



**INFLUÊNCIA DO ÂNGULO DE VIRAGEM EM  
INCUBADORAS DE ESTÁGIO ÚNICO SOBRE A  
ECLODIBILIDADE DE PINTOS DE CORTE**

**MARIA IZABEL AMARAL MARTINS**

**LAVRAS – MG  
2021**

**MARIA IZABEL AMARAL MARTINS**

**INFLUÊNCIA DO ÂNGULO DE VIRAGEM EM INCUBADORAS DE ESTÁGIO  
ÚNICO SOBRE A ECLODIBILIDADE DE PINTOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Colegiado do Curso de  
Zootecnia, da Universidade Federal de  
Lavras como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em  
Zootecnia.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2021**

**MARIA IZABEL AMARAL MARTINS**

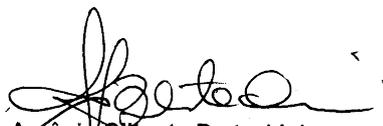
**INFLUÊNCIA DO ÂNGULO DE VIRAGEM EM INCUBADORAS DE ESTÁGIO  
ÚNICO SOBRE A ECLODIBILIDADE DE PINTOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Colegiado do Curso de  
Zootecnia, da Universidade Federal de  
Lavras como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em  
Zootecnia.

Aprovado em 11 de Novembro de 2021.

Ms. Andressa Carla de Carvalho  
Dr. Felipe Santos Dalólio

UFLA  
UFLA



---

Antonio Gilberto Bertechini  
Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini  
Professor Titular  
Orientador  
UFLA

**LAVRAS – MG  
2021**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, presente em minha vida e ao longo de toda caminhada na graduação, ajudando-me a vencer os obstáculos encontrados, fortalecendo meu espírito e renovando minha esperança.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), que proporcionou-me crescimento e amadurecimento ao longo destes anos.

À empresa Rivelli Alimentos, pela oportunidade do desenvolvimento do projeto de pesquisa e principalmente por agregar tanto valor profissional e pessoal.

Aos funcionários e colaboradores da empresa, que se dedicaram a transferir seus conhecimentos, experiências e vivências a mim. Agradeço especialmente o Emerson, Cristiano e Francilane, pela amizade, paciência e sabedoria compartilhada, por terem me auxiliado de forma única neste projeto.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini pela confiança, ensinamentos e inspiração, indispensáveis para a minha evolução.

À Andressa Carvalho e Felipe Dalólio, pelos aprendizados, conselhos e encorajamento ao longo da minha trajetória no NECTA.

Aos meus parentes e amigos, em especial ao meu pai Renato e a minha irmã Maria Luíza, que foram minha base e motivação durante a graduação, agradeço por todo o apoio, orações, amor e incentivo, sem vocês nada disso seria possível.

Ao Gabriel, que sempre segurou minha mão em meio às dificuldades e foi grande apoiador das oportunidades que surgiram no curso, além de ter compreendido minha ausência por inúmeras vezes.

Ao NECTA, por proporcionar crescimento pessoal e profissional, agregando valores e conhecimentos.

À cada uma das pessoas que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado, tanto na graduação quanto nas empresas que realizei os estágios, tornando a caminhada mais agradável.

Agradeço principalmente ao Jeferson, Bruno, Pedro, João Pedro e a cada pessoa da minha turma de graduação, pela amizade, auxílio, companheirismo e aprendizado, por se fazerem presentes, compartilhando momentos difíceis e boas risadas!

Muito obrigada!

## RESUMO

A avicultura brasileira tem grande impacto sobre o mercado externo e interno. Para atender a alta demanda da avicultura e seu crescente desenvolvimento, é preciso que haja maior produção de pintos de um dia de boa qualidade e com alta eficiência. Portanto, o incubatório é um setor de grande relevância na cadeia produtiva avícola, o qual depende do alinhamento e assertividade de diversos parâmetros para a obtenção de sucesso. A viragem compõe um destes parâmetros e tende a reproduzir o ato natural das aves em virar seus ovos, possuindo maior importância até o sétimo dia de vida do embrião. Ângulos de viragem fora do padrão podem trazer prejuízos à produção e desencadear perdas na eclodibilidade do incubatório. Tendo em vista a importância do sistema de viragem no desenvolvimento do embrião e suas problemáticas, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do ângulo de viragem em incubadoras de estágio único sobre a eclodibilidade de pintos de corte, bem como o efeito da reforma dos carros de incubação e manutenção do sistema de viragem sobre o ângulo de viragem, a incidência de pintos refugos e a eclodibilidade. O projeto foi conduzido no incubatório da empresa Rivelli Alimentos, na cidade de Mateus Leme/MG. Foram utilizados 403.044 ovos, de 8 lotes de matrizes pesadas, advindos da criação própria da empresa, bem como de ovos comprados de terceiros. Os ovos empregados no experimento foram provenientes de matrizes em diferentes idades, de diversos galpões de produção, das linhagens Cobb, Ross e Hubbard. Foram utilizados 84 carros de incubação, em 7 incubadoras diferentes, que tiveram sua utilização repetida ao longo do projeto. Para a incubação, as bandejas de ovos de um mesmo lote foram identificadas e misturadas aleatoriamente em diferentes carros de incubação com o intuito de reduzir a ação de qualquer variável. As análises dos dados foram feitas de forma descritiva, aplicando um teste de tendência e média. Ângulos entre 36 a 39° apresentaram melhor eclosão, havendo destaque para aqueles entre 38 e 38,5° que obtiveram menores quantidades de pintos de corte refugos. Ângulos de viragem abaixo de 36° e acima de 41° não apresentaram resultados superiores sobre a eclodibilidade comparados à faixa ótima do ângulo acima mencionado. Observou-se que a idade da matriz tem influência direta sobre a eclodibilidade e que a reforma dos carros de incubação desencadeou resultados benéficos sobre o ângulo de viragem e a eclodibilidade de carros que tinham ângulos abaixo de 36°. Os carros que possuíam ângulos medianos e tiveram o mesmo aumento para valores acima de 41° não apresentaram diferença significativa na eclosão. Após o plano de manutenção dos carros de incubação, que otimizou o ângulo de viragem, houve efeito benéfico sobre a eclodibilidade aumentando, em média, 0,85% a mesma em ângulos abaixo de 35°. Entretanto, em carros que já estavam com um ângulo de viragem mediano, acima de 36°, a reforma dos carros não representou melhora significativa na eclodibilidade. Concluiu-se que o ângulo de viragem tem influência significativa sobre a eclodibilidade e a quantidade de pintos refugos.

**Palavras-chave:** Ângulo de Viragem. Incubatório. Eclodibilidade.

## ABSTRACT

The Brazilian poultry industry has a great impact on the foreign and domestic market. In order to meet the high demand of poultry farming and its growth and development, there needs to be a greater production of good quality, high-efficiency day-old chicks. Therefore, the hatchery is a sector with a large poultry production chain, which depends on the alignment and assertiveness of different parameters to achieve success. Turning is one of these parameters and tends to reproduce the natural act of birds in turning over their eggs, having greater importance until the seventh day of life of the embryo. Non-standard turning angles can cause damage to production and trigger losses in hatchability. Bearing in mind the importance of the turning system in the development of the embryo and its problems, the present work aims to evaluate the impact of the turning angle in single-stage incubators on the hatchability of broiler chicks, as well as the effect of reforming the chicks. hatching cars and maintenance of the turning system on the turning angle, the incidence of rejects chicks and hatchability. The project was conducted at the hatchery of the company Rivelli Alimentos, in the city of Mateus Leme / MG. A total of 403,044 eggs were used, from 8 batches of heavy breeders, originating from the company's own creation, as well as eggs purchased from third parties. The eggs used in the experiment came from breeders at different ages, from different production houses, from the Cobb, Ross and Hubbard lines. 84 incubation cars were used, in 7 different incubators, which had their use repeated throughout the project. For incubation, as egg trays from the same batch were identified and randomly mixed in different setter cars in order to reduce the action of any variable. Data analyzes were performed descriptively, applying a trend and mean test. Angles between 36 and 39° showed better hatching, with emphasis on those between 38 and 38.5° that had smaller amounts of broiler chicks. Turning angles below 36° and above 41° did not present superior results on hatchability compared to the optimal range of the aforementioned angle. It was observed that the age of the matrix has a direct influence on hatchability and that the reform of the hatchery cars had beneficial results on the turning angle and hatchability of cars that had angles below 36°. Cars that had median angles and had the same increased to values above 41° did not show any significant difference in hatching. After the hatchery maintenance plan, which optimized the turning angle, there was a beneficial effect on hatchability, increasing, on average, 0.85% at angles below 35°. However, in cars that already had a median turning angle, above 36°, the reform of the cars did not represent a significant improvement in hatchability. It was concluded that the turning angle has a significant influence on hatchability and the amount of rejects chicks.

