



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RESPOSTAS PRODUTIVAS, FISIOLÓGICAS, MEDIDAS DE CARÇAÇA E  
INTESTINAIS DE CODORNAS EUROPEIAS CONSUMINDO FARELO DE  
ALGA MARINHA (*Sargassum* sp)**

**AIRTON GONÇALVES DE OLIVEIRA**

**Campina Grande - PB**

**Julho - 2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**RESPOSTAS PRODUTIVAS, FISIOLÓGICAS, MEDIDAS DE CARÇAÇA E  
INTESTINAIS DE CODORNAS EUROPEIAS CONSUMINDO FARELO DE  
ALGA MARINHA (*Sargassum* sp)**

**AIRTON GONÇALVES DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola na Área de Concentração de Construções Rurais e Ambiente.

**Orientador: Professor Dr. Dermeval Araújo Furtado**

**Campina Grande - PB**

**Julho – 2021**

O48r

Oliveira, Airton Gonçalves de.

Respostas produtivas, fisiológicas, medidas de carcaça e intestinais de codornas européias consumindo farelo de alga marinha (*Sargassum* sp) / Airton Gonçalves de Oliveira. - Campina Grande, 2022.

70 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado."

Referências.

1. Construções Rurais. 2. Ambiência Animal. 3. Estresse Térmico. 4. Termografia. 5. Codornas. 6. Macroalgas. 7. Alimentação Alternativa. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Título.

CDU 631.21(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA AGRICOLA  
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

## FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

**AIRTON GONÇALVES DE OLIVEIRA**

RESPOSTAS PRODUTIVAS, FISIOLÓGICAS,  
MEDIDAS DE CARÇA E INTESTINAIS DE  
CODORNAS EUROPEIAS CONSUMINDO  
FARELO DE ALGA MARINHA (SARGASSUM  
SP)

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
como pré-requisito para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia Agrícola.

Aprovada em: 29/07/2021

Dermeval Araújo Furtado – Orientador – UAEA/CTRN/UFCG

José Wallace Barbosa do Nascimento – Examinador Interno - UAEA/CTRN/UFCG

Jordânio Inácio Marques - Examinador Externo - CCAA/UFMA

Neila Lidiany Ribeiro - Examinadora Externa - INSA



Documento assinado eletronicamente por **Jordânio Inácio Marques, Usuário Externo**, em 03/08/2021, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Neila Lidiany Ribeiro, Usuário Externo**, em 03/08/2021, às 16:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **DERMEVAL ARAUJO FURTADO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 03/08/2021, às 17:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO**,  
**PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/08/2021, às 08:54, conforme horário oficial de  
Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>,  
informando o código verificador **1679222** e o código CRC **45D3C9FC**.

---

Referência: Processo nº 23096.045446/2021-80

SEI nº 1679222

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Antônio Rozeno e Antônia Gonçalves, aos meus irmãos Ruthe e Erasto e a minha esposa Vitória Régia.

Por fim, dedico este trabalho a todas as vítimas fatais deixadas pela pandemia da covid-19 (in memoriam).

## EPÍGRAFE

O otimista é um tolo. O pessimista, um chato. O bom mesmo é ser um realista esperançoso.  
Ariano Suassuna.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todos os livramentos concedidos durante a execução desta pesquisa, que mesmo em meio a uma pandemia, todos do grupo mantiveram-se com saúde.

Ao meu orientador, professor Dr. Dermeval Araújo Furtado, por compartilhar seus conhecimentos, estando sempre à disposição para esclarecer as dúvidas e demais orientações essenciais. Tenho certeza que não fui um dos melhores alunos, mas tenho convicção que tive o melhor orientador.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial, a todos os que fazem a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola sobretudo, aos professores que fazem a linha de pesquisa - Construções Rurais e Ambiente e a coordenadora do PPGEA Josivanda Palmeira Gomes que tem uma missão difícil em suas mãos, porém sempre em defesa dos alunos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo durante todo o mestrado.

A minha família, por estar sempre apoiando meu crescimento profissional e acadêmico, e a minha esposa por tanta compreensão e companheirismo.

Aos meus amigos de execução da pesquisa que colocaram suas vidas em risco em meio a uma pandemia para fazer acontecer a ciência nesse Brasil que sucateou a educação: Nágela, Calixto, Fabiana, Karoline, Alícia, Jean Paiva, Jean Guimarães, Laysa Gabriela, Daniele Melo, Diassis, Mirandy, Robson, Patrício, Ricardo, Antônio, Maycon, Cassio, Veruska, Thiago Galvão, Kecinha, Yokine, Bruna Marques, Jailton, Valneide, Ariadne, Mailson, Luíz Paulo, Manoel, Cassiano, Idelvan, Leandro, Natanael, Gabriel e todos os outros que ajudaram de alguma forma.



## SUMÁRIO

<b>Descrição</b>	<b>Página</b>
Referencial teórico .....	8
Desenvolvimentos da coturnicultura de corte no Brasil .....	8
Exigências térmicas e bem-estar das codornas .....	9
Variáveis fisiológicas.....	10
Desempenho zootécnico.....	13
Algas marinhas na alimentação animal .....	14
<b>Referências bibliográficas</b> .....	15
<b>Artigo 1: Desempenho, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas europeias alimentadas com farelo de alga marinha (<i>Sargassum</i> sp)</b>	20
<b>Resumo</b> .....	20
Abstract .....	20
<b>Introdução</b> .....	21
<b>Material e métodos</b> .....	22
Animais e alojamento .....	22
Delineamento experimental e procedimento experimental .....	24
Coleta de dados.....	24
Caracterização do ambiente.....	24
Confecção da ração.....	25
Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça .....	26
Análises estatísticas.....	26
<b>Resultados e discussão</b> .....	27
<b>Conclusão</b> .....	32
<b>Referências bibliográficas</b> .....	32

<b>Artigo 2: Desempenho, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas de corte consumindo farelo de alga marinha (<i>Sargassum</i> sp) sob condições de estresse térmico</b>	35
<b>Resumo</b> .....	35
Abstract .....	36
<b>Introdução</b> .....	36
<b>Materiais e métodos</b> .....	38
Local do experimento .....	38
Animais utilizados na pesquisa .....	38
Dieta .....	39
Dados climatológicos .....	41
Dados de desempenho .....	42
Dados de carcaça .....	42
Análise estatística .....	43
<b>Resultados</b> .....	43
<b>Discussão</b> .....	44
<b>Conclusão</b> .....	46
<b>Referências bibliográficas</b> .....	46
<b>Anexos</b> .....	49
<b>Artigo 3: Desempenho produtivo e variáveis fisiológicas de codornas consumindo farelo de algas marinhas (<i>Sargassum</i> sp) em diferentes ambientes</b>	51
<b>Resumo</b> .....	51
Abstract .....	51
<b>Introdução</b> .....	52
<b>Materiais e métodos</b> .....	53
<b>Resultados e discussão</b> .....	57
<b>Conclusão</b> .....	63
<b>Referências bibliográficas</b> .....	63
<b>Anexos</b> .....	67



## Referencial teórico

### Desenvolvimentos da coturnicultura de corte no Brasil

A coturnicultura (criação de codornas) é explorada para a produção de carne e ovos, sendo relevante na geração de emprego e renda no meio rural, ocorrendo tendência do consumo desses produtos, por ser um produto palatável, com significativo valor nutritivo e de preparação fácil e rápida (Lima, 2012). O Japão foi um dos primeiros países a iniciar a exploração comercial das codornas no começo do século XX, realizando cruzamentos entre codornas vindas da Europa e espécies selvagens, obtendo assim, uma espécie doméstica de alta produtividade, denominada codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) (Grieser et al., 2015).

Presume-se que a codorna doméstica teria chegado ao Brasil em 1959, através do imigrante Italiano Oscar Molena, que já tinha o hobby de criar codornas na Itália. A exploração comercial da ave teve início em 1989, quando uma grande empresa avícola resolveu implantar o primeiro criatório no Sul do Brasil, dando início a exportação de carcaças de codornas congeladas (Silva et al., 2011). Desde então, a atividade passou a ter importância na economia agropecuária. Em 2011 o Brasil já constava como o quinto maior produtor mundial de carne de codornas e o segundo de ovos, coincidindo com o surgimento das grandes criações automatizadas e tecnificadas e novas formas de comercialização do ovo e da carne de codornas (Silva et al., 2011).

De acordo com o relatório de pesquisa agropecuária municipal, o Brasil contava com aproximadamente 16,8 milhões de codornas em 2018 e passou para 17,4 milhões em 2019, com produção de 297,3 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2019), sendo os estados com maior contribuição na produção o Espírito Santo e São Paulo (Silva et al., 2018). Esse crescimento é devido a alguns fatores característicos da espécie, como o rápido crescimento, precocidade na maturação sexual (40 a 45 dias), produtividade média de 300 ovos/ano e a necessidade de pequenos espaços (Jeke et al., 2018). A carne e os ovos são boas alternativas para o consumo humano, principalmente em países em desenvolvimento (Rahman et al., 2016).

O custo com a alimentação das codornas representa cerca de 70% do valor total de produção e vários fatores influenciam nas exigências nutricionais das aves, tais como

composição da dieta, teor de fibra da ração, idade e nível de alimentação (Nieto et al., 1995). As exigências nutricionais de codornas e frangos são diferentes, não se deve utilizar as mesmas formulações para as espécies; as codornas exigem mais proteínas e aminoácidos e menos cálcio na ração (Silva et al. (2007). Estas diferenças ocorrem principalmente na taxa de passagem do alimento pelo trato digestório, o que influencia na digestibilidade e aproveitamento de nutrientes pelas aves (Silva et al., 2003).

### **Exigências térmicas e bem-estar das codornas**

A variação de temperatura em regiões que apresentam amplitudes térmicas elevadas pode ser um problema na produtividade das aves ou outros animais, e uma das preocupações com as elevações da temperatura na avicultura está relacionada com a dificuldades das aves trocarem calor, uma vez que não dispõe de glândulas sudoríparas e apresentam o corpo recoberto por penas, tendo o propósito de tentar manter sua temperatura corporal em equilíbrio (Albino et al., 2014).

As condições com relação à concepção de conforto térmico das aves relacionadas ao ambiente a qual estão inseridas, podem levar alterações comuns no seu comportamento ao serem expostas a situações de altas temperaturas, o que proporciona menor consumo de ração e maior consumo de água pelas aves, sendo considerado temperaturas para tal comportamento acima de 28 °C e umidade relativa entre 65-70 ± 5% (Sousa et al., 2014). Outro fator que influencia no consumo de ração é o estresse sonoro causado por localização incorreta do aviário ou físico por manejo e instalações inadequadas (Castro et al., 2017).

A zona de conforto térmico para codornas vai variar de acordo com a idade destas aves, que segundo Matos (2007), a temperatura ideal para codornas de corte na fase inicial deve ser de 38 °C. Sousa et al. (2014) relataram que a zona de conforto térmico na fase de crescimento de 22 a 28 dias e 29 a 35 dias são de 26,7 e 25,6 °C respectivamente. De acordo com Sousa et al. (2013), a faixa de temperatura do ar que melhor caracteriza a zona de conforto térmico para codornas adultas é em torno de 23 °C, podendo se estender até 26 °C, os valores também concordaram com os encontrados por El-Tarabany (2016), o qual definiu que o conforto térmico para codornas em postura é em torno de 23,8 °C.

Bonfim (2018), trabalhando com codornas europeias na fase de 14 a 28 dias, observou que a elevação da temperatura até 32 °C diminui o consumo de ração em 4,58%

em relação à temperatura de 26 °C, redução também constatada por Vercese (2012) em aves submetidas ao estresse por calor de 30, 33 e 36 °C, com redução significativa de 11,97; 16,67 e 21,55% respectivamente, quando comparadas às aves mantidas em temperatura termoneutra de 21 °C.

Quando o animal não consegue manter a homeotermia, pode ocorrer a hipotermia (temperatura corporal abaixo do limite inferior) ou hipertermia (acima do limite superior), sobrevivendo com estresse extremo e grande desgaste, portanto com grande prejuízo ao desempenho. A tolerância à temperatura pode variar com o tempo de exposição e ocorrer certo grau de adaptação à temperatura próxima do limite térmico (Takahashi et al., 2009). Quando as aves não conseguem dissipar o calor de forma natural e sem esforço para gasto de energia poderá ocorrer redução na produção, pois o sistema está em colapso com a ave tentando manter a homeotermia.

### **Variáveis fisiológicas**

O estresse por calor é uma preocupação que se deve ter nos sistemas de produção (Nguyen et al., 2016), podendo alterar as variáveis fisiológicas dos animais e ocasionar perdas na produção, portanto um ambiente termicamente confortável é essencial para maximizar a produção avícola (Ferreira, 2016).

Quanto as variáveis fisiológicas para determinação do estresse pelo calor, a temperatura cloacal é uma das variáveis que representa a temperatura interna central das aves (Saraiva et al., 2011), sofrendo alterações quando a ave está exposta a uma situação de estresse agudo/severo, sendo que em situação de termoneutralidade, a temperatura cloacal varia entre 40,5 a 41,5 (Daghir, 2008; Macari & Soares, 2012; Vercese et al., 2012; Bueno et al., 2014). Em estudos com codornas japonesas submetidas à temperatura de 25 °C, Rodrigues et al. (2016) citaram valores médios de temperatura cloacal de 41 e 42 °C, assim como Sá Filho et al. (2011) em pesquisas com codornas em ambiente com temperatura de 32 °C, relataram valor médio de 40,5 °C, concluindo que as aves são eficientes em manter sua homeotermia.

A frequência respiratória é um dos mecanismos fisiológicos utilizado pelas aves para manter a homeotermia estável, sendo considerado um mecanismo eficiente (Saraiva et al., 2011; Rodrigues, 2017). A capacidade de transpiração das aves é quase nula, de maneira que as perdas de calor pela evaporação respiratória são bastante significativas

(Ferreira, 2016). A frequência respiratória considerada normal para aves varia de 20 a 30  $\text{mov min}^{-1}$ , média de 25  $\text{mov min}^{-1}$  (Ferreira, 2016), e em ambientes com altas temperaturas a frequência respiratória elevada por um longo período pode resultar em um desequilíbrio ácido-base, denominado de alcalose respiratória (Rodrigues et al., 2019). Como consequência há o comprometimento das atividades metabólicas, queda no desempenho enquanto não retornar o equilíbrio homeostático, resultando até na morte do animal em situações mais severas (Chukwuka et al., 2011).

As aves podem aumentar em até 10 vezes sua frequência respiratória quando expostas a altas temperaturas e umidade do ar elevada (Castilho et al., 2015; Soares 2019), e a hiperventilação gerada pelo aumento da frequência respiratória resulta na perda de grandes quantidades de  $\text{CO}_2$ , atingindo diretamente na disponibilidade de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) que, no caso de poedeiras, afetaria de modo direto a formação da casca do ovo, consequentemente resultando em um ovo com a casca fina (Albino et al., 2014; Ferreira, 2016).

Em estudos com codornas japonesas em ambiente com temperatura do ar entre 24 e 25 °C, Furtado et al. (2013) encontraram valores médios de frequência respiratória entre 22,8 a 27,9  $\text{mov min}^{-1}$ , valores normais considerados para aves. Trabalhando com codornas em ambiente termoneutro, Saraiva et al. (2011) descobriram valores de frequência respiratória entre 64,33 e 70,11  $\text{mov min}^{-1}$ .

Manter as codornas dentro da zona de conforto térmico melhora a expressão das características produtivas, já que as variáveis fisiológicas (frequência respiratória e temperatura retal) se mantêm dentro dos níveis normais, além do que a frequência respiratória mantida dentro dos níveis fisiológicos normais é fundamental para manter o pH do sangue dentro da normalidade, evitando problemas como a alcalose sanguínea (Silva et al., 2015).

A temperatura superficial é uma variável importante no conforto das aves, podendo servir de resposta ao ambiente inadequado de alojamento (Soares, 2019), sendo possível de ser obtida sem que haja contato com o animal, um método não invasivo, com a utilização de termômetro infravermelho ou a laser (Medeiros, 2012; Ferreira, 2016).

A temperatura das camadas mais externas do corpo pode ter maiores amplitudes, pois acompanham a temperatura ambiente, e se uma ave apresenta temperatura superficial elevada, pode ser um indicador de dificuldade na perda de calor (Furtado et al., 2011).

Assim, para que a dissipação de calor por vias sensíveis seja satisfatória, é necessária a existência de um gradiente térmico entre o ambiente e a superfície da ave (Soares, 2019).

Para que a temperatura superficial permaneça constante, a perda de calor deve ser igual ao ganho (Nguyen et al., 2016), uma vez que a dissipação de calor pelas aves ocorre tanto de maneira sensível (condução, convecção e radiação) quanto da maneira latente (respiratória e cutânea), e as perdas sensíveis são mais eficientes em condições termoneutras (Nascimento et al., 2014).

Alguns comportamentos das aves otimizam as perdas de calor, como abrir as asas e mantê-las afastadas do corpo, otimizando essas perdas por convecção, pois há um aumento na sua área de superfície corporal, além de diminuírem sua atividade física (Navas et al., 2016), e as atividades e movimentos realizados, postura corporal, disposição do animal, todos esses comportamentos também são indicadores de que a ave se encontra em estresse térmico. Garcia et al. (2015) relataram que nos períodos de temperatura mais amenas, as aves demonstram serem mais adaptadas, apresentam menores temperaturas corporais e superficiais, pela manhã o comportamento de maior expressão é o sentado.

Em ambientes quentes o comportamento expresso é o de permanecer prostradas, evitando realizar qualquer tipo de esforço físico que aumente a geração de calor no organismo (Santos, 2012). Já quando expostas ao frio, o comportamento expresso é de agrupamento no intuito de se protegerem das correntes de ar, mantendo-se em contato com o calor das outras aves (Shiassi et al., 2015).

A vasodilatação periférica é um mecanismo utilizado pelas aves e possui grande eficiência na perda de calor, resultando no aumento do fluxo sanguíneo para as regiões desprovidas de penas e extremidades, na intenção de aumentar a perda de calor não evaporativo (Soares, 2019). Em trabalhos com avaliação termográfica de codornas japonesas, Souza Junior et al. (2013) verificaram que a região das patas foi a que sofreu maior variação na temperatura superficial, por ser uma região com ausência de penas e altamente vascularizada, atuando diretamente nas trocas térmicas.

Em trabalhos com codornas em ambiente termoneutro, Saraiva et al. (2011) estudando a distribuição da temperatura em três regiões corpóreas (cabeça, coxa e peito), encontraram valores médios de temperatura superficial de 35 °C. Rodrigues et al. (2016) em estudos semelhantes, com temperatura do ar de 25 °C, relataram temperatura



superficiais de 33 °C, reforçando que a temperatura superficial exerce grande influência na manutenção da homeotermia da ave.

Regiões desprovidas de penas apresentam maior gradiente de temperatura superficial, podendo ser considerado um sítio de termólise (Nããs, 2010). Soares (2019) ao estudar a temperatura de codornas, em quatro regiões corpóreas (cabeça, asa, dorso e pata), relatou que as maiores variações de temperaturas foram nas regiões da cabeça e da pata, esses locais além de serem desprovidos de penas, possuem boa vascularização (Moura et al., 2016), característica favorável para trocas de calor sensível.

### **Desempenho zootécnico**

Inúmeros fatores podem afetar a produção das aves, dentre eles os ambientais, que podem propiciar reflexos negativos quando não manejados adequadamente. Quando as aves são mantidas em ambiente termoneutro, a energia do alimento não é desviada para compensar desvios térmicos (perder ou manter o calor), o que pode expressar melhorias em suas características produtivas (Baracho et al., 2013).

A exposição das aves a condições térmicas desfavoráveis resulta em aumento da temperatura corporal e alcalose respiratória, exercendo impacto negativo sobre seu desempenho, e a eficiência alimentar, taxa de crescimento, sobrevivência, consumo de alimento e produção de ovos e carne podem ser afetados (Silva et al., 2015).

