

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

Escola Superior Agrária



Enriquecimento Ambiental na Produção de Frangos em Sistema
Intensivo

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

João Pedro Sousa Félix

Orientado por:

Professor Doutor Fabiano Dahlke

Fevereiro
2026

AGRADECIMENTOS

A conclusão do estágio curricular e do correspondente curso de Mestrado em Engenharia Zootécnica foi possível graças à colaboração de diversas pessoas, às quais expresse a minha sincera gratidão.

Ao meu orientador, Professor Doutor Fabiano Dahlke, bem como aos Professores Doutores António Vicente e Paulo Pardal, e às Professoras Dr.^a Helena Lalanda e Dr.^a Verónica Duarte, agradeço a orientação perspicaz do início ao fim deste processo, deixando o meu reconhecimento pelo apoio essencial para compreender e definir o meu futuro percurso profissional, destacando ainda o rigor e o contributo fundamental da Professora Doutora Daniela Klein nas análises estatísticas, determinantes para a solidez científica deste trabalho.

Aos Engenheiros Nuno Ruivo, Pedro Ferreira e Pedro de Carvalho, ao Dr. Bruno Abreu e à Ana Inês, agradeço a partilha de conhecimento e experiência, bem como o apoio constante e a compreensão demonstrada.

Ao grupo Lusiaves, agradeço pela oportunidade concedida para a realização do meu estágio curricular na área da Produção Animal. Um agradecimento especial aos funcionários da empresa pela amabilidade com que me receberam e por toda a assistência prestada ao longo do estágio.

Aos colegas e amigos que, mesmo não sendo mencionados aqui, estiveram ao meu lado e me apoiaram ao longo destes anos, deixo o meu sincero obrigado.

Um agradecimento especial à Ana, ao Tomás, ao Filipe e ao Ivo por tanto me terem ajudado ao longo deste percurso.

À minha namorada, agradeço de forma muito especial pelo apoio incondicional, pela paciência, motivação e compreensão nos momentos mais exigentes, sendo um pilar fundamental ao longo desta etapa.

Por fim, expresse a minha profunda gratidão aos meus Pais e Irmã, bem como aos meus avós, tios e primos, cujo apoio e presença foram fundamentais ao longo de todo este percurso. Agradeço por tudo o que fizeram e continuam a fazer por mim.

A todos vocês, muito obrigado!

ACRÓNIMOS

AP – Aves Pesadas (na designação Ross 308 AP)

C – Controlo (grupo sem enriquecimento)

CEE – Comunidade Económica Europeia

cm – Centímetro(s)

CV – Coeficiente de Variação

DGAV – Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

EA – Enriquecimento Ambiental

EFSA – *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos)

FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FAWC – *Farm Animal Welfare Council*

g – Grama(s)

GLM – *Generalized Linear Model* (Modelo Linear Generalizado)

GLMM – *Generalized Linear Mixed Model* (Modelo Linear Generalizado Misto)

GMD – Ganho Médio Diário

GPP – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral

h – Hora(s)

ICA – Índice de Conversão Alimentar

INE – Instituto Nacional de Estatística

kg – Quilograma(s)

m² – Metro(s) quadrado(s)

min – Minuto(s)

P – Probabilidade (valor-*p* em testes estatísticos)

Q1–Q3 – 1.º Quartil e 3.º Quartil (Intervalo Interquartil)

SAS – *Statistical Analysis System*

t – Tonelada(s)

TMA – Taxa de Mortalidade Acumulada

TMDA – Taxa de Mortalidade Diária Acumulada

UE – União Europeia

°Ca – Graus Celsius

Enriquecimento Ambiental na Produção de Frangos em Sistema Intensivo

RESUMO

A produção intensiva de frangos de carne enfrenta desafios crescentes relacionados com o bem-estar animal, uma vez que a elevada densidade e a pobreza de estímulos limitam a expressão de comportamentos naturais. Este estudo avaliou os efeitos do enriquecimento ambiental no comportamento e no desempenho produtivo de frangos de carne (*Gallus gallus domesticus*) da estirpe Ross 308. O ensaio envolveu 320 aves, divididas em dois grupos (com e sem enriquecimento). Foram monitorizados o peso corporal, consumo alimentar e índice de conversão, além da observação etológica direta. Os resultados demonstraram que o enriquecimento promoveu um aumento significativo de comportamentos naturais, como a exploração, e reduziu indicadores de stress. Quanto ao desempenho produtivo, não houve diferenças estatisticamente significativas, entre os grupos estudados. Conclui-se que o enriquecimento ambiental melhora o bem-estar animal sem comprometer a produtividade, sendo uma estratégia viável e sustentável.

Palavras-Chave: Bem-estar animal; Comportamento animal; Enriquecimento ambiental; Frangos de carne; Sistemas de produção avícola.

Environmental Enrichment in Intensive Broiler Production Systems

ABSTRACT

Intensive broiler production faces increasing challenges related to animal welfare, as high stocking densities and barren environments limit the expression of natural behaviors. This study evaluated the effects of environmental enrichment on the behavior and productive performance of broilers (*Gallus gallus domesticus*) of the Ross 308 strain. The experimental trial involved 320 birds, divided into two groups (with and without enrichment). Body weight, feed intake, and feed conversion ratio were monitored, in addition to direct ethological observation. The results demonstrated that enrichment promoted a significant increase in natural behaviors, such as environmental exploration, and reduced stress indicators. Regarding productive performance, no statistically significant differences were observed. It is concluded that the implementation of environmental enrichment improves animal welfare without compromising productivity, constituting a viable and sustainable strategy for production systems.

Keywords: Animal behavior; Animal welfare; Broiler chickens; Environmental enrichment; Poultry production systems.

Índice

1.	Introdução.....	1
2.	Revisão da Literatura.....	3
2.1	Setor Avícola em Portugal.....	3
2.1.1	Produção Nacional de Carne de Frango.....	3
2.1.2	Consumo e Tendências de Mercado	4
2.2	Sistemas de Produção Avícola em Portugal	5
2.3	Estirpes de Frangos: Crescimento Rápido vs. Lento	7
2.3.1	Comparação entre Ross 308AP e Cobb500	9
2.4	Comportamento e Necessidades Etológicas das Aves	11
2.4.1	Comportamentos Naturais	11
2.4.2	Comportamentos Estereotipados.....	12
2.5	Métodos de Avaliação de Dor e Medo	13
2.6	Estratégias de Enriquecimento Ambiental e Bem-Estar.....	14
2.6.1	Enriquecimento Ambiental	14
2.6.2	Indicadores de Bem-Estar	15
2.6.3	Mortalidade e Refugo como Medidas de Avaliação	17
3.	Material e Métodos.....	18
3.1	Tipo de estudo, duração e local	18
3.2	Caracterização dos Animais e Condições de Maneio	18
3.3	Tratamentos e Variáveis Analisadas.....	19
3.4	Enriquecimento Ambiental.....	20
3.5	Procedimentos de Recolha de Dados.....	21
3.6	Análise Estatística.....	23
4.	Análise dos Resultados	23
4.1	Desempenho Produtivo.....	23
4.2	Avaliação comportamental	25
4.2.1	Comportamentos ligados ao <i>stress</i>	35
4.2.2	Comportamentos com elementos EA.....	37
5.	Discussão dos Resultados	53
6.	Considerações finais	57
7.	Anexos.....	58
8.	Referência Bibliográficas	60

Índice de Tabela

Tabela 1- Comparação entre Vantagens e Desvantagens do Sistema ao Ar Livre (adaptado de Setas & Mateus, 2025).....	7
Tabela 2 - Constituintes Analíticos do Concentrado.....	19
Tabela 3 - Organização das observações	21
Tabela 4 - Consumo acumulado de alimento, peso corporal e Índice de Conversão Alimentar (ICA), aos 7, 14, 21, 28 e 34 dias de idade em frangos de carne, criados de maneira convencional (controlo) ou com enriquecimento ambiental (EA)	24

Índice de Imagens

Imagem 1 - evolução do peso, tamanho e idade de frangos de carne de 1975 a 2005 (adaptado de: Vargas, 2019).....	9
Imagem 3 - Exemplo da estrutura de um parque	18
Imagem 2 - Parques ao longo do Pavilhão.....	18
Imagem 4 - Ilustração das quatro unidades experimentais.....	20
Imagem 5 - Medidas de uma Área Experimental	20
Imagem 6 - Combinação dos EA ao longo das semanas	21
Imagem 7 - linha de observação	22
Imagem 8 - Observação direta diária.....	22

Índice de Figuras

Figura 1 - Produção de frango em Portugal (ton/ano). Fonte: INE (2025). Estatísticas Agrícolas 2024.....	4
Figura 2- Comparação da Conversão Alimentar.....	10
Figura 4- Comparação do Peso Corporal.....	10
Figura 3- Comparação do Ganho de Peso Diário	10
Figura 5 - Etograma dos comportamentos distintos.....	22
Figura 6 - Médias Estimadas por Comportamento (Estímulo e Conforto).....	26
Figura 7 – Frequência da procura de alimento em frangos de carne sujeitos a Enriquecimento Ambiental (EA) e Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.	26
Figura 8 – Frequência da Ingestão de água em frangos de carne sujeitos a Enriquecimento Ambiental (EA) e Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.	27
Figura 9- Frequência do comportamento de bicar o solo em frangos de carne sujeitos a Enriquecimento Ambiental (EA) e Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.....	28

Figura 10 – Frequência do comportamento de descanso das aves em frangos de carne, com tratamento EA e do tratamento C, ao longo de três semanas.....	29
Figura 11 - Frequência do comportamento de movimento das aves submetidas ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo, ao longo de três semanas de avaliação	30
Figura 12 - Proporção de observações com movimento > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação	30
Figura 13 - Frequência do comportamento banho de areia das aves submetidas ao tratamento de EA e ao tratamento Controlo, ao longo de três semanas de avaliação	31
Figura 14 - Proporção de observações com banho de areia > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.	32
Figura 15 - Frequência do comportamento "esticar a asa" das aves em frangos de carne submetidos ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.....	32
Figura 16 - Frequência do comportamento "sacudir" das aves em frangos de carne submetidos ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.....	33
Figura 17 - Frequência do comportamento "esticar a pata" das aves em frangos de carne submetidos ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.	34
Figura 18 - Proporção de observações com esticar a pata > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.	34
Figura 19 - Distribuição da frequência de observações do comportamento "esgravatar o solo" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	35
Figura 20 - Distribuição da frequência de observações do comportamento " picar outras aves " nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 2 e 3.	36
Figura 21 - Frequência do comportamento "subir a plataforma" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	37
Figura 22 - Frequência do comportamento "descanso na turfa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	38
Figura 23 - Frequência do comportamento "descanso nas aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	38
Figura 24 - Frequência do comportamento "descanso na areia" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	39
Figura 25 - Frequência do comportamento "picar o substrato na turfa" nos grupos submetidos ao	

tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	40
Figura 26 - Proporção de observações com picar o substrato (turfa) > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.	40
Figura 27 - Frequência do comportamento "picar o substrato nas aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	41
Figura 28 - Proporção de observações com picar o substrato (aparas) > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.	42
Figura 29 - Frequência do comportamento "picar o substrato na areia" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	43
Figura 30 - Proporção de observações com picar o substrato (areias) > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.	43
Figura 31 - Frequência do comportamento esgravatar na turfa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	44
Figura 32 - Frequência do comportamento "esgravatar nas aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	45
Figura 33 - Frequência do comportamento "esgravatar na areia" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1 e 2.	45
Figura 34 - Frequência do comportamento "banho de areia no substrato turfa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	46
Figura 35 - Proporção de observações com banho de areia no substrato turfa > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.	47
Figura 37 - Proporção de observações com banho de areia no substrato aparas > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental na semana 2 e 3.	48
Figura 36 - Frequência do comportamento "banho de areia no substrato aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	48
Figura 38 - Frequência do comportamento "banho de areia no substrato areia" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as semanas 2 e 3.	49
Figura 39 - Proporção de observações com banho de areia no substrato areia > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental na semana 2 e 3.	50
Figura 40 - Frequência do comportamento "picar o objeto na rampa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) na semana 1.	50
Figura 41 - Frequência do comportamento "picar a caixa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.	51
Figura 42 - Proporção de observações com picar a caixa > 0 nos grupos Controlo e	

Enriquecimento Ambiental nas semanas 1, 2 e 3.....	52
--	----

Índice de Anexos

Anexo 1 - Ross 308AP	58
Anexo 2 - COBB500	59

1. Introdução

A produção intensiva de frangos para a produção de carne tem vindo a assumir, ao longo do tempo, um papel central na segurança alimentar a nível global, sendo reconhecida pela sua eficiência e capacidade de resposta à procura crescente de proteínas. Contudo, este modelo de produção suscita sérias preocupações relativamente ao bem-estar animal, sobretudo em virtude da elevada densidade populacional, da limitação de espaço e da ausência de estímulos que permitam a expressão de comportamentos naturais (Riber *et al.*, 2018).

Neste âmbito, o enriquecimento ambiental (EA) emerge como uma estratégia promissora para otimizar as condições de alojamento em sistemas intensivos. Esta abordagem fundamenta-se na introdução de elementos físicos, sensoriais, sociais, cognitivos ou alimentares no ambiente dos animais, visando aumentar a complexidade do espaço e permitir a manifestação de comportamentos naturais, contribuindo, deste modo, para um melhor estado de saúde física e emocional (Riber *et al.*, 2018). Diversos estudos indicam que, quando implementadas de forma apropriada, as intervenções de enriquecimento ambiental e manejo podem reduzir a ocorrência de comportamentos anómalos, diminuir indicadores de stress e não comprometer o desempenho produtivo dos frangos de carne (Riber *et al.*, 2018).

A disponibilização de um ambiente enriquecido promove a expressão do repertório comportamental natural da espécie, incentivando atividades como o forrageamento e os banhos de areia, e reduzindo períodos de inatividade (Riber *et al.*, 2018; Baxter *et al.*, 2019). Paralelamente, a literatura sugere que estas melhorias nas condições de alojamento têm impacto direto na saúde física e emocional das aves. Segundo Riber *et al.* (2018), o enriquecimento ambiental promove níveis mais elevados de atividade física e pode contribuir para melhorias na mobilidade e na utilização do espaço, podendo também influenciar positivamente as respostas comportamentais relacionadas com o medo. Já Nazareno *et al.* (2011) observaram que sistemas de produção com acesso ao exterior estão ligados a menores indicadores fisiológicos de stress térmico, incluindo redução da frequência respiratória e da temperatura cloacal. Importa salientar que a implementação destas práticas de bem-estar não compromete a produtividade; pelo contrário, De Jong *et al.* (2021) verificaram que o desempenho zootécnico se mantém estável mesmo com a introdução de recursos de enriquecimento, havendo ainda evidências de que estímulos ambientais específicos, como programas de luz adequados, podem potenciar o

crescimento e a produção de carne (Olanrewaju *et al.*, 2016). A criação de frangos de carne é fortemente influenciada pelas características genéticas das estirpes utilizadas, como a Ross 308, que apresenta uma elevada taxa de crescimento e eficiência alimentar, vantajosas do ponto de vista económico, mas que podem comprometer o conforto e a mobilidade das aves. A implementação de estratégias de enriquecimento ambiental, mesmo em sistemas convencionais, constitui uma metodologia para mitigar os efeitos mencionados, sem que seja necessário realizar alterações substanciais no modelo de produção.

Não obstante o interesse crescente nesta área, são ainda escassos os estudos que avaliem o impacto do enriquecimento ambiental em condições reais de produção intensiva, principalmente em Portugal. Consequentemente, é pertinente aprofundar o conhecimento sobre o comportamento animal em ambientes enriquecidos e compreender a sua relação com o desempenho produtivo. Para efetuar esta análise de forma rigorosa e quantificável, é fundamental recorrer a métodos de avaliação de bem-estar animal padronizados, concretamente através da aplicação de um Etograma. Esta ferramenta metodológica permite sistematizar a observação etológica, registando a frequência e duração de comportamentos específicos, sejam eles naturais ou indicadores de *stress*, transformando a avaliação subjetiva do estado dos animais em dados objetivos e cientificamente válidos. O presente estudo visa primordialmente avaliar o impacto da implementação do enriquecimento ambiental no comportamento e no desempenho zootécnico de frangos de carne da estirpe Ross 308 criados em sistema intensivo numa exploração avícola no distrito de Setúbal, entre março e abril de 2025. A questão central que orienta esta investigação é a seguinte: *“De que forma a implementação de enriquecimento ambiental em sistemas intensivos de produção de frangos de carne Ross 308 influencia o seu comportamento e desempenho zootécnico?”*. Esta é complementada por uma questão adicional: *“Será que a introdução de elementos de enriquecimento ambiental é suficiente para promover a expressão de comportamentos naturais e mitigar o stress em frangos de carne Ross 308, sem impactar negativamente os indicadores produtivos?”*. Em resposta a estas questões, a hipótese orientadora da investigação formula-se do seguinte modo: *“Apesar do potencial das intervenções de enriquecimento ambiental para otimizar o ambiente de alojamento, a sua capacidade para promover a expressão de comportamentos naturais e um bem-estar animal pleno, sem comprometer o desempenho zootécnico, pode ser limitada em sistemas intensivos.”*. Para tal, propõe-se a análise da frequência dos comportamentos naturais e estereotipados, a comparação dos

indicadores produtivos (peso corporal, consumo alimentar e índice de conversão alimentar), a avaliação da interação das aves com os diferentes elementos de enriquecimento ambiental e a verificação da evolução comportamental dos frangos ao longo do tempo em resposta às diferentes combinações de estímulos ambientais.

2. Revisão da Literatura

2.1 Setor Avícola em Portugal

O sector avícola em Portugal iniciou-se na década de 1950, com explorações familiares, mas sofreu uma transformação profunda a partir da adesão à Comunidade Económica Europeia, CEE, em 1986, que impulsionou o investimento e a modernização do setor, bem como o reforço das exigências ao nível da segurança alimentar, ambiente e bem-estar animal (Soares, 2019; Mira, 2019). A crise dos nitrofuranos em 2003 expôs fragilidades na segurança alimentar, originando uma retração do consumo e uma quebra na produção (GPP, 2020). Apesar das estatísticas referirem genericamente a “carne de aves”, os galináceos correspondem a cerca de 90% da produção nacional, sendo o frango o produto dominante, com mais de 80% (GPP, 2020). Historicamente, esta evolução caracterizou-se também por uma forte concentração geográfica da atividade. Em 2018, mais de 75% do efetivo de aves encontrava-se na região Centro (GPP, 2020).

2.1.1 Produção Nacional de Carne de Frango

A carne de frango assume um papel preponderante no regime alimentar da população portuguesa, sendo amplamente valorizada pela sua versatilidade gastronómica e perfil nutricional. Adicionalmente, num contexto de inflação alimentar, a sua competitividade de preço face a outras fontes proteicas tem reforçado a preferência dos consumidores, consolidando o seu estatuto de carne mais consumida em Portugal (INE, 2024). Esta forte presença nos hábitos de consumo impulsiona o setor avícola, que tem demonstrado capacidade de resposta à procura interna. Assim, a análise da evolução produtiva pode ser dividida em três períodos distintos, conforme se pode observar na Figura 1 (INE, 2024): Verificou-se uma progressão positiva e constante, com a produção a elevar-se de 288.364 toneladas em 2015 para 317.919 toneladas em 2017. Em 2018, o setor registou um ligeiro decréscimo, atingindo as 306.393 toneladas, seguido de quatro anos em que os volumes de produção permaneceram praticamente inalterados (GPP, 2020). Esta fase de estabilização nos indicadores produtivos pode ser atribuída a uma convergência de fatores conjunturais e estruturais. Do ponto de vista económico,

volatilidade nos preços das matérias-primas, especificamente os cereais para alimentação animal, que representam a maior fatia dos custos de produção, e o aumento dos custos energéticos limitaram a expansão das margens de lucro e o investimento em novas unidades (GPP, 2021; IACA, 2022). Paralelamente, o período entre 2020 e 2021 foi condicionado pelas restrições decorrentes da pandemia de COVID-19; a acentuada retração do canal HORECA (hotelaria e restauração) foi apenas parcialmente mitigada pelo aumento do consumo doméstico, resultando num equilíbrio estagnado da procura global (GPP, 2022). Adicionalmente, o setor tem sido obrigado a realizar investimentos de adaptação para cumprir as normas de bem-estar animal aplicáveis à produção de frangos de carne e os requisitos ambientais associados à pecuária intensiva, o que pode condicionar a expansão da capacidade instalada (República Portuguesa, 2010; Conselho da União Europeia, 2007; Comissão Europeia, 2017). A partir de 2022, os indicadores demonstram uma retoma vigorosa. Este período culmina no valor máximo da série em 2024, atingindo as 357.530 toneladas. O salto quantitativo entre 2023 e 2024 é o mais expressivo de toda a década, evidenciando um reforço substancial da atividade avícola nacional (INE, 2025).

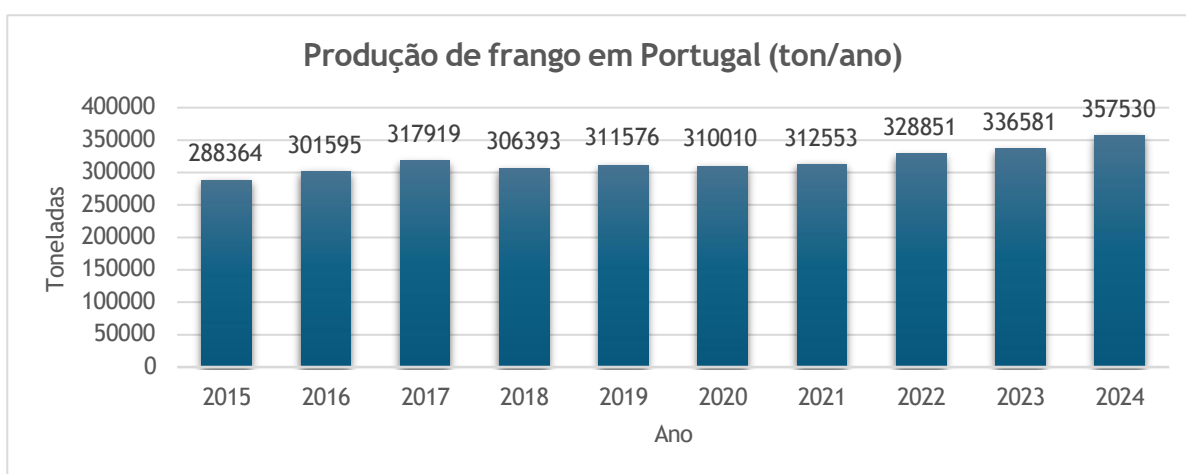


Figura 1 - Produção de frango em Portugal (ton/ano). Fonte: INE (2025). Estatísticas Agrícolas 2024

2.1.2 Consumo e Tendências de Mercado

A carne de frango consolidou-se como a principal escolha proteica no regime alimentar em Portugal, apresentando um crescimento constante que reflete as mudanças estruturais nos hábitos de consumo. De acordo com os dados do Balanço Alimentar Português (INE, 2025), o consumo de aves apresenta os valores mais elevados da série histórica. As projeções indicam que o consumo *per capita* em Portugal deverá manter-se significativamente acima da média europeia, atingindo valores na ordem dos 49 kg por

habitante no horizonte de 2025 (INE, 2025; Comissão Europeia, 2024).