**Keywords:** Turning Angle. Hatchery. Hatchability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de ganho com ângulo de viragem após a regulagem do sistema de viragem.....	22
Figura 2 - Comparação do ganho com ângulo de viragem após a reforma dos carros de incubação.....	22
Figura 3 - Comparação do ganho com ângulo de viragem após a reforma dos carros de incubação.....	23
Figura 4 – Melhorias nos parâmetros de acordo com reforma de carros.....	24
Figura 5 - Relação do estado de conservação dos carros com seu posicionamento na incubadora.....	25
Figura 6 - Perda em eclodibilidade devido à redução do ângulo de viragem.....	26
Figura 7 - Perda em eclodibilidade devido a elevados ângulos de viragem.....	27
Figura 8 - Eclodibilidade de matrizes com 61 semanas e 63 semanas.....	28
Figura 9 - Influência da não viragem dos ovos nos primeiros sete dias de vida sobre a eclodibilidade.....	29
Figura 10 - Relação da quantidade de pintos refugos com os valores de ângulo de viragem.....	30

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Descrição das categorias dos ângulos de viragem.....20

Tabela 2 - Angulação dos carros de incubação próximos e distantes do sistema de viragem.....21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1 Desenvolvimento embrionário.....	10
2.1.1 Embriodiagnóstico.....	12
2.2 Processo de Incubação.....	13
2.3 Tipos de Incubadora.....	13
2.4 Parâmetros que Influenciam o Desenvolvimento Embrionário dos Pintinhos.....	14
2.5 Sistema de Viragem.....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira representa grande potência no mercado de exportações. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (2021), no ano de 2020 o Brasil produziu 13,845 milhões de toneladas de carne de frango, dos quais foram exportadas 31% deste total. Atualmente, o Brasil é o maior exportador de proteína de frango do mundo, e terceiro grande produtor mundial, atrás dos Estados Unidos e da China (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2021). A avicultura tem elevada relevância na economia brasileira, fornecendo milhares de empregos anualmente, de maneira direta ou indireta.

Para atender a alta demanda da avicultura e seu crescente desenvolvimento, é preciso maior produção de pintinhos de um dia de boa qualidade e com alta eficiência. Portanto, o incubatório é um dos setores de maior importância na cadeia produtiva avícola.

Ao longo dos anos, a avicultura foi marcada por diversos investimentos em tecnologia, genética e técnicas precisas de manejo. Entretanto, a incubação não recebeu a mesma dedicação que os outros componentes da cadeia.

O processo de incubação dura cerca de 504 horas e envolve diversas variáveis que devem ser niveladas. Os bons resultados são advindos do manejo adequado da temperatura, umidade, CO<sub>2</sub> e do sistema de viragem.

Estes parâmetros são melhor atendidos em incubadoras de estágio único que representam um conceito moderno de incubação, por possuírem ovos com mesma idade cronológica em seu interior e facilitarem que as exigências em ambiência sejam atendidas ao longo do ciclo.

O sistema de viragem está localizado ao fundo das incubadoras de estágio único, possuindo seu controle por um motor, ligado a um eixo que se conecta na engrenagem, tendo seu movimento regulado pelo sensor indutivo, composto por uma chapa de aço. Desta forma, o braço do sistema, que está conectado a engrenagem, locomove a barra de viragem para a esquerda, horizontal e direita, realizando-se a angulação necessária para o desenvolvimento correto dos embriões.

A viragem tem maior importância até o sétimo dia de vida do embrião, uma vez que possibilita a movimentação dos líquidos dentro do ovo e favorece a multiplicação e diferenciação celular. Ângulos de viragem fora do padrão, 38 a 45° (AVIAGEN, 2020), trazem prejuízos à produção, podendo ser citados a mortalidade embrionária precoce, maiores índices de mau posicionamento dos pintos de corte, membrana da casca colabada no pintinho ao nascimento, prejuízos na ambiência por existir limitação no fluxo de ar dentro da incubadora e

maior incidência de pintos deformados. Jordan (2021), especialista em incubação da Cobb, destaca que ângulos inferiores a 39°, reduzem de 1 a 2% a eclodibilidade e de 0,5 a 2% a qualidade do pintinho.

Diversos fatores podem influenciar o ângulo de viragem. Falhas no ajuste do sensor de micro de viragem, desgastes do sistema de viragem, funcionamento inadequado de rolamentos e engrenagens, presença de folgas no encaixe dos carros de incubação, bem como barras de rotação tortas, desgaste ou empenamento dos mecanismos de rotação, sobrecarga do sistema de viragem, mau posicionamento de carros na incubadora e falhas no mecanismo de rotação.

Tendo em vista a importância do sistema de viragem no desenvolvimento do embrião e suas problemáticas, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do ângulo de viragem em incubadoras de estágio único sobre a eclodibilidade de pintos de corte, bem como o efeito da reforma dos carros de incubação e manutenção do sistema de viragem sobre o ângulo de viragem, a incidência de pintos refugos e a eclodibilidade.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Desenvolvimento embrionário**

As aves possuem seu desenvolvimento embrionário dentro do ovo que, por sua vez, tem a função de fornecer proteção e nutrição ao embrião, ao longo de 21 dias (CESARIO, 2013). Segundo Santana et al. (2014, p. 2), “os ovos das aves dão suporte ao embrião durante toda a incubação, pois possuem todos os nutrientes, fontes de energia e água que serão utilizados durante o desenvolvimento embrionário”.

De acordo com Ito et al. (2013), as estruturas básicas presentes nos ovos podem ser divididas em disco germinativo, casca, cutícula, gema, albúmen, membrana da casca e chalaza. O disco germinativo carrega o código genético advindo dos pais e a gema contém nutrientes e apresenta uma incorporação de metabólitos lipossolúveis. Já o albúmen possui diversas proteínas, que servem como fonte de aminoácidos para o embrião, previnem o crescimento de bactérias, inibem a atividade de proteases para que não haja a destruição da albumina na incubação, bem como há a presença de enzimas bactericidas e da ovotransferrina, com ação bacteriostática. A casca dos ovos é composta por carbonato de cálcio, além de apresentar diversos poros que auxiliam nas trocas gasosas e perda de água pelo embrião.

Calil (2013, p.107), menciona que “o desenvolvimento embrionário pode ser dividido em três fases: diferenciação, crescimento e maturação/nascimento.” Na fase de diferenciação

as estruturas embrionárias e extra-embrionárias são formadas em sua maior parte, correspondendo aos 12 primeiros dias de incubação. Já o crescimento do embrião é o momento em que há o aumento de tamanho do mesmo e o desenvolvimento tecidual (GUIDA, 2018).

Boerjan (2006), explica que a diferenciação é um processo complexo que envolve a passagem de um ser unicelular para um indivíduo formado, através de modificações químicas, físicas e biológicas. Quando o ovo é expelido pela galinha, já se encontra com várias células, e nos primeiros dias de incubação a posição do embrião, ou seja, o eixo cabeça e cauda é totalmente definido, bem como a produção dos diferentes tecidos e órgãos dos pintinhos. Na diferenciação são formadas as membranas extra embrionárias e os fluidos. Já o crescimento corresponde a fase em que o embrião ganha massa e tamanho, consumindo os fluidos embrionários, ainda continuando a maturação de órgãos e tecidos. Por fim, o nascimento, ocorre em nascedouros e é caracterizado pela bicagem da casca do ovo, contribuindo para que os pulmões dos pintinhos inflem, com o intuito de substituir a respiração desempenhada pela membrana cório-alantoideana.

Cesario (2013), descreve que o desenvolvimento embrionário no interior da galinha é dividido em três eventos que são a fertilização, a clivagem e a blastulação. Na porção superior do infundíbulo, ocorre a fecundação do ovo, seguido pela clivagem, onde haverá a multiplicação celular até chegar em 256 células. Inicia-se então a blastulação, na qual o ovo é chamado de blástula. No momento da oviposição, os embriões estarão na fase de pré-gástrula. A gastrulação é um evento que ocorre no período de incubação, onde haverá a formação dos tecidos primordiais, das três camadas germinativas, que darão origem aos diversos órgãos e tecidos do embrião. A ectoderme dará origem à epiderme, pernas, bico, unhas, sistema nervoso, lente, retina, íris, mucosa e a cloaca. A mesoderme originará os ossos, músculos, órgãos, derme e hipoderme. E a endoderme formará as mucosas do trato digestório e respiratório. Em cada um dos dias de incubação acontecerá um episódio e modificações nos embriões.

É válido ressaltar que, quando o blastodisco (disco germinativo) é fecundado, o mesmo passa a ser chamado de blastoderme, havendo inicialização da divisão celular, tendo ocupação de 30.000 a 60.000 células após a oviposição (ITO et al., 2013).

Calil (2007), cita que ao longo dos 21 dias algumas alterações morfológicas e cronológicas estão presentes, por isso é preciso entender o processo começando no oviduto da galinha, mais especificamente no infundíbulo, onde ocorre a fecundação e a transformação do blastodisco em blastoderme, que são eventos iniciados sobre o efeito da temperatura interna da ave. Assim, na câmara calcífera começa-se a clivagem, na qual após uma série de divisões dos blastômeros forma-se a blastocele originando-se as áreas opacas e pelúcidas, e os futuros

tecidos das aves se formarão através do epiblasto e hipoblasto. Após a clivagem, sucede-se a gastrulação, na qual há início da linha primitiva e a formação dos somitos que promoverão o surgimento dos órgãos das aves. No momento da postura a blastoderme apresenta-se como gástrula, sendo células idênticas e afuncionais.

Após o decorrer do desenvolvimento embrionário dentro da galinha, sob condições externas ideais, o embrião passa por diferenciação celular onde as células se tornam especializadas dando início à formação dos órgãos do indivíduo. Posteriormente ao processo de diferenciação celular, há o crescimento que consiste na multiplicação por mitoses e hipertrofia, representando a maior fase do processo que ocorre conjuntamente à diferenciação e maturação. A maturação, por sua vez, constitui o momento do estabelecimento das funções dos órgãos e tecidos. É válido frisar que o desenvolvimento embrionário depende da transformação de energia (gema) para realização da diferenciação, crescimento e maturação, estando ligado a fatores bioquímicos e físicos (CALIL, 2007).

