, capim, feno, mistura, palha, papel e serragem). Na meta-análise de subgrupos foi observado que diferentes tipos de materiais de cama não afetaram o consumo de ração dos frangos de corte. No entanto, frangos de corte criados em cama de palha apresentaram menor peso corporal, pior conversão alimentar e maior taxa de mortalidade. Aves criadas em camas de casca de arroz apresentaram menor peso corporal em comparação com aquelas criadas sob maravalha. Na segunda meta-análise foi observado que o tratamento de cama com diferentes condicionadores reduziu a liberação de amônia, a umidade e a proliferação de bactérias patogênicas e alterou valores de pH na cama em comparação com o grupo controle. Na análise de subgrupos foi observado que os acidificantes proporcionaram uma redução de pH, amônia e umidade da cama com consequente maior ganho de peso e menor taxa de mortalidade de frangos de corte. Por outro lado, os alcalinizantes aumentaram o pH, reduziram a umidade e a microbiota patogênica, porém pioraram a conversão alimentar e a taxa de mortalidade dos frangos. O gesso reduziu a liberação de amônia na cama e melhorou a conversão alimentar dos frangos. O superfosfato reduziu o pH, enquanto que os adsorventes reduziram a umidade da cama. Nenhum dos tratamentos influenciou significativamente o consumo alimentar das aves.

Palavras-chave: Análise de heterogeneidade. Condicionadores. Frangos de corte. Maravalha. Tipos de cama.

Abstract

TOLEDO, Taiani dos Santos de. **Effects of treatments and litter substrates on broiler production: Systematic review and meta-analysis.** 2020. 126 f. Thesis (Doctor of Science) - Graduate Program in Animal Science, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

The objective of this thesis was to produce scientific evidence of the effects of substrate types and treatments of poultry litter on their physicochemical characteristics and performance of broilers. Two systematic reviews and meta-analyses related to the use of different types of substrates and treatments of the poultry litter were performed. From the articles included in the meta-analysis, the mean, standard deviation and sample size of the treatments evaluated were extracted. The size of the effect was analyzed by the mean difference or the standardized mean difference between the treated and control groups. Broilers reared on wood-shavings showed better body weight and feed conversion and lower mortality compared to other types of substrates (sand, sugarcane bagasse, peanut shell, rice husk, grass, hay, mixture, straw, paper and sawdust). In the subgroup meta-analysis it was observed that different types of litter materials did not affect the feed intake of broilers. However, broilers reared on straw litter presented lower body weight, worse feed conversion and higher mortality rate. Birds reared on rice husk beds showed lower body weight compared to those reared on wood shavings. In the second meta-analysis it was observed that litter treatment with different conditioners reduced ammonia release, moisture and proliferation of pathogenic bacteria and altered pH values in litter compared to control group. In the sub-group analysis, it was observed that acidifiers produced a reduction in pH, ammonia and litter moisture with consequent higher weight gain and lower mortality rate of broilers. On the other hand, alkalizing increased pH, reduced moisture and pathogenic microbiota, but worsened feed conversion and mortality rate of broilers. Gypsum reduced the release of ammonia in litter and improved feed conversion of broilers. Superphosphate reduced pH, while adsorbents reduced litter moisture. None of the treatments significantly influenced the food intake of birds.

Key-words: Analysis of heterogeneity. Conditioners. Broilers. Wood Shavings. litter material.

Lista de Figuras

Capítulo 1

- Figura 1 - Acrônimo PICO para a área médica..... 34
- Figura 2 - Esquemática relacionada aos estudos a serem incluídos na revisão sistemática..... 40

Capítulo 2

- Figura 1 - Diagrama seguindo as diretrizes do PRISMA (MOHER et al. 2009), mostrando o número total de registros identificados e o número de registros filtrados em cada etapa do processo de seleção dos estudos a partir da revisão sistemática sobre tipos alternativos de cama usadas para aviários de frangos de corte..... 51
- Figura 2 - Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito de materiais alternativos de cama no consumo de ração de frangos de corte. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução na ingestão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na ingestão de ração em frangos de corte criados em maravalha..... 55
- Figura 3 - Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito do material alternativo de cama no peso corporal de frangos durante a criação. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução no peso corporal, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento no peso corporal de frangos de corte criados em maravalha..... 57
- Figura 4 - Meta-regressão do efeito da densidade animal (aves alojadas por m²) na diferença média padronizada no peso corporal de estudos que examinam cama alternativa para aves, em comparação com maravalha (peso corporal SMD= 0,993 + 0,112 (ave/m²), P< 0,001). A regressão é ponderada pelo tamanho do efeito dos estudos, indicado pelo tamanho do marcador redondo; quanto maior o marcador, maior o tamanho do efeito do estudo..... 58
- Figura 5 - Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito do material alternativo de cama na conversão alimentar dos frangos. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma melhora na conversão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam uma piora na conversão de ração em frangos de corte criados em cama de maravalha..... 59

- Figura 6 - Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do material alternativo de cama na taxa de mortalidade de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na mortalidade, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na mortalidade em maravalha..... 61
- Figura 7 - Meta-regressão do efeito da densidade de lotação (aves/m²) na diferença média padronizada na taxa de mortalidade dos estudos que examinam a cama alternativa na criação de frangos de corte, em comparação com a cama de maravalha (taxa de mortalidade SMD= 2.871 - 0,325 (aves/m²), P= 0,03). A regressão é ponderada pelo tamanho do efeito dos estudos, que são indicados pelo tamanho do marcador; quanto maior o marcador, maior o tamanho do efeito do estudo..... 62
- Figura 8 - Meta-regressão do efeito da espessura da cama (cm) na diferença média padronizada dos estudos que examinam a taxa de mortalidade na cama alternativa para frangos de corte (taxa de mortalidade SMD= -3,76 + 0,454 (espessura), P= 0,01). A regressão é ponderada pelo tamanho do efeito dos estudos, que são indicados pelo tamanho do marcador; quanto maior o marcador, maior o tamanho do efeito do estudo..... 62

Capítulo 3

- Figura 1 - Diagrama adaptado das diretrizes do PRISMA-P (MOHER et al. 2009), mostrando o número total de registros identificados e o número de registros filtrados em cada etapa do processo de seleção dos estudos a partir da revisão sistemática sobre tratamento de cama aviária..... 76
- Figura 2 - Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito dos tratamentos de cama no consumo de ração de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução na ingestão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na ingestão de ração em frangos de corte criados em camas tratadas..... 80
- Figura 3 - Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito do tratamento da cama no ganho de peso de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução no ganho de peso, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento no ganho de peso de frangos de corte criados em camas tratadas..... 82

Figura 4 -	Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do efeito do tratamento de cama na conversão alimentar dos frangos. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma melhoria na conversão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam uma piora na conversão de ração em frangos de corte criados em cama tratadas.....	84
Figura 5 -	Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na taxa de mortalidade de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na mortalidade, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na mortalidade em frangos criados em camas tratadas.....	85
Figura 6 -	Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na concentração e volatilização da amônia. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na amônia, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento da amônia em camas tratadas.....	87
Figura 7 -	Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama no pH. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução no pH, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento no pH em camas tratadas.....	89
Figura 8 -	Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença médias intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na umidade. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na umidade, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na umidade em camas tratadas.....	91
Figura 9 -	Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na microbiota patogênica. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na microbiota patogênica, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na microbiota patogênica em camas tratadas.....	93

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1 - Principais diferenças observadas entre revisão tradicional e revisão sistemática.....	26
Tabela 2 - Descrição dos critérios PICO para dois exemplos na área da avicultura.....	35

Capítulo 2

Tabela 1 - Descrição das características dos 31 estudos incluídos na revisão sistemática e meta-análise para os tipos de cama aviária alternativos à maravalha.....	52
---	----

Capítulo 3

Tabela 1 - Detalhes dos 26 estudos incluídos na meta-análise.....	77
---	----

Sumário

I.	Introdução.....	16
II.	Capítulo 1.....	18
1.1	Introdução.....	19
1.2	Cama aviária.....	20
1.3	Revisão de literatura - Revisão Tradicional X Revisão Sistemática....	24
1.4	Histórico da revisão sistemática.....	26
1.5	Recursos necessários para implementação da revisão sistemática...	28
1.6	Elaboração, estruturação e execução de uma revisão sistemática...	30
1.6.1	Protocolo da revisão sistemática.....	31
1.6.1.1	Informações gerais.....	32
1.6.1.2	Pergunta da pesquisa.....	32
1.6.1.3	Identificação e seleção dos estudos.....	35
1.6.1.3.1	Estudos primários.....	36
1.6.1.3.2	Estratégia de busca.....	36
1.6.1.3.3	Critérios de seleção e qualidade.....	38
1.6.1.4	Extração dos dados.....	40
1.6.1.5	Síntese e interpretação dos dados.....	41
1.6.1.6	Publicação dos resultados.....	42
1.7	Meta-análise.....	43
III.	Capítulo 2.....	45
2.1	Introdução.....	46
2.2	Material e métodos.....	47
2.2.1	Estratégia de pesquisa de literatura.....	47

2.2.2	CrITÉrios de inclusão e exclusão dos estudos.....	47
2.2.3	Extrao de dados quantitativos.....	48
2.2.4	Análise estatística.....	48
2.2.4.1	Análise de subgrupos.....	49
2.2.4.2	Gráfico de floresta.....	49
2.2.4.3	Análise de heterogeneidade.....	50
2.2.4.4	Meta-regressão.....	50
2.3	Resultados.....	50
2.3.1	Pesquisa de literatura e informaes extraídas.....	50
2.3.2	Consumo de rao.....	54
2.3.3	Peso corporal durante a criao.....	56
2.3.4	Conversão alimentar.....	58
2.3.5	Mortalidade.....	60
2.4	Discussão.....	63
2.4.1	Meta-análise geral.....	63
2.4.2	Meta-análise dos subgrupos.....	63
2.4.2.1	Consumo de rao.....	64
2.4.2.2	Peso corporal, conversão alimentar e taxa de mortalidade.....	64
2.5	Conclusões.....	68
IV.	Capítulo 3.....	69
3.1	Introduo.....	70
3.2	Material e métodos.....	70
3.2.1	Estratégia de pesquisa de literatura.....	71
3.2.2	CrITÉrios de elegibilidade do estudo.....	71

3.2.3	Extração de dados quantitativos.....	71
3.2.4	Análise estatística.....	72
3.2.4.1	Análise de subgrupos.....	73
3.2.4.2	Gráfico de floresta.....	73
3.2.4.3	Análise de heterogeneidade.....	74
3.3	Resultados.....	74
3.3.1	Pesquisa de literatura e informações extraídos.....	74
3.3.2	Consumo de ração.....	79
3.3.3	Ganho de peso.....	81
3.3.4	Conversão alimentar.....	83
3.3.5	Mortalidade.....	85
3.3.6	Amônia.....	86
3.3.7	pH.....	88
3.3.8	Umidade.....	90
3.3.9	Microbiota patogênica.....	92
3.4	Discussão.....	94
3.4.1	Pesquisa de literatura e informações extraídas.....	94
3.4.2	Resumo dos principais resultados de qualidade de cama e desempenho de frangos de corte.....	94
3.4.2.2	Tratamentos não convencionais.....	100
3.5	Conclusões.....	100
V.	Considerações gerais.....	102
VI.	Referências.....	104

I. Introdução

A população mundial deve crescer em 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos passando dos atuais 7,7 bilhões de pessoas para 9,7 bilhões em 2050, segundo o último relatório emitido pelas United Nations (2019). Esse aumento da população atrelado ao fenômeno da urbanização e a maior renda faz com que ocorra uma maior demanda por produtos de origem animal. Estudos mostram que a produção de alimentos está em crescimento constante graças a maior eficiência produtiva (CANOZZI, 2015). Isto ocorre devido ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de várias áreas ligadas a produção destacando-se como uma destas a Zootecnia. Das atividades zootécnicas a avicultura é reconhecida como um dos pilares do agronegócio.

A avicultura brasileira possui as maiores taxas de crescimento mundial, por ser a atividade mais eficiente e baixo custo para se produzir proteína animal visando a alimentação humana (ADAMI, 2012). As exigências do mercado, tais como, volume de produção, desempenho econômico e segurança sanitária contribuíram para torná-la uma das mais organizadas e eficientes do mercado avícola mundial. Tal eficiência é decorrente dos avanços genéticos, nutricionais e de manejo, os quais além de proporcionarem benefícios sociais e econômicos podem, por outro lado, acabar acelerando a degradação ambiental e prejudicar o bem-estar animal (PARANHOS DA COSTA E MORALES, 2011). Entretanto, as atividades de produção sempre acarretarão algum impacto sobre o meio ambiente sejam eles positivos ou negativos. Desta forma, nos últimos anos, vem aumentando a preocupação com a utilização da cama aviária e seus efeitos no impacto ambiental, assim como, no bem-estar e desempenho zootécnico das aves.

A cama além de receber os dejetos serve de suporte para as aves que permanecem praticamente 100% de sua vida sobre ela, exceto, em dois pequenos períodos compreendidos desde a eclosão no incubatório até a chegada no aviário e do carregamento no aviário até a chegada na plataforma do abatedouro. Por esta razão, a escolha e o manejo adequados da cama podem reduzir a incidência de lesões em regiões como peito, articulações e coxim plantar, bem como, promover melhorias no desempenho e sanidade das aves (DAI PRÁ E ROLL, 2019).

Por outro lado, o crescimento contínuo da cadeia avícola implica no aumento da demanda por substratos que possam ser utilizados como cama o que pode

acabar se tornando uma limitação econômica desta atividade. Além disso, torna-se imprescindível tratar, reutilizar por vários lotes e dar o destino final adequado a cama aviária para que a avicultura consiga alcançar a almejada sustentabilidade.

Na literatura, há uma gama de trabalhos voltados a esclarecer os efeitos de diferentes materiais utilizados e de alternativas viáveis para o tratamento da cama aviária de maneira a tornar o processamento dos resíduos da produção de frangos de corte sustentável e ao mesmo tempo interessante do ponto de vista econômico do produtor. Uma forma de identificar e analisar os resultados encontrados nessas pesquisas realizadas é através de uma revisão sistemática e meta-análise.

A revisão sistemática de literatura consiste no método científico para identificar, selecionar e avaliar os estudos científicos que são relevantes dentro de um determinado assunto para poder aplicar técnicas de meta-análise. Há um número crescente de artigos publicados na área das agrárias onde os autores utilizam como metodologia a meta-análise (LOVATTO et al., 2007). A meta-análise faz referência à análise estatística oriunda de resultados complexos, muitas vezes contraditórios, permitindo uma análise com maior poder estatístico (EGGER et al., 2001; SARGEANT et al., 2005; BORESTEIN et al., 2009; LEAN et al., 2009; CANOZZI, 2015). Essas metodologias auxiliam no nível de compreensão da realidade de cada um dos artigos publicados, orientam a execução de novos experimentos de campo se necessário e, ainda ajudam na tomada de decisões dos indivíduos ligados a avicultura.

Buscando elucidar as possíveis dúvidas frente ao tema, esta presente tese baseia-se na realização de revisão sistemática com posterior meta-análise sobre os efeitos da utilização de diferentes materiais e tratamentos na qualidade da cama aviária e no desempenho de frangos de corte. Assim sendo, o Capítulo 1 aborda a metodologia da revisão sistemática de literatura e meta-análise relacionada a cama aviária. No Capítulo 2 são abordados os resultados encontrados para os diferentes substratos de cama sobre o desempenho das aves. No capítulo 3 são discutidos os resultados obtidos para os diversos tipos de tratamentos na qualidade de cama e no desempenho dos frangos de corte. Por fim, são apresentadas as conclusões gerais dos estudos realizados.

II. Capítulo 1

Revisão sistemática da literatura

1.1 Introdução

A Zootecnia pode ser definida como uma área da ciência responsável pelo desenvolvimento e aprimoramento das potencialidades dos animais buscando incrementar sua produção como fonte alimentar. As previsões evidenciam que o aumento da população, da urbanização e da renda, vem desencadeando maior demanda por produtos de origem animal. A avicultura é atualmente a atividade zootécnica que mais apresenta avanços, em termos quantitativos e qualitativos, sendo considerada uma das formas mais eficientes de produzir proteína animal para alimentação humana (DAI PRÁ E ROLL, 2019).

De acordo com as projeções do agronegócio a estimativa é de que para os próximos anos a carne de frango ultrapasse a carne suína como proteína animal mais consumida no mundo. Esta preferência ocorre em decorrência do preço mais acessível quando comparada as demais proteínas, as restrições religiosas que proíbem o consumo de carne bovina e suína em todo o mundo não se aplicando ao frango (BEST, 2011), e aos recentes casos de peste suína africana.

A exploração avícola brasileira configura-se como uma das mais desenvolvidas e tecnificadas do mundo, o que credencia o manejo adotado no país como um modelo de sucesso (ÁVILA et al., 2007). No ano de 2018, segundo dados da EMBRAPA - aves e suínos, o Brasil produziu cerca de 12,9 milhões de toneladas e exportou 4,1 milhões de toneladas de carne de frango figurando assim, como o segundo maior produtor e o primeiro exportador a nível mundial. A região sul do país é a de maior destaque sendo a responsável por cerca de 70% da produção.

Além de movimentar a economia no país respondendo com 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB), o setor avícola também exerce um papel social muito importante. Segundo a ABPA (2020), entre produtores, funcionários de empresas e profissionais vinculados direta e indiretamente ao setor, a avicultura reúne mais de 3,5 milhões de trabalhadores. Cerca de 350 mil deles trabalham diretamente nas plantas frigoríficas. No campo são mais de 130 mil famílias proprietárias de pequenos aviários que produzem em um sistema totalmente integrado com as agroindústrias exportadoras.

Esse desenvolvimento da cadeia avícola está apoiado diretamente nos avanços e evoluções da genética, nutrição, sanidade e manejo, sendo estes os elos primordiais da avicultura de corte moderna. Entretanto, há de se considerar que existe uma busca infinita por alternativas que busquem a redução dos custos de

produção e a melhoria dos resultados econômicos da avicultura sem afetar o desempenho zootécnico das aves. Este cenário faz com que ocorra uma maior necessidade de estudos mais aprofundados nos diferentes elos da cadeia avícola, especialmente, os relacionados a um manejo mais adequado. O manejo das aves é importante durante toda a criação dos frangos de corte e interfere nos resultados zootécnicos de um lote (PILECCO et al., 2011). O manejo adequado do ambiente de criação proporciona que as aves atinjam seu bem-estar sem precisar acionar seus mecanismos termorreguladores e consigam utilizar toda a sua energia para a produção. O controle eficiente do ambiente produtivo animal deve ser considerado, pois a exposição a condições acima dos limites de conforto da ave afeta diretamente o sucesso da produção avícola (BRANCO, 2017). Desta forma, um dos fatores que indiscutivelmente mais preocupa na atualidade são aqueles que se referem a cama aviária.

1.2 Cama Aviária

A cama de frango é todo material que possa ser utilizado para forrar o piso do aviário, com espessura variando de 5 a 10 cm de altura, o qual receberá resto de ração, excreções, penas e descamações da pele (ANGELO, 1997). A cama tem a função de absorver a umidade, diluir uratos e fezes, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia para as aves, o que evita a formação de calo no peito e de lesões no coxim plantar, no joelho e no peito (HERNANDES E CAZETTA, 2001).

A escolha do tipo de substrato a ser utilizado como cama aviária é de suma importância. O tipo do material da cama tem influência significativa no desempenho do frango de corte e sobre a qualidade da carcaça (BILGILI et al., 1999; MALONE et al., 1983), refletindo diretamente no peso vivo, conversão alimentar, rendimento da carcaça, peito, coxas e sobre-coxas (MADEIRA et al., 2010). O material selecionado para ser utilizado como cama deve apresentar boa capacidade higroscópica, ser rico em carbono, ter partículas de tamanho médio, baixa condutividade térmica, baixo custo, boa disponibilidade regional e também servir como fertilizante após suas reutilizações (DAI PRÁ et al., 2009).

Na avicultura de corte brasileira, principalmente na região Sul, a maravalha tem sido o material normalmente utilizado como cama (AVILA et al., 1992; AVILA et

al., 2007). No entanto, este material vem se tornando escasso no mercado brasileiro o que acarreta a elevação dos custos e reduzindo, portanto, a viabilidade econômica ao produtor (DAI PRÁ e ROLL, 2015). Com a escassez de maravalha houve a indução para a utilização de substratos alternativos que permitam obter a mesma eficiência técnica desse substrato (ARAÚJO et al., 2007). Para que o material alternativo seja considerado ideal é fundamental levar-se em consideração, além da disponibilidade na região, a capacidade de absorção de umidade do material, que varia entre os diferentes tipos de resíduos da agricultura (PALHARES E KUNZ, 2011). Vários materiais são utilizados como cama: maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre vários outros materiais (GRIMES, 2004), ficando a escolha na dependência da sua disponibilidade e custo.

Além disso, existem outros fatores atrelado a cama aviária que merecem atenção. Um destes é a utilização e destinação final deste produto avícola. Isso porque a utilização de proteína e gordura animal na alimentação de animais ruminantes foi proibida na Europa pelo regulamento nº 999/2001 (CONSELHO EUROPEU, 2001), e no Brasil pela Instrução Normativa nº 08/2004 (BRASIL, 2004) alterada pela Instrução Normativa nº 1/2015 (BRASIL, 2015), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Esta proibição se estende a cama aviária como fonte de alimentação para ruminantes (bovinos, búfalos, ovinos e caprinos) encontrando respaldo no fato de que a presença da proteína animal, na ração, tem sido considerada o principal vetor da disseminação pelo mundo da Encefalopatia Espongiforme Bovina conhecida popularmente como “o mal da vaca louca”. Trata-se de uma moléstia crônica degenerativa, que afeta o sistema nervoso dos bovinos e provoca o descontrole motor (GONÇALVES, 2012). A ingestão de cama aviária pode consistir também em surtos de botulismo, que geram perdas aos produtores e causam riscos à saúde humana (NEVES, 2005). Desta forma, a utilização da cama aviária por vários lotes e a destinação como potencial fertilizante é a alternativa encontrada pela maioria dos produtores avícolas.

Segundo Bellaver e Palhares (2003), a produção de cama por ave, por ciclo, é de 1,3 kg. Se considerarmos que no ano de 2017, segundo dados do IBGE, o rebanho efetivo do Brasil foi de aproximadamente 1,3 bilhões de aves é possível estimar que nesse referido ano, a produção de cama foi de cerca de 1,7 milhões de toneladas. No entanto, esse grande volume de cama de frango pode acarretar sérios

impactos ao meio ambiente. Felizmente, pelo fato do país apresentar um clima que permite a produção em aviários abertos se criam condições de reutilização da cama, a qual, dependendo da sua qualidade, volume e manejo, pode ser utilizada em até 12 lotes, sendo que no geral se reutiliza por seis lotes consecutivos (ÁVILA et al., 2007). A troca de cama na saída de cada lote criaria um passivo ambiental muito elevado quando grandes quantidades deste material teriam como destino áreas de lavoura sem condições de degradar e absorver seus ingredientes comprometendo o lençol freático e as águas superficiais da região. Além disso, grandes áreas de floresta precisariam ser cortadas para gerar cama nova para substituição. O custo para adquirir esta cama nova, presumivelmente, inviabilizaria a atividade que não teria condições de absorver novas despesas (DAI PRÁ E ROLL, 2019).

A reutilização da cama é uma alternativa viável para diminuir o impacto ambiental provindo do acúmulo deste resíduo, além de favorecer regiões em que há escassez do material base e, dificuldade para vender a cama após a saída dos animais. Outras razões para a reutilização da cama são: custo para aquisição do material; mão-de-obra para retirar a cama do galpão, aliada à tentativa de diminuir o tempo ocioso das instalações; diminuição da atividade madeireira, tornando escassa a oferta de maravalha e adaptação às épocas do ano para disponibilidade dos materiais (PAGANINI, 2004). Estudos mostram que a cama reutilizada não se revelou prejudicial às aves, ao contrário, evidenciou propriedades benéficas para os plantéis, visto que os lotes nelas criados apresentavam problemas sanitários menos freqüentes, menor mortalidade e índices zootécnicos de produtividade, em muitos casos similares ou mesmo superiores aos observados nos lotes criados em cama nova (JORGE, 1991; PINHEIRO, 1994). Reutilizar cama, entretanto, não significa desconhecimento dos riscos associados ao método ou desatenção aos cuidados de limpeza e desinfecção das instalações (JORGE et al., 1997). Para que a cama seja reutilizada nos ciclos produtivos posteriores é necessária limpeza para retirada de crostas, possíveis restos de animais, penas e posterior tratamento para melhorar suas características, bem como, diminuir sua carga microbiana. Encontram-se disponíveis atualmente inúmeras metodologias disponíveis para conseguir este propósito.

A utilização de tratamentos na cama aviária vem se tornando vital e indispensável para a cadeia avícola devido principalmente a presença de agentes poluidores, que são considerados potenciadores nocivos para as aves, destacando-

se entre eles os poluentes aéreos. Os poluentes aéreos, quando alteram as condições ideais do ar, favorecem o aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias e prejuízos na produtividade de frangos de corte (NÃÃS et al., 2007; MENEGALI et al., 2009; PONCIANO et al., 2011) como uma pior conversão alimentar, menor ganho de peso, podendo causar irritação do sistema respiratório cegueira e morte (MANNING et al., 2007). Dentre os poluentes aéreos o que mais preocupa é o gás amônia. A amônia é um gás incolor e irritante, gerado a partir da decomposição do ácido úrico e de compostos nitrogenados não digeridos e excretados nas fezes dos frangos de corte (OLIVEIRA et al., 2003). O gás amônia em concentrações elevadas, afeta negativamente tanto a saúde do frango de corte quanto a dos trabalhadores (CARVALHO et al., 2012; BRANCO, 2017). A volatilização da amônia pelos micro-organismos decompositores de compostos nitrogenados causa a fermentação da cama e aumenta a concentração de amônia (GROOT KOERKAMP, 1998). A emissão de amônia aumenta, entre outros fatores, quando a temperatura, o pH e a umidade da cama estão elevados (MIRAGLIOTA et al., 2005).

Além disso, a cama aviária oferece uma condição excepcional para a multiplicação das principais bactérias da microbiota fisiológica, sobretudo de Lactobacilos e outros Gram-positivos benéficos. Entretanto, estas condições também facilitam a multiplicação de patógenos ou outras bactérias indesejáveis eventualmente presentes. O simples acúmulo fecal na cama resulta em aumento de micro-organismos patogênicos, além de intensificar a geração de gases prejudiciais a saúde das aves (WATSON et al., 2003).

Desta forma, manejar adequadamente a cama significa intervir no processo para minimizar os efeitos negativos e valorizar as características favoráveis (DAI PRÁ E ROLL, 2019). O efeito negativo mais importante e que merece atenção está relacionado ao desconforto das aves, pois, pode acabar gerando o quadro de estresse. Segundo Ribeiro (2012), estresse é a resposta do organismo envolvendo vários sistemas fisiológicos a qualquer desafio que supera os mecanismos homeostáticos seletivos. Nessas condições as elevadas concentrações plasmáticas de catecolaminas e de glicocorticóides garantem a mobilização de substratos energéticos necessários e sua distribuição adequada aos órgãos e tecidos. É, portanto, um quadro no qual predomina o catabolismo afetando diretamente o desempenho dos animais.

Diante do exposto e da alta divergência de resultados encontrados nos estudos relacionados aos substratos alternativos e aos tratamentos de cama sobre o desempenho de frangos de corte é de suma importância uma pesquisa e análise minuciosa destes estudos a fim de auxiliar os indivíduos ligados a cadeia avícola na tomada de decisões. Um dos métodos mais seguros e confiáveis para essa busca na literatura pertinente é o uso da revisão sistemática.

1.3 Revisão de literatura - Revisão tradicional x Revisão sistemática

No decorrer dos últimos anos é inquestionável o crescente e constante aumento da produção científica em nível mundial. Para que ocorra o avanço e o progresso nas produções científicas é de suma importância a realização de novas pesquisas. No entanto, há de se observar que todo e qualquer caminho percorrido pela ciência é permeado pelo aporte da revisão literária, sendo esta a base estruturante para a construção de questões norteadoras ou hipóteses (THOMAS et al., 2012). Atualmente, entre os tipos de revisão de literatura existentes, destacam-se duas: a revisão tradicional e a revisão sistemática.

Segundo Echer (2001), a revisão da literatura serve para reconhecer a unidade e a diversidade interpretativa existente no eixo temático em que se insere o problema em estudo, para ampliar, ramificar a análise interpretativa, bem como para compor as abstrações e sínteses que qualquer pesquisa requer colaborando para a coerência nas argumentações do pesquisador. A revisão tradicional também é conhecida como revisão da literatura, revisão não sistemática e até mesmo revisão narrativa. Ela é geralmente elaborada por profissionais de reconhecido saber e experiência e é recomendada com o intuito do levantamento da produção científica disponível e para a (re)construção de redes de pensamentos e conceitos, que articulam saberes de diversas fontes na tentativa de trilhar caminhos na direção daquilo que se deseja conhecer, constituindo-se num importante elemento na literatura científica.

No entanto, este método de caráter descritivo-discursivo não costuma apresentar características de reprodutibilidade e repetibilidade tornando-se demasiadamente empírico, obscuro, e/ou inconclusivo na opinião de alguns pesquisadores (SEGURA-MUÑOZ et al., 2002). Gough et al. (2012), descrevem que a revisão tradicional apresenta resultados de investigação relativos a um tópico de

interesse - do investigador - e resumem o que é conhecido sobre esse tópico sem explicarem os critérios utilizados para identificar e incluir esses estudos nem justificar o motivo de alguns estudos serem descritos e discutidos, e outros não. Assim, estudos potencialmente relevantes podem não ter sido incluídos na revisão de literatura pelo autor.

O método considerado mais apropriado para realizar uma análise completa da literatura é uma revisão sistemática. Uma estratégia abrangente de pesquisa é um elemento chave para garantir a qualidade de uma revisão e a validade de suas descobertas (HIGGINS E GREEN, 2011). Existe uma crença comum, mas errônea, de que as revisões sistemáticas são as mesmas que as críticas narrativas tradicionais, apenas mais abrangentes (PETTICREW, 2001). Entretanto, elas não são apenas grandes revisões de literatura e seu intuito não é simplesmente pesquisar mais bancos de dados.

As revisões sistemáticas têm sido usadas cada vez mais para informar práticas e políticas em áreas que vão desde medicina até educação e segurança pública. Medina e Pailaquilén (2010), relatam que novas formas de análises criadas e utilizadas pelas Ciências da Saúde vem permitindo a elaboração de estudos de síntese, que constituem por si mesmos - e por seus métodos bem definidos - pesquisas e não apenas levantamento da literatura disponível. As revisões sistemáticas foram utilizadas na área da medicina para abordar uma série de questões relacionadas à saúde, tais como, a prevalência/incidência de doenças, a etiologia e fatores de risco, a exatidão do teste diagnóstico e a avaliação de intervenções preventivas ou terapêuticas (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2010).

Trata-se de um método de investigação científica com um processo rigoroso e explícito para identificar, selecionar, coletar dados, analisar e descrever as contribuições relevantes a pesquisa. É uma revisão feita com planejamento e reunião de estudos originais, sintetizando os resultados de múltiplas investigações primárias através de estratégias que limitam vieses e erros aleatórios (COOK et al., 1997; CORDEIRO et al., 2007). Além disso, Cook et al. (1997), mencionam que a revisão sistemática proporciona uma visão geral clara e reproduzível dos estudos primários, avalia o benefício ou não de uma intervenção e, identifica os erros e acertos dos estudos possibilitando que um novo estudo seja planejado de forma mais adequada permitindo, muitas vezes, explicar as diferenças encontradas entre

estudos primários que investigam a mesma questão. Em suma, é uma síntese rigorosa de todas as pesquisas relacionadas à uma questão/pergunta específica (ERCOLE et. al., 2014).

Portanto, este tipo de revisão vem sendo utilizada como um método para suprir a lacuna da inconclusão deixada pelas revisões tradicionais. Os pesquisadores precisam das revisões sistemáticas para resumir os dados existentes, refinar hipóteses, estimar tamanhos de amostra e ajudar a definir agendas de trabalho futuro considerados como seus sujeitos (MEDINA E PAILAQUILÉN, 2010).

Assim, na tabela 1, são apresentadas as principais diferenças observadas entre revisão tradicional e revisão sistemática.

Tabela 1 – Principais diferenças observadas entre revisão tradicional e revisão sistemática

ITENS	Revisão Tradicional	Revisão Sistemática
Questão	Ampla	Específica
Fonte	Frequentemente não-especificada, potencialmente com viés	Fontes abrangentes, estratégia de busca explícita
Seleção	Frequentemente não-especificada, potencialmente com viés	Seleção baseada em critérios aplicados uniformemente
Avaliação	Variável	criteriosa e reprodutível
Síntese	Qualitativa	Quantitativa*
Inferência	As vezes baseada em resultados de pesquisa clínica	Frequentemente baseada em resultados de pesquisa clínica

*Uma síntese quantitativa que inclui um método estatístico é uma meta-análise

Fonte: Adaptação de Cook et al., (1997).

1.4 Histórico da Revisão Sistemática

A revisão sistemática teve origem na área da Medicina, na qual é considerada como um método de pesquisa chave para apoiar a pesquisa baseada em evidências (SACKETT et al., 1996). Uma das primeiras revisões de que se tem registro data de 1753, e foi feita por Sir James Lind sobre a prevenção e o tratamento do escorbuto (GALVÃO E PEREIRA, 2014). Beecher (1955) afirma, por sua vez, que a primeira revisão sistemática foi realizada no ano de 1955, sendo publicada no *Journal of American Medical Association* referindo-se sobre uma situação clínica. Entretanto, o

desenvolvimento dessa ferramenta nas pesquisas na área da saúde só se consolidou na década de 1980. Esse tipo de pesquisa indicou que a opinião de especialistas baseada apenas na sua experiência médica não era tão confiável quanto com base em resultados de experimentos científicos, ou seja, nas evidências (KITCHENHAM et al., 2004; KITCHENHAM et al, 2009; FELIZARDO et al, 2017).