Este dinamismo da procura justifica-se pela combinação de variáveis económicas e sociodemográficas. Um dos principais motores deste crescimento é o chamado "efeito de substituição" económica. Como destacam os relatórios de conjuntura do GPP (2024), a carne de frango mantém uma elevada competitividade de preço face às carnes vermelhas, como a bovina e a suína. Em períodos de instabilidade económica ou de perda de poder de compra das famílias, verifica-se uma migração sistemática do consumo para a carne de frango, valorizada como uma proteína de baixo custo e elevado perfil nutricional. Esta resiliência do setor avícola permite que a procura se mantenha estável ou mesmo crescente, independentemente das flutuações do ciclo económico. Paralelamente ao fator preço, a tendência atual do mercado é marcada pela procura por conveniência e pela segmentação do produto. Observa-se uma transição clara na preferência dos consumidores, que têm vindo a reduzir a compra do frango inteiro em favor de cortes específicos (como peitos e pernas) e produtos de "quarta gama" (processados e prontos a cozinhar) (GPP, 2024). Esta alteração responde às necessidades de um estilo de vida urbano com menor disponibilidade de tempo para a preparação alimentar. Além disso, a crescente preocupação com a saúde e a menor pegada ambiental associada às carnes brancas têm funcionado como vetores de fidelização, especialmente entre as gerações mais jovens, o que assegura a sustentabilidade desta procura no horizonte de 2025-2030 (Comissão Europeia, 2024).

2.2 Sistemas de Produção Avícola em Portugal

Em Portugal, a produção avícola, assenta em três sistemas principais: intensivo, extensivo e semi-intensivo. Cada um apresenta características próprias em termos de bem-estar animal, produtividade, sustentabilidade e qualidade do produto final.

2.2.1 Sistema Intensivo (Convencional)

O sistema intensivo, também conhecido como convencional, continua a ser o mais representativo no território nacional, caracterizando-se por uma produção altamente padronizada e automatizada, com o objetivo de maximizar a eficiência e reduzir custos. Neste sistema, a alimentação é rigorosamente formulada para favorecer o ganho de peso e as aves são criadas em pavilhões com elevada densidade populacional e condições ambientais (temperatura, humidade, CO₂, luz e ventilação) controladas (Decreto-Lei n.º 79/2010). De acordo com os objetivos de desempenho da Aviagen (Ross 308/308 FF), os

frangos podem atingir aproximadamente 2,30 kg aos 35 dias e 3,00 kg aos 42 dias, com elevado ganho médio diário e boa eficiência alimentar (FCR ~1,40–1,53) (Aviagen, 2022).

2.2.2 Sistema Extensivo

O sistema extensivo caracteriza-se por priorizar a sustentabilidade e o bem-estar, garantindo o acesso diário a parques exteriores com vegetação durante o período diurno. De acordo com o enquadramento legislativo atual, nomeadamente o Regulamento (CE) n.º 543/2008, a densidade exterior deve assegurar uma área mínima disponível por ave (geralmente 1 m² a 2 m², consoante a certificação), permitindo a expressão dos comportamentos naturais da espécie. Quando as aves têm acesso ao exterior, é necessário existir abrigo contra predadores e condições meteorológicas adversas, de forma a promover o uso do parque e garantir conforto (RSPCA, 2024). Adicionalmente, recomenda-se a gestão do parque por rotação, para manter a cobertura vegetal e reduzir a carga parasitária e o risco sanitário (RSPCA, 2021).

Um exemplo paradigmático deste sistema em Portugal é a produção do "Frango do Campo" (ex: Campoaves), que recorre a estirpes rústicas de crescimento lento, especificamente a Redbro e a JA 57 (genética Hubbard). Estas aves apresentam maior rusticidade e adaptação ao meio ambiente exterior. Neste caso, o ciclo produtivo é significativamente mais longo, com uma idade mínima de abate de 81 dias. As carcaças obtidas apresentam um peso médio de 2,6 kg, observando-se uma variação natural entre 1,9 kg e 3,3 kg, reflexo da menor padronização comparativamente ao sistema intensivo (Campoaves, 2024).

2.2.3 Sistema Semi-Intensivo

O sistema semi-intensivo surge como uma solução intermédia. Procura combinar a eficiência produtiva do regime industrial e os padrões de bem-estar animal característicos dos sistemas extensivos. Neste tipo de sistema, os frangos são alojados em pavilhões com controlo ambiental, mas durante o dia podem sair para áreas exteriores, o que lhes permite comportamentos mais naturais, como o esgravatar e o banho de areia, reduzindo os níveis de *stress* do bando.

Este modelo de produção é adequado para raças mais rústicas e, quando gerido com uma alimentação equilibrada, o aumento da atividade locomotora das aves promove

uma maior hipertrofia muscular e robustez esquelética, resultando numa carne com textura mais firme e menor teor de gordura abdominal face ao frango convencional (Castellini *et al.*, 2002). Este sistema responde a um segmento de mercado que procura qualidade superior a preços mais acessíveis que o biológico, garantindo simultaneamente critérios de sustentabilidade e ética animal. As principais diferenças operacionais, benefícios e limitações associados a estes modelos de produção com acesso ao exterior encontram-se sintetizados na Tabela 1.

<i>Aspetos</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<i>Bem-estar animal</i>	Liberdade de movimento e expressão de comportamentos naturais	Aumento do risco de fraturas e lesões
<i>Estrutura óssea</i>	Ossos mais resistentes graças ao exercício	Monitorização sanitária mais frequente
<i>Valorização comercial</i>	Produto diferenciado, associado a maior procura por parte do consumidor	Produtividade por área inferior em comparação com sistemas intensivos
<i>Inserção no mercado</i>	Responde à procura de consumidores mais conscientes e exigentes	Necessidade de cumprir normas legais e hígiosanitárias de forma rigorosa
<i>Acessibilidade ao produtor</i>	Opção viável para pequenos produtores, com menores investimentos iniciais	Menor escala de produção e maior dependência da mão de obra familiar
<i>Saúde e higiene</i>	Ambiente mais natural e com estímulos positivos ao bem-estar	Risco acrescido de contaminação microbiológica e por contacto com fezes

Tabela 1- Comparação entre Vantagens e Desvantagens do Sistema ao Ar Livre (Adaptado de Mateus, 2025)

2.3 Estirpes de Frangos: Crescimento Rápido vs. Lento

As estirpes comerciais utilizadas atualmente na produção de frangos de corte resultam de décadas de intensa seleção genética, direcionada para a otimização de parâmetros produtivos como o ritmo de crescimento, o índice de conversão alimentar e o rendimento da carcaça. Este processo contínuo tem contribuído para uma redução gradual do tempo necessário para completar os ciclos produtivos (Zuidhof *et al.* (2014), como se observa na Imagem 1. Estas estirpes podem ser agrupadas em dois grandes tipos, o de crescimento lento e o de crescimento rápido.

No que respeita às estirpes de crescimento rápido, estas aves foram selecionadas para apresentar um metabolismo acelerado, ultrapassando frequentemente os 60 g de ganho médio diário. Este potencial genético possibilita atingir um peso vivo de abate

próximo dos 3,0 kg em apenas 42 dias de idade. Embora este crescimento acelerado esteja relacionado a uma elevada eficiência alimentar, exhibe efeitos adversos significativos, nomeadamente uma maior taxa de mortalidade associada a patologias metabólicas, como a ascite e a síndrome de morte súbita, bem como alterações esqueléticas e dificuldades motoras decorrentes do rápido aumento de peso (Weimer *et al.*, 2020).

Em contraste, as estirpes de crescimento lento apresentam ganhos inferiores a 50 g/dia, necessitando de um período mais alargado, cerca de 8 a 9 semanas, para atingir o mesmo peso corporal (Zhou *et al.*, 2024). Estas aves demonstram, por norma, melhor desempenho locomotor, maior robustez óssea, integridade superior das almofadas plantares e um emplumamento mais completo. Contudo, existe um compromisso em termos de sustentabilidade: embora apresentem benefícios claros no bem-estar animal, revelam menor eficiência produtiva. O seu índice de conversão alimentar é mais elevado (cerca de 1,8) comparativamente ao índice de 1,57 das estirpes rápidas, o que implica uma maior necessidade de recursos para atingir o peso de mercado e pode resultar num impacto ambiental acrescido por quilograma produzido (Zhou *et al.*, 2024; Weimer *et al.*, 2020).

A diferenciação entre estirpes estende-se igualmente à morfologia e ao comportamento. A conformação corporal varia em função da estirpe, sendo que os frangos convencionais tendem a apresentar uma morfologia mais larga, com acentuado desenvolvimento da região peitoral, enquanto os frangos de crescimento lento apresentam corpos mais alongados e quilhas proporcionalmente mais curtas (Weimer *et al.*, 2020).

Ao nível comportamental, observam-se também diferenças marcadas entre os dois tipos de frangos. As aves de crescimento lento revelam maior atividade geral e dedicam mais tempo à exploração do ambiente, sendo menos suscetíveis ao *stress*. Em contraste, os frangos convencionais, sobretudo à medida que o peso corporal aumenta, evidenciam menor predisposição para a locomoção, passando mais tempo em atividades relacionadas com a alimentação. Estes padrões comportamentais são corroborados por Zhou *et al.* (2024), que referem que aves de crescimento lento despendem, em média, cerca de 1,1 horas diárias em alimentação, apresentando níveis superiores de atividade e exploração do ambiente. Por sua vez, os frangos convencionais mostram menor disposição para o movimento, maior suscetibilidade ao *stress* e um tempo médio de aproximadamente 3,83 horas por dia dedicado à atividade alimentar. No mesmo sentido, Dixon (2020) reforça que estirpes de crescimento lento apresentam níveis superiores de atividade locomotora e manifestam comportamentos de conforto com maior frequência quando comparadas com estirpes convencionais, como a Ross 308.

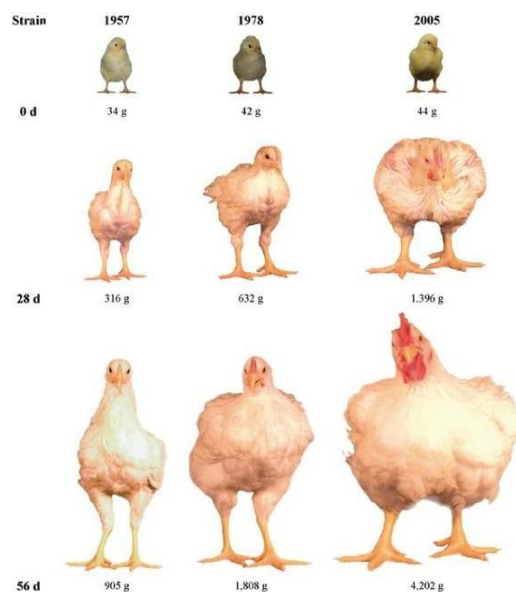


Imagem 1 - evolução do peso, tamanho e idade de frangos de carne de 1975 a 2005 (adaptado de: Vargas, 2019)

2.3.1 Comparação entre Ross 308AP e Cobb500

A comparação entre as estirpes Ross 308 AP e Cobb 500 (Anexo 1 e Anexo 2) evidencia diferenças relevantes no desempenho zootécnico ao longo do período de criação.

Em termos de peso corporal (Figura 2), a Ross apresenta ligeira vantagem nos primeiros dias de vida; contudo, a partir da terceira semana a Cobb assume um crescimento mais consistente, alcançando aos 34 dias cerca de 2413 g, enquanto a Ross se mantém nos 2257 g. Esta tendência confirma-se também no ganho médio diário (Figura 3), onde a Cobb evidencia valores superiores de forma progressiva, especialmente a partir da segunda semana, o que explica o maior peso final registado.

Relativamente ao consumo de alimento (Figura 4), verifica-se que ambas as estirpes apresentam padrões semelhantes nos primeiros dias, mas a Cobb aumenta gradualmente a ingestão, superando a Ross a partir da terceira semana. No entanto, quando analisada a conversão alimentar, a Ross demonstra maior eficiência, necessitando de menos alimento para produzir a mesma quantidade de peso vivo. No final do ciclo, correspondente aos 34 dias de idade (Anexo 1 e Anexo 2), a conversão da Ross situa-se em 1,386, valor mais favorável do que os 1,425 obtidos pela Cobb.

Em síntese, a estirpe Cobb 500 caracteriza-se por um maior potencial de crescimento e maior peso final, ainda que à custa de um consumo alimentar mais elevado e de uma conversão ligeiramente pior. Já a Ross 308 AP, embora atinja um peso corporal mais baixo, apresenta melhor eficiência alimentar, o que pode representar uma vantagem em sistemas de produção nos quais o custo do alimento constitui o principal fator económico.

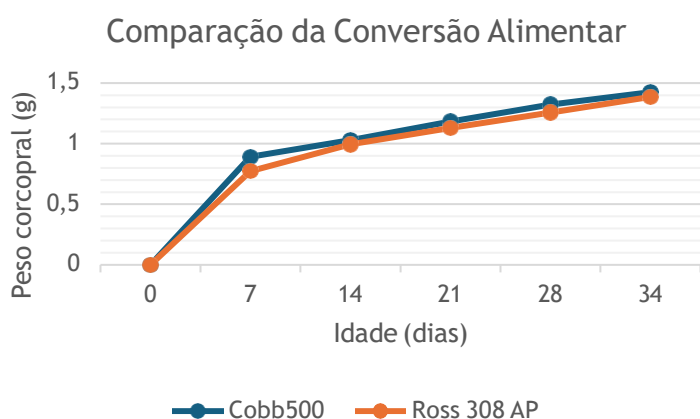


Figura 2- Comparação da Conversão Alimentar

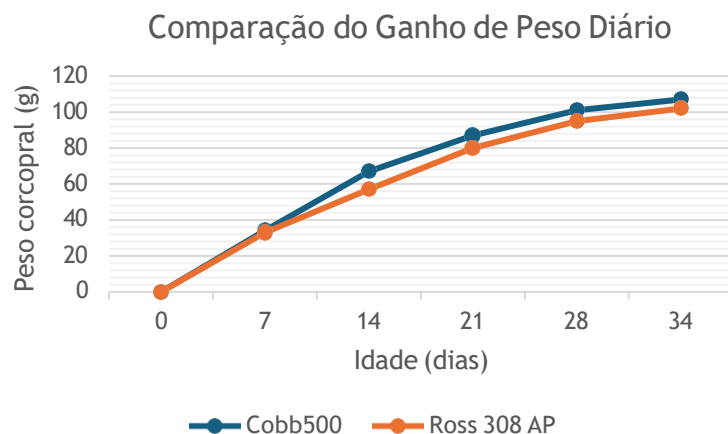


Figura 3- Comparação do Ganho de Peso Diário

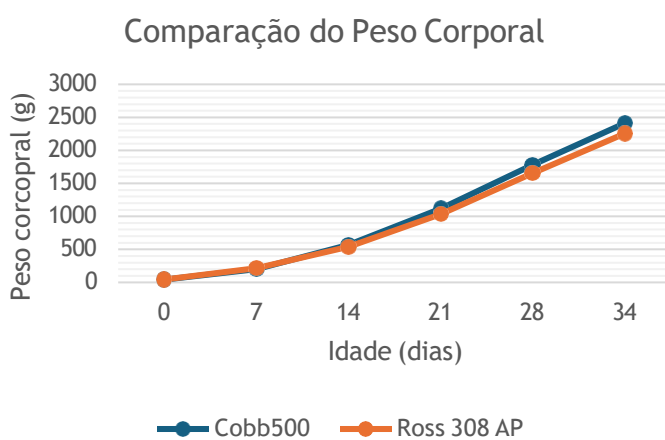


Figura 4- Comparação do Peso Corporal

2.4 Comportamento e Necessidades Etológicas das Aves

2.4.1 Comportamentos Naturais

Apesar da intensa seleção genética a que foram sujeitos para maximizar a taxa de crescimento e a eficiência alimentar, os frangos de carne (*Gallus gallus domesticus*) mantêm muitos dos comportamentos que representam os seus antepassados selvagens (*Red Junglefowl*). Estes comportamentos inatos possuem funções evolutivas críticas associadas à sobrevivência, reprodução e adaptação ao meio (Appleby, Mench & Hughes, 2004).

Imediatamente após a eclosão, os pintos evidenciam uma forte motivação para a exploração oral, direcionando bicadas a diversos estímulos circundantes, tais como partículas de substrato e alimento. Este comportamento exploratório, onde se inclui o esgravatar e a bicagem, desempenha um papel adaptativo fundamental, permitindo o reconhecimento do ambiente e o desenvolvimento de preferências alimentares (Appleby et al., 2004; Hogan, 1971). A exploração do solo é, portanto, uma necessidade comportamental intrínseca que persiste durante toda a vida da ave.

A movimentação constitui outra manifestação comportamental relevante. Embora a seleção para o crescimento rápido tenha reduzido os níveis gerais de atividade, com as aves mais pesadas a apresentarem maior letargia e tempo em repouso devido a limitações fisiológicas, os frangos mantêm a necessidade de deslocação, principalmente nos primeiros dias de vida. Esta atividade engloba a caminhada, a interação com outros conspecíficos e a procura de zonas de conforto.

Os comportamentos de conforto, tais como o banho de areia, o alisar das penas, o esticar das asas e patas e o repouso, constituem elementos do repertório comportamental conservado nas aves domésticas e são indicadores positivos de bem-estar.

O comportamento social é igualmente relevante, uma vez que os frangos apresentam formas básicas de comunicação vocal, reconhecimento individual, interações hierárquicas e comportamentos agonísticos. A estrutura social pode ser afetada pelos sistemas intensivos, onde a densidade é elevada, contudo, os padrões básicos não foram erradicados pelo processo de domesticação (Leonard & Horn, 1995; Appleby et al., 2004).

De forma geral, o comportamento do frango moderno, continua a refletir, em grande medida, o ambiente evolutivo em que a espécie se desenvolveu. Este fenómeno é conhecido como Ambiente de Adaptação Evolutiva (AAE). Desta forma, muitos dos comportamentos observados mantêm a sua função biológica, enquanto outros podem tornar-se disfuncionais ou mal-adaptados quando o ambiente atual não permite a sua expressão (Appleby *et al.*, 2004).

2.4.2 Comportamentos Estereotipados

Os comportamentos anómalos ou estereotipados são definidos como ações repetitivas, invariáveis e sem função biológica aparente (Broom & Fraser, 2010). Podem representar um desvio em relação ao etograma normal da espécie (Bittar & Slanzon, 2018) e surgem, frequentemente, como uma resposta de adaptação a ambientes restritivos que limitam a expressão de comportamentos naturais. Entre os principais fatores estimuladores destacam-se: o *stress* crónico, a dor, o medo, o isolamento social, a ausência de enriquecimento ambiental, a privação de alimento ou água, a elevada densidade animal, agressões por parte de indivíduos dominantes, mutilações e más condições de ventilação (Broom & Fraser, 2010).

Segundo a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (European Food Safety Authority, EFSA) (2023), existem dois comportamentos estereotipados particularmente relevantes em frangos de carne: o andar repetitivo (*pacing*) e a picagem em pontos fixos (*spot pecking*).

O andar repetitivo (*pacing*) caracteriza-se por movimentos lineares de curta distância, realizados de forma contínua e monótona (para a frente e para trás ou lateralmente). Este comportamento é predominantemente observado em sistemas com elevada densidade animal ou em situações de pré-abate, refletindo a frustração locomotora e a impossibilidade de expressar comportamentos de fuga ou exploração (EFSA, 2023).

A picagem em pontos fixos (*spot pecking*), manifesta-se através de bicadas persistentes e estereotipadas em superfícies inanimadas, como paredes, estruturas dos comedouros ou bebedouros vazios. Em situações mais graves, este comportamento pode ser redirecionado para outros animais, resultando em picagem de penas ou canibalismo. Este comportamento está associado à reduzida estimulação sensorial e à ausência de substratos apropriados para a expressão do comportamento natural (EFSA, 2023).

Em suma, ambientes estéreis e pouco estimulantes provocam a ausência de desafios cognitivos, o que desencadeia apatia no animal, a inibição dos comportamentos naturais e o aumento da expressão de comportamentos anormais, comprometendo o estatuto de bem-estar dos animais.

2.5 Métodos de Avaliação de Dor e Medo

A avaliação objetiva de estados afetivos negativos, como o medo e a dor, é complexa, uma vez que se trata de experiências subjetivas. No entanto, a etologia desenvolveu indicadores comportamentais padronizados que permitem quantificar estas respostas no terreno.

A Imobilidade Tónica (IT) é uma resposta comportamental de forma natural, relacionada ao medo. Trata-se de uma resposta defensiva inata (mecanismo anti-predatório) que os animais adotam quando se sentem ameaçados fisicamente. Segundo Campos (2015), existe uma correlação direta: quanto maior for a duração da imobilidade, maior é a intensidade do medo sentido pela ave. Aves criadas em ambientes de *stress* crónico tendem a apresentar tempos de latência (duração da IT)

A relação Humano-Animal avalia o nível de medo das aves especificamente em relação à presença humana, sendo um reflexo direto da qualidade do maneio (tratador). O protocolo, descrito por Campos (2015), baseia-se num teste de aproximação ou de "evitamento": o avaliador entra no pavilhão, agacha-se e permanece imóvel durante um período fixo (ex: 10 segundos). De seguida, contabiliza-se o número de aves que permanecem ou se aproximam até à distância do alcance do braço.

A análise das vocalizações é considerada uma ferramenta objetiva, não invasiva e passível de ser utilizada em tempo real para aferir o estado emocional do bando. Alterações nos padrões de frequência, amplitude e periodicidade das vocalizações podem ser indicadores fiáveis de dor, isolamento ou medo agudo (Campos, 2015). Por exemplo, pintos em *stress* térmico ou isolados emitem "piados de aflição" que caracterizam-se por uma frequência e intensidade que divergem significativamente das vocalizações de conforto.

A avaliação destes indicadores é crítica para a gestão da produção. Os frangos de carne reagem de forma intensa a estímulos assustadores (ruídos repentinos, luzes fortes), o que pode desencadear reações de pânico coletivo. Estas reações provocam

frequentemente o fenómeno de "amontoamento", resultando em lesões graves por asfixia e aumento da mortalidade (DGAV, 2018).

2.6 Estratégias de Enriquecimento Ambiental e Bem-Estar

2.6.1 Enriquecimento Ambiental

O EA é o conjunto de técnicas de manejo e melhoria dos alojamentos que procuram promover o aumento da diversidade do meio ambiente em que os animais estão instalados, seja do ponto de vista social, físico, sensorial, ocupacional ou nutricional. O objetivo é estimular a expressão de comportamentos naturais intrínsecos à espécie e prevenir anomalias comportamentais, em conformidade com o Artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 276/2001. Esta estratégia, fundamentada na biologia e história natural dos animais, procura não só reduzir os fatores de *stress* e comportamentos estereotipados, mas também melhorar a utilização eficiente do espaço disponível e aumentar a capacidade de os animais lidarem com desafios (resiliência) (Young, 2003).