### **2.1.1 Embriodiagnóstico**

De acordo com Plano & Matte (2013), o embriodiagnóstico tem por função analisar as causas da reduzida produtividade no incubatório, sendo uma prática que analisa os ovos que não apresentaram-se eclodidos ao final dos 21 dias. Estes autores explicam que no final do processo de incubação, quando os pintos nascem, bandejas de posições superiores, inferiores e ao meio dos carros dos nascedouros, são separadas, retirando-se todos os ovos que não eclodiram para posterior avaliação. Esta prática classifica a mortalidade embrionária como precoce quando ocorre do primeiro ao sétimo dia, intermediária se acontece do oitavo ao décimo quarto dia, e tardia quando desenvolvida do décimo quinto ao vigésimo primeiro dia, analisando o desenvolvimento embrionário e as características fisiológicas do embrião (COBB, 2008).

Através do embriodiagnóstico é possível detectar malformações (desenvolvidas nas primeiras etapas do desenvolvimento embrionário) e mau posicionamentos do embrião (ocorre na última fase da incubação), com valores padrões aceitáveis para a incidência destes parâmetros no incubatório. O embrião, no interior do ovo possui um posicionamento correto para que possa nascer. Aos 14 dias de incubação este adota a posição definitiva para o início do nascimento, com a cabeça debaixo da asa direita e o bico voltado para a câmara de ar. Qualquer outro posicionamento diferente, no embriodiagnóstico, é considerado como mau posicionamento. (PLANO & MATTE, 2013).

Portanto, é imprescindível frisar a declaração de Wilson et al. (2003) que um sistema

de viragem que não possui bom desempenho pode aumentar a incidência de embriões mal posicionados, principalmente embriões com a cabeça na extremidade pequena do ovo, bico distante da câmara de ar e cabeça sobre a asa. Há outros fatores que interferem no mau posicionamento, por isso o autor relata sobre o armazenamento a longo prazo na pré-incubação e a incubação dos ovos com a extremidade menor voltada para cima.

## **2.2 Processo de Incubação**

A incubação corresponde ao período de desenvolvimento embrionário que se estende até a eclosão dos pintinhos, abrangendo alguns parâmetros principais como temperatura e umidade. A incubação pode ser natural, realizada pela galinha, ou artificial (EMBRAPA, 2019).

A incubação natural é feita por uma ave em período de choco, caracterizado por alterações comportamentais da mesma. As galinhas tendem a ter atitudes mais defensivas e permanecerem por mais tempo no ninho, mantendo a temperatura e umidade adequadas para o desenvolvimento embrionário (EMBRAPA, 2019).

A incubação artificial de ovos de galinha representa uma prática antiga, sendo manejada entre 400 a 1000 a.C pelas civilizações Egípcia e Chinesa (CAMPOS, 2000). Na incubação artificial, há fornecimento de um microclima adequado para os embriões com a utilização de máquinas incubadoras, que substituem as galinhas, mantendo estáveis os parâmetros de umidade, temperatura, ventilação e viragem (MARQUES et al., 2017).

Portanto, para que a cadeia do frango possa estar em constante movimentação, há a necessidade da produção de pintinhos de boa qualidade pelo incubatório e elevada eclodibilidade (VIVAN, 2019).

## **2.3 Tipos de Incubadora**

Atualmente, para a produção de pintos de corte em larga escala, existem no mercado dois tipos de incubadoras, a de estágio único e a de estágio múltiplo. As mais usuais no Brasil e no mundo são as de estágio múltiplo que detém, em seu interior, embriões com diferentes estágios de desenvolvimento. Entretanto, as incubadoras de estágio único, que contém embriões de mesma idade cronológica, estão sendo muito empregadas, uma vez que fornecem melhor ambiência por trabalhar com parâmetros de temperatura, umidade e ventilação conforme a exigência de cada fase do embrião, não utilizando apenas valores médios destes parâmetros (VILLANUEVA, 2012).

As incubadoras de estágio múltiplo, apresentam como vantagem a eficiência da utilização do calor, uma vez que o calor produzido pelos embriões mais velhos, normalmente posicionados ao lado do pulsador, é utilizado para aquecer os embriões mais jovens. Entretanto, como a ventilação, a temperatura e a umidade são mantidas constantes ao longo de todo o ciclo de incubação há apenas um clima dentro da incubadora, sendo uma desvantagem, uma vez que no início da incubação os ovos recebem pouco calor e no final são superaquecidos (MOLENAAR et al., 2010).

#### **2.4 Parâmetros que Influenciam o Desenvolvimento Embrionário dos Pintinhos**

A transformação do ovo em pintinho, decorrente de um período de 504 horas, pode ser afetada por alguns fatores, como a temperatura, umidade relativa do ar, ventilação e viragem dos ovos.

Para que o desenvolvimento embrionário ocorra adequadamente é necessário um ovo de boa qualidade, observando-se a idade da matriz, o aporte de nutrientes, o período de estocagem, temperatura do ambiente, ventilação, viragem e umidade (SANTANA et al., 2014).

De acordo com Molenaar et al. (2010, p. 1):

Durante a incubação de embriões de galinha, as condições ambientais, como temperatura, umidade relativa e concentração de CO<sub>2</sub>, devem ser controladas para atender aos requisitos embrionários que mudam durante as diferentes fases do desenvolvimento embrionário.

Callil (2007), afirma que desde o início da incubação industrial, os parâmetros continuam com o mesmo seguimento, apenas acontecendo modificações nos valores, nas formas como o gerenciamento é realizado e na importância do CO<sub>2</sub> ao longo do processo. A temperatura é um dos parâmetros mais importantes na incubação, pois afeta todos os outros, e o desenvolvimento da fisiologia embrionária é dependente desta. Uma alteração incorreta de temperatura pode causar deficiência na formação do embrião, aumento da janela de nascimento, além de elevar o risco com desidratação dos pintinhos.

Conforme Rosa et al. (2002), um dos parâmetros que é de significativa relevância no processo de incubação é a umidade relativa, mensurada pela diferença entre o bulbo seco e o bulbo úmido do termômetro. A umidade relativa é muito importante para a perda de peso dos ovos através da taxa evaporativa. Callil (2007), relata que a água e o CO<sub>2</sub> são perdidos por difusão, sem gasto de energia, através dos poros presentes na casca dos ovos, devido a umidade relativa no interior dos ovos ser maior que no ambiente. Justifica ainda que a perda de umidade

está presente no processo de incubação pelo fato de que o embrião produz mais água do que consegue armazenar, por isso parte da água perdida viabiliza a transição da respiração do embrião para pulmonar, aumentando a câmara de ar e disponibilizando mais oxigênio ao mesmo.

Para manter um ambiente adequado dentro da incubadora, a dependência apenas de temperatura e umidade não seria efetiva, sendo necessário o controle da ventilação (SIMÕES, 2015). A ventilação tem como função proporcionar renovação de ar, reduzir o CO<sub>2</sub>, microrganismos, poeira e calor (LAUVERS & FERREIRA, 2011).

Em relação ao sistema de viragem Robinson, Fassenko & Renema (2003), ressaltam que uma falha no mesmo pode causar diminuição de fluidos nos embriões, inibir o desenvolvimento de algumas membranas, impedir a troca adequada de oxigênio e gás carbônico, o que pode ocasionar morte embrionária precoce.

Atualmente, outro fator que vem ganhando destaque nas pesquisas e que influencia a qualidade e o desempenho do pintinho após a incubação, é o controle dos níveis de dióxido de carbono nas incubadoras. Fernandes et al. (2019), demonstram que houve maior rendimento de coxa nos frangos dos ovos incubados com 4.000 e 6.000 ppm de CO<sub>2</sub> em incubadoras de estágio único, se comparados com a incubação em estágio múltiplo. Isto porque quando há hipercapnia precoce ocorre maior vascularização no embrião. De acordo com Verhoelst et al. (2011), os níveis de CO<sub>2</sub> têm o poder de alterar em quantidade a fração vascular da membrana corioalantoide do ovo, aumentando-a, o que pode promover elevada vascularização no tipo e no tamanho das fibras musculares.

## **2.5 Sistema de Viragem**

O sistema de viragem presente em incubadoras de estágio único e de estágio múltiplo, tende a copiar o ato natural de viragem dos ovos, realizados pelas galinhas, e apresenta diversos benefícios. De acordo com o Guia de Manejo de Incubação da Cobb (2020), a rotação dos ovos se faz importante pelo fato de impedir que os embriões fiquem aderidos à membrana interna da casca do ovo, além de proporcionar um desenvolvimento das membranas embrionárias. A viragem também ajuda a redirecionar o fluxo de ar dentro da incubadora, eliminando os “bolsões” de calor. A Cobb ainda menciona que nos quatro primeiros dias, o sistema de viragem é de fundamental importância por causa do crescimento da membrana do saco vitelínico que cresce ao redor da gema, levando água de maneira ativa para o fluido sub-embrionário. É válido ressaltar que se houver falhas no mecanismo de rotação nos primeiros dias pode haver redução

da eclosão, aumento da mortalidade embrionária e do mau posicionamento dos embriões dentro dos ovos.

De acordo com Calil (2007), ao terceiro dia de incubação, a viragem contribui para que o embrião passe de uma estrutura bi-dimensional para tridimensional. Visto que, antes da diferenciação celular, todas as células são iguais e estão em um aglomerado, necessita-se de um fator para a definição de onde será a cauda e a cabeça do embrião. Deste modo, a viragem forma um gradiente de pH entre as duas extremidades do embrião, desencadeando uma série de ocorrências. Assim, em um polo do ovo há maior concentração de ácido retinóico, sua concentração define em qual lugar será estabelecido o sistema nervoso e o sistema circulatório. Ainda, a viragem irá afetar as más formações por causa da desordenada diferenciação celular, bem como ajuda na preservação e formação dos anexos embrionários, auxiliando na difusão dos gases.