A pesquisa baseada em evidências surgiu no Canadá, por volta dos anos 80, com o intuito de aprimorar a prática clínica e a qualidade do ensino sendo conhecida inicialmente por Medicina Baseada em Evidência e posteriormente incorporada por outros campos (DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO et al., 2011). Sackett et al. (2000), definem a pesquisa baseada em evidências como o uso consciente, explícito e criterioso da melhor e mais atual evidência de pesquisa na tomada de decisões clínicas sobre o cuidado de pacientes. Inúmeros especialistas começaram a utilizar esse método de pesquisa a partir dos resultados positivos atribuídos. Além disso, desde 1992, observa-se que o número de artigos e revistas com interesse em revisão sistemática na área médica tem crescido (SACKETT et al., 1996, 2000).

Com o intuito de facilitar a elaboração de diretrizes clínicas a revisão sistemática auxilia médicos e administradores de saúde na tomada de decisões além de contribuir para o planejamento de pesquisas clínicas. O sucesso da pesquisa baseada em evidências aplicada na medicina fez com que outras áreas de pesquisa adotassem essa abordagem, incluindo por exemplo a economia, a criminologia, a política social, a enfermagem e, recentemente, a engenharia de software (BRERETON et al., 2007; ZHANG E BABAR, 2013; FELIZARDO et al., 2017).

Entretanto, embora esteja ocorrendo um aumento da utilização da revisão sistemática este crescimento ainda é tímido quando comparado com outras áreas. É o que ocorre nas ciências agrárias especialmente na área animal. Na Zootecnia, por exemplo, apesar do elevado número de publicações nas suas mais distintas vertentes, a utilização desta metodologia nas pesquisas ainda é escassa, uma vez que, segundo Leenaars et al. (2009), a busca de literatura pertinente por estudos com animais pode ser muito difícil. Preocupações acerca do bem-estar dos animais de companhia não são novidade (KEELING et al., 2001). Na produção animal, por outro lado, somente nas últimas décadas é que a preocupação se tornou visível, consequência da modernização na produção de alimentos com incrementos na

produtividade e na lucratividade, ao mesmo tempo, que a sociedade se tornou mais atenta e preocupada com o bem-estar animal (GUATTEO et al., 2012).

A escassez de recursos disponíveis para a pesquisa científica no Brasil junto a questão do bem-estar animal - tão importante e discutida nos dias atuais – torna justificável, fundamental e real o desenvolvimento e a utilização de metodologia como a revisão sistemática para a área zootécnica. A utilização desta metodologia permite mitigar essas problemáticas, uma vez que, antes de criar uma nova pesquisa envolvendo animais, uma análise minuciosa de experimentos realizados anteriormente torna-se imprescindível tanto no ponto de vista científico como no ético. Através dessas análises, a quantidade máxima de informações disponíveis pode ser derivada de trabalhos anteriores sobre o tópico de pesquisa e, como resultado, a duplicação desnecessária de experimentos pode ser evitada. Além disso, novas ideias que podem surgir da agregação de trabalhos anteriores podem ser usadas para melhorar o projeto de futuras experiências com animais (LEENAARS et al., 2012).

1.5 Recursos necessários para implementar uma Revisão Sistemática

Seja qual for a área em que se deseja aplicar uma revisão sistemática existe a necessidade primordial de um conjunto de recursos indispensáveis que resultarão no sucesso da implementação desta metodologia. Estes recursos estão interligados entre si e podem ser divididos em: humano, software e de materiais.

O recurso humano pode ser considerado como o principal influenciador na execução desse tipo de revisão. Para a sua execução é imprescindível definir quais serão as pessoas envolvidas no processo, o número de indivíduos que irá compor a equipe, bem como, o papel que cada um deles terá que desempenhar. A qualidade de uma revisão sistemática e o tempo necessário para realizá-la dependerão da habilidade, experiência e conhecimentos técnicos dos envolvidos (IMTIAZ et al., 2013; RIAZ et al., 2010; CARVER et al., 2013; FELIZARDO et al., 2017). Quando o assunto em questão está relacionado as habilidades e aos conhecimentos espera-se que os indivíduos envolvidos tenham noções de informática, estatística, língua estrangeira (especialmente a língua inglesa) e pleno domínio do assunto a ser estudado. É fundamental também que essas pessoas saibam utilizar programas de computadores e consigam elaborar estratégias de busca em bases de dados, além

de interpretar e analisar os dados obtidos. A experiência dos revisores é outro ponto chave em termos de recurso humano. Carver et al. (2013), registraram que a execução da revisão sistemática é difícil e demorada para todos os pesquisadores sejam eles experientes ou novatos. Desafios podem ser enfrentados por pesquisadores novatos principalmente em função de sua limitada experiência com revisão sistemática e, muitas vezes, com o tópico de pesquisa em questão (IMTIAZ et al., 2013). Riaz et al. (2010), mencionam que a formulação das questões de pesquisa é desafiadora para todos os envolvidos. Segundo Clark (2001), o principal recurso solicitado dos revisores é seu próprio tempo. A duração de tempo empregada será diretamente proporcional ao assunto, número de estudos e métodos usados para a sua implementação.

Mesmo utilizando-se de um processo bem definido revisões sistemáticas são trabalhosas e requerem grande esforço dos envolvidos (BRERETON et al., 2007; RIAZ et al., 2010; CARVER et al., 2013; FELIZARDO et al., 2017). Esta realidade faz com que uso de ferramentas de software seja interessante e indispensável. Segundo alguns autores ligados à área computacional - como Marshall et al., (2014) - a utilização destas ferramentas auxilia na automatização do processo de revisão sistemática em sua totalidade ou em partes. Destas ferramentas é possível destacar aquelas que auxiliam o processo de revisão sistemática como um todo, ou seja, do planejamento à seleção de estudos e extração de dados. Alguns exemplos são a SLuRP (Systematic Literature unied Review Program) (BOWES et al., 2012), a StArt (State of the Art through systematic review) (HERNANDES E ZAMBONI 2012); a SLR-Tool (A Tool for performing Systematic Literature Reviews) (FERNANDEZ-SAEZ et al., 2010), a SLRTOOL (A Tool to support collaborative Systematic Literature Reviews) (BARN et al., 2014).

Por fim, o último recurso necessário e igualmente importante, é a utilização de materiais que visam auxiliar a implementação desta revisão. Entende-se como materiais todo e qualquer equipamento, suprimento e /ou serviço. São exemplos de recursos materiais: computadores, telefone, aplicativos, acesso à internet, acesso às bases bibliográficas (*PubMed, Google Scholar, Science Direct, Scielo, ACM Digital library*, etc), papel, impressões, fotocópias, materiais de escritório em geral e local físico para reuniões da equipe responsável pela revisão sistemática.

É importante ressaltar, porém, a existência de um outro recurso: o recurso financeiro. Este recurso pode ser próprio – quando os próprios

pesquisadores/revisores investem na pesquisa – ou podem ser financiados, seja por entidades de agências de fomento à pesquisa, instituições responsáveis pela avaliação tecnológica ou por terceiros (indivíduos não ligados diretamente a pesquisa). Mas, infelizmente, este é um recurso escasso que nem todas as pesquisas possuem.

1.6 Elaboração, estruturação e execução de uma revisão sistemática

Assim como acontece em qualquer pesquisa a primeira e mais importante decisão a ser tomada na elaboração, estruturação e execução de uma revisão sistemática é a escolha do assunto ou tema a ser abordado. A pergunta é essencial para determinar a estrutura da revisão (Clark, 2001), e por esta razão, todos os passos e/ou etapas serão guiados pela pergunta da pesquisa.

Algumas instituições ligadas a área da medicina consolidaram seu próprio processo de elaboração, estruturação e execução de revisão sistemática servindo como suporte para as demais áreas. As avaliações sistemáticas seguem um processo prescrito em etapas claramente delineadas (Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2010). O Instituto Cochrane (Cochrane Handbook) é considerado o principal e mais importante exemplo disto. A instituição Cochrane é uma organização internacional, mundialmente conhecida e respeitada, que concentra as revisões sistemáticas. É uma entidade sem fins lucrativos, criada em 1993, com o objetivo de aumentar a qualidade das decisões de cuidados de saúde ao “preparar, manter e promover a acessibilidade de revisão sistemática sobre os efeitos das intervenções em saúde” (MULROW et al., 1997). Clark e Ohlsson (2002), mencionam que a fonte de inspiração para a sua criação foi o médico epidemiologista escocês Archie Cochrane, o qual assegura, que um dos mais significativos avanços na medicina seria a noção de que os serviços de atenção à saúde devem se sustentar em evidências científicas mais do que na impressão clínica, experiência anedótica, opinião de especialistas ou tradição (CLARK E OHLSSON, 2002). Higgins e Green (2011), descrevem que para o Instituto Cochrane a revisão sistemática baseia-se nos seguintes passos: formulação da pergunta, localização e seleção dos estudos, avaliação crítica dos estudos, coleta de dados, análise e apresentação dos dados, interpretação dos dados e aprimoramento e atualização da revisão. Desta maneira,

como um senso comum pode-se dizer que a sua execução está pautada em métodos sistemáticos e pré-definidos conhecidos como etapas ou diretrizes.

Fora da área da medicina, Magarey (2001), Evans e Pearson (2001), Holopainen et al., (2008) descrevem que as etapas que definem o propósito da revisão sistemática são: formulação da pergunta, busca na literatura, avaliação dos dados e apresentação de resultados. Biolchini et al. (2005), Brereton et al. (2007), Kitchenham et al. (2004), Mafra e Travassos (2006), relatam que o processo envolve três etapas distintas e bem características, sendo estas: planejamento, condução e publicação de resultados.

Além do mais, é importante ressaltar que a realização de revisão sistemática de qualidade envolve no mínimo dois pesquisadores independentes com o intuito de reduzir a possibilidade de que estudos relevantes sejam descartados, conforme mencionam Edwards et al., (2002). Segundo Oliveira et al. (2006), a metodologia a ser utilizada na revisão deve conter avaliações claras e reprodutíveis. Além disso, a revisão sistemática deve ser planejada de forma a evitar resultados tendenciosos e errôneos, de forma a gerar informações relevantes para pesquisa científica (BERWANGER et al., 2007).

1.6.1 Protocolo da revisão sistemática

Pode-se definir protocolo como o documento elaborado e redigido na fase inicial de qualquer revisão sistemática onde ficará registrado todas as estratégias, critérios, bem como, todas as etapas. A equipe de revisores é considerada a responsável pela escrita detalhada do protocolo exercendo um papel ativo em todo e qualquer aspecto a ele ligado. Segundo Kitchenham et al. (2004), o protocolo tem como objetivo reduzir a possibilidade da ocorrência de vieses. Além disso, pode-se atribuir a ele uma das características essenciais na revisão sistemática: a reprodutibilidade. Espera-se que o conteúdo contido no protocolo seja suficiente e capaz de equipar outros pesquisadores que visem reproduzir tal revisão sistemática. Vale destacar que a qualidade do protocolo impacta diretamente na revisão. Dessa forma, o protocolo deve ser avaliado antes que se prossiga com a revisão sistemática (KITCHENHAM E CHARTERS, 2007). Conforme Fabbri et al. (2013), em função da natureza iterativa do processo de revisão os itens que compõem o

protocolo podem ser refinados. Entretanto, é indispensável que cada item seja descrito com o maior número de informações e detalhes possíveis.

É primordial e imprescindível que ao se iniciar uma revisão sistemática os revisores averiguem se não há uma revisão prévia abordando o mesmo assunto de interesse na literatura. Caso haja a confirmação da existência, torna-se desnecessário uma nova revisão. Entretanto, existe a atualização de revisão sistemática, uma vez que, conforme o decurso do tempo novas pesquisas vão surgindo e tornando-se disponíveis. Segundo Shojania et al. (2007), o "tempo de sobrevivência" médio das revisões sistemáticas de intervenções médicas humanas (ou seja, o tempo antes da publicação de novas evidências conflitantes) foi estimado em 5,5 anos. Infelizmente na Zootecnia não há disponível essa informação. Após uma pesquisa na literatura que comprove a não existência de revisão sistemática sobre o assunto que se deseja investigar, o protocolo poderá ser elaborado utilizando como base os já existentes para as demais áreas.

1.6.1.1 Informações gerais

Três itens indispensáveis neste quesito são o título da revisão sistemática, os revisores e o objetivo. O título carecerá de ser sugestivo e caracterizar o assunto que será investigado. Os revisores envolvidos deverão ter os nomes, a escolaridade, atividade profissional, instituição de ensino e/ou pesquisa a qual pertencem e demais informações pertinentes registradas. O objetivo ou descrição nada mais é do que a explicação e a justificativa que levaram a condução da revisão sistemática. Essa justificativa é importante, pois pode ajudar a entender melhor o contexto associado à revisão sistemática facilitando, inclusive, o entendimento da análise dos dados (FELIZARDO et al., 2017). Além disso, outros elementos que os revisores julgarem importantes poderão aqui ser descritos, como por exemplo, as fontes de financiamentos (se assim a tiverem), o tempo depreendido para a realização, entre outras.

1.6.1.2 Pergunta da pesquisa

A pergunta da pesquisa deverá descrever as questões que serão respondidas mediante investigação do tema abordado. As questões de pesquisa guiam toda a

condução de revisão e, por isso, sua elaboração é considerada a parte mais importante de qualquer revisão sistemática (KITCHENHAM E CHARTER, 2007).

A formulação adequada das questões de pesquisa é crucial para a definição da estratégia de busca; sendo assim, as questões de pesquisa devem ser claras e objetivas (KITCHENHAN E CHARTER, 2007; BRERETON et al., 2007). É com base nas questões de pesquisa que a atividade de busca e seleção de estudos primários devem ser realizados, ou seja, as questões auxiliam na identificação dos estudos primários que devem ser considerados relevantes (estudos aceitos) para aquela revisão sistemática, uma vez que, o objetivo é respondê-las de forma mais completa possível (FELIZARDO et al., 2017).

Segundo a European food safety authority (2010), a formulação da pergunta da pesquisa, em qualquer área, pode ser adaptada conforme os critérios PICO. A escala PICO tem o propósito de decompor e organizar um problema que o profissional da área médica acaba se deparando e enfrentando na sua prática clínica. A escala PICO cujo acrônimo representa: Patient (Paciente), Intervention (Intervenção), Comparison (Comparação) e Outcome (Resultados), utiliza quatro elementos fundamentais para responder à questão que necessita de pesquisa de evidência (SANTOS et al., 2007). Na Figura 1, é demonstrado de forma sucinta e breve o que cada elemento PICO representa. Ressalta-se que esta figura representa uma adaptação da autora e é baseada, em publicações na literatura como por exemplo, nos estudos de Sacket et al., (1996).

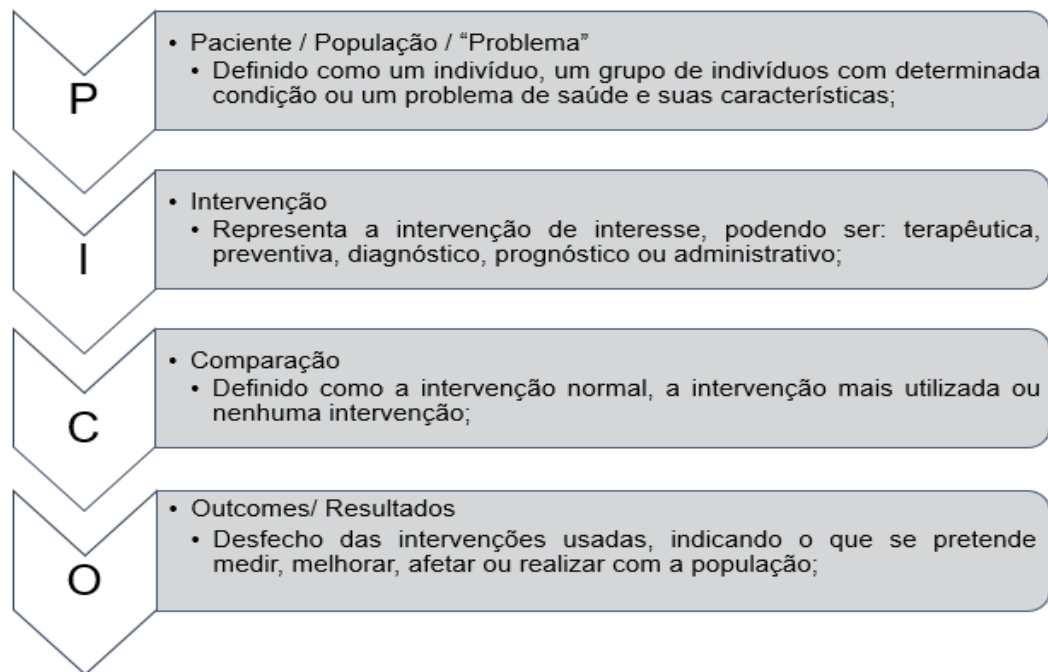


Figura 1. Acrônimo PICO para a área médica.

Fonte: A Própria autora.

No entanto, o grande desafio quando se trata de outra área, que não a medicina, é adaptar o conjunto de critérios PICO (FELIZARDO et al., 2017).

Para a zootecnia, por exemplo na área de avicultura, pode-se adaptar o critério PICO da seguinte maneira:

P: A população nesse caso poderá ser advinda do próprio animal, da nutrição, do manejo, da sanidade ou da ambiência, existindo assim uma gama infinita de possibilidades. Poderíamos considerar por exemplo, como população a espécie, quantidade, idade e sexo do animal, utilização de aditivos, tipo e altura da cama aviária, utilização de medicamentos e vacinas, oscilação de temperatura, entre outros.

I: O item intervenção será atribuído a todos os tipos, métodos, procedimentos ou tecnologias que se almeja investigar.

C: A comparação será determinada pelo parâmetro de referência com a qual a intervenção será comparada ou até mesmo um conjunto de dados iniciais dos quais os revisores já possuem acesso.

O: Os resultados, assim como, nas demais áreas serão os dados gerados ao final da revisão sistemática, ou seja, o desfecho das intervenções utilizadas.

Na tabela 2 são demonstrados dois exemplos para uma melhor visualização e entendimento.

Tabela 2 – Descrição dos critérios PICO para dois exemplos na área da avicultura

EXEMPLOS	CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
1	P	Tipos de cama aviária para frangos de corte
	I	Utilização de materiais alternativos à maravalha (grupo controle)
	C	Vantagens e desvantagens de materiais alternativos comparado ao grupo controle
	O	Tipo de cama que apresentou os melhores resultados em termos de desempenho de frangos de corte
2	P	Tratamentos de cama aviária para frangos de corte
	I	Ausência de tratamentos na cama (grupo controle)
	C	Vantagens e desvantagens da utilização de tratamento na cama comparado ao grupo controle
	O	Tratamento de cama que apresentou os melhores resultados em termos de desempenho de frangos de corte e qualidade da cama

Fonte: A própria autora.

1.6.1.3 Identificação e seleção de estudos

Após a formulação das questões de pesquisa é necessário definir uma estratégia para a obtenção de estudos de forma a estabelecer um conjunto de evidências que permitam a elaboração das conclusões da revisão sistemática (STEVENS, 2001; FELIZARDO et al., 2017). Os pesquisadores devem se certificar de que todos os estudos importantes ou que possam ter algum impacto na conclusão da revisão sejam incluídos (SAMPAIO E MANCINI, 2007). O objetivo central desta seção, portanto, é documentar a estratégia tomada para a busca e para a seleção de estudos relevantes ao assunto a ser pesquisado. Fazem parte da composição desta etapa os seguintes itens: estudos primários, estratégia de busca, critérios de seleção e critérios de qualidade.

1.6.1.3.1 Estudos primários

Os estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são chamados de estudos primários enquanto a revisão sistemática em si é considerada um estudo secundário (KITCHENHAM E CHARTERS, 2007).

Os estudos primários a serem buscados são aqueles estudos que contribuem para atingir os objetivos definidos na revisão sistemática e auxiliem na resposta da pergunta da pesquisa. Brereton et al. (2007), descrevem que durante a definição do conjunto de estudos primários que será utilizado deve-se considerar tanto os estudos primários indexados quanto os que contenham resultado não publicados ou que não estão disponíveis de forma indexada. Além disso, é importante considerar como fonte adicional de evidências a lista de referência presente nos estudos primários incluídos (KITCHENHAM E CHARTERS, 2007).

1.6.1.3.2 Estratégia de busca

Uma vez que a questão da pesquisa é definida e os bancos de dados são selecionados a estratégia de busca pode ser preparada (LEENAARS et al., 2012). Segundo os mesmos autores, existem mais de 100 bancos de dados e sites que contêm informações específicas sobre a pesquisa com animais. Durante a busca por estudos primários relevantes deve-se adotar uma estratégia criteriosa, transparente e imparcial para a seleção das fontes de informações.

Assim como as demais atividades do processo de execução de revisão sistemática, a atividade de busca deve ser documentada apropriadamente para garantir transparência e permitir que os leitores possam verificar a sua completude e abrangência (BIOLCHINI et al., 2005; KITCHENHAM et al., 2004). A documentação do processo de busca viabiliza dois requisitos fundamentais de uma revisão sistemática (BIOCHINI et al., 2005; KITCHENHAM et al., 2004; FERRARI E MALDONADO, 2008): auditabilidade e reprodutibilidade. Kitchenham et al. (2004) relatam que tanto o processo quanto os resultados possam ser auditados para verificação de exatidão e imparcialidade na seleção de estudos e síntese de resultados. Entretanto, por ser uma metodologia relativamente nova para a área zootécnica não há necessidade/obrigatoriedade de documentar e registrar o passo-

a-passo realizado em uma determinada revisão sistemática por não existir um órgão oficial.

A busca da evidência tem início com a definição de termos ou palavras-chave, seguida das estratégias de busca, definição das bases de dados e de outras fontes de informação a serem pesquisadas (SAMPAIO E MANCINI, 2007). Além disso, a estratégia de busca deve ser abrangente e considerar as mais distintas fontes de busca de estudos primários. Como as principais estratégias de busca utilizadas, existem: *String* de busca, busca automática, busca manual, *snowballing* e literatura cinzenta.

➤ *String* de busca: A *string* de busca é a uma das estratégias fundamentais mais utilizadas e documentada em revisão sistemática. Trata-se de uma combinação das palavras-chaves e dos termos relacionados usando operadores lógicos de tal forma que a maior quantidade de estudos seja encontrada (FELIZARDO et al., 2017). Conforme Santos et al. (2007), os operadores booleanos são representados por “AND”, “OR” e “NOT” sendo utilizados com o intuito de facilitar a procura por estudos onde, “AND” é usado quando o pesquisador procura estudos que utilizem as palavras em conjunto, “OR” quando deseja-se uma combinação aditiva e, “NOT” quando se almeja excluir termos que não sejam desejados. A definição da *string* de busca é considerada um passo crucial para a revisão sistemática. Por esta razão, Dieste et al. (2009), descrevem que ao tentar expandir o conjunto de estudos primários da revisão sistemática deve-se sempre avaliar a sensibilidade e a precisão dos termos utilizados na composição da *string* de busca. Além do mais, Zhang e Babar (2013), relatam que muitas vezes, os revisores na condução da revisão sistemática não são especialistas ou estão realizando uma investigação de um tópico recente no qual novos termos podem surgir. Kitchenham e Charter (2007), mencionam que somente o uso da *string* de busca não é suficiente e que os revisores devem explorar fontes complementares para obter um melhor resultado e mitigar possíveis limitações que induzam vieses ou limites a identificação de estudos primários.

➤ Busca automática: A busca utilizando *string* de busca, quando executada pelas bases bibliográficas de forma transparente ao usuário é considerada automática (DELUCA et al., 2008). Nesse tipo de busca os revisores não desempenham um papel ativo, sendo os responsáveis por apenas fornecer dados de entrada como parâmetros para busca, conforme descrevem Felizardo et

al., (2017). A busca automática, desta maneira, é realizada com apoio computacional em bases bibliográficas como a *PubMed*, *Google Scholar*, *Science Direct*, *Scielo*, *ACM Digital library*, etc.

➤ Busca Manual: A busca manual é executada ativamente pelos revisores. Segundo Deluca et al. (2008) e Choong et al. (2014), consiste em realizar uma sucessão de buscas menores em diferentes meios que indexam publicações bibliográficas. São exemplos disso acervos na internet, revistas e anais de eventos. Entretanto, Deluca et al. (2008), menciona que nesse tipo de busca as chances de ignorar estudos relevantes que não estão acessíveis nos meios pesquisados é maior.

➤ Literatura cinzenta: A literatura cinzenta foi definida por Carvalho (2001), como a pesquisa científica produzida em todos os níveis de governo, academias, negócios e indústrias em formato impresso ou eletrônico, mas que não é controlada pelos editores comerciais. Pode-se considerar como exemplos de literatura cinzenta os relatórios, dissertações, teses e demais publicação com informações inéditas. A identificação dos estudos não publicados, embora seja mais trabalhosa, é importante para evitar o viés de publicação, uma vez que, estudos que não demonstram benefícios de uma intervenção estão mais propensos a não serem publicados.

➤ *Snowballing*: *Snowballing*, assim como a busca automática e a manual, é empregada para identificar estudos primários e para isso utiliza-se da lista de citações e referências dos estudos primários (FELIZARDO et al., 2007). Wohlin (2014) e Felizardo et al., (2017), relatam que há 2 tipos de *Snowballing* - *Snowballing* reverso e *Snowballing* avante. O *Snowballing* reverso consiste em avaliar a lista de citações para um estudo primário relevante procurando por outros estudos primários relevantes. E o *Snowballing* avante consiste em avaliar a lista de citações para um estudo primário já considerado relevante.

1.6.1.3.3 Critérios de seleção e qualidade

Segundo Kitchenham e Charter (2007), os critérios de seleção e de qualidade devem estar definidos no protocolo da revisão, mas podem ser refinados durante a atividade de seleção dos estudos. Em um primeiro momento, a seleção inicial a ser feita nos estudos primários está diretamente relacionada a avaliação do título e do

resumo do estudo que devem conter as informações pertinentes ao objetivo da revisão sistemática. Esta seleção inicial também é conhecida como critérios de seleção que podem ser divididos em: critérios de inclusão e critérios de exclusão.

Conforme descrito por FELIZARDO et al. (2017), os critérios de inclusão definem características que um estudo deve conter para ser considerado relevante para aquela revisão sistemática. Por outro lado, os critérios de exclusão estabelecem características para excluírem estudos considerados irrelevantes no contexto definido. Ressalta-se, entretanto, que os critérios de inclusão serão elaborados e estarão atrelados ao objetivo da revisão e por isso são considerados variados e moldáveis. Para os critérios de exclusão, além de não se enquadrar ao objetivo destacam-se: falta de resumo, estudo publicado apenas como resumo, falta de acesso nas bases bibliográficas e o estudo não ser considerado primário, como os principais, mas não os únicos motivos para a exclusão. É importante não considerar evidências repetidas de um mesmo estudo publicado em diferentes veículos de divulgação porque ele pode criar distorções nas conclusões da revisão sistemática (KITCHENHAM et al., 2004; STAPLES E NIAZI, 2007; FELIZARDO et al., 2017).

Entretanto, é necessário ter cuidado para que os critérios de seleção não acabem se tornando amplos ou rigorosos. Lam e Kennedy (2005), descrevem que se critérios de inclusão forem amplos isso poderá acarretar em uma grande quantidade de estudos incluindo estudos de menor qualidade, que poderão afetar o resultado final diminuindo a confiança. Se os critérios forem rigorosos, os resultados obtidos podem ser baseados em um número pequeno de estudos o que dificulta a generalização dos achados em situações em que o revisor enfrenta uma escassez de estudos relevantes para responder as questões de pesquisa.

Os estudos primários selecionados, após a avaliação do título e do resumo, passaram por uma nova seleção. Os revisores deverão proceder a leitura completa do estudo e avaliar detalhadamente se o mesmo continua se enquadrando nos critérios de inclusão e exclusão.

O objetivo principal ao utilizar critérios de qualidade é avaliar aspectos metodológicos dos estudos. Ao procurar avaliar a qualidade dos estudos primários por meio da aplicação de critérios de qualidade o pesquisador busca aumentar a confiabilidade nos resultados que serão obtidos e também a generalização dos mesmos (KITCHENHAM E CHARTER, 2007). A qualidade de cada estudo está

diretamente associada à sua qualidade metodológica que pode ser medida por aspectos como: validade interna (medir efetivamente o que deseja mensurar), validade externa (poder de generalizar os resultados), relevância do tema de pesquisa (questões de pesquisa e objetivos bem definidos e embasados na literatura), adoção de métodos que conduzam aos objetivos propostos, entre outros (FELIZARDO et al., 2017). Na Figura 2, é demonstrado um esquema com as etapas relacionadas aos estudos incorporados na revisão sistemática.

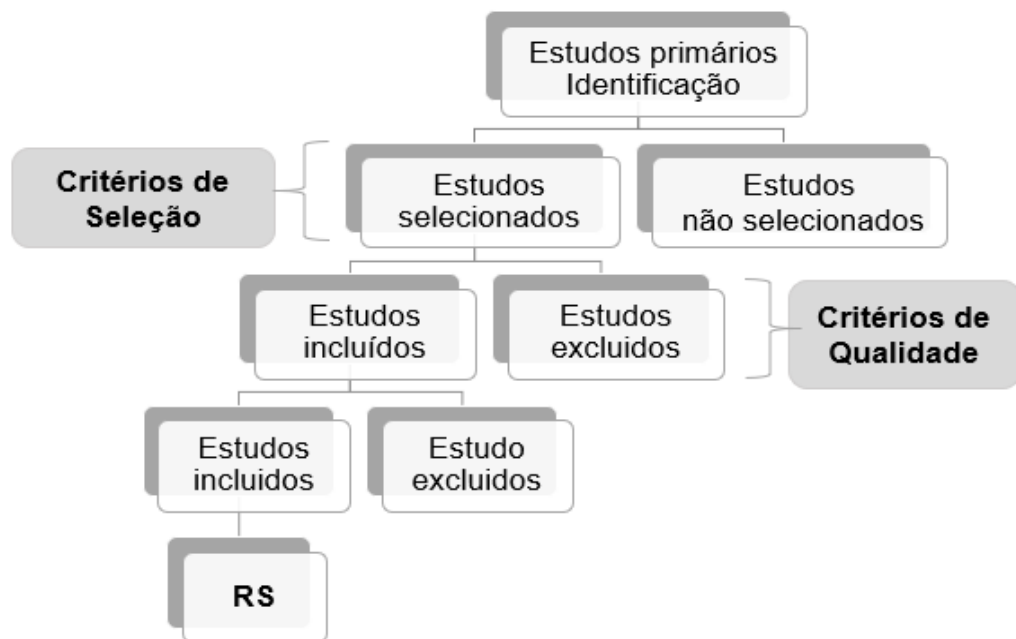


Figura 2. Esquematização relacionada aos estudos a serem incluído na revisão sistemática.

Fonte: A própria autora.

É importante destacar que cada revisão sistemática é única e apresenta as suas peculiaridades. Portanto, o número de estudos incluídos e quais serão os critérios de seleção e qualidade, dependerá exclusivamente dos revisores e dos objetivos de cada revisão sistemática.

1.6.1.4 Extração de dados

A extração de dados pode ser definida como a atividade da qual são obtidos os dados a partir da leitura completa dos estudos primários incluídos na atividade de seleção. O objetivo dessa atividade é registrar de maneira precisa os dados

necessários para responder as questões de pesquisa estabelecidas para a revisão sistemática (KITCHENHAM E CHARTERS, 2007). Desta maneira, além desses poderão ser coletados dados relacionados desde o título, autores, ano de publicação a até mesmo a data em que esses dados foram extraídos. Tudo dependerá dos objetivos de cada revisão sistemática.

1.6.1.5 Síntese e interpretação dos dados

A sumarização dos dados, ou atividade de síntese, é imprescindível em uma revisão sistemática e possui o intuito de combinar os dados extraídos de cada um dos estudos primários selecionados. Felizardo et al. (2017), descrevem que os revisores podem contar com o auxílio de ferramentas de software, planilhas eletrônicas e formulários *online* para armazenar, organizar, interpretar e sintetizar os dados extraídos ainda que estas ferramentas de gerenciamento não tenham sido projetadas especificamente para dar suporte a revisão sistemática. Os mesmos autores afirmam que para apoiar o processo completo da revisão sistemática existem 4 ferramentas conhecidas: SLR-Tool, SLuRp, StArt e SLRTOOL. De um modo geral essas ferramentas, além de gratuitas, permitem a criação e o uso dos formulários de extração de dados, bem como, o apoio a síntese dos dados.

Diferentes métodos podem ser empregados para estabelecer uma estrutura lógica entre os estudos primários e as conclusões geradas pela revisão sistemática (CRUZES E DYBA, 2011). Felizardo et al. (2017), descrevem que para responder à pergunta da pesquisa podem ser utilizados os métodos: qualitativo, quantitativo ou mistos para a sumarização dos dados. Pickard et al. (1998), explanam que os métodos quantitativos são empregados para sintetizar dados provenientes de experimentos controlados, estudos de caso ou estudo observacionais que buscam detectar a existência de um efeito além de permitir estimar a sua magnitude referenciada como tamanho do efeito. A meta-análise é um exemplo de método quantitativo e será abordado sucintamente mais adiante neste capítulo. Segundo Dyba et al. (2007) e Seaman (2008), os métodos qualitativos são aqueles métodos que podem ser utilizados para extrair tendências, padrões e generalizações de evidências que foram obtidas em estudos de tipos diferentes levando em consideração o contexto em que as evidências foram observadas. Recentemente, tem-se discutido também a adoção de métodos de síntese mista que visam sintetizar

evidências qualitativas e quantitativas (CRUZES E DYBÁ, 2011; SEAMAN, 2008). Independentemente do método a ser empregado (quantitativo, qualitativo ou misto) o importante é que durante essa atividade as questões de pesquisa sejam claramente respondidas (FELIZARDO et al., 2017).