O enriquecimento alimentar contribui para a expressão de comportamentos naturais de procura de alimento, enquanto ajudam a atenuar períodos de inatividade. Entre as variadas opções disponíveis, a areia, a casca de aveia, a turfa de musgo e as aparas de madeira surgem como substratos preferenciais, promovendo não só o forrageamento, mas também o banho de areia e aumenta a motivação exploratória das aves (Riber *et al.*, 2018). Relativamente às preferências de substrato, Shields *et al.* (2004, 2005) demonstraram que os frangos de carne manifestam uma forte motivação intrínseca para utilizar areia e turfa, preferindo-os face às aparas de madeira para a realização do comportamento de banho de areia. Paralelamente, estratégias como a dispersão de grãos inteiros diretamente sobre a cama estimulam a locomoção e a interação temporária sem comprometer o ganho de peso, ao contrário da dispersão da ração completa que poderia afetar o controlo nutricional (Riber *et al.*, 2018; Baxter *et al.*, 2019). Adicionalmente, dispositivos como blocos minerais para bicar e *suet feeder*, demonstraram eficácia na estimulação da curiosidade e na diversificação dos hábitos alimentares. (Liu, 2019; Spieß *et al.*, 2022).

No que concerne à componente física e estrutural, o enriquecimento visa alterar a dinâmica de ocupação do espaço através da introdução de elementos verticais como poleiros, plataformas, rampas, fardos de palha e objetos suspensos. Estas estruturas incentivam as aves a utilizar os diferentes níveis do aviário e possuem um impacto direto nas relações sociais do bando (Riber *et al.*, 2018; Spieß *et al.*, 2022). A criação de barreiras

visuais e zonas de refúgio auxilia na diminuição de conflitos e comportamentos agressivos, proporcionando áreas de descanso mais tranquilas e reduzindo a agitação geral (De Jong *et al.*, 2021). Do ponto de vista sanitário, a maior complexidade estrutural favorece uma distribuição mais uniforme das aves no pavilhão, prevenindo amontoamentos e reduzindo o risco de pododermatites associadas a altas densidades (Spieß *et al.*, 2022). Inovações tecnológicas, como poleiros refrigerados, têm sido também estudadas pelo seu potencial auxílio na termorregulação em climas quentes (Riber *et al.*, 2018).

Para complementar as estruturas fixas e estimular o equilíbrio, têm sido testados dispositivos móveis, como balanças suspensas, com elevado potencial para melhorar a condição física das aves (Liu, 2019). Em sistemas que privilegiam o bem-estar, esta complexidade é frequentemente ampliada através do acesso ao exterior ou a varandas cobertas, onde as aves são expostas a luz natural e a estímulos sensoriais que alinham o ambiente com as suas necessidades fisiológicas (Bailie *et al.*, 2013; De Jong *et al.*, 2021). Este ambiente enriquecido tem um impacto direto nas interações sociais: promove comportamentos de brincadeira, como pequenas corridas ou disputas amigáveis, que são indicadores de estados emocionais positivos. No entanto, é importante notar que, paradoxalmente, ambientes pobres e monótonos também podem desencadear formas de brincadeira excessiva como resposta ao tédio (Liu, 2019). Finalmente, a componente cognitiva revela-se essencial para a saúde mental do bando. A introdução de objetos manipuláveis, tais como bolas de plástico, garrafas, espelhos ou outros brinquedos simples, estimula a curiosidade e reduz a neofobia (medo de novidades), tornando as aves mais resilientes ao *stress* agudo (Riber *et al.*, 2018; Baxter *et al.*, 2019). A falta destes estímulos cognitivos leva frequentemente à frustração e apatia, comprometendo o bem-estar global dos animais (Liu, 2019).

2.6.2 Indicadores de Bem-Estar

O conceito de Bem-Estar Animal é frequentemente enquadrado no Modelo dos Cinco Domínios, proposto por Mellor (2017), que constitui uma abordagem mais atual e abrangente. Este modelo integra os domínios: nutrição, ambiente físico, saúde, inerações comportamentais e estado mental, que permite uma análise mais completa das condições de vida dos animais.

A avaliação do cumprimento destes domínios em frangos de carne pode ser feita através de diversos indicadores que realçam tanto a condição sanitária das aves como as

condições ambientais e de manejo a que estão sujeitas. A mortalidade é um dos parâmetros mais utilizados, uma vez que os frangos costumam sofrer um declínio significativo na sua saúde antes de morrer, frequentemente devido a doenças metabólicas como ascite, hipertensão pulmonar, doenças cardíacas ou problemas locomotores (Nicol *et al.*, 2024). No entanto, a mortalidade final é um indicador pouco sensível e com limitações, sendo, portanto, necessário recorrer a outros parâmetros, como a mortalidade diária, episódios repentinos de morte ou a percentagem de óbitos acumulados nos primeiros sete dias, para detetar de forma antecipada alterações no estado das aves e permitir intervenções eficazes durante o ciclo (Manning *et al.*, 2007). A qualidade do ar, condicionada pela taxa de ventilação, é crítica para evitar a acumulação de gases nocivos (amoníaco, dióxido e monóxido de carbono). O sistema de ventilação deve assegurar uma renovação mínima de 12,5% do volume de ar do pavilhão para remover a humidade excessiva, caso contrário, potencia-se o desenvolvimento de patologias respiratórias e ascite (Campos, 2015; Manning *et al.*, 2007). De igual modo, o estado da cama constitui um elemento essencial para o bem-estar das aves. Camas secas, soltas e com condições higiénicas favorecem a manifestação de comportamentos naturais, ao passo que camas húmidas e contaminadas potenciam o desenvolvimento de problemas cutâneos e locomotores. Nessas condições, a pele das almofadas plantares torna-se mais vulnerável, facilitando o aparecimento de inflamações, lesões e ulcerações dolorosas (Campos, 2015; Kwon *et al.*, 2024). A gestão da água é igualmente um ponto crítico: sendo um nutriente indispensável, variações no seu consumo são muitas vezes o primeiro sinal de doença no bando (Manning *et al.*, 2007).

A gestão realizada pelos tratadores avícolas assume um papel determinante, já que o comportamento, a formação e a disponibilidade destes tem influência direta no bem-estar dos animais. A observação diária do bando e dos equipamentos é essencial para detetar, antecipadamente, sinais de sofrimento, dor e anomalias. A interação visual e auditiva entre os frangos e os humanos contribui para diminuir os níveis de medo e *stress* do bando (Campos, 2015). Por fim, existem alguns indicadores indiretos de extrema importância, avaliados no matadouro. Dados como a taxa de rejeição, a quantidade de aves mortas à

chegada e a prevalência de lesões na carcaça (fraturas, hematomas, deficiente sangria) são utilizados pela indústria não só como medida de bem-estar, mas também como ferramenta de controlo de qualidade e segurança alimentar (Manning *et al.*, 2007).

2.6.3 Mortalidade e Refugo como Medidas de Avaliação

A taxa de mortalidade é um indicador reflexo do estado sanitário do bando e da eficácia do manejo, devendo ser considerada um parâmetro prioritário na avaliação do Bem-Estar Animal (DGAV, 2021). As taxas de mortalidade podem ser calculadas diariamente, semanalmente ou ser cumulativas. Em Portugal, de acordo com o método oficial de avaliação de bem-estar de frangos no matadouro, o cálculo das taxas de mortalidade obedece a critérios específicos que dependem diretamente da densidade de alojamento praticada na exploração.

Em bandos provenientes de pavilhões, onde tenham sido alojados frangos a uma densidade máxima de 33 kg/m², deve ser calculada a Taxa de Mortalidade Acumulada (TMA). Por outro lado, em bandos provenientes de pavilhões onde tenham sido alojados frangos a uma densidade superior ou igual a 33 kg/m² deve ser calculada a Taxa de Mortalidade Diária Acumulada (TMDA), bem como o registo detalhado das taxas de mortalidade diárias. Este controlo adicional visa garantir que a intensificação da produção não compromete a sobrevivência e a saúde das aves (DGAV, 2021).

Paralelamente à mortalidade natural, é fundamental considerar o manejo dos animais inviáveis, processo designado por refugo (*culling*). Durante o ciclo produtivo, surgem inevitavelmente aves que apresentam sinais evidentes de doença, problemas locomotores graves ou crescimento deficitário (atrasos de desenvolvimento). Estes animais, considerados inviáveis para produção e em sofrimento, devem ser humanamente abatidos pelo técnico responsável. Para um cálculo rigoroso das perdas e uma avaliação correta do bem-estar, os registos de mortalidade devem contabilizar não só as mortes naturais, mas também o número de animais eliminados por refugo, uma vez que ambos representam falhas na adaptação do animal ao ambiente produtivo.

3. Material e Métodos

3.1 Tipo de estudo, duração e local

O ensaio foi realizado numa exploração avícola intensiva de frangos de carne localizada no distrito de Setúbal, entre os meses de março e abril de 2025, com área total de 1 976,4 m² e capacidade para 31 616 aves. O pavilhão onde decorreu o estudo apresenta um controlo rigoroso das condições ambientais, nomeadamente a temperatura, a humidade e a ventilação. No interior, foram montados oito parques (unidades experimentais), construídos com estrutura e redes metálicas (Imagem 3), com uma área de 2,5 m² (2 m × 1,25 m) (Imagem 5). Os parques foram distribuídos ao longo do pavilhão (Imagem 2), de forma equitativa em ambos os lados de uma linha central de abastecimento de água, estando cada parque equipado com 5 pipetas (bebedouros) e 2 comedouros (Imagem 4). O ensaio decorreu em simultâneo com a criação de um bando de frangos (31 616 aves), com o objetivo de proporcionar condições de criação idênticas. A temperatura ambiente foi medida com sensores e ajustada em conformidade com as recomendações estabelecidas para a estirpe em estudo.



Imagem 2 - Parques ao longo do Pavilhão (Fonte: Autor)

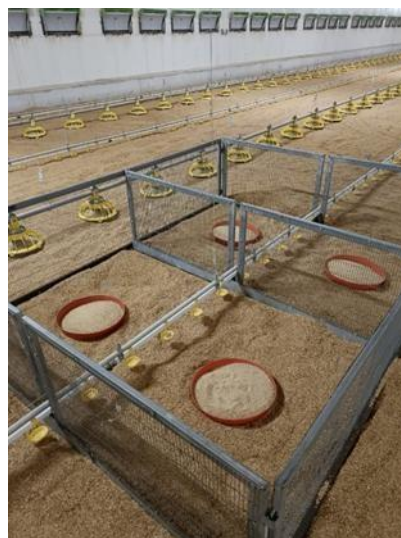


Imagem 3 - Exemplo da estrutura de um parque (Fonte: Autor)

3.2 Caracterização dos Animais e Condições de Maneio

Durante o período do ensaio, o alimento dos frangos foi dividido em cinco regimes alimentares (Tabela 2):

- Concentrado 0 (Iniciação): dos 0 aos 10 dias
- Concentrado 1 (Crescimento): dos 10 aos 18 dias
- Concentrado 2 (Engorda): dos 18 aos 25 dias
- Concentrado 3 (Engorda): a partir dos 25 dias
- Concentrado 4 (Acabamento): a partir dos 40 dias

PARÂMETRO	CONCENTRADO 0 (0-10 DIAS)	CONCENTRADO 1 (10-18 DIAS)	CONCENTRADO 2 (18-25 DIAS)	CONCENTRADO 3 (A PARTIR 25DIAS)	CONCENTRADO 4 (A PARTIR 40 DIAS)
PROTEÍNA BRUTA	22,60%	21,50%	21,10%	20,20%	18,90%
MATÉRIA GORDA BRUTA	3,90%	4,20%	4,90%	4,90%	4,40%
FIBRA BRUTA	3,60%	3,30%	3,20%	3,30%	3,10%
CINZA BRUTA	5,40%	4,70%	4,50%	4%	3,70%
LISINA	1,36%	1,26%	1,23%	1,16%	1,07%
METIONINA	0,69%	0,66%	0,63%	0,61%	0,56%
CÁLCIO	1,03%	0,87%	0,84%	0,72%	0,68%
FÓSFORO	0,63%	0,55%	0,53%	0,46%	0,43%
SÓDIO	0,16%	0,16%	0,15%	0,15%	0,14%

Tabela 2 - Constituintes Analíticos do Concentrado

Durante o ensaio, foi aplicado um plano alimentar ajustado às necessidades nutricionais da estirpe Ross 308, com base nas Ross Broiler Nutrition Specifications da Aviagen, utilizando as tabelas de recomendações para peso-alvo <2,0 kg e 2,0–3,5 kg, abrangendo o intervalo 1,70–2,40 kg (Aviagen, 2022). O alimento foi fornecido na forma farinada (concentrado 0 e 1), na forma granulado (concentrado 2, 3 e 4). O fornecimento do alimento foi realizado diariamente, uma vez por dia, sendo a distribuição feita de forma uniforme por comedouros manuais disponíveis em cada unidade experimental. O consumo alimentar foi monitorizado diariamente, através da pesagem das sobras de alimento presentes nos comedouros. Simultaneamente, foram realizadas pesagens individuais das aves aos 0, 7, 14, 21, 28 e 34 dias, com o auxílio de balanças digitais, permitindo o cálculo de indicadores produtivos como o Ganho Médio Diário (GMD) e o Índice de Conversão Alimentar (ICA).

3.3 Tratamentos e Variáveis Analisadas

Foram empregues 320 frangos da estirpe comercial Ross 308, de ambos os sexos, criados de 1 a 32 dias de idade. As aves foram distribuídas aleatoriamente em grupos de 40 animais, correspondendo a (16 aves / m²).

O estudo consistiu na avaliação de elementos de Enriquecimento Ambiental (EA)

durante a criação das aves. Para isso, o bando foi dividido em dois grupos / tratamentos: Controlo (C) - sem enriquecimento ambiental; e com Enriquecimento Ambiental (EA). Cada tratamento foi composto por 4 unidades experimentais (réplicas), designadamente Controlo: C1, C2, C3 e C4 e Enriquecimento Ambiental: EA1, EA2, EA3 E EA4 (Imagem 4).

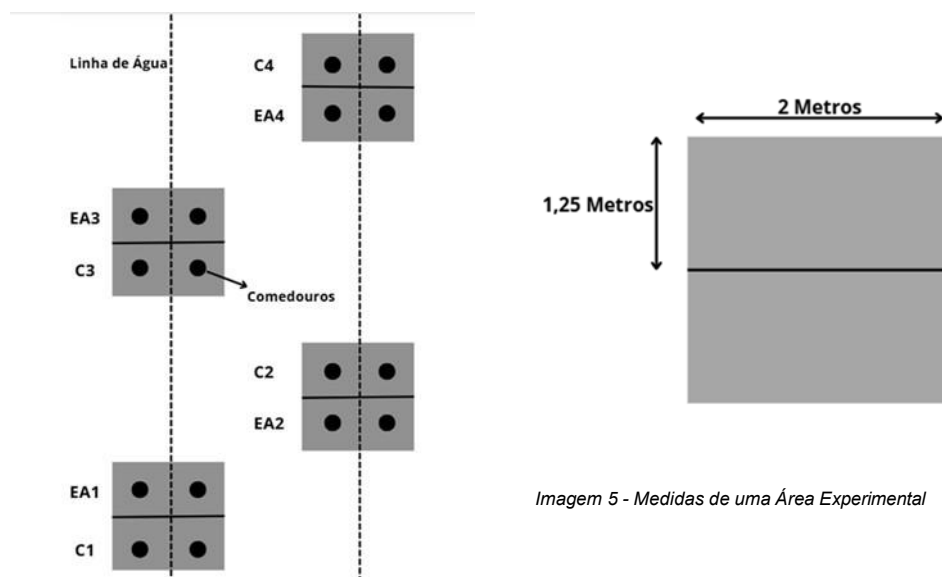


Imagem 4 - Ilustração das quatro unidades Experimentais

Imagem 5 - Medidas de uma Área Experimental

3.4 Enriquecimento Ambiental

Os elementos de Enriquecimento Ambiental foram introduzidos a partir do 7.º dia de vida dos frangos e permaneceram até ao final do período de observação etológica, no 28.º dia de vida. O objetivo deste tratamento foi estimular os comportamentos naturais, reduzir o *stress* e promover o bem-estar das aves.

Foram utilizados quatro tipos de elementos de EA, aplicados de forma combinada e rotativa nas unidades experimentais ao longo de três semanas, garantindo que todos os grupos com este tratamento tivessem acesso a todas as combinações (Imagem 6). Os elementos utilizados foram:

- EA-A: Rampa
- EA-B: Caixa de areia
- EA-C: Caixa de turfa
- EA-D: Caixa de aparas de madeira

As combinações dos elementos foram organizadas da seguinte forma:

- Semana 1: AB (Rampa + Areia)

- Semana 2: CD (Turfa + Aparas de madeira)
- Semana 3: AD (Rampa + Aparas) e BC (Areia + Turfa)

A rotatividade permitiu expor as aves a diferentes estímulos físicos e sensoriais, com o intuito de observar a sua influência no comportamento e na atividade geral. A Imagem 6 ilustra o modelo de distribuição e organização dos EA nas unidades experimentais ao longo do período de aplicação.

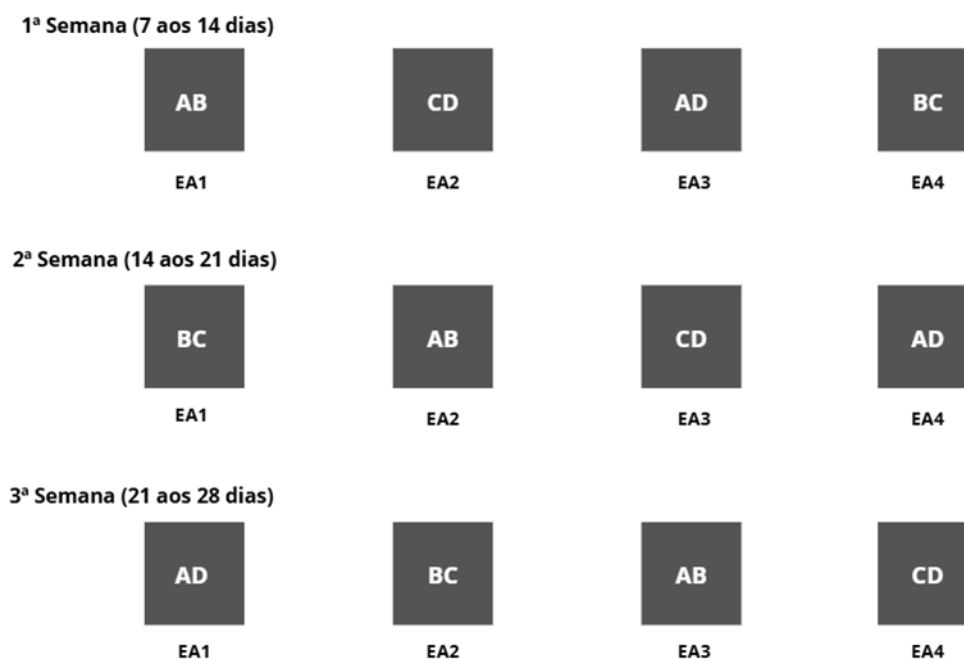


Imagem 6 - Combinação dos EA ao longo das semanas

3.5 Procedimentos de Recolha de Dados

O estudo etológico decorreu do 7º ao 28º dia de vida das aves (3 semanas de observação). Em cada semana, as observações foram realizadas ao longo de 4 dias consecutivos (Tabela 3), totalizando 12 dias de observação. O método utilizado foi o Método de Amostragem por Varredura (*scan sampling*), que consiste em registar o comportamento dos indivíduos de cada grupo em intervalos de tempo regulares e previamente definidos. Nos dias de avaliação, os comportamentos foram registados durante 10 horas diárias, com observações efetuadas a cada 20 minutos.

Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
C1/EA1	C1/EA1	C1/EA1	C1/EA1
C2/EA2	C2/EA2	C2/EA2	C2/EA2
C3/EA3	C3/EA3	C3/EA3	C3/EA3
C4/EA4	C4/EA4	C4/EA4	C4/EA4

Tabela 3 - Organização das observações

A Figura 7 apresenta a linha que era percorrida para as respetivas observações.

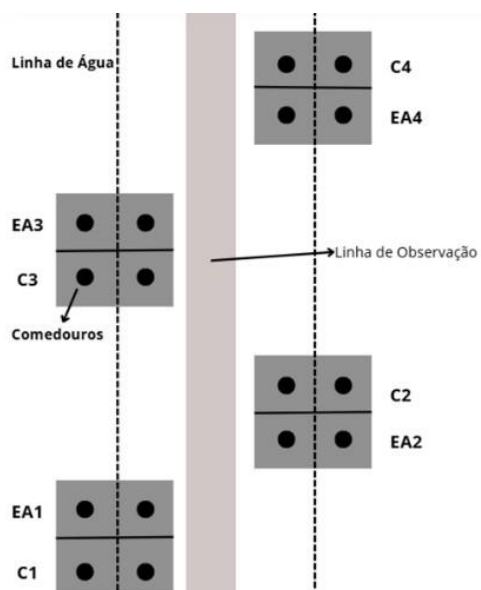


Imagem 7 - linha de observação

Para a avaliação do comportamento das aves e para melhor organização das observações, foi elaborado um Etograma, constituído por 21 comportamentos distintos, organizados em três categorias: Comportamentos Naturais, Comportamentos Relacionados ao *Stress* e Comportamentos/Interações com os Elementos de Enriquecimento Ambiental (Figura 5).



Imagem 8 - Observação direta diária (Fonte: Autor)

Comportamentos Naturais:	
1	Ingestão de Alimento
2	Ingestão de Água
3	Picar o Solo
4	Descanso
5	Movimento (Correr)
6	Banho de Areia
7	Esticar a Asa
8	Sacudir
9	Interação Social (Brincar)
10	Esticar a Pata
11	Esgravatar o Solo
Comportamentos Relacionados ao Stress:	
12	Agitação
13	Refugio
14	Postura Anormal
15	Ataque/Picar outra Aves
Comportamentos/Interações com os Elementos EA	
16	Subir a Plataforma
17	Permanência/Descanso EA
18	Picar o substrato EA
19	Esgravatar o Substrato de EA
20	Banho de Areia no EA
21	Picar o Objeto (Caixa/Rampa)

Figura 5 - Etograma dos comportamentos distintos

3.6 Análise Estatística

O comportamento das aves foi avaliado utilizando um Modelo Linear Generalizado Misto (GLM). O modelo incluiu como efeitos fixos o tratamento (Controlo vs. EA), a fase experimental (1.^a, 2.^a e 3.^a semana) e a interação entre ambos (Tratamento vs. Fase). A unidade experimental e o "parque" foram considerados como efeitos aleatórios, permitindo controlar a variabilidade entre locais e indivíduos amostrados e garantindo que as estimativas dos efeitos fixos não fossem enviesadas por diferenças estruturais entre os ambientes de observação.