Em experimento desenvolvido por Elibol & Brake (2006), os ângulos de viragem abaixo de 35° resultaram em maior incidência de mau posicionamento dos embriões comparados a ângulos de viragem entre 40 a 45°.

Estes autores, constataram que a ausência de viragem de 0 a 7 dias ocasionou diminuição na eclodibilidade, aumento da mortalidade embrionária e elevação de mau posicionamento do tipo II (cabeça na extremidade pequena da casca), destaca-se que os efeitos da não realização de viragem são mais significativos em matrizes mais velhas (ELIBOL & BRAKE, 2004). Além disso, concluíram que o período mais crítico e que necessita da viragem é de 0 a 7 dias de idade do embrião.

Nos experimentos efetuados por Funk & Forward (1953), os ângulos de viragem, que melhoraram a eclodibilidade foram os de 43 a 45°. Houve melhora de cerca de 5% na eclodibilidade em ovos virados a 45°, comparados à angulação de 30°.

Quando a viragem não é realizada ou é feita de maneira incorreta, há influência no desenvolvimento do embrião, bem como na diminuição da área vascular. A viragem é capaz de ativar o crescimento de vasos sanguíneos porque aumenta a pressão sanguínea em áreas localizadas, portanto os vasos sanguíneos bem desenvolvidos refletem na absorção de nutrientes presentes na gema (DEEMING, 1989).

Tona et al. (2005), demonstram que a viragem dos ovos se faz necessária pelo menos até os 12 dias e que não deveria ser interrompida até os 15 dias. Já em relação ao ângulo de viragem, Cutchin et al. (2009), concluíram que ao virar os ovos a um ângulo de 15° há aumento da mortalidade embrionária principalmente de 11 a 16 dias e de 17 a 21 dias, bem como diminuição na eclosão quando comparada com ovos virados a 45°, havendo diferença também

no líquido sub embrionário no sexto dia de incubação.

Em pesquisa realizada com codornas japonesas, Babiker & Baggott (1992), verificaram a influência da viragem sobre a formação do fluido sub embrionário, peso e composição do albúmen. Concluíram que a ausência de viragem altera as concentrações de nutrientes da gema no fluido sub embrionário. A formação deste é dependente do sódio e cloreto do albúmen, correlacionando a eficiência do processo à viragem, uma vez que é necessário criar um movimento osmótico para o movimento da água na mesma direção.

Tazawa (1980), relata que a falha na viragem dos ovos causou queda na pressão parcial do oxigênio arterializado, além de redução do peso dos embriões e retardo na absorção da proteína do albúmen. O albúmen que não foi absorvido ficou entre a membrana corioalantóide e a membrana interna, impedindo a oxigenação sanguínea.

Não somente o ângulo de viragem possui influência sobre a eclodibilidade de pintos mas também a frequência com que esses ovos viram. Oliveira et al. (2020), utilizaram frequências de viragem de 24 (controle), 12, 6 e 3 vezes ao dia e chegaram a conclusão que as frequências de 12,6 e 3 vezes ao dia resultaram em menor eclodibilidade de ovos férteis quando comparadas ao controle, havendo aumento gradual da mortalidade precoce e tardia.

Portanto, percebe-se que o ângulo de viragem e a frequência da mesma afetam significativamente a eclodibilidade e a qualidade do pintinho.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Este projeto foi conduzido no incubatório da empresa Rivelli Alimentos, localizado na cidade de Mateus Leme, MG. O estudo foi realizado no período de quatro meses com base nas práticas desenvolvidas no incubatório.

Foram manipulados 403.044 ovos, de 8 lotes diferentes de matrizes pesadas, advindas da criação própria da empresa, bem como de ovos comprados de terceiros, com 16 repetições ao longo do projeto. Os ovos empregados no experimento foram provenientes de matrizes em idades distintas, de diversos galpões de produção, das linhagens Cobb, Ross e Hubbard.

As incubadoras utilizadas neste projeto são de estágio único com capacidade de incubação de 24 carros, totalizando 115.200 ovos por incubação. Manipulou-se 84 carros de incubação, em 7 incubadoras diferentes, que tiveram utilização repetida ao longo do projeto.

Para a incubação, as bandejas de ovos de um mesmo lote foram identificadas e misturadas aleatoriamente em diferentes carros de incubação com o intuito de reduzir a ação de qualquer variável (matriz, box, galpão, etc.) que pudesse influenciar no resultado final.

Inicialmente, com o objetivo de verificar o valor do ângulo de viragem e se este possuía influência na eclodibilidade, oito carros aleatórios foram incubados, cada quatro carros em mesma fileira de duas incubadoras diferentes. Posteriormente, objetivando-se avaliar a influência dos carros de incubação sobre o ângulo de viragem, foram escolhidos conforme seu estado de conservação quatro carros que seriam incubados na mesma fileira de uma incubadora, fazendo-se cinco repetições neste formato.

No decorrer do experimento, realizando-se ajustes no sistema de viragem das incubadoras, começou-se a ser empregues oito carros no momento da incubação contendo o mesmo lote de matriz, sendo que quatro carros novos eram colocados ao lado direito da incubadora, e os outros quatro carros mais antigos ao lado esquerdo da máquina, situados em mesma posição em ambos os lados.

Para a classificação dos carros de incubação em novos ou antigos, observaram-se os desgastes das barras oscilatórias, folgas nos engates dos carros, pivôs desalinhados, desgastes dos pontos de articulação, parafusos, rebites, arruelas e buchas.

Em relação às regulagens realizadas nas incubadoras, instituiu-se um plano de manutenção preventiva, realizando-se a conferência do mecanismo de rotação, incluindo ajustes nos sensores de micro de viragem, conferência de engrenagem e braço de viragem, bem como a lubrificação dos principais pontos do sistema de viragem.

Após a incubação realizada com carros em pior estado de conservação em mesma incubadora que carros novos de incubação, os carros antigos passaram por manutenção, onde tiveram ajustes em engates, rebites, folgas e demais componentes estruturais, sendo incubados novamente com o mesmo lote de matriz anteriormente utilizado, com o intuito de mensurar os benefícios da manutenção do carro em relação ao ângulo de viragem, eclodibilidade e qualidade de pintinhos.

Os ângulos de viragem foram mensurados através do aplicativo Angle Meter Pro Plus, indicado por consultores e manuais de linhagens. Em algumas incubações houve a conferência da medição deste aplicativo com um medidor de ângulo calibrado, da marca Harbor Freight Tools. Alcançou-se os valores dos ângulos por medições do sistema de viragem na posição em “Â” e em “V”, tendo a incubadora preenchida somente com a fileira de carros do experimento e posteriormente com a incubadora cheia. Após a mensuração de ambas as posições, retirou-se uma média do ângulo através da soma dos valores encontrados em “Â” e em “V” dividindo-os por dois.

Após os 19 dias de incubação, transferia-se os carros para os nascedouros onde passavam por identificação para que, quando os pintos nascessem e fossem encaminhados para

a sala de seleção, houvesse a possibilidade de conferência da eclosão de cada carro, associada ao ângulo de viragem do respectivo carro de incubação.

Em alguns lotes, foi realizado o embriodiagnóstico com a intenção de observar o mau posicionamento dos embriões, correlacionando este episódio com os carros que detinham de ângulos de viragem abaixo do padrão desejável.

Houve a observação da incidência de pintos refugo, avaliando se existia correlação da mesma com a qualidade do ângulo de viragem.

Os dados foram avaliados através de análise descritiva, com o objetivo de verificar suas principais tendências, avaliando a frequência do evento, sua natureza e características, utilizando-se das ferramentas da tabela dinâmica do Excel, sendo gerados gráficos para a comparação dos resultados. Aplicou-se um teste de tendência, no qual os ângulos de viragem foram divididos em categorias como demonstra a Tabela 1. Carros de numeração 1 são aqueles próximos ao sistema de viragem e carros de número 4 representam aqueles distantes da barra de viragem. Portanto, as categorias se fundamentam nos valores de ângulos de viragem em que os carros de incubação iniciam próximos ao sistema de viragem e terminam longe deste. Através desta classificação foram analisados os melhores ângulos de viragem e aqueles que apresentavam perdas em eclodibilidade e qualidade de pintinhos. Para a análise de ganhos com a melhoria do ângulo de viragem sobre a eclodibilidade foi realizada uma média simples e a comparação de resultados.

A quantificação da melhoria do ângulo de viragem com a reforma dos carros de incubação ou regulação do sistema de viragem, foi feita através de registros dos valores dos ângulos antes e depois dos ajustes efetuados.

Tabela 1 - Descrição das categorias dos ângulos de viragem.

CATEGORIA	CARROS			
	1	2	3	4
1	< 30			<30
2	31-35			<30
3	31-35			31-35
4	36-38			<30
5	36-38			31-35
6	36-38			36-38
7	39-45			<30
8	39-45			31-35
9	39-45			36-38
10	39-45			39<

Fonte: Do autor (2021)

As variáveis avaliadas foram o ângulo de viragem ( $^{\circ}$ ), eclodibilidade (%), quantidade de pintos refugos (%) e o estado de conservação dos carros de incubação (novos/antigos), para determinar a influência do ângulo de viragem sobre a eclosão e quantidade de pintinhos refugos, bem como a interferência do estado de conservação dos carros de incubação e regulagem do sistema de viragem sobre a qualidade do ângulo.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que carros de incubação posicionados próximos ao sistema de viragem detêm de melhor angulação, comparados aos carros distantes do mesmo, devido à exaustão de materiais. Este fato é evidenciado na Tabela 2, onde carros classificados como 1 são aqueles dispostos próximos à barra de viragem e os categorizados como 4 são aqueles distantes do sistema de viragem.