1.6.1.6 Publicação de resultados

A última fase do processo de revisão sistemática está relacionada com a relato dos resultados advindos dessa revisão. Na área da medicina, Law e Philp (2002), mencionam que muitos autores de revisões sistemáticas tendem a comunicar somente os resultados positivos de ensaios clínicos, sendo importante apresentar também, os resultados negativos dos estudos já que os profissionais que estão na clínica necessitam dessa informação para mudar a sua prática. Publicar nas revisões sistemáticas os aspectos positivos e negativos das intervenções/tratamento só aumentará o conhecimento a respeito da sua eficácia e da sua limitação. Essa realidade descrita por Law e Philp (2002), é comum para todas as áreas científicas incluindo a Zootecnia, sendo imprescindível a comunicação de todos os resultados obtidos com a revisão sejam eles positivos ou negativos.

Felizardo et al. (2017), relatam que há inúmeros diferentes meios para disseminar os resultados de uma revisão sistemática. Seja por meio de periódicos, conferências, sites web, revistas, relatórios técnicos, teses de doutorado, entre outros. É importante, portanto, considerar o público alvo ou os interessados em potencial antes de decidir qual será o meio utilizado para a publicação.

Por fim, após registrar e disseminar uma revisão é importante estar ciente que seu conteúdo precisará ser atualizado futuramente, pois revisões que não são atualizadas tendem a se tornar obsoletas e levar leitores a conclusões equivocadas (HIGGINS E GREEN, 2011). Atualizações de conteúdo envolvem, necessariamente, a busca por novas evidências que possam ser agregadas às existentes em uma revisão sistemática que já foi concluída (MOHER E TSERTSVADZE, 2006).

1.7 Meta-análise

A avaliação crítica e a síntese dos achados da pesquisa de forma sistemática emergiram na década de 1970 sob o termo "meta-análise" (CHALMERS et al., 2002). Luiz (2002), cita que o termo meta-análise foi utilizado por G. V. Glass, em 1976, em um artigo intitulado "*Primary, secondary and meta-analysis of research*" publicado na revista *Educational Research*. Entretanto, o procedimento de combinar dados publicados já era utilizado antes desta data, mas sem uma terminologia adotada.

A meta-análise pode ser definida como a combinação de resultados de diversos estudos realizados de forma independente, que podem ou não serem extraídos de trabalhos publicados, de tal forma que seja possível fazer uma síntese reproduzível e quantificável dos dados ou até mesmo obter uma nova conclusão. Essa síntese melhora a potência estatística na pesquisa dos efeitos dos tratamentos sendo mais precisa na estimação e tamanho do efeito (LOVATTO et al., 2007).

A meta-análise pode ser utilizada tanto para resumir efeitos de tratamentos entre os estudos como investigar os fatores que explicam a heterogeneidade potencial de resposta (DUFFIELD et al., 2012). Ela faz referência a análise estatística oriunda de resultados complexos, muitas vezes contraditórios, permitindo uma análise com maior poder estatístico (EGGER et al., 2001; BORENSTEIN et al., 2009; LEAN et al., 2009). A meta-análise admite, em caso de resultados aparentemente discordantes, obter uma visão geral da situação (BOISSEL et al., 1989; BOISSEL, 1994; D'AGOSTINO E WEINTRAUB, 1995). Desta maneira, permite transcender o resultado de análises anteriores sendo uma reflexão crítica sobre elas e, por isso, considerada a "análise das análises" (LUIZ, 2002). Em definição conceitual, de acordo com St. Pierre (2007), as meta-análises têm qualidades inerentes que podem orientar a elaboração de futuros experimentos, bem como, agregar conhecimento prévio em um sistema de previsão quantitativa.

A meta-análise se desenvolveu inicialmente nas ciências sociais, na educação, na medicina e, mais tarde, na agricultura (LOVATTO et al., 2007). A sua aplicação ocorre em qualquer área do conhecimento e as técnicas estatísticas utilizadas dependem apenas da natureza dos dados e do objetivo do estudo.

Na área de medicina a meta-análise tem sido amplamente utilizada para comparação de resultados obtidos em diferentes trabalhos. Neste sentido, Souza e

Ribeiro (2009), concluíram que as revisões sistemáticas com meta-análise de exames diagnósticos ou de prognósticos são valiosas na compilação de dados de vários estudos, sobre o mesmo tema, o que possibilita a redução de vieses e aumento do poder estatístico da pesquisa primária. Santos e Cunha (2013), afirmam que revisão sistemática com meta-análise se impõem como instrumento de translação para a prática clínica porque quando nos encontramos perante uma questão clínica relevante onde não existe consenso dos estudos publicados, ou quando não existe uma comprovação adequada da eficácia de uma intervenção terapêutica, podem trazer relevante evidência científica na tomada de decisões clínicas.

No domínio agrícola, em especial na área animal, o número de meta-análise publicadas tem aumentado nos últimos anos (LOVATTO E SAUVANT, 2002; MARTIN E SAUVANT, 2002; OFFNER et. al., 2003; EUGÈNE et al., 2004; HAUPTLI et al., 2007; PÖTTER et al., 2010; GARCIA, 2011; GLIENKE, 2012). St- Pierre (2007), em publicação intitulada "*Meta-análise para dados experimentais na ciência animal*" concluiu que a meta-análise produz modelos empíricos capazes de sintetizar dados que, em um primeiro momento, parecem ser bem dispersos e sem padrão.

Desta forma, uma das razões para utilizar a técnica de meta-análise é resumir os resultados em um domínio de investigação, aumentar o poder estatístico de uma comparação, investigar como os resultados podem variar em função das características dos estudos revisados, oferecer recomendações para investigações futuras e extrair implicações práticas (DURLAK E LISPEY, 1991; LEANDRO, 2005; BRANCO, 2017).

III. Capítulo 2

Efeitos dos materiais de cama sobre o desempenho de frangos de corte: uma revisão sistemática e meta-análise

<https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1639143>, publicado em *British Poultry Science*, v. 60, n. 6,
p. 605–616, 2019.

2.1 Introdução

A cama é um material espalhado nos aviários de frangos de corte para evitar o contato direto das aves com o chão. Absorve água e incorpora fezes, urina e penas, desempenhando um papel na prevenção dos efeitos negativos da variação de temperatura no aviário. Na maioria dos países, a maravalha é o material de cama preferido nos aviários de frangos de corte e são usadas em sistemas de produção intensivos. A maravalha tem um tamanho de partícula de aproximadamente 3 cm e é produzida pelo beneficiamento da madeira, que pode ser comprada em fábricas regulares ou na indústria moveleira. No entanto, esse material está se tornando escasso no mundo principalmente devido ao crescimento da indústria avícola e à crescente demanda por outros usos (BOWERS et al., 2003a; RAMADAN et al., 2013; GARCÊS et al., 2017). O custo da maravalha aumentou consideravelmente nos últimos anos (GARCÊS et al., 2013). Por exemplo, na indústria avícola brasileira, o custo para preencher um aviário com 120m x 12m (10cm de profundidade) é estimado em US\$ 2.400,00 (LOPES et al., 2013).

Para a indústria avícola reduzir os custos de produção é uma prioridade. Por esse motivo, a escolha do substrato da cama pelos produtores está ligada às épocas de colheita e está diretamente relacionada à disponibilidade e à vantagem econômica que oferece na região onde o aviário está localizado (GARCÊS et al., 2017). Portanto, existe um interesse e a necessidade de buscar continuamente materiais alternativos para substituir a maravalha. A seleção do material de cama mais adequado deve ser baseada na literatura científica. No entanto, existe uma grande divergência nos resultados entre os estudos sobre os efeitos dos materiais de cama no desempenho produtivo de frangos de corte.

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de uma revisão sistemática e meta-análise, os efeitos dos tipos de substrato sobre o peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de mortalidade de frangos de corte.

2.2 Materiais e métodos

2.2.1 Estratégia de pesquisa de literatura

A pesquisa na literatura para este estudo foi realizada entre outubro e novembro de 2017, utilizando os seguintes bancos de dados eletrônicos: *PubMed (Medline)*, *Google Scholar*, *ScienceDirect* e *Scielo*. As pesquisas continham a seguinte combinação de palavras-chave: “*cama*”, “*maravalha*” e “*frangos de corte*” em estudos publicados em inglês, espanhol ou português.

A pesquisa na literatura foi realizada por dois pesquisadores que, independentemente, selecionaram os estudos pela primeira vez com base em seus títulos e resumos. Os registros dos pesquisadores foram comparados e após um consenso, sobre os critérios de elegibilidade, os artigos selecionados foram lidos na íntegra para a extração de dados quantitativos de desempenho de frangos de corte para a meta-análise. Se não houvesse consenso um terceiro pesquisador foi acionado para responder a qualquer discrepância por meio de análises aprofundadas.

2.2.2 Critérios de inclusão e exclusão de estudos

Os dados publicados incluídos na revisão sistemática atenderam aos seguintes critérios: artigos completos de periódicos revisados por pares publicados desde 1996 até novembro de 2017; avaliação de diferentes tipos de cama em comparação a maravalha para criação de frangos de corte; dados quantitativos suficientes para calcular o tamanho do efeito. Neste caso, foi necessária uma medida quantitativa da magnitude da diferença média para os resultados de desempenho dos frangos, comparando dois tratamentos e uma descrição completa do projeto experimental.

Foram excluídos da revisão sistemática: estudos publicados prévios a 1996 que não continham maravalha como tratamento testado; estudos com poedeiras e matrizes de corte; estudos que não apresentassem médias e medidas de variabilidade (desvio padrão, erro padrão, variância, intervalo de confiança, coeficiente de variação ou valores de testes ou probabilidades estatísticas) para realizar o cálculo dos desvios padrão das médias dos tratamentos, e os estudos

publicados em outros idiomas como o indonésio (DEWANTI et al., 2014) e o alemão (BERK, 2009).

2.2.3 Extração de dados quantitativos

Os mesmos pesquisadores que realizaram a pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas foram responsáveis pela extração dos dados quantitativos reais. As variáveis de desempenho dos frangos de corte extraídas para a meta-análise incluíram peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de mortalidade. Quando disponíveis foram coletados dados adicionais, tais como: características do estudo publicado (autor, ano de publicação), características dos animais (tamanho da amostra, idade, raça e densidade de animais (aves/m²)) e características das camas (tipo de substrato e espessura). Quando significativos ($P < 0,05$), essas covariáveis foram incluídas na meta-regressão e discutidas no artigo.

2.2.4 Análise estatística

As variáveis respostas foram calculadas através da análise de diferença média padronizada (SMD), na qual, as diferenças entre o grupo controle (maravalha) e cada um dos tipos alternativos de cama foram padronizadas usando o desvio padrão das médias das comparações dos grupos. Um SMD zero indicou que a maravalha e as camas alternativas tiveram efeitos equivalentes.

$$\text{SMD} = (\text{maravalha} - \text{cama alternativa}) / \text{desvio padrão combinado}$$

Dos artigos selecionados para a meta-análise a média, o desvio padrão e o número de repetições em cada tratamento foram extraídos. Nos casos em que o desvio padrão não foi relatado foi calculado a partir do erro padrão da média, coeficiente de variação ou intervalo de confiança. Quando os artigos apresentaram o desvio padrão (DP) para cada grupo esses valores foram utilizados diretamente na meta-análise. Quando uma única medida comum de precisão foi apresentada para todas as médias de grupo o mesmo valor foi usado para os grupos controle e alternativos na meta-análise.

Os dados extraídos foram analisados usando um modelo de efeitos aleatórios *Der-Simonian-Laird* no software *Metafor* (2010) e *OpenMetaAnalyst* (2012). Os procedimentos estatísticos utilizados neste trabalho já foram publicados em estudos anteriores (LEAN et al., 2009, 2014) e consideraram cada artigo uma amostra aleatória de uma população maior de artigos.

2.2.4.1 Análises de subgrupos

As análises de subgrupos foram realizadas dividindo todos os dados de tratamento (diferentes materiais de cama) em subgrupos a fim de fazer comparações entre esses grupos. As análises de subgrupos foram feitas como um meio de investigar resultados heterogêneos e responder a perguntas específicas sobre materiais de cama em comparação a maravalha. Por exemplo, todos os materiais de palha foram agrupados na meta-análise, independentemente de serem triturados ou não. Todas as gramíneas, independentemente da variedade, foram agrupadas para fins de meta-análise. O mesmo aconteceu com uma mistura de cama. Independentemente do tipo de cama, todos os tratamentos onde foi utilizada uma mistura de substratos, foram agrupados para serem comparados com a maravalha.

2.2.4.2 Gráfico de floresta

Os efeitos do tipo de cama sobre as variáveis de desempenho de frangos de corte foram apresentados em gráficos de floresta utilizando a diferença média padronizada para efeitos aleatórios. Quando os pontos estavam à esquerda da linha vertical as médias da variável resposta foram menores do que as do grupo controle (maravalha). No entanto, quando os pontos estavam à direita da linha isso indicava que o valor da variável resposta foi maior nos frangos alojadas sobre a maravalha (controle). No gráfico o tamanho de cada quadrado representava o peso relativo de cada estudo sobre o efeito geral, isto é, estudos com quadrados maiores tiveram maior ponderação para estimar a magnitude da diferença na meta-análise. A linha conectada ao quadrado representava os limites máximo e mínimo para o intervalo de confiança de 95% da diferença real entre as médias. A linha vertical indica diferença zero entre os tratamentos ou ausência de efeitos.

2.2.4.3 Análise de heterogeneidade

A heterogeneidade entre os estudos representou a variabilidade nas respostas devido a outros fatores que não foram relacionados aos efeitos dos tratamentos como genética, manejo, instalações, diferenças no desenho experimental, entre outros. A mensuração da heterogeneidade foi realizada utilizando o teste do qui-quadrado (Q) e a estatística I^2 (HIGGINS E THOMPSON, 2002). Os valores de I^2 variam de 0% a 100% e valores acima de 50% indicam heterogeneidade significativa (LEAN et al., 2014).

2.2.4.4 Meta-regressão

A meta-regressão foi usada para explorar os efeitos lineares de covariáveis definidas a priori sobre a magnitude do efeito nas diferentes variáveis respostas estudadas. As seguintes covariáveis foram identificadas e incluídas na análise, pois poderiam afetar as respostas aos tratamentos: idade das aves, espessura da cama e densidade de animais (aves/m²). Os métodos de meta-análise apresentados neste estudo já foram descritos e publicados por outros autores (LEAN et al. 2009, 2012, 2014; RABIEE et al., 2012).

2.3 Resultados

2.3.1 Pesquisa de literatura e informações extraídas

A pesquisa on-line/na Web de quatro bancos de dados para publicações no período de 1996 a 2017 produziu um total de 1542 publicações (Figura 1). Após a exclusão de duplicatas e a seleção de títulos e resumos, 61 publicações em texto completo foram avaliadas; destes, 31 artigos preencheram os critérios de inclusão (Tabela 1) e foram utilizados na revisão sistemática e os dados quantitativos foram extraídos para a meta-análise.

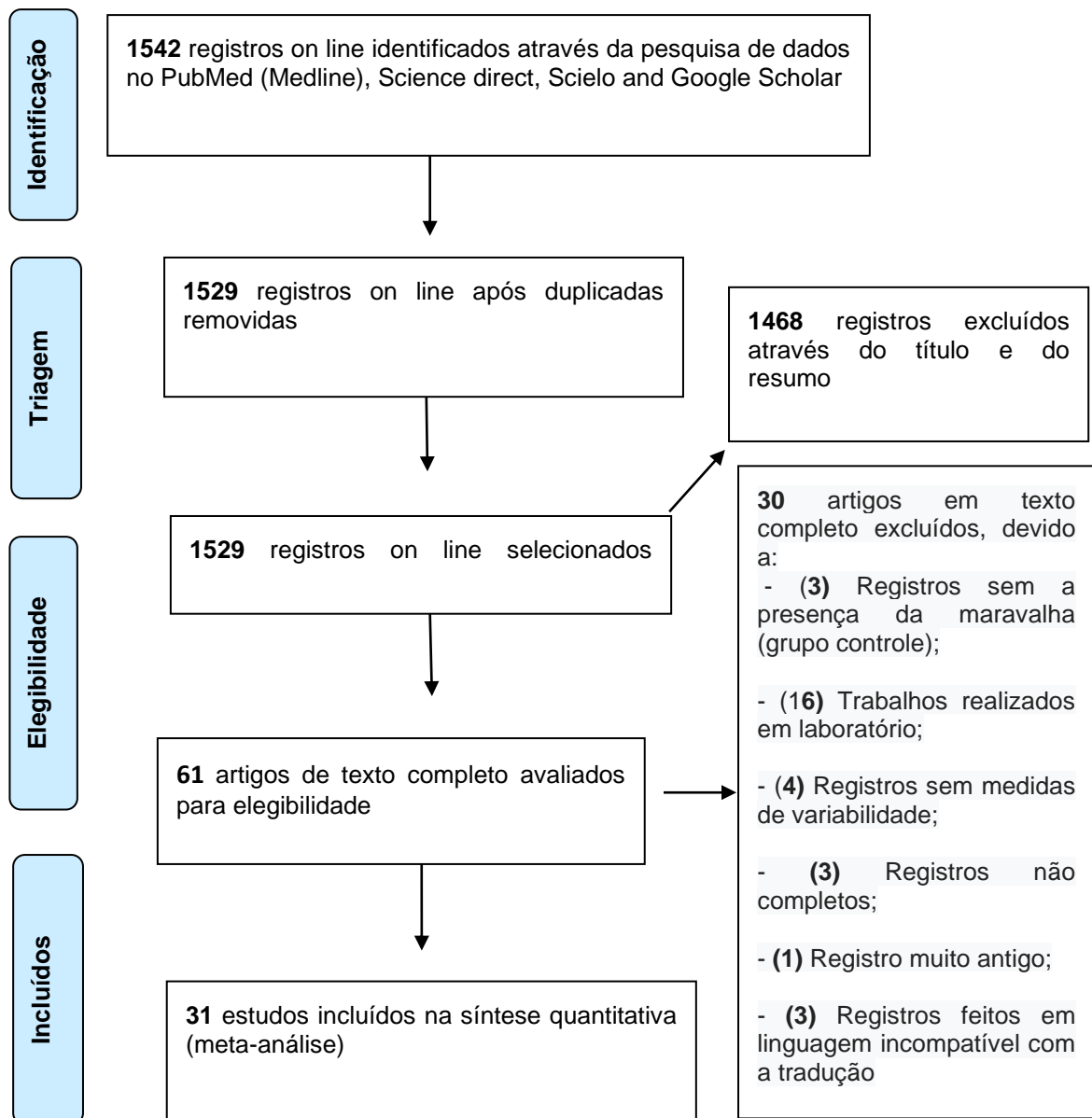


Figura 1. Diagrama seguindo as diretrizes do PRISMA (MOHER et al. 2009), mostrando o número total de registros identificados e o número de registros filtrados em cada etapa do processo de seleção dos estudos a partir da revisão sistemática sobre tipos alternativos de cama usadas para aviários de frangos de corte.

Tabela 1. Descrição das características dos 31 estudos incluídos na revisão sistemática e meta-análise para os tipos de cama aviária alternativos à maravalha

Autor (ano)	País	Tipos de cama	Espessura	Linhagem	Aves/m²	Variáveis respostas
Amer et al. (2015)	Egito	MAR, A, PT	ND	Sasso	ND	PV, CR, CA, Mort.
Angelo et al. (1997)	Brasil	MAR, CA, FN, FB, FCC	ND	Ross	10	PV, CR, CA, Mort.
Araújo et al. (2007)	Brasil	MAR, CA, BC	ND	Hubbard	ND	CR, CA
Asaniyan et al. (2007)	Nigéria	MAR, A	2 a 6	Anak	10	CR, CA
Benabdeljelil and Ayachi (1996)	Marrocos	MAR, PT, PTP, PAP, SER, CA	5	Warren	11	CR, CA, Mort.
Brito et al. (2016)	Brasil	MAR, CA, A, CES	10	Ross	4.8	PV, CR, CA
Cavalcanti et al. (2010)	Brasil	MAR, CG, CA, BC	10	Cobb	8.26	CR, CA
Coveña and Villamar (2015)	Equador	MAR, CA, CAV, PTMP	15	Cobb	10	PV, CR, CA
Davasgaium and Boodoo (1997)		MAR, BC, SER, BC+MAR	8 e 5	Ross	ND	PV, CR, CA, Mort.
Davis et al. (2015)	EUA	MAR, CB, CG	8.9	Ross	11.5	PV, CR, CA
El-deek et al. (2011)	Arábia Saudita	MAR, BC, P, MAR+ BC, MAR+ P, BG+ P	ND	Ross	7.5	PV, CR, CA
Freitas et al. (2011)	Brasil	MAR, BC, CA, CG, BC+CA, BA+MAR	ND	Ross	12	PV, CA, Mort.
Garces et al. (2017)	Moçambique	MAR, A, CG, P, CA, CC, SM	5	Cobb	7.7	PV, CR, CA, Mort.
Huang et al. (2009)	Coréia do Sul	MAR, CA, FCC	5	Ross	13.8	CR, CA
Lien et al. (2008)	EUA	MAR, A	10	Ross	9.25	PV, CR, CA, Mort.
Meluzzi et al. (2008)	Itália	MAR, PT	ND	Ross	12 a 14	PV, CR, CA, Mort.
Neme et al. (2000)	Brasil	MAR, CA, CAV	ND	Hubbard	ND	PV, CR, CA.

Noble Vela (2013)	Equador	MAR, CA	15	ND	ND	CR, CA, Mort
Nowaczewski et al. (2011)	Polônia	MAR, PT, PTP	7	Ross	20	PV, CR, CA, Mort.
Oliveira et al. (2005)	Brasil	MAR, SER	ND	Cobb	10 a 14	PV, CR, CA
Onu et al. (2011)	Nigéria	MAR, SER, CA	5	Anak	3.3	CR, CA, Mort.
Petek et al. (2014)	Turquia	MAR, CA	15	Ross	15 a 23	PV
Ramadan et al. (2013)	Egito	MAR, CA, A, CA+A, MAR+A, MAR+CA	5	Ross	10	PV, CA, Mort.
Ramadan et al. (2017)	Egito	MAR, PAT, PAT+A, MAR+A, MAR+ CA	5	Cobb	10	PV, CA
Roccon et al. (2014)	Brasil	MAR, CC, CG	ND	Cobb	6.7	PV, CR, CA
Sarica and Cam (2000)	Turquia	MAR, CA, PT, CAV, CA+CAV	10	Ross	11	PV, CA
Sirri et al. (2007)	Itália	MAR, PP	ND	Ross	11 a 14	PV, CR, CA, Mort.
Sorbara et al. (2000)	Brasil	MAR, PPP	7 a 10	Avian Farms	10 a 14	CR, CA
Souza et al. (2016)	Brasil	MAR, A	12	Cobb	ND	CR, CA
Taherparvar et al. (2016)	Irã	MAR, A, P	ND	Ross	4.4	CR, CA
Teixeira et al. (2015)	Brasil	MAR, BC, MAR+BC	15	Cobb	13	CR, CA, Mort.

EUA = Estados Unidos da América; MAR = maravalha, SER = serragem, A = areia, CA = casca de arroz, PA = palha de arroz, PT = palha de trigo, PTP = palha de trigo picada, GBP = capim Bermuda picado, PAP = palha de arroz picada, CRS = palha de arroz picada, FN = feno de Napier, CN = capim Napier, FNP = feno Napier picado, FC = feno grass, FB= feno Brachiaria, FCC = feno coast-cros, BC = bagaço de cana, CES = capim elefante seco, CCP = switchgrass picado, PC = palha de cevada, P = papel, CC= casca de coco, CG = capim guiné, SM = sabugo de milho, CAM = casca de amendoim, PTMP = palha de talos de milho picada, CAV = casca de avelã, PP = palha picada, PPP = polpa de citrus peletizada, PMP = palha de milho picada. ND = não definido, PV = peso vivo, CR = consumo de ração, CA = conversão alimentar, Mort. = mortalidade.

2. 3. 2 Consumo de ração

Os resultados das diferenças médias padronizadas e os intervalos de confiança de 95% entre a comparação do consumo de ração de aves criadas em maravalha ou materiais alternativos são apresentados na Figura 2.

Nesse gráfico de floresta, o tamanho total do efeito combinado e o intervalo de confiança de 95% foram indicados pelo diamante na parte inferior. Este efeito foi homogêneo como indicado por $I^2 = 0\%$ e $P = 0,99$.

Para alguns materiais de cama não havia trabalhos publicados suficientes para permitir a estimativa da heterogeneidade da resposta. Por esse motivo, na comparação do consumo de ração, os tipos de cama como casca de coco (GARCÊS et al., 2017), sabugo de milho (MELUZZI et al., 2008) e polpa de citrus peletizada (SORBARA et al., 2000) foram excluídos da meta-análise, uma vez que, nenhum outro estudo testou esses materiais de cama em comparação com a maravalha.

Após a remoção desses materiais da meta-análise o resultado geral de todas as comparações (25 autores e 58 comparações) mostrou que os diferentes materiais alternativos não tiveram impacto no consumo de ração dos frangos de corte comparados a cama de maravalha ($SMD = 0,064$, $IC\ 95\% = -0,101 - 0,229$, $P = 0,44$). Da mesma forma, a análise de subgrupos indicou que os frangos de corte criados em materiais alternativos para cama não tiveram diferença no consumo de ração em comparação com aves criadas em maravalha. Isso demonstrou que a resposta à consumo de ração foi homogênea nos diferentes estudos incluídos na meta-análise ($I^2\ geral = 0\%$, $P = 0,99$). Indicando, possivelmente, não existir desconforto (estresse).

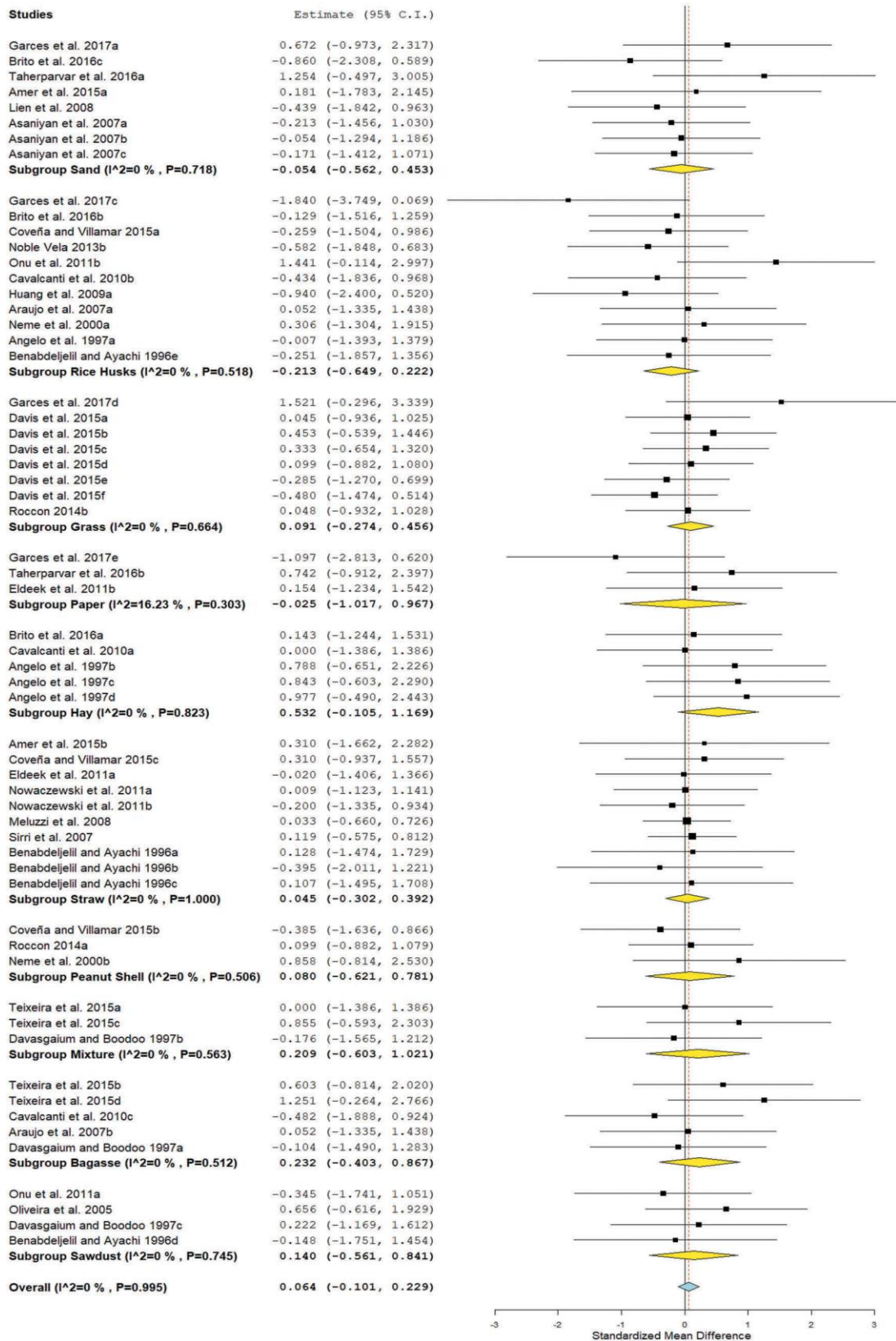


Figura 2. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito de materiais alternativos de cama no consumo de ração de frangos de corte. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução na ingestão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na ingestão de ração em frangos de corte criados em maravalha.

2.3.3 Peso corporal durante a criação

O diamante incluído na parte inferior do gráfico de floresta, na Figura 3, mostrou um efeito geral positivo da maravalha no peso corporal de frangos de corte em comparação a camas alternativas (SMD= 0,253, IC 95%= 0,073 - 0,433, P= 0,006). O limite superior e inferior da linha conectada ao quadrado representava o intervalo de confiança superior e inferior de 95% para o tamanho do efeito.

O tamanho total do efeito combinado e o intervalo de confiança de 95% foram indicados pelo diamante na parte inferior do gráfico de floresta. Esse efeito foi homogêneo, conforme indicado por $I^2= 1,62\%$ e valor $P= 0,44$.

No entanto, a análise de subgrupos revelou que a resposta mais favorável do peso corporal para frangos criados em maravalha não foi consistente nas comparações, incluindo todos os tipos de camas alternativas. Areia, grama, papel, uma mistura de substratos com maravalha, feno, casca de amendoim, bagaço de cana e serragem não diferiram significativamente da maravalha ($P > 0,05$). No entanto, frangos alojados em maravalha apresentaram pesos corporais mais elevados em comparação com os criados em cascas de arroz (SMD= 0,535, IC 95%= 0,065 - 1,004, $P= 0,02$) e cama de palha (SMD= 0,654, IC 95%= 0,162 - 0,1146, $P= 0,009$), indicando que as aves estavam mais confortáveis (menos estresse).

A maior heterogeneidade nos resultados de peso corporal foi observada no subgrupo cama de papel ($I^2= 77,03\%$, $P= 0,04$), seguido pelo subgrupo de bagaço de cana ($I^2= 66,8\%$, $P= 0,08$).

A análise de meta-regressão indicou que apenas uma das covariáveis registradas teve um efeito significativo na magnitude da diferença no peso corporal dos frangos dependendo do tipo de cama. A Figura 4, mostra que à medida que a densidade de estocagem aumentava, a diferença mínima padronizada entre maravalha e camas alternativas aumentava, de acordo com a seguinte equação de regressão: peso corporal SMD= $0,993 + 0,112$ (ave/m²) ($P < 0,001$). Ou seja, ao aumentar a densidade de estocagem é esperado que o peso corporal dos frangos seja maior quando eles são alojados em maravalha quando comparativamente a outros tipos de cama.