As análises das variáveis produtivas e qualidade dos ovos são medidas adotadas para analisar os efeitos do ambiente na criação sobre o desempenho e o bem-estar das aves (Alves et al., 2007; Guimarães, 2012) e codornas tem seu consumo regulado pela densidade energética da dieta e pela exigência nutricional, bem como pela temperatura do ambiente (Moura et al., 2010; Silva et al., 2012).

A eficiência no sistema de produção de carne de codornas não depende somente de características qualitativas da carcaça, a soma de aspectos quantitativos, como os rendimentos e índices produtivos devem ser considerados (Alves, 2018) e apesar de expressarem números baixos com relação aos índices produtivos, elas apresentam elevados valores de conversão alimentar e consumo de ração (Oliveira, 2001).

Segundo Alves (2018) as codornas fêmeas com 42 dias de idade apresentaram ganho de peso e consumo total de 97,02 e 607,90 g respectivamente, sendo superior em 23,32 e 4,47% quando comparados ao ganho de peso e consumo total dos machos (78,67

e 581,89 g). No entanto, na fase de 22 a 42 dias é a responsável por mais de 80% deste consumo, chegando até de 400 à 500 g do total acumulado (Dide, 2018).

Avaliando o efeito do estresse contínuo pelo calor sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas, alojadas em câmaras climáticas, Vercese et al. (2012), observaram que a partir de 27 °C as aves já apresentaram sinais de estresse térmico, como redução no consumo de ração, peso e massa dos ovos.

Em pesquisa com diferentes níveis de proteína e energia na dieta de codornas criadas no semiárido brasileiro, Ribeiro et al. (2016) relataram valores de temperatura ambiente de 30,8 e 29,6 °C para o turno da manhã e da tarde respectivamente, indicando que as codornas estavam em situação de estresse por calor, porém a umidade relativa do ar estava dentro do nível considerado de conforto para a produção sem que houvesse comprometimento no desempenho.

### **Algas marinhas na alimentação animal**

O desempenho dos animais versa em uma ração balanceada que supra as necessidades nutricionais dos animais e não exceda o custo de produção nem a produção de codornas, pode-se utilizar alimentos alternativos que diminuam os custos de produção e desempenhem papel nutricional significativo dentro da dieta das aves.

Entre os objetivos da alimentação alternativa destaca-se a redução de custo com a alimentação e o reaproveitamento dos resíduos, proporcionando aos produtores de aves opções de alimentos que dê maior rentabilidade no final da produção (Wiggers e Soares, 2018), podendo-se utilizar rejeitos como bagaço de cana, casca de arroz, sabugo de milho, caroço de algodão, entre outros ingredientes, atentando-se para ajustar os ingredientes nas proporções adequadas de nutrientes que as aves precisam.

Para utilizar alimentos alternativos deve-se avaliar os fatores: composição bromatológica, reações fisiológicas provocadas pelo fornecimento do alimento ao animal e conhecer a composição do alimento fornecido. As informações sobre a influência do alimento nas reações antifisiológicas em codornas são escassas, sendo necessário buscar informações em tabelas e/ou materiais de outras espécies para tomar como referência (Oliveira, 2014).

Como a alimentação em aves corresponde a aproximadamente 70% do custo de produção, orienta-se buscar novos alimentos em substituição aos tradicionais, priorizando

a redução dos custos de produção, porém na utilização de alimentos alternativos deve-se observar sempre a qualidade e a disponibilidade regional do produto que será utilizado na alimentação animal (Ferreira et al., 2019). Os micros e macronutrientes são essenciais no desenvolvimento das codornas, as quais até aos 25 dias, praticamente triplicam de peso. Dentre os nutrientes, o cálcio e fósforo são os minerais mais importantes na nutrição animal, por possuírem ótima taxa de crescimento, como também por serem os principais formadores da matriz mineral, contribuindo com 95% (Gomes et al., 2004).

Os alimentos ricos em proteínas e minerais são preferidos para alimentação alternativa, como é caso das algas e microalgas, das quais algumas espécies são ricas em proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas, pigmentos e extrato etéreo (Chisti, 2007), dependendo do local onde foram cultivadas ou se desenvolveram de forma natural. Outras algas marinhas possuem características peculiares que as colocam em vantagem em relação a outras espécies, possuindo capacidade de regulação metabólica.

A fração mineral de algumas algas corresponde a 36% do peso seco total. As algas pardas são conhecidas como uma fonte rica em iodo (mineral que atua no metabolismo de lipídios). As algas da família das Laminaria são a principal fonte de mineral e podem conter entre 1500 a 8000 ppm do peso seco total (Gonçalves, 2013). Algumas algas são importantes fontes de cálcio, o conteúdo deste mineral pode chegar até 7% do peso seco total (PATARRA, 2008).

As propriedades nutricionais de algas são pouco conhecidas em relação às de plantas terrestres, mas vários trabalhos têm mostrado que elas são pobres em lipídios e ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (Darcy-Vrillon, 1993; Dawczynski et al., 2007; Mabeau e Fleurence, 1993; Ferreira et al., 2008; Dilkin et al., 2018).

## **Referências bibliográficas**

- Albino, L. F. T.; Barreto, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 268p, 2012.
- Albino, L. F. T.; Carvalho, B. R.; Maia, R. C.; Barros, V. R. S. M. **Galinhas poedeiras: criação e alimentação**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 376p.
- Alves, A. C. **Desempenho de codornas da linhagem europeia (*Coturnix coturnix coturnix*): uma análise comparativa entre os sexos**. Rondonópolis: UFMT, 2018. 34

- f. Monografia Graduação. <http://bdm.ufmt.br/handle/1/1206>
- Alves, S. P.; Silva, I. J. O.; Piedade, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1388-1394, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000600023>
- Baracho, M. S.; Cassiano, J. A.; Nääs, I. A.; Tonon, G. S.; Garcia, R. G.; Royer, A. F. B.; Moura, D. J.; Santana, M. R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, v. 6, p. 473-478, 2013. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1974/1596>
- Bueno, J. P. R.; Nascimento, M. R. B. M.; Carvalho, C. M. C.; Silva, M. C. A.; Silva, P. L. A. P. A. Características de termorregulação em frangos de corte, machos e fêmeas, criados em condições naturais de temperatura e umidade. Enciclopédia Biosfera, v. 10, n. 19, p. 437-447, 2014. <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/Caracteristicas%20de%20termorregulacao.pdf>
- Carolino, A. C. X. G.; Silva, M. C. A.; Litz, F. H.; Fagundes, N. S.; Fernandes, E. de A. Rendimento e composição de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo sorgo grão inteiro. **Bioscience Journal**, v. 4, p. 1139-1148, 2014. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22015/14763>
- Castilho, V. A. R.; Garcia, R. G.; Lima, N. D. S.; Nunes, K. C.; Caldara, F. R.; Nääs, I. A.; Barreto, B.; Jacob, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, p.122-131, 2015. <https://doi.org/10.18011/bioeng2015v9n2p122-131>
- Chukwuka, O. K.; Okoli, I. C.; Okeudo, N. J.; Udedibie, A. B. I.; Ogbuewu, I. P.; Aladi, N. O.; Iheshiolor, O. O. M.; Omede, A. A. Egg quality defects in poultry management and food safety. **Asian Journal of Agricultural Research**, v. 5, p. 1-16, 2011. Doi:10.3923 / ajar.2011.1.16
- Daguir, N. J. **Poultry production in hot climates**. 1. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2008. 377p.
- Dide, M. M. **Manual prático de criação de codorna japonesa e europeia**. 1.ed. Suzano: Fujikura, 3p, 2018.
- Ferreira, R. A. **Maior produção com melhor ambiente - para aves, suínos e bovinos**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016, 528p.

- Furtado, D. A.; Mota, J. K. M.; Nascimento, J. W. B.; Silva, V. R.; Tota, L. C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 748-753, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000700014>
- Garcia, E. R. M.; Nunes, K. C.; Cruz, F. K.; Ferraz, A. L. J.; Batista, N. R.; Barbosa Filho, J. A. Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades populacionais de alojamento. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zootecnia**, v. 18, p. 87-93, 2015. <https://doi.org/10.25110/arqvet.v18i2.5378>
- Guimarães, M. C. C. **Desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas nas estações chuvosa e seca no semiárido paraibano**. Campina Grande: UFCG, 2012. 125 f. Tese Doutorado. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/10909>
- Macari, M.; Soares, N. M. **Água na avicultura industrial**. 2. ed. Campinas: FACTA, 2012, 359p.
- Medeiros, R. C. M. Emprego da Termografia na inspeção preditiva. Bolsista de Valor. **Revista de divulgação de projeto universidade Petrobras**, v.2, p.293- 300, 2012.
- Medeiros, R. M.; Megna Francisco, P. R.; Borges, C. K.; Gomes Filho, M. F. Caracterização e classificação climática da cidade de Campina Grande–PB. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, **Anais ... CONTECC**. [https://www.researchgate.net/publication/303966161caracterizacaeclassificacao\\_climatica\\_dacidadedecampinagrandepb/link/57608ac08aeada5bc30690/dow](https://www.researchgate.net/publication/303966161caracterizacaeclassificacao_climatica_dacidadedecampinagrandepb/link/57608ac08aeada5bc30690/dow).
- Moura, A. M. A.; Fonseca, J. B.; Rabelo, C. B. V.; Takata, F. N.; Oliveira, N. E. T. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2697-2702, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200021>
- Nääs, I. A.; Romanini, C. E. B.; Neves, D. P.; Nascimento, G. R.; Vercellino, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000500001>
- Nascimento, S. T.; Silva, I. J. O.; Maia, A. S. C.; Castro, A. C.; Vieira, F. M. C. Mean surface temperature prediction models for broiler chickens - a study of sensible heat flow. **International Journal of Biometeorology**, v.58, p.195-201, 2014. DOI 10.1007/s00484-013-0702-7
- Navas, T. O.; Oliveira, H. F.; Carvalho, F. B.; Stringhini, J. H.; Café, M. B.; Hellmeister

- Filho, P. Estresse por calor na produção de frangos de corte. **Nutrime Revista Eletrônica**, v. 13, p. 4550-4557, 2016. [https://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/352](https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/352)
- Nguyen, P. H.; Greene, E.; Donoghue, A.; Huff, G.; Clark, F. D.; Dridi, S. A new insight into cold stress in poultry production. **Advances in Food Technology and Nutritional Sciences**, v. 1, p. 1-2, 2016. <http://dx.doi.org/10.17140/AFTNSOJ-2-124>
- Oliveira, E.G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. In: Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p.71-96, 2001.
- Pinheiro, S. R. F.; Oliveira, R. G.; Goulart, K. B.; Pires, A. V.; Gonçalves, F. M.; Drumond, E. S. C.; Costa, L. S.; Carvalho, D. C. O. Fósforo disponível na ração de codornas de corte em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.818-826, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000400006>
- Ribeiro, T. L. A.; Souza, B. B.; Brandão, P. A.; Roberto, J. V. B.; Medeiros, T. T. B.; Silva, J. J.; Carvalho Júnior, J. E. M. Diferentes níveis de proteína e energia sobre o comportamento fisiológico e desempenho de codornas europeias no semiárido brasileiro. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 4, p. 76-83, 2016. <http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v4n3p76-83>
- Richards A. S. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **Journal of Physiology**, v. 2016, p. 1-10, 1971. 10.1113 / jphysiol.1971.sp009505
- Rodrigues, J. C.; Oliveira, G. S.; Santos, V. M. Manejo, processamento e tecnologia de ovos para consumo. **Nutrime Revista Eletrônica**, v.16, p.8400-8418, 2019.
- Rodrigues, L. R.; Furtado, D. A.; Costa, F. G. P.; Nascimento, J. W. B.; Cardoso, E. A. Thermal confort index, physiological variables and performance of quails fed with protein reduction. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.378-384, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n4p378-384>
- Sá Filho, G. F.; Torquato, J. L.; Souza Júnior, J. B. F.; Domingos, H. G. T.; Costa, L. L. M. Temperatura corporal de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes temperaturas do ar. In: X Congresso de Ecologia do Brasil, 2011, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço- Minas Gerais: UFLA, p.1-2, 2011.
- Sakomura N. K.; Rostagno H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.

- Funep, p. 283, 2007.
- Saraiva, E. P.; Silva, J. H. V.; Pereira, W. E.; Magalhães, T. S.; Moura, J. H. A.; Santos, L. F. D. Redução da proteína bruta e perfil aminoacídico em dietas de codornas europeias de 22 a 42 dias criadas em ambiente termoneutro. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 13, p. 13-17, 2011. [http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rc pa .v13n1p13-17](http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v13n1p13-17).
- Silva, J. H. V.; Jordão Filho, J.; Costa, F. G. P.; Lacerda, P. B.; Vargas, D. G. V.; Lima, M. R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 775-790, 2012. <http://www.rbspa.ufba.br>
- Silva, R. C.; Rodrigues, L. R.; Rodrigues, V. P.; Arruda, A. S.; Souza, B.B. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **Revista Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 11, p. 22-26, 2015. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i2.644>
- Soares, K. O. **Zona de conforto térmico para codornas de postura com base em indicadores de bem-estar**. Patos: UFCG, 2019. 83 f. Dissertação Mestrado. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/8560>
- Souza A. Pavão H.G. Lastoria G, Gabas S.G, Cavazzana G. H, Filho A. C. P. Um estudo de conforto e desconforto térmico para o mato grosso do sul. **Revista de Estudos Ambientais**. v. 2, p. 15-25, 2003. <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2010v12n2p15-25>
- Souza Junior, J. B. F.; Queiroz, J. P. A. F.; Domingos, H. G. T.; Torquato, J. L.; Filho, G. F.; Costa, L. L. M. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 1, p. 61-64, 2013. <http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265.v01n02a05>
- Thorntwaite, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Revista Geográfica**, v. 38, p. 55- 94, 1948.
- Vercese, F.; Garcia, E. A.; Sartori, J. R.; Silva, A. P.; Faitarone, A. B. G. I; Berto, D. A. I; Molino, A. B.; Pelícia, K. Performance and egg quality of Japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, p. 37-41, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000100007>

**Artigo 1: Desempenho, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas europeias alimentadas com farelo de alga marinha (*Sargassum* sp)**

**RESUMO:** Objetivou-se com esse trabalho avaliar, em diferentes fases, o desempenho produtivo, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*), consumindo dietas com inclusão de níveis crescentes de farelo de alga marinha (*Sargassum* sp). Foram utilizadas 240 pintainhas de codorna europeias (*Coturnix coturnix coturnix*), distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de inclusão do farelo (0,0, 2,5, 5,0 e 7,5%), 6 repetições com 10 aves em cada parcela experimental. No período de 1 a 21 dias o consumo de ração do grupo controle foi mais elevado, com menor consumo de água. No período de 22 a 42 dias o consumo de ração e água aumentaram com a inclusão de alga, porém com redução no ganho de peso. No período total o consumo de água foi maior no nível de 2,5 e 7,5%, com menor consumo no grupo controle, ocorrendo pequena redução no peso ao abate e da carcaça com a inclusão do farelo, não havendo diferenças ( $P>0,05$ ) na qualidade da carcaça e biometria intestinal. Recomenda-se a inclusão de até 7,5% do farelo de *Sargassum* na dieta de codornas europeias em todas as fases, sem comprometer seu o desempenho produtivo, qualidade da carcaça e biometria intestinal.

**Palavras chave:** Macroalgas, coturnix coturnix coturnix, ração alternativa.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate, in different phases, the productive performance, carcass quality and intestinal biometry of European quail (*Coturnix coturnix coturnix*), consuming diets with increasing levels of seaweed bran (*Sargassum* sp). A total of 240 European quail chicks (*Coturnix coturnix coturnix*) were distributed in a completely randomized design, with four levels of bran inclusion (0.0, 2.5, 5.0 and 7.5%), 6 replications with 10 birds in each experimental plot. In the period from 1 to 21 days, the feed intake of the control group was higher, with lower water consumption. In the period from 22 to 42 days, feed and water consumption increased with the inclusion of seaweed, but with a reduction in weight gain. In the total period, water consumption was higher at the level of 2.5 and 7.5%, with lower consumption in the control group, with a small reduction in slaughter weight and carcass weight with the



inclusion of bran, with no differences ( $P > 0.05$ ) on carcass quality and intestinal biometry. It is recommended to include up to 7.5% of *Sargassum* meal in the diet of European quails at all stages, without compromising their productive performance, carcass quality and intestinal biometry.

**Keywords: Macroalgae, coturnix coturnix coturnix, alternative feed.**

## **Introdução**

A utilização de alimentos alternativos para codornas visa a redução nos custos de produção e o reaproveitamento dos resíduos descartados nos processos agroindustriais, que devem estar disponíveis em quantidade e qualidade, possuírem bons teores de micro e macronutrientes, mantendo ou melhorando o desempenho produtivo, a qualidade da carne, dos ovos e o bem-estar das aves (Brunelli et al., 2018; Ferreira et al., 2019; Xavier et al., 2020; Nnadi et al., 2022).

Entre os alimentos alternativos destacam-se as algas marinhas, utilizados na dieta de frangos de corte (Gatrell et al., 2014, Qadri et al., 2019; Petrolli et al., 2019), galinhas de postura (Carrillo et al., 2012), codornas de postura (Melo et al., 2008a) e codornas de corte (Melo et al., 2008b, Cheong et al., 2015; Abouelezz, 2017). As algas da espécie *Sargassum* sp são encontradas de forma abundante no litoral brasileiro, possuem baixas concentrações de lipídios e altas concentrações de proteínas, polissacarídeos, vitaminas e minerais (Carrillo et al., 2012; Costa et al., 2016), sendo que as algas apresentam especificidades nas propriedades antioxidantes que podem auxiliar na regulação metabólica dos animais (Gatrell et al., 2014, Boiago et al., 2019; Hajati et al., 2020).

As algas também apresentam propriedades pigmentantes para os ovos, pele e músculos das aves, elevando a aceitação pelo mercado consumidor (Carrillo *et al.*, 2012), possuem grande quantidade de cálcio, portanto, ideais para utilização na ração de codornas de corte, que possuem alta taxa de crescimento, e a deficiência neste mineral pode acarretar problemas na formação dos ossos, principalmente displasia tibial (Lana et al., 2020), podendo afetar o crescimento e desempenho das aves.

Espécies de algas marinhas como a *Sargassum* spp, *Gracilaria* sp e *Spirulina platensis* apresentam boa fonte de minerais, carboidratos e aminoácidos essenciais, como arginina, triptofano e fenilalanina, sendo ricas em betacaroteno e vitaminas (Marín et al., 2009; Abouelezz, 2017; Hajati et al., 2020). Estas algas e outras do mesmo gênero, ao

serem utilizados na alimentação de aves, promovem crescimento e aumento da flora intestinal (Fernandes et al., 2020; Hajati & Zaghari, 2020; Rajesh & Pravin, 2021) com resultados positivos na postura, melhorando o desempenho dos animais e o consumo de ração e água (Melo et al., 2008a e 2008b, Carlos et al., 2011).

Objetivou-se neste estudo avaliar o desempenho produtivo, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) consumindo dietas com inclusão do farelo de alga marinha (*Sargassum* sp).

## **Material e métodos**

Os procedimentos realizados nesta pesquisa foram aprovados pela Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, Protocolo CEP N° 03/2021.

### *1.1. Localização* Localização

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência – LaCRA (7° 13' 51" Sul, 35° 52' 54" Oeste), da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, em galpão de alvenaria com três janelas de ventilação as quais eram fechadas durante a noite e abertas durante o dia em condições naturais, com dimensões de 7,40 x 3,70 x 3,0 metros de comprimento, largura e altura, respectivamente.

## **Animais e alojamento**

Foram utilizadas 240 pintainhas de codorna europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) com idade inicial de um dia vida e peso médio de  $8 \pm 0,50$  g, adquiridos de incubatório comercial, vacinadas, vermifugadas e não sexadas. O período experimental iniciou no primeiro até os 42 dias de vida das aves.