Tabela 2 - Angulação dos carros de incubação próximos e distantes do sistema de viragem.

Lote	Idade	Linhagem	Incubadora	Carro 1	Carro 2	Carro 3	Carro 4
CR99	43	ROSS	45	41	39	38	33
IC98	49	COBB	51	42	40	38	35
CC100	34	COBB	53	42	40	38	36
CR95	61	ROSS	43	35	33	31	29
CR95	63	ROSS	52	41	38	37	34
CR99	45	ROSS	49	42	40	37	35
CR99	45	ROSS	45	39	38	35	34
ER805	45	ROSS	38	42	41	39	38
ER805	45	ROSS	38	40	37	36	33
EH211	31	HUBB	51	41	39	33	31
IC98	55	COBB	52	41	40	39	38
IC98	55	COBB	52	40	38	35	35
CC100	41	COBB	52	41	40	38	37
CC100	41	COBB	52	37	34	31	28
EH211	47	HUBB	47	41	39	38	37
EH211	47	HUBB	47	40	37	34	33

Fonte: Do autor (2021)

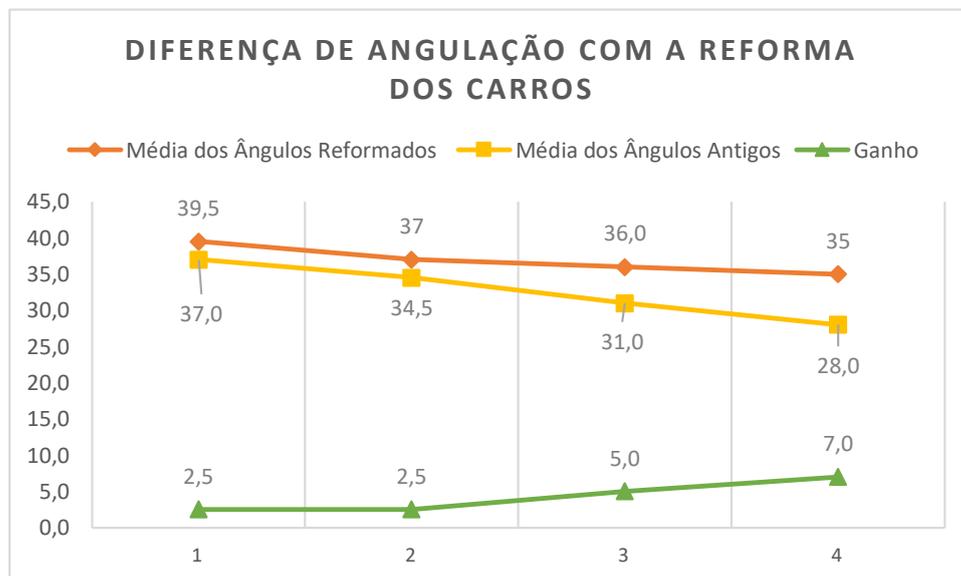
A boa regulação do sistema, bem como o estado de conservação dos carros de incubação tem influência direta sobre o ângulo de viragem das incubadoras de estágio único. Assim, a realização de ajustes nos sensores e micro de viragem das incubadoras melhorou de 3 a 7° o ângulo de viragem (Figura 1). Já a regulação dos engates dos carros e verificação do bom funcionamento destes melhorou em até 7° o ângulo de viragem na incubação (Figura 2 e 3).

Figura 1 - Exemplo de ganho com ângulo de viragem após a regulagem do sistema de viragem



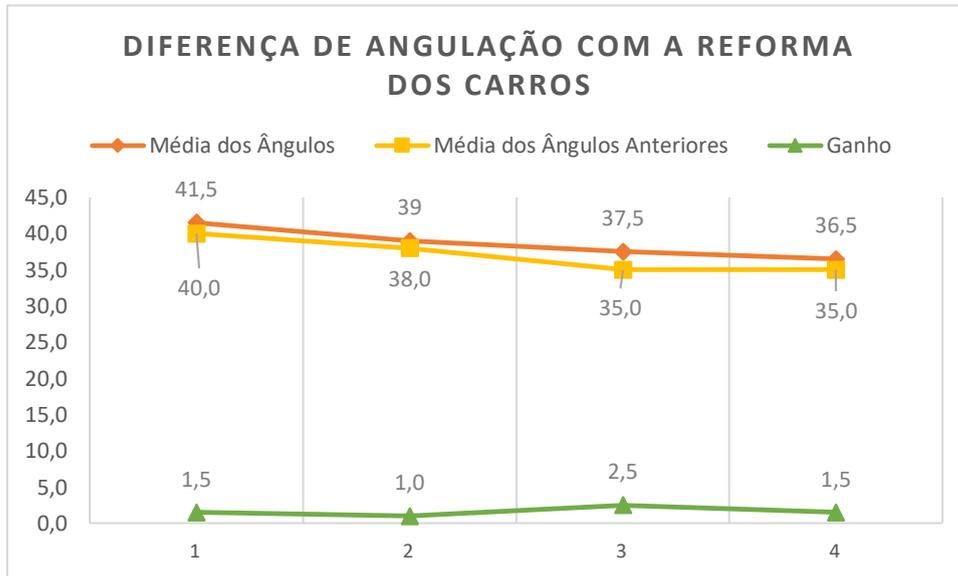
Fonte: Do autor (2021)

Figura 2 - Comparação do ganho com ângulo de viragem após a reforma dos carros de incubação.



Fonte: Do autor (2021)

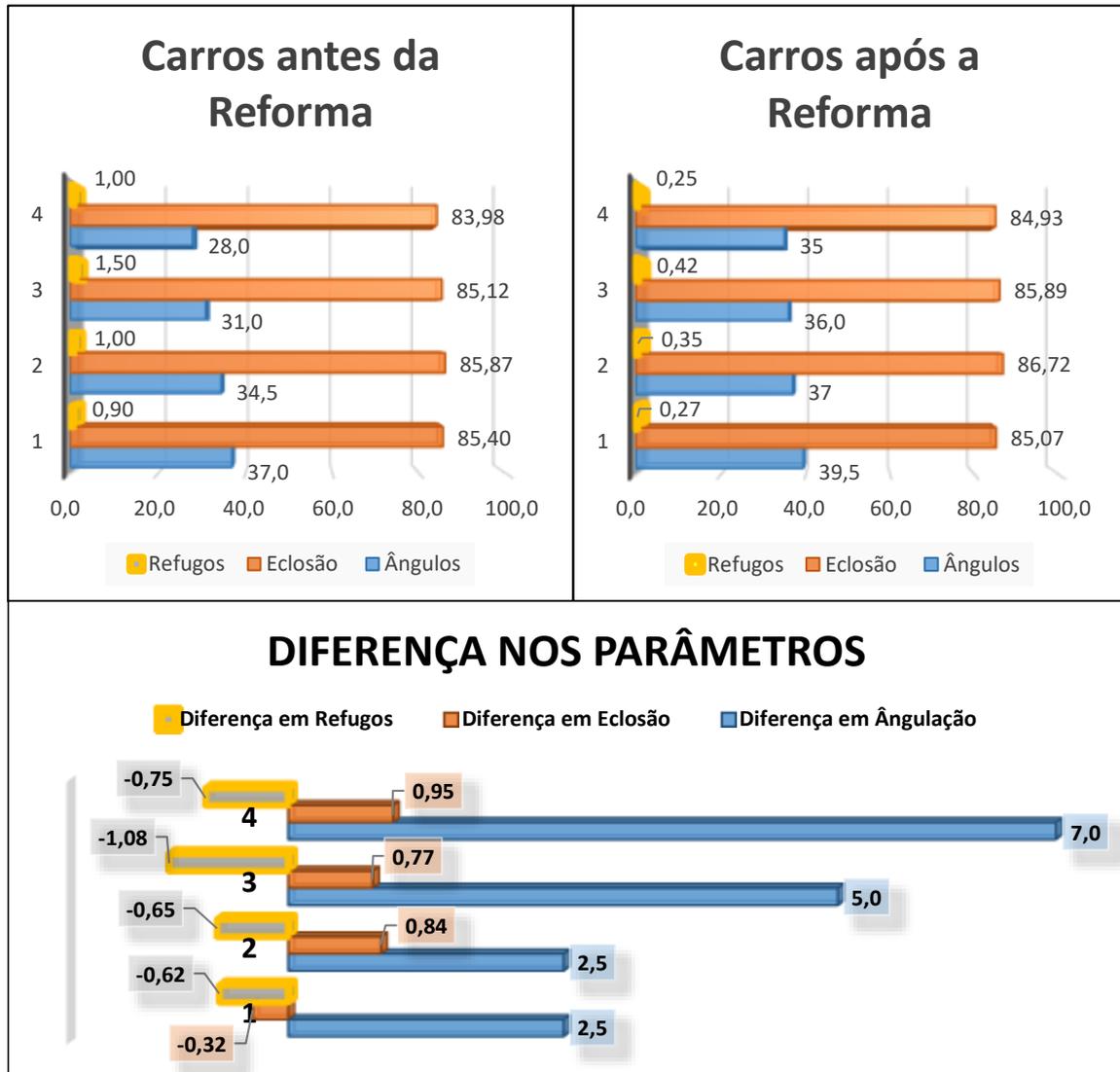
Figura 3 - Comparação do ganho com ângulo de viragem após a reforma dos carros de incubação.