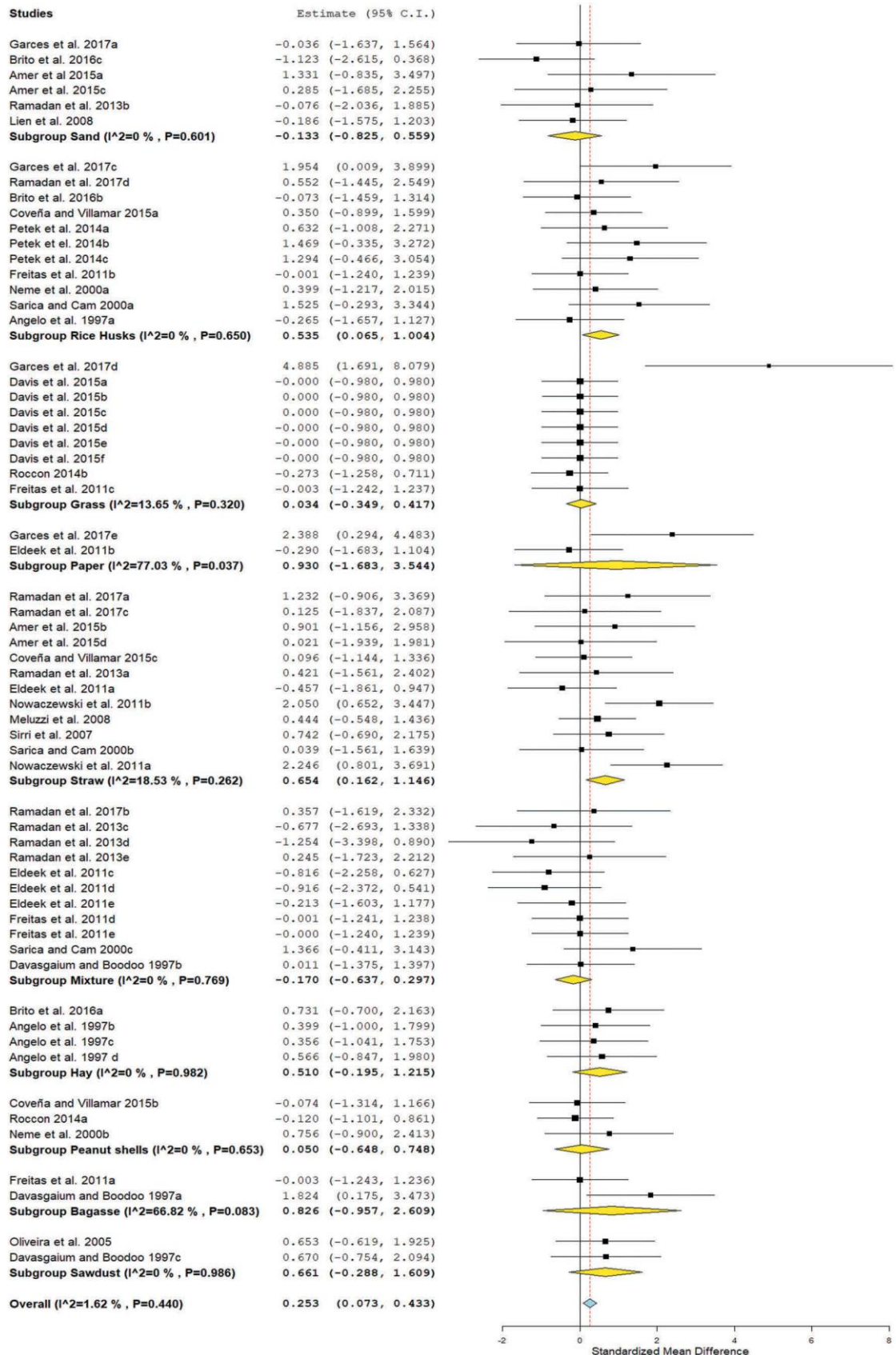


Figura 3. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito do material alternativo da ninhada no peso corporal de frangos durante a criação. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução no peso corporal, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento no peso corporal de frangos de corte criados em maravalha.

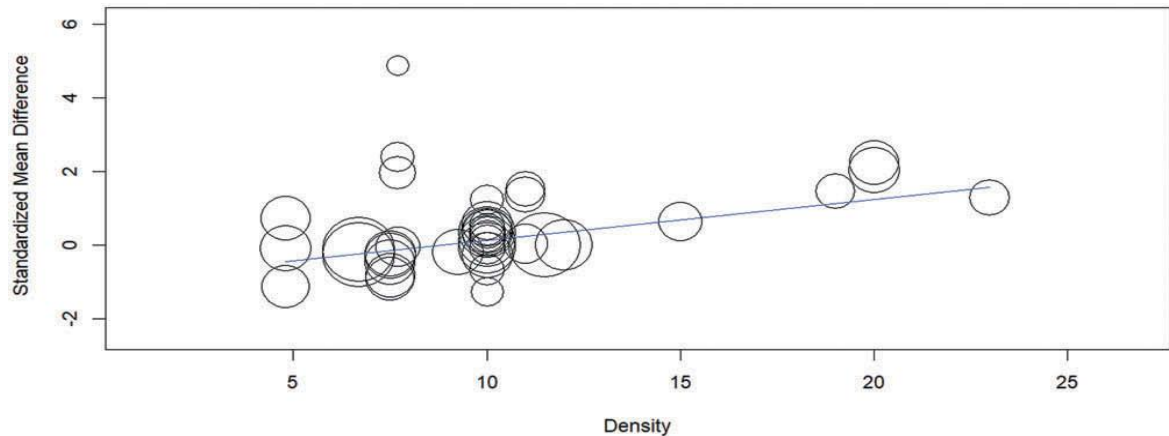


Figura 4. Meta-regressão do efeito da densidade animal (aves alojadas por m^2) na diferença média padronizada no peso corporal de estudos que examinam cama alternativa para aves, em comparação com maravalha (peso corporal $SMD = 0,993 + 0,112$ (ave/ m^2), $P < 0,001$). A regressão é ponderada pelo tamanho do efeito dos estudos, indicado pelo tamanho do marcador redondo; quanto maior o marcador, maior o tamanho do efeito do estudo.

2.3.4 Conversão alimentar

Na Figura 5, o diamante localizado na parte inferior do gráfico mostrou que houve um efeito geral positivo da maravalha sobre a conversão alimentar de frangos de corte comparadas aos criados em camas alternativas ($SMD = -0,169$, $IC\ 95\% = -0,327 - -0,012$, $P = 0,03$). Este efeito foi homogêneo como indicado por $I^2 = 0\%$ e $P = 0,82$.

A partir da análise de subgrupos, as aves criadas em maravalha apresentaram uma conversão alimentar significativamente melhor apenas quando comparadas às aves criadas sobre cama de palha ($SMD = -0,487$, $IC\ 95\% = -0,828 - -0,145$, $P = 0,005$). No entanto, nos subgrupos de casca de arroz ($SMD = -0,279$, $IC\ 95\% = -0,682 - 0,123$, $P = 0,17$) e cascas de amendoim ($SMD = -0,502$, $IC\ 95\% = -1,207 - 0,204$; $P = 0,16$), os frangos de corte apresentaram conversão alimentar numericamente pior do que as criadas em maravalha contribuindo assim para a significância do efeito geral. Observou-se que a conversão alimentar das aves criadas em outros tipos de cama era semelhante à criada em maravalha.

A meta-análise mostrou que a maioria dos subgrupos apresentou baixa heterogeneidade para os resultados da conversão alimentar, exceto o subgrupo de cama de papel ($I^2 = 75,44\%$, $P = 0,04$) e bagaço de cana ($I^2 = 45,96\%$, $P = 0,09$). Para o efeito geral dos tipos de cama na conversão alimentar foi observada heterogeneidade não significativa ($I^2 = 0\%$, $P = 0,82$).

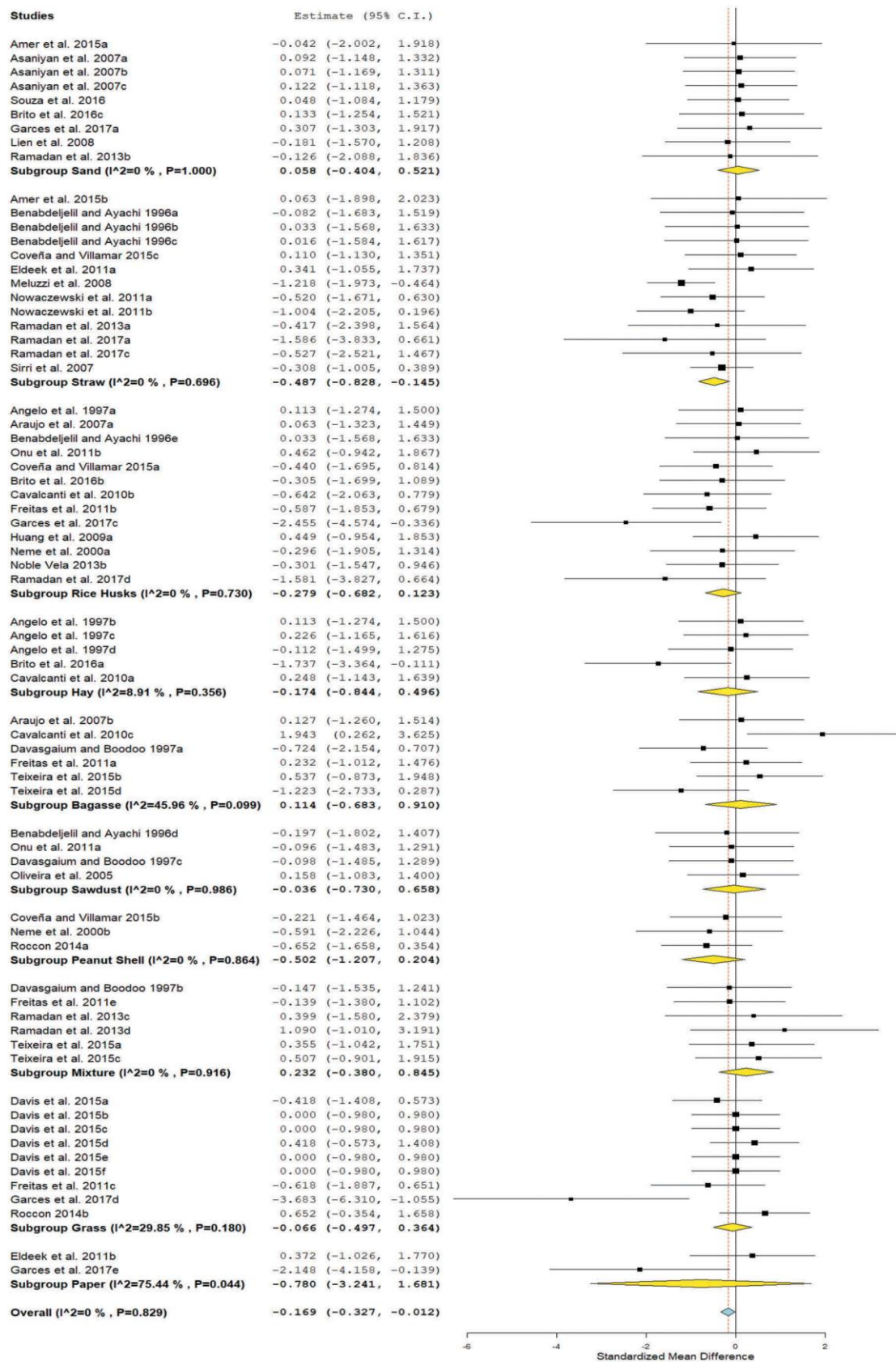


Figura 5. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito do material alternativo da cama na conversão alimentar dos frangos. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma melhora na conversão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam uma piora na conversão de ração em frangos de corte criados em cama de maravalha.

2.3.5 Mortalidade

Para mortalidade um número menor de estudos foi encontrado em comparação com as demais variáveis de desempenho. Isso se deve em parte ao fato de que, em alguns artigos, esses dados são apresentados como taxa de sobrevivência que é conceitualmente o oposto da mortalidade.

O gráfico de floresta (Figura 6) mostrou que houve uma redução na taxa de mortalidade de frangos criados em maravalha em comparação com camas alternativas (SMD= -1,069, IC 95%= -1,983 - -1,155, P= 0,02). No entanto, a análise de subgrupos mostrou uma redução significativa na mortalidade a favor da maravalha somente quando comparada a cama de palha (SMD= -3,25, IC 95%= -5,681 – 0,819, P= 0,009). A taxa de mortalidade em casca de arroz e serragem não mostrou diferenças significativas, mas contribuiu para a maior mortalidade no efeito geral da cama alternativa.

A análise geral mostrou alta heterogeneidade ($I^2= 83,4\%$, $P < 0,001$) nas respostas de mortalidade entre os diferentes materiais de cama e estudos indicando que havia outros fatores influenciando essa resposta. A maior heterogeneidade na resposta da taxa de mortalidade foi encontrada no grupo da palha ($I^2= 91,61\%$, $P < 0,001$), seguida pela cama de casca de arroz ($I^2= 76,91\%$, $P= 0,01$) e cama de serragem ($I^2= 78,81\%$, $P= 0,03$). A análise de meta-regressão indicou duas covariáveis significativas (densidade de aves e espessura da cama) afetando a magnitude da diferença na resposta de mortalidade entre maravalha e camas alternativas.

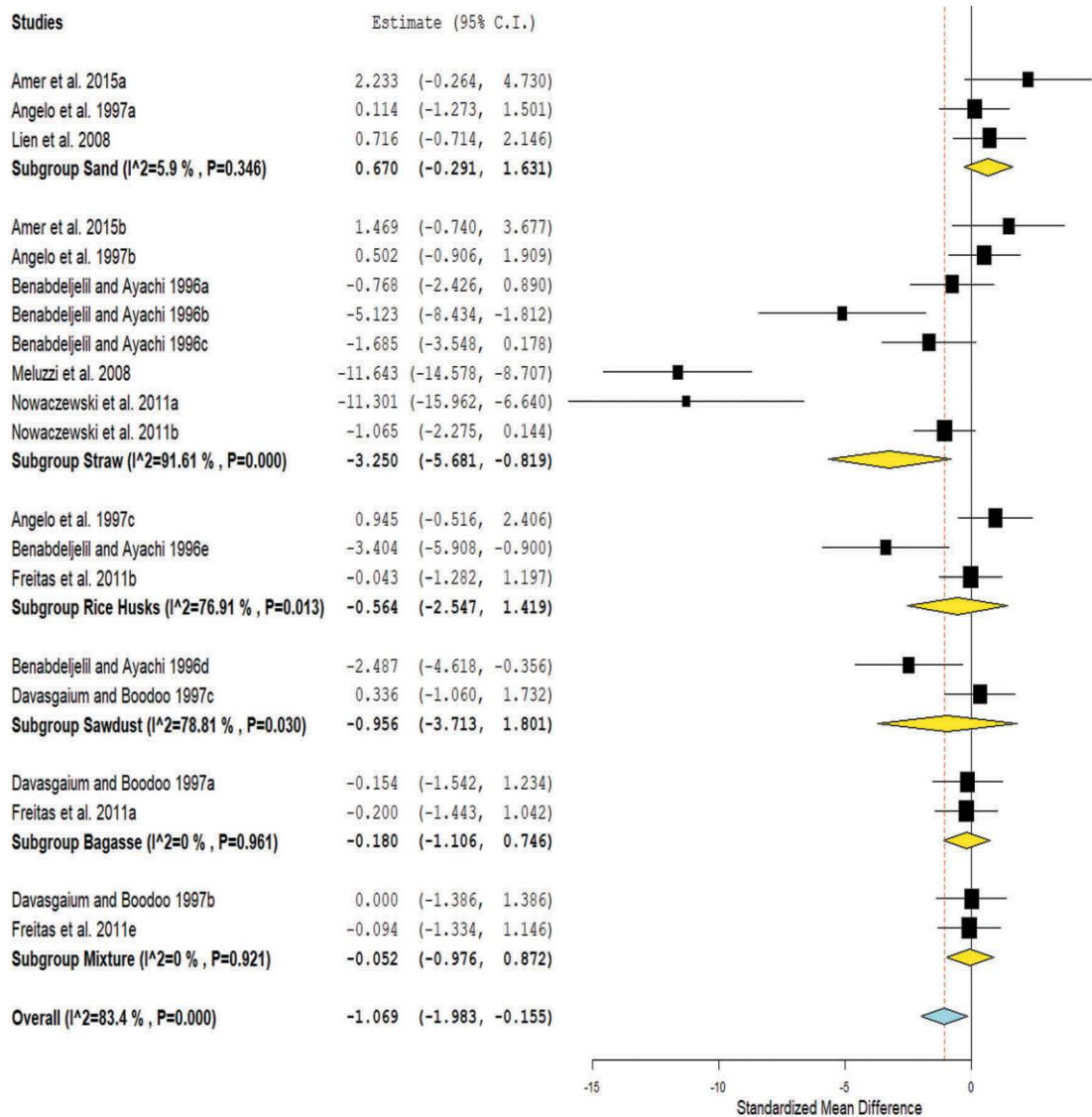


Figura 6. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do material alternativo da cama na taxa de mortalidade de frangos de corte. A linha cinza vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na mortalidade, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na mortalidade em frangos criados em maravalha.

A Figura 7, mostra que à medida que a densidade de estocagem aumentava, a diferença mínima padronizada entre os tipos de cama, se intensificava negativamente (SMD= 2,871 - 0,325 (ave/m²), P < 0,03). Ou seja, quanto mais aves por m² no aviário menor a taxa de mortalidade prevista para as aves criadas em maravalha em comparação com os materiais alternativos da cama.

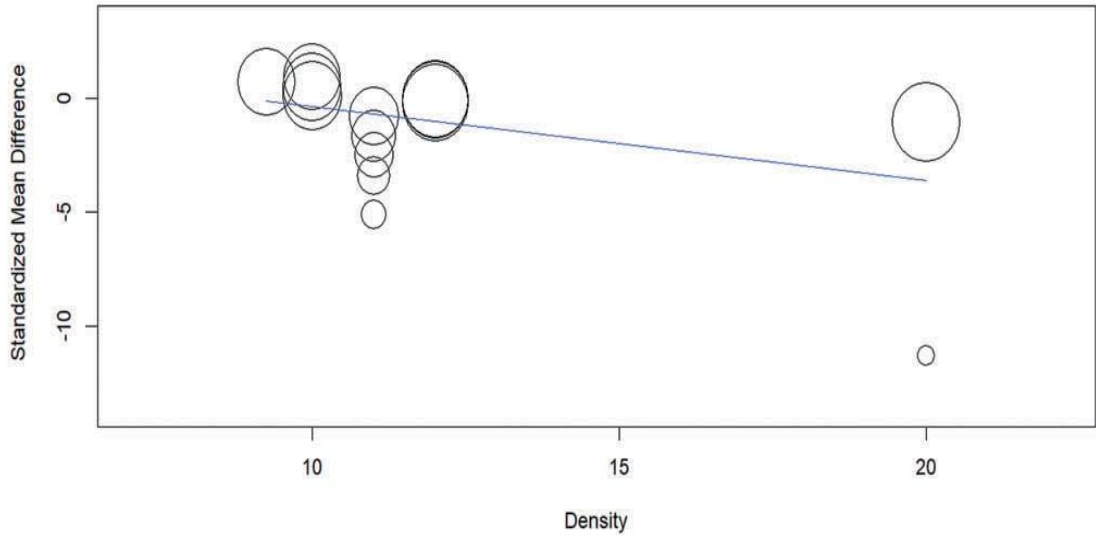


Figura 7. Meta-regressão do efeito da densidade de lotação (aves / m²) na diferença média padronizada na taxa de mortalidade dos estudos que examinam cama alternativa na criação de frangos de corte, em comparação com cama de maravalha (taxa de mortalidade SMD= 2.871 0,325 (aves/m²), P= 0,03). A regressão é ponderada pelo tamanho do efeito dos estudos, que são indicados pelo tamanho do marcador; quanto maior o marcador, maior o tamanho do efeito do estudo.

Por outro lado, a Figura 8, mostra que quando a espessura da cama aumenta, a diferença mínima padronizada para mortalidade entre os tipos de cama, aumenta de acordo com a seguinte equação: $SMD = -3,761 + 0,454 (\text{espessura})$, P= 0,01. Ou seja, quanto mais espessa a cama maior a taxa de mortalidade prevista nos materiais alternativos em comparação com a maravalha.

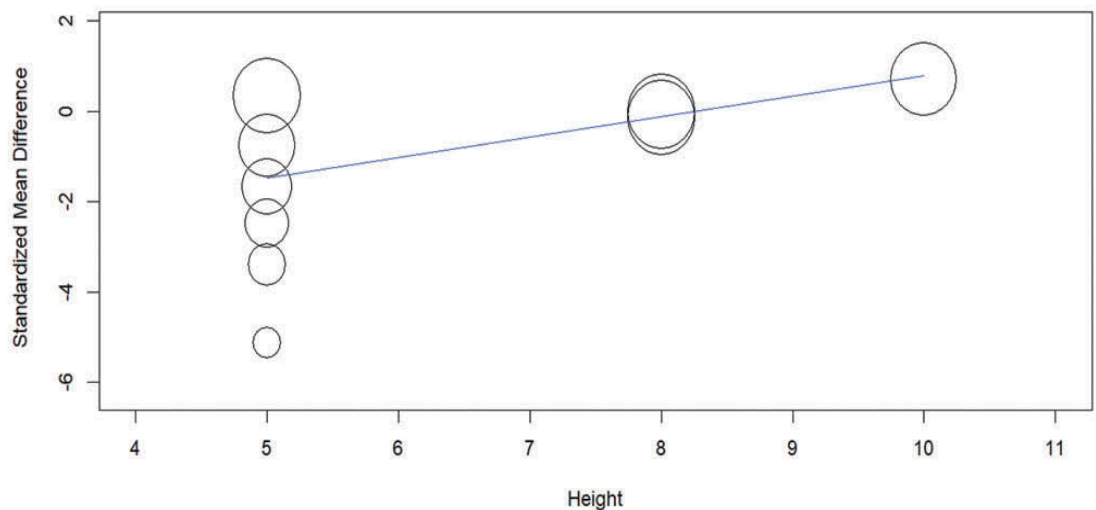


Figura 8. Meta-regressão do efeito da espessura da ninhada (cm) na diferença média padronizada dos estudos que examinam a taxa de mortalidade na cama alternativa para frangos de corte (taxa de mortalidade SMD= -3,761 + 0,454 (espessura), P= 0,01). A regressão é ponderada pelo tamanho do efeito dos estudos, que são indicados pelo tamanho do marcador; quanto maior o marcador, maior o tamanho do efeito do estudo.

2.4 Discussão

2.4.1 Meta-análise geral

Na presente revisão sistemática 28 materiais de cama distintos foram determinados e divididos em 31 estudos experimentais realizados em todo o mundo (Tabela 1). A meta-análise apresentada nesta revisão sistemática mostrou que, globalmente, o uso de maravalha em comparação com outros materiais de cama resultou em maior peso corporal, melhor conversão alimentar e menor mortalidade de frangos sem afetar o consumo de ração. Isso indicou que a maravalha é uma boa opção de material de cama para obter o melhor desempenho em frangos de corte, por proporcionar menos estresse e, conseqüente, menor liberação de hormônios catabólicos.

No entanto, para poder recomendar totalmente a maravalha como o melhor material de cama uma meta-análise envolvendo estudos em frangos de corte com a avaliação de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos da cama e, os impactos na qualidade da carcaça e no status sanitário devem ser levados em consideração. Verificou-se que todos os estudos incluídos foram conduzidos em condições experimentais controladas. É importante estar ciente dos fatores naturais e externos ao fazer inferências a partir de resultados experimentais para a situação a campo.

2.4.2 Meta-análise dos subgrupos

Uma análise mais aprofundada dos artigos publicados indicou heterogeneidade na metodologia utilizada entre os estudos avaliados e, por esse motivo, foi realizada uma meta-análise entre subgrupos de tipos de materiais de cama como segue: serragem, casca de arroz, mistura de maravalha com casca de arroz, areia, palha (palha de trigo, palha de cevada, palha de arroz), capim (capim Bermuda, capim Napier, capim switchgrass, capim Guiné), feno (feno Napier, feno Brachiaria, feno coast-cross, capim-elefante seco), papel, casca de amendoim e bagaço de cana. Para camas de casca de coco, sabugo de milho, casca de avelã e polpa de citrus peletizada houve apenas um artigo publicado por tipo e, por esse motivo, esses estudos não foram incluídos na meta-análise. Os resultados da meta-análise dos subgrupos, casca de amendoim e bagaço de cana devem ser

interpretados com cautela, uma vez que, estudos limitados foram encontrados sobre esses materiais nesta revisão sistemática.

2.4.2.1 Consumo de ração

Na meta-análise por subgrupos (Figura 2), não houve diferenças no consumo de ração entre os materiais de cama possibilitando inferir que a cama não era a maior fonte de variação ou não exercia efeito suficientemente forte para alterar a comportamento alimentar.

Onu et al. (2011) e Neme et al. (2000), encontraram maior consumo de ração em frangos de corte criados em maravalha em comparação com cascas de arroz, atribuindo isso ao comportamento de consumir arroz quebrado e pequenas partículas diretamente da cama de casca de arroz. Por outro lado, Huang et al. (2009), relataram redução no consumo de ração em aves criadas em maravalha e atribuíram isso a maravalha sendo jogadas no comedouro pelos frangos.

2.4.2.2 Peso corporal, conversão alimentar e taxa de mortalidade

O peso corporal, a conversão alimentar e a mortalidade foram piores em frangos criados em camas alternativas em comparação com a maravalha. Os dados apresentados na Tabela 1, mostraram que a maioria dos substratos alternativos utilizados na avicultura é de natureza orgânica como casca de arroz, casca de amendoim, gramíneas, palha, cana-de-açúcar e outros materiais orgânicos secos, absorventes e de baixo custo. Como resultado, pode não haver consistência na qualidade ou garantia da cama e, camas novas podem conter fungos, leveduras e bactérias patogênicas. De acordo com Abreu et al. (2013), as altas cargas bacterianas em camas novas foram associadas à sua origem possivelmente devido às condições de produção, preservação, armazenamento e transporte. Isso é particularmente verdadeiro no caso de substratos de matéria seca não tratados e mais baratos, como a palha. De acordo com HCC (2010), a palha é o material de cama mais comumente usado para o gado no País de Gales, mas pode ser prejudicial aos animais, principalmente em anos de colheita úmida devido às altas contagens de micotoxinas e esporos de mofo que podem causar poeira e problemas respiratórios em animais jovens, especialmente em aves que são mais sensíveis às

micotoxinas. Essa poderia ser uma explicação possível para os piores resultados de desempenho que foram encontrados nos tratamentos com palha, embora haja divergência nos resultados sobre a influência direta do material de cama no estado de saúde de frangos de corte. Em alguns países, como França, Irlanda, Inglaterra, Dinamarca (AGFACTS, 2004) e Brasil (DAI PRÁ E ROLL, 2015), para evitar o risco de usar produtos contaminados, a maravalha é produzida especificamente para a indústria pecuária intensiva.

A maravalha é recomendada para outras espécies animais como bovinos e ovinos principalmente por causa de sua capacidade de absorção de umidade e por permanecerem mais limpas que a palha e poderem ser reutilizadas por várias estações tornando-a financeiramente viável (HCCMPW, 2008). Benabdeljelil e Ayachi (1996), registraram um melhor índice de limpeza (pontuação de 1 = cama limpa a 4 = cama suja com endurecimento) quando a cama consistia parcial ou totalmente de palha, provavelmente devido à menor capacidade de absorção de umidade da palha e à maior retenção de água em camas à base de palha. De acordo com Kains et al. (2008), houve uma correlação negativa entre a capacidade de retenção de água e a quantidade de substrato necessária para manter a cama limpa e seca.

Segundo Pohl (2002), o feno picado pode absorver 20% mais líquido em comparação com a palha de aveia. Por outro lado, Olson (1940), não encontrou diferença entre a capacidade de absorção do trigo moído ou integral, cevada e palha de aveia. Por esse motivo, todos os materiais de palha foram agrupados na meta-análise, independentemente de terem sido picados ou não. Segundo Olson (1940), a absorção de água nas 24 horas após a imersão foi de 220%, 285% e 228% para palha de trigo, palha de cevada e palha de aveia, respectivamente. A palha de trigo tem uma capacidade de retenção de água menor do que a maravalha (esta última mais de 400%), provavelmente devido ao seu menor teor de celulose e ao revestimento ceroso da planta (WARD et al. 2000, 2001). North e Bell (1990), afirmaram que 100g de maravalha podem absorver 207g de água, enquanto o mesmo peso de casca de arroz pode absorver apenas 171g de água. O papel picado pode absorver o dobro do seu peso (VOYLES E HONEYMAN, 2006).

O aumento da umidade da cama tem sido associado ao aumento da produção de amônia (BRAKE et al., 1992). A cama de alta umidade pode permitir a proliferação de fungos e bactérias desnitrificantes, quebrando o ácido úrico com uma

enzima chamada uricase (ausente em aves) e produzindo vários subprodutos. O principal subproduto dessa reação é a amônia, um gás incolor que irrita a mucosa respiratória e ocular (DAI PRÁ E ROLL, 2015; SOLIMAN et al., 2017). Quando esse gás é inalado em concentrações superiores a 25 ppm, causa problemas que levam à perda de peso (SOLIMAN et al., 2017). Quando as concentrações são superiores a 60 ppm, torna as aves vulneráveis a problemas respiratórios incluindo uma queda na frequência e profundidade da respiração, afetando os problemas fisiológicos da eficiência das trocas gasosas (OLIVEIRA et al., 2003). Assim, o tipo de substrato afeta diretamente a absorção de umidade da cama durante o período de criação de frangos de corte. Quando o nível de umidade excede 35% as aves se tornam mais vulneráveis a problemas de saúde e bem-estar vistos como um aumento no número de lesões de peito, queimaduras na pele (DAI PRÁ E ROLL, 2015) e dermatite nas patas (EL WAHAB, 2011). A epiderme da almofada das patas pode ser amolecida e enfraquecida pela umidade da cama tornando-a mais suscetível a lesões e favorecendo a entrada de bactérias causadoras de doenças (CRESSMAN, 2014). Como resultado, há um aumento nas condenações de carcaça e baixa qualidade das carcaças (DAI PRÁ E ROLL, 2015). No entanto, se for menor que 20%, o nível de poeira dentro da casa aumenta impactando negativamente o sistema respiratório das aves e aumentando o risco de infecções (DAI PRÁ E ROLL, 2015).

A partir da meta-análise, as aves criadas em cascas de arroz tiveram pesos corporais significativamente menores em comparação aos da maravalha. A casca de arroz é um subproduto do processamento, com cerca de 55% das partículas variando de 6,2 a 10,0 mm de comprimento e de 1,7 a 2,4 mm de largura (MANSARAY E GHALLY, 1997). Nas regiões onde predominam as plantações de arroz os agricultores geralmente usam cascas de arroz como cama em aviários. No entanto, alguns agricultores não usam na área de criação para impedir que os frangos comam as cascas, o que pode reduzir o consumo de ração (DAI PRÁ E ROLL, 2015). No entanto, a hipótese de que os frangos podem consumir material de cama, particularmente quando pequenos, especialmente casca de arroz, foi refutada por Benabdeljelil e Ayachi (1996), após verificar que não havia material de cama no trato intestinal de aves necropsiadas aos 35 dias de idade. Essa resposta contraditória indicou que mais estudos são necessários para quantificar o consumo de partículas de diferentes tipos de cama.

Segundo Llewellyn et al. (1988), as desvantagens do uso de casca de arroz incluem maior proliferação de bactérias e maior incidência de fungos em comparação com outros tipos de cama. Um resultado surpreendente da revisão sistemática atual foi que nenhum estudo analisou os efeitos da mistura de maravalha com casca de arroz no desempenho de frangos de corte. O uso dessa mistura é muito comum na indústria avícola no sul do Brasil. Os autores observaram a partir de resultados da indústria que a mistura de cascas de arroz com maravalha melhora a qualidade da cama. Juntamente com as características positivas da maravalha, a estrutura física das cascas de arroz forma uma série complexa de pequenos canais que facilitam a drenagem de líquidos mantendo a superfície da cama mais seca. Além disso, esse complexo pode aumentar a área da superfície de contato do substrato com o ar aumentando a evaporação da água (DAI PRÁ E ROLL, 2015).

Na avicultura, a areia é um material alternativo para a cama. Os resultados da meta-análise mostraram que não houve diferença nas variáveis de desempenho entre frangos criados em areia e maravalha. Foi possível observar uma tendência à redução da mortalidade de frangos criados na areia em comparação com a maravalha. Esses resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que, os artigos testando areia incluídos na meta-análise foram realizados durante os períodos quentes do ano ou em países tropicais, como o Egito (RAMADAN et al., 2013; AMER et al., 2015), Nigéria (ASANIYAN et al., 2007), Brasil (BRITO et al., 2016; SOUZA et al., 2016), Moçambique (GARCÊS et al., 2017) e em Auburn, Alabama, EUA (LIEN et al., 2008). A principal vantagem do uso da areia é que ela é inorgânica e possui pouca atividade microbiana (BILGILI et al., 1999). Outra vantagem da areia é a sua textura e o conforto térmico que proporciona durante períodos quentes. De acordo com Bilgili et al. (1999), a areia tem uma boa capacidade de absorver e drenar a água, podendo ser uma alternativa a maravalha, proporcionando melhor desempenho que o último, sem impactar negativamente a taxa de mortalidade, a relação ganho/consumo, as características da carcaça e lesões de patas em frangos de corte. Em um experimento de pesquisa que comparou as temperaturas em areia e maravalha, novas e reutilizadas, Bowers et al. (2003a), descobriram que a temperatura da cama de areia nova era 5,5°C mais baixa que a da maravalha. Assim, como existe uma preocupação com a temperatura da areia como possível problema da cama, os autores recomendaram o uso de areia durante os meses mais quentes do ano. Curiosamente, a areia reutilizada com a

matéria orgânica adequada não era significativamente mais fria que a maravalha nova ou reutilizada.

Por outro lado, Garcês et al. (2017), não encontraram diferenças significativas na temperatura da maravalha em comparação com a areia e outros cinco materiais de cama durante a criação (de 0 a 14 dias). No entanto, os autores relataram que a areia e a grama eram $-3,8^{\circ}\text{C}$ mais frias que a maravalha nos primeiros três dias, devido à baixa absorção de calor e difusividade da areia e à baixa compactação da grama, o que pode acabar gerando problemas para as aves durante esse período de criação, em decorrência do desconforto térmico.

Existe uma preocupação sobre como descartar cama de areia. De acordo com Bowers et al. (2003b), a areia pode ser usada como aditivo do solo apenas se houver disponibilidade de área disponível na propriedade e somente após a criação de vários lotes de frangos de corte na mesma cama, devido ao acúmulo de matéria orgânica que resulta na melhora de sua qualidade fertilizante ao longo do tempo.

Por fim, é importante prestar atenção na interpretação dos resultados, pois a meta-regressão indicou a presença de duas covariáveis significativas (densidade de aves/ m^2 e espessura da cama), influenciando a magnitude da diferença na resposta entre maravalha e materiais de camas alternativos. Por exemplo, quando aumenta a densidade de alojamento de aves por m^2 aumenta também a deposição de excretas na cama. Neste caso esperamos respostas melhores de ganho de peso corporal em aves criadas em camas de maravalha comparadas com camas alternativas.