Nos primeiros 14 dias de vida, as codornas foram pesadas e distribuídas em quatro círculos de proteção fechados com material tipo MDF (placa de fibra de média densidade), cama de serragem (maravalha), média de 5 cm de altura e aquecido artificialmente com quatro lâmpadas incandescentes de 60 W. Em cada círculo foram alojadas 60 codornas, providas de comedouros e bebedouros. Aos 15 dias de vida as aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de: frente 100 x lateral 50 x altura 15 cm, arranjadas em 5 andares, sendo que em cada andar as gaiolas eram divididas em três partes,

frente 33,3 x lateral 50 x altura 15 cm, totalizando uma área de 0,167 m<sup>2</sup>, onde foram alojadas 10 codornas por gaiola, densidade de 60 aves m<sup>2</sup>, onde ficaram até o final do período experimental, aos 42 dias.

### **Delineamento experimental e procedimentos experimentais**

O experimento foi arranjado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (quatro níveis de inclusão de alga: 0; 2,5; 5 e 7,5 %) com 6 repetições em cada parcela experimental.

O fornecimento de ração e água foram *ad libitum*. O farelo de alga marinha (*Sargassum* sp) foi incluído na dieta em níveis crescentes (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5%). Durante todo o período experimental as aves foram pesadas em um intervalo de 7 dias, totalizando 6 pesagens durante o período experimental. O programa de luz foi contínuo, 24 h ininterruptas de luz diária (12 h natural e 12 h artificial) durante todo o período experimental. A alimentação (Tabela 01) foi composta conforme composição indicada pelo NCR (2007).

Tabela 01. Ingredientes e composição nutricional utilizados na formulação de ração para codornas europeias em duas fases.

<b>Fase I (1-21 dias)</b>				
<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Níveis de inclusão de farelo de <i>Sargassum</i> (%)</b>			
	<b>0</b>	<b>2,50</b>	<b>5,00</b>	<b>7,50</b>
Milho	51,82	47,79	43,76	39,72
Farelo de soja	42,00	41,97	41,94	41,91
Farelo de <i>Sargassum</i>	0,00	2,50	5,00	7,50
Fosfato bicálcico	0,14	0,14	0,14	0,14
óleo de soja	1,04	2,61	4,17	5,73
Núcleo	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>Composição calculada</b>				
Energia met. Aves (Kcal/kg)	2900,00	2900,00	2900,00	2900,00
Proteína bruta (%)	25,00	25,00	25,00	25,00
Calcário total (%)	1,10	1,25	1,41	1,57
Fósforo disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38
Fibra bruta (%)	2,96	3,17	3,37	3,56
Sódio (%)	0,22	0,23	0,23	0,24
Arginina (%)	1,52	1,51	1,49	1,47
Treonina (%)	0,80	0,79	0,78	0,77

Isoleucina (%)	0,95	0,93	0,92	0,912
Triptofano (%)	0,28	0,28	0,27	0,271
Valina (%)	1,02	1,00	0,99	0,973
Leucina (%)	1,85	1,81	1,77	1,726
Lisina (%)	1,33	1,32	1,31	1,303
Metionina (%)	0,38	0,37	0,36	0,355
Metionina + cistina (%)	0,71	0,70	0,68	0,67

#### Fase II (22-42 dias)

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)			
	0	2,50	5,00	7,50
Milho	58,37	54,34	50,31	46,28
Farelo de soja	34,30	34,27	34,24	34,21
Farelo de <i>Sargassum</i>	0,00	2,50	5,00	7,50
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo de soja	2,33	3,89	5,45	7,01
Núcleo	5,00	5,00	5,00	5,00

#### Composição calculada

Energia met. Aves (Kcal/kg)	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00
Cálcario total (%)	1,04	1,19	1,35	1,51
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Fibra bruta (%)	2,96	3,17	3,37	3,56
Sódio (%)	0,21	0,22	0,23	0,24
Arginina (%)	1,30	1,29	1,27	1,25
Treonina (%)	0,70	0,69	0,68	0,67
Isoleucina (%)	0,81	0,80	0,79	0,78
Triptofano (%)	0,24	0,24	0,23	0,23
Valina (%)	0,89	0,87	0,86	0,84
Leucina (%)	1,66	1,62	1,58	1,54
Lisina (%)	1,14	1,14	1,13	1,12
Metionina (%)	0,34	0,34	0,33	0,32
Metionina+cistina (%)	0,64	0,63	0,62	0,60

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico: vit. A:10.000.000 U.I; vit D3: 2.500.000 U. I; vit. E: 6.000 U. I; vit. K: 1.600mg; vit B12: 11.000; Niacina: 25.000mg; Ferro:2125 mg.kg<sup>-1</sup>; Zinco:56 mg.kg<sup>-1</sup>; Cobre: 56 mg.kg<sup>-1</sup>; Manganês: 68 mg.kg<sup>-1</sup>.

#### Caracterização do ambiente

A temperatura e umidade relativa do ar (TA e UR) foram monitoradas e armazenadas através de um datalogger, do tipo HOBO U12-012 ONSET Comp®, com um canal externo e um interno acoplado a um globo negro disposto a uma distância de 5

cm das gaiolas. Os dados foram armazenados diariamente a cada 30 min durante todo o período experimental e estão dispostos na Tabela 02.

As temperaturas médias mínimas foram de  $26,74 \pm 0,5$  °C, máxima de  $28,98 \pm 0,5$  °C e amplitude de  $2,24$  °C. A umidade relativa do ar média chegou a  $70,13 \pm 4,35\%$ , mínima  $65,61 \pm 4,35\%$  e máxima  $73,48 \pm 4,35\%$  com ITU médio de  $26,79 \pm 0,42$ , mínima  $25,91 \pm 0,42$  e máxima  $28,01 \pm 0,42$ .

Tabela 02. Médias da temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU).

Horas	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
TA	26,74	26,63	26,67	27,38	27,81	28,04	28,62	28,98	28,95	28,81	28,30	27,94
UR	72,32	73,48	73,71	71,86	70,31	69,85	67,59	65,61	67,02	67,20	67,61	69,53
ITU	25,96	25,91	25,96	26,58	26,95	27,17	27,71	28,01	27,92	27,81	27,39	27,02
Horas	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h	01h	02h	03h	04h	05h
TA	27,92	27,86	27,79	27,62	27,46	27,37	27,27	27,23	27,19	27,09	26,98	26,76
UR	69,03	69,44	69,28	69,57	70,34	70,15	70,55	71,30	71,56	71,88	72,00	72,00
ITU	27,07	27,01	26,96	26,81	26,67	26,52	26,16	26,42	26,36	26,28	26,19	26,00

### Confecção da ração

Para a confecção do farelo de algas foram utilizadas algas marinhas do gênero *Sargassum*, família *Sargassaceae* e espécie *Sargassum* sp, sendo a coleta realizada pelo aproveitamento de algas desprendidas por ação das ondas marítimas, denominadas de “algas arribadas”, sem prejuízos ao meio ambiente e comprometimento da fauna e flora. As algas foram armazenadas em sacos permeáveis com ventilação natural para transporte ao LaCRA, onde foram retiradas e colocadas em ambiente ventilado e posteriormente, iniciou-se o processo de limpeza que consistiu na retirada de prováveis “contaminantes” epífitas e fauna associadas as algas, sendo feita por meio de três etapas de lavagem com água corrente doce para escorrimento da areia e sal da água do mar e verificação minuciosa de presença de poluentes antrópicos, como plásticos, cabelos, restos mortais da fauna marinha, entre outros. Após o processo de triagem e lavagem, a matéria-prima foi colocada em camada fina sobre um papel solvente para absorver o excesso de água e secar a sombra durante um período de 7 dias, sendo então pesadas e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a  $65$  °C, permanecendo nesta até atingir massa seca constante.

Depois da retirada da estufa, o material foi colocado para esfriar naturalmente e triturado em forrageira até ficar na granulometria do farelo de soja e milho. Amostras do farelo foram encaminhadas para análises laboratoriais dos micros e macronutrientes e da toxicidade do material. A análise de citotoxicidade seguiu a metodologia de Meyer et al. (1982), utilizando o método do bioensaio com *Artemia salina*.

### **Avaliação de desempenho e rendimento de carcaça**

O peso vivo e o ganho de peso das aves foram avaliados por tratamento obtidos semanalmente em gramas por meio da pesagem direta das aves, utilizando balança analítica de precisão (resolução de 0,1g). O consumo de ração e água foram calculados semanalmente pela relação da diferença entre as quantidades ofertadas e as sobras dividida pela quantidade de animais, sendo retificado de acordo com a mortalidade das aves. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração por ave dividida pelo ganho de peso.

As aves foram submetidas a um jejum de 12 h antes do abate, tendo a sua disposição apenas água à vontade, e após esse período foi feito o abate, insensibilizando e realizando a sangria, depenagem em água fervente e retirada das penas, pés, cabeça e vísceras, obtendo-se o peso da carcaça limpa e eviscerada. O rendimento de carcaça (RC%) foi calculado relacionando o peso de carcaça (PC) com peso vivo (PV), sendo o resultado obtido multiplicado por cem. Os cortes realizados foram coxas e sobrecoxa, peito, asa e dorso, sendo estes cortes realizados com auxílio de um conjunto de facas, bisturis e tesouras cirúrgicas. Quanto ao rendimento dos órgãos foi feito a pesagem do coração (PC), fígado (PF) e moela (PM) com uso de balança analítica de precisão  $\pm 0,1$ . Para avaliação da biometria intestinal, foi realizada a pesagem e mensuração do comprimento intestinal, sendo os intestinos delgado e grosso pesados em balança de precisão e comprimento determinado com auxílio de fita métrica.

### **Análises estatísticas**

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento GLM (General Linear Model) e os dados foram submetidos à regressão pelo PROC REG do SAS® (2002).

## Resultados e discussão

O consumo de ração apresentou diferença significativa na primeira fase (P=0,0019) e segunda fase (P=0,0051) com a inclusão da alga na dieta; em ambas as fases o consumo de ração apresentou efeito regressivo quadrático. Na primeira fase foi observado que com a inclusão do *Sargassum*, ocorreu uma redução próxima de 8% comparando-se o grupo controle (0%) com a inclusão de 7,5%, já na segunda fase este consumo elevou-se com a inclusão do *Sargassum*, sendo mais baixo no grupo controle e semelhante nos demais níveis de inclusão, uma vez que o consumo de ração no período total não apresentou diferença significativa (P=0,4074) com a inclusão de alga na dieta (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo de *Sargassum* na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i>				EPM	P-valor	P-valor	
	<i>Sargassum</i> (%)						Linear	Quadrática
	0,0	2,5	5,0	7,5				
Fase I: 1 a 21 dias de idade (g ave <sup>-1</sup> )								
Consumo de ração	237,57a	209,88b	213,80b	218,62b	11,25	0,0019	0,0525	0,0025 <sup>1</sup>
Consumo de água	712,53c	754,65a	713,43c	749,68b	0,93	<.0001	0,0536	0,7121
Ganho de peso	109,94a	99,95b	92,19c	94,64bc	4,42	<.0001	<.0001	0,0025 <sup>2</sup>
Conversão alimentar	2,16a	2,10a	2,32a	2,32a	0,16	0,0610	0,0326 <sup>3</sup>	0,7247
Fase II: 22 a 42 dias de idade (g ave <sup>-1</sup> )								
Consumo de ração	481,55b	496,84a	494,08a	496,08a	7,29	0,0051	0,0124	0,0446 <sup>4</sup>
Consumo de água	811,35d	849,74c	867,23b	854,10a	0,81	<.0001	<.0001	<.0001 <sup>5</sup>
Ganho de peso	121,84ab	128,67a	116,30b	116,06b	5,84	0,0038	0,0279 <sup>6</sup>	0,2176
Conversão alimentar	3,95ab	3,87b	4,26a	4,29a	0,23	0,0069	0,0040 <sup>7</sup>	0,5723
Fase final 1 a 42 dias de idade (g ave <sup>-1</sup> )								
Consumo de ração	719,12a	706,72a	707,88a	714,70a	14,23	0,4074	0,6523	0,1059
Consumo de água	1523,88c	1604,39a	1580,67b	1603,78a	1,59	<.0001	<.0001	0,00098
Ganho de peso	231,77a	228,62a	208,49b	210,70b	4,43	<.0001	<.0001 <sup>9</sup>	0,3165
Conversão alimentar	3,10b	3,09b	3,40a	3,40a	0,11	<.0001	<.0001 <sup>10</sup>	0,9469

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM - erro padrão da média. <sup>1</sup>Y=236,03-11,87x+0,49x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,92); <sup>2</sup>Y=110,34-5,87x+0,49x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,73); <sup>3</sup>Y=2,12+0,03x (R<sup>2</sup>=0,65); <sup>4</sup>Y=482,69+5,62x-0,53x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,83); <sup>5</sup>Y=810,86+21,29x-2,06x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,99); <sup>6</sup>Y=125,17-1,19x (R<sup>2</sup>=0,53); <sup>7</sup>Y=3,88+0,05x (R<sup>2</sup>=0,73); <sup>8</sup>Y=1531,43+25,86x-2,30x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,73); <sup>9</sup>Y=232,40-3,33x (R<sup>2</sup>=0,70); <sup>10</sup>Y=3,07+0,04x (R<sup>2</sup>=0,51)

O consumo de água na primeira fase foi mais elevado com a inclusão de 2,5 e 5,0% de farelo, sendo este consumo no grupo controle e a inclusão de 7,5% similares; na segunda fase houve efeito quadrático ( $P < 0,001$ ) com a inclusão do farelo de *Sargassum* e no período total foi mais elevado no nível de 2,5 e 7,5 %, sendo que o grupo controle consumiu menor quantidade de água (Tabela 3).

O ganho de peso apresentou efeito regressivo quadrático na primeira fase com a inclusão do *Sargassum*, sendo mais elevado no grupo controle e menor no nível de 5 e 7,5%; na segunda fase esta variável ( $P = 0,0038$ ) diminuiu com a inclusão de 5,0 e 7,5 % de farelo, ficando mais elevado no grupo controle e com a inclusão de 2,5% de farelo, e no período total este ganho foi similar nas inclusões de 0,0 e 2,5% de farelo e reduzido com a inclusão de 5,0 e 7,5 % de *Sargassum* (Tabela 03?). Na segunda fase e na fase total o ganho de peso apresentou efeito regressivo linear com a inclusão de alga.

A conversão alimentar foi similar na primeira e segunda fase nas aves que consumiram 0,0 e 2,5% de farelo na dieta, sendo que no período total foi mais baixa nas aves que receberam 0,0 e 2,5% de farelo. Na primeira, segunda fase e total houve efeito regressivo linear com a inclusão do *Sargassum* (Tabela 3). Comparando o grupo controle (0%) com o nível de 2,5%, observa-se que a redução de 12,91% no consumo de ração, aumentou de 5,58% no consumo de água e uma redução de 9,09% no ganho de peso.

Na segunda fase a conversão alimentar ( $P = 0,0069$ ) apresentou diferença significativa, na qual o grupo controle apresentou valor estatisticamente semelhante aos níveis, e entre os níveis de inclusão os de maior conversão foram 5,0 e 7,5%; sendo que o nível de 2,5% proporcionou o menor valor para a conversão alimentar. O consumo de ração e de água apresentaram efeito regressivo quadrático, em que os menores valores foram no grupo controle e aumentou com a inclusão de 2,5 %. Já o ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram efeitos regressivo linear.

O peso ao abate foi similar no grupo controle e nas aves consumindo 2,5 e 5,0 % com inclusão de farelo, observando-se redução de 10,59% na comparação entre o grupo controle e o nível de 7,5% de *Sargassum*, sendo que o peso absoluto e relativo da carcaça, cortes (peito, dorso, coxa e asa) e dos órgãos (coração, fígado, moela e intestinos) não apresentaram ( $P > 0,05$ ) diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).



Tabela 4. Valores de pesos absolutos e relativos de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de codornas europeias aos 42 dias de idade

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)				EPM	P-valor	P-valor	
	0,0	2,5	5,0	7,5			Linear	Quadrática
Peso absoluto (g)								
Peso ao abate	242,35a	236,65ab	222,10ab	216,68b	13,96	0,0148	0,0012 <sup>1</sup>	0,9805
Peso da carcaça	172,19a	173,42a	160,57a	159,44a	12,65	0,1372	0,0349 <sup>2</sup>	0,8222
Peito	61,42a	63,59a	59,75a	59,00a	5,41	0,4844	0,2671	0,5138
Dorso	65,60a	64,96a	60,38a	56,92a	5,71	0,0511	0,0061 <sup>3</sup>	0,5445
Coxa	30,68a	31,15a	27,51a	30,33a	2,44	0,0722	0,3510	0,2983
Asas	14,49a	13,72a	12,93a	13,19a	1,14	0,1211	0,0328 <sup>4</sup>	0,2716
Coração	1,82a	1,89a	1,79a	1,77a	0,17	0,6583	0,4048	0,5817
Fígado	4,81a	4,67a	4,49a	4,30a	0,83	0,7287	0,2429	0,9621
Moela	4,11a	4,64a	4,27a	4,32a	0,68	0,5927	0,8473	0,3894
Intestino	25,97a	19,99a	22,33a	18,11a	7,01	0,2726	0,1071	0,7636
Peso relativo (%)								
Rendimento da carcaça	71,12a	73,30a	72,64a	73,64a	3,40	0,5941	0,2640	0,6741
Peito	27,31a	26,81a	26,91a	27,19a	2,62	0,9859	0,9540	0,7131
Dorso	29,06a	27,46a	27,20a	26,22a	2,65	0,3417	0,0723	0,7727
Coxa	13,69a	13,18a	12,39a	14,01a	1,63	0,3580	0,9592	0,1212
Asas	6,41a	5,80a	5,82a	6,09a	0,53	0,1897	0,3565	0,0511
Coração	0,81a	0,80a	0,80a	0,82a	0,09	0,9845	0,9153	0,7191
Fígado	2,16a	1,98a	2,02a	1,99a	0,48	0,9111	0,9100	0,6878
Moela	1,83a	1,96a	1,93a	1,99 <sup>a</sup>	0,29	0,7909	0,3908	0,7588
Intestino	11,64a	8,49a	10,01a	8,43a	3,50	0,3623	0,2169	0,5946

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM - Erro padrão da média; <sup>1</sup>Y=243,18-3,66x (R<sup>2</sup>=0,68); <sup>2</sup>Y=174,07-2,04x (R<sup>2</sup>=0,69); <sup>3</sup>Y=66,56-1,23x (R<sup>2</sup>=0,79); <sup>4</sup>Y=14,29-0,19x (R<sup>2</sup>=0,69)

As variáveis biométricas não apresentaram diferença estatística (P>0,05), em que o comprimento do intestino delgado apresentou efeito regressivo quadrático com maior valor no nível de 2,5% (Tabela 5). As codornas tendem a prolongar o intestino delgado ao consumirem rações com maiores teores de fibras, melhorando a absorção dos nutrientes ofertados, mas níveis de até 7,5% de farelo de *Sargassum* não foram suficientes para alterar este órgão, no qual ocorreu a digestão e disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento das codornas.

Tabela 5. Biometria intestinal de codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com farelo de *Sargassum*

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)				EPM	P-valor	P-valor	
	0,0	2,5	5,0	7,5			Linear	Quadrática
Intestino delgado (cm)	50,92a	53,50a	52,83a	47,17a	6,57	0,3629	0,3354	0,1302
Intestino delgado (g)	3,77a	4,92a	4,88a	4,23a	0,86	0,0880	0,4455	0,0155 <sup>1</sup>

Intestino grosso (cm)	11,67a	13,00a	11,50a	13,33a	3,02	0,6439	0,5252	0,8421
Intestino grosso (g)	1,42	1,71a	1,67a	1,68a	0,58	0,8026	0,4698	0,5451
Comprimento total (cm)	62,58a	66,50a	64,33a	60,50a	7,61	0,5778	0,5478	0,2163
Peso total (g)	5,19a	6,63a	6,55a	5,91a	1,28	0,2086	0,4028	0,0541

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM - erro padrão da média;  $^1Y=3,79+0,59x-0,07x^2$  ( $R^2=0,66$ )

O menor consumo de ração na fase inicial de vida das aves pode ter ocorrido devido a maior percentagem de fibra da dieta (Tabela 1) e a palatabilidade da ração, o que pode demandar tempo para adaptação e aceitação da ração pelas codornas, sendo que no período total houve adaptação ao sabor, do trato digestivo e dos microrganismos que fazem a digestão das fibras (Hajati & Zaghari, 2020; Rajesh & Pravin, 2021FP) nas aves, ocorrendo um consumo de ração similar entre os tratamentos.