Dada a natureza de contagem da variável de resposta, foi especificada uma distribuição binomial negativa para corrigir a sobredispersão dos dados. As estimativas do modelo foram inicialmente obtidas na escala logarítmica (*link function*), sendo posteriormente transformadas (exponenciadas) para a escala original, facilitando a interpretação dos resultados em termos de número esperado de ocorrências por combinação de tratamento e fase.

As comparações múltiplas entre grupos foram realizadas através de contrastes com ajustamento de Tukey (nível de significância de 5%), aplicados tanto para a comparação de tratamentos dentro de cada fase, como para a comparação de fases dentro de cada tratamento.

Para as variáveis de desempenho produtivo os dados recolhidos foram submetidos a uma Análise de Variância e comparados utilizando o procedimento GLM do *software* SAS (SAS, 2001). Para médias com valores de F significativo ($P < 0.05$), utilizou-se o teste de comparação de médias de Tukey. Os pressupostos de normalidade, homocedasticidade e independência dos erros experimentais foram validados através dos testes de Shapiro-Wilk, Bartlett e Durbin-Watson, respetivamente.

4. Análise dos Resultados

4.1 Desempenho Produtivo

Não se observaram diferenças significativas no consumo de alimentos entre os frangos dos diferentes tratamentos, em nenhum dos períodos avaliados ($p > 0,05$); (Tabela 4). O Índice de Conversão Alimentar também não foi alterado, com o uso do EA ($p > 0,05$). No entanto, verificou-se um valor de p marginalmente superior ao nível de significância ($p = 0,0769$), para o grupo de aves criadas com EA, no variável peso corporal (EA: 1

879,8; Controlo: 1 825).

7 dias			
Tratamento	Consumo de alimento (g)	Peso corporal (g)	ICA
Controlo	165 ± 1,635	154 ± 8,04	1,08 ± 0,05
EA	171 ± 3,11	160 ± 5,37	1,06 ± 0,03
Probabilidade	0,167	0,556	0,863
CV	2,96	8,69	8,21
14 dias			
Tratamento	Consumo de alimento (g)	Peso corporal (g)	ICA
Controlo	455,49 ± 4,02	400,20 ± 6,92	1,138 ± 0,02
EA	456,50 ± 4,93	394,63 ± 8,57	1,159 ± 0,03
Probabilidade	0,880	0,631	0,629
CV	1,79	3,46	3,02
21 dias			
Tratamento	Consumo de alimento (g)	Peso corporal (g)	ICA
Controlo	1068,5 ± 5,66	855,08 ± 11,47	1,250 ± 0,018
EA	1074,4 ± 13,397	850,95 ± 14,078	1,263 ± 0,013
Probabilidade	0,431	0,393	0,628
CV	2,15	3,17	2,94
28 dias			
Tratamento	Consumo de alimento (g)	Peso corporal (g)	ICA
Controlo	191 ± 22,110	1404 ± 12,250	1,361 ± 0,014
EA	1916 ± 25,007	1400 ± 17,623	1,368 ± 0,012
Probabilidade	0,88	0,853	0,618
CV	2,31	1,74	1,74
34 dias			
Tratamento	Consumo de alimento (g)	Peso corporal (g)	ICA
Controlo	2770,2 ± 45,028	1825,0 ± 14,229	1,517 ± 0,012
EA	2820,8 ± 30,652	1879,8 ± 21,379	1,500 ± 0,011
Probabilidade	0,389	0,076	0,367
CV	2,76	1,96	1,62

Tabela 4 - Consumo acumulado de alimento, peso corporal e Índice de Conversão Alimentar (ICA), aos 7, 14, 21, 28 e 34 dias de idade em frangos de carne, criados de maneira convencional (controlo) ou com enriquecimento ambiental (EA)

4.2 Avaliação comportamental

Ao longo do estudo, não foram observados comportamentos relacionados com o *stress* nos frangos de nenhum dos grupos avaliados ($p > 0,05$), pelo que estes não estão representados nas figuras. A análise comportamental centrou-se, assim, nas categorias de comportamentos naturais (de conforto) e comportamentos de estímulo associados à utilização dos elementos de enriquecimento ambiental (EA) (Figura 6).

As aves do grupo EA demonstraram uma interação crescente com os elementos de enriquecimento ao longo das semanas, registando-se 46,75 interações na semana 1, 124,69 na semana 2 e 136,69 na semana 3, evidenciando uma resposta rápida e sustentada aos estímulos físicos e sensoriais disponibilizados. Em contraste, os comportamentos naturais (conforto), tais como locomoção, alongamento, banho de areia, o esgravatar e as interações socialmente, apresentaram uma frequência mais elevada no grupo controlo, sobretudo na semana 3 (Controlo = 797 ocorrências; EA = 634 ocorrências).

No grupo controlo, não foram registadas alterações significativas ao longo do tempo nos comportamentos de estímulo (Semana 1 vs 2: $p = 0,4611$; Semana 1 vs 3: $p = 0,4678$; Semana 2 vs 3: $p = 0,491$). Já no grupo EA, verificou-se um aumento significativo nos comportamentos de estímulo entre a 1.^a e a 2.^a semana ($p < 0,0001$), mantendo-se esse nível na 3.^a semana ($p = 0,8732$). Ao comparar os dois grupos, observaram-se diferenças significativas em todas as semanas avaliadas ($p < 0,05$), indicando um impacto claro da introdução de EA.

Relativamente aos comportamentos de conforto, não houve alterações significativas ao longo das semanas em nenhum dos grupos (Controlo: $p > 0,0969$; EA: $p > 0,7721$). No entanto, as aves do grupo EA manifestaram estes comportamentos com maior frequência nas semanas 2 e 3, quando comparadas às do grupo controlo, o que pode indicar uma adaptação positiva ao ambiente enriquecido.

A análise estatística revelou ainda uma interação significativa entre o tratamento e a fase experimental (semana) para o conjunto das duas categorias comportamentais ($p < 0,05$).

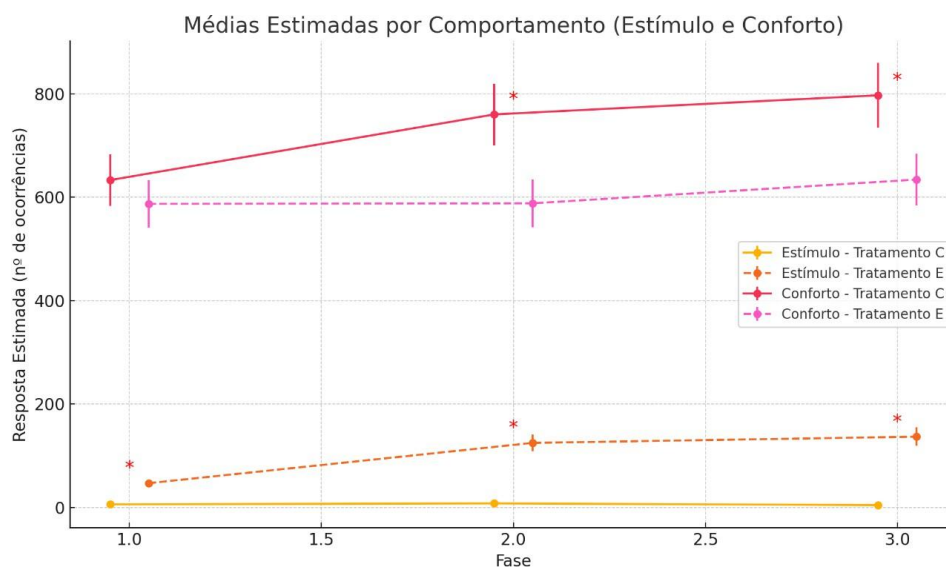


Figura 6 - Médias Estimadas por Comportamento (Estímulo e Conforto).

As avaliações individuais da categoria **comportamentos naturais** são apresentados através da mediana e do intervalo interquartil (Q1–Q3) (Figura 7). A presença dos elementos de enriquecimento ambiental estimulou a procura por alimentos na primeira semana ($p=0,031$). Não se observaram diferenças significativas para esta variável na segunda ($p = 0,09$) e na terceira semana de avaliação ($p = 0,867$). Verificou-se, contudo, um valor de P marginalmente superior ao nível de significância ($p = 0,0769$) para o grupo de aves criadas com EA na segunda semana. Com o decorrer das semanas, registou-se uma menor dispersão dos dados, embora tenham surgido alguns valores atípicos (*outliers*).

Frequência individual do comportamento “procura de alimento” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

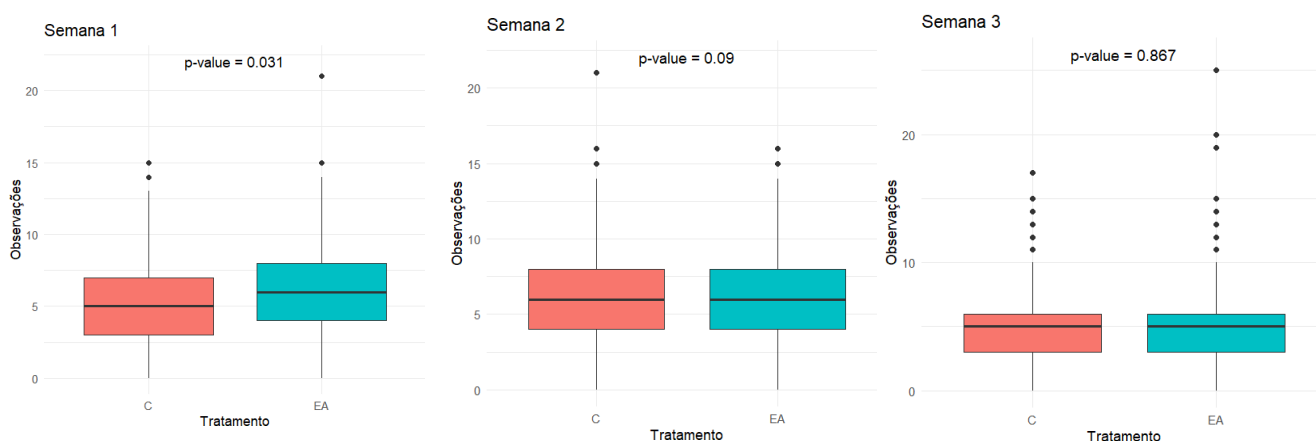


Figura 7 – Frequência da procura de alimento em frangos de carne sujeitos a Enriquecimento Ambiental (EA) e Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.

Os resultados do efeito do uso de EA na ingestão de água, são apresentadas na Figura 8. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, ao longo das três semanas de avaliação ($p > 0,05$). A inexistência de diferenças significativas indica que o enriquecimento ambiental não interferiu com a ingestão de água. Na prática os resultados mostram que as aves mantiveram o equilíbrio e o livre acesso aos recursos hídricos em ambos os ambientes, garantindo a plena manutenção do seu estado fisiológico e de bem-estar.

Frequência individual do comportamento “ingestão de água” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

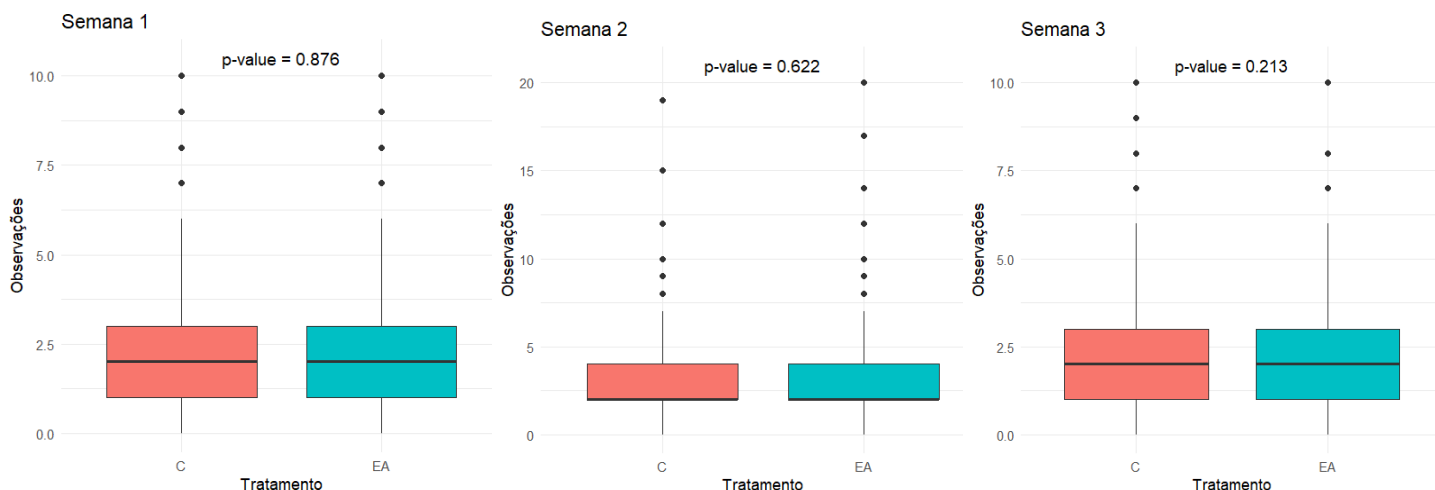


Figura 8 – Frequência da Ingestão de água em frangos de carne sujeitos a Enriquecimento Ambiental (EA) e Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.

As aves do tratamento EA apresentaram uma menor frequência do comportamento de bicar o solo a partir da segunda semana de avaliação ($p = <0,005$), quando comparadas com as aves do tratamento controlo (figura 9). Na primeira semana, não se registaram diferenças significativas entre os grupos C e EA ($p = 0,935$). A redução deste comportamento no grupo EA sugere que os elementos de enriquecimento (turfa, areia e caixas), canalizaram a motivação exploratório das aves para estímulos mais complexos e interativos. Este redireccionamento do foco dinamizou o ambiente, substituindo interações repetitivas com o solo por uma exploração mais diversificada do meio envolvente.

Frequência individual do comportamento “Bicar o Solo” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

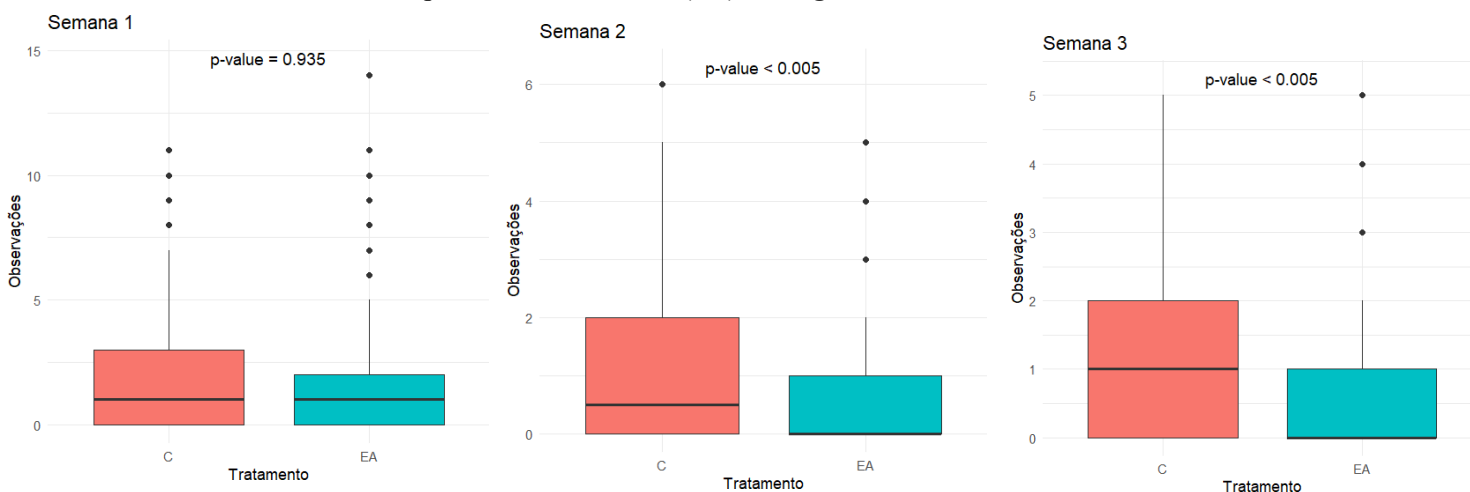


Figura 9- Frequência do comportamento de bicar o solo em frangos de carne sujeitos a Enriquecimento Ambiental (EA) e Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.

Os resultados da Figura 10 mostram que as aves do tratamento EA foram significativamente mais ativas do que as do tratamento C. Esta maior atividade reflete-se na redução da frequência de descanso no grupo enriquecido em todas as semanas de avaliação ($p < 0,005$), confirmando que a introdução de estímulos alterou o padrão comportamental das aves. Na prática, os dados mostram que o EA aumentou a movimentação e a exploração efetuada pelas aves. Enquanto as aves do C descansaram mais por falta de opções no meio, as aves com EA foram mais ativas e utilizaram o tempo para interagir com os materiais fornecidos (Turfa, Rampa e Areia). Este aumento da atividade física é um indicador direto de um ambiente mais dinâmico e apelativo para novos comportamentos.

Frequência individual do comportamento “descanso” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

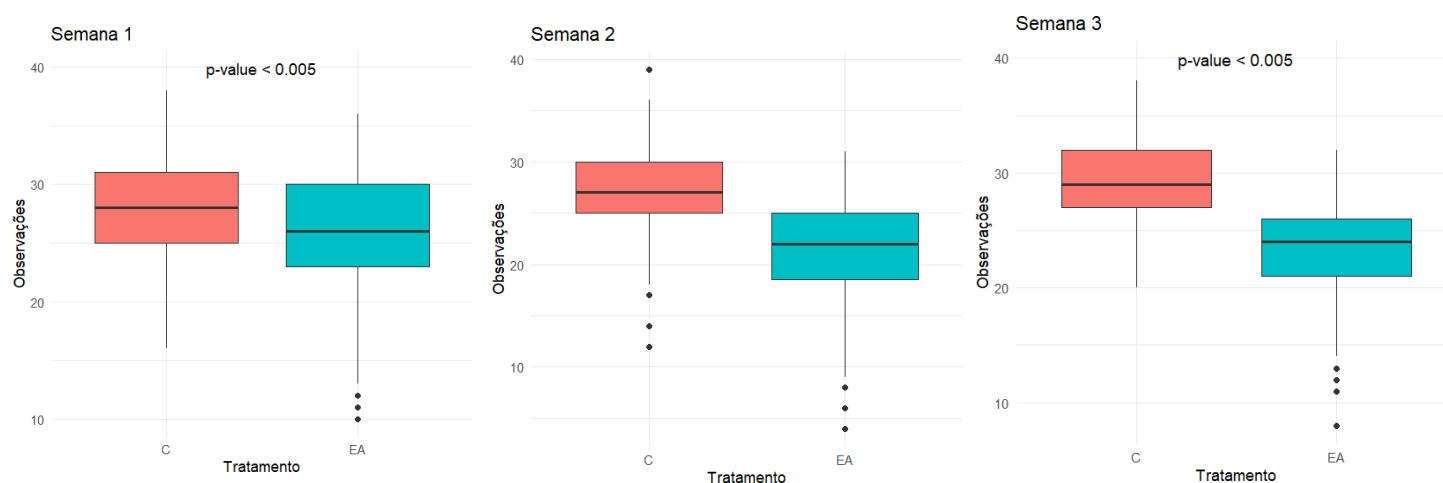


Figura 10 – Frequência do comportamento de descanso das aves em frangos de carne, com tratamento EA e do tratamento C, ao longo de três semanas.

As medianas da frequência do comportamento de movimento mantiveram-se nulas em ambos os tratamentos ao longo de todas as semanas de (figura 11). Na Semana 1, o grupo Controlo (C) apresentou uma frequência máxima superior (5 observações, face a 2 no EA) e um maior número de aves em atividade, resultado consistente com a diferença estatisticamente significativa observada ($p < 0,005$). Na Semana 2, registou-se um valor extremo no grupo C (30 observações). Contudo, o elevado número de observações nulas em ambos os tratamentos traduziu-se na ausência de diferenças estatisticamente significativas entre grupos ($p = 0,232$). Na Semana 3, observou-se um valor máximo ligeiramente superior no grupo EA (3 observações, comparativamente a 2 no grupo C), mas esta ocorrência pontual não altera a tendência geral do comportamento. A análise apresentada no gráfico de barras (figura 12) revela uma proporção de aves em movimento mais elevada no grupo Controlo, sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p = 0,007$).

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente às diferenças entre grupos ao nível das frequências e da proporção de aves em movimento.

Frequência individual do comportamento “movimento” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

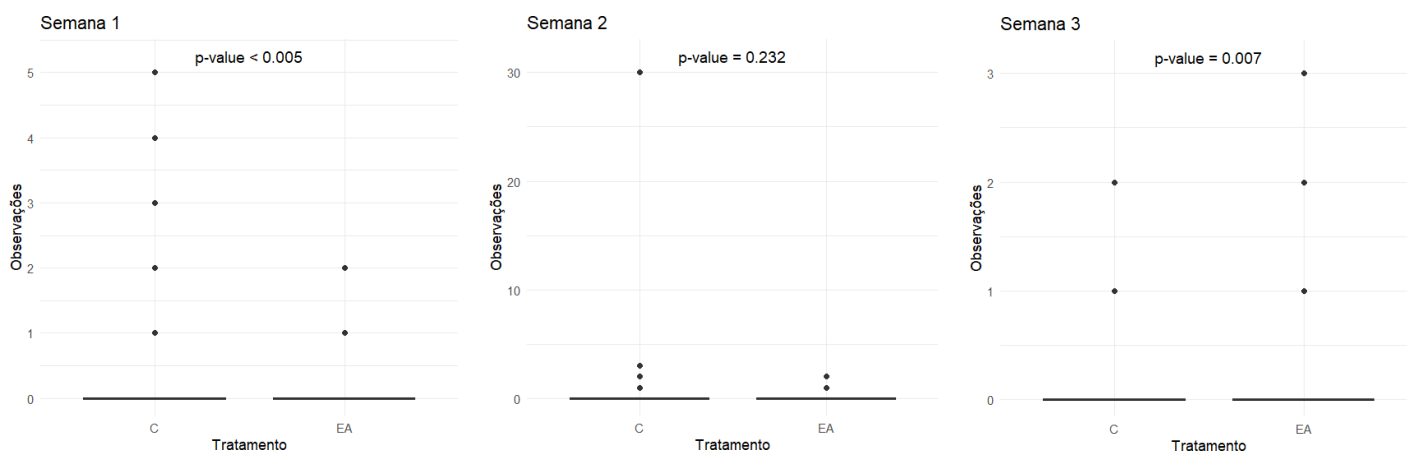


Figura 12 - Frequência do comportamento de movimento das aves submetidas ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo, ao longo de três semanas de avaliação

Proporção de observações com movimento > 0

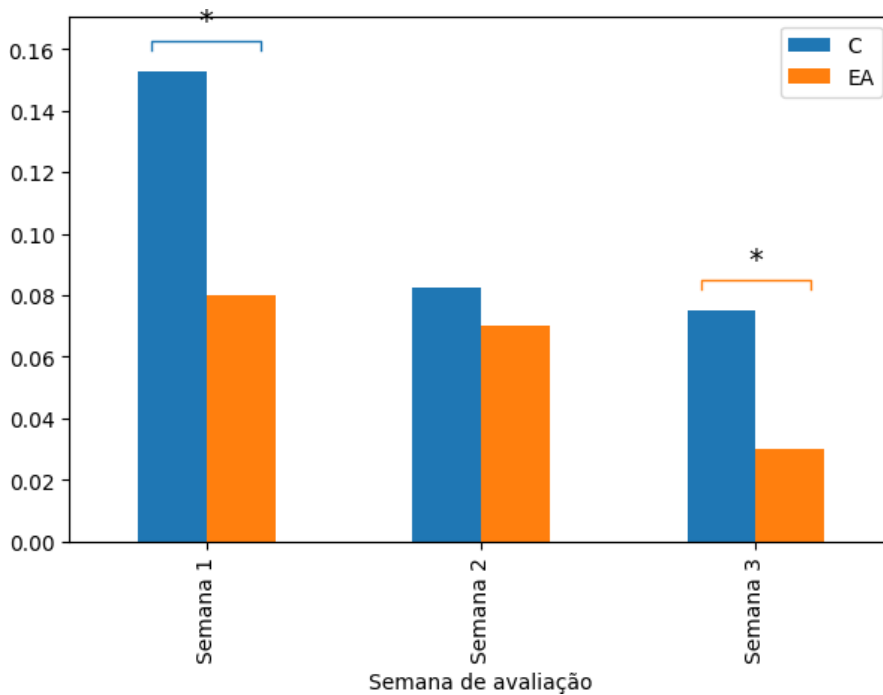


Figura 11 - Proporção de observações com movimento > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.