2.5 Conclusões

A presente meta-análise demonstrou que diferentes materiais de cama não afetam o consumo de ração em frangos de corte.

A cama de palha pode ser responsável por pesos corporais mais baixos, pior conversão alimentar e maiores taxas de mortalidade em frangos de corte quando comparada a cama de maravalha.

A cama de casca de arroz proporciona menor peso corporal de frangos de corte quando comparada a cama de maravalha.

IV. Capítulo 3

Avaliação dos impactos dos tratamentos de cama na sua qualidade e sobre o desempenho de frangos de corte: uma revisão sistemática e meta-análise

3.1 Introdução

A cama deve proporcionar o máximo de condições de conforto e bem-estar às aves para garantir toda a expressão do seu potencial genético, à medida que permanecem alojados nela a maior parte da vida. Neste contexto, a cama deve ser manejada com o intuito de tentar impedir a proliferação de insetos, o crescimento de microrganismos patogênicos, alta umidade e a produção e volatilização de amônia (DAI PRÁ E ROLL, 2019).

A reutilização da cama aviária durante lotes consecutivos é uma prática amplamente adotada na produção de frangos de corte. Reutilizar a cama minimiza o problema da disponibilidade do material e reduz a quantidade de resíduos gerados pela produção de frangos (VIEIRA, 2011), além de manter ou até mesmo melhorar o desempenho dos animais. No entanto, é necessário adotar tratamentos eficientes de cama para reduzir os riscos à saúde humana e das aves (DAI PRÁ E ROLL, 2019). Acidificadores, alcalizantes, adsorventes, gesso agrícola e superfosfato são os condicionadores mais utilizados no tratamento da cama aviária. O condicionador escolhido deve ser capaz de reduzir os pontos negativos e melhorar as características favoráveis da cama.

Entretanto, existem muitas divergências entre os resultados encontrados na literatura científica sobre os efeitos dos tratamentos no desempenho de frangos de corte e na qualidade da cama. O objetivo deste estudo foi comparar os tratamentos de cama sobre a qualidade do material e o desempenho dos frangos.

3.2 Material e Métodos

No presente estudo foi realizada uma revisão sistemática seguida de uma meta-análise. Nesta revisão, a busca da literatura foi realizada com amplos critérios de busca, para reduzir ao máximo o número de falsos negativos (estudos importantes não encontrados na fase de busca) e aumentar o número de falsos positivos (estudos encontrados durante a busca que não atendem aos critérios de inclusão) (TAMBELLA et al., 2018).

Os métodos de meta-análise apresentados neste estudo já foram descritos e publicados por outros autores (LEAN et al. 2009, 2014; RABIEE et al. 2012; TOLEDO et al., 2019).

3.2.1 Estratégia de pesquisa de literatura

A pesquisa de literatura para este estudo foi realizada entre junho e agosto de 2019, utilizando os seguintes bancos de dados eletrônicos: *PubMed (Medline)*, *Google Scholar*, *ScienceDirect* e *Scielo*. As pesquisas foram feitas através da combinação das palavras-chave: “*Poultry litter treatment*” e “*Broilers*”; “*Poultry litter treatment*” e “*Chickens*”; “*Poultry litter amendment*” e “*Broilers*”; “*Poultry litter amendment*” e “*Chickens*”; em estudos publicados em inglês português e espanhol.

Dois pesquisadores realizaram a pesquisa independentemente e selecionaram os estudos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos. Os estudos foram selecionados usando uma abordagem em duas etapas, primeiro analisando o título e o resumo, e depois, analisando o texto completo. Se não houvesse consenso, um terceiro pesquisador era acionado para responder a qualquer discrepância por meio de uma análise mais aprofundada.

3.2.2 Critérios de elegibilidade do estudo

Para serem incluídos na revisão sistemática, os estudos deveriam atender aos seguintes critérios: artigos completos de periódicos revisados por pares publicados entre 1998 e 2019; avaliação de diferentes tratamentos de cama em comparação ao grupo controle (sem tratamento); dados quantitativos suficientes para calcular o tamanho do efeito e uma descrição completa do delineamento experimental.

Foram excluídos da revisão sistemática: estudos publicados prévios a 1998; estudos com poedeiras e matrizes de corte; realizados *in vitro* ou em laboratório sem a presença de animais; estudos que não apresentavam médias e medidas de variabilidade; estudos em que a cama ou as aves foram experimentalmente inoculados com doenças.

3.2.3 Extração de dados quantitativos

Para reduzir a heterogeneidade entre os estudos, quando foram apresentados resultados de vários lotes (reutilização da cama) no mesmo artigo, os valores sempre foram extraídos do lote mais novo (variando do 1º ao 5º lote).

As variáveis de resposta extraídas para a meta-análise incluíram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de mortalidade de frangos de corte, enquanto que nas características de qualidade de cama incluíram concentração e volatização da amônia, pH, umidade e microbiota patogênica existente.

Dados adicionais foram extraídos, tais como: características do estudo publicado (autor, ano e local de publicação), características dos animais (tamanho da amostra, idade, linhagem e densidade (aves/m²)), características dos tratamentos (condicionador e dose utilizada) e número de reutilizações da cama.

3.2.4 Análise estatística

Foi utilizado um modelo de efeitos aleatórios *Der-Simonian-Laird* no software *Metafor* (2010) e *OpenMetaAnalyst* (2012) para analisar os dados extraídos. O modelo de efeitos aleatórios, considera a existência não apenas da variação dentro de cada estudo, mas também a variação entre os estudos, ou seja, ele considera que os efeitos dos estudos não são iguais, mas que são conectados por meio de uma distribuição de probabilidade (BORENSTEIN et al., 2009; SUTTON et al., 2000; BERMAN E PARKER, 2002). Cada artigo incluído na meta-análise foi considerado como uma amostra aleatória pertencente a uma população maior de artigos (LEAN et al., 2009, 2014).

Dos artigos selecionados na meta-análise foram extraídos a média, desvio padrão e o número de repetições em cada tratamento. Quando os artigos apresentaram o desvio padrão (SD) para cada grupo esses valores foram utilizados diretamente na meta-análise. Quando uma única medida comum de precisão foi apresentada para todas as médias de grupo o mesmo valor foi usado para os grupos tratados e controle na meta-análise. Nos casos em que o desvio padrão não foi relatado foi calculado a partir do erro padrão da média, coeficiente de variação ou intervalo de confiança.

Devido a natureza distinta das variáveis respostas analisadas o cálculo foi realizado de duas maneiras: através da diferença média (MD) entre o grupo tratado e grupo controle e pela diferença média padronizada (SMD). A análise SMD foi calculado através da diferença entre cada uma das camas tratadas e não tratadas divididas pelo desvio padrão.

$$\text{SMD} = (\text{cama tratada} - \text{controle}) / \text{desvio padrão combinado}$$

Um MD ou SMD zero de indicou que a cama tratada e o controle tiveram efeitos equivalentes.

3.2.4.1 Análise de subgrupos

As análises de subgrupos foram realizadas dividindo-se diferentes condicionadores de cama em subgrupos de acordo com suas características, a fim de investigar resultados heterogêneos e fazer comparações entres esses grupos.

Os acidificantes foram formados pelo sulfato de alumínio, bissulfato de sódio, permanganato de potássio, cloreto de alumínio, sulfato ferroso, alúmen, argila acidificada, ácido fosfórico hidroclórico-cítrico e *SoftAcid*™.

O subgrupo dos alcalinizantes foi formado por cal hidratada, cal virgem, calcário calcítico e calcário dolomítico. A sepiolita, zeolita, bentonita e carvão pertenciam ao subgrupo dos adsorventes. Por sua vez, o gesso e os superfosfato por não se enquadrarem às características dos demais foram analisados em subgrupos separados.

Foi identificado que para alguns tratamentos e variáveis respostas não houve repetições de publicações. Por esse motivo, o superfosfato foi excluído da meta-análise de subgrupos de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar por apresentar somente o estudo de Ferreira et al. (2004) e, para a variável umidade apenas Bordignon (2013).

O subgrupo fermentação foi excluído da meta-análise, pois, Oliveira et al. (2015) foi o único trabalho para as variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, Loch et al. (2011) foi o único estudo para amônia, pH e umidade e, Lopes et al. (2015) a única publicação para microbiota patogênica.

3.2.4.2 Gráfico de floresta

Os efeitos do tratamento sobre a cama aviária foram apresentados em gráficos de floresta. Para as variáveis de ganho de peso, consumo de ração, concentração e volatilização da amônia e microbiota patogênica foi utilizada a SMD

para efeitos aleatórios. Para conversão alimentar, mortalidade, pH e umidade foi utilizada a MD para efeitos aleatórios do modelo.

A linha vertical indica diferença zero ou nenhum efeito (entre o grupo tratado e o grupo não tratado). Pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução da variável resposta, enquanto que os pontos à direita da linha indicam um aumento da variável resposta na cama tratada. O tamanho total do efeito combinado e o intervalo de confiança de 95% são indicados pelo diamante na parte inferior do gráfico de floresta.

3.2.4.3 Análise de heterogeneidade

A mensuração da heterogeneidade foi realizada pelo teste do qui-quadrado (Q) e a estatística I^2 (HIGGINS E THOMPSON, 2002). Os valores de I^2 variam de 0 a 100% e valores próximo a 25% indica baixa heterogeneidade, próximo a 50% indica heterogeneidade moderada e próximo a 75% indica alta heterogeneidade entre os estudos (BORENSTEIN et al., 2009; SUTTON et al., 2000; ZIEGELMANN et al., 2010; ROVEVER, 2016). Valores maiores que 50% indicaram heterogeneidade significativa (Lean et al. (2014).

3.3 Resultados

3.3.1 Pesquisa de literatura e informações extraídas

A pesquisa de literatura nas bases eletrônicas para estudos publicados nos últimos 21 anos (1998 – 2019) resultou em 5891 registros. Após a retirada de publicações duplicadas o total foi de 5866 artigos. Uma seleção destes artigos foi feita em relação ao título e resumo, o que resultou em 5801 artigos excluídos. As 65 publicações restantes foram avaliadas conforme o texto completo. Destes, 35 artigos atenderam aos critérios de inclusão pré-estabelecidos. Assim, após a retirada de artigos que não apresentavam medidas de variabilidade, ou que não apresentavam repetições para subgrupo, ou que usavam um desafio à saúde das aves, restaram 26 artigos para a meta-análise.

Na Figura 1, é possível identificar o número de artigos selecionados e excluídos em cada etapa da revisão sistemática e meta-análise.

Três artigos submeteram os animais a um desafio sanitário antes de avaliar o condicionador utilizado no tratamento da cama. Desta forma, Neto et al. (2007), Assis et al. (2013) e Soliman e Hassan (2017), foram excluídos da meta-análise por desafiar os animais com *Escherichia coli*, coccidiose e amônia, respectivamente.

Younis et al. (2016), foram excluídos da meta-análise porque as medidas de variabilidade não foram apresentadas. Cemek et al. (2016), foram excluídos por apresentar apenas uma repetição para o grupo tratado e não tratado.

Para alguns tratamentos de cama não foram encontrados mais de um artigo publicado que atendiam os critérios de inclusão e, portanto, foram excluídos da meta-análise, a saber: biocatalizador enzimático (*Rydall*) e cultura de bactérias (*Mizuho*) (Atapattu et al., 2017); extrato de *Yucca Shidigera* (Onbasilar et al., 2013); polímeros não absorventes (Timmons e Harter-Dennis, 2011), e tratamento biodegradável (Senyondo, 2013).

A tabela 1 mostra as características dos estudos incluídos na meta-análise.

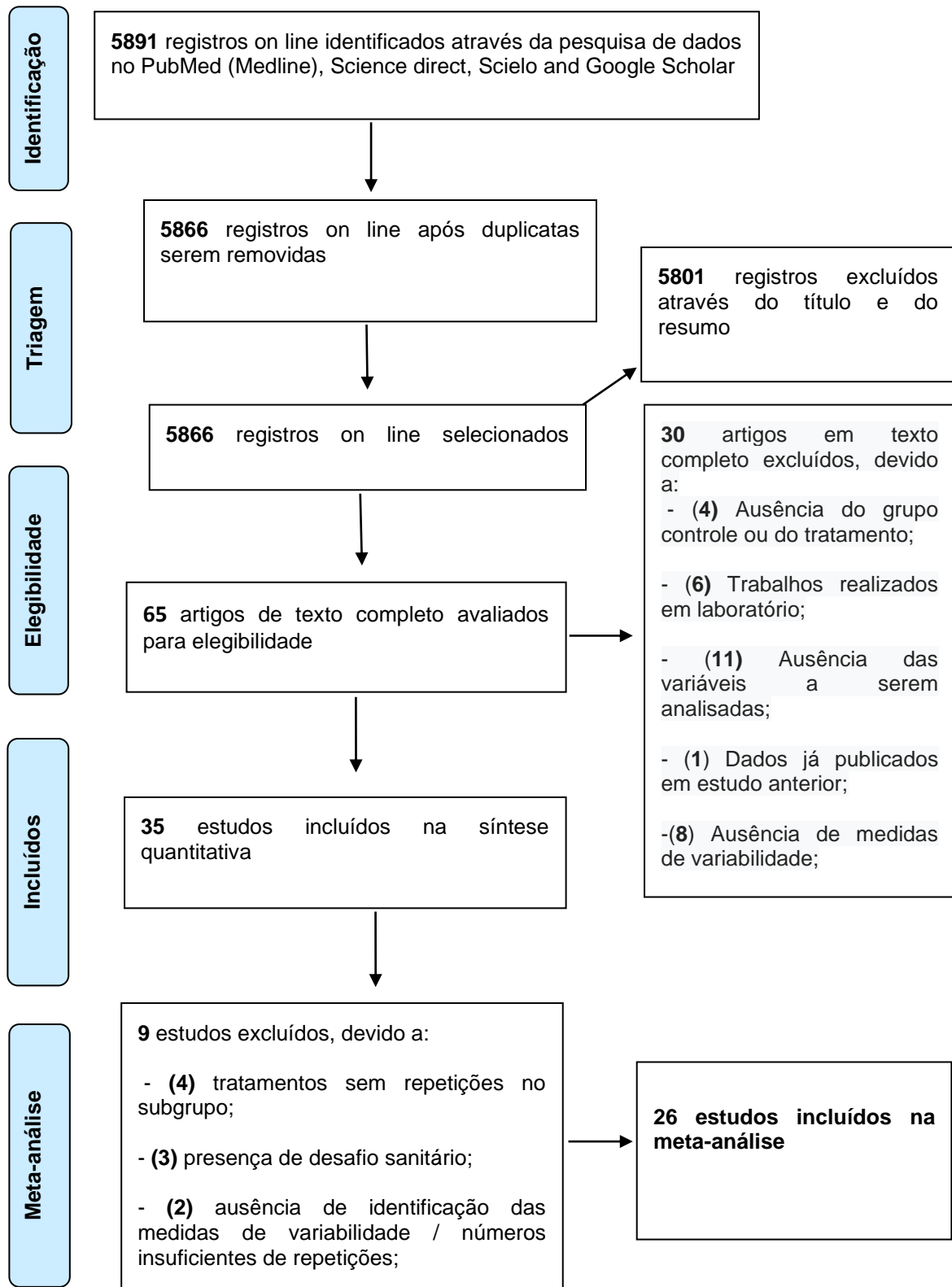


Figura 1. Diagrama adaptado das diretrizes do PRISMA-P (MOHER et al., 2009), mostrando o número total de registros identificados e o número de registros filtrados em cada etapa do processo de seleção dos estudos a partir da revisão sistemática sobre tratamentos de cama aviária.

Tabela 1. Detalhes dos 26 estudos incluídos na metanálise.

Autor (ano)	País	Condicionadores	Dosagem	Cama aviária	Linhagem	Aves/m²	Variáveis respostas
Avcilar et al. (2018)	Turquia	SEP	25 e 50%	2 e 1	Ross	ND	GP, CR, C, NH ₃ , pH, U
Bordignon (2013)	Brasil	G, LI, SP, AS, HL	0.500, 0.500, 0.500, 1.000 e 0.300 kg	1	ND	16	NH ₃ , pH, U
Bruno et al. (1999)	Brasil	G	5, 10, 15 e 20 kg	1	Hubbard	9	GP, CR, CA, Mort
Celen e Alkis (2009)	Turquia	ALU	0.091 kg/ave	3 e 6	Ross	ND	pH
Chung et al. (2015)	Coréia do Sul	AS	100g/kg	2	Arbor Acres	ND	NH ₃ , pH, Micro
Do et al. (2005)	Coréia do Sul	FS, AS, AC, Alum + CaCO ₃ , AC+CaCO ₃ , PP	1.150, 1.150, 1.150, 1.150, 1.150 e 0.115 kg/m ²	4	Arbor acres	ND	pH, U
Ferreira et al. (2004)	Brasil	AS, G, SP, HL	100 g/kg, 40% do peso vivo, 30 kg/to, 0.5 kg/m ²	1	ND	12	GP, CR, CA
Furlan (2017)	Brasil	AS	200, 400 and 600g/m ² - 200 400 e 600g/m ² - 1568g/m ²	2	Cobb	8- 9- 8	GP, CR, CA, NH ₃ , Ph
Garrido et al. (2004)	Noruega	SAC	7% do peso vivo	1	Ross	ND	CR, CA, pH, Mo, Micro
Li et al. (2013)	EUA	SB	244g/2 semanas/m ²	1	Ross	ND	CA, Mort, NH ₃ , pH, U
Loch et al. (2011)	Brasil	COMP, AS, G, QUI, DL, ZEO, CH	-, 0.56kg/m ² , 40% do peso total, 0.5kg/m ² , 1.5kg/m ² , 5% do peso vivo, 20% do peso total	5	Ross	10	NH ₃ , pH, U
Lopes et al. (2015)	Brasil	QUI, TAR, QUI+TAR	300g/m ² , - , 300g/m ²	1	Cobb	12	Micro
Madrid et al. (2012)	Espanha	AS	0.25kg/m ²	1	Ross	9	NH ₃
McWard e Taylor (2000)	EUA	ACC, ALU, SB ALU, ACC, ACC	ND	ND	Cobb X Hubbard Cobb x Cobb	ND	GP, CA

Nagaraj et al. (2007)	EUA	SB	0.02kg/m ² no dia 1, 0.04kg/m ² no dia 1, 0.02kg/m ² no dia 1 no dia 21	1	ND	10	CA, Mort, U
Oliveira et al. (2003)	Brasil	AS, G, HL	490g/m ² , 40% do peso total, 0.5kg/m ²	2	ND	12	NH ₃ , pH
Oliveira et al. (2004)	Brasil	AS, G, SP, HL	100g/kg, 40% do peso total, 30 kg/ton, 0.5kg/m ²	1	ND	12	NH ₃ , Ph
Oliveira et al. (2015)	Brasil	COMP, AS, G, QUI, DL, ZEO, CH	-, 0.56kg/m ² , 40% of total weight, 0.5kg/m ² , 1.5kg/m ² , 5% of total weight, 20% of total weight	5	ND	10	GP, CR, CA
Purswell et al. (2013)	EUA	SB	0.48kg/m ² no dia 1, 0.48kg/m ² no dia 1 e 28, 0.48kg/m ² no dia 1, 14, 28 e 43 e 0.48kg/m ² no dia 1, 24 e 43	1	ND	ND	GP, CR, FA, Mort, NH ₃
Ruiz et al. (2008)	EUA	QUI	10 e 15%	1	ND	12	CR, CA, Mort, pH, U
Sahoo et al. (2017)	Índia	ALU, SB	90 e 25g	ND	Vencobb	ND	GP, CR, CA, pH, U, Micro
Sampaio et al. (1999)	Brasil	G	5, 10, 15 e 20kg	1	Cobb	9	NH ₃ , Micro
Taherparvar et al. (2016)	Irã	BEN, QUI	3 e 1.5kg/m ³	ND	Ross	ND	GP, CR, CA, pH, U, Micro
Tasistro et al. (2007)	EUA	AFC, SB	1:25, 0.244kg/m ²	6 e 1	Cobb	ND	pH
Toppel et al. (2018)	Alemanha	SB	250 e 150g/m ²	ND	Ross	ND	pH
Zhang et al. (2011)	China	ALU	1 kg/m ²	2	Arbor Acres	12- 16- 20	GP, CR, CA, pH, U

EUA = Estados Unidos da América; SEP = sepiolita; G = gesso; LI = calcário; SP = superfosfato; SA = sulfato de alumínio; CH = cal hidratada; ALU = alúmen; SF = sulfato ferroso; CA = cloreto de alumínio; ALU + CaCO₃ = alúmen + carbonato de cálcio; CA + CaCO₃ = cloreto de alumínio + carbonato de cálcio; PP = permanganato de potássio; SAC = SoftAcid (uma mistura de lenhossulfonato de sódio, ácido fórmico e ácido propiônico); BS = bissulfato de sódio; COMP = compostagem; C = cal; CL = calcário dolomítico; ZEO = zeólita; CAR = carvão TAR = tarp; ACC = argila acidificada; BEN = bentonita; AFC = produto que contém ácidos fosfórico + clorídrico + cítrico; ND = indefinido; 1 = maravalha; 2 = casca de arroz; 3 = serragem; 4 = farelo de arroz; 5 = elefante picado; 6 = palha; GP = ganho de peso; CR = consumo de ração; CA = conversão alimentar; Mort = mortalidade; NH₃ = amônia; U = umidade; Micro = microbiota.

3.3.2 Consumo de ração

O gráfico de floresta (Figura 2), mostrou que não houve diferença estatística entre o grupo tratado e o grupo não tratado para consumo de ração (SMD= -0.003, IC= -0.206 – 0.199, P= 0.973). Desta forma, os tratamentos de cama aviária não afetaram o comportamento alimentar das aves.

Para o efeito geral do tratamento da cama no consumo de ração foi observada heterogeneidade não significativa ($I^2= 0\%$ e $P= 0.576$). Portanto, a análise de subgrupos também mostra que não há efeito do tratamento da cama no consumo de ração ($P > 0.05$).

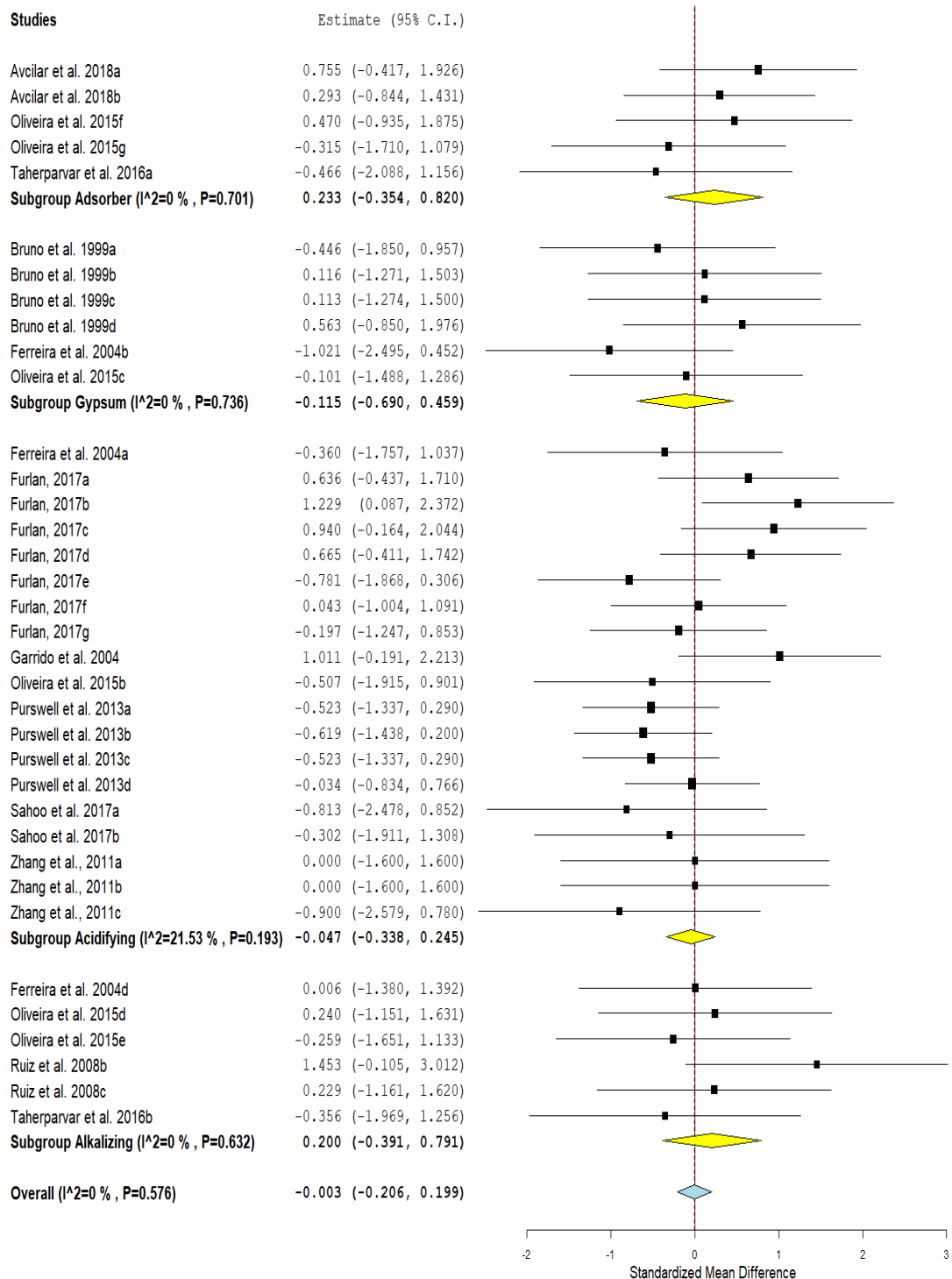


Figura 2. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito dos tratamentos de cama no consumo de ração de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução na ingestão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na ingestão de ração em frangos de corte criados em camas tratadas.

3.3.3 Ganho de peso

O ganho de peso em frangos de corte criados sobre cama tratada é mostrado na Figura 3. O diamante no gráfico de floresta mostra um efeito geral positivo no ganho de peso de frangos de corte criados sobre cama tratadas em comparação com camas não tratadas (SMD= 0.366, IC= 0.027 – 0.705, P= 0.034).

Esse efeito foi heterogêneo, conforme indicado por $I^2= 65.76\%$ e valor $P < 0.001$. A análise de subgrupos revelou uma resposta favorável para ganho de peso em frangos de corte criado em camas tratadas com acidificantes (SMD= 0.570, IC= 0.095 – 1.044, P= 0.019). As camas tratadas com adsorventes, alcalinizantes e o gesso não diferiram estatisticamente do grupo controle ($P > 0.05$). Entretanto, no gráfico de floresta é possível visualizar uma tendência positiva para ganho de peso de aves criadas em camas tratadas com adsorventes e gesso e, uma tendência negativa naquelas criadas sobre camas alcalinizadas quando comparadas a camas não tratadas.

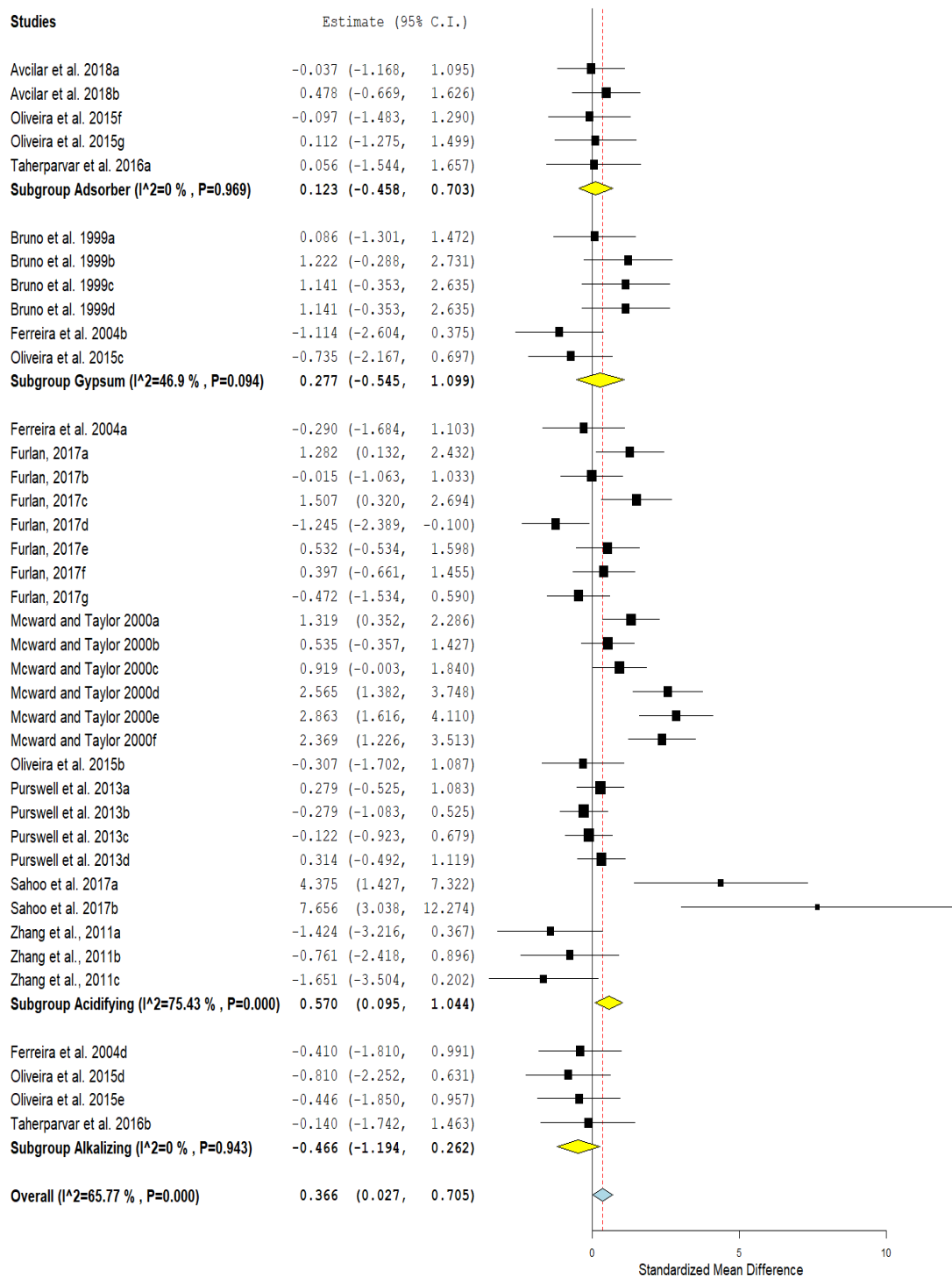


Figura 3. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do efeito do tratamento da cama no ganho de peso de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma redução no ganho de peso, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento no ganho de peso de frangos de corte criados em camas tratadas.

3.3.4 Conversão Alimentar

Na Figura 4, é possível identificar que a utilização de condicionadores nas camas aviárias comparadas a camas não tratadas não apresentou diferença estatística, embora, seja possível visualizar uma tendência positiva para a melhora da conversão alimentar no grupo tratado (SMD= -0.013, IC= -0.029 – 0.002, P= 0.086).

Este efeito foi heterogêneo como indicado por $I^2= 78.68\%$ e $P < 0.001$. Na análise de subgrupos as aves criadas em camas tratadas com gesso (SMD= -0.063; IC= -0.117 - -0.009, P= 0.023) apresentaram melhor conversão alimentar do que as do grupo controle. Em contrapartida, os alcalinizantes (SMD= 0.034, IC= 0.015 – 0.053, P< 0.001) tiveram uma pior conversão alimentar. A conversão alimentar das aves criadas sobre camas tratadas com adsorventes foi semelhante às criadas em camas não tratadas ($P > 0.05$). Os acidificantes apesar de não diferirem estatisticamente do grupo controle (SMD= -0.018, IC= -0.037 - 0.001, P= 0.067) demonstraram uma tendência de melhorar a conversão alimentar.