Fonte: Do autor (2021)

Após o plano de manutenção dos carros de incubação, que otimizou o ângulo de viragem, houve efeito benéfico sobre a eclodibilidade, com aumento médio de 0,85% da mesma em ângulos abaixo de 35°, o que demonstra a importância da angulação para atingir melhores valores deste parâmetro. Existiram benefícios sobre a eclodibilidade à medida que os ângulos apresentaram melhoras, onde o efeito benéfico neste parâmetro se fez presente conforme os piores ângulos tiveram seus valores amplificados. Entretanto, em carros que já estavam com um ângulo de viragem mediano, acima de 36°, a reforma dos carros não melhorou significativamente a eclodibilidade. A quantidade de pintinhos refugos, seguiu a mesma tendência da eclodibilidade, havendo redução da incidência destes a medida que todos os ângulos foram melhorados (Figura 4).

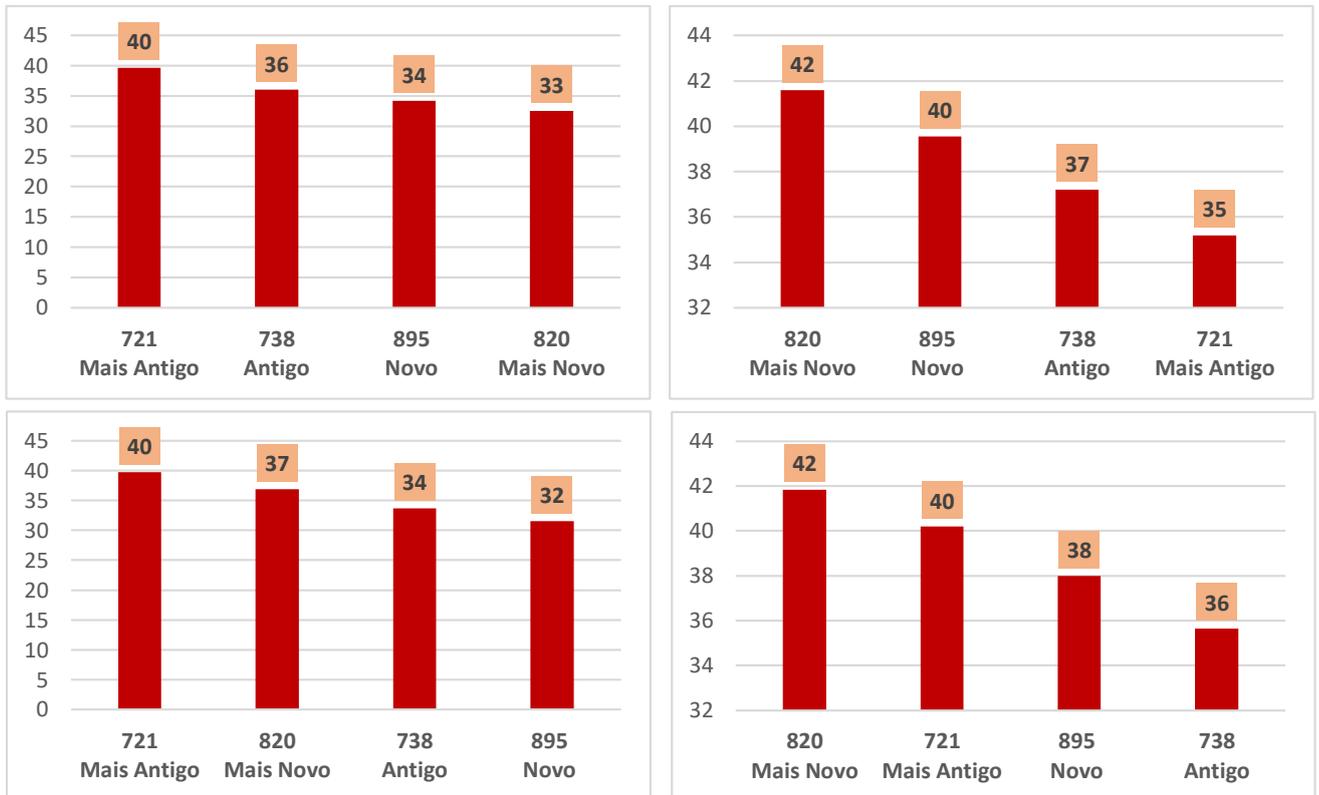
Figura 4 – Melhorias nos parâmetros de acordo com reforma de carros.



Fonte: Do autor (2021)

A análise do posicionamento dos carros de incubação, próximos ou distantes ao sistema de viragem, conjuntamente com seu estado de conservação, demonstrou que carros mais desgastados posicionados próximos ao sistema de viragem geram perda de 2 a 4° no ângulo de viragem, se comparados a carros mais novos e em bom estado de conservação posicionados próximos ao sistema de viragem, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Relação do estado de conservação dos carros com seu posicionamento na incubadora.

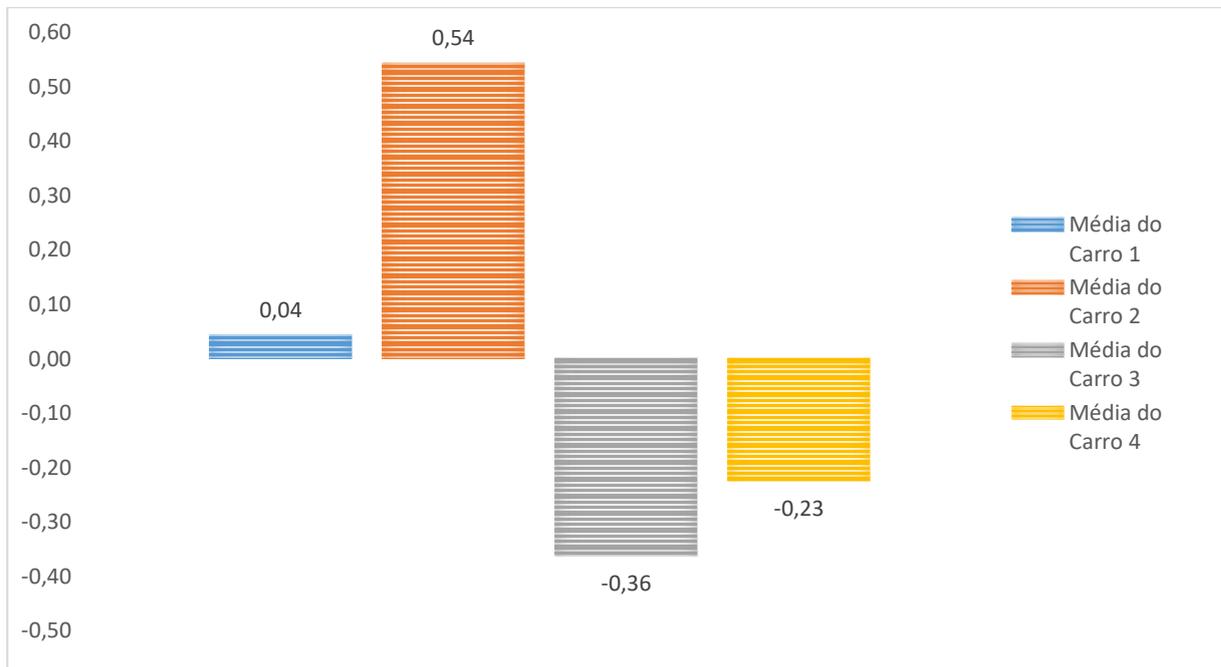


Fonte: Do autor (2021)

Através da aplicação de um teste de tendência nas dezesseis repetições realizadas, observou-se que há perdas significativas de eclodibilidade nos dois carros distantes do sistema de viragem (Figura 6). Estes dois últimos carros tem menor ângulo em relação aos outros dois carros próximos ao sistema de viragem, o que demonstra correlação do ângulo de viragem com a eclodibilidade.

Ainda analisando a Figura 6, a média de ângulo do carro 1 foi de  $40,5^\circ$  não apresentando perdas, entretanto os ganhos significativos em eclosão não estão concentrados nesta categoria de carros. Os carros de número 2 são aqueles que tiveram média de ângulos de  $38,5^\circ$ , sendo estes os que obtiveram maiores ganhos em eclodibilidade. Por último, nos carros 3 e 4 que possuíam média de ângulo abaixo de  $36^\circ$ , existiram perdas significativas em eclodibilidade.

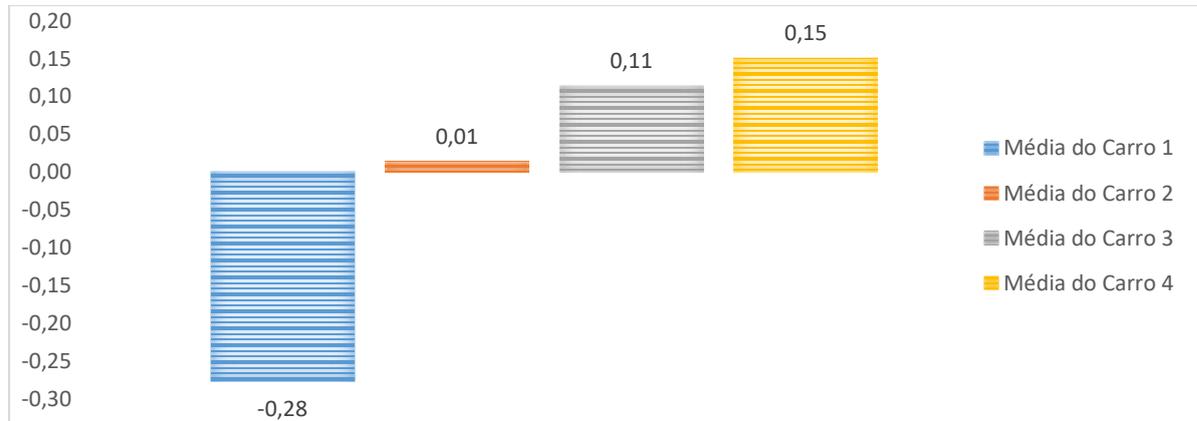
Figura 6 - Perda em eclodibilidade devido à redução do ângulo de viragem.