*Diferença estatística entre tratamentos

Relativamente ao comportamento de banho de areia (figura 13), na Semana 1 observaram-se registos do comportamento em ambos os tratamentos. O grupo de Enriquecimento Ambiental (EA) apresentou um valor máximo individual de 3 observações, enquanto o grupo Controlo (C) atingiu as 2 observações, mas com uma mediana superior. Apesar destas ocorrências, a análise estatística não revelou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,316$), indicando uma resposta semelhante das aves nesta semana. Nas Semanas 2 e 3, embora as medianas da frequência do comportamento se mantenham nulas em ambos os tratamentos, a análise da distribuição dos dados revelou diferenças estatisticamente significativas. A Figura 14 evidencia que o grupo Controlo apresentou uma proporção superior de aves a realizar banhos de areia em comparação com o grupo EA, tendência confirmada pelos testes estatísticos, com valores de P inferiores a 0,005 em ambas as semanas, conforme assinalado pelos asteriscos no gráfico.

Frequência individual do comportamento “banho de areia” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

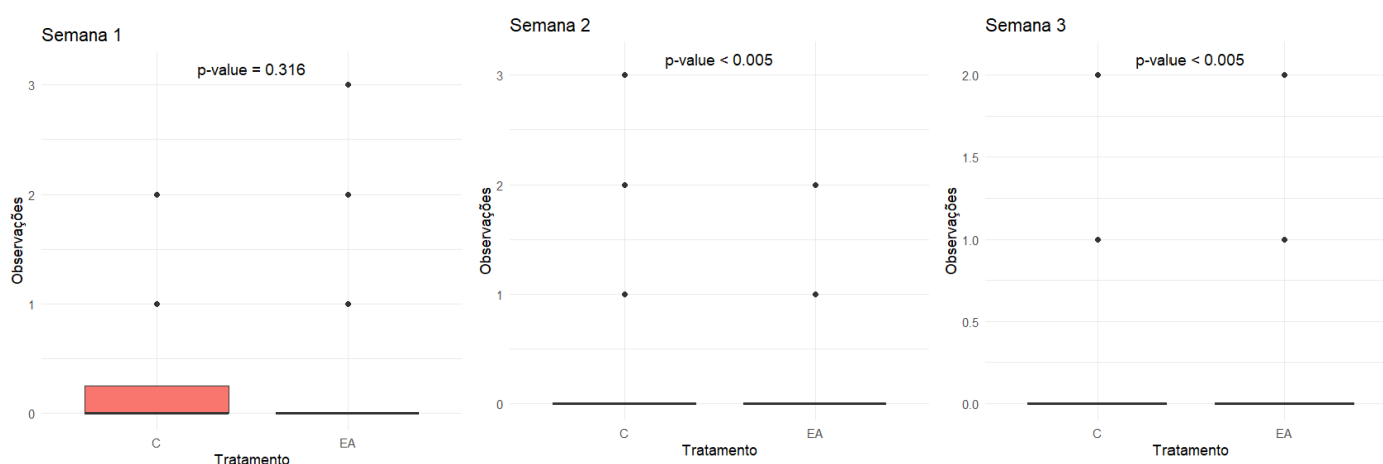


Figura 13 - Frequência do comportamento banho de areia das aves submetidas ao tratamento de EA e ao tratamento Controlo, ao longo de três semanas de avaliação

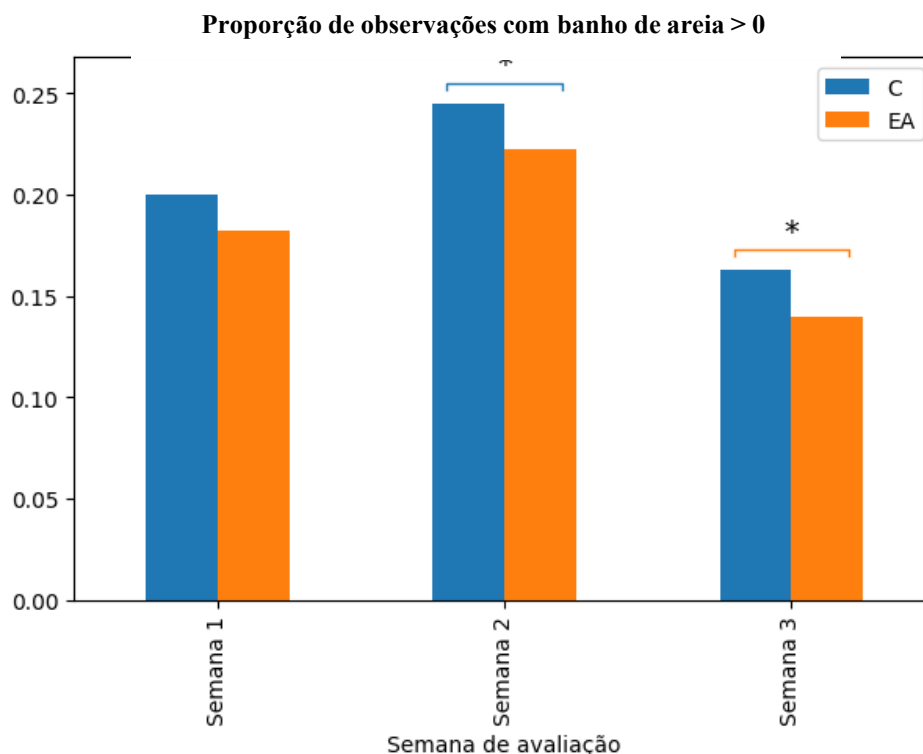


Figura 14 - Proporção de observações com banho de areia > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.

A análise do comportamento de esticar a asa revela uma estabilidade entre os tratamentos ao longo das três semanas de observação. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o grupo EA e o grupo Controlo na Semana 1 ($p = 0,553$), na Semana 2 ($p = 0,591$) nem na Semana 3 ($p = 0,111$). Os dados indicam que a frequência deste comportamento motor básico se manteve equilibrada entre os dois ambientes.

Frequência individual do comportamento “esticar a asa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

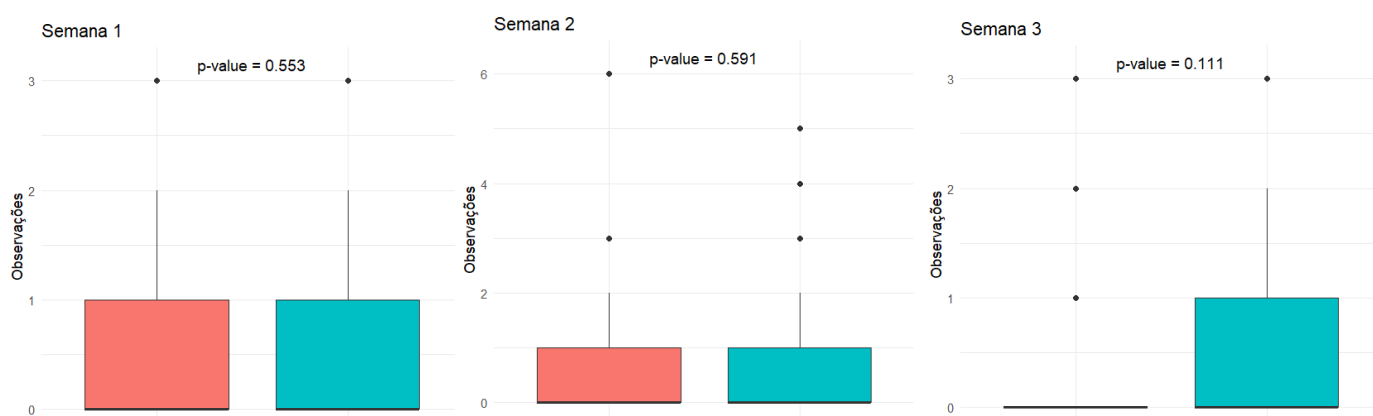


Figura 15 - Frequência do comportamento "esticar a asa" das aves em frangos de carne submetidos ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.

*Diferença estatística entre tratamentos

A análise estatística do comportamento de sacudir demonstra uma homogeneidade total entre os grupos ao longo de todo o período experimental. Os valores de significância mantiveram-se consistentemente elevados e distantes do limiar de significância: na Semana 1 ($p = 0,481$), na Semana 2 ($p = 0,577$) e na Semana 3 ($p = 0,406$). As medianas de ambos os tratamentos permaneceram no valor zero em todas as semanas, com apenas alguns registos de observações (entre uma a duas), distribuídos de forma equilibrada entre os grupos EA e C. Não se verificou qualquer tendência de aumento ou diminuição deste comportamento em função do enriquecimento ambiental ou do período experimental.

Frequência individual do comportamento “sacudir” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

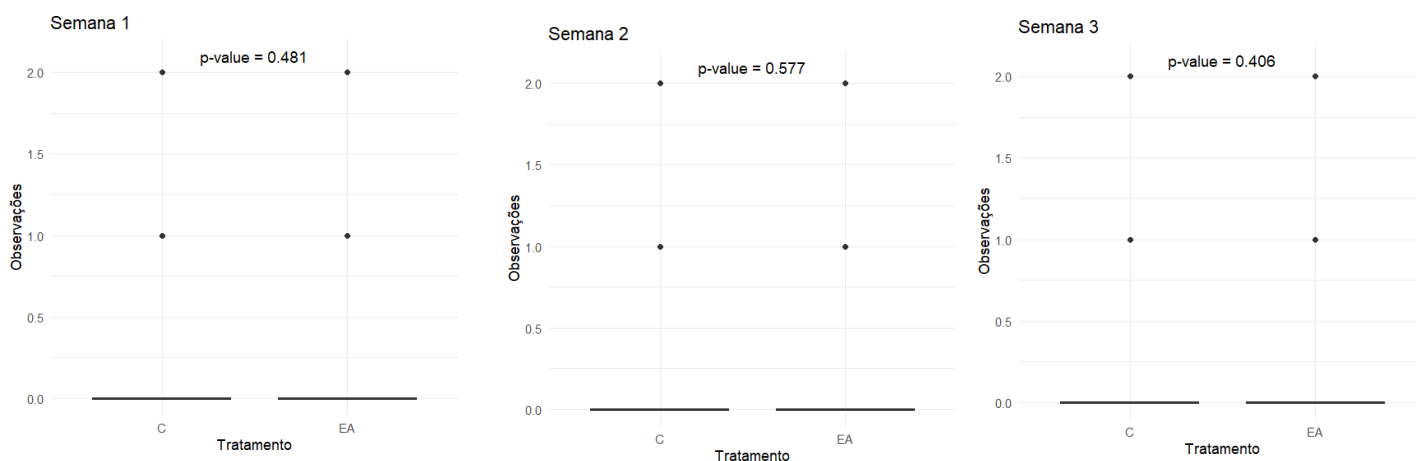


Figura 16 - Frequência do comportamento "sacudir" das aves em frangos de carne submetidos ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.

A análise do comportamento de esticar a pata revela uma diferença significativa entre os tratamentos, nas semanas 1,2 e 3 ($p < 0,005$) (figuras 17 e 18). Na Semana 1, o gráfico de barras mostra que o grupo C apresenta uma maior proporção de aves em atividade (aprox. 35%) face ao grupo de Enriquecimento Ambiental (EA, aprox. 25%). Contudo, a Figura 17 revela que a frequência individual ainda é baixa, com as medianas de ambos os grupos situados em 0, apesar de o 3.º quartil já atingir o valor 1 e existirem *outliers* com 3 observações. Na semana 2, a disparidade entre os grupos acentua-se. A proporção de observações no grupo Controlo ultrapassa os 60%, enquanto no EA se fixa perto dos 40%. Esta diferença reflete-se na distribuição individual: a mediana do grupo Controlo sobe para 1, demonstrando que a maioria das aves realizou o comportamento, ao passo que a mediana do grupo EA permanece em 0. Adicionalmente, o grupo Controlo

apresenta uma maior dispersão de valores, com registos que atingem as 5 observações. Na Semana 3, embora a proporção continue a aumentar em ambos os grupos (atingindo cerca de 71% no Controlo e 55% no EA), a intensidade individual estabiliza, ou seja, as medianas de ambos os tratamentos se situam em 1, mas o grupo Controlo mantém uma variabilidade superior, com a caixa da distribuição a estender-se até às 2 observações, confirmando uma expressão mais frequente deste comportamento de conforto no tratamento sem enriquecimento.

Frequência individual do comportamento “esticar a pata” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

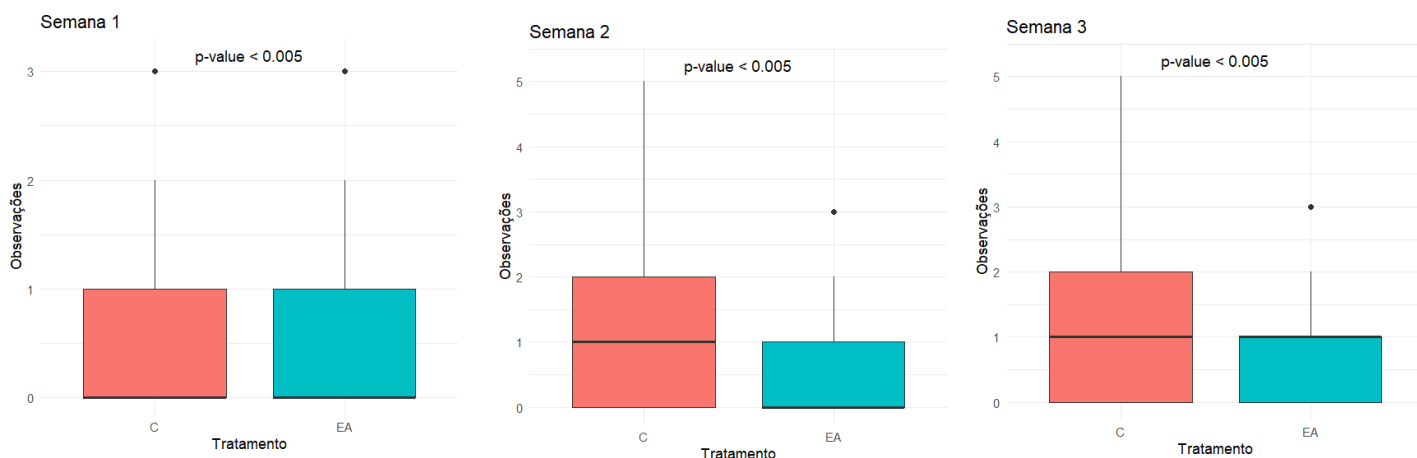


Figura 17 - Frequência do comportamento "esticar a pata" das aves em frangos de carne submetidos ao tratamento de Enriquecimento Ambiental (EA) e ao tratamento Controlo (C), ao longo de três semanas de avaliação.

Proporção de observações com esticar a pata > 0

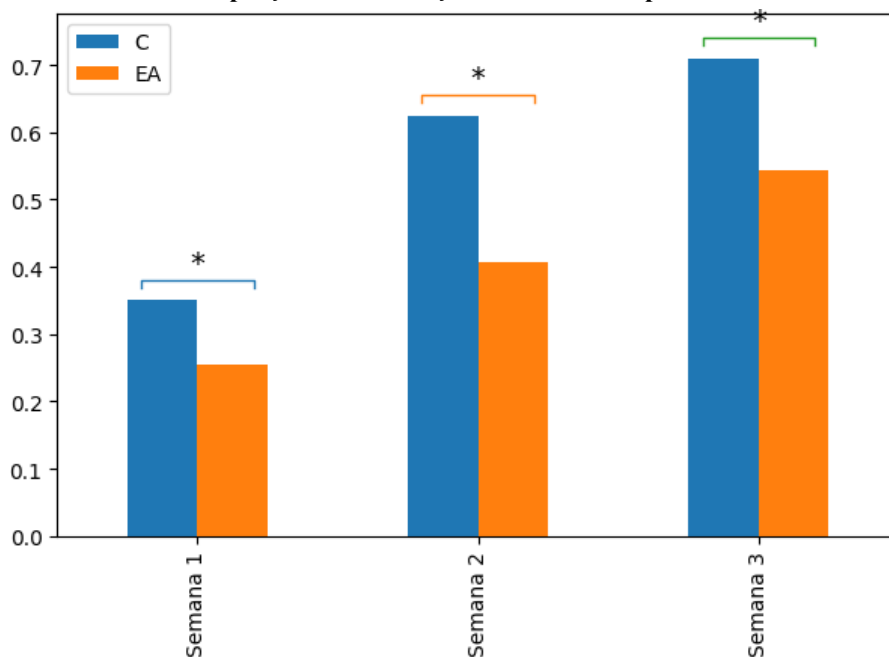


Figura 18 - Proporção de observações com esticar a pata > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.

*Diferença estatística entre tratamentos

Relativamente ao comportamento de esgravatar o solo, não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos C e EA em nenhuma das semanas monitorizadas ($p > 0,05$). Na primeira semana, observou-se uma ligeira atividade exploratória em ambos os grupos ($p = 0,874$). Contudo, nas semanas 2 e 3, a expressão deste comportamento tornou-se residual, com medianas nulas em ambos os tratamentos e apenas ocorrências esporádicas, sugerindo uma diminuição geral da atividade de interação com a cama à medida que as aves se desenvolveram, independentemente da presença de enriquecimento.

Frequência individual do comportamento “esgravatar o solo” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

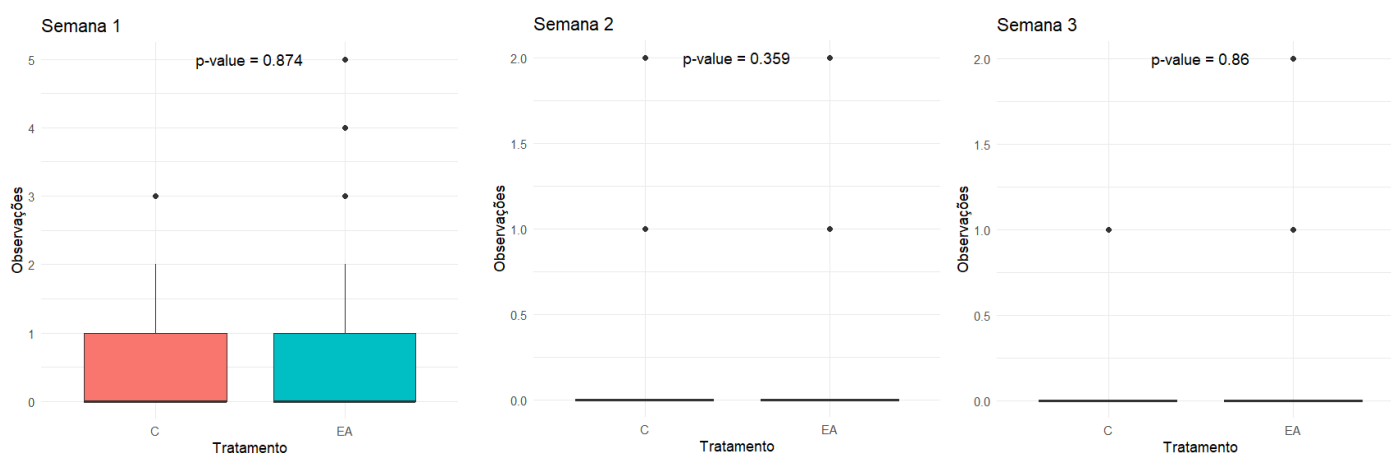


Figura 19 - Distribuição da frequência de observações do comportamento “esgravatar o solo” nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

4.2.1 Comportamentos ligados ao *stress*

Para complementar a avaliação comportamental, foram monitorizados indicadores específicos de bem-estar negativo, nomeadamente a agitação, o comportamento de refúgio e a ocorrência de posturas anormais. Durante todo o período experimental, a frequência de observação destas variáveis foi nula (0 observações) tanto no grupo Controlo como no grupo com Enriquecimento Ambiental (EA).

A ausência destes comportamentos permite as seguintes considerações sobre o estado dos animais:

Agitação: A inexistência de episódios de agitação sugere que as aves mantiveram um nível basal de tranquilidade, indicando uma baixa incidência de *stress* agudo ou medo

durante os períodos de observação. Isto demonstra que o ambiente, independentemente do tratamento, não apresentou estímulos aversivos significativos que provocassem respostas de pânico ou hiperexcitabilidade.

Refúgio: De igual modo, não foi registada qualquer tentativa de procura de refúgio. O comportamento de esconderijo é, etologicamente, uma resposta defensiva face a ameaças percebidas ou insegurança. A sua ausência indica que as aves se sentiam seguras no seu ambiente de alojamento, não sentindo necessidade de isolamento ou proteção adicional.

Postura Anormal: A não ocorrência de posturas anormais é um indicador positivo do estado físico do efetivo. A manutenção de uma postura natural reflete a integridade do sistema locomotor e a ausência de sinais clínicos visíveis de dor, desconforto ou patologias esqueléticas.