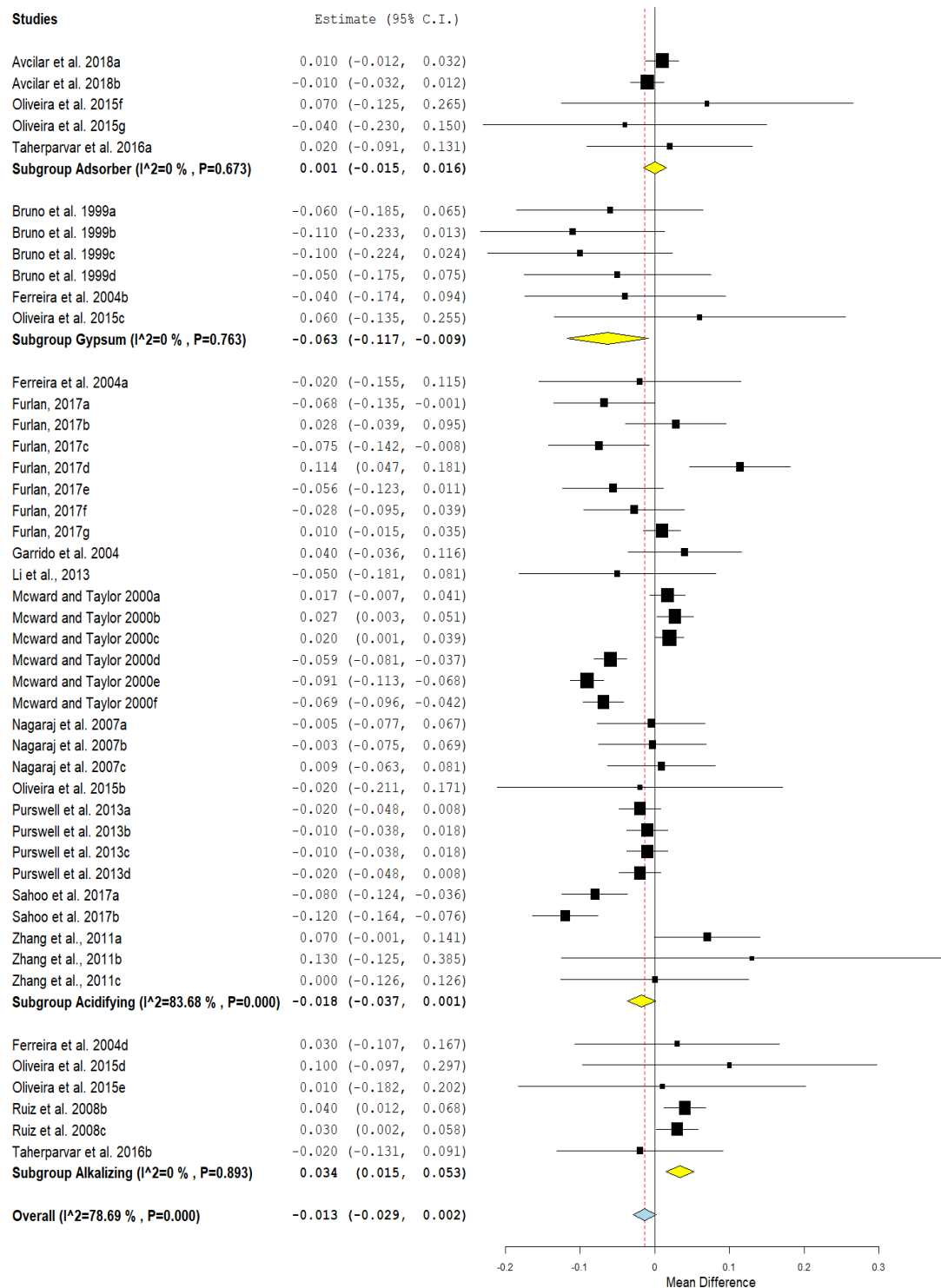


Figura 4. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do efeito do tratamento de cama na conversão alimentar dos frangos. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha vertical sólida representam uma melhoria na conversão de ração, enquanto os pontos à direita da linha indicam uma piora na conversão de ração em frangos de corte criados em cama tratadas.

3.3.5 Mortalidade

Na taxa de mortalidade não houve diferença estatística entre o grupo tratado e o grupo não tratado (SMD= -0.278, IC= -0.750 – 0.195, P= 0.249). Entretanto, é possível visualizar uma tendência positiva na utilização de condicionadores (Figura 5).

Este efeito foi heterogêneo como indicado por $I^2= 84,72\%$, $P < 0.001$. A análise de subgrupos mostra que no grupo tratado com acidificantes ocorreu uma redução significativa na taxa de mortalidade quando comparado ao grupo controle (SMD= -0.664, IC= -0.932 - -0.397, $P < 0.001$). Já no tratamento dos alcalinizantes ocorreu um aumento significativo na mortalidade dos frangos de corte (SMD= 1.020, IC=0.648 – 1.392, $P < 0.001$). Não houve efeito significativo do tratamento da cama com gesso na taxa de mortalidade em relação ao grupo controle ($P > 0.05$), embora, o gráfico mostre uma tendência de redução nessa variável.

Por meio desta revisão sistemática foi possível verificar que dos 26 estudos incluídos na meta-análise apenas 5 artigos avaliaram a taxa de mortalidade.

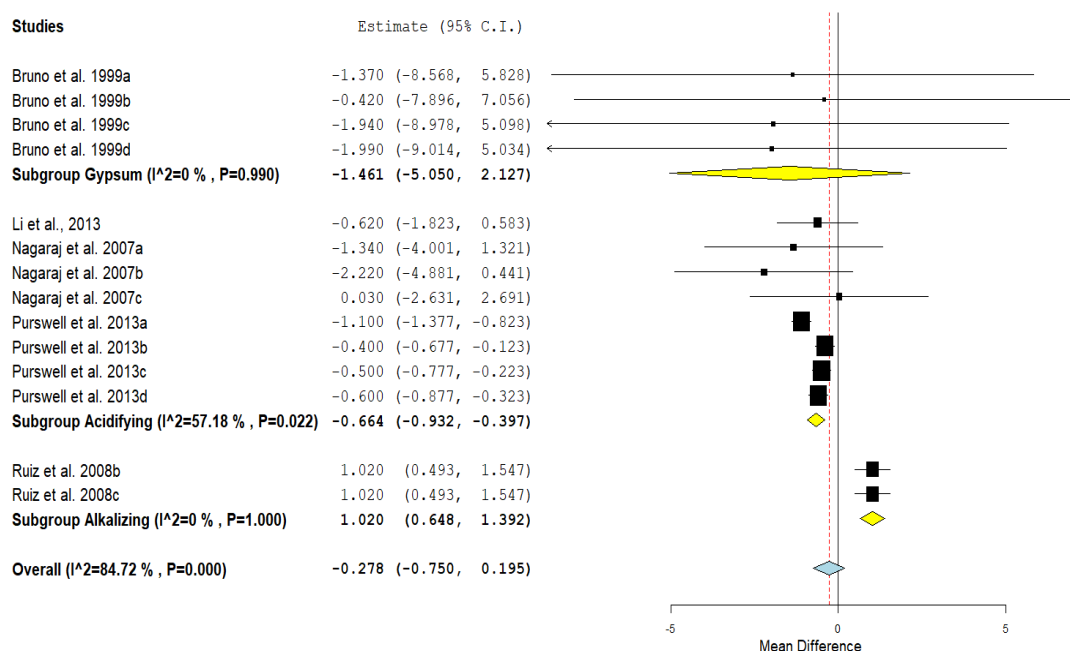


Figura 5. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na taxa de mortalidade de frangos de corte. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na mortalidade, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na mortalidade em frangos criados em camas tratadas.

3.3.6 Amônia

Na Figura 6, é mostrado que o tratamento da cama com condicionadores reduz a concentração e volatilização da amônia em comparação com o grupo controle (SMD= -1.014, IC= -1.722 – -0.306, P= 0.005).

Este efeito foi heterogêneo ($I^2= 86.39\%$, $P < 0.001$). Na análise dos subgrupos houve uma redução significativa da amônia com a utilização do gesso (SMD= -6.375, IC= -11.354 - -1.396, P= 0.012) e acidificante (SMD= -1.075, IC= -1.898 - -0.251, P= 0.011) como tratamentos. Os grupos dos alcalinizantes, adsorventes e superfosfato não diferiram estatisticamente do grupo controle ($P > 0.05$).

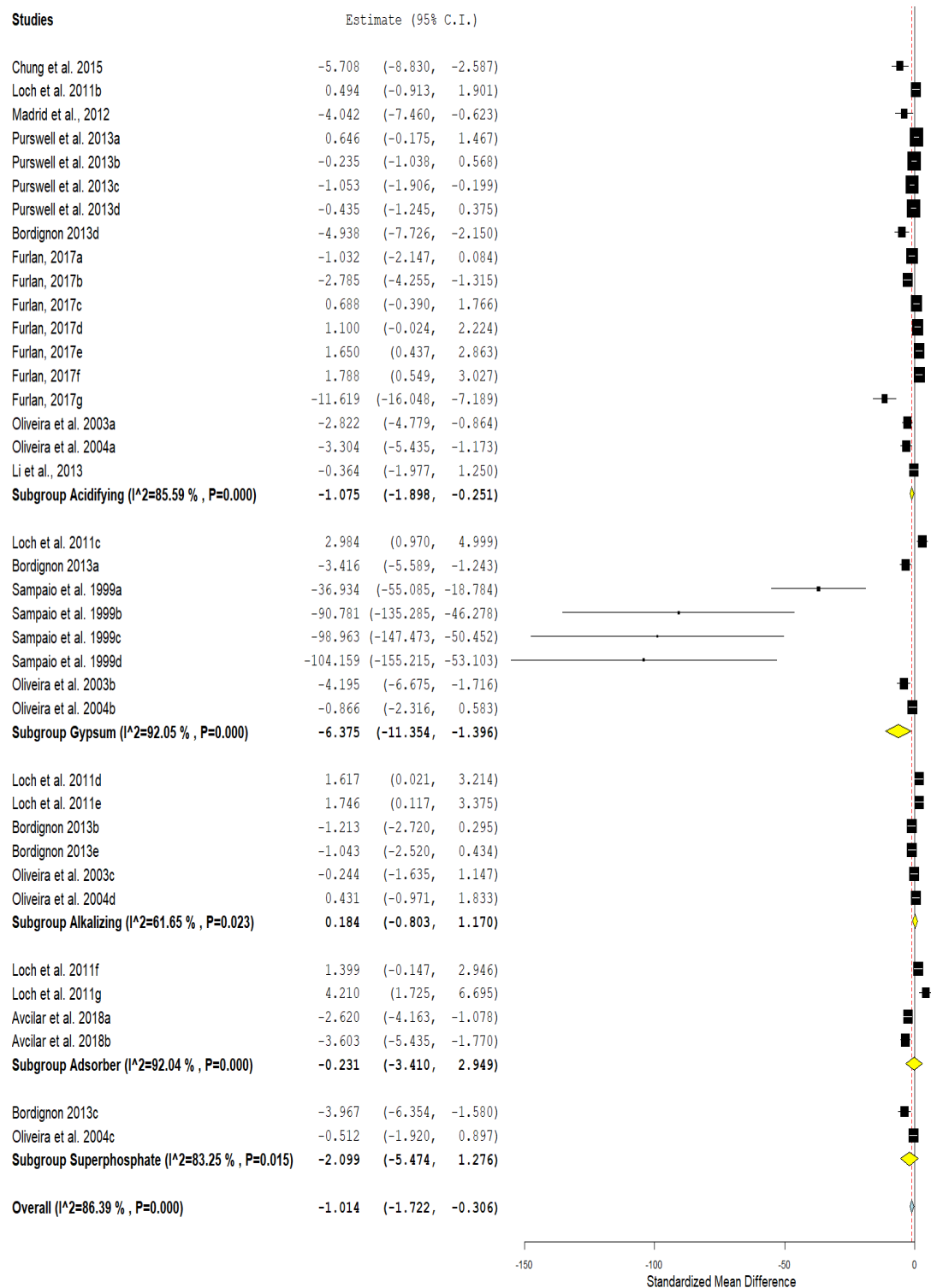


Figura 6. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na concentração e volatilização da amônia. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na amônia, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento da amônia em camas tratadas.

3.3.7 pH

Como pode ser visto na Figura 7, o uso de condicionadores afeta significativamente o pH da cama (SMD= -0.293, IC= -0.414 – -0.172, $P < 0.001$).

No entanto esse efeito foi heterogêneo ($I^2= 93.62\%$, $P < 0.001$). Na análise dos subgrupos os acidificantes (SMD= -0.579, IC= -0.752 - -0.406, $P < 0.001$) e o superfosfato (SMD= -0.832, IC= -1.274 - -0.389, $P < 0.001$) apresentaram valores mais baixos de pH em comparação a camas não tratadas. Os agentes alcalinizantes, por sua vez, apresentaram valores mais altos de pH (SMD= 0.576, IC= 0.042 – 1.111, $P= 0.035$). Os adsorventes e o gesso ($P > 0.05$) demonstraram uma tendência de reduzir o pH da cama.

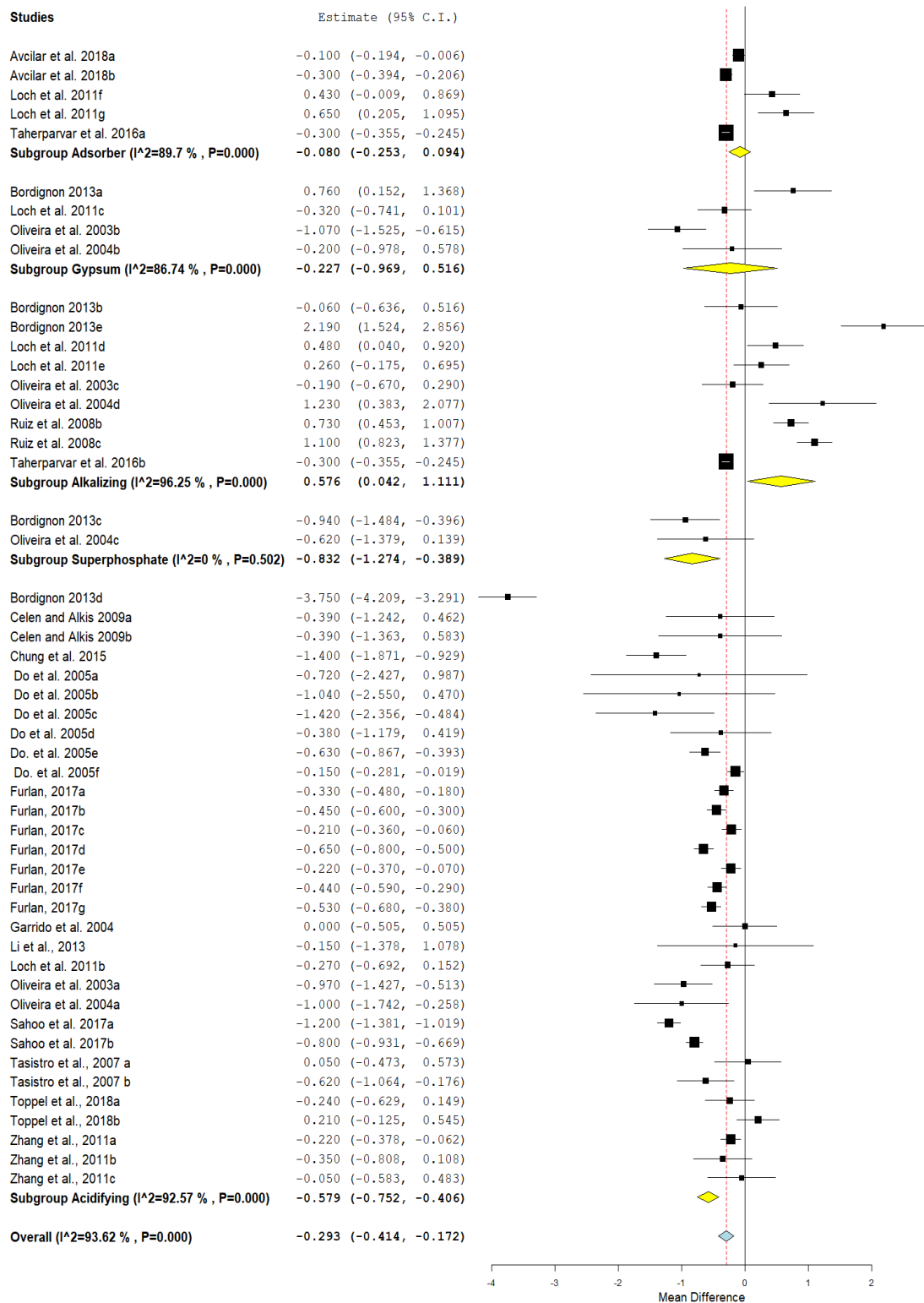


Figura 7. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama no pH. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução no pH, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento no pH em camas tratadas.

3.3.8 Umidade

Na Figura 8, é mostrado o efeito positivo geral dos tratamentos na redução da umidade da cama em comparação com camas não tratadas (SMD= -2.103, IC= -2.638 – -1.567, $P < 0.001$).

Este efeito foi heterogêneo ($I^2= 97.72\%$, $P < 0.001$). A análise dos subgrupos mostrou que a utilização de acidificantes (SMD= -6.438, IC= -10.416 - -2.460, $P= 0.002$), adsorventes (do tipo alumínio silicato) (SMD= -4.959, IC= -8.562 – -1.375, $P= 0.007$) e agentes alcalinizantes (SMD= -1.253, IC= -1.849 - -0.658, $P < 0.001$) reduziu o teor de umidade da cama. O gesso demonstrou apenas uma tendência em reduzir a umidade da cama em comparação as camas não tratadas (SMD= -3.503, IC= -9.821 - -2.816, $P= 0.277$).

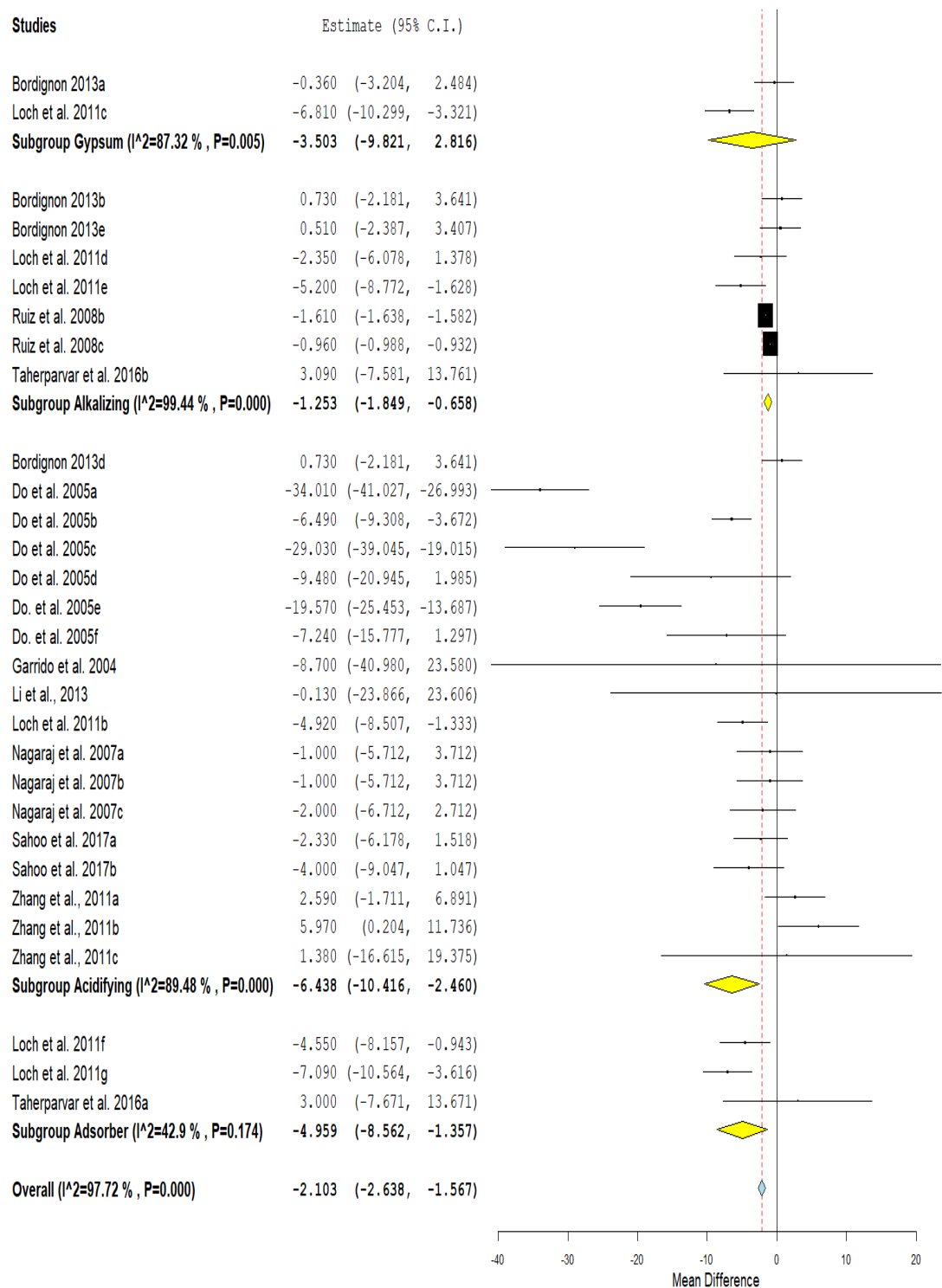


Figura 8. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na umidade. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na umidade, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na umidade em camas tratadas.

3.3.9 Microbiota Patogênica

A utilização de condicionadores na cama aviária demonstrou um efeito geral positivo (Figura 9) para a redução da microbiota patogênica (SMD= -1.457, IC= -2.118 – -0.796, $P < 0.001$).

Este efeito foi heterogêneo ($I^2 = 68.44\%$, $P < 0.001$). Na análise dos subgrupos os acidificantes (SMD= -1.214, IC= -1.866 - -0.562, $P < 0.001$) e os alcalinizantes (SMD= -1.753 IC= -2.792 - -0.713 $P < 0.001$) também promoveram uma redução da microbiota patogênica. Gesso e adsorventes mostraram uma tendência positiva na redução da microbiota patogênica nas camas tratados.

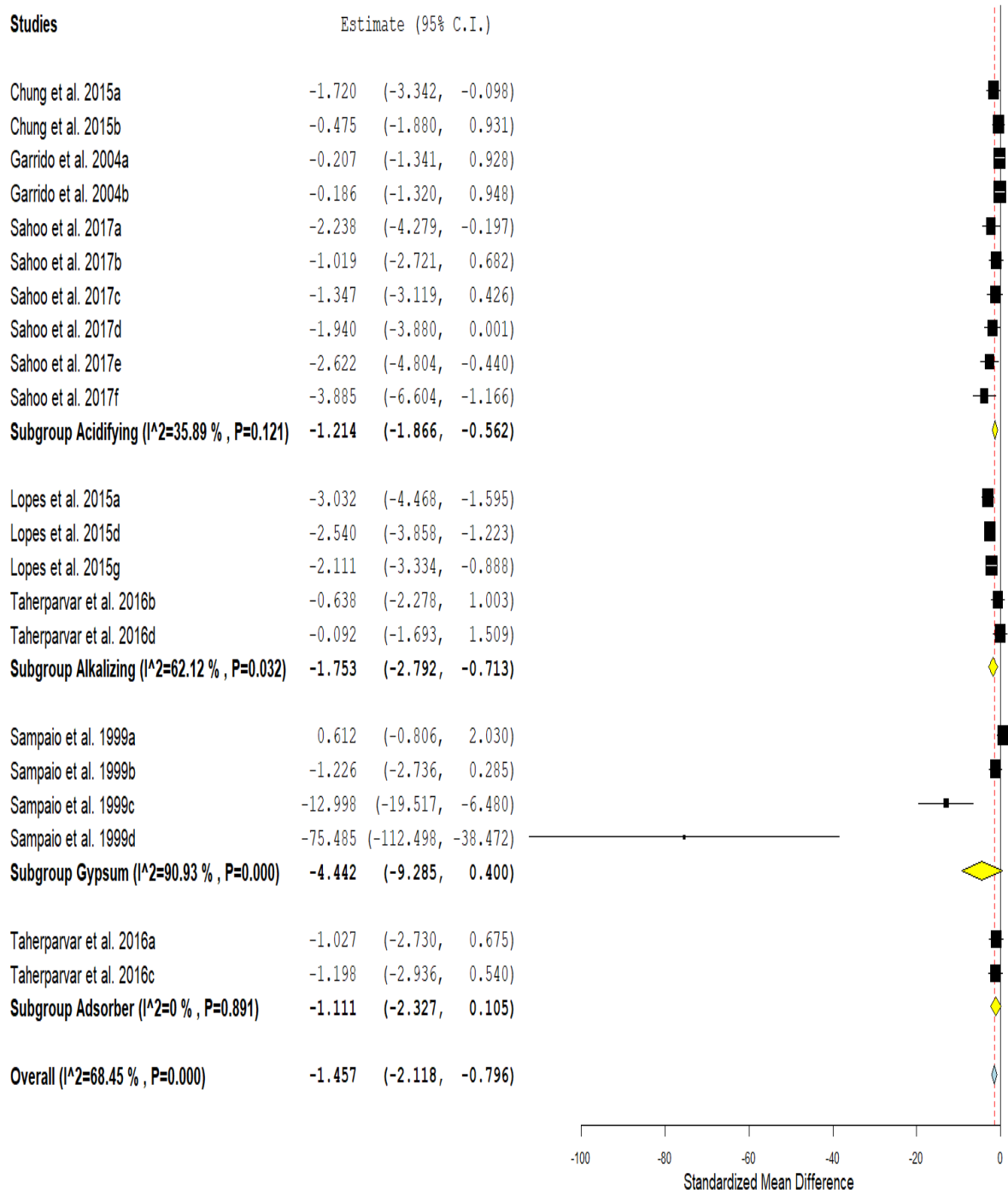


Figura 9. Gráfico de floresta do tamanho do efeito ou diferença média padronizada e intervalo de confiança de 95% do tratamento de cama na microbiota patogênica. A linha vertical sólida representa uma diferença média de zero ou nenhum efeito. Os pontos à esquerda da linha representam uma redução na microbiota patogênica, enquanto os pontos à direita da linha indicam um aumento na microbiota patogênica em camas tratadas.

3.4 Discussão

3.4.1 Pesquisa de literatura e informações extraídas

Esta pesquisa sistemática da literatura mostra que 31% dos estudos incluídos nesta meta-análise são muito recentes tendo sido publicados de 2019 a 2015, 42% deles são recentes (2014 - 2005) e, 27% não tão recentes (2004 - 1999).

Este estudo apresenta resultados obtidos em 10 países representando os continentes europeu, asiático e americano, cada um com suas características de cultura, tecnologia e gestão, dificultando a descrição da realidade de cada região.

O Brasil apresenta o maior número de estudos (sete), seguido pelos Estados Unidos da América (EUA), com seis estudos. Esses resultados coincidem com o fato de o Brasil e os Estados Unidos serem, respectivamente, o primeiro e o segundo maiores exportadores de carne de frango do mundo (ABPA, 2020), refletindo a importância desse tópico de pesquisa para esses dois países. Apesar disso, os estudos mencionados incluem países emergentes do ponto de vista da produção de frangos de corte como Índia, Espanha, Turquia e Coreia do Sul.

Do total de estudos incluídos na meta-análise 23 tratamentos diferentes foram avaliados (Tabela 1). É possível observar que o tratamento de cama mais utilizado e estudado no mundo utiliza substâncias acidificantes que visam melhorar sua qualidade reduzindo significativamente seu pH.

3.4.2 Resumo dos principais resultados sobre a qualidade da cama e desempenho de frangos de corte

Os resultados gerais da meta-análise demonstram que o uso de condicionadores de cama é benéfico para as características de qualidade da cama (Figuras 6, 7, 8 e 9) e ganho de peso (Figura 3). No entanto, esse resultado está associado a um grau moderado de heterogeneidade.

Portanto, a hipótese de superioridade do tratamento da cama deve ser analisada com cautela, pois, dependendo da característica avaliada os tratamentos podem ter resultados contraditórios, mas podem ser igualmente satisfatórios para os produtores de frangos de corte como acontece, por exemplo, no efeito da acidificação e alcalinização no pH da cama.

Segundo Oliveira et al. (2003) e Neme et al. (2000), o tratamento de cama com condicionadores pode provocar a redução da volatilização da amônia e o favorecimento do aumento na retenção do nitrogênio através de reações químicas. Miragliota et al. (2005) descrevem que a emissão de amônia aumenta quando fatores como temperatura, pH e umidade estão elevados. Carr et al. (1990), relatam que emissões de amônia se correlacionaram positivamente com o pH da cama, enquanto que Graças et al. (1990), comentam que a volatilização da amônia está positivamente relacionada com a umidade. Neme et al. (2000), ainda explicam que o pH da cama tem um papel importante na volatilização de amônia. Uma vez formada, a amônia livre estará em uma das duas formas: amônia sem carga (NH_3) ou na forma de íon amônio (NH_4^+), dependendo do pH da cama, pois a concentração de amônia aumenta com o aumento do pH. A volatilização de amônia é menor quando o pH da cama está abaixo de 7,0, mas é substancial quando está acima de 8,0, sendo que a decomposição do ácido úrico é favorecida em condições de pH alcalino.

Desta forma, a cama tem condição especial para o desenvolvimento bacteriano com valores de pH entre 8 e 9 em camas reutilizadas e, atividade de água entre 0,90 e 0,92 (DAI PRÁ et al., 2009). A cama oferece condições ao desenvolvimento de muitas bactérias indesejáveis, como por exemplo, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e *Staphylococcus aureus* (WERLE et al., 2010). A microbiota da cama é extremamente diversificada em função do contínuo aporte de material fecal durante o ciclo de criação, além da incorporação de fungos e bactérias do ambiente (JORGE et al., 1995). Neste contexto é muito comum o conceito de que o simples acúmulo fecal na cama resulta em aumento de micro-organismos patogênicos, além de intensificar a geração de gases prejudiciais à saúde das aves (WATSON et al., 2003). Além disso, Roll et al. (2011), comentam que a reutilização da cama aumenta o teor de umidade e as bactérias desnitrificantes que intensificam a produção de amônia. A amônia é um gás incolor e irritante para as mucosas afetando tanto a saúde dos animais quanto de humanos com exposição diária e frequente. A amônia quando inalada em quantidades superiores a 25 ppm, causa perda de peso nas aves (LOTT, 2003) e superiores a 60 ppm, predispõe as mesmas a problemas respiratórios promovendo o aumento das complicações secundárias após as vacinações. Podendo inclusive, ocorrer a redução de taxa e profundidade da respiração, prejudicando assim os processos fisiológicos de trocas gasosas, além de contribuir para a desclassificação

de carcaça devido às lesões na pele (OLIVEIRA et al., 2003). O desenvolvimento de problemas oculares (ceratoconjuntivite) em aves também se destaca (MILES, et al., 2006). Ritz et al. (2005), comentam que altos níveis de amônia deprimem o desempenho e pioram a conversão alimentar dos frangos. A amônia afeta negativamente o crescimento e o desempenho de frangos de corte (WANG et al., 2010). Segundo Terzich et al. (1998), as reduções de amônia promovem melhor desempenho das aves sob condições comerciais.

Assim, possivelmente ocorra uma interação entre os fatores, de forma que, uma variável possa acabar afetando outra. Entretanto, o consumo de ração foi a única variável a não sofrer influência dos tratamentos (Figura 2). Pode-se inferir que provavelmente os tipos de condicionadores de cama não exerceram um efeito suficiente para conseguir alterar o comportamento alimentar. Este resultado pode ser explicado pelas necessidades comportamentais básicas das aves que priorizam o consumo de alimentos para a sobrevivência que não é alterado dentro dos limites normais da qualidade da cama.

Entre os subgrupos, os acidificantes demonstraram ter um efeito positivo para todas as variáveis analisadas. Os agentes acidificantes atuam diminuindo o pH e inibindo a ação bacteriana na conversão de nitrogênio em amônia (RITZ et al., 2005). Segundo Tiquia e Tam (2000), a redução do pH melhora as condições dentro das instalações, uma vez que, a amônia somente volatiliza em condições de alcalinidade. Além disso, Roll et al. (2011) e Chung et al. (2015), comentam que os acidificantes contribuem para a inativação de bactérias patogênicas por criar um ambiente desfavorável para seu desenvolvimento. Essas características, associadas a um maior número de publicações encontradas, provavelmente são os responsáveis pelos resultados positivos obtidos por este tratamento na meta-análise. Dentro do grupo de acidificantes, o sulfato de alumínio foi a substância mais utilizada. O sulfato de alumínio produz 6 mols de H^+ , quando se dissolve, o H^+ produzido por esta reação reage com NH_3 para formar NH_4^+ , que podem reagir com os íons sulfato, formando 3 mols de sulfato de amônio que é solúvel em água (MOORE et al., 1999). Oliveira et al. (2004), Chung et al. (2015), McWard e Taylor (2000), Moore et al. (1996), Silva et al. (1998), DeLaune et al. (2004), Burgess et al. (1998), Sims e Luka-McCafferty (2002), Line e Bailey (2006), e Bordignon (2013) mencionam o efeito positivo do sulfato de alumínio na redução do pH, umidade, volatilização da amônia e microbiota patogênica. Moore et al. (1999), Line (2002),

McWard e Taylor (2000), e Oliveira et al. (2003), também relatam o efeito positivo da sua utilização na cama sobre as características de desempenho das aves. Outros acidificantes são válidos para melhorar as características da cama e desempenho de frangos de corte, como: ácido propiônico, fosfato de cálcio monobásico, ácido fosfórico, sulfato de ferro (NAGARAJ et al., 2007), cloreto de alumínio (CHOI E MOORE, 2008), ácido cítrico (Ivanov, 2001), bissulfato de sódio (POPE E CHERRY, 2000; PURSWEL et al., 2013; LI et al., 2013) e alúmen (YOUNIS et al., 2016; MOORE et al., 2000; GUO E SONG, 2009; BURGESS et al., 1998; MOORE et al., 1996; DO et al. 2005; CHOI E MOORE, 2008).

Entretanto, é importante ressaltar que os acidificantes apresentam dificuldade de implementação da aplicação, principalmente em aviários de trabalho familiar, por apresentar riscos ao aplicador devido ao baixo pH do produto sendo indispensáveis a utilização de equipamentos de proteção individual.

O gesso (CaSO_4) utilizado para o tratamento de cama aviária aumenta a fixação do nitrogênio por meio de reações químicas, evitando assim o aumento da concentração de amônia no ambiente (BRUNO et al., 1999; NEME et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2003).

Na meta-análise esse efeito foi evidenciado, bem como, uma melhora na conversão alimentar foi demonstrado. Embora, não tenha sido encontrada diferença significativa na comparação com cama não tratada, o gesso mostrou uma tendência positiva para reduzir o pH, a microbiota patogênica e por consequência a mortalidade, além de aumentar o ganho de peso. Uma possível explicação para ausência de efeitos significativos do gesso na presente meta-análise pode ser devido ao pequeno número de estudos publicados até o momento, o que acaba reduzindo o poder do teste. Por esse motivo, torna-se evidente a necessidade de ampliar os estudos sobre o uso de gesso em camas aviárias, pois os resultados sugerem resultados positivos com sua aplicação.