O consumo de ração foi mais elevado na Fase II, havendo compensação nesta fase, proporcionando consumo similar no período total. Resultados contrários foram encontrados por Alvarenga et al. (2014) ao enriquecerem a ração de frangos de corte com extrato de algas, não constatando diferença significativa para a consumo de ração e ganho de peso.

A redução do peso ao abate com a inclusão do farelo pode estar relacionada a maior percentagem de fibras nas rações (Tabela 01), e possíveis interferências na absorção de nutrientes, já que as algas marinhas de forma geral apresentarem propriedades de reduzir gorduras das aves, o que pode levar ao menor peso abate. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira al. (2019) trabalhando com a adição de resíduo da polpa da goiaba como ração alternativa para codornas de corte. Abouelezz (2017) citaram que a inclusão de Spirulina em pó (1% na ração) elevou o peso e ganho de peso corporal e provocou melhores taxas de conversão alimentar em codornas japonesas no período de crescimento das aves. A presença de fibra induz a maior atividade desse órgão, visando melhorar a digestão e absorção da dieta com alta viscosidade e consequente desenvolvimento dos órgãos e das aves.

Algas marinhas do gênero Schizotrichium podem ser adicionados às rações de frangos de corte (2%), sem comprometer o desempenho, rendimento em carcaça e dos órgãos, melhorando o perfil de ácidos graxos da carne (Petrolli et al., 2019). Boiago et al. (2019) mencionaram que a utilização da microalga *Spirulina platensis* na dieta de

codornas melhoraram a qualidade dos ovos, reduzindo os níveis de ácidos graxos saturados indesejáveis e aumentando os níveis de ácidos graxos monoinsaturados, que são benéficos à saúde dos consumidores. Carrillo *et al.* (2012) citaram que concentrações de 4, 6, e 8% da alga *Sargassum* spp. em dietas de galinhas, reduziram significativamente os níveis de colesterol nos ovos, sem afetar sua qualidade física e incrementa, favoravelmente, a cor da gema, atribuídos possivelmente a presença da luteína, zeaxantina, fucoxantina e carotenoides presentes nas algas pardas. Efeitos de melhora na conversão alimentar foram observados por Carlos *et al.* (2002) em frangos de corte suplementados com *Lithothamnium calcareum*, os quais apresentaram maior ganho de peso e melhor rendimento de peito, devido à melhora na conversão alimentar. Hajati & Zaghari (2019) relataram que o uso de 5 g de *Spirulina platensis*, por quilo na dieta, elevou o ganho de peso corporal e a eficiência na produção de codornas europeias na fase de 1 a 35 dias de idade.

A inclusão do farelo de *Sargassum* até o nível de 7,5% não afetou os rendimentos nos cortes comerciais e carcaça. Alfaia *et al.* (2021) citaram que a utilização de 10% na dieta basal com algas *Chlorella vulgaris* não afetou o desempenho de frangos de corte, mas aumentou a maciez, amarelecimento (b\*) e os carotenoides totais em carnes de peito e coxa das aves. Cheong *et al.* (2015) mencionaram que dietas com até 4% de *Spirulina* melhorou o desempenho, composição da carcaça, a cor e a força de cisalhamento da carne de codornas japonesas em crescimento.

Mesmo as codornas, elevando o consumo de água e consumindo maiores quantidades de fibras com a adição do farelo de *Sargassum*, até o nível de 7,5% de inclusão, não foi suficiente para alterar o comprimento e o peso do intestino grosso, no qual ocorre uma absorção de água e uma maior digestão bacteriana das fibras; este efeito pode estar associado à melhora da capacidade do trato gastrintestinal, em especial, ao peso relativo do intestino delgado (Longo *et al.*, 2005, Hajati *et al.*, 2020).

Mesmo com a maior oferta e consumo de fibras com a inclusão do farelo de *Sargassum*, até o nível de 7,5% não influenciou o peso da moela, como também a maior quantidade de sais na dieta não afetou o peso do coração e fígado (Tabela 03).

Fernandes *et al.* (2020) citaram que poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com microalga marinha *Dunaliella salina*, o comprimento das vilosidades e a relação vilo:cripta dos segmentos duodeno e íleo e a metabolização de carotenóides

no fígado, aumentaram com o efeito da suplementação dietética da microalga. O estímulo à formação da microbioma para degradar fibras e aumentar sua fermentabilidade, eleva o tamanho do intestino grosso, modulando a microbiota, beneficiando o intestino grosso e melhorando as funções imunológicas (Rajesh & Pravin, 2021). Hajati et al. (2020) evidenciaram que codornas suplementadas com *Spirulina platensis* (0,5%), mantidas em estresse térmico ( $34\pm 1$  °C por 8 h), apresentaram maior população de bactérias *Lactobacil* no íleo e redução na população de *Eschericia coli*. Sittiya et al. (2020) comprovaram que frangos de corte consumindo casca de soja (5% na ração) apresentaram jejuno e íleo mais longos, mas não afetou a área das vilosidades e a profundidade da cripta do intestino

### **Conclusão**

A inclusão da macroalga resultou na redução do consumo de ração na primeira fase e um aumento na segunda fase, sem comprometer o desenvolvimento das aves. A alga *Sargassum* sp apresenta potencial como aditivo nas rações de codornas de corte, podendo ser incluída em até 7,5% sem prejuízo no desempenho das aves, rendimento de carcaça e biometria dos órgãos.

### **Referências bibliográficas**

- Abouelezz, F. M. K. Evaluation of *Spirulina algae* (*Spirulina platensis*) as a feed supplement for Japanese quail: nutritional effects on growth performance, egg production, egg quality, blood metabolites, sperm-egg penetration and fertilization. **Poultry Science**, v.37, p.707-719, 2017.
- Alfaia, C. M., Pestana, J. M., Rodrigues, M., Coelho, D., Aires, M. J., Ribeiro, D. M., Prates, J. A. M. Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens. **Poultry Science**, v.100, p.926–937, 2021. [doi:10.1016/j.psj.2020.11.034](https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.034)
- Alvarenga, R. R., Rodrigues, P. B., Cantarelli, V. de S., Zangeronimo, M. G., Silva Júnior, J. W. da, Silva, L. R. da., Pereira, L. J., Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.992–996, 2011. [doi:10.1590/s1516-35982011000500008](https://doi.org/10.1590/s1516-35982011000500008).
- Boiago, M. M., Dilkin, J. D., Kolm, M. A., Barreta, M., Souza, C. F., Baldissera, M. D., Santos, I. D., Wagner, R., Tavernari, F. C., Silva, M. L. B., Zampar, A., Stivanin, T. E.,

- da Silva, A. S. Spirulina platensis in Japanese quail feeding alters fatty acid profiles and improves egg quality: Benefits to consumers. **Journal of Food Biochemistry**, v.1, p.1-9, 2019. [doi.org/10.1111/jfbc.12860](https://doi.org/10.1111/jfbc.12860)
- Brunelli, P. F., Romania, H. F., Cultri, G. R. S., Santos, H. V., Dias, L. T. S., Silva, J. D. T. Bem-estar e qualidade de ovos de codornas alimentadas com extratos de camomila e passiflora. **Boletim da Indústria Animal**, v.75, p.1-11, 2018. [doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1432](https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1432)
- Carlos, A. C., Sakomura, N. K., Pinheiro, S. R. F., Toledano, F. M. M., Giacometti, R., Silva Júnior, J. W. D. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.833 - 839, 2011. [doi.org/10.1590/S1413-70542011000400025](https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400025)
- Carrillo S, Bahena A, Casas M, Carranco ME. 2012. El alga *Sargassum* spp. como alternativa para reducir el contenido de colesterol en el huevo. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.46, p.181-186, 2012.
- Cheong, D. W. W.; Kasim, A.; Sazili, A. Q.; Omar, H.; Teoh, J. Y. Effect of supplementing spirulina on live performance, carcass composition and meat quality of Japanese quail. **Journal of Science and Technology**, v.13, p. 77-84, 2016.
- Costa, G. B., Felix, M. R., Simioni, C., Ramlov, F., Oliveira, E. R., Pereira, D. T., Maraschin, M., Chow, F., Horta, P. A., Lalau, C. M, Costa, C. H., Matias, W. G., Bouzon, Z. L., Schmidt, É. C. Effects of copper and lead exposure on the ecophysiology of the brown seaweed *Sargassum cymosum*. **Protoplasma**, v.253, p.111-125, 2016. [doi:10.1007/s00709-015-0795-4](https://doi.org/10.1007/s00709-015-0795-4).
- Fernandes, R. T. V.; Gonçalves, A. A. and Arruda, A. M. V. 2020. Production, egg quality, and intestinal morphometry of laying hens fed marine microalga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.49, p1-14, 2020. <https://doi.org/10.37496/rbz4920200011>
- Ferreira, T. S., S.R.V. Lana., G.R.Q., Lana., J.A. Madalena., L.C.L. Silva2., E.C. Torres. Resíduo de acerola em dietas para codornas. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, p.259-266, 2019. [doi.org/10.1590/1678-4162-9965](https://doi.org/10.1590/1678-4162-9965)
- Gatrell, S., Lum K., Kim, J., Lei, X.G. Nonruminant Nutrition Symposium: Potential of defatted microalgae from the biofuel industry as an ingredient to replace corn and soybean meal in swine and poultry diets. **Journal of Animal Science**, v.92, p. 1306–1314, 2014. [doi.org/10.2527/jas.2013-7250](https://doi.org/10.2527/jas.2013-7250)

- Hajati, H. M. Zaghari, M. Effects of *Spirulina platensis* on Growth Performance, Carcass Characteristics, Egg Traits and Immunity Response of Japanese Quails. **Journal of Applied Animal Science**, v.9, p. 347-357, 2019.
- Hajati, H.; Zaghari, M.; Oliveira, H. C. *Arthrospira (Spirulina) platensis* can be considered as a probiotic alternative to reduce heat stress in laying Japanese quails. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.22, p.1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0977>
- Lana, V. R. S., Lana, G.R.Q., Barros Júnior., R. F, Silva, M. P. L., Santos, D. S., Leão, A. P. A. Utilização de conchas de sururu como fonte alternativa de cálcio para codornas japonesas. **Ciência Agrícola**, v. 18, p.21-27, 2020. [doi.org/10.1590/1678-4162-9965](https://doi.org/10.1590/1678-4162-9965)
- Longo, F. A.; Menten, J. F. M., Pedroso, A. A., Figueiredo, A. N., Racanicci, A. M., Calil, G., Benedito, J; Sorbara, J. O. B. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.123–133, 2005. [doi:10.1590/S1516-35982005000100016](https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100016).
- Marín, A.; Casas-Valdez, M.; Carrillo, S.; Hernández, H.; Monroy, A.; Sanginés, L.; Pérez-Gil, F. The marine algae *Sargassum* spp. (*Sargassaceae*) as feed for sheep in tropical and subtropical regions. **Revista de Biología Tropical**, v.57, p.1271-1281, 2009.
- Melo, T. V., R. A. Ferreira, V. C. Oliveira., J. B. A., Carneiro, A. M. A., Moura, C. S. Silva E., Nery, V. L. H. Calidad del huevo de codornices utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.313-319, 2008a. [Http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515005004](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515005004)
- Melo, T. V., Ferreira, R. A. Carneiro, J. B. A. Oliveira, V. C. Moura, A. M. A Silva, C. S. Nery, V. L. H. Rendimiento de codornices japonesas utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.381-384, 2008b. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515005018>
- Meyer, B. N., Ferrigni, N. R., Putnam, J. E., Jacobsen, L. B., Nichols, D. E., Mc Laughlin, J. L. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**, v.45, p.31-4, 1982. [doi.org/10.1055/s-2007-971236](https://doi.org/10.1055/s-2007-971236). PMID: 17396775
- Nnadia, G. L., Simeon–Ahaotub, V. C., Ríos-Escalantec, P. D., Ahaotua, E. O. Replacement level of rubber seed cake for soybean meal on the growth of Japanese quail. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p.1-9, 2022. [doi.org/10.1590/1519-](https://doi.org/10.1590/1519-)

6984.243242

- Pereira, A. A., Ferreira, D. A., Griep Júnior, D. N., Lima, C. B., Moura, A. S., Lima Júnior, D. M. Raspa da mandioca para codornas em postura. **Acta Veterinária Brasileira**, v.10, p.123-129, 2016. [doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5510](https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5510)
- Petrolli, T. G. I., Petrolli, O. J. I. I., Pereira, A. S. C. Zotti, C. A. I., Romani, J. I. V., Villani, R. I. V., Leite, F. I. V., Zanandréa, F. M. Effects of the Dietary Supplementation with a Microalga Extract on Broiler Performance and Fatty-Acid Meat Profile. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.21, p.1-8, 2019. [doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0958](https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0958)
- Qadri, S. S. N., Biswas, A., Mandal, A. B., Kumawat, M. Saxena, R., Nasir, A. M. Production performance, immune response and carcass traits of broiler chickens fed diet incorporated with *Kappaphycus alvarezii*. **Journal of Applied Phycology**, v.31, p.753-760, 2019. [doi.org/10.1007/s10811-018-1498-y](https://doi.org/10.1007/s10811-018-1498-y)
- Rajesh J.; Pravin M.; Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: A review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.12, n.1, p.12-51, 2021. doi: 10.1186/s40104-021-00576-0.
- Xavier, H. P. F., Leandro, N. S. M., Conceição, E. C. Mascarenhas, A. G., Arnhold, E., Mello, H. H. C., Borges, K. M., Oliveira, M. D., Pereira, L. S. Utilização de extrato de goiaba como aditivo antioxidante na ração de codornas (*Coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.21, p.01-10, 2020. [doi.org/10.1590/S1519-99402121122020](https://doi.org/10.1590/S1519-99402121122020)

## **Artigo 2: Desempenho, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas de corte consumindo farelo de alga marinha (*Sargassum* sp) sob condições de estresse térmico**

**Resumo:** Objetivou-se com essa pesquisa, avaliar o desempenho produtivo, qualidade da carcaça e biometria intestinal de codornas europeias (*Coturnix coturnix cotrunix*), mantidas em estresse cíclico pelo calor (temperatura do ar de 32,5 °C±0,5) recebendo ração com diferentes concentrações (0, 2,5, 5 e 7,5%) de farelo de algas marinhas da espécie *Sargassum* sp. Utilizou-se 240 codornas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de inclusão do farelo, seis repetições e 10

aves por unidade experimental. Foi feita uma análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade e submetidos à regressão pelo PROC REG do SAS® (2002). Não foi observado diferença significativa ( $P>0,05$ ) no consumo de água e ração entre os tratamentos. Houve diferença expressiva para dorso, na moela e intestino grosso ( $P<0,05$ ) considerando o nível de inclusão da alga. Portanto, é recomendado a inclusão de até 7,5% de farelo de *Sargassum* na alimentação de codornas europeias mantidas sob estresse térmico cíclico de 12 h de calor ( $32\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0,5$ ).

**Palavras chave:** *Coturnix coturnix coturnix*, ambiência animal, alimentação alternativa, macroalga marinha.

**Abstract:** The objective of this research was to evaluate the productive performance, carcass quality and intestinal biometry of European quails (*Coturnix coturnix cotrunix*), kept under cyclic heat stress (air temperature of  $32.5\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ ) receiving ration with different concentrations (0, 2.5, 5 and 7.5%) of seaweed meal of the *Sargassum* sp. A total of 240 quails were used, distributed in a completely randomized design, with four levels of bran inclusion, six replications and 10 birds per experimental unit. An analysis of variance (ANOVA) was performed and the means were compared by Tukey's test with 5% probability and subjected to regression by PROC REG of SAS® (2002). No similarity was observed in water and feed consumption between treatments. there was a significant difference in most of the variables studied, with a significant difference only occurring in the dorsum, gizzard and large intestine. Therefore, it is recommended to include up to 7.5% of *Sargassum* bran in the diet of European quails kept under heat stress 12-hour heat cycle ( $32\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ ).

**Keywords:** *Coturnix coturnix coturnix*, animal environment, alternative feeding, seaweed.

## Introdução

A coturnicultura é uma atividade que apresenta rápido retorno econômico com geração de empregos e renda, na qual as codornas apresentam alta produtividade, baixo consumo alimentar, rápido crescimento e necessitam de pouco espaço para sua criação. São aves com dupla aptidão produtiva e consideradas de elevada rusticidade (Guimarães et al., 2014). Um dos maiores custos de produção para essa atividade é com a alimentação,



esta lacuna dá espaço para o surgimento de alternativas mais baratas e promissoras com uso de ingredientes e aditivos para rações que recebem prioridade mundial por promover menor custo em formulações de rações para aves (Teixeira, 2017).

Tem havido uma tendência crescente para o uso de alimentação alternativa para melhorar o desempenho e manter a saúde das aves. Muitos pesquisadores estão atualmente se concentrando em seus esforços na descoberta de alternativas viáveis para alcançar melhor produção e rentabilidade (Hafsa et al., 2019). Desta forma, empresas como MBD (Melbourne, Austrália), Ocean Harvest (County Galway, Irlanda), Olmix (Bréhan, França) e AquAgri (Nova Deli, Índia), lançam mão de produtos à base de algas marinhas como a Spirulina, SP-1, JBL MariPearls e Biotron biólito, procurando soluções para baratear e aumentar a qualidade da ração, (Kulshreshtha et al., 2014). Esses produtos comerciais podem melhorar a saúde e o desempenho dos animais com investimentos que remete a qualidade do produto final e o bem-estar animal.

Portanto, o uso de probióticos, extratos naturais e produtos de algas em dietas de aves, para melhorar o crescimento e a reprodução atributos, bem como imunidade inata que fornece proteção adequada às aves, tornou-se popular como uma alternativa aos antibióticos em todo o mundo (Arif et al., 2022). O gênero *Sargassum* é uma alga marrom tropical e subtropical, compreendendo 150 espécies (Olabarria et al., 2009). Quando em comparação com as algas vermelhas e verdes, as algas marrons exibiram boas atividades antioxidantes (Idu et al., 2017).

Algas marinhas, em particular, atraiu grandes interesses por causa da quantidade de nutrientes presentes na sua composição, podendo ser usadas como aditivos ou como parte da composição da dieta animal (Hafsa et al., 2019). Estima-se que cerca de 187 tipos de espécies de algas marinhas listados para consumo animal (45 verdes, 35 marrons e 107 algas vermelhas) (Shabaka, 2018). As algas marinhas também conhecidas como macroalgas são originárias de fontes naturais de biomassa, podem ser encontradas em diversos ambientes marítimos e quando submetidas a um componente na alimentação das codornas, proporcionam uma melhora na saúde e desempenho das aves, além de aumentar a qualidade da carne e do ovo, por ser uma fonte rica em compostos bioativos (Michalak e Mahrose, 2020).

Outro fator importante a ser considerado na criação de codornas é o ambiente com elevada temperatura, que pode provocar uma série de consequências na criação animal,

uma vez que essas codornizes conseguem se desenvolver em condições adversas de temperatura e umidade, mas quando submetidas ao estresse térmico severo pode acarretar em uma redução do desempenho produtivo e rendimento de carcaça (Bonfim e Melo, 2015). Submeter estas aves ao estresse térmico acarreta em inúmeras desvantagens para o animal e o criador, pois essa condição afeta a fisiologia e o comportamento comprometendo a alimentação, ou seja, diminui o consumo da ração, fazendo com que as codornas não ganhem peso e tenham desvalorização comercial, além de que essa condição deixa os animais agitados (El-kholy et al., 2017).