O comportamento de picar outras aves foi muito raro durante todo o ensaio. Na Semana 1, não se registou qualquer ocorrência. Nas Semanas 2 e 3, o comportamento surgiu apenas pontualmente (figura 20). A comparação estatística mostra que não houve diferenças entre o grupo de Controlo e o grupo com Enriquecimento Ambiental (EA). Os valores de p foram sempre superiores a 0,05 ($p=0,564$ na semana 2 e $p=1$ na semana 3), o que comprova que a presença do enriquecimento não alterou a frequência deste comportamento. Na prática, a agressividade foi quase nula em ambos os grupos.

Frequência individual do comportamento “picar outras aves” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

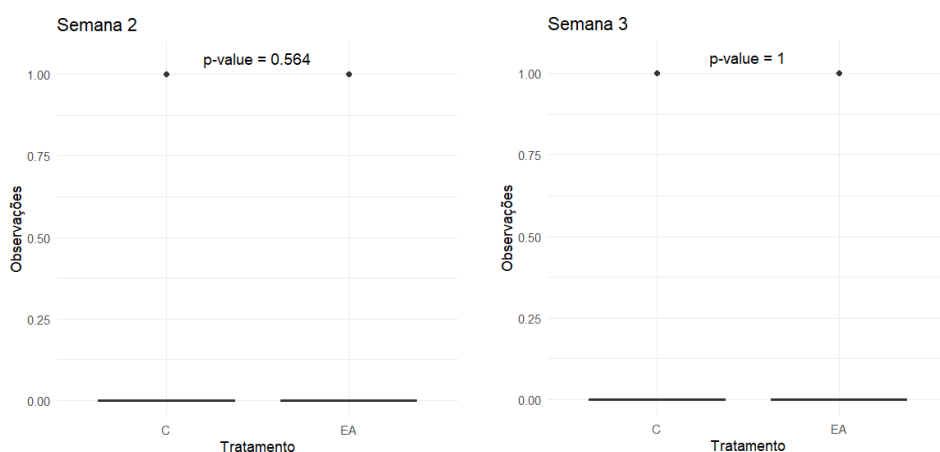


Figura 20 - Distribuição da frequência de observações do comportamento "picar outras aves" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 2 e 3.

4.2.2 Comportamentos com elementos EA

Relativamente ao comportamento de subir a plataforma, os resultados mostram uma diferença clara e significativa entre os grupos.

Enquanto o grupo de Controlo (C) apresentou valores nulos durante todo o ensaio, o grupo com Enriquecimento (EA) utilizou ativamente a plataforma. Esta diferença foi confirmada estatisticamente nas Semanas 2 e 3, onde $p < 0,005$, indicando uma diferença altamente significativa. Observa-se também uma evolução temporal no grupo EA: o uso da plataforma aumentou da Semana 1 para a Semana 3, visível pelo aumento do tamanho das caixas no gráfico, o que sugere que as aves aprenderam a usar o equipamento e habituaram-se a ele.

Frequência individual do comportamento “subir a plataforma” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

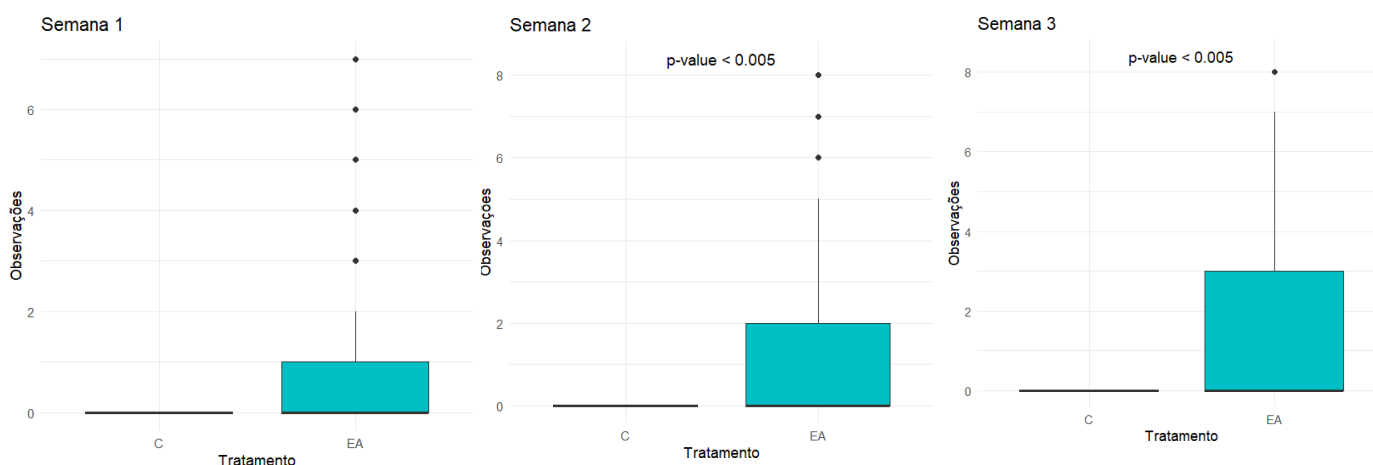


Figura 21 - Frequência do comportamento "subir a plataforma" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

A análise do comportamento de descanso na turfa revela uma diferença extremamente clara entre os grupos.

O grupo C apresentou valores nulos ao longo de todo o ensaio, uma vez que não tinha acesso a este substrato. Em contrapartida, o grupo com EA utilizou a turfa de forma consistente. As diferenças estatísticas foram altamente significativas em todas as semanas analisadas (Semana 1, 2 e 3), com $p < 0,005$. Observa-se também uma evolução temporal no uso deste recurso pelo grupo EA: Na Semana 1, o uso foi incipiente (apenas alguns casos isolados/outliers); Nas Semanas 2 e 3, a frequência aumentou visivelmente (aumento do tamanho das *boxplots*), indicando que um número maior de aves passou a

utilizar a turfa para descansar à medida que o período de estudo avançou.

Frequência individual do comportamento “descanso na turfa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

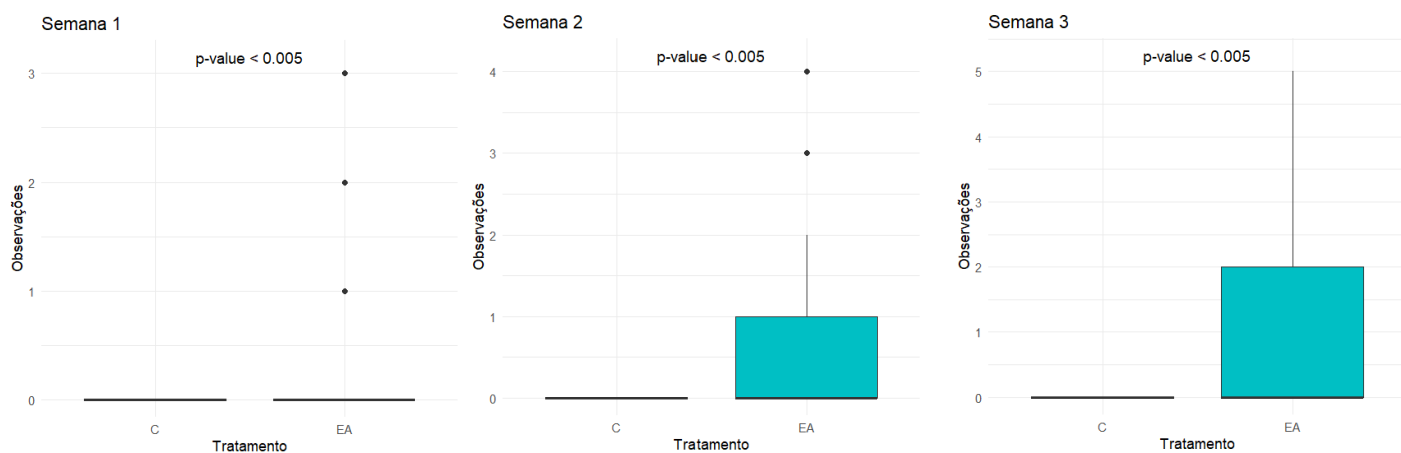


Figura 22 - Frequência do comportamento "descanso na turfa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Através da análise do comportamento de descanso nas aparas (figura 23), verificam-se diferenças estatísticas altamente significativas entre os grupos em todas as semanas do ensaio (Semana 1, 2 e 3), com um valor de p consistentemente inferior a 0,005 ($p < 0,005$). Enquanto o grupo de Controlo (C) apresentou valores nulos (uma vez que não tinha acesso a este enriquecimento específico), o grupo EA interagiu com o material desde a primeira semana. Destacam-se a Semana 1 e a Semana 3, onde as *boxplots* do gráfico (que representam a maioria das aves) são visíveis, indicando uma utilização consistente do recurso para descanso.

Frequência individual do comportamento “descanso nas aparas” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

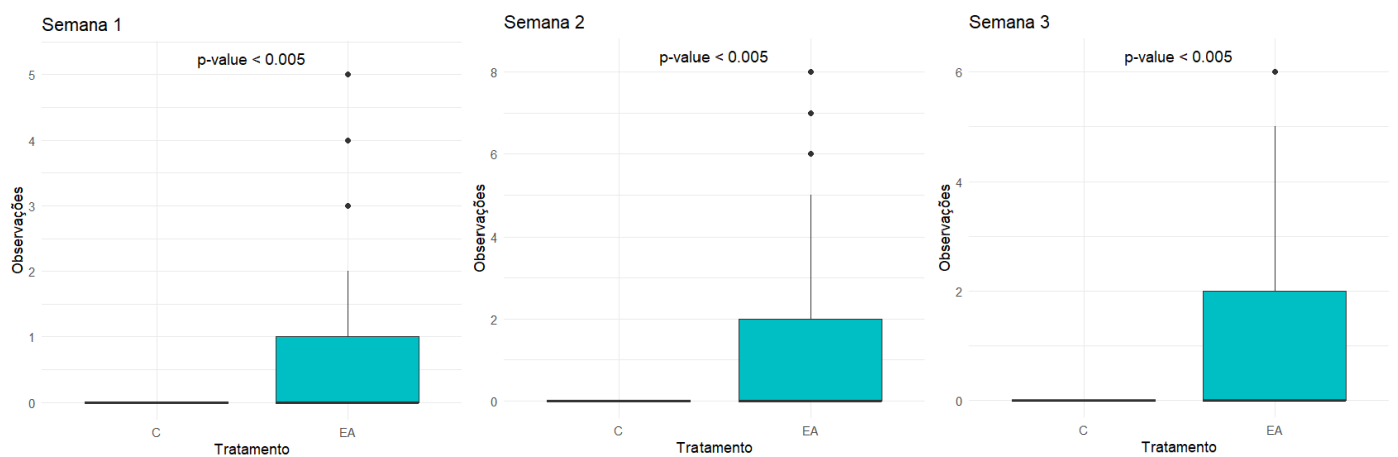


Figura 23 - Frequência do comportamento "descanso nas aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

A análise da permanência na areia (figura 24) revela uma forte adesão das aves ao enriquecimento, com diferenças estatísticas significativas ($p < 0,005$), nas semanas de estudo. O Grupo Controlo apresentou valores nulos durante o período estudado, o que já era esperado uma vez que não têm acesso a este recurso. Já o Grupo do EA, na semana 1, o uso foi inicial, com alguns animais a explorarem o recurso, e nas semanas 2 e 3, houve um aumento expressivo na frequência de uso (aumento das *boxplots*).

Frequência individual do comportamento “permanência na areia” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

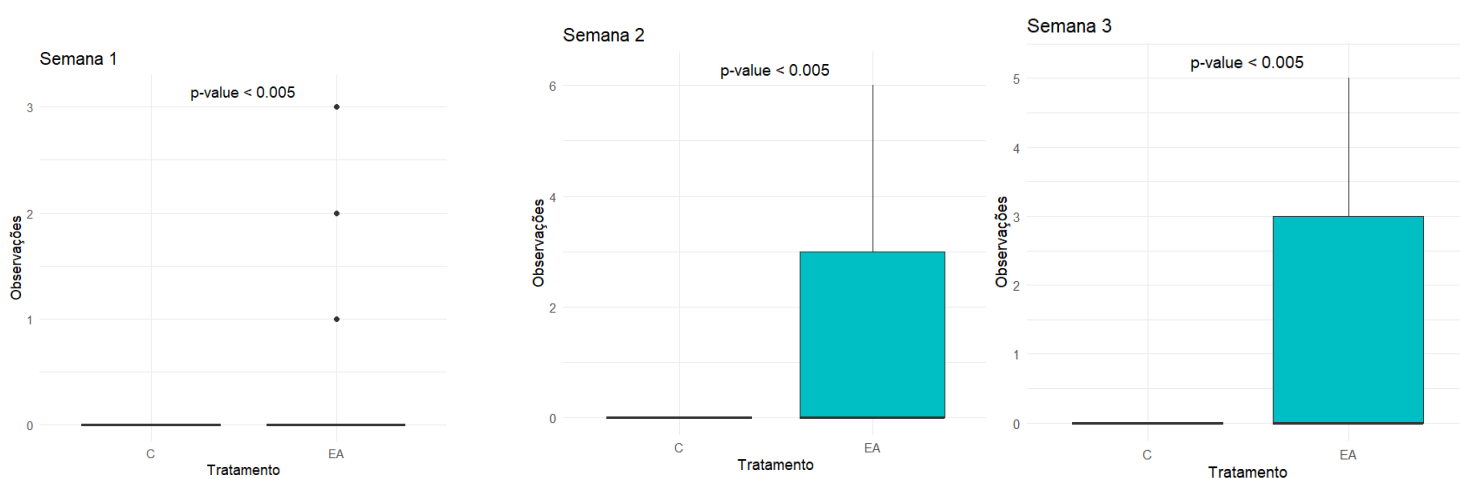


Figura 24 - Frequência do comportamento “descanso na areia” nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Relativamente ao comportamento de picar o substrato na turfa, os resultados demonstram uma utilização exclusiva e progressiva por parte do grupo com EA, com diferenças altamente significativas face ao Controlo em todos os momentos ($p < 0,005$), uma vez que o grupo C não tem acesso a este recurso.

Na Semana 1, a atividade iniciou-se com uma proporção de observações aproximadamente 0,04 no bando EA. Este interesse intensificou-se na Semana 2, subindo para uma proporção de quase 0,07, e atingiu o seu pico na Semana 3, com um valor de 0,095. Apesar de as medianas se terem mantido nulas ao longo de todo o período (figura 25), o que indica que o comportamento não foi realizado pela maioria das aves no instante exato do registo, a figura revela um aumento consistente de aves ativas no grupo EA. Nestas aves, a frequência individual atingiu as 3 observações nas semanas finais, contrastando com a ausência absoluta deste comportamento no grupo Controlo.

Frequência individual do comportamento “picar o substrato na turfa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

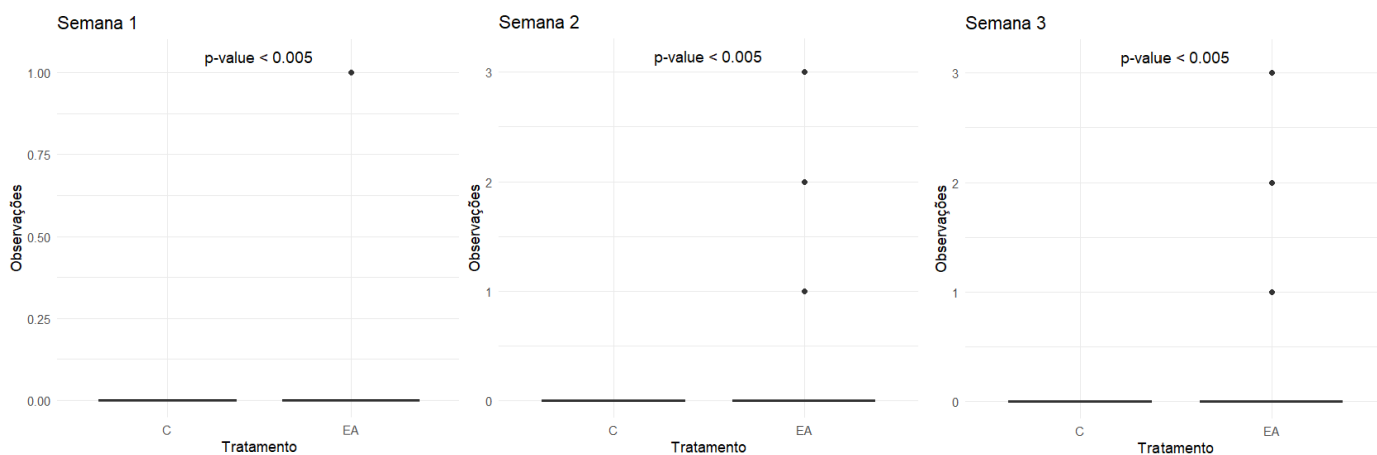


Figura 25 - Frequência do comportamento “picar o substrato na turfa” nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Proporção de observações com picar o substrato (turfa) > 0

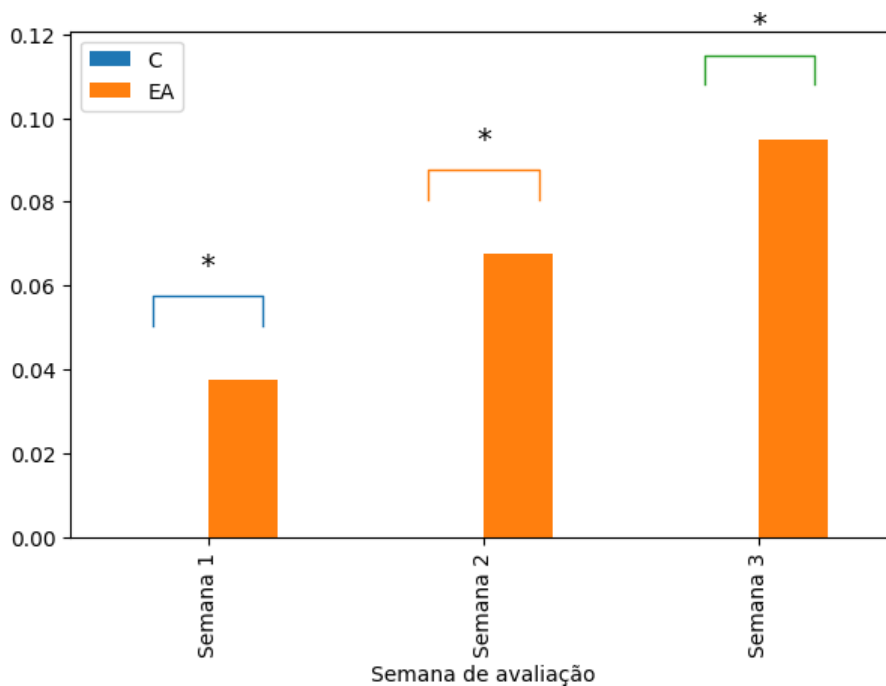


Figura 26 - Proporção de observações com picar o substrato (turfa) > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.

*Diferença estatística entre tratamentos

Relativamente ao comportamento de picar o substrato nas aparas, na semana 1 verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0,039$), embora com um nível de significância menor do que o observado nas semanas seguintes.

A Figura 28 indica uma proporção de observações muito baixa para o grupo de Enriquecimento Ambiental (EA), situada aproximadamente nos 2% (0,02), enquanto o registo foi nulo para o grupo Controlo. As medianas foram nulas para ambos os tratamentos; no entanto, o grupo EA apresentou 5 observações, o que sugere que algumas aves iniciaram a exploração intensa do recurso logo na fase inicial, apesar da média global reduzida. Na semana 2, a disparidade estatística tornou-se altamente significativa ($p < 0,005$), com o gráfico de proporção a ter um aumento expressivo na atividade do grupo EA, que atingiu o seu pico máximo com uma proporção de observações próxima dos 9% (0,09). Por fim, na semana 3, a diferença significativa entre os tratamentos manteve-se ($p < 0,005$). Na Figura 28, observou-se uma ligeira regressão na proporção de observações do grupo EA para valores próximos de 7,5% (0,075), contrariando a tendência de crescimento linear observada noutros substratos. Paralelamente os *outliers* reduziram a sua amplitude máxima para 2 observações, o que indica uma diminuição na intensidade individual da exploração deste recurso específico na fase final do estudo.

Frequência individual do comportamento “picar o substrato nas aparas” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

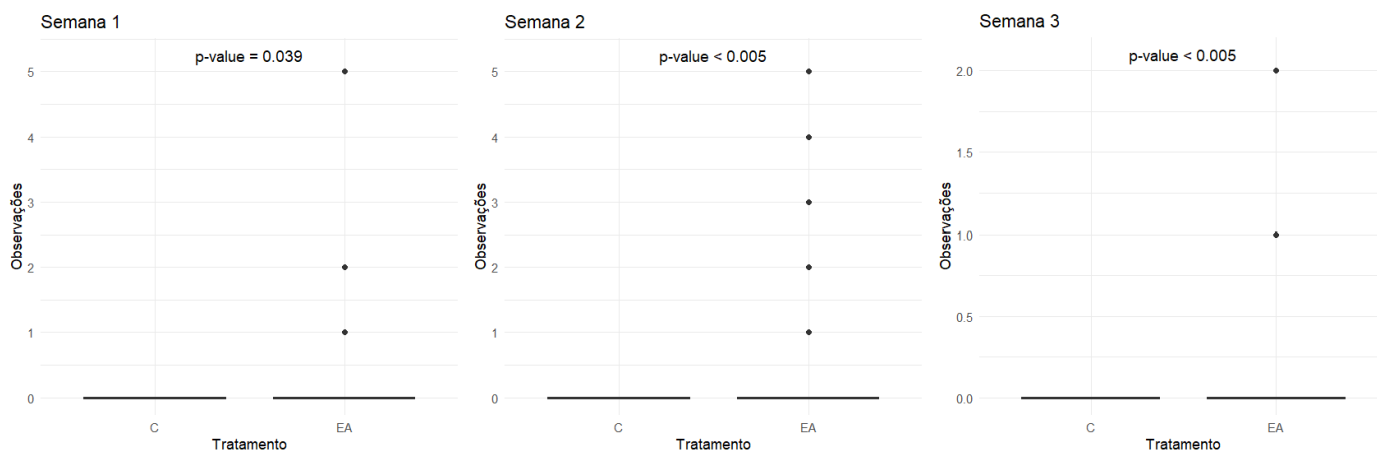


Figura 27 - Frequência do comportamento "picar o substrato nas aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Proporção de observações com picar o substrato (aparas) > 0

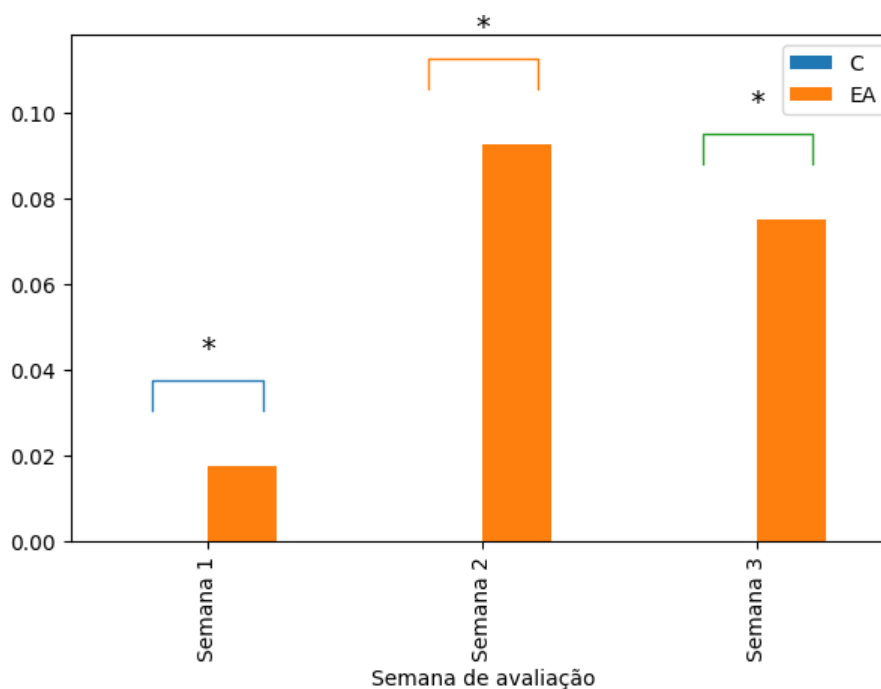


Figura 28 - Proporção de observações com picar o substrato (aparas) > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação.