Fonte: Do autor (2021)

Na categoria 9, conforme descrita na Tabela 1, houveram tendências de ângulos acima de  $41,5^\circ$  não serem benéficos para a eclodibilidade (média do carro 1), bem como evidências que ângulo entre  $36$  a  $39^\circ$  (média do carro 4) apresentam melhor eclodibilidade (Figura 7). Estes resultados confrontam a pesquisa de Funk & Forward (1953), que encontraram melhor eclodibilidade em ângulos de viragem entre  $43$  a  $45^\circ$ , porém o resultado deste projeto confirma a afirmação destes autores ao relatarem melhores eclodibilidades em ângulos de  $45^\circ$  quando comparados com ângulos de  $30^\circ$ .

Figura 7 - Perda em eclodibilidade devido a elevados ângulos de viragem.

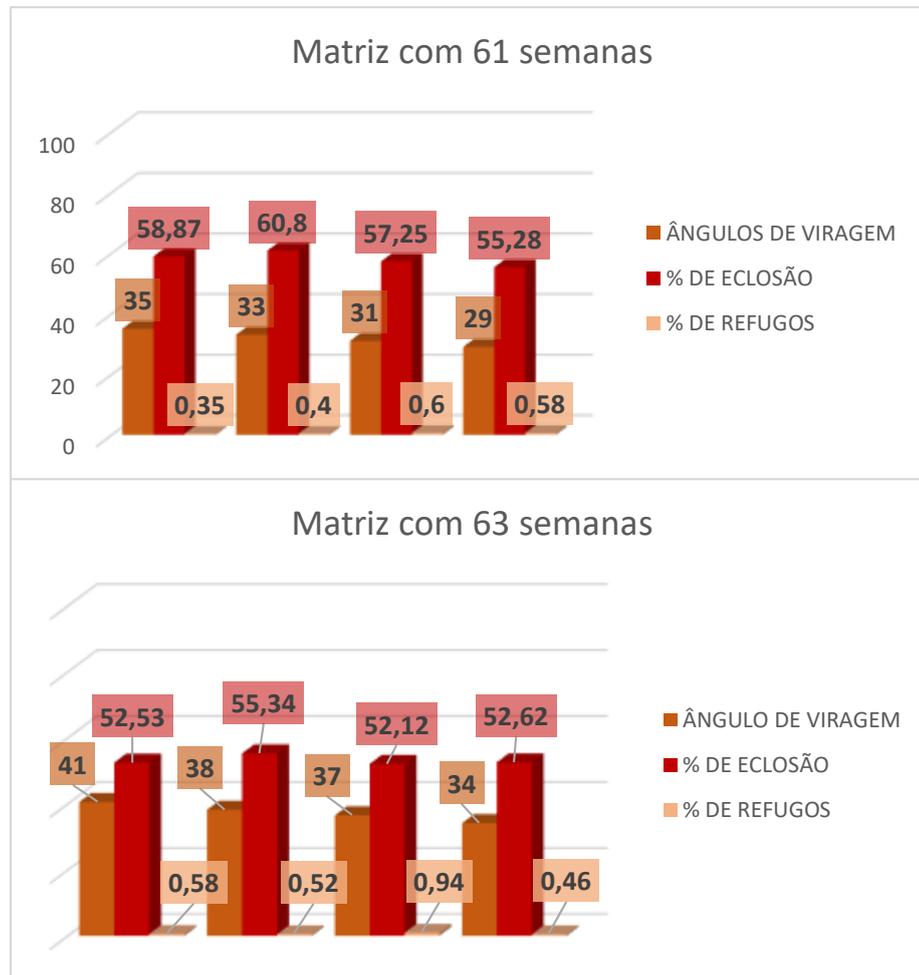


Fonte: Do autor (2021)

Destaca-se que outras variáveis afetam a eclodibilidade e que foi feita a máxima redução da influência destes fatores, mas alguns pontos devem ser levados em consideração, sendo eles a idade da matriz, a parcela em que as aves se encontravam, o núcleo que os ovos foram produzidos e o peso das galinhas.

Houve influência da idade da matriz sobre a eclodibilidade dos ovos férteis (Figura 8), verificando discrepância de valores de eclosão em matrizes mais velhas que reduziram a eclodibilidade média inicial de 85% para valores abaixo de 60%. Esta observação vai ao encontro de Medrado (2015), que afirma que os ovos de aves mais jovens apresentam melhor eclodibilidade sobre os ovos férteis em relação às matrizes mais velhas, uma vez que a idade influencia no peso e composição do ovo, altura e pH do albúmen e índice de gema.

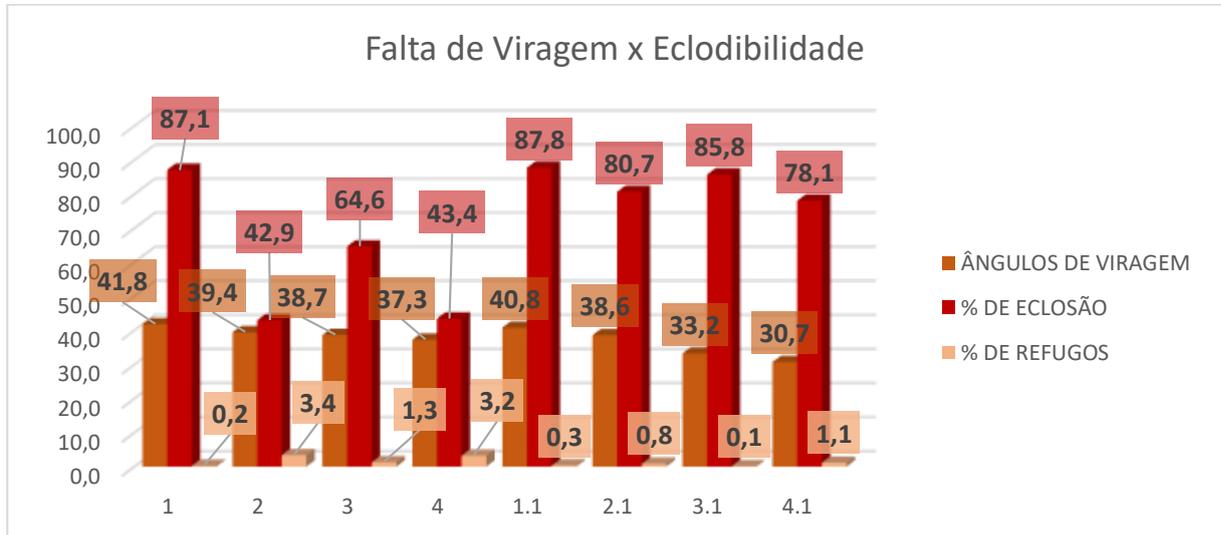
Figura 8 - Eclodibilidade de matrizes com 61 semanas e 63 semanas.



Fonte: Do autor (2021)

Ao longo do experimento foram presenciados episódios em que os carros de incubação ficaram desengatados do sistema de viragem, em um período dentro dos sete primeiros dias de incubação, onde a viragem se faz extremamente importante. A eclodibilidade dos ovos nestes carros de incubação (2,3 e 4) reduziu pela metade (Figura 9), aumentando a incidência de mau posicionamento de pintos, presença de anomalias e redução da qualidade dos pintinhos, vista no embriodiagnóstico e no momento da sexagem dos pintos de um dia.

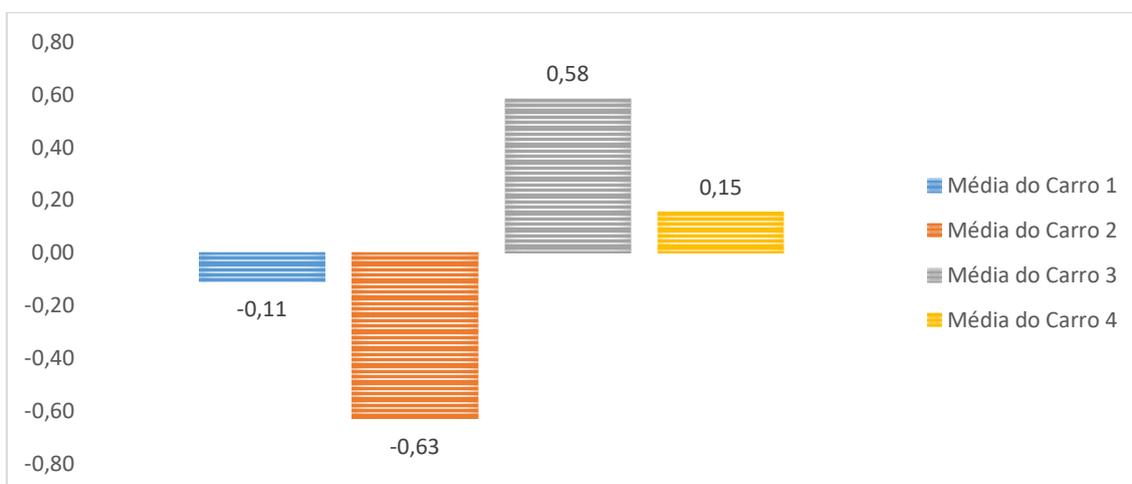
Figura 9 - Influência da não viragem dos ovos nos primeiros sete dias de vida sobre a eclodibilidade.