Camas tratadas com diferentes doses de gesso (10, 20, 30 e 40%) apresentaram valores mais baixos de pH (SAMPAIO et al., 1999) e amônia reduzida (MALAVOLTA et al., 2002; SOBIH E DOSOK, 1990; GLÓRIA et al., 1991; OLIVEIRA et al., 2003). Por outro lado, Medeiros et al. (2008), constataram que o aumento da umidade em cama tratadas com gesso, levou à diminuição na volatilização da amônia sem alterações em valores de pH. Os autores atribuem o observado à alta afinidade dissociativa da amônia em água. Isso não foi observado na presente meta-

análise porque o gesso demonstrou uma tendência a reduzir o teor de umidade. Em um outro estudo, Sampaio et al. (1999), encontraram uma significativa diminuição da contagem padrão de micro-organismos em função do decréscimo da volatilização da amônia devido ao acúmulo de massa fecal e, principalmente, à menor quantidade da amônia liberada pela cama proporcionada pela incorporação do gesso.

Embora as substâncias alcalinas tenham um efeito negativo em níveis elevados dentro do galpão, por proporcionar desconforto às aves, é eficiente para o controle de algumas populações de micro-organismos que se desenvolvem na cama. Esta condição de alcalinidade cria um ambiente desfavorável para o desenvolvimento bacteriano, além de promover uma rápida volatilização da amônia em um período em que o aviário está fechado e sem aves no seu interior (DAI PRÁ E ROLL, 2019). Além disso, os alcalinizantes também são utilizados como estratégia para controlar a umidade. Na meta-análise, como era esperado, os alcalinizantes promoveram um aumento do pH, uma redução do teor de umidade e uma redução significativa na microbiota patogênica da cama. Os alcalinizantes aumentam o pH tornando o meio inóspito para as bactérias, além de agir reduzindo a quantidade de água livre e diminuindo a atividade de água da cama de aviário (FERREIRA et al., 2004; DAI PRÁ et al., 2009; LOPES et al., 2015). A atividade de água influencia diretamente a sobrevivência de microrganismos. Com menos água disponível o microrganismo necessitará de maior energia para removê-la da cama, a fim de utilizá-la em seu metabolismo, dificultando ou impedindo sua sobrevivência (HILLS et al., 1997).

No entanto, os alcalinizantes parecem ter uma influência negativa no desempenho das aves, uma vez que, apresentaram uma conversão alimentar significativamente pior em comparação a cama não tratada e, também uma tendência negativa para ganho de peso e taxa de mortalidade. Ruiz et al. (2008), Singh et al (1990), Oliveira et al. (2015), e Taherparvar et al. (2016) não encontraram efeito significativo da aplicação de cal no desempenho de frangos de corte.

Embora a meta-análise tenha mostrado alguns pontos negativos no desempenho de frangos de corte, o uso de alcalinizadores tem várias vantagens de acordo com a experiência prática dos autores desta revisão. Uma das vantagens atribuída a utilização de cal é o custo final aplicado no aviário (transporte, logística e aplicação) que girava em torno de 78,00 dólares por tonelada no período em que

esta revisão foi realizada. Outra vantagem da cal é facilidade de aplicação que não requer mão de obra especializada. O próprio produtor é responsável pelo tratamento da cama. Os riscos associados ao seu uso são menores, pois apresentam baixos risco físico-químicos de intoxicação para o aplicador desde que sigam as regras para o uso de equipamentos de proteção básicos (máscara comum, luvas, botas e macacão). Além disso, a cal melhora as propriedades físico-químicas da cama como futuro fertilizante, especialmente para solos ácidos pois incorpora cálcio ao solo. Por estas razões, são necessários mais estudos para elucidar o real efeito dos alcalinizantes sobre o desempenho das aves.

Os adsorventes, a base de alumínio silicato, funcionam reduzindo a liberação de amônia e absorvendo a umidade (RITZ et al., 2005). Oliveira et al. (2003), mencionam que condicionadores de cama com alta capacidade de absorver umidade reduzem a atividade de bactérias produtoras de amônia e, portanto, o pH da cama. A absorção de água ocorre através da hidratação dos cátions que compensam a carga da superfície por balanço osmótico (CASTAING, 1998).

Os resultados encontrados na meta-análise demonstraram essa eficácia na redução da umidade. Para as demais variáveis de resposta foi possível perceber uma tendência positiva para aumentar do ganho de peso e, para reduzir o pH, a volatilização da amônia e a carga microbiana patogênica. Estes resultados são corroborados por Zhang et al. (2005), Avcilar et al. (2018), Taherparvar et al. (2016) e Oliveira et al. (2015), que apesar de não terem encontrado diferença significativa no desempenho mostraram que os adsorventes melhoraram a qualidade da cama. Ao normalizar a umidade da cama os adsorventes controlam a microbiota patogênica (TAHERPARVAR et al., 2016). Portanto, os resultados indicam que os adsorventes podem influenciar as características da cama sem afetar o desempenho das aves.

O superfosfato simples apresenta ação inibidora da volatilização da amônia da cama sendo uma das recomendações mais antigas para inibir as perdas de amônia de resíduos orgânicos (GLÓRIA et al., 1991). Trani et al. (2008), associam o modo de ação do superfosfato ao sulfato de alumínio por apresentar características ácidas atuando na redução do pH, na atividade microbiológica e na volatilização de amônia. Embora o superfosfato, nesta meta-análise, tenha sido capaz de reduzir o pH ele não influenciou a amônia. Isso pode ter ocorrido devido à pequena quantidade de publicações existentes (dois artigos) nesse subgrupo, uma vez que, o

gráfico de floresta mostra uma tendência positiva na redução da amônia. Por isso os resultados obtidos nessa comparação devem ser interpretados com cautela.

3.4.3 Tratamentos não convencionais

Apesar de não serem incluídos na meta-análise devido à falta de repetições de estudos, os tratamentos não convencionais também merecem ser discutidos como possíveis novas linhas de pesquisa. Nesse sentido, a interpretação dos resultados encontrados na literatura deve ser feita com cautela, pois há um pequeno número de publicações.

Um dos tratamentos de cama ainda não muito difundido é o uso de biocatalisador enzimático. Os resultados indicam que os resultados de desempenho encontrados por Atapattu et al. (2017), não foram afetados com *Rydall* (biocatalizador enzimático) e *Myzuho* (cultura de bactérias). Os autores atribuem este resultado ao fato de que a magnitude da redução do nível de amônia no grupo *Rydall* foi de apenas 12,5% comparado ao controle e, portanto, pode não ter sido suficiente para uma resposta positiva.

Outro tratamento não convencional é uso de polímeros não absorventes. Timmons e Harter-Dennis (2011), não encontraram diferenças significativas no desempenho de frangos corte criados sobre cama tratada com esse condicionador.

O uso de extrato de *Yucca Shidigera* é outro tratamento não convencional na produção de frangos de corte. Onbasilar et al. (2013), não observaram diferenças estatísticas nos valores de pH, umidade, e amônia entre camas aviárias tratadas com extrato de *Yucca shidigera* e camas não tratadas. Os autores argumentam que o efeito do tratamento em questão, poderia ser melhor percebido se as camas utilizadas estivessem em más condições. No entanto, para ser considerada uma alternativa segura, são necessários mais estudos para comprovar sua eficácia.

3. 5 Conclusões

Os acidificantes estão associados a redução de pH, amônia, umidade e microbiota patogênica da cama com consequente maior ganho de peso e menor taxa de mortalidade de frangos de corte.

O gesso é eficaz na redução da concentração e volatilização da amônia e melhora a conversão alimentar.

Os alcalinizantes aumentam o pH, reduzem umidade e a microbiota patogênica porém, pioram a conversão alimentar e aumentam a taxa de mortalidade.

O superfosfato reduz pH enquanto que os adsorventes reduzem umidade da cama.

Nenhum dos tratamentos de cama influencia o consumo em frangos de corte.

V. Considerações gerais

Em comparação aos demais materiais de cama a maravalha resultou em maior peso corporal, melhor conversão alimentar e menor mortalidade das aves representando o melhor material para compor a cama de frangos de corte. Entretanto, não foi observado diferença significativa para materiais como areia, grama, papel, mistura de substratos com maravalha, feno, casca de amendoim, bagaço de cana e serragem. Em contrapartida, a cama de palha apresentou menores pesos corporais, pior conversão alimentar e maiores taxas de mortalidade de frangos de corte. A cama de casca de arroz também produziu menor peso corporal das aves quando comparada a cama de maravalha. No entanto, para maior abrangência das conclusões seria importante a realização de uma nova meta-análise envolvendo fatores não analisados nesta tese como por exemplo, qualidade de carcaça de frangos de corte e frequência de pododermatite em frangos de corte criados em diferentes substratos e tratamentos da cama.

Foi identificado melhoria significativa dos parâmetros de qualidade da cama com a redução da concentração e volatilização da amônia, da umidade e da microbiota patogênica em camas tratadas com diferentes condicionadores. O ganho de peso de frangos de corte criados sobre camas tratadas foi maior do que aqueles mantidos sobre camas não tratadas. Evidencia-se então que, independentemente do tratamento utilizado, algumas variáveis de interesse poderão apresentar uma resposta favorável. Os acidificantes, por exemplo, foram os que apresentaram o maior número de variáveis influenciadas positivamente, demonstrando redução de pH, amônia, umidade e microbiota patogênica da cama resultando em maior ganho de peso e menor taxa de mortalidade dos frangos de corte. Os alcalinizantes aumentaram o pH, reduziram a umidade e a microbiota patogênica, porém pioraram a conversão alimentar e aumentaram a taxa de mortalidade. O gesso foi efetivo na redução da concentração e volatilização da amônia e na melhora da conversão alimentar das aves. O superfosfato reduziu o pH e, os adsorventes a base de alumínio silicato, reduziram a umidade da cama. Entretanto, é importante ressaltar que a escolha do tratamento utilizado dependerá sobretudo da necessidade e realidade do produtor, dos custos e da disponibilidade do material.

A variável consumo de ração foi a única que não sofreu influência em nenhuma meta-análise, nem dos substratos e nem dos tratamentos de cama aviária.

E isto pode ser explicado possivelmente pelas necessidades comportamentais básicas das aves que priorizam o consumo de alimentos para a sobrevivência.

Deve-se considerar que ao final da revisão sistemática restaram um número reduzido de estudos que puderam ser incluídos na meta-análise após a utilização dos critérios de inclusão e exclusão. Esta realidade demonstra que muitos estudos não apresentam detalhes metodológicos suficientes, especialmente, em relação ao delineamento experimental. Para alguns subgrupos, por exemplo, não havia trabalhos suficientes publicados para a análise da heterogeneidade da resposta. Também foi evidenciado que todos os estudos incluídos foram conduzidos em condições experimentais controladas. Desta maneira, é importante estar ciente dos fatores naturais e externos ao fazer inferências a partir destes resultados experimentais para a situação a campo, pois, nenhum estudo experimental representa 100% as condições encontradas na indústria avícola.

VI. Referências

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G.; PAIVA D. D. P.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; CESTONARO, T.; SILVA, V. S. Evaluation of Soybean Straw as Litter Material in Poultry Production and Substrate in Composting of Broiler Carcasses. **Embrapa Suínos e Aves**. 2013.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Resumo do setor, 2020. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>. Acessado em 12 de janeiro de 2020.

ADAMI, P. F. **Intensidade de pastejo e níveis de cama de aviário em sistema de integração lavoura pecuária**. 2012. 103p. Tese (Doutorado Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/28085/R%20-%20T%20-%20PAULO%20FERNANDO%20ADAMI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGFACTS. **Alternative Litter Materials for Poultry**. 1st ed. I. S. Emburyeds 1987, Former, Livestock Officer (Poultry) Division of Animal Production. Reviewed April 2004.

AMER, F. M.; SOLIMAN, F. N.; BAHIE EL-DEEN, M.; EL-SEBAI, A. Effect of Diet Forms and Litter Types on the Productive Traits of Broiler (sasso). **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 35, p. 719–734, 2015.

ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONDO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. Material De Cama: Qualidade, Quantidade E Efeito Sobre O Desempenho De Frangos De Corte. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 26, n.1, p. 121–130, 1997.

ARAÚJO, J. S.; OLIVEIRA, V. D.; BRAGA, G. C. Desempenho De Frangos De Corte Criados Em Diferentes Tipos De Cama E Taxa De Lotação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 59–64, 2007.

ASANIYAN, E. K.; AGBEDE, J. O.; LASEINDE, E. A. O. Impact Assessment of Different Litter Depths on the Performance of Broiler Chickens Raised on Sand and Wood Shaving Litters. **World Journal of Zoology**, v. 2, n.2, p. 67–72, 2007.

ASSIS, R. C. L.; LUNS, F.D.; CURY, M. C. Desinfecção com amônia quaternária associada à fermentação não potencializa o controle de coccidiose em cama de frango. **Ciência Rural**, v. 43, n.8, p. 1459-1463, 2013.

ATAPATTU, N. S. B. M.; LAKMAL, L. G. E.; PERERA, P. W. A. Effects of two litter amendments on air NH₃ levels in broiler closed-houses. **Asian-Australas Journal Animal Science**, v. 30, n.10, p. 1500-1506, 2017.

AVCILAR O. V.; KOCAKAYA, A.; ONBASILAR E.E.; PIRPANAHI, M. Influence of sepiolite additions to different litter materials on performance and some welfare parameters of broilers and litter characteristics. **Poultry Science**, v. 97, n.9, p. 3085–3091, 2018.

AVILA, V. S.; COSTA, F. C. A.; FIGUEIREDO, É. A. P.; ROSA, P. S.; OLIVEIRA, U.; ABREU, V. M. N. **Materiais alternativos, em substituição à maravalha como cama de frangos**. Comunicado Técnico 465. Concórdia; SC, 2007.

AVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Circular Técnica 16. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, p. 38, 1992.

BARN, B. S.; RAIMONDI, F.; ATHAPPIAN, L.; CLARK, T. SLRTool: a tool to support collaborative systematic literature reviews. In: 16ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Informação Empresarial – ICEIS, **Anais... ICEIS**, v.2, p. 440-447, 2014.

BEECHER, H. K. The Powerful Placebo. **Journal of the American Medical Association**. v. 159, n.17, p.1602-1606, 1955.

BELLAVER, C.; PALHARES, C. P. Uma visão sustentável sobre a utilização da cama de aviário. **Avicultura Industrial**, n.06, p.14-18, 2003.

BENABDELJELIL, K.; AYACHI, A. Evaluation of Alternative Litter Materials for Poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, n.3, p. 203–209, 1996.

BERK, J. 2009. Effect of Litter Type on Prevalence and Severity of Pododermatitis in Male Broilers. **Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift**, v. 122, n.7–8, p. 257–263, 2009.

BERMAN N. G.; PARKER, R. A. Meta-analysis: neither quick nor easy. **BMC Medical Research Methodology**, v. 2, n. 10, 2002.

BERWANGER, O.; SUZUMURA, E. A.; BUEHLER, J. B. O. Como Avaliar Criticamente Revisões Sistemáticas e Metanálises? **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.19 n.4, p.475-480, 2007.

BEST, P. Worldwide poultry meat production, consumption forecasts. Watt executives Ed., Rockford, IL, USA, 2011.

BILGILI, S. F., MONTENEGRO, G. I.; HESS, J. B.; ECKMAN, M. K. Sand as Litter for Rearing Broiler Chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, n. 3, p. 345–351, 1999.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. **Systematic Review in Software Engineering**. Technical Report, RT – ES679/05. Systems Engineering and Computer Science Department. COPPE/UFRJ, 2005.

BOISSEL, J. P. Méta-analyse des essais cliniques; intérêts et limites. **Archives des Maladies du Coeur et des Vaisseaux**, v.87, n.IV, p.11-17, 1994.

BOISSEL, J. P; BLANCHARD, J.; PANAK, E.; PEYRIEUX, J. C.; SACKS, H. Considerations for the meta-analysis of randomized clinical trials. Summary of a panel discussion. **Controlled Clinical Trials**, v.10, p.254-281, 1989.

BORDIGNON, L. A. F. **Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango**. 2013. 66p. Dissertação (Mestrado em nutrição e produção animal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. 2013. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1533/1/DV_PPGZO_M_Bordignon%20C%20Leonardo%20Andr%C3%A9%20Fialkowski_2013.pdf

BORENSTEIN, M.; HEDGES, L. V.; HIGGINS, J. P. T.; ROTHSTEIN, H. R. **Introduction to meta-analysis**. 1ª ed. New York: John Wiley & Sons, Ltd; 2009.

BOWERS, B. D.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F.; BLAKE, J. P.; ECKMAN, M. K. Sand Litter Temperatures during Brooding.” **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 3, p. 271–274, 2003a.

BOWERS, B. D.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F.; BLAKE, J. P.; ECKMAN, M. K.; GUERTAL, E. A. Nutrient Buildup in Sand Litter. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 4, p. 522–525, 2003b.

BOWES, D.; HALL, T; BEECHAM, S. **SLuRp: a tool to help large complex systematic literature reviews deliver valid and rigorous results**. 2nd International Workshop on Evidential Assessment of software Technologies (EAST), p. 33-36, 2012.

BRASIL, **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 8, de 26 de março de 2004**. Dispõe sobre a proibição em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. Ministério da Agricultura e Pecuária, 2004. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-8-de-25-de-marco-de-2004.pdf/view>. Acessado em 18 de novembro de 2019.

BRASIL, **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, de 20 de fevereiro de 2015**. Dispõe sobre a alteração da Instrução normativa nº 8, de 26 de março de 2004. Ministério da Agricultura e Pecuária, 2004. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-1-de-20-de-fevereiro-de-2015.pdf>. Acessado em 18 de novembro de 2019.

BRAKE, J. D., BOYLE, C. R.; CHAMBLEE, T. N.; SCHULTZ, C. D.; PEEBLES, E. D. Evaluation of the Chemical and Physical Properties of Hardwood Bark Used as Broiler Litter Material. **Poultry Science**, v. 71, n. 3, p. 467–472, 1992.

BRANCO, T. **Concentração e emissão de amônia em aviários de frangos de corte**. 2017. 119p. Dissertação (Mestrado em produção animal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11351/Branco%20c%20Tatiane.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BRERETON, P.; KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN D.; TURNER, M.; KHALIL, M. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. **Journal of Systems and Software**, v.80, n.4, p. 571-583, 2007.

BRITO, D. A. P.; BRITO, D. R. B.; GOMES, A. M. N.; CUNHA, A. S.; FILHO, U. A. S.; PINHEIRO, A. A. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 192–197, 2016.

BRUNO, L. D. G.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J.; KRONKA, S. N. Efeitos da adição de gesso agrícola à cama aviária sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 320-325, 1999.

BURGESS, R. P.; CAREY, J. B.; SHAFER, D. J. The impact of pH on nitrogen retention in laboratory analysis of broiler litter. **Poultry Science**, v. 77, n. 11, p. 1620-1622, 1998.

CANOZZI, M. E. A. **Castração e descorna/amochamento em bovinos de corte: Revisão Sistemática e Meta-análise**. 2015. 232p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134668/000987670.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARR, L. E.; WHEATON, F. W.; DOUGLASS, L. W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. **Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)**, v. 33, p. 1337–1342, 1990.

CARVALHO, E. M. R. **La literatura gris y su contribución a la sociedad del conocimiento**. Proceedings of the 67th IFLA Council and General Conference, 2001.

CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D. J. D; SOUZA, Z. M. D.; SOUZA, G. S. D.; BUENO, L. G. D. F.; LIMA, K. A. O. D. Use of geostatistics on broiler production for evaluation of different minimum ventilation systems during brooding phase. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.41, n.1, p.194-202, 2012.

CARVER, J. C.; HASSLER, E. D.; HERNANDES, H.; KRAFT, N. A. **Identifying barriers to the systematic literature review process**. 7 th International Symposium on EMpirical Software ENgineering and Measurement (ESEM 2013), p. 203-212, 2013.

CASTAING J. Uso de las arcillas en alimentación animal. In: Curso de Especialización vances em nutrición y alimentación animal. In: Fira de Barcelona, Espanha. **Anais...** Fira de Barcelona: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, p. 141-158, 1998.

CAVALCANTI, R. A.; GRANER, D. F.; ANDRADE, F. F.; ALMEIDA, A. M.; RODRIGUES, E. A. **Influência De Diferentes Tipos De Camas No Desempenho De Frangos De Corte Na Terceira Semana Do Lote**. Poster presented at the III Seminário de iniciação científica e inovação tecnológica, Uberaba. 2010.

CONSELHO EUROPEU – Regulamento nº 999/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Maio de 2001. Dispões sobre as regras para a prevenção, o controlo e a erradicação de determinadas encefalopatias espongiformes transmissíveis, Europa, 2001. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2001R0999:20090224:PT:PDF>. Acessado em 18 de novembro de 2019.

CELEN, M. F.; ALKIS, A. The effects of alum application to different bedding materials on litter characteristics. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, n. 5, p. 899-902, 2009.

CEMEK, B.; KUCUKTOPCU, E.; DEMIR, Y. Determination of spatial distribution of ammonia levels in broiler houses. **Agronomy Research**, v. 14, n. 2, p. 359–366, 2016.

CHALMERS, I.; HEDGES L. V.; COOPER, H. A brief history of research synthesis. **Evaluation & the Health Professions**, v. 25, n. 1, p. 12–37, 2002.

CHOI, I. H.; MOORE, P. Effects of Liquid Aluminum Chloride Additions to Poultry Litter on Broiler Performance, Ammonia Emissions, Soluble Phosphorus, Total Volatile Fatty Acids, and Nitrogen Contents of Litter. **Poultry Science**, v. 87, n. 10, p.1955-1963, 2008.

CHOONG, M. K; GALGANI, F.; DUNN, A. G.; TSAFNAT, L. Automatic evidence retrieved for systematic reviews. **Journal of Medical Internet Research**, v.16, n.10, 2014.

CHUNG, T. H.; PARK, C.; CHOI, I. H. Effects of Korean Red Ginseng marc with aluminum sulfate against pathogen populations in poultry litters. **Journal of Ginseng Research**, v. 39, p. 414-417, 2015.

CLARK, K.; OHLSSON, A. The contribution of the Cochrane Collaboration and the Canadian Cochrane Network and Centre. **Journal of the Canadian Chiropractic Association**, v. 46, n. 3, p. 137-143, 2002.

CLARK, M. O. **Formulating the problem. Cochrane Reviewers' Handbook**. England: The Cochrane Collaboration. 2001. <http://www.cochrane.dk/cochrane/handbook/handbook.htm>. Acessado 12 de outubro de 2019.

COOK, D. J.; MULROW C. D.; HAYNES R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of Internal Medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-80, 1997.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRAI, G. M. D.; RENTERÍA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.

COVEÑA, A. E. V.; VILLAMAR, B. O. Q. **Evaluación De Cuatro Tipos De Cama En La Crianza De Pollos Parilleros Y Sus Efectos Sobre Salud, Ambiente Y Parámetros Productivos**. 2015. 83p. Tese (Título de Médico veterinário zootecnista - Universidad Técnica De Manabí, Portoviejo – Manabí – Ecuador, 2015. Disponível em: <http://186.46.160.229/bitstream/123456789/17988/1/FCVTG.MVZ20150395.pdf>

CRESSMAN, M. D. **Effects of Litter Reuse on Performance, Welfare, and the Microbiome of the Litter and Gastrointestinal Tract of Commercial Broiler Chickens**. 2014. 182p. Tese (Ph. D em ciência animal) - Ohio State University, EUA, 2014.

CRUZES, D. S.; DYBA, T. Research synthesis in software engineering: a tertiary study. **Information and Software Technology**, v.53, n.5, p.440-455, 2011.

D'AGOSTINO, R. B.; WEINTRAUB, M. Meta-analysis: A method for synthesizing research. **Clinical Pharmacology & Therapeutics**, v.58, n. 6, p.605-616, 1995.

DAI PRÁ, M. A.; CORRÊA, E. K.; ROLL, V. F. B.; XAVIER, E. G.; LOPES, D. C. N.; LOURENÇO, F. F.; ZANUSSO, J. T.; ROLL, A. P. Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella* spp. e *Clostridium* spp. em camas de aviário. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1189–1194, 2009.

DAI PRÁ, M. A.; ROLL, V. F. B. **Cama de aviário: Utilização, reutilização e destino**. 143p. 3ª ed. Porto Alegre: Evangraf. 2019.

DAI PRÁ, M. A.; ROLL, V. F. B. **Poultry Litter: Use, Reuse and Disposal**, 96 p. 1st ed. Porto Alegre: Evangraf. 2015.

DAVASGAIUM, M. M.; BOODOO, A. A. Litter Management: Use of Bagasse as a Potential Source of Litter Material for Broiler Production. **Proceedings of the Second Annual Meeting of Agricultural Scientists**, p. 139–145, 1997.

DAVIS, J. D.; PURSWELL, J. L.; KIESS, A. S. Evaluation of Chopped Switchgrass and Chopped Bermudagrass as Litter Materials over Multiple Heavy Broiler Flocks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 24, n. 3, p. 343–351, 2015.

DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F.; BERTOLOZZI, M. R. Revisão sistemática: noções gerais. **Revista da Escola de Enfermagem USP**, v. 45, n. 5, p. 1260 - 1266, 2011.

DE LAUNE, P. B.; MOORE, P. A.; DANIEL, T. C.; LEMUNYON, J. L. Effect of chemical and microbial amendments on NH₃ volatilization from composting poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, p. 728-734, 2004.

DELUCA, J.; MULLINS, M. M.; LYLES, C. M.; CREPAZ, N. Developing a comprehensive search strategy for evidence based systematic reviews. **Evidence Based Library and Information Practice**, v.3, n.1, p.3-32, 2008.

DEWANTI, A. C.; SANTOS, P. E.; NOVA, K. Pengaruh Berbagai Jenis Bahan Litter Terhadap Respon Fisiologis Broiler Fase Finisher Di Closed House. **Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu**, v.2, n. 3, p. 81–87, 2014.

DIESTE, O.; GRIMÁN, A.; JURISTO, N. Developing search strategy for detecting relevant experiments. **Empirical Software Engineering**, V.14, n.5, p.513-539, 2009.

DO, J. C.; CHOI, I. H.; NAHM, K. N. Effects of chemically amended litter on broiler performances, atmospheric ammonia concentration, and phosphorus solubility in litter. **Poultry Science**, v. 84, p. 679-686, 2005.

DUFFIELD, T. F., MERRILL, J. K. I.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 12, p. 4583–4592, 2012.

DURLAK, J. A.; LISPEY, M. D. A practitioner's guide to meta-analysis. **American Journal of Community Psychology**, v.19, n.3, p. 291-332, 1991.

DYBA, T., DINGSOYR, T., HANSSSEN, G.K. **Applying Systematic Reviews to Diverse Study Types: an Experience Report**. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM 2007, p. 225–234, 2007.

ECHER, I. C. A revisão de literatura na construção do trabalho científico. **Revista gaúcha de enfermagem**, v. 22, n. 2, p. 5-20, 2001.

EDWARDS, P.; CLARKE, M.; DIGUISEPPI, C.; PRATAP, S.; ROBERTS, I.; WENTZ, R. Identification of randomized controlled trials in systematic reviews: accuracy and reliability of screening records. **Statistics in Medicine**, v. 21, n. 11, p. 1635-1640, 2002.

EGGER, M.; SMITH, G. D.; ALTMAN, D. G. Rationale, potentials, and promise of systematic reviews. In: EGGER, M.; SMITH, G. D.; ALTMAN, D. G. **Systematic reviews in health care**. 2. ed. London, UK: MJB Publishing Group, p. 3-19, 2001.

EL-DEEK, A. A.; AL-HARTHI, M.A.; KHALIFAH, M. M.; ELBANOBY, M. M.; ALHARBY, T. Impact of Newspaper as Bedding Material in Arid Land on Broiler Performance. **Egypt Poultry Science**, v. 31 n.4, p. 715–725, 2011.

EL-WAHAB, H. A. **Experimental Studies on Effects of Diet Composition (electrolyte Contents), Litter Quality (type, Moisture) and Infection (coccidia) on the Development and Severity of Foot Pad Dermatitis in Young Turkeys Housed with or without Floor Heating**. 2011. 131p. Tese (Doutorado em medicina veterinária) - University of Veterinary Medicine, Hannover, Germany, 2011. Disponível em: https://elib.tiho-hannover.de/dissertations/abdelwahaba_ws11

EMBRAPA. Central de Inteligência de Aves e Suínos – CIAS, estatísticas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acessado em: 18 de novembro de 2019.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 2014.

EVANS, D.; PEARSON, A. Systematic reviews: gatekeepers of nursing knowledge. **Journal of Clinical Nursing**, v.10, n. 5, p. 593-9, 2001.

EUGÈNE, M.; ARCHIMÈDE, H.; SAUVANT, D. Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. **Livestock Production Science**, v. 85, n. 1, p.81-97, 2004.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. **EFSA Journal**, v. 8, n. 6, 1637, 2010.

FABBRI, S. C.P.F.; FELIZARDO, K. M.; FERRARI, F. C.; HERNANDES, E. C. M.; OCTAVIANO, F. R.; NAKAGAWA, E. Y.; MALDONADO, J. C. Externalising tacit knowledge of the systematic review process. **Institution of Engineering and Technology**, v.7, n.6, p.298-307, 2013.

FELIZARDO, K. R.; NAKAGAWA, E. Y.; FABBRI, S. C.P.F.; FERRARI, F. C.; **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática.** – 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FERRARI, F. C.; MALDONADO, J. C. **Experimenting with a multi-iteration systematic review i software engineering.** 5th Experimental software Engineering Latin American Workshop (ESELAW 2008), p.1-10, 2008.

FERNANDEZ- SAEZ, A.M.; BOCCO, M.G.; ROMEREO, F.P. **SLR-TOLL – A toll for performing systematic Literature Reviews.** 4th International Conference on Software Enginerring and (ICSOF 2010), p. 1-10, 2010.

FERREIRA, H. A.; OLIVEIRA, M. C.; TRALDI, A. B. Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 542-546, 2004.

FREITAS, L. W.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; LIMA, N. D. S. Volatilização De Amônia Em Diferentes Tipos De Cama Para Frangos De Corte. **Revista Brasileira De Engenharia De Biosistemas**, v. 5, n. 3, p. 142–151, 2011.

FURLAN, L. A. F. **Efeito do tratamento de cama e de estratégias nutricionais sobre índices produtivos e qualidade de carne em frangos de corte.** 2013. 146p.Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-27112017-114603/publico/Joyce de Jesus Mangini Furlan corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-27112017-114603/publico/Joyce%20de%20Jesus%20Mangini%20Furlan%20corrigida.pdf)

GALVÃO, T.F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços da Saúde**, v. 23, n. 1, p.183-184, 2014.

GARCÊS, A.; AFONSO, S. M. S.; CHILUNDO, A.; JAIROCE, C. T. S. Evaluation of Different Litter Materials for Broiler Production in a Hot and Humid Environment: 1. Litter Characteristics and Quality. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 2, p. 168–176, 2013.

GARCÊS, A. P. J. T.; AFONSO, S. M. S.; CHILUNDO, A.; JAIROCE, C. T. S. Evaluation of Different Litter Materials for Broiler Production in a Hot and Humid Environment: 2. Productive Performance and Carcass Characteristics. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 2, p. 369–374, 2017.

GARCIA, G. G. **Meta-análise do tratamento de dejetos de suínos em reatores anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo e reator sequencial de batelada**. 2011. 85 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4325/GARCIA%2c%20GERSON%20GUAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARRIDO, N. M.; SKJERVHEIN, M.; OPPEGAARD, H.; SORUM, H. Acidified litter benefits the intestinal flora balance of broiler chickens. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 9, p. 5208-5213, 2004.

GLIENKE, C. L. **Estudo de recria de novilhas de corte em pastagem cultivadas de verão**. 2012. 143 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4335/GLINKE%2C%20CARINE%20LISETE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GLÓRIA, N. A.; BARRETTO, M. C.V.; MORAES, C. J.; MATTIAZZO-PREZOTTO, M. E. Avaliação do gesso e de alguns fosfatos como inibidores da volatilização de amônia de esterco. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 15, p. 297-301, 1991.

GONÇALVES, A. N. D. **Resistência ou suscetibilidade à scrapie em ovinos pertencentes ao agrupamento genético “ovelhas pantaneiras**. 2012. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br:8443/jspui/bitstream/123456789/1680/1/Aline%20Najara%20Domingos%20Goncalves.pdf>

GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S. Clarifying differences between review designs and methods. **Systematic Reviews**, v. 1, n. 1, p. 28, 2012.

GRAÇAS, A. S.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R.; SILVA, M. A. Densidade populacional de frangos de corte em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, p.186-196, 1990.

GRIMES, J. L. **Alternatives litter materials for growing poultry**. North Carolina Poultry Industry Newsletter, v. 1, 2004.

GROOT KOERKAMP, P. W. G.; METZ, J. H.M.; UENK, G. H.; PHILLIPS, V. R.; HOLDEN, M. R.; SNEATH, R. W.; SHORT, J. L.; WHITE, R. P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, J.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K. H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J.O.; WATHES, C. M. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 1, n. 70, p. 79-95, 1998.

GUATTEO, R.; LEVIONNOIS, O.; FOURNIER, D.; GUÉMÉNÉ, D.; LATOUCHE, K.; LETERRIER, C.; MORMÈDE, P.; PRUNIER, A.; SERVIÈRE, J.; TERLOUW, C.; LE NEINDRE, P. Minimising pain in farm animals: the 3S approach – ‘Suppress, substitute, soothe’. **Animal**, v. 6, n. 8, p. 1261-1274, 2012.

GUO, M.; SONG, W. Nutrient value of alum-treated poultry litter for land application. **Poultry Science**, v. 88, n. 9, p. 1782-1792, 2009.

HAUPTLI, L.; HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A. Adição de extratos vegetais e antimicrobianos de síntese para leitões na creche: Estudo meta-analítico. **Ciência Rural**, v.7, n. 4, p. 1084-1090, 2007.