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o desempenho produtivo, comprimento e peso do intestino grosso e delgado de codornas europeias (*Coturnix coturnix cotrunix*) em ambiente de estresse térmico ( $32,5\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0,5$ ), recebendo ração com diferentes concentrações (0; 2,5; 5 e 7,5%) de farelo de macroalgas marinhas da espécie *Sargassum* sp.

## **Material e métodos**

### **Local do experimento**

O experimento foi realizado no laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LaCRA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG, localizado na zona centro oriental do estado da Paraíba, no Planalto da Borborema.

### **Animais utilizados na pesquisa**

Todos os procedimentos realizados durante o experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Protocolo CEUA/CSTR N° 03/2021.

Foram utilizadas 240 pintainhas de codorna europeias (*Coturnix coturnix coturnix*), com idade inicial de um dia e peso médio de 8 g, adquiridas de incubatório comercial, vacinadas, vermifugadas e não sexadas, sendo o período experimental do primeiro até aos 42 dias de vida das aves.

Nos primeiros 14 dias de vida, as codornas permaneceram em quatro círculos de proteção fechados com material do tipo MDF (placa de fibra de média densidade), sendo pesadas e distribuídas de forma uniforme entre estes. Os círculos foram equipados com aquecedores, comedouros, bebedouros e cama de serragem (maravalha) com média de 5 cm de altura.

Cada círculo continha 60 codornas que recebiam ração e água *ad libitum*, onde as aves receberam dietas com inclusão de níveis crescentes (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5%) de farelo de alga marinha (*Sargassum* sp), pesadas aos 7 dias de vida, sendo as demais pesagens realizadas no mesmo intervalo. O aquecimento artificialmente foi mantido até os 7 dias de vida.

Aos 14 dias de vida foram transferidas para a câmara climática e alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 100 x 50 x 15 cm de comprimento, largura e altura respectivamente, arranjadas em 4 andares com andar dividido em três gaiolas (área de 0,167 m<sup>2</sup>), sendo distribuídas 10 aves por gaiola.

## **Dieta**

Para a confecção do farelo de algas foram utilizadas algas marinhas do gênero *Sargassum*, família *Sargassaceae* e espécie *Sargassum* sp, sendo a coleta realizada pelo aproveitamento de algas desprendidas por ação das ondas marítimas denominadas de “algas arribadas”, sem prejuízos ao meio ambiente e comprometimento da fauna e flora.

As algas foram armazenadas em sacos permeáveis com ventilação natural para transporte ao Laboratório de Construções Rurais e Ambiente - LaCRA, onde foram retiradas e colocadas em ambiente ventilado e posteriormente, iniciou-se o processo de limpeza, consistindo na retirada de prováveis “contaminantes” epífitas e fauna associadas as algas, sendo feita por meio de três etapas de lavagem com água corrente doce, para escorrimento da areia e sal da água do mar e verificação minuciosa de presença de poluentes antrópicos como plásticos, cabelos, restos mortais da fauna marinha, entre outros. Após o processo de triagem e lavagem, a matéria prima foi colocada em camada fina sobre um papel solvente para absorver o excesso de água e secar a sombra durante um período de 7 dias, sendo então pesadas e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 65 °C, permanecendo nesta até atingir massa seca constante.

Depois de retirado da estufa, o material foi colocado para esfriar naturalmente e triturado por uma forrageira até ficar na granulometria do farelo de soja e milho. Com o farelo de *Sargassum* pronto para inclusão na ração, foi encaminhado amostras laboratoriais para as análises de micro e macronutrientes e da toxidade do material, garantindo seu uso na alimentação das codornas sem risco de vida para estas. A análise

de citotoxicidade seguiu a metodologia de Meyer et al. (1982) utilizando o método do bioensaio com *Artemia salina*.

A alimentação foi composta pelos ingredientes citados na Tabela 1:

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional utilizados na formulação de ração para codornas europeias em duas fases.

<b>Fase I (1-21 dias)</b>				
<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Níveis de inclusão de farelo de <i>Sargassum</i> (%)</b>			
	<b>0,00</b>	<b>2,50</b>	<b>5,00</b>	<b>7,50</b>
Milho	51,82	47,79	43,76	39,72
Farelo de soja	42,00	41,97	41,94	41,91
Farelo de <i>Sargassum</i>	0,00	2,50	5,00	7,50
Fosfato bicálcico	0,14	0,14	0,14	0,14
óleo de soja	1,04	2,61	4,17	5,73
Núcleo	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>				
Energia met. Aves (Kcal/kg)	2900,00	2900,00	2900,00	2900,00
Proteína bruta (%)	25,00	25,00	25,00	25,00
Calcário total (%)	1,10	1,25	1,41	1,57
Fósforo disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38
Fibra bruta (%)	2,96	3,17	3,37	3,56
Sódio (%)	0,22	0,23	0,23	0,24
Arginina (%)	1,52	1,51	1,49	1,47
Treonina (%)	0,80	0,79	0,78	0,77
Isoleucina (%)	0,95	0,93	0,92	0,912
Triptofano (%)	0,28	0,28	0,27	0,271
Valina (%)	1,02	1,00	0,99	0,973
Leucina (%)	1,85	1,81	1,77	1,726
Lisina (%)	1,33	1,32	1,31	1,303
Metionina (%)	0,38	0,37	0,36	0,355
Metionina + cistina (%)	0,71	0,70	0,68	0,67
<b>Fase II (22-42 dias)</b>				
<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)</b>			
	<b>0,00</b>	<b>2,50</b>	<b>5,00</b>	<b>7,50</b>
Milho	58,37	54,34	50,31	46,28
Farelo de soja	34,30	34,27	34,24	34,21
Farelo de <i>Sargassum</i>	0,00	2,50	5,00	7,50
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,00	0,00
óleo de soja	2,33	3,89	5,45	7,01

Núcleo	5,00	5,00	5,00	5,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

### **Composição calculada**

Energia met. Aves (Kcal/kg)	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00
Calcário total (%)	1,04	1,19	1,35	1,51
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Fibra bruta (%)	2,96	3,17	3,37	3,56
Sódio (%)	0,21	0,22	0,23	0,24
Arginina (%)	1,30	1,29	1,27	1,25
Treonina (%)	0,70	0,69	0,68	0,67
Isoleucina (%)	0,81	0,80	0,79	0,78
Triptofano (%)	0,24	0,24	0,23	0,23
Valina (%)	0,89	0,87	0,86	0,84
Leucina (%)	1,66	1,62	1,58	1,54
Lisina (%)	1,14	1,14	1,13	1,12
Metionina (%)	0,34	0,34	0,33	0,32
Metionina+cistina (%)	0,64	0,63	0,62	0,60

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico: vit. A:10.000.000 U.I; vit D3: 2.500.000 U. I; vit. E: 6.000 U. I; vit. K: 1.600mg; vit B12: 11.00 ; Niacina: 25.000mg; Ferro:2125 mg.kg<sup>-1</sup>; Zinco:56 mg.kg<sup>-1</sup>; Cobre: 56 mg.kg<sup>-1</sup>; Manganês: 68 mg.kg<sup>-1</sup>.

### **Dados climatológicos**

As variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura do globo negro (TNG) foram obtidas por meio de datalogger KR42, fazendo registros em intervalos de 5 min durante todo período experimental, e o programa de iluminação utilizado foi de 24 h de iluminação artificial.

Foram registrados durante o experimento os valores de temperatura e umidade relativa do ar média durante o período noturno e diurno, que foram de 27,38 e 27,91°C, 70,59% e 69,67%, respectivamente (Figura 1). Com os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram calculados o índice de temperatura e umidade (ITU), conforme formula proposta por Lallo et al. (2018) e o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).

Foram registrados durante todo o experimento os valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar média quando a câmara climática estava fechada e aberta foi de 31,91 e 27,30 °C, 70,70% e 70,16%, respectivamente. As médias, máximas e mínimas do índice de temperatura e umidade durante a permanência da câmara fechada e aberta foram

31,02 e 26,47, respectivamente. E as médias do índice de temperatura de globo e umidade durante a permanência da câmara climática fechada e aberta foram respectivamente 82,44 e 76,27 conforme disposto nas Figuras 1 e 2.

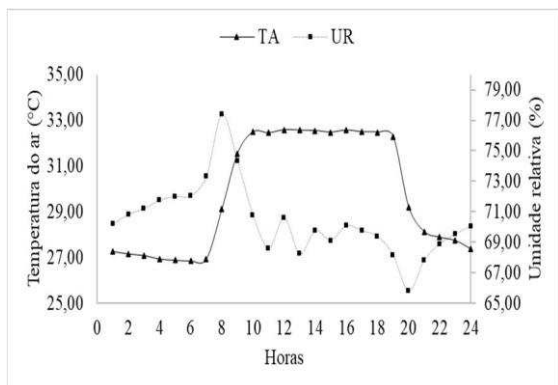


Figura 1. Médias da temperatura e umidade relativa do ar

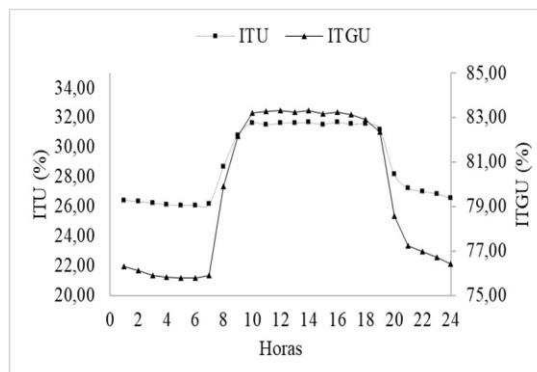


Figura 2. Médias do índice de temperatura e umidade e índice de temperatura globo negro e umidade

### Dados de desempenho

O peso vivo e o ganho de peso das aves foram avaliados por tratamento, obtidos semanalmente em gramas por meio da pesagem direta das aves utilizando balança analítica de precisão (resolução de 0,1 g).

O consumo de ração e água foram calculadas semanalmente pela relação da diferença entre as quantidades ofertadas e as sobras dividida pela quantidade de animais, sendo retificado de acordo com a mortalidade das aves. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração por ave dividida pelo ganho de peso.

### Dados de carcaça

As aves foram submetidas a um jejum de 12 h antes do abate, tendo a sua disposição apenas água à vontade, e após esse período foi feito o abate, insensibilizando e realizando a sangria, depenagem em água fervente e retirada das penas, pés, cabeça e vísceras, obtendo-se o peso da carcaça limpa e eviscerada.

O rendimento de carcaça (RC%), foi calculado relacionando o peso de carcaça (PC) com peso vivo (PV) sendo o resultado obtido multiplicado por cem.

Os cortes realizados foram coxa + sobrecoxa, peito, asa e dorso, sendo estes cortes realizados com auxílio de um conjunto de facas, bisturis e tesouras cirúrgicas.

Quanto ao rendimento dos órgãos foi feita a pesagem do coração (PC), fígado (PF) e moela (PM) com uso de balança analítica de precisão  $\pm 0,1$ .

Para avaliação da biometria intestinal foi feita a pesagem e mensuração do comprimento intestinal, sendo os intestinos delgado e grosso pesados em balança de precisão e comprimento determinado com auxílio de fita métrica.

### **Análise estatística**

O experimento foi organizado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro níveis de inclusão de alga (0, 2,5, 5 e 7,5%) com 6 repetições em cada parcela experimental, sendo os dados obtidos avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento GLM (General Linear Model) e os dados foram submetidos à regressão pelo PROC REG do SAS® (2002).

### **Resultados**

Na primeira fase (1-21 dias) as variáveis: consumo de ração ( $P=0,004$ ), consumo de água ( $P<0,001$ ) e ganho de peso ( $P=0,0052$ ) apresentaram diferença significativa com a inclusão do farelo de *Sargassum*. (Tabela 2).

O consumo de ração na primeira fase foi estatisticamente igual entre os níveis de inclusão do farelo de *Sargassum* com 5% e o grupo controle (0%), sendo o maior consumo no nível de 5%. Já nos níveis de 2,5 e 7% de inclusão de *Sargassum*, o consumo de ração foi menor, estatisticamente o nível de 7,5% é igual ao grupo controle. Contudo, houve uma redução de 6,46 e 4,26% no consumo de ração em relação ao grupo controle nos níveis 2,5 e 7% de inclusão do FS respectivamente, e de 8,89 e 6,75% com relação ao nível de inclusão de 2,5% de FS respectivamente.

Com relação ao consumo de água, todos os tratamentos apresentaram diferença significativa e os resultados não tiveram relação com a inclusão do farelo de *Sargassum*. Foi identificado um consumo de água 4,65, 1,01 e 7,07 % superior ao grupo controle com relação aos níveis 2,5, 5 e 7,5 % respectivamente.

Na Fase I o ganho de peso reduziu com a inclusão do *Sargassum*, o maior valor foi no grupo controle e o menor no nível de 2,5 e 7,5%. Comparando o grupo controle (0%) com o nível de 5%, observa-se que houve um aumento no consumo de ração de

2,6%, e uma redução no consumo de água de 1,01%, mesmo com aumento no consumo de ração, o ganho de peso no nível de 5% foi estatisticamente igual ao grupo controle. O consumo de água e o ganho de peso apresentaram efeito regressivo linear decrescente com a inclusão do farelo de *Sargassum*.

Na Fase II (22-42 dias) o consumo de água apresentou diferença significativa ( $P < 0,0001$ ), aumentando o consumo de água no grupo controle e no nível de 5% de inclusão do FS. O menor valor para consumo de água foi no nível 2,5% e o maior no grupo controle (0%). O consumo de água apresentou efeito regressivo quadrático com ponto de máxima de 4,87% de inclusão de alga.

Na Fase final (1 a 42 dias) o consumo de água apresentou diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) entre os níveis de inclusão de alga com maior valor para o nível de 0% (grupo controle) e menor valor no nível de 7.5%, apresentando regressão quadrática com valor de máxima de 5,98%. O ganho de peso da Fase final proporcionou efeito regressivo linear decrescente (Tabela 2)

As variáveis carcaça, órgãos de peso absoluto e peso ao abate, não apresentaram diferença estatística ( $P > 0,05$ ) e nem efeito regressivo (Tabela 3). O peso relativo do dorso indicou efeito significativo ( $P = 0,0196$ ) em função da inclusão de alga na dieta. O tratamento controle, 2,5 e 5 % de inclusão de alga apontaram valores estatisticamente semelhantes, já o nível de 7,5 % de inclusão apresentou o menor valor para dorso. A moela apresentou efeito significativo ( $P = 0,0474$ ) em função do nível de inclusão de alga (Tabela 3). Os níveis de inclusão de alga mostraram valores maiores para moela e estatisticamente semelhantes, já o grupo controle proporcionou o menor valor para moela.

Com relação a biometria intestinal, apenas o peso do intestino grosso ( $P = 0,0475$ ) apresentou diferença significativa em função da inclusão de alga a dieta (Tabela 4). Os níveis de 0,25 e 5% de inclusão de alga demonstraram peso de intestino grosso estatisticamente semelhantes, já o nível de 7,5% apresentou o menor valor para o intestino grosso.

## **Discussão**

Hafsa et al. (2019) não identificaram similaridade entre as variáveis consumo de água e de ração na Fase final. Estes resultados devem estar relacionados aos méritos genéticos das aves, visto que as codornas por serem animais rústicos e com facilidade



para adaptação as mais diversas fontes de alimentação e ainda o tipo de alga marinha utilizada em ambas as pesquisas, pode ser o motivo de não ter sido observado diferenças com a utilização de algas com relação ao consumo de água e ração na Fase final de vida das mesmas. Ainda de acordo com Hafsa et al. (2022) em estudo com algas marinhas, não observaram diferença no consumo de água e ração.

O peso ao abate e o peso e rendimento da carcaça ficaram dentro da média da espécie, demonstrando a adaptabilidade das aves ao clima quente e que a oferta de níveis de até 7,5% de farelo de *Sargassum* não afeta estas variáveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Matshogo et al. (2020) trabalhando com inclusões de 2; 2,5; 3 e 3,5% de alga marinha na dieta de frangos de corte da linhagem Cobb, não identificaram comprometimento das características de carcaça. Carlos et al. (2011) trabalhando com farinha de algas calcárias em substituição do calcário calcítico e estresse térmico cíclico chegando a máxima de 32 °C, também não encontraram diferença significativa no ganho de peso e conversão alimentar de codornas japonesas.

Quanto a variável peso do dorso, segue o desenvolvimento das aves orientado pelas variáveis peso ao abate das aves e peso da carcaça, existindo uma simetria entre as três em cada tratamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2006) em que o peso do dorso foi proporcional ao peso das aves e da carcaça. Estes resultados são para diferentes ambientes de criação, pois a relação é com o desenvolvimento da ave e não com a influência do ambiente sobre a ave.

Codornas mantidas em ambientes quentes como forma de eliminação do calor corporal podem elevar a frequência respiratória e cardíaca, ocasionando menor desenvolvimento de órgãos como o peso do coração (Siqueira et al., 2007). Portanto, mesmo com as aves sendo criadas em ambientes com temperatura de até 32 °C, isto não foi suficiente para alterar esta variável. Com a adição dos níveis do farelo de *Sargassum* ocorreu elevação nos níveis de fibras na dieta, mas isto não foi suficiente para propiciar aumento no fígado. Porém, a moela sofreu alterações com relação ao grupo controle, esse fato está relacionado à sensibilidade de desenvolvimento deste órgão quando acontece aumento da concentração de fibra na ração.

A biometria intestinal pode ser alterada com a maior adição de fibras, o que retarda a passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal com maior retenção no intestino grosso para que a fibra possa ser digerida pelas bactérias presentes no ceco e cólon, mas

a adição de até 7,5% de farelo de *Sargassum* não foi suficiente para alterar o peso e comprimento dos intestinos das aves.

Aduados et al. (2013) trabalhando com frangos de corte alimentados com algas verdes encontraram um maior peso dos órgãos internos comestíveis na adição de 3% da farinha de algas verde na ração. Hafsa et al. (2022) trabalhando com a alga marinha *Sargassum siliquastrum* obtiveram um aumento na largura e altura vilosidade intestinal e aumento das propriedades antioxidantes, concluindo que pode proporcionar efeitos benéficos sobre o desempenho, fermentação cecal, populações de bactérias benéficas e a resposta imune, e pode ser considerado como um aditivo alimentar alternativo na produção de aves.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cãnedo-Castro et al. (2019), os quais observaram crescimento das vilosidades intestinais e diminuição das concentrações séricas de colesterol total e triglicérides, podendo ser tratada como um probiótico que pode melhorar a saúde dos frangos. Consequentemente, obtiveram resultados que constata o aumento do peso do intestino grosso e delgado em decorrência do aumento das fibras na concentração, ideal para desenvolvimento das aves e dos intestinos.

## **Conclusão**

A inclusão de até 7,5% da macroalga *Sargassum* sp em dietas de codorna europeia de corte, não teve impacto no desempenho e na biometria intestinal das codornas durante todo o período experimental. De forma genérica, os dados apresentados nesta pesquisa, validam a viabilidade do uso de *Sargassum* sp em alto nível de incorporação em dietas de codornas de corte, sem prejudicar o desempenho de crescimento das aves e com valor agregado na qualidade nutricional. A inclusão de altas porcentagens de macroalga na dieta de aves pode contribuir para reduzir a dependência da avicultura em relação ao farelo de soja.

## **Referências bibliográficas**

- Abudabos, A. M., Okab, A. B., Aljumaah, R., Samara, E., Abdoun, K. A., Al-Haidary, A. A. Nutritional value of green seaweed (*Ulva lactuca*) for broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v.12, p.177–181, 2013. [doi.org/10.4081/ijas.2013.e28](https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e28)
- Arif, M., Rehman, A., Naseer, K., Abdel-Hafez, S. H., Alminderej, F. M., El-Saadony, M.