Os resultados relativos ao comportamento de picar a areia (figura 29) evidenciam uma adesão forte e imediata das aves a este enriquecimento. Verificam-se diferenças estatisticamente muito significativas ($p < 0,005$) entre os grupos ao longo de todas as semanas analisadas (1, 2 e 3).

Enquanto o grupo Controlo apresentou sempre valores nulos, devido à ausência do recurso, no grupo com EA a atividade iniciou-se logo na primeira semana. Na semana 2, registou-se um aumento acentuado da atividade, observando-se no gráfico um intervalo interquartil amplo. Esta amplitude indica uma dispersão elevada nos dados, ou seja, houve uma variabilidade considerável na frequência com que os diferentes animais realizaram o comportamento. Na semana 3, verificou-se uma diminuição da frequência do comportamento relativamente à semana anterior, com a mediana novamente igual a zero, embora ainda se observem valores extremos.

*Diferença estatística entre tratamentos

Frequência individual do comportamento “picar a areia” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

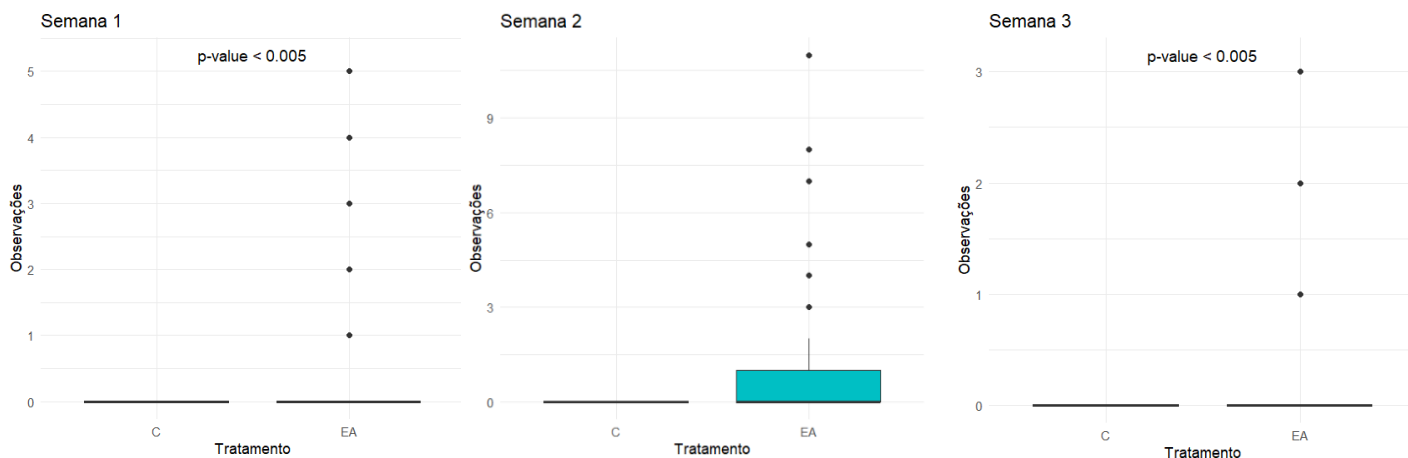


Figura 29 - Frequência do comportamento "picar o substrato na areia" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Proporção de observações com picar o substrato (areias) > 0

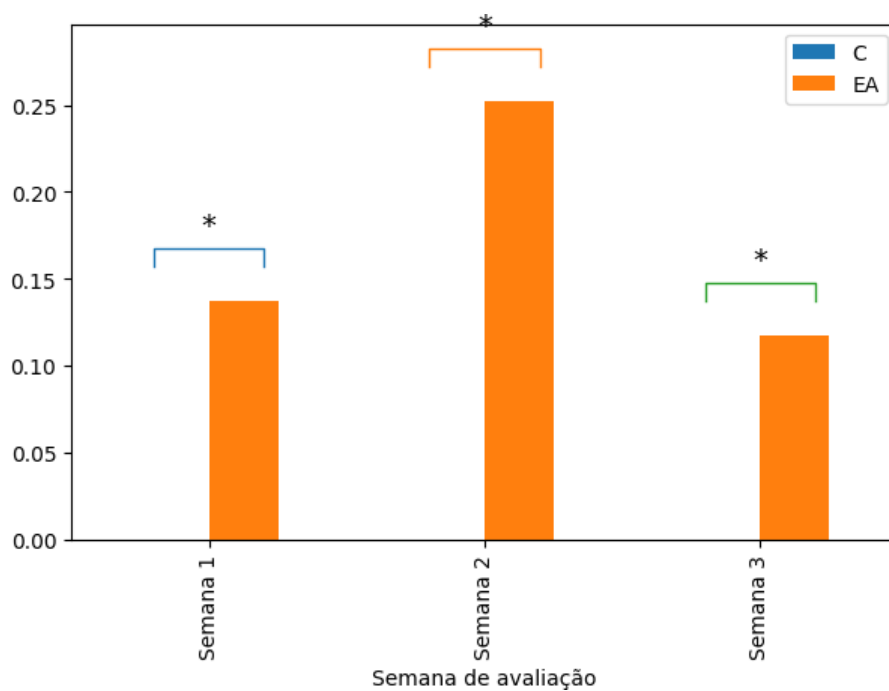


Figura 30 - Proporção de observações com picar o substrato (areias) > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação

*Diferença estatística entre tratamentos

A análise do comportamento de esgravatar na turfa não evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em nenhuma das semanas do ensaio, tendo os valores de significância permanecido sempre acima do nível crítico ($p > 0,05$). Especificamente, registaram-se valores de $p = 0,180$ na semana 1, $p = 0,158$ na semana 2 e $p = 0,318$ na semana 3.

Verifica-se que tanto o grupo Controlo como o grupo EA apresentam uma mediana nula. No grupo EA, este comportamento ocorreu de forma pontual e pouco frequente, manifestando-se apenas através de valores extremos (*outliers*), sem a formação de um intervalo interquartil acima de zero

Frequência individual do comportamento “esgravatar na turfa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

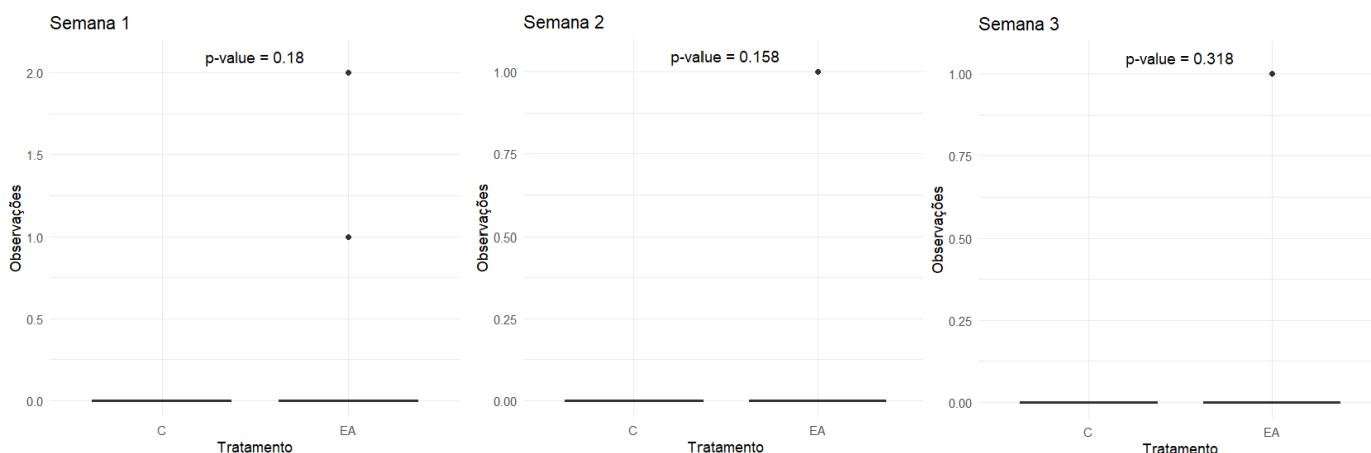


Figura 31 - Frequência do comportamento esgravatar na turfa nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

A análise do comportamento de esgravatar nas aparas não evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos Controlo e EA em nenhuma fase do ensaio, uma vez que os valores de probabilidade permaneceram sempre acima do nível de significância ($p > 0,05$).

Concretamente, registou-se um valor de $p = 0,180$ na semana 1 e de $p = 0,318$ nas semanas 2 e 3. Em ambos os tratamentos, as medianas mantiveram-se nulas. No grupo EA, a ocorrência deste comportamento foi apenas pontual, traduzida por registos isolados (*outliers*) de algumas aves que o realizaram de forma ocasional.

Frequência individual do comportamento “esgravatar nas aparas” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

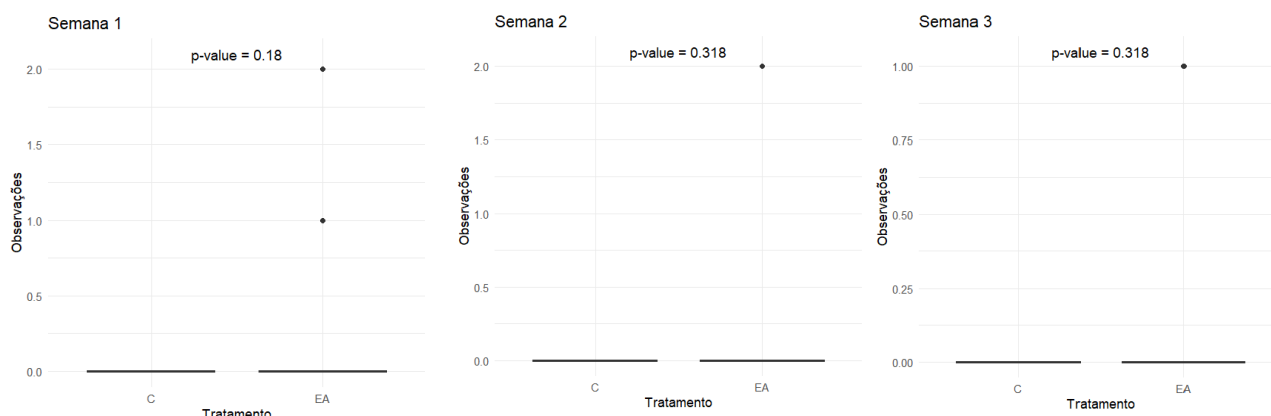


Figura 32 - Frequência do comportamento "esgravatar nas aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Relativamente ao comportamento de esgravatar na areia, os resultados indicam uma expressão muito reduzida deste comportamento ao longo do ensaio.

Não se observaram diferenças significativas entre os grupos, tendo sido obtido um valor de $p = 0,318$ tanto na semana 1 como na semana 2. A grande maioria das aves não manifestou este comportamento, refletindo-se numa mediana igual a zero. Não se verificou a formação de um intervalo interquartil, sendo observados apenas alguns valores atípicos isolados no grupo EA, com uma frequência máxima correspondente a uma única observação. Na semana 3, este comportamento não foi registado em nenhum dos grupos. Estes resultados poderão indicar uma menor motivação das aves para esgravatar na areia ou uma reduzida familiaridade com este material.

Frequência individual do comportamento “esgravatar na areia” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

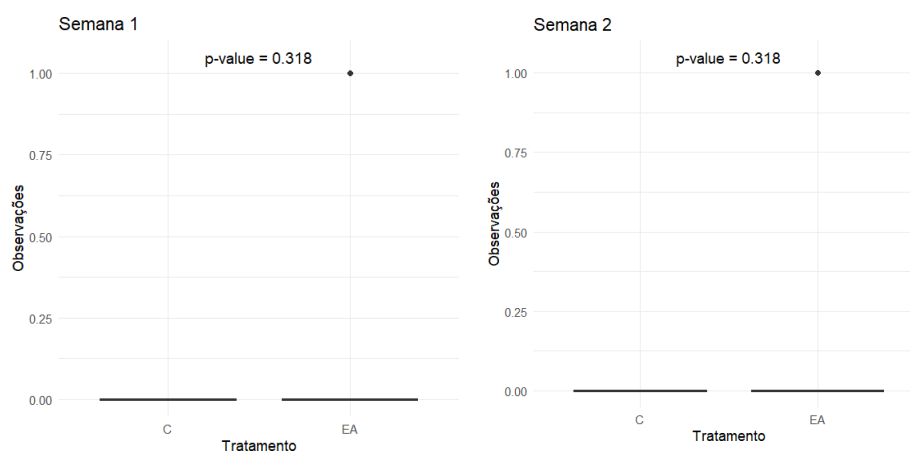


Figura 33 - Frequência do comportamento "esgravatar na areia" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1 e 2.

Relativamente ao comportamento banho de areia no substrato turfa, na semana 1 verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p < 0,005$). O gráfico de barras indica que o grupo com EA iniciou a utilização do substrato com uma proporção de observações próxima de 0,035 (3,5%), enquanto o grupo Controlo não registou qualquer ocorrência. Ao nível da distribuição individual, o *boxplot* apresenta uma mediana de 0 para o grupo EA; no entanto, registam-se valores discrepantes (*outliers*) a atingir as 2 observações, evidenciando uma exploração inicial intensa por parte de alguns indivíduos. Na semana 2, a significância estatística manteve-se ($p < 0,005$). A Figura 35 evidencia uma estabilidade na proporção de uso pelo grupo EA, com uma ligeira variação para cerca de 0,033 (3,3%). Contudo, o *boxplot* sugere uma alteração na dinâmica individual: apenas foi registado 1 observação, sugerindo uma utilização mais dispersa pelo bando, mas com menor intensidade individual do que na semana anterior. Por fim, na semana 3, verificou-se um crescimento acentuado da atividade, mantendo-se a diferença significativa entre os grupos ($p < 0,005$). O gráfico de barras revela o pico de utilização deste recurso, com a proporção de observações no grupo EA a subir para aproximadamente 0,08 (8%). O número de observações voltou a atingir as 2 observações e a densidade de pontos acima de zero no grupo EA foi superior, contrastando com a nulidade absoluta observada no grupo Controlo.

Frequência individual do comportamento “banho de areia no substrato turfa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

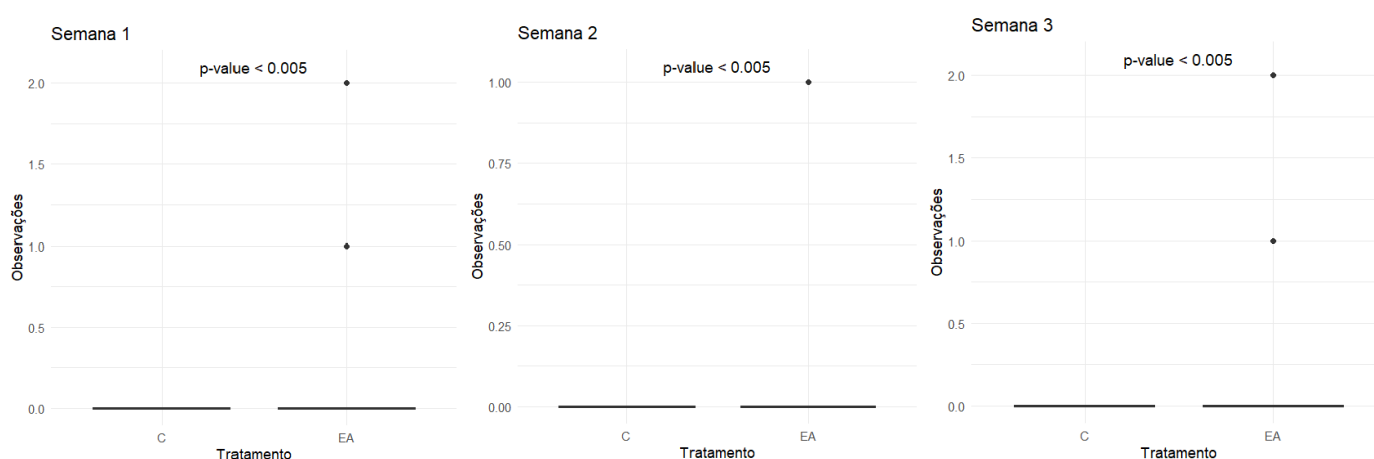


Figura 34 - Frequência do comportamento “banho de areia no substrato turfa” nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Proporção de observações com comportamento banho de areia no substrato turfa > 0

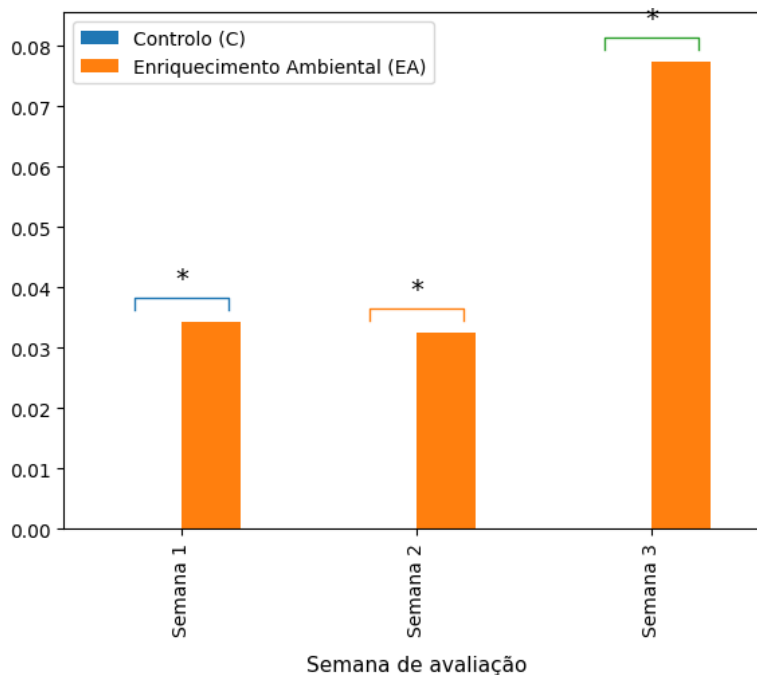


Figura 35 - Proporção de observações com banho de areia no substrato turfa > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental ao longo das três semanas de avaliação

Os resultados relativos ao comportamento de banho de areia em aparas (figura 36) indicam uma expressão muito reduzida e de aparecimento tardio deste comportamento neste substrato específico. Tal como observado noutros comportamentos, o grupo Controlo apresentou valores nulos ao longo de todas as semanas do ensaio. De um modo geral, nestas avaliações predominou a ausência de registos do comportamento, com a maioria das observações a apresentar valor zero. No grupo EA, na semana 1 não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($p = 0,318$), tendo sido observado apenas um registo isolado, correspondente a um valor atípico. Nesta semana, praticamente todas as observações apresentaram valor zero em ambos os tratamentos, sendo que apenas cerca de 1,5% das observações no grupo EA registaram valores superiores a zero (figura 37). Na semana 2, surgiu uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0,008$), apesar de a mediana se manter em zero, refletindo a ocorrência pontual do comportamento em algumas aves que começaram a utilizar as aparas para este fim. Na semana 3, a significância manteve-se ($p = 0,021$), observando-se um ligeiro aumento na dispersão dos valores atípicos, com registos até duas observações, embora ainda sem expressão suficiente para elevar a mediana acima de zero.

Frequência individual do comportamento “banho de areia no substrato aparas” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de

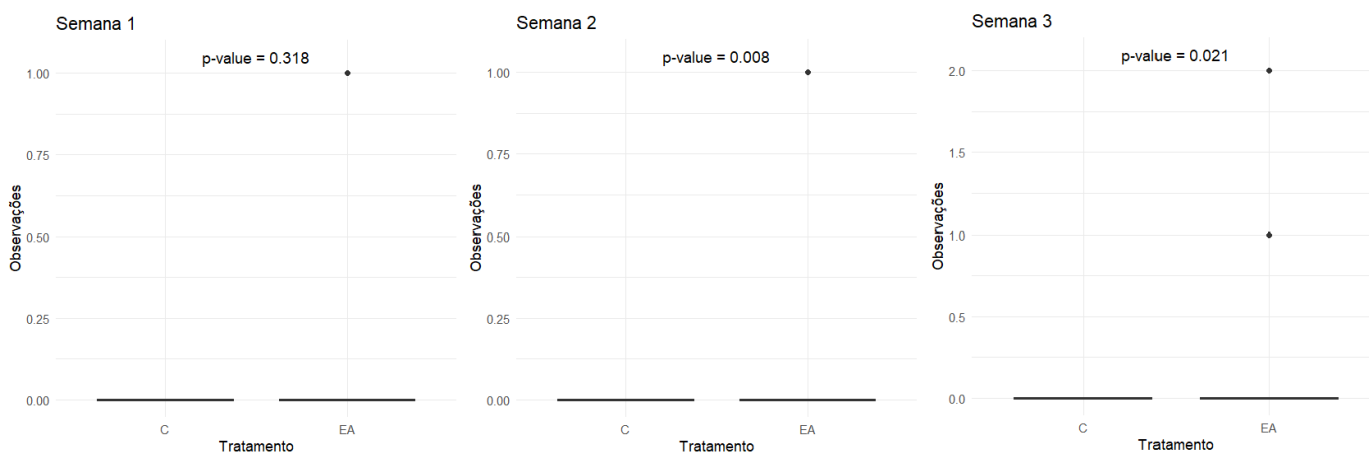


Figura 37 - Frequência do comportamento "banho de areia no substrato aparas" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Proporção de observações com comportamento banho de areia no substrato aparas > 0

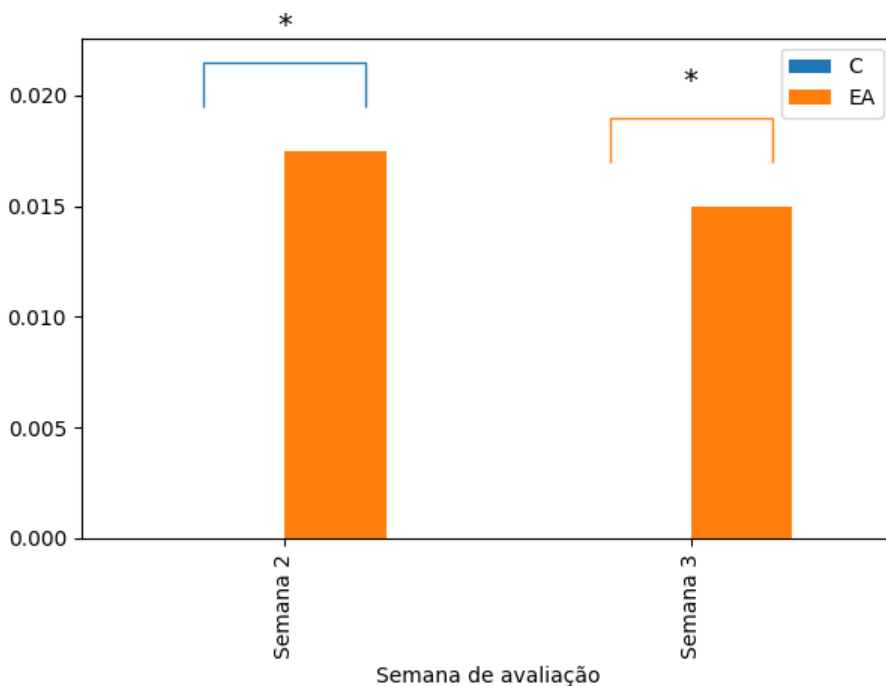


Figura 36 - Proporção de observações com banho de areia no substrato aparas > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental na semana 2 e 3.