HCC. HYBU CIG CYMRU. **Alternative Bedding Materials for Beef and Sheep Housing Systems in Wales**. Meat Promotion Wales Aberystwyth, Wales, UK. 2010. Disponível: <https://hccmpw.org.uk/en/industry-resources/animal-health-and-welfare/woodchip-for-livestock-bedding-project>. Acessado em 30 de abril de 2019.

HCCMPW. **The Woodchip for Livestock Bedding Project**. In **Hybu Cig Cymru – Meat Promotion Wales**. Aberystwyth, Wales, UK: Hybu Cig Cymru. 2008. Disponível em: [https://hccmpw.org.uk/images//resources/The_Woodchip_for_Livestock_Bedding_Project_\(Final_report\).pdf](https://hccmpw.org.uk/images//resources/The_Woodchip_for_Livestock_Bedding_Project_(Final_report).pdf). Acessado em 30 de abril de 2019.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n. 3, p.824-829, 2001.

HERNANDES, E. C. M.; ZAMBONI, A. F. Using GQM and TAM to evaluate StArt – a tool that supports systematic review. **CLEI Electronic Journal**, vol.15, n 1, p. 1-13, 2012.

HIGGINS, J. P.; THOMPSON, S. G. Quantifying Heterogeneity in a Meta-analysis. **Statistic in Medicine**, v. 21. n. 11, p. 1539–1558, 2002.

HIGGINS, J.; GREEN, S. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. v. 5.1.0 [Atualizado em março de 2011] The Cochrane Collaboration, 2011. Disponível em: www.handbook.cochrane.org.

HILLS, B. P.; MANNING, C.E.; RIDGE, Y.; BROCKLEHURST, T. Water availability and the survival of *Salmonella typhimurium* in porous systems. **International Journal of Food Microbiology**, v. 36, n. 2-3, p. 187-198, 1997.

HOLOPAINEN, A.; HAKULINEN-VIITANEN, T.; TOSSAVAINEN, K. Systematic review--a method for nursing research. **Nursing Research**, v. 16, n.1, p.72-83, 2008.

HUANG, Y.; YOO, J. S.; KIM, H. J.; WANG, Y.; CHEN, Y. J.; CHO, J. H.; KIM, I. H. Effect of Bedding Types and Different Nutrient Densities on Growth Performance, Visceral Organ Weight, and Blood Characteristics in Broiler Chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, n. 1, p. 1–7, 2009.

IBGE. Censo Agroecuario. Brasil, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html. Acessado em 12 de janeiro de 2020.

IMTIAZ, S.; BANO, M.; NAVEED, I.; NIAZI, M. **A tertiary study: experiences of conducting systematic literature reviews in software engineering**. 17th Annual Conference on Evaluation Assessment in Software Engineering (EASE 2013), p.177 – 182, 2013.

INANOV, I. E. Treatment of broiler litter with organic acids. **Research in Veterinary Science**, v. 70, n. 2, p. 169–173, 2001.

JORGE, M. A. Cama de frangos de corte: como fazer dela sua aliada na prevenção de enfermidades. In: Conferência Apinco de Ciências e Tecnologias Avícolas, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, p. 21-28. 1991.

JORGE, M. A.; MARTINS, N. R. S.; RESENDE, J. S. Cama de frango e sanidade avícola. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA, p. 24-37, 1997.

JORGE, M. A.; MOUCHREK, E.; CARNEIRO, M. I. F.; RESENDE, J. S.; MARTINS, N. R. Coliformes, umidade e produção de amônia em cinco tipos de cama de frango. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA; 1995.

KAINS, F., B. LOVELL, M. PAYNE, AND R. TREMBLAY. **Livestock Bedding Alternatives**. Toronto, Canada: Factsheet: Queens's Printer for Ontario, 2008.

KITCHENHAM, B.; BRERETON, O. P.; BUDGEN, D.; TURNER, M.; BAILEY, J.; LINKMAN, S. Systematic literature reviews in software engineering. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15. 2009.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007.

KITCHENHAM, B. A.; DYBÅ, T.; JORGENSEN, M. **Evidence-based Software Engineering**. Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04). 2004.

LAM, R. W.; KENNEDY, S. H. Using metaanalysis to evaluate evidence: practical tips and traps. **Canadian Journal of Psychiatry**, v.50, n.3, p. 167-174, 2005.

LAW, M.; PHILP, I. **Systematically reviewing the evidence**. In: Law M. Evidence-based rehabilitation: a guide to practice. Thorofare (NJ): SLACK Inc; 2002.

LEAN, I. J.; RABIEE, A. R.; DUFFIELD, T. F.; DOHOO, I. R. Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: methods and applications. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 8, p. 3545–3565, 2009.

LEAN, I. J.; CELI, P.; RAADSMA, H.; MCNAMARA, J.; RABIEE, A. R. Effects of Dietary Crude Protein on Fertility: Meta-analysis and Meta-regression. **Animal Feed Science and Technology**, v. 171, n. 1, p. 31–42, 2012.

LEAN, I. J.; THOMPSON, J. M.; DUNSHEA, F. R. A Meta-Analysis of Zilpaterol and Ractopamine Effects on Feedlot Performance, Carcass Traits and Shear Strength of Meat in Cattle. **PLoS One**, v. 9, n. 12, e115904, 2014.

LEANDRO, G. **Meta-analysis in medical research: The handbook for the understanding and practice of meta-analysis**. Malden: Blackwell, 2005, 98p.

LEENAARS, M.; SAVENIJE, B.; NAGTEGAAL, A.; VAN DER VAART, L.; RITSKES-HOITINGA, M. Assessing the search for and implementation of the three Rs: a survey among scientists. **Alternatives to Laboratory Animals**, v. 37, n. 3, p. 297–303, 2009.

LEENAARS, M.; HOOIJMANS, R. C.; VAN VEGGEL, N.; TER RIET, L.; LEEFLANG, H.; HOOFT, L.; VAN DER MURCHA, G. J.; TILLEMA, U. M.; RITSKES-HOITINGA, M. A step-by-step guide to systematically identify all relevant animal studies. **Laboratory Animals**, v. 46, n. 1, p. 24–31, 2012.

LI, H.; LIN, C.; COLLIER, S.; BROWN, B. W.; WHITE-HANSEN, S. Assessment of frequent litter amendment application on ammonia emission from broilers operations. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 63, n. 4. p. 442-452, 2013.

LIEN, R. J.; MACKLIN, K. S.; HESS, J. B.; DOZIER, W. A.; BILGILI, S. F. Effects of Early Skip-a-day Feed Removal and Litter Material on Broiler Live and Processing Performance and Litter Bacterial Levels. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 110–116, 2008.

LLEWELLYN, G. C.; SHERERTZ, P. C.; ARMSTRONG, C. W.; MILLER JR, G. B.; REYNOLDS, J. D.; KIMBROUGH, T. D.; BEAN, G. A.; Hagler Jr, W. M.; Haney, C. A.; Trempus, C. S.; O'Rear, C. E.; Dashek, W. V. Mycotoxigenic Isolates and Toxin Production on Buckwheat and Rice Hulls Used as Bedding Materials. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 3, n. 6, p. 351–356, 1988.

LINE, J. E. Campylobacter and Salmonella populations associated with chickens raised on acidified litter. **Poultry Science**, v. 81, n. 10, p.1473–1477, 2002.

LINE, J. E.; BAILEY, J. S. Effect of On-Farm Litter Acidification Treatments on Campylobacter and Salmonella Populations in Commercial Broiler Houses in Northeast Georgia. **Poultry Science**, v. 85, n. 9, p. 1529–1534, 2006.

LOCH, F. C.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA, D.; GONÇALVES, B. N.; FARIA, B. F.; MENEZES, J. F. S. Quality of poultry litter submitted to different treatments in five consecutive flocks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1025-1030, 2011.

LOPES, M.; ROLL, V. F. B.; LEITE, F. L.; DAI PRÁ, M. A.; XAVIER, E. G.; HERES, T.; VALENTE, B. S. Quicklime Treatment and Stirring of Different Poultry Litter Substrates for Reducing Pathogenic Bacteria Counts. **Poultry Science**, v. 92, n. 3, p. 638–644, 2013.

LOPES, M.; LEITE, F. L.; VALENTE, B. S.; HERES, T.; DAI PRÁ, M. A.; XAVIER, E. G.; ROLL, V. F. An assessment of the effectiveness of four in-house treatments to reduce the bacterial levels in poultry litter. **Poultry Science**, v. 94, N. 9, p.2094–2098, 2015.

LOTT B. **Amônia**. In: Avicultura Industrial. Amônia, Grandes problemas mesmo quando você não vê. Edição 1111. 2003. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/amonia/20030711-113203-0098>. Acessado em 19 de novembro de 2019.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.285-294, 2007.

LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Méta-analyse et modélisation de l'ingestion volontaire chez le porc en croissance. **Journées de la Recherche Porcine**, v.34, p.129-134, 2002.

LUIZ, A. B. J. Meta análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v.19, n.3, p. 407-428, 2002.

MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; ARAUJO, P. C.; PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; PEZZATO, A. C. Avaliação do desempenho e do Rendimento de Carcaça de Quatro Linhagens de Frangos e Corte em Dois Sistemas de Criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2214-21, 2010.

MADRID, J.; LOPEZ, M.; ORENGO, J.; MARTINEZ, S.; VALVERDE, M.; MEGIAS, M.; HERNÁNDEZ, F. Effect of aluminum sulfate on litter composition and ammonia emission in a single flock of broilers up to 42 days of age. **Animal**, v. 6, n. 8, p. 1322-1329, 2012.

MAFRA, S. N.; TRAVASSOS, G. H. **Estudos primários e secundários apoiando a busca por evidência em engenharia de software**. Relatório Técnico – ES 687/06, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), 2006.

MAGAREY, J. M. Elements of a systematic review. **International Journal of Nursing Practice**, v. 7, n. 6, p. 376-82, 2001.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P.; LIEM, T. H.; VITTI, G. C. **Gesso agrícola: seu uso na adubação e correção de solos**. 2ª ed. São Paulo: Ultrafertil. 2002.

MALONE, G. W.; CHALOUPKA, G. W.; SAYLOR, W. W. Influence of litter type and size on broiler performance. 1. Factors affecting litter consumption. **Poultry Science**, v. 62, n. 9, p. 1741-1746, 1983.

MANNING, L.; CHADD, S. A.; BAINES, R. N. Key health and welfare indicators for broiler production. **Worlds Poultry Science Journal**, v.63, n. 1, p.46-62, 2007.

MANSARAY, K. G.; GHALY, A. E. Physical and Thermochemical Properties of Rice Husk. **Energy Sources**, v. 19, n. 9, p. 989–1004, 1997.

MARSHALL, C.; BRERETON, P.; KITCHENHAM, B. A. **Tool to support systematic review in software engineering:a feature analysis**. 18th International Conference on Evaluation Assessment in Software Engineering (EASE 2014), p. 1-10, 2014.

MARTIN, O.; SAUVANT, D. Meta-analysis of input/output kinetics in lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.85, n. 12, p.3363-3381, 2002.

MCWARD, G. W.; TAYLOR, D.R. Acidified clay litter amendment. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, n.4, p. 518-529, 2000.

MEDEIROS, R. SANTOS, B. J. M.; FREITAS, M.; SILVA, A. O.; ALVES, F. F.; FERREIRA, E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2321-2326, 2008.

MEDINA, E. U.; PAILAQUILÉN, R. M. B. A revisão sistemática e a sua relação com a prática baseada na evidência em saúde. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, n. 4, p. 1- 8, 2010.

MELUZZI, A.; FABBRI, C.; FOLEGATTI, E.; SIRRI, F. Effect of Less Intensive Rearing Conditions on Litter Characteristics, Growth Performance, Carcass Injuries and Meat Quality of Broilers. **British Poultry Science**, v. 49, n. 5, p. 509–515, 2008.

MENEGALI, I.; TINOCO, I. F. F.; BAËTA, F. C.; CECON, P. R.; GUIMARÃES, M. C. C.; CORDEIRO, M. B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, p. 984- 990. 2009.

METAFOR: VIECHTBAUER, W. Conducting meta-analyses in R with the metafor package. **Journal of Statistical Software**, v. 36, n. 3, 2010.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses: The PRISMA Statement. **PLOS Medicine**, v. 6, n. 7, e1000097, 2009.

MOHER, D.; TSERTSVADZE, A. Systematic reviews: when is na update na update?. **Lancet**, v. 367, n. 9514, p. 881-883, 2006.

MOORE, P. A.; DANIEL, T. C.; EDWARDS, D. R. Reducing phosphorus runoff and improving poultry production with alum. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 692–698, 1999.

MOORE, P. A.; DANIEL, T. C.; EDWARDS, D. R. Reducing phosphorus runoff an inhibiting ammonia loss from poultry manure with aluminum sulfate. **Journal of Environmental Quality**, 2000; v. 29, n. 1, p. 37-49, 2000.

MOORE, P. A.; DANIEL, T. C.; EDWARDS, D. R.; MILLER, D. M. Evaluation of chemical amendmets to reduce ammonia volatilization from poultry litter. **Poultry Science**, v. 175, n.3, p. 315–320, 1996.

MILES, D. M.; OWENS, P. R.; ROWE, D. E. Spatial variability of litter gaseous flux within a commercial broiler house: ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide, and methane. **Poultry Science**, v. 85, n.2, p.167-172, 2006.

MIRAGLIOTTA, M. Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. 2005. 258p. Tese (Doutorado em engenharia agrícola) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2005. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257220/1/Miragliotta_MiwaYamamoto_D.pdf

MULROW, C. D; COOK, D.J; DAVIDOFF, F. Systematic reviews: critical links in the great chain of evidence. **Annals of Internal Medicine**, v. 126, n.5, p. 389-91, 1997.

NAGARAJ, M.; WILSON, C. A. P.; SAENMAHAYAK, B.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F. Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n.2, p. 255–261, 2007.

NÄÄS I. E. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHOM, D. S.; MOURA, D. J. D. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.326-335, 2007.

NEME, R.; SAKOMURA, N. K.; OLIVEIRA, M. D. S., LONGO, F. A.; FIGUEIREDO, A. N. Adição De Gesso Agrícola Em Três Tipos De Cama De Aviário Na Fixação De Nitrogênio E No Desempenho De Frango De Corte. **Ciência Rural**, v. 30, n. 4, p. 687–692, 2000.

NETO, P. M. C.; SILVA, E. N.; BASSANI, I. A. O.; NETO, O. C. C. Efeito da aplicação de bissulfato de sódio sobre cama de frangos na sobrevivência de *Escherichia coli* e coliformes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 65-69, 2007.

NEVES, F. F. **Análise prospectiva das áreas de risco à erosão na microbacia hidrográfica do Rio Bonito (Descalvado-SP), potencialmente poluidoras por dejetos de granjas**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

NOBLE VELA, J. A. **Efecto De Tres Camas Sobre Problemas De Patas Y Pechugas De Pollos Broilers, En Santo Domingo De Los Tsáchilas**. 2013. 67p. Tese (Título de Engenheira Agropecuária) - Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador, 2013. Disponível em: <http://repositorio.uteg.edu.ec/bitstream/43000/541/1/T-UTEQ-0078.pdf>

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial Chicken Production Manual**. 4th ed. New York, NY: Springer US, Van Nostrand Reinhold. 1990.

NOWACZEWSKI, S; ROSINSKI, A.; MARKIEWICZ, M.; KONTECKA, H. Performance, Foot-pad Dermatitis and Haemoglobin Saturation in Broiler Chickens Kept on Different Types of Litter. **Archiv Für Geflügelkunde**, v. 75, n. 2, p. 132–139, 2011.

OFFNER, A.; BACH, A.; SAUVANT, D. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, n.1-4, p.81-93, 2003.

OLIVEIRA, M. C.; ALMEIDA, C. V.; ANDRADE, D. O.; RODRIGUES, S. M. M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 951-954, 2003.

OLIVEIRA, M. C.; BENTO, E. A.; CARVALHO, F. I.; RODRIGUES, S. M. M. Características da cama e desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais e tipos de cama. **Ars Veterinaria**, v. 21, n. 3, p. 303–310, 2005.

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, H. A.; CHANCHERINI, L. C. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 56, n. 4, p. 536-541, 2004.

OLIVEIRA, M. C.; GONÇALVES, B. N.; PÁDUA, G. T.; SILVA, V. G.; SILVA, D. V.; FREITAS, A. M. Treatment of poultry litter does not improve performance or carcass lesions in broilers. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 28, n. 4, p. 331-338, 2015.

OLIVEIRA, N. S.; OLIVEIRA, J. M.; BERGAMASCHI, D. P. Concordância entre avaliadores na seleção de artigos em revisões sistemáticas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n.3, p.309-15, 2006.

OLSON, T. M. Absorptive Capacity of Different Materials Ordinarily Used for Bedding. **Journal of Dairy Science**, v. 23, n. 4, p.355–360, 1940.

ONBAŞILAR, E. E.; ERDEM, E.; ÜNAL, N.; KOCAKAYA, A.; TORLAK, E. Effect of *Yucca schidigera* Spraying in Different Litter Materials on Some Litter Traits and Breast Burn of Broilers at the Fifth Week of Production. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v.19, n. 5, p. 749-753, 2013.

ONU, P. N.; MADUBUIKE, F. N.; NWAKPU, P. E.; ANYAEHIE, A. I. Performance and Carcass Characteristics of Broilers Raised on Three Different Litter Materials. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 2, n. 10, p. 1347–1350, 2011.

OPENMETAANALYST: WALLACE, B. C.; DAHABREH, I. J.; TRIKALINOS, T. A.; LAU, J.; TROW, P.; SCHMID, C. H. Closing the Gap between Methodologists and End-Users: R as a Computational Back-End. **Journal of Statistical Software**. v. 49, n. 5, 2012.

PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. **Manejo ambiental na avicultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 226 p.

PAGANINI, F. J. **Produção de frangos de corte: manejo de cama**. Campinas: FACTA, p. 356, 2004.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; MORALES, A. M. T. Practical approach on how to improve the welfare in cattle. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 24, n. 3, p. 347-359, 2011.

PETEK, M., ÜSTÜNER, H.; YEŞİLBAĞ, D. Effects of Stocking Density and Litter Type on Litter Quality and Growth Performance of Broiler Chicken. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi dergisi**, v. 20, n. 5, p. 743–748, 2014.

PETTICREW, M. Systematic reviews from astronomy to zoology: myths and misconceptions. **British Medical Journal**, v.322, n.7278 p. 98–101, 2001.

PILECCO, M.; PAZ, I. C. D. L. A.; TABALDI, L. A.; NÄÄS, I. D. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; ALVES, M. C. F.; CAVICHIOLO, F. Manejos para redução de arranhões dorsais em frangos de corte. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 359 - 366, 2011.

PICKARD, L. M.; KITCHENHAM, B. A.; JONES, P. W. Combining empirical results in software engineering a systematic mapping review. **Information and Software Technology**, v. 40, n. 14, p. 811-821, 1998.

PINHEIRO, M.R. **Manejo de frangos**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 174. 1994.

POHL, S. **Alternative Bedding Material**. In *Extension Extra: South Dakota State University*. South Dakota, USA, 2002.

PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, G. A. S. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, p.1-13, 2011.

PÖTTER, L.; ROCHA, M. G. D.; ROSO, D.; COSTA, V. G. D.; GLIENKE, C. L.; ROSA, A. N. D. Suplementação com concetração para novilhas mantidas em pastagem cultivadas de estação fria. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 39, n.5, p. 992 – 1001, 2010.

POPE, M.; CHERRY, T. E. Evaluation of the presence of pathogens on broilers raised on poultry litter treatment®-treated litter. **Poultry Science**, v. 79, n. 9, p. 1351-1355, 2000.

PURSWELL, J. L.; DAVIS, J. D.; KISS, A. S.; COUFAL, C. D. Effects of frequency of multiple applications of litter amendment on litter ammonia and live performance in shared airspace. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 3, p. 469-473, 2013.

RABIEE, A. R.; BREINHILD, K.; SCOTT, W.; GOLDBERGER, H. M.; BLOCK, E.; LEAN, I. J. Effect of Fat Additions to Diets of Dairy Cattle on Milk Production and Components: A Meta-analysis and Meta-regression. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 6, p. 3225–3247, 2012.

RAMADAN, S. G. A.; EL-KHLOYA, S. Z. Do Alternative Litter Materials Affect Performance, Welfare and Immune Response of Broiler Chicks? **Alexandria Journal for Veterinary Sciences**, v. 52, n. 1, p. 133–142, 2017.

RAMADAN, S. G. A.; MAHBOUB, H. D.; HELAL, M. A.; GAFFAR, K. M. Behaviour, Welfare And Performance Of Broiler Chicks Reared On Different Litter Materials. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v. 59, n. 138, p. 9–18, 2013.

RIAZ, M.; SULAYMAN, M.; SALLEH, N.; MENDES, E. **Experiences conducting Systematic Reviews from Novices’ perspective**. 13rd International Conference on Evaluation and Assessment in software Engineering (EASE 2010), p.1-10, 2010.

RIBEIRO, E. B (org). **Fisiologia endócrina**. 324p. 1^a ed. São Paulo: Unifesp – Universidade Federal de São Paulo. 2012.

RITZ, C. W.; FAIRCHILD, B. D.; LACY, M. P. **Litter Quality and Broiler Performance**. Cooperative Extension Service/The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences, v. 1267, p. 1-6, 2005.

ROCCON, J. **Desempenho De Frangos De Corte E Produção De Energia Em Biodigestores, Utilizando-se Três Tipos De Cama**. 2014. 96p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/115797/000811600.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y>

ROEVER, L. Compreendendo os estudos de metanálise na pesquisa clínica. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 14, p. 245-249, 2016.

ROLL, V. F. B.; DAI PRÁ, M. A.; ROLL, A. P. Research on Salmonella in broiler litter reused for up to 14 consecutive flocks. **Poultry Science**, v.90, n. 10, p. 2257–2262, 2011.

RUIZ, V.; RUIZ, D.; GERNAT, A. G.; GRIMES, J. L.; MURILLO, J. G.; WINELAND, M. J.; ANDERSON, K. E.; MAGUIRE, R. O. The Effect of Quicklime (CaO) on Litter Condition and Broiler Performance. **Poultry Science**, v. 87, n. 5, p. 823–827, 2008.

SACKETT, D. L.; ROSENBERG, W. M.; GRAY, J. A.; HAYNES, R. B.; RICHARDSON, W. S. Evidence based medicine: what is and whatit isn't. **British Medical Journal**, v.312, p. 71-72, 1996.

SACKETT, D. L.; RICHARDSON, W. S.; ROSEMBERG, W. H. **Evidence-Based Medicine: how to practice and teach EBM**. 2^a ed. London: Churchill Livingstone; 2000.

SAHOO, S. P.; KAUR, D.; SETHI, A. P. S.; SHARMA, A.; CHANDRA, M.; CHANDRAHAS. Effect of chemically amended litter on litter quality and broiler performance in winter. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, n. 1, p. 533-537, 2017.

SAMPAIO, M. A. P. N.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; SAMPAIO, A. A. M.; BERCHIELLI, S. C. P.; BIONDI, A. Estudo da população microbiana e da liberação de amônia da cama de frango tratada com gesso agrícola. **Arquivo Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, p. 559-564, 1999.

SAMPAIO, R. F; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTOS, E. J. F.; CUNHA, M. Interpretação Crítica dos Resultados Estatísticos de uma Meta-Análise: Estratégias Metodológicas. **Millenium**, v. 44, p 85-98, 2013.

SANTOS, C. C.; PIMENTA, C. A.; NOBRE, M. C. The pico strategy for the research question construction and evidence search. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15. n.3, p. 508-511, 2007.

SARICA, M.; CAM, M. A. Potential of Hazelnut Husks as a Broiler Litter Material. **British Poultry Science**, v. 41, n, 5, p. 541–543, 2000.

SARGEANT, J. M.; AMEZCUA, M. D. R.; WADDELL, L. A. **A guide to conducting systematic reviews in agri-food public health**. Canada: Public Health Agency of Canada, p. 83, 2005.

SEAMAN, C. B. **Qualitative methods. Guide to advanced Empirical Software Engineering**, Springer, p.35-62, 2008.

SEGURA-MUÑOZ, S. I.; Takayanagui, A. M. M.; Santos, C. B. D.; Sanchez-Sweatman, O. Revisão sistemática de literatura e metanálise: noções básicas sobre seu desenho, interpretação e aplicação na área da saúde. In: simpósio brasileiro de comunicação em enfermagem, SIBRACEN, Ribeirão Preto. **Anais...** Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da USP, p. 8, 2002.

SENYONDO, N. S. **Mitigation of Ammonia Emissions from Broiler Houses Using a Biodegradable Litter Amendment**. 2013. 167p. Dissertação (Ph. D em engenharia de sistemas biológicos). Universidade Estadual da Virgínia, Blacksburg – Virgínia, 2013. Disponível em: https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/50617/Senyondo_NS_D_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SHOJANIA, K. G., M.; SAMPSON, M.; ANSARI, M. T.; JI, J.; DOUCETTE, S.; MOHER, D. How quickly do systematic reviews go out of date? A survival analysis. **Annals of Internal Medicine**, v.147, n. 4, 224–233, 2007.

SILVA, M. A. Umidade da cama e teor de amônia em diferentes sistemas de aquecimento de frangos de corte. In: Conferência APINCO, de Ciência e Tecnologia Avícolas, São Paulo. **Anais...**Campinas: FACTA, 1998.

SIMS, J. T.; LUKA-MCCAFFERTY, N. J. On-farm evaluation of aluminum sulfate (alum) as a poultry amendment: effects on litter properties. **Journal of Environmental Quality**, v. 31, n. 6, p. 2066–2073, 2002.

SINGH, H. P.; MISHRA, M.; SAHOO, G.; MISHRA, S. C. Effect of different methods of treatment of used litter on growth, feed efficiency and economics in broiler production. **International Journal of Production Management and Engineering**, v. 6, p. 109-114, 1990.

SIRRI, F.; MINELLI, G.; FOLEGATTI, E.; LOLLI, S.; MELUZZI, A. Foot Dermatitis and Productive Traits in Broiler Chickens Kept with Different Stocking Densities, Litter Types and Light Regimen. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, n. 1, p. 734–736, 2007.

SOBIH, M. A.; DOSOKY, R. Field trials to reduce ammonia content of air in broiler houses. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v. 24, n. 47, p. 159-164, 1990.

SOLIMAN, E. S.; MOAWED, S. A.; HASSAN, R. A. Influence of Microclimatic Ammonia Levels on Productive Performance of Different Broilers' Breeds Estimated with Univariate and Multivariate Approaches. **Veterinary World**, v.10, n. 8, p. 880, 2017.

SORBARA, J. O. B.; RIZZO, M. F.; LAURENTIZ, A. C.; SCHOCKENITURRINO, R. P.; BERCHIELLI, T. T.; MORAES, V. M. B. Avaliação da polpa de citros peletizada como material para cama de frangos de corte. **Revista Brasileira De Ciência Avícola**, v. 2, n. 3, p. 273–280, 2000.

SOUZA, L. F. A.; MASSARANDUBA, N. T.; RUIZ, I. A.; GOMES, A. S.; COSTA, A. P. S.; SILVA, A. F. G. Desempenho, Rendimento De Carcaça E Comportamento De Frangos De Corte Criados Em Cama De Maravalha Ou Areia. **Colloquium Agrariae**, v.12, n. 2, p. 06–11, 2016.

STEVENS, K. R. Systematic reviews: the heart of evidence-based practice. **AACN advanced critical care**, v.12, n.4, p. 529-538, 2001.

SUTTON, A. J.; ABRAMS, K. R.; JONES, D. R.; SHELDON, T. A.; SONG, F. **Methods for meta-analysis in medical research**. 1^a ed. New York: John Wiley & Sons, LTD; 2000.

STANUSH, D. D.; BELTRON, F.; CORSIGLIA, C. M. Effect of hydrated lime on selected litter microflora and poultry growth performance. **Poultry Science**, v. 79, n.1, p. 1, 2000.

STAPLES, M.; NIAZI, M. Experiences using systematic review guidelines. **Journal of Systems and Software**, v.80, n.9, p. 1425 -1437, 2007.

ST-PIERRE, N. R. Meta-analyses of experimental data in the animal sciences. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 343–358, 2007.

TAHERPARVAR, G.; SEIDAVI, A.; ASADPOUR, L.; PAYAN-CARREIRA, R.; LAUDADIO, R.; TUFARELLI, V. Effect of litter treatment on growth performance, intestinal development, and selected cecum microbiota in broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n. 5, p. 257-264, 2016.

TAMBELLA, A. M.; ATTILI, A. R.; DUPRÉ, G.; CANTALAMESSA, A.; MARTIN, S.; CUTERI, V.; MARCAZZAN, S.; DEL FABBRO, M. Platelet-rich plasma to treat experimentally-induced skin wounds in animals: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, 13: e0191093, 2018.

TASISTRO, A. S.; RITZ, C. W.; KISSEL, D. E. Ammonia emissions from broiler litter: response to bedding materials and acidifiers. **British Poultry Science**, v. 48, n. 4, p. 399-305, 2007.

TEIXEIRA, A. S.; OLIVEIRA, M. C.; MENEZES, J. F.; GOUVEA, B. M; TEIXEIRA, S. R.; GOMES, A. R. Poultry Litter of Wood Shavings And/or Sugarcane Bagasse: Animal Performance and Bed Quality. **Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias**, v. 28, n. 3, p. 238–246, 2015.

TERZICH, M.; QUARLES, C.; BROWN, J.; GOODWIN, M. A. Effect of poultry litter treatment (PLT) on the development of respiratory tract lesions in broilers. **Avian Pathology**, v. 27, n. 6, p. 566–569, 1998.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TIMMONS, J. R.; HARTE-DENNIS, J. M. Superabsorbent polymers as a poultry litter amendment. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 6, p. 416–420, 2011.

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y. Fate of nitrogen during composting of chicken litter. **Environmental Pollution**, v. 110, n. 3, p. 535–541, 2000.

TOLEDO, T. D. S. D.; PICH, C. S.; ROLL, A. A. P.; DAI PRÁ, M. A.; LEITE, F. L.; XAVIER, E. G., ROLL, V. F. B. The effect of litter materials on broiler performance: A systematic review and metaanalysis. **British Poultry Science**, v. 60, N. 6, p. 605-616 2019.

TOPPEL, K.; KAUFMANN, F.; SCHÖN, H.; GAULY, M.; ANDERSSON, R. Effect of pH-lowering litter amendment on animal-based welfare indicators and litter quality in a European commercial broiler husbandry. **Poultry Science**, v. 98, n. 3, p. 1181–1189, 2019.

TRANI, P.E.; CAMARGO, M. S.; TRANI, A. L.; PASSOS, F. A. **Superfosfato simples com esterco animal: um bom fertilizante organomineral**. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/Organomineral/Index.htm

VIEIRA, M. F. A. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente**. 2011. 93p. Dissertação (Título de Magister Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3600/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VOYLES, R.; HONEYMAN, M. S. Absorbency of Alternative Livestock Bedding Sources. **Animal industry report**. 2006.

UNITED NATIONS. **Revision of World Population Prospects**. 2019. Disponível em: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/index.html>. Acessado em: 12 de janeiro de 2020.

YOUNIS, M. E. M.; BAZH, E. K. A.; AHMED, H. A. Elbestawy, A. R. Broiler Performance, Carcass Characters and Litter Composition After Management of Fresh Litter with Two Types of Acidifier Amendments. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v. 4, n. 6, p. 2319-1473, 2016.

WANG, M.; MENG, Q. P.; GUO, Y. M.; WANG, Y. Z. Effect of atmospheric ammonia on Growth Performance and immunological response of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 22, p. 2802 – 2806, 2010.

WARD, P. L.; WOHLT, J. E.; KATZ, S. E. Chemical, Physical, and Environmental Properties of Pelleted Newspaper Compared to Wheat Straw and Wood Shavings as Bedding for Horses. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 6, p. 1359–1369, 2001.

WARD, P. L.; WOHLT, J. E.; ZAJAC, P. K.; COOPER, D. K. R. 2000. "Chemical and Physical Properties of Processed Newspaper Compared to Wheat Straw and Wood Shavings as Animal Bedding. **Journal of Dairy Science** v. 83, n. 2, p. 359–367, 2000.

WATSON, D. W.; DENNING, S. S.; ZUREK, L.; STRNGHAM, S. M.; ELLIOTT, J. Effects of lime hydrate on the growth and development of darkling beetle *Alphitobius Diaperinus*. **International Journal of Poultry Science**, v. 2, n. 2, p. 91-96, 2003.

WERLE, G.; LOVATO, M.; WILSMANN, C. G.; GAZONI, F. L.; CHAVES, B. W.; BRUSTOLIN, J. M. Avaliação microbiológica da cama de frangos de corte tratada com ecodry aves®. In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, Universidade Federal de Santa Maria. **Anais...** JAI, Santa Maria, 2010.

WOHLIN, C. **Guidelines for snowballing in systematic literature studies and d replication insoftware engineering**. 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2014), p. 1-10, 2014.

ZHANG, H.; BABAR, M. A. Systematic reviews in software engineering: Na empirical invesigation. **Information and Software Technology**, v.55, n.7, p. 1341-1354, 2013.

ZHANG, H. F.; JIAO, H. C.; SONG, C. G.; LIN, H. Effect of Alum-Amended Litter and stocking Density on Ammonia Release and Footpad and Hock Dermatitis of Broilers. **Agricultural Sciences in China**, v. 10, n. 5, p. 777-785, 2011.

ZHANG, F. Q.; GUO, Z. J.; GAO, H.; LI, Y. C.; REN, L.; SHI, L.; WANG, L. Synthesis and properties of sepiolite/poly (acrylicacid-co-acrylamide) nanocomposites. **Polymer Bulletin**, v. 55, n. 6, p. 419–428, 2005.

ZIEGELMANN, P. K. **Inferência Bayesiana e Teoria das Decisões**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Matemática. Departamento de Estatística; 2010.