- T., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., Elnesr, S. S., Salem, H. M., Alagawany, M. Effect of Aloe vera and clove powder supplementation on growth performance, carcass and blood chemistry of Japanese quails. **Poultry Science**, v.101, p.1-10, 2022. [doi:10.1016/j.psj.2022.101702](https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101702)
- Bonfim, D. S., Melo, S. A., Influência do ambiente na criação de codornas de corte: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.9, p.174–181, 2015. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/140/influencia-do-ambiente-na-criacao-de-codornas-de-corte-revisao>
- Cañedo-Castro, B., Piñón-Gimate, A., Carrillo, S., Ramos, D., Casas-Valdez, M. 2019. Prebiotic effect of *Ulva rigida* meal on the intestinal integrity and serum cholesterol and triglyceride content in broilers. **Journal of Applied Phycology**, v.31, p.3265–3273, 2019. [doi.org/10.1007/s10811-019-01785-x](https://doi.org/10.1007/s10811-019-01785-x)
- Carlos, A. C., Sakomura, N. K., Pinheiro, S. R. F., Toledano, F. M. M., Giacometti, R., Silva Júnior, J. W. D. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.833 - 839, 2011. [doi.org/10.1590/S1413-70542011000400025](https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400025)
- El-Kholy, M. S., El-Hindawy, M. M., Alagawany, M., El-Hack, M. E. A., El-Sayed, S. A. E. A., Dietary supplementation of chromium can alleviate negative impacts of heat stress on performance, carcass yield, and some blood hematology and chemistry indices of growing Japanese quail. **Biological Trace Element Research**, v.179, p.148–157, 2017. [doi: 10.1007/s12011-017-0936-z](https://doi.org/10.1007/s12011-017-0936-z).
- Guimarães, M. C. C., Furtado, D. A., Nascimento, J. W. B., Tota, L. C. A., Silva, C. M., Lopes, K. B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental**, V.18, p.231–237, 2014. [doi:10.1590/S1415-43662014000200015](https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200015)
- Hafsa, S. H. A., Zeweil, H. S., Zahran, S. M., Ahmed, M. H., Dosoky, W., Rwif, N. A., Effect of dietary supplementation with green and brown seaweeds on laying performance, egg quality, and blood lipid profile and antioxidant capacity in laying Japanese quail. **Poultry Science**, v.39, p.41–59, 2019. [doi:10.21608/epsj.2019.28828](https://doi.org/10.21608/epsj.2019.28828)
- Hafsa, S. H. A., Hassan, A. A. The Effect of *Sargassum siliquastrum* supplementation on growth performance, cecal fermentation, intestine histomorphology, and immune response of Japanese quails. **Animals**, v.12, p.432-445, 2022. [https://doi.org/ 10.3390](https://doi.org/10.3390)

/ani12040432

- Teixeira, M. P. F. Efeito da composição da ração sobre a energia líquida em frangos de corte: revisão de literatura. **Revista Eletrônica NutriTime**, v.14, p.7077-7092, 2017. <http://www.nutritime.com.br>
- Kulshreshtha, G., Rathgeber, B., Stratton, G., Thomas, N., Evans, F., Critchley, A.T., Hafting, J., Prithiviraj, B. Feed supplementation with red seaweeds, *Chondrus crispus* and *Sarcodiotheca gaudichaudii*, affects performance, egg quality, and gut microbiota of layer hens. **Poultry Science**. v.93, p.2991–3001, 2014. doi: [10.3382/ps.2014-04200](https://doi.org/10.3382/ps.2014-04200).
- Michalak, I., Mahrose, K. Seaweeds, intact and processed, as a valuable component of poultry feeds. **Journal of Marine Science and Engineering**, v.8, p.620–648, 2020. doi.org/[10.3390/jmse8080620](https://doi.org/10.3390/jmse8080620)
- Matshogo, T. B., Mnisi, C. M., Mlambo V. Dieta de algas verdes compromete a eficiência geral de conversão alimentar, mas não os parâmetros sanguíneos e a qualidade e estabilidade da carne em frangos de corte. **Agricultura**, v.10, p.547-558, 2020. doi.org/[10.3390/agriculture10110547](https://doi.org/10.3390/agriculture10110547)
- Santos, A. L. S., Gomes, A. V. C., Pessôa, M. F., Mostafá, S., Curvello, F. A. Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.28, p.27-30,2006. <https://www.redalyc.org/exportarcita.oa?id=303126479005>
- Olabarria, C., Rodil, I. F., Incera, M., Troncoso, J. S. Limited impact of *Sargassum muticum* on native algal assemblages from rocky intertidal shores. **Marine environmental research**, v.67, p.153–158, 2009. doi: [10.1016/j.marenvres.2008.12.007](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2008.12.007)
- Øverland, M. Mydland, L., Skrede, A., Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.99, p.13-24, 2019. doi: [10.1002/jsfa.9143](https://doi.org/10.1002/jsfa.9143)
- Pinheiro, S. R. F., Dumont, M. A., Pires, A. V., Boari, C. A., Miranda, J. A., Oliveira, R. G., Ferreira, C. B. Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. **Ciência Rural**, v.45, p.292–297, 2015. doi.org/[10.1590/0103-8478cr20120327](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120327)
- Siqueira, J. C., Oliveira, R. F., Donzele, J. L., Cecon, P. R. Balbino, E. M. Oliveira W. P.

Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frango de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2054-2062, 2007. [doi.org/10.159/S1516-35982007000900015](https://doi.org/10.159/S1516-35982007000900015)

Shabaka, S. H. Checklist of seaweeds and seagrasses of Egypt (Mediterranean Sea): A review, **Egyptian Journal of Aquatic Research**, v.44, p.203-212, 2018. [doi.org/10.1016/j.ejar.2018.08.001](https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.08.001)

Idu, H. Seenivasan, R. I. In vitro antioxidant activity of selected seaweeds from South East coast of India. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v.5, p.474-484, 2013. <https://www.researchgate.net/journal/International-Journal-of-Pharmacy-and-Pharmaceutical-Sciences>

## ANEXOS

Tabela 2. Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farelo de *Sargassum* na dieta.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)				EPM	P-valor	P-valor	
	0,0	2,5	5,0	7,5			Linear	Quadrática
Fase I: 1 a 21 dias de idade								
Consumo de ração (g/ave)	314,45ab	294,12c	322,85a	301,05bc	10,34	0,0004	0,6844	0,9094
Consumo de água (g/ave)	764,98a	729,22c	757,27b	710,87d	0,66	<.0001	0,0002 <sup>1</sup>	0,4394
Ganho de peso (g/ave)	136,62a	127,59ab	132,64ab	123,95b	5,68	0,0052	0,0091 <sup>2</sup>	0,9485
Conversão alimentar	2,30a	2,31a	2,44a	2,43a	0,14	0,2236	0,0542	0,9034
Fase II: 22 a 42 dias de idade								
Consumo de ração (g/ave)	342,75a	364,20a	352,88a	353,32a	13,75	0,0946	0,4796	0,0865
Consumo de água (g/ave)	1033,04a	950,49c	966,32b	966,32b	0,81	<.0001	0,0006	<.0001 <sup>3</sup>
Ganho de peso (g/ave)	62,32a	64,46a	63,95a	60,32a	6,15	0,6511	0,5605	0,2517
Conversão alimentar	5,55a	5,71a	5,57a	5,87a	0,55	0,7050	0,4069	0,7447
Fase final I a 42 dias de idade								
Consumo de ração (g/ave)	675,20a	658,32a	675,73a	654,20a	20,95	0,3031	0,8345	0,2106
Consumo de água (g/ave)	1798,02a	1679,70c	1723,59b	1677,19d	1,05	<.0001	<.0001	0,0082 <sup>4</sup>
Ganho de peso (g/ave)	198,94a	192,05a	196,59a	184,27a	9,56	0,0701	0,0380 <sup>5</sup>	0,5103
Conversão alimentar	3,31a	3,46a	3,44a	3,57a	0,21	0,2621	0,0556	0,9027

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM= erro padrão da média.  $^1Y=760,72-5,38x$  ( $R^2=0,58$ );  $^2Y=135,15-1,32x$  ( $R^2=0,57$ );  $^3Y=1027,33-32,14x+3,30x^2$  ( $R^2=0,84$ );  $^4Y=1785,39-34,31x+2,87x^2$  ( $R^2=0,67$ );  $^5Y=198,89-1,58x$  ( $R^2=0,58$ )

Tabela 3: Valores de pesos absolutos e relativos de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de codornas europeias aos 42 dias de idade.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)				EPM	P-valor	P-valor	
	0,0	2,5	5,0	7,5			Linear	Quadrática
Peso absoluto (g)								
Peso ao abate	229,35a	209,02a	214,81a	206,63a	15,68	0,0859	0,0541	0,3644
Peso da carcaça	167,60a	194,41a	160,48a	153,87a	13,35	0,1294	0,2572	0,3288
Peito	59,12a	53,93a	55,90a	55,03a	5,56	0,4296	0,3218	0,3532
Dorso	59,91a	52,77a	57,98a	52,96a	4,97	0,0575	0,1299	0,6458
Coxa	31,84a	28,31a	30,19a	30,59a	2,37	0,1109	0,6978	0,0637
Asas	16,74a	14,39a	16,41a	15,28a	1,57	0,0653	0,4727	0,4096
Coração	1,92a	1,66a	1,83a	1,73a	0,17	0,0609	0,2301	0,3063
Fígado	3,90a	3,54a	4,61a	5,38a	2,26	0,5216	0,1813	0,5407
Moela	4,03a	3,86a	4,33a	3,99a	0,41	0,2630	0,6368	0,6541
Intestino	18,70a	17,42a	15,59a	16,71a	5,08	0,7592	0,3933	0,5631
Peso relativo (%)								
Rendimento da carcaça	73,21a	71,57a	74,55a	74,57a	3,20	0,3441	0,2418	0,5414
Peito	35,30a	36,09a	34,69a	35,74a	1,03	0,1409	0,9801	0,7910
Dorso	35,70ab	35,31ab	36,18a	34,44b	0,89	0,0196	0,1324	0,1055
Coxa	19,02a	18,95a	18,88a	19,88a	0,76	0,1100	0,0958	0,0945
Asas	9,98a	9,65a	10,25a	9,94a	0,71	0,5615	0,7208	0,9626
Coração	1,15a	1,11a	1,16a	1,12a	0,11	0,8842	0,8897	0,9574
Fígado	2,34a	2,38a	2,84a	3,46a	1,36	0,4667	0,1233	0,5994
Moela	2,40b	2,58ab	2,70a	2,60ab	0,18	0,0474	0,0511	0,0556
Intestino	11,23a	11,79a	9,79a	10,79a	3,35	0,7681	0,5883	0,8707

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM= erro padrão da média.

Tabela 4: Biometria intestinal de codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com farelo de *Sargassum*.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> (%)				EPM	P-valor	P-valor	
	0,0	2,5	5,0	7,5			Linear	Quadrática
Intestino delgado (cm)	56,83a	62,17a	55,83a	54,83a	7,99	0,4112	0,4102	0,3468
Intestino delgado (g)	5,09a	5,80a	5,24a	4,48a	1,03	0,2073	0,2292	0,0911
Intestino grosso (cm)	13,83a	9,17a	12,17a	11,50a	2,93	0,0798	0,5092	0,1367

Intestino grosso (g)	1,53ab	1,88a	1,53ab	1,18b	0,39	0,0475	0,0859	0,0510
Comprimento total	71,17a	68,00a	68,00a	66,33a	9,99	0,8638	0,4148	0,8527
Peso total	6,62a	7,68a	6,78a	5,65	1,30	0,0936	0,1443	0,0509

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM= erro padrão da média

### **Artigo 3: Desempenho produtivo e variáveis fisiológicas de codornas consumindo farelo de algas marinhas (*Sargassum* sp) em diferentes ambientes**

**RESUMO:** Objetivou-se com esse trabalho avaliar a inclusão de farelo de macroalga marinha *Sargassum* sp em níveis crescentes (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5%) no desempenho produtivo e variáveis fisiológicas de codornas europeias, mantidas em galpão aberto e câmara climática (aves mantidas em estresse cíclico de estresse térmico por 12 horas), utilizando-se 480 pintainhas distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de inclusão do farelo, 6 repetições com 10 aves em cada parcela. O desempenho produtivo não foi comprometido de forma significativa com a inclusão dos níveis de farelo de *Sargassum* sp. Já entre os ambientes, as codornas que obtiveram melhores desempenhos foram as do galpão aberto. Nas variáveis fisiológicas não houve interações entre os ambientes em função da inclusão do farelo, com diferenças significativas entre os ambientes, sendo identificado uma superioridade de todas as variáveis na câmara climática. Recomenda-se a inclusão de até 7,5% do farelo de *Sargassum* sp na dieta de codornas europeias em todas as fases, sem comprometer o desempenho produtivo e mantendo as variáveis fisiológicas dentro do normal em ambientes iguais os semelhantes ao simulado no galpão aberto. Já para condições de estresse térmico as codornas são comprometidas e a inclusão não teve efeito para manter o desempenho das aves.

**Palavras chaves:** Ambiência animal, estresse térmico, macroalgas, termografia.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the inclusion of *Sargassum* sp marine macroalgae meal at increasing levels (0.0; 2.5; 5.0 and 7.5%) in the productive performance and physiological variables of European quails, maintained in an open house and climate chamber (birds kept in cyclic heat stress for 12 hours), using 480 chicks

distributed in a completely randomized design, with four levels of bran inclusion, 6 replications with 10 birds in each plot. Productive performance was not significantly compromised with the inclusion of *Sargassum* sp. Among the environments, the quails that performed better were those in the open shed. In the physiological variables, there were no interactions between the environments due to the inclusion of bran, with significant differences between the environments, being identified a superiority of all the variables in the climatic chamber. It is recommended to include up to 7.5% of *Sargassum* sp bran in the diet of European quails at all stages, without compromising production performance and keeping physiological variables within the normal range in environments similar to those simulated in the open house. For heat stress conditions, the quails are compromised and the inclusion had no effect to maintain the performance of the birds.

**Keywords:** Animal environment, heat stress, macroalgae, thermography.

## **Introdução**

A coturnicultura apresenta avanços significativos nos índices produtivos, isto em razão dos avanços no bem-estar das aves, do melhoramento genético e nutrição (Silva et al., 2018), assim como a proteção ambiental e a sustentabilidade do sistema, como a formulação de rações balanceadas, reduzindo a eliminação de nutrientes para o meio ambiente (FP). O uso de ingredientes alternativos nas rações, como as algas marinhas, é uma opção nos sistemas produtivos como formas de redução dos custos, e além do valor nutricional dos ingredientes, estes ingredientes podem apresentar efeitos adicionais, funcionando como alimentos nutracêuticos nas dietas (Kulshreshtha et al., 2014).

Algas marinhas, também denominadas de macroalgas, são originárias de fontes naturais de biomassa e encontradas em diversos ambientes marítimos, sendo seu uso de forma desidrata e moídas um alimento com potencial de utilização em dietas de aves (Santana et al., 2021), apresentando níveis de proteínas variando de 3 a 15%, minerais de 10 a 47% e quantidades significativas de vitaminas (FP), podendo proporcionar melhoria na saúde e desempenho das aves, além de aumentar a qualidade da carne e do ovo, devido ser uma fonte rica em compostos bioativos (Michalak e Mahrose, 2020).

Assim, a inclusão de algas na alimentação animal constitui um fundamento, devido às suas especificidades e à sua importância no desenvolvimento rural sustentável,



por ser uma fonte renovável (Santana et al., 2021). Também deve ser levado em consideração o ambiente de criação, onde a zona de conforto térmico para codornas de corte estar entre as temperaturas mínimas e máximas no interior da instalação de  $14,6 \pm 1,3$  e  $27,3 \pm 3,3^\circ\text{C}$ , respectivamente, e a umidade relativa média  $69,5 \pm 13,7\%$ , estando dentro dos padrões de conforto térmico para codornas (Santana et al., 2021; Orhan et al., 2020).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a inclusão de níveis crescentes (0; 2,5; 5 e 7%) de farelo de macroalgas marinhas na alimentação de codornas europeias sobre o desempenho produtivo e variáveis fisiológicas com as aves mantidas em condições naturais e de estresse térmico cíclico.

## **Materiais e métodos**

Os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pela Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, Protocolo CEP N° 03/2021. A pesquisa foi realizada nas instalações do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente – LaCRA da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, em dois ambientes, o primeiro em galpão aberto sem climatização, com 7,40 x 3,70 x 3,0 metros de comprimento, largura e altura, respectivamente, cobertura de laje e janelas de ventilação, que ficaram abertas durante o dia e fechadas a noite.

O segundo ambiente foi em câmara climática, com dimensões de 3,07 x 2,77 x 2,50 m de largura, comprimento e altura, respectivamente, que permanecia fechada no período diurno (7:00 às 19:00 h), com temperatura média de  $32^\circ\text{C}$ , considerada acima da zona de conforto térmico para codornas, e no período noturno (19h:01min às 6h:59min) câmara era desligada e as portas abertas para manter as condições naturais.

Foram utilizadas 480 pintainhas de codorna europeias (*Coturnix coturnix coturnix*), com idade inicial de um dia de vida e peso médio de  $8 \pm 0,50$  g, adquiridos de incubatório comercial, vacinadas, vermifugadas e não sexadas. As aves foram separadas em 4 grupos experimentais, pesadas e distribuídas de forma uniforme em círculos de proteção com cama de serragem (maravalha) e aquecimento artificialmente com lâmpadas incandescentes de 60W durante 24 h por 8 dias consecutivos; desde então passaram a receber as dietas, água e ração a vontade, sendo que na ração cada grupo recebeu 0; 2,5; 5 e 7,5% de inclusão do farelo de macroalga marinha *Sargassum* sp.

A partir dos nove dias de vida o aquecimento foi suspenso e as codornas pesadas e alojadas com médias de pesos similares e em quantidades iguais nos dois ambientes equipados com gaiolas de arame galvanizado para codornas de corte. Sendo alojadas 10 codornas por gaiola, densidade de 60 aves m<sup>2</sup>, onde ficaram até o final do período experimental.

Aos 14 dias de vida, após o período de 5 dias para adaptação do ambiente e ao manejo ambiental, deu-se início a coleta de dados, onde as aves foram pesadas e iniciou-se as mensurações das variáveis fisiológicas e ambientais. A pesquisa foi dividida em 3 fases experimentais a saber. Fase I: dos 14 aos 28 dias de vida das aves. Fase II: dos 29 aos 42 dias e a Fase final, compreendida como sendo o período total do experimento de 14-42 dias de vida das aves.

Durante todo o período experimental as aves foram pesadas em um intervalo de 7 dias, totalizando 4 pesagens. O programa de luz foi contínuo, 24 horas ininterruptas de luz diária (12 h natural e 12 h artificial) e a alimentação (Tabela 1) foi conforme composição indicada pelo NCR (2007).

Tabela 1: Ingredientes e composição nutricional utilizados na formulação de ração para codornas europeias em duas fases.