Fonte: Do autor (2021)

Verificou-se que a quantidade de pintinhos refugos ao nascimento teve relação com os valores de ângulo de viragem na categoria 8 (Tabela 1). A média dos ângulos de viragem dos carros de incubação 1 e 2, de 40° e 38°, apresentaram menores porcentagens de refugos, comparados a ângulos abaixo de 36°, demonstrados pela média dos carros 3 e 4 (figura 10). Há uma tendência de ângulos de viragem com valores de 38° apresentarem menores quantidades de pintinhos refugos no momento do seu nascimento. Elibol & Brake (2006), constataram que a incidência de mau posicionamento dos embriões foi superior na angulação de 35°, concordando com os resultados encontrados neste projeto.

Figura 10 - Relação da quantidade de pintinhos refugos com os valores de ângulo de viragem.



Fonte: Do autor (2021)

Não foram isoladas variáveis para a avaliação da influência do período de armazenamento de ovos sobre a eclodibilidade, por isso houve inconstância de resultados sobre este parâmetro. Entretanto, sabe-se que ovos armazenados por um período superior a sete dias, sem nenhuma aplicação da técnica de *Spides*, tendem a possuir maior mortalidade embrionária precoce, por causa de morte celular.

## 5 CONCLUSÃO

Este projeto demonstrou que o ângulo de viragem tem influência significativa sobre a eclodibilidade e a quantidade de pintinhos refugos. Ângulos entre 36 a 39° apresentaram melhor eclosão, com destaque para aqueles entre 38 e 38,5° que obtiveram menores quantidades de pintos refugos. Ângulos de viragem abaixo de 36° e acima de 41,5° não apresentaram resultados superiores sobre a eclodibilidade comparados à faixa ótima do ângulo mencionado acima.

Algumas atitudes podem melhorar o ângulo de viragem, sendo exemplos as manutenções preventivas no sistema de viragem e nos carros de incubação, além da priorização do posicionamento de carros em melhor estado de conservação próximos ao sistema de viragem, que fornece ganhos entre 2 a 4° no ângulo de viragem.

A melhoria de ângulos de viragem abaixo de 35°, através da manutenção dos carros de incubação, proporcionou aumento médio de 0,85% na eclodibilidade e redução da incidência de pintos refugos.

Percebeu-se que a idade da matriz tem influência direta sobre a eclodibilidade e que o período de armazenamento acima de sete dias traz perdas em eclodibilidade.

## 6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2021**. Disponível em: <[https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf)> Acesso em: 29 ago. 2021.
- AVIAGEN. **Dicas de Incubação 2020**. Disponível em: <[https://pt.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Portuguese/HatcheryTips-PT.pdf](https://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/HatcheryTips-PT.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2021.
- BABIKER, E.M.; BAGGOTT, G.K. Effect of turning upon the sub-embryonic fluid and albumen of the egg of the japanese quail. **British Poultry Science**, v. 33, n. 5, p. 973-971, 1992.
- BOERJAN, M. Early Embryogenesis of the chick. In: **Post Graduation Course in Incubation Biology and Management**. University of Wageningen, Holland, 2006.
- CALIL, T.A.C. Balanço de água e calor durante a incubação e a condutância da casca. In: MACARI, M. et al. **Manejo da Incubação**. 3ª ed. Jaboticabal: Ed. FACTA, cap. 2.2, p. 107-119, 2013.
- CALIL, T.A.C. Princípios básicos de Incubação. In: **Anais da Conferência Apinco**. Simpósio de Incubação, 2007, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: Ed. FACTA, p. 19 – 45, 2007.
- CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: SEP-MVZ, 2000, 311p.
- CESARIO, M. D. Desenvolvimento embrionário pré e pós-postura – períodos críticos. In: MACARI, M. et al. **Manejo da Incubação**. 3ª ed. Jaboticabal: Ed. FACTA, cap. 1.3, p. 47-63, 2013.
- COBB - VANTRESS BRASIL. **Guia de Manejo de Incubação**. 2008. 46 p.
- COBB - VANTRESS. **Guia de Manejo Incubatório Cobb**. 2020. 90 p.
- CUTCHIN, H.R. et al. Embryonic development when eggs are turned different angles during incubation. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, n.3, p. 447-451, 2009.
- DEEMING, D.C. Failure to turn eggs during incubation: Development of the area vasculosa and embryonic growth. **J. Morphol.**, v. 201, p. 179-186, 1989.
- ELIBOL, O.; BRAKE, J. Effect of Egg Turning Angle and Frequency During Incubation on Hatchability and Incidence of Unhatched Broiler Embryos with Head in the Small End of the Egg. **Poultry Science**, v. 85, n. 8, p. 1433-1437, 2006.
- ELIBOL, O.; BRAKE, J. Identification of critical periods for turning broiler hatching eggs during incubation. **British Poultry Science**, v. 45, n. 5, p. 631-637, 2004.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Estatísticas – Desempenho da Produção**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em: 28 ago. 2021.

EMBRAPA. **Considerações técnicas sobre a incubação de ovos de galinhas**. 1ª ed. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2019.

FERNANDES, J.I.M. et al. Influências dos níveis de CO<sub>2</sub> e do tipo de incubadora sobre o desempenho zootécnico e morfometria cardíaca de frangos de corte. **Cienc. Anim. Bras.**, Goiânia, v.20, p. 1-11, 2019.

FUNK, E.M., FORWARD, J. Effect of angle of turning eggs during incubation on hatchability. **Res. Bull. Missouri Agric**, n. 599, 1953.

GUIDA, F. J. V. **Descrição dos diferentes estágios do desenvolvimento embrionário de aves das ordens anseriformes, galliformes e psittaciformes e sua aplicação no embriodiagnóstico de espécies selvagens**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado em Conservação da Fauna) – Campus São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

ITO, N. M. K. et al. O. Sistema reprodutor e formação do ovo. In: MACARI, M. et al. **Manejo da Incubação**. 3ª ed. Jaboticabal: Ed. FACTA, cap. 1.1, p. 1-30, 2013.

JORDAN, S. Cobb destaca importância dos Ângulos de viragem para melhor eclodibilidade e qualidade de pintinho. **Avicultura Industrial**. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/cobb-destaca-importancia-dos-angulos-de-viragem-para-melhor-eclodibilidade-e/20210225-082317-y131>>. Acesso em: 17 out. 2021.

LAUVERS, G.; FERREIRA, V.P.A. Fatores que afetam a qualidade de pintos de um dia, desde a incubação até recebimento na granja. **Rev. Cient. Elet. Med. Vet.**, n. 16, p. 1679 – 7353, 2011.

MARQUES, I.E. et al. Incubação artificial de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) da linhagem Paraíso Pedrês no município de Tabatinga, Estado do Amazonas. **Rev. Cient. Avic. Suin.**, v. 3, n.1, p. 009-019, 2017.

MEDRADO, B. D. **Estudo da viragem dos ovos provenientes de matrizes pesadas de diferentes idades em incubadoras de pequena escala**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2015.

MOLENAAR, R. et al. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. **Braz. Journ. Poultry Science**, v. 12, n. 3, p. 137-148, 2010.

OLIVEIRA, G.S. et al. Effects of different egg turning frequencies on incubation efficiency parameters. **Poultry Science**, v. 99, n. 9, p. 4417-4420, 2020.

PLANO, C.M.; MATTE, A. M. D. Embriodiagnóstico e patologia perinatal. In: MACARI, M. et al. **Manejo da Incubação**. 3ª ed. Jaboticabal: Ed. FACTA, cap. 2.10, p. 245-272, 2013.

ROBINSON, F.E.; FASENKO, G.M.; RENEMA, R.A. **Optimizing chick production in broiler breeders**. Spotted Cow Press, v.1, 2003.

ROSA et al. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 2, p. 1011-1016, 2002.

SANTANA, M. H. M. et al. Incubação: principais parâmetros que interferem no desenvolvimento embrionário de aves. **Rev. Elet. Nutritime**, v. 11, n. 2, p. 3387-3398, 2014.

SIMÕES, C.T. **Incubação artificial: aspectos qualitativos e quantitativos a serem considerados na produção comercial de pintos**. 2015. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

TAZAWA, H. Adverse effect of failure to turn the avian egg on the embryo oxygen exchange. **Respiration Physiology**, v. 41, n. 2, p. 137-142, 1980.

TONA, K. et al. Effects of turning duration during incubation on embryo growth, utilization of albumen, and stress regulation. **Poultry Science**, v. 84, n. 1, p. 315-320, 2005.

VERHOELST, E. et. al. Development of a fast, objective, quantitative methodology to monitor angiogenesis in the chicken chorioallantoic membrane during development. **The International Journal of Developmental Biology**, p. 85-92, 2011.

VILLANUEVA, A.P. **Efeito do Sistema de incubação sobre o desenvolvimento das vilosidades intestinais, metabolismo e desempenho de frangos de corte**. 2012. 112f. Dissertação (Mestrado em Concentração de Produção Animal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

VIVAN, P. M. **Fatores físicos que influenciam o desenvolvimento embrionário durante o processo de incubação**. 2019. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

WILSON, H.R. et. al. Embryonic Malpositions in Broiler Chickens and Bobwhite Quail. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, n. 1, p. 14-23, 2003.