<b>Fase I (1-21 dias)</b>				
<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Níveis de inclusão de farelo de <i>Sargassum</i> sp (%)</b>			
	<b>0</b>	<b>2,50</b>	<b>5,00</b>	<b>7,50</b>
Milho	51,82	47,79	43,76	39,72
Farelo de soja	42,00	41,97	41,94	41,91
Farelo de <i>Sargassum</i>	0,00	2,50	5,00	7,50
Fosfato bicálcico	0,14	0,14	0,14	0,14
óleo de soja	1,04	2,61	4,17	5,73
Núcleo	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>				
Energia met. Aves (Kcal/kg)	2900,00	2900,00	2900,00	2900,00
Proteína bruta (%)	25,00	25,00	25,00	25,00
Calcário total (%)	1,10	1,25	1,41	1,57
Fósforo disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38
Fibra bruta (%)	2,96	3,17	3,37	3,56
Sódio (%)	0,22	0,23	0,23	0,24
Arginina (%)	1,52	1,51	1,49	1,476
Treonina (%)	0,80	0,79	0,78	0,77

Isoleucina (%)	0,95	0,93	0,92	0,912
Triptofano (%)	0,28	0,28	0,27	0,271
Valina (%)	1,02	1,00	0,99	0,973
Leucina (%)	1,85	1,81	1,77	1,726
Lisina (%)	1,33	1,32	1,31	1,303
Metionina (%)	0,38	0,37	0,36	0,355
Metionina + cistina (%)	0,71	0,70	0,68	0,67

**Fase II (22-42 dias)**

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i>			
	0%	2,50%	5,00%	7,50%
Milho	58,37	54,34	50,31	46,28
Farelo de soja	34,30	34,27	34,24	34,21
Farelo de <i>Sargassum</i>	0,00	2,50	5,00	7,50
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,00	0,00
óleo de soja	2,33	3,89	5,45	7,01
Núcleo	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Composição calculada**

Energia met. Aves (Kcal/kg)	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00
Cálcario total (%)	1,04	1,19	1,35	1,51
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Fibra bruta (%)	2,96	3,17	3,37	3,56
Sódio (%)	0,219	0,226	0,234	0,242
Arginina (%)	1,30	1,29	1,27	1,25
Treonina (%)	0,70	0,69	0,68	0,67
Isoleucina (%)	0,81	0,80	0,79	0,78
Triptofano (%)	0,24	0,24	0,23	0,23
Valina (%)	0,89	0,87	0,86	0,84
Leucina (%)	1,66	1,62	1,58	1,54
Lisina (%)	1,14	1,14	1,13	1,12
Metionina (%)	0,34	0,34	0,33	0,32
Metionina+cistina (%)	0,64	0,63	0,62	0,60

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico: vit. A:10.000.000 U.I; vit D3: 2.500.000 U. I; vit. E: 6.000 U. I; vit. K: 1.600mg; vit B12: 11.000; Niacina: 25.000mg; Ferro:2125 mg.kg<sup>-1</sup>; Zinco:56 mg.kg<sup>-1</sup>; Cobre: 56 mg.kg<sup>-1</sup>; Manganês: 68 mg.kg<sup>-1</sup>.

Nos ambientes as variáveis climatológicas umidade relativa do ar (UR), temperatura do ar (TA) e temperatura de globo negro (TGN) foram coletadas e armazenadas a cada 30 minutos por um datalogger, do tipo HOBO U12-012 ONSET Comp®, com um canal externo e um interno acoplado a um globo negro, disposto a uma

distância de 5 cm das gaiolas. Posteriormente foram calculados os índices de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).

A partir dos 9 dias de vida as codornas foram submetidas aos tratamentos com estresse térmico e identificadas 4 aves por repetição para serem usadas como amostragem do grupo. A partir do quinto dia do experimento com as codornas submetidas ao estresse térmico e condições naturais, uma vez a cada 3 dias de 11-13 horas em todas as fases foram mensuradas a temperatura cloacal (TC), temperatura superficial (TS) e frequência respiratória (FR).

Na medição da temperatura cloacal, foi utilizado o termômetro digital com haste rígida bioland® modelo T102, com  $\pm 0,1$  °C de precisão, com o sensor (sonda 400) inserido na cloaca das aves, até a estabilização ser indicada por um sinal sonora. A coleta da frequência respiratória foi realizada, capturando uma ave por vez e aguardando a estabilização da respiração, em seguida realizada a contagem dos movimentos peitorais, por um período médio de 15 segundos, e o resultado multiplicado por quatro, totalizando os movimentos obtidos em 1 minuto (mov. min.<sup>-1</sup>).

A temperatura superficial das aves foi determinada através de imagens capturadas a distância de  $50\pm 0,5$  centímetros, no infravermelho termal, utilizando-se uma câmera termográfica modelo TI 55FT FlexCam® da marca Fluke, calibrada antes do início dos registros com emissividade igual a 0,95, com resolução da câmera de 0,05 °C e foram analisadas utilizando o software SmartView na versão 4.3, considerando 3 regiões corporais distintas: cabeça, pata e asa. A temperatura superficial média (TSM) foi calculada por meio da adaptação da equação proposta por Richards (1971).

$$TSM=(0,82*TRA) + (0,03*TRC) + (0,15*TP) \quad \text{Eq.1}$$

em que:

TA - temperatura da região da asa (°C); TC - temperatura da região da cabeça (°C); TP - temperatura da pata (°C).

O ganho de peso das aves foi obtido semanalmente em gramas por meio da pesagem das aves utilizando balança analítica de precisão (resolução de 0,1 g), sendo colocada uma proteção ao redor da balança para evitar movimentos indesejados que venha causar interferência no peso e realizada a limpeza da balança após cada pesagem.

A ingestão semanal de ração e água foram calculadas pela diferença entre as quantidades ofertadas e as sobras, obtendo o consumo total de ração e água (CR e CW, respectivamente) e a conversão alimentar (CA), determinada pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso.

Para a confecção do farelo de algas foram utilizadas algas marinhas do gênero *Sargassum*, família *Sargassaceae* e espécie *Sargassum* sp, sendo a coleta realizada pelo aproveitamento de algas desprendidas por ação das ondas marítimas, denominadas “algas arribadas”, sem prejuízos ao meio ambiente e comprometimento da fauna e flora.

A limpeza consistiu na retirada de “contaminantes” epífitas e fauna associadas as algas, feita por meio de três etapas de lavagem com água corrente doce, para retirada do excesso de areia e sal da água do mar e verificação minuciosa de presença de poluentes antrópicos como plásticos, restos mortais da fauna marinha, etc. Após o processo de triagem e lavagem a matéria prima foi levada para secar a sombra durante um período de 7 dias e posteriormente foi feita a secagem final em estufa de ventilação forçada a 65 °C, permanecendo nesta até atingir massa seca constante.

O experimento foi organizado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro níveis de inclusão de alga (0, 2,5, 5 e 7,5%) com 6 repetições em cada parcela experimental, com 10 aves por repetição, sendo os dados obtidos avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento GLM (General Linear Model) e os dados foram submetidos a regressão pelo PROC REG do SAS® (2002).

## **Resultados e discussão**

No galpão aberto as condições de temperaturas médias nos períodos diurno e noturno foram de 27,99±0,58 °C e 27,23±0,25 °C, umidade relativa do ar de 69,40±1,9% e 71±0,93, ITU de 27,12±0,51 e 26,39±0,26 e ITGU de 77,32±0,49 e 76,49±0,23, respectivamente (Figura 2). Na câmara climática as condições de temperaturas médias nos períodos diurnos e noturnos foram de 32±0,9 °C e 27,30±0,36 °C, umidade relativa do ar de 70,16±1,92% e 70,7±1,27%, ITU de 31,02±0,83 e 26,47±0,33 e ITGU médio de 82,44±1,05 e 76,27±1,42, respectivamente (Figura 3).

Temperaturas entre 25,6 e 26,7 °C caracterizam-se como conforto térmico e temperaturas entre 30,4 e 33,2 °C é considerado calor moderado/severo para codornas

(Sousa et al., 2014). Santos et al. (2019) não encontraram diferenças significativas no desempenho de codornas de corte na temperatura de 29 °C, demonstrando a alta adaptabilidade destas aves a temperaturas elevadas.

Com base no ITU determinado para aves (Marai et al., 2001) no galpão nos dois períodos e na câmara climática no período noturno as codornas estavam sob condições de conforto térmico, e no período diurno em estresse térmico severo na câmara climática, visto que, os ITUs igual ou superior a 31 são considerados emergenciais para aves de corte, pois esses animais apresentam reduzida quantidade de glândulas sudoríparas, e nesse cenário, necessitam elevar a frequência respiratória para dissipar o calor metabólico excedente, reduzindo a eficiência produtiva para manter a homeotermia (FP)

Valores de ITGU variando entre 65 e 77 não prejudica a produção das aves de corte no período de 22 a 42 dias de idade, enquanto que ITGU acima de 77 pode refletir em piora na conversão alimentar e redução no ganho de peso das aves (Silva et al., 2015), indicando desconforto causado pelo estresse por calor. Portanto, com base nestes valores observa-se que no galpão e na câmara climática no período noturno as codornas estavam em conforto térmico. No período diurno as aves estavam em desconforto térmico na câmara climática e no limite do conforto térmico conforto no galpão (Figuras 2 e 3).

Para as variáveis fisiológicas não foram identificadas interações entre os ambientes em função da inclusão do farelo de *Sargassum* sp em nenhuma das fases, ocorrendo diferenças significativas entre os ambientes (Tabela 2). Na primeira fase a frequência respiratória foi mais elevada nas aves mantidas na câmara e similares nas demais fases. Sob elevadas temperaturas e umidade relativa do ar as aves podem aumentar sua frequência respiratória em até 10 vezes (Castilho et al., 2015).

Não foi identificada diferença significativa na Fase final para frequência respiratória, ficando em torno de 69,24 e 73,69 mov. min.<sup>-1</sup> para o galpão e câmara climática respectivamente. Tais resultados podem ser fruto dos tratamentos utilizados e 3 °C de diferença entre as pesquisas. Ribeiro et al. (2016) trabalhando com codornas europeias e temperaturas estresse térmico entre 30,8 e 29,6 no período da manhã e tarde, respectivamente, encontraram resultados diferentes para o período total, visto que a FR média foi de 65 mov. min.<sup>-1</sup>

Com relação aos níveis de inclusão do farelo de *Sargassum* na Fase I foi identificado efeito regressivo linear (Tabela 2) dos ambientes em função da inclusão do

farelo de *Sargassum* para temperatura cloacal e não foi identificado efeito nas demais variáveis avaliadas (Tabela 2). O maior nível de inclusão foi o que teve menor TC 40,99°C. Segundo Schaffer e Kim (2018) a taurina, substância presente em macroalgas marinhas, aumenta a resistência das aves ao estresse oxidativo evitando os danos as enzimas, desde que presentes em quantidades que não comprometam o funcionamento do organismo da ave.

A temperatura cloacal foi afetada significativamente pelo ambiente e não sofreu interferência dos níveis de inclusão do farelo de *Sargassum* sp (Tabela 2), sendo registrado o valor mínimo de 40,74 °C no galpão e o máximo de 41,33 °C na câmara climática. Rodrigues et al. (2016) em trabalhos com codornas Japonesas submetidas a ambiente com temperatura média de 25 °C, encontraram valores de temperatura cloacal entre 41 e 42 °C, concluindo que os animais não sofreram desconforto. Guimarães et al. (2014) estudando sobre o efeito do balanço eletrolítico nos parâmetros fisiológicos de codornas, encontraram valores temperatura cloacal dentro da média considerada normal para aves entre 41 a 42,5 °C, concluindo que as aves estavam em conforto e mantiveram a homeotermia.

Constatou-se que as codornas mantidas no ambiente de calor, apresentaram temperatura cloacal média nas fases I, II e final de mais elevadas em comparação às criadas em ambiente de conforto. No entanto, nas duas condições ambientais, as médias encontradas estão dentro da faixa considerada normal para a espécie, visto que de acordo com Castilho et al. (2015).

Ocorreram diferenças significativas na variável temperatura superficial (TS) das aves em função dos ambientes (Tabela 1) e similares nos níveis de inclusão do farelo de *Sargassum*. Na Fase I, II e final a diferença de TS foi de 2,81, 2,85 e 2,63 °C respectivamente, do galpão em relação a câmara climática. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2019), que relataram elevações na temperatura superficial de codornas japonesas submetidas a variações 17–35 °C observando a elevação de 41,9 °C na temperatura de 29 °C para 48,2 °C a uma temperatura de 35 °C identificando o aumento da TS com o aumento da temperatura em 6,3 °C. A diferença entre os resultados encontrados por Santos et al. (2019) e os da pesquisa, pode estar relacionado a alimentação alternativa utilizada (farelo de *Sargassum*).

Resultados semelhantes também foram encontrados por Orhan et al (2020) onde não foram detectadas interações entre a temperatura ambiente e a suplementação de taurina, que é uma substância presente em macroalgas marinhas, pode ter contribuído para redução do estresse térmico causado pelo ambiente ( $P > 0,05$ ). De acordo com Jerem et al. (2018), a temperatura da superfície corporal pode integrar vários aspectos do estado fisiológico, onde os animais usam várias formas para manter a homeostase e a termorregulação, e quando submetidos a temperaturas ambientes elevadas, tentam obter perda de calor por evaporação, vasodilatação e transpiração.

Em ambientes com elevadas temperaturas e umidades relativas do ar, as aves reduzem significativamente o consumo de alimento, elevam o consumo de água e tendem a permanecer prostradas como estratégias para melhorar sua termorregulação (Santos et al., 2019), e observa-se que na presente pesquisa o consumo de água no galpão foi 1,08; 13,63 e 8,23% inferior ao observado na câmara climática nas Fases I, II e III, respectivamente, em que as aves estavam em estresse térmico (Tabela 3).

O consumo de água não fase não apresentou interação do ambiente da câmara climática em função da inclusão do farelo de *Sargassum* em nenhuma das fases (Tabela 2), porém, apresentou diferença significativa entre os ambientes com superioridade em todas as fases na câmara climática. A elevação da temperatura dentro da câmara climática proporcionou uma elevação no consumo de água pelas aves na tentativa de manter a homeotermia corporal.

Hafsa et al. (2022) em estudo com algas marinhas na alimentação de codornas japonesas, não observaram diferença no consumo de água e ração em temperaturas próximas a zona de conforto térmico. Vercese et al. (2012) reportaram que codornas expostas a temperaturas de 27 a 36 °C, apresentaram decréscimo no consumo de ração, peso e massa de ovo e o aumento da ingestão de água, diminuindo a disponibilidade de nutrientes essenciais para a produção, com consequentes perdas no potencial produtivo.

O consumo de ração (CR) na Fase I apresentou interação entre o ambiente da câmara em função da inclusão do farelo de *Sargassum*, com efeito regressivo quadrático (Tabela 1), observando-se consumo mais elevado na câmara climática, podendo este resultado estar associado a idade das aves, que sofrem menos com o calor quando mais jovens, necessitando até de aquecimento nas duas primeiras semanas de vida (FP). Já nas fases II e final não foi identificado interações, porém, o CR foi mais elevado (9%) no



galpão quando comparado com as aves submetidas ao estresse térmico, sendo o consumo médio diário de 25,40 e 23,11 g. ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Orhan et al. (2020) utilizando a taurina na alimentação de codornas mantidas em termoneutralidade e estresse térmico (34°C), citam redução de 12% no consumo de ração nas aves em estresse térmico. Em elevadas temperaturas as aves tendem a mudar seu comportamento, aumentando a procura e consumo de água, o que pode afetar o consumo de alimentos e seu desenvolvimento, visto que estes estão associados e são proporcionais (Severo et al., 2020), conseqüentemente diminuindo o ganho de peso. Santos et al. (2019) encontraram valores médios de 26,6 g para temperatura de 17 ° C e 23,8 g para temperatura de 35 ° C, consumindo ração convencional.

Outros pesquisadores trabalhando com codornas japonesas mantidas na temperatura de conforto e adição de macroalgas, Santana et al. (2021) citam consumo de rações de 26,07 e 25,47 g ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, nas rações com adição 0 e 10% da macroalga, respectivamente. Santos et al. (2019) encontraram valores médios de 26,6 g ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para temperatura de 17 °C e 23,8 g para temperatura de 35 °C, consumindo ração convencional.

A diferença menor entre o consumo de ração nas condições naturais e estresse térmico pode estar relacionada com alimentação utilizada na pesquisa. Aljumaily e Taha (2019) citam que a eclosão de ovos de codornas japonesas recebendo injeções líquidas de extrato da macroalga spirulina houve redução no estresse oxidativo e elevação do sistema imunológico das aves, proporcionando um direcionamento e aproveitamento melhor da energia para o desenvolvimento destas. Em resumo, a melhoria da saúde das codornas também pode contribuir para facilitar o controle homeotérmico.

Houve efeito de regressão para a conversão alimentar na Fase I e na Fase final, para o ganho de peso na Fase final também foi identificado efeito de regressão, as demais variáveis não apresentaram efeito entre os tratamentos (equações 1, 2 e 3 no rodapé da Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Karu et al. (2018), trabalhando com a macroalgas na alimentação de codornas japonesas não encontrou diferença significativa no ganho de peso para o nível de inclusão de 3% com relação ao grupo controle.

A conversão alimentar foi menor nos níveis de inclusão de 5 e 7,5% e não teve diferença significativa no nível de 2,5% com relação ao grupo controle. Na Fase I, verificou-se um aumento do ganho de peso de 23,82% do galpão para câmara climática e uma diminuição à medida que o nível do farelo de *Sargassum* foi incluído nas dietas. Nas fases II e final houve uma redução no GP de 48 e 12,25% respectivamente e diminuição do GP com a inclusão do farelo.

Efeitos de melhora na conversão alimentar foram observados por Carlos et al. (2011) trabalhando com inclusão de macroalgas na alimentação de frangos de corte em condições naturais (temperatura entre 22-27,5 °C). Segundo Alfaia et al. (2021) a utilização de 10% na dieta basal com algas *Chlorella vulgaris* não afetou o desempenho de frangos de corte na idade de 14–21 dias, no entanto, ao contrário do resultado do presente estudo, a inclusão de 5 g / kg de taurina na dieta de frangos de corte criados sob condições de estresse não teve efeitos sobre a conversão alimentar (He et al., 2019).

Resultados diferentes a essa pesquisa foram encontrados por Melo et al. (2006) trabalhando com farinha de algas calcáreas em diferentes concentrações (0,25 e 0,50%) e estresse térmico, onde não encontraram diferenças significativas no ganho de peso e conversão alimentar de codornas. Os resultados são explicados pela diferença de composição das algas utilizadas em cada pesquisa, outro fator determinante pode ser que os nutrientes presentes no farelo de *Sargassum* não estejam completamente disponíveis para absorção pelos animais.

Os resultados podem ser influência do farelo de *Sargassum* apresentar quantidade de cálcio significativa e tem um maior aproveitamento pelas aves ao mesmo tempo que regula o equilíbrio ácido base (Zanini et al., 2002). Por tanto, os resultados da pesquisa pode ser explicado pelo aumento da digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes pelas aves na concentração ideal de farelo de *Sargassum* onde, Airhart et al. (2002) identificaram melhoras na biodisponibilidade de nutrientes com o uso de farinha de algas marinhas em frango de corte de 1-45 dias de idade, os quais observaram que o cálcio proveniente do *Lithothamnium calcareum* apresentou maior biodisponibilidade do que aquele proveniente do calcário, resultando em melhor conversão alimentar.

Efeitos de melhora na conversão alimentar também foram observados por Pope et al (2002), em frangos de corte suplementados com *Lithothamnium calcareum*, os quais apresentaram maior ganho de peso e melhor rendimento de peito. Por tanto, o farelo de

*Sargassum* não apresentou melhora na conversão alimentar das aves mantidas em estresse térmico em comparação as condições naturais do galpão.

## Conclusão

A inclusão da macroalga marinha *Sargassum* sp no ambiente de estresse térmico (câmara climática) resultou na redução do consumo de ração e aumento no consumo de água em todas as fases, afetando o desempenho produtivo das codornas em relação ao ambiente em condições naturais (galpão) que se aproximaram do conforto térmico. As variáveis fisiológicas temperatura cloacal e temperatura superficial foram superiores em todas as fases no ambiente de estresse térmico, o que implica não haver relação da inclusão do farelo de *Sargassum* sp com o controle destas variáveis em temperaturas de estresse térmico.

A macroalga *Sargassum* sp apresenta potencial como aditivo nas rações de codornas de corte em condições de temperaturas entre 26-29°C, podendo ser incluída em até 7,5% na ração sem prejuízo no desempenho das aves. Já em temperaturas entre 30-33°C não é recomendado a inclusão de farelo de macroalgas da espécie *Sargassum* sp comprometendo o desempenho das aves.

## Referências bibliográficas

- Aljumaily, T. K. H., Taha, A. T. Effects of *Spirulina platensis* algae extract early feeding on Japanese quail embryos. **Animal and Veterinary Sciences**, v.7, p.30–37, 2019. [doi:10.17582/journal.aavs/2019/7.1.30.37](https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.1.30.37)
- Alfaia, C. M., Pestana, J. M., Rodrigues, M., Coelho, D., Aires, M. J., Ribeiro, D. M., Prates, J. A. M. Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens. **Poultry Science**, v.100, p.926–937, 2021. [doi:10.1016/j.psj.2020.11.034](https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.034)
- Airhart, J.C.; Taylor, S.J.; Purser, K.W., Southern, L.L. The bioavailability in chicks of calcium in a product derived from calcified seaweed (Marigro). **Journal Poultry Science**, v.32, p.118-129, 2002.
- Carlos, A. C., Sakomura, N. K., Pinheiro, S. R. F., Toledano, F. M. M., Giacometti, R.,

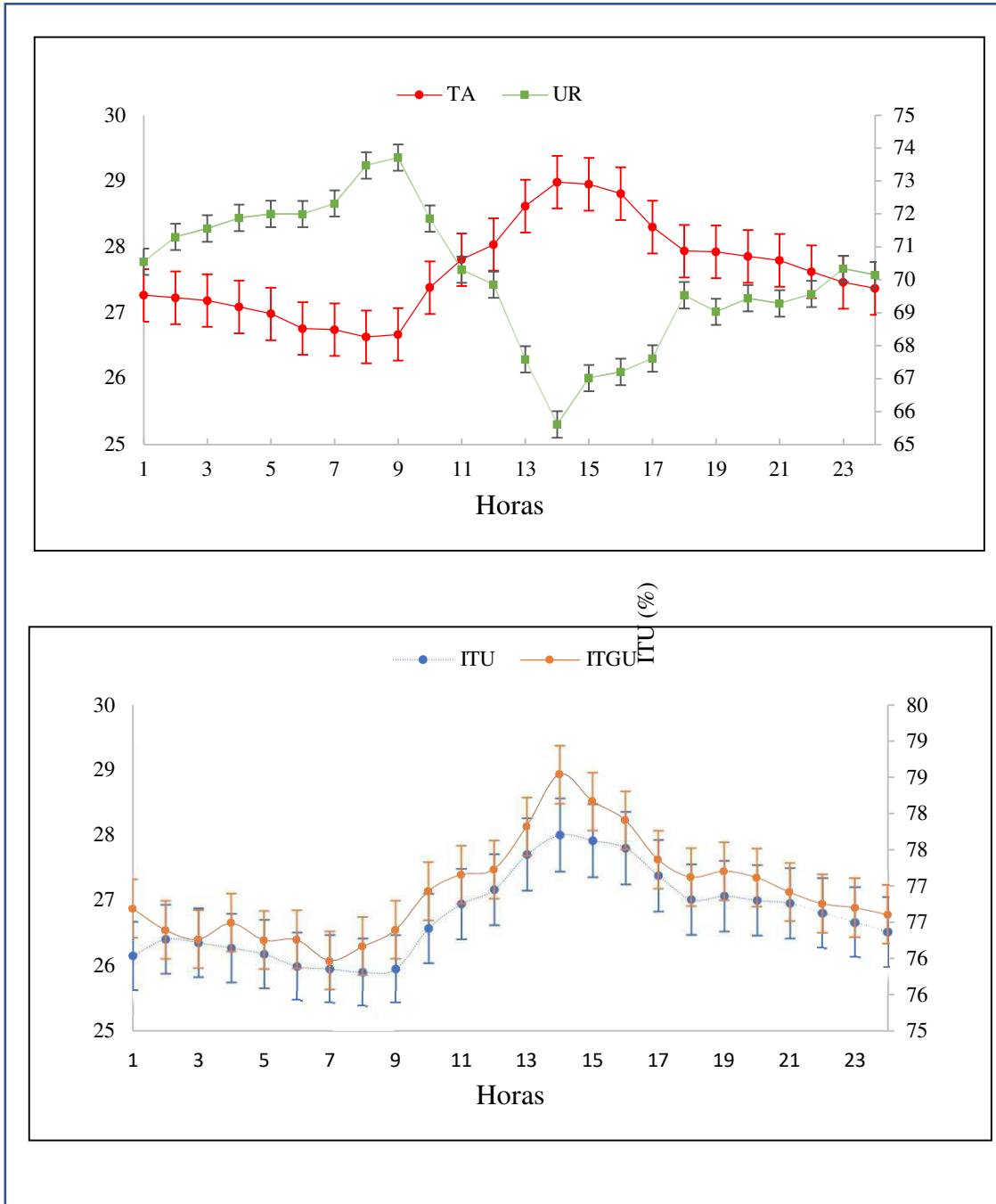
- Silva Júnior, J. W. D. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.833 - 839, 2011. [doi.org/10.1590/S1413-70542011000400025](https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400025)
- Castilho, V. A. R., Garcia, R. G., Lima, N. D. S., Nunes, K. C., Caldara, F. R., Nääs, I. A., Barreto, B., Jacob, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, p.122-131, 2015.
- Hafsa, S. H. A., Hassan, A. A. The Effect of *Sargassum siliquastrum* supplementation on growth performance, cecal fermentation, intestine histomorphology, and immune response of Japanese quails. **Animals**, v.12, p.432-443, 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12040432>.
- He, X., Lu, Z., Ma, B., Zhang, L., Li, J., Jiang, Y., Zhou, G., Gao, F. Effects of dietary taurine supplementation on growth performance, jejunal morphology, appetiterelated hormones, and genes expression in broilers subjected to chronic heat stress. **Poultry Science**, v.98, p.2719–2728, 2019. <https://doi.org/10.3382/ps/pez054>.
- Jerem, P., Jenni-Eiermann, S., Herborn, K., McKeegan, D., McCafferty, D.J., Nager, R.G. Eye region surface temperature reflects both energy reserves and circulating glucocorticoids in a wild bird. **Scientific Reports**, v.8, p.1–10, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20240-4>
- Kulshreshtha, G., Rathgeber, B., Stratton, G., Thomas, N., Evans, F., Critchley, A., Hafting, J., Prithiviraj, B. Feed supplementation with red seaweeds, *Chondrus crispus* and *Sarcodiotheca gaudichaudii*, affects performance, egg quality, and gut microbiota of layer hens. **Poultry Science**. v.92, p.2991–3001, 2014. <http://doi:10.3382/ps.2014-04200>.
- Marai, I. F. M., Ayyat, M. S., Abd El-Monem, U. M. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation under Egyptian conditions, **Tropical Animal Health and Production**, v.33, p.451–462, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1012772311177>
- Melo, T.V., Mendonça, P.P., Moura, A.M.A., Lombardi, C.T., Ferreira, R.A., Nery, V.L.H. Solubilidade in vitro de algumas fontes de cálcio utilizadas em alimentacion animal. **Archivos de Zootecnia**. v.55, p.297–300, 2006. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49521110>
- Michalak, I., Mahrose, K. Seaweeds, Intact and Processed, as a Valuable Component of

- Poultry Feeds. **Journal of Marine Science and Engineering**, v.8, p.620-648, 2020. <https://doi.org/10.3390/jmse8080620>.
- Guimarães, M. C. C., Furtado, D. A., Nascimento, J. W. B., Tota, L. C. A., Silva, C. M., Lopes, K. B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental**, V.18, p.231–237, 2014. [doi:10.1590/S1415-43662014000200015](https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200015)
- Orhan, C., Kucuk, O., Sahin, N., Tuzcu, M., Sahin, K. Effects of taurine supplementation on productive performance, nutrient digestibility and gene expression of nutrient transporters in quails reared under heat stress. **Journal Thermal Biology**, v.92, p.1–8, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102668>.
- Pope, H.R., C.M. Owens, L.C. Cavitt, J.L. Emmert E S.J. Taylor. Efficacy of marigro in supporting growth, carcass yield and meat quality of broilers. **Poultry Science Society**, p.25-31, 2002.
- Karu, P., Selvan, S. T., Gopi, H., Manobhavan, M. Effect of macroalgae supplementation on growth performance of Japanese quails. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, p.1039-1041, 2018. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.128>
- Ribeiro, T. L. A., Souza, B. B., Brandão, P. A., Roberto, J. V. B., Medeiros, T. T. B., Silva, J. J., Carvalho Júnior, J. E. M. Diferentes Níveis de proteína e energia sobre o comportamento fisiológico e desempenho de codornas europeias no semiárido brasileiro. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.4, p.76–83, 2016. [doi:10.14269/2318-1265/jabb.v4n3p76-83](https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v4n3p76-83)
- Richards A. S. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **Journal of Physiology**, v.216, p. 1-10, 1971. [doi:1971. 10.1113 / jphysiol.1971.sp009505](https://doi.org/10.1113/jphysiol.1971.sp009505).
- Rodrigues, L. R.; Furtado, D. A.; Costa, F. G. P.; Nascimento, J. W. B.; Cardoso, E. A. Thermal confort index, physiological variables and performance of quails fed with protein reduction. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.378-384, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n4p378-384>
- Santana, L. C., Mendonça, M. O., Silva, V. R. O., Castro, M. D. A. Costa, P. K. F., Moura, G. S. Bertechini, A. G. Performance and egg quality of Japanese quail fed diets containing microalgae *Schizochytrium* sp. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.50, p.1-

- 9, 2021. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200161>.
- Santos, T. C., Gates, R. S., Tinôco, I. F. F., Zolnier, S., Rocha, K. S. O., Freitas, L. C. S. R. Productive performance and surface temperatures of Japanese quail exposed to different environment conditions at start of lay. **Poultry Science**. 98, 2830–2839, 2019. <https://doi.org/10.3382/ps/pez068>
- Schaffer, S., Kim, H. W. Effects and mechanisms of taurine as a therapeutic agent. **Biomolecules & Therapeutics (Seoul)**, v.26, p.225–241, 2018. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2017.251>
- Severo, T. I. M., Holanda, M. A. C., Holanda, M. C. R., Lucena, L. R. R., Dutra Junior, W. M. Digestible lysine requirement for European laying quail. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.42, p.1-6, 2020. [doi:10.4025/actascianimsci.v42i1.46070](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.46070)
- Silva, A. F., Sgavioli, S., Domingues, C. H. F., Garcia, R. G. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**. v.70, p.913-920, 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10065>
- Vercese, F., Garcia, E. A., Sartori, J. R., Silva, A. P., Faitarone, A. B. G. I., Berto, D. A. I., Molino, A. B., Pelícia, K. Performance and egg quality of Japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Brazilian Journal Poultry Science**, v.14, p.37–41, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000100007>
- Zanini, S.F. Carvalho, M. A. G., Colnago, G., Quilula, R., KorreS, A. M. Nsantos, K. S. Silva Júnior, C. O. Soares A.C. Fava, E. F. Composição da carcaça de frangos de corte submetidos a dieta com farinha de algas. **Revista do Centro Universitário Vila Velha**, v.3, p.40-55, 2002.

Anexos

Figura 01: Condições climáticas no galpão aberto durante o desenvolvimento da pesquisa

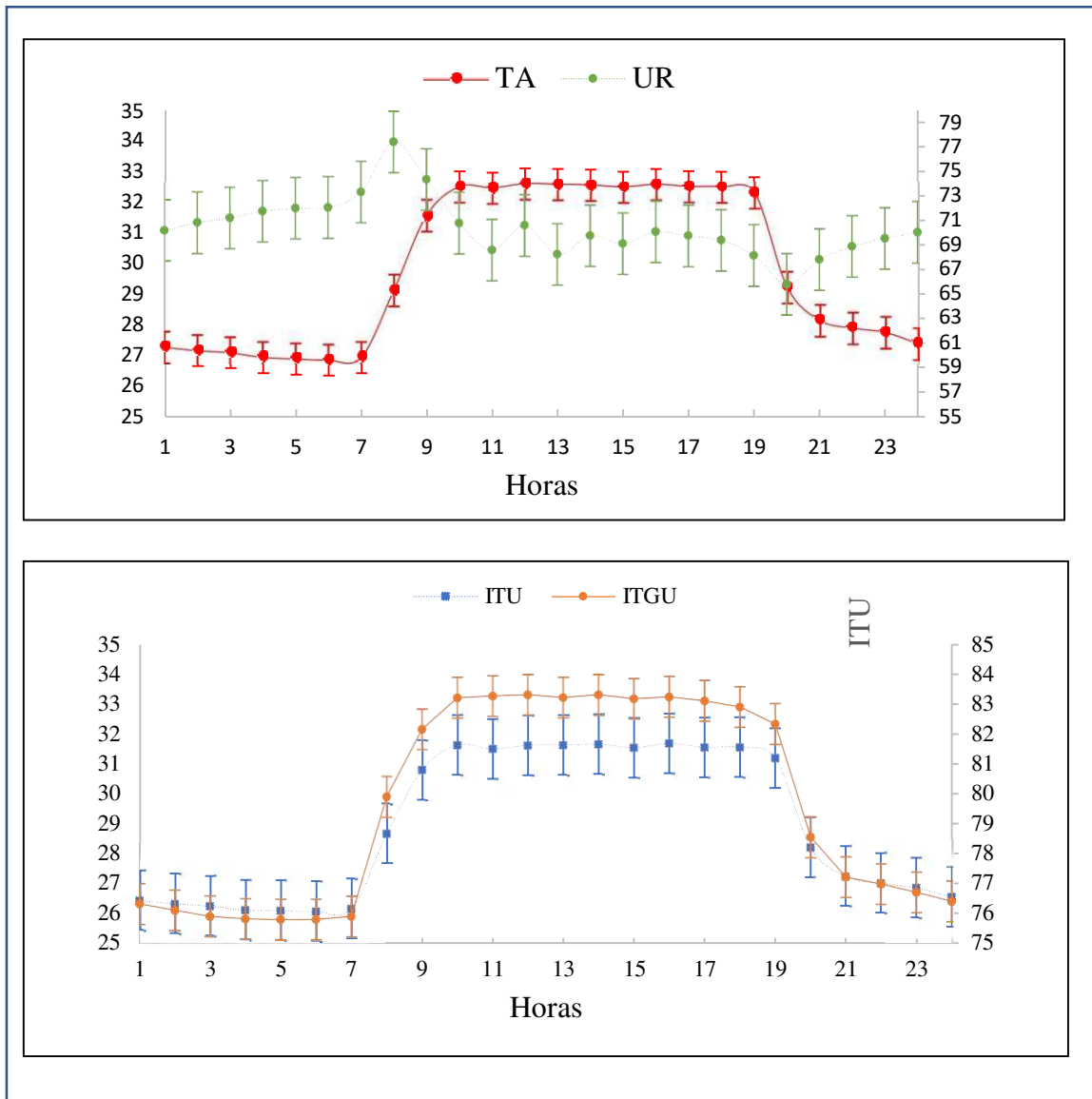


ITU (%)

Temperatura (°C)

Umidade relativa (%)

Figura 02: Condições climáticas na câmara climática durante o desenvolvimento da pesquisa



ITU

ITU

Temperatura (°C)

Umidade relativa (%)



Tabela 2: Efeito dos ambientes e níveis de inclusão do farelo de *Sargassum* nas variáveis fisiológicas.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> –Ni (%)						C. climática	EP M	Valor de P					
	0,0		2,5		5,0				Galpão	1	2	Ni	G	Ni*G
	7,5	1	2											
<b>Fase I (14 a 28 dias de idade)</b>														
FR (mov./min.)	74,73a	71,79a	74,19a	76,01a	71,53b	76,83a	6,46	0,4510	0,0069	0,1969				
TC (°C) <sup>1</sup>	41,20a	41,15ab	41,22a	40,99b	41,07b	41,21a	0,18	0,0113	0,0088	0,4501				
TS (°)	35,85ab	35,36b	35,87ab	36,06a	34,38b	37,19a	0,49	0,0087	<.0001	0,1264				
<b>Fase II (29 a 42 dias de idade)</b>														
FR (mov./min.)	68,13a	65,54a	67,04a	74,31a	66,96a	70,55a	10,0	0,2321	0,2618	0,3761				
TC (°C)	40,98a	41,12a	41,06a	40,97a	40,74b	41,33a	0,22	0,2874	<.0001	0,9988				
TS (°)	35,95ab	35,79b	36,13a	36,15a	34,78b	37,23a	0,31	0,0221	<.0001	0,8909				
<b>Fase final (14 a 42 dias de idade)</b>														
FR (mov./min.)	71,43a	68,67a	70,61a	75,16a	69,24a	73,69a	8,35	0,2970	0,0725	0,2802				
TC (°C)	41,06a	41,14a	41,14a	40,98a	40,90b	41,27a	0,18	0,1081	<.0001	0,9115				
TS (°)	35,90ab	35,58b	36,00a	36,10a	34,58b	37,21a	0,38	0,0098	<.0001	0,3324				

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM= erro padrão da média; FR - frequência respiratória; TR - temperatura cloacal; TS - temperatura superficial. <sup>1</sup>Y=41,22-0,02x (R<sup>2</sup>=0,48);

Tabela 3: Efeito dos ambientes e níveis de inclusão do farelo de *Sargassum* nas variáveis de desempenho produtivo.

Variáveis	Níveis de inclusão do farelo de <i>Sargassum</i> –Ni (%)						C. climática	EP M	Valor de P					
	0,0		2,5		5,0				Galpão	1	2	Ni	GC	Ni*G
	7,5	1	2											
<b>Fase I (14 a 28 dias de idade)</b>														
C. água (g/ave)	738,75b	741,93a	735,35c	730,27d	732,57b	740,58a	0,80	<.0001	<.0001	<.0001				
C. ração (g/ave)	276,00a	252,00c	268,33ab	259,83bc	219,97b	308,11a	10,80	<.0001	<.0001	0,0038				
GP (g/ave)	123,28a	113,77b	112,42b	109,30b	99,18b	130,20a	5,10	<.0001	<.0001	0,0067				
Ca <sup>1</sup>	2,23ab	2,21b	2,38a	2,38ab	2,23b	2,37a	0,15	0,0096	0,0020	0,8534				
<b>Fase II (29 a 42 dias de idade)</b>														
C. água (g/ave)	922,19a	900,11d	916,78b	910,21c	845,61b	979,04a	0,82	<.0001	<.0001	<.0001				

C. ração (g/ave)	412,15 b	430,52 a	423,48 ab	424,62 a	492,14 a	353,25b	11,0	0,002 1	<.000 1	0,683 3
GP (g/ave)	92,08a b	96,57a	90,12a b	88,19b	120,72 a	62,76b	5,99	0,010 1	<.000 1	0,107 1
Ca	4,75a	4,79a	4,91a	5,09a	4,09b	5,67a	0,42	0,224 1	<.000 1	0,459 5
<b>Fase final (14 a 42 dias de idade)</b>										
C. água (g/ave)	1660,9 5a	1642,0 5c	1652,1 3b	1640,4 8d	1578,1 7b	1719,63 a	1,34	<.000 1	<.000 1	<.000 1
C. ração (g/ave)	688,16 a	682,52 a	691,81 a	684,45 a	712,10 a	661,36b	17,1	0,598 0	<.000 1	0,166 2
GP (g/ave) <sup>2</sup>	215,36 a	210,34 ab	202,54 bc	197,48 c	219,90 a	192,96b	7,45	<.000 1	<.000 1	0,001 2
Ca <sup>3</sup>	3,20c	3,27bc	3,42ab	3,48a	3,25b	3,44a	0,17	0,000 9	0,000 4	0,179 6

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey; EPM= erro padrão da média; c.água - consumo de água; c.ração - consumo de ração; GP - ganho de peso; ca - conversão alimentar. <sup>1</sup>Y=2,21+0,02x (R<sup>2</sup>= 0,82); <sup>2</sup>Y=215,64-2,46x (R<sup>2</sup>=0,99); <sup>3</sup>Y=3,19+0,04x (R<sup>2</sup>=0,97)