*Diferença estatística entre tratamentos

Quanto ao comportamento de banho de areia no substrato de areia (figura 38), este não foi observado na semana 1. Apesar de a areia ser o substrato tradicionalmente associado a este comportamento, a ausência inicial poderá refletir alguma resistência ou hesitação das aves. Os resultados evidenciam uma utilização seletiva deste recurso, com diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nas semanas seguintes. Na semana 2, verificou-se uma diferença muito significativa ($p < 0,005$). Apesar de a mediana do grupo com EA se manter em zero, registou-se uma maior dispersão de valores atípicos, com algumas aves realizando o comportamento até duas vezes por período de observação. Na semana 3, a significância estatística manteve-se, embora de forma menos acentuada ($p = 0,045$), com redução do número de observações, sendo registado apenas um valor atípico no grupo EA. O grupo Controlo (C) não apresentou qualquer ocorrência deste comportamento.

Frequência individual do comportamento “banho de areia no substrato areia” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

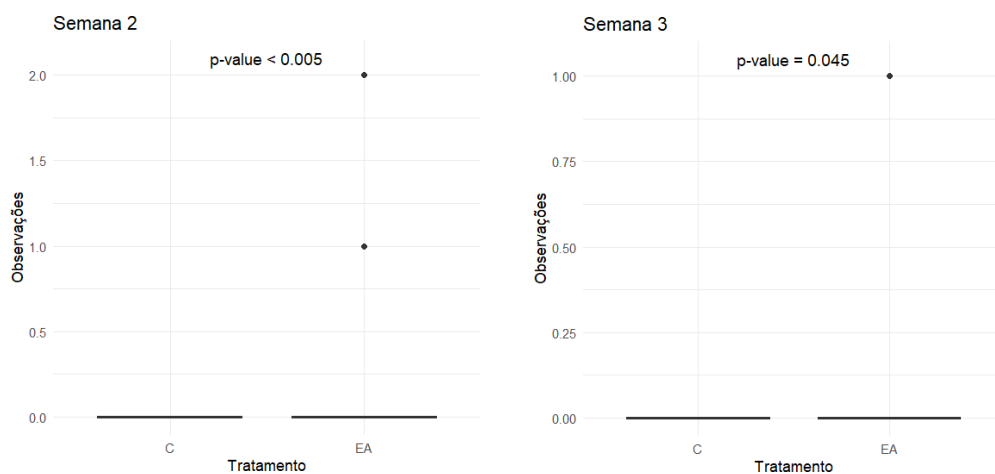


Figura 38 - Frequência do comportamento “banho de areia no substrato areia” nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as semanas 2 e 3.

Proporção de observações com comportamento banho de areia no substrato areia > 0

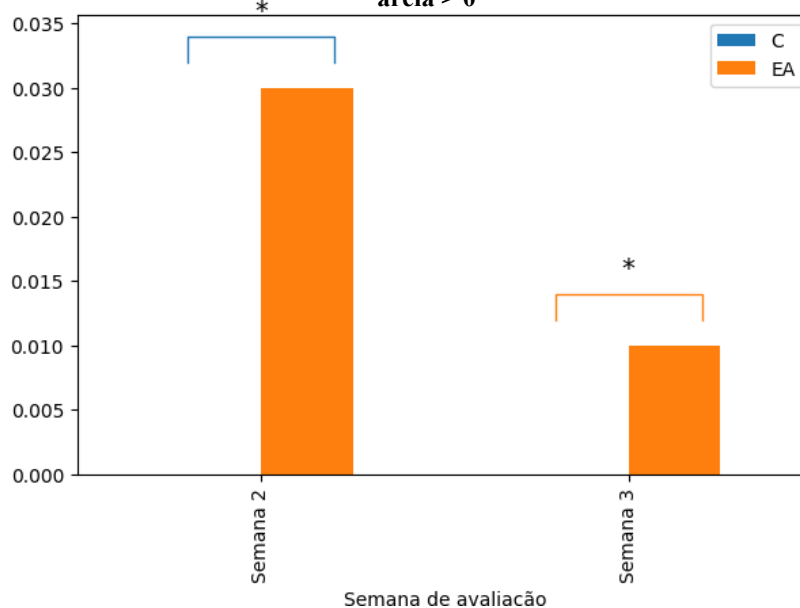


Figura 39 - Proporção de observações com banho de areia no substrato areia > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental na semana 2 e 3.

A análise do comportamento de picar o objeto na rampa durante a semana 1 (figura 40) não revelou diferenças estatisticamente significativas entre o grupo Controlo e o grupo EA ($p = 0,158$). Ambos os grupos apresentam uma mediana de zero, indicando que a grande maioria das aves não interagiu com o objeto na rampa nesta fase inicial. No grupo EA observou-se apenas a presença de um valor atípico, o que indica que uma ave picou o objeto uma única vez durante o período de observação. O Grupo Controlo, como na maioria dos outros comportamentos, apresentou uma ausência total de interação.

Frequência individual do comportamento “picar o objeto na rampa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) na semana 1 de avaliação

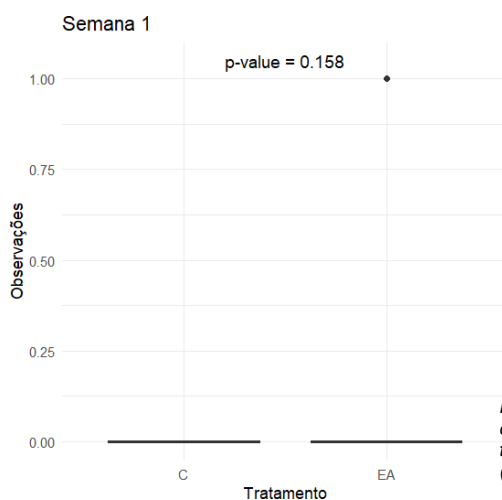


Figura 40 - Frequência do comportamento "picar o objeto na rampa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) na semana 1.

*Diferença estatística entre tratamentos

A interação com o objeto de enriquecimento picar a caixa (figura 41), ocorreu de forma esporádica e mostrou uma tendência de diminuição ao longo do tempo. Nas semanas 1 e 2, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p = 0,045$ em ambas as semanas). Esta significância resultou exclusivamente do facto do grupo Controlo não apresentar qualquer interação (valor zero), enquanto no grupo EA foram registadas ocorrências pontuais, representadas por um valor atípico, em cada semana. Apesar desta diferença estatística, a mediana do grupo EA manteve-se em zero, indicando que a interação com a caixa não constituiu um comportamento generalizado no bando (figura 42). Na semana 3, a diferença deixou de ser significativa ($p = 0,318$). Embora o grupo EA ainda apresentasse um *outlier*, a análise estatística sugere que os comportamentos de ambos os grupos se aproximaram dos valores nulos, refletindo uma possível perda de interesse ou habituação ao objeto de enriquecimento.

Frequência individual do comportamento “picar a caixa” nos grupos Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) ao longo das semanas de avaliação

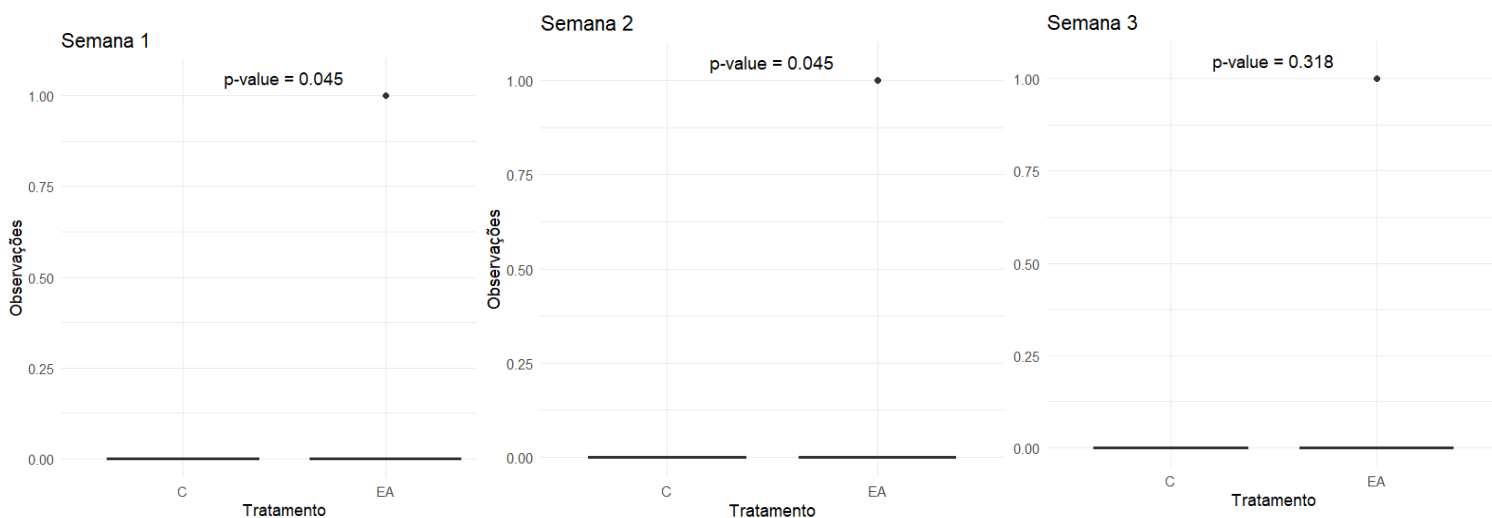


Figura 41 - Frequência do comportamento "picar a caixa" nos grupos submetidos ao tratamento Controlo (C) e Enriquecimento Ambiental (EA) durante as Semanas 1, 2 e 3.

Proporção de observações com comportamento picar a caixa > 0

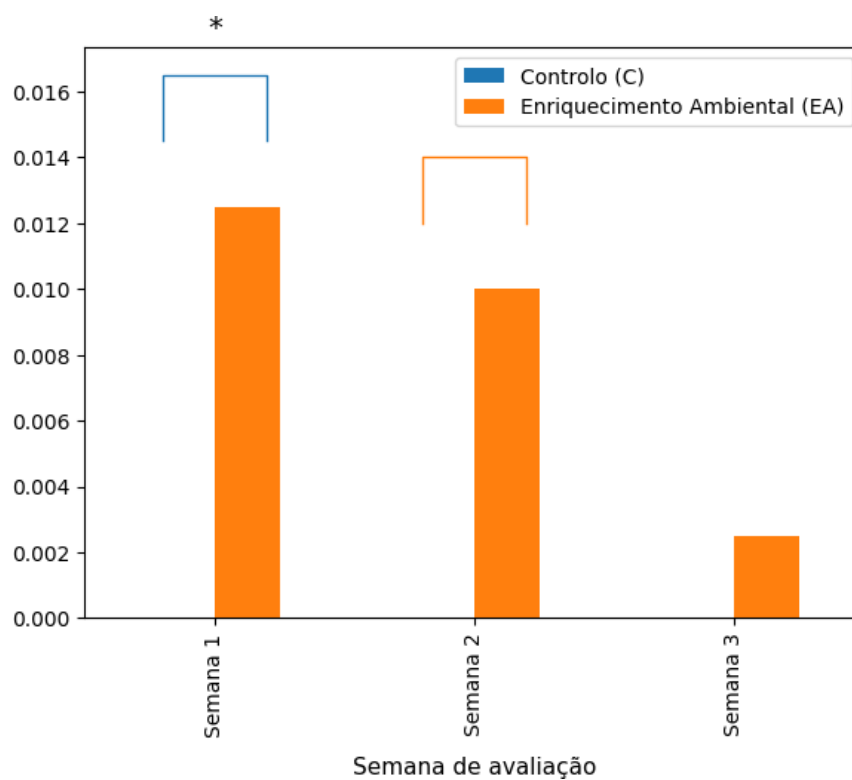


Figura 42 - Proporção de observações com picar a caixa > 0 nos grupos Controlo e Enriquecimento Ambiental nas semanas 1, 2 e 3.

*Diferença estatística entre tratamentos

5. Discussão dos Resultados

Os resultados deste estudo evidenciam que a introdução de enriquecimento ambiental em frangos de carne influenciou de forma consistente a dimensão comportamental ao longo do ciclo, reduzindo o descanso e aumentando a interação com os recursos disponibilizados. Esta redução da inatividade é particularmente relevante, uma vez que Riber et al. (2018) identificam o repouso excessivo como uma das maiores ameaças ao bem-estar e saúde das aves em sistemas intensivos. Em paralelo, os indicadores de desempenho produtivo avaliados, como o consumo alimentar, peso corporal e índice de conversão alimentar, não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos, o que indica que a introdução de EA não teve impacto negativo na produtividade. Embora tenha sido registado, em média, um peso superior no grupo enriquecido (1879,8g vs 1825,0g), esta diferença ($p=0,0769$) aponta para um efeito subtil que contrasta com os resultados de De Jong et al. (2021), que observaram uma redução no peso corporal e pior conversão em aves Ross 308 sob regimes de enriquecimento complexo, possivelmente associado ao aumento da atividade locomotora induzida por estruturas físicas mais exigentes. Esta abordagem estudada, centrada em substratos e plataformas acessíveis, alinha-se com a revisão de Riber et al. (2018), que sustenta que o enriquecimento bem planeado não compromete o desempenho zootécnico. Do ponto de vista global do repertório, observou-se que o enriquecimento promoveu uma interação crescente com os estímulos, passando de 46,75 interações na primeira semana para 136,69 na terceira. Esta evolução temporal sugere um processo de familiarização e habituação positiva, onde a estratégia de rotação de elementos parece ter sido fundamental para evitar a perda de interesse relatada por autores como SpieB et al. (2022), que notaram que o interesse dos frangos em objetos estáticos tende a declinar rapidamente após o efeito de novidade. Em contraste, o grupo controlo não apresentou alterações significativas nos comportamentos de estímulo ($p>0,46$), mantendo um padrão de monotonia ambiental. O descanso foi a variável que mais separou os tratamentos, com o grupo controlo a apresentar valores significativamente superiores em todas as semanas ($p<0,005$), confirmando a tese de Vasdal et al. (2018) de que a falta de estímulos induz a uma letargia forçada. Verificou-se que o efeito do EA está menos ligado ao “andar mais” e mais relacionado com a “agência”, a forma como as aves ocupam o tempo de forma intencional interagindo com os materiais, o que aproxima o perfil da Ross 308 ao comportamento exploratório de estirpes de crescimento lento descrito por Dixon (2020). O padrão do

comportamento “bicar o solo” reforça esta interpretação. Observou-se que, a partir da segunda semana, o grupo com o enriquecimento reduziu significativamente esta atividade ($p < 0,005$), redirecionando a motivação exploratória para a turfa, aparas e areia. Esta redistribuição da atividade oral para estímulos manipuláveis é corroborada por Baxter et al. (2019), que identificaram a turfa como um dos enriquecimentos mais eficazes para satisfazer as necessidades de forrageamento. Notou-se que a turfa foi o substrato de eleição para descanso e exploração, o que valida os estudos de Vasdal et al. (2018) sobre a preferência biológica por este material face às aparas convencionais. Relativamente ao banho de areia, embora proporção total tenha sido superior no controlo nas semanas 2 e 3, analisou-se que no grupo EA o comportamento ocorreu de forma localizada e regular na turfa ($p < 0,005$), demonstrando que o enriquecimento influenciou a qualidade e o local da expressão deste comportamento de conforto, tal como sugerido por Shields et al. (2004, 2005) ao estudarem as preferências de substrato. Quanto ao uso de estruturas, verificou-se uma utilização ativa e crescente da plataforma pelo grupo EA ($p < 0,005$), enquanto no controlo os valores foram nulos. Este comportamento de habituação ao espaço vertical alinha-se com Norring et al. (2016), que afirmam que frangos de carne preferem plataformas elevadas para o repouso, permitindo-lhes isolarem-se da cama húmida e reduzir o risco de dermatites, como discutido por Riber et al. (2018). Por outro lado, notou-se que as interações com objetos estáticos como a rampa ou a caixa foram esporádicas e diminuíram com o tempo, o que corrobora a tese de SpieB et al. (2022) de que objetos sem feedback sensorial ou alimentar perdem a atratividade precocemente. Por fim, os indicadores de bem-estar negativo registados neste estudo são globalmente tranquilizadores, com zero ocorrências de agitação, refugio ou posturas anormais. A agressividade foi quase inexistente, provando que a introdução de recursos não gerou competição social negativa, mantendo a docilidade típica da estirpe Ross 308 observada por Dixon (2020). Embora não tenham sido realizados testes específicos de medo, ausência de comportamentos de refúgio sugere que não se verificaram indicadores comportamentais evidentes de medo ou stress agudo, em linha com os resultados de Baxter et al. (2019), que reportaram menor resposta de evitamento em aves criadas em ambientes enriquecidos. Em síntese, este estudo demonstra que o enriquecimento ambiental altera claramente o padrão comportamental das aves, aumentando a interação com os recursos e reduzindo a inatividade sem comprometer o desempenho produtivo, servindo como uma estratégia viável para melhorar os padrões de bem-estar e sustentabilidade dos sistemas intensivos de produção avícola.

6. Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da implementação de enriquecimento ambiental em frangos de carne criados no solo, analisando simultaneamente parâmetros produtivos e indicadores comportamentais ao longo do ciclo de engorda. No conjunto, os resultados mostram que o enriquecimento alterou de forma clara o comportamento das aves, sem evidência de efeitos negativos nos principais parâmetros zootécnicos avaliados.

Relativamente ao desempenho produtivo, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos no consumo acumulado de alimento nem no índice de conversão alimentar. O peso corporal foi semelhante entre grupos, embora o grupo com enriquecimento tenha apresentado, em média, um valor superior aos 34 dias, sem significância estatística ao nível de 5% ($p \approx 0,076$). Assim, nas condições do ensaio, o enriquecimento não comprometeu o desempenho.

Do ponto de vista comportamental, o efeito foi mais evidente. As aves com enriquecimento aumentaram a interação com os recursos ao longo das semanas (46,75 na semana 1; 124,69 na semana 2; 136,69 na semana 3), o que mostra utilização efetiva e adaptação aos estímulos introduzidos. Em paralelo, no grupo enriquecido observou-se menos inatividade e mais exploração focada nos recursos, o que mostra que os materiais e as estruturas foram realmente utilizadas. Na prática, os dados mostram que o enriquecimento pode ser usado sem comprometer o desempenho produtivo, desde que os recursos sejam adequados, acessíveis e bem mantidos. Ainda assim, alguns comportamentos, sobretudo os de conforto, variam entre semanas e dependem do momento de registo, pelo que a discussão deve ficar presa ao que foi observado.

Por fim, reconhece-se que a inclusão de indicadores adicionais (por exemplo, avaliação locomotora clínica, lesões e qualidade da cama) poderia reforçar a ligação entre as alterações comportamentais e impactos diretos em saúde e bem-estar. Ainda assim, nas condições testadas, o enriquecimento mostrou-se uma intervenção viável para tornar o ambiente mais estimulante e promover maior atividade dirigida, sem penalização produtiva mensurável.

7. Anexos

<i>Idade (dias)</i>	<i>Peso corporal (g)</i>	<i>Ganho de peso diário (g)</i>	<i>Consumo diário (g)</i>	<i>Conversão alimentar</i>
0	44			
1	62	18		0,194
2	80	19	16	0,348
3	101	21	20	0,472
4	125	24	24	0,571
5	151	27	27	0,652
6	181	30	31	0,717
7	214	33	35	0,772
8	250	36	39	0,818
9	289	40	44	0,857
10	333	43	48	0,891
11	379	47	53	0,921
12	429	50	58	0,948
13	483	54	63	0,972
14	540	57	68	0,995
15	601	61	73	1,016
16	665	64	79	1,036
17	732	67	84	1,056
18	803	71	90	1,075
19	876	74	96	1,094
20	953	77	101	1,112
21	1033	80	107	1,130
22	1115	82	113	1,148
23	1200	85	119	1,66
24	1287	87	125	1,185
25	1377	90	131	1,203
26	1468	92	137	1,221
27	1562	94	142	1,239
28	1657	95	148	1,257
29	1754	97	154	1,275
30	1853	98	159	1,293
31	1952	100	164	1,312
32	2053	101	170	1,330
33	2154	102	175	1,367
34	2257	102	180	1,386

Anexo 1 - Ross 308AP

<i>Idade (dias)</i>	<i>Peso corporal (g)</i>	<i>Ganho de peso diário (g)</i>	<i>Consumo diário (g)</i>	<i>Conversão alimentar</i>
0	42			
1	55	13		
2	71	16		
3	90	19		
4	112	22		
5	138	26		
6	168	30		
7	202	34		0,891
8	240	38	40	0,917
9	283	43	44	0,933
10	330	47	50	0,952
11	382	52	57	0,971
12	440	58	64	0,991
13	503	63	73	1,012
14	570	67	80	1,029
15	639	69	84	1,050
16	711	72	91	1,072
17	786	75	98	1,094
18	864	78	105	1,116
19	945	81	111	1,138
20	1029	84	118	1,160
21	1116	87	125	1,182
22	1205	89	131	1,203
23	1296	91	137	1,224
24	1390	94	143	1,245
25	1486	96	149	1,265
26	1583	97	154	1,284
27	1682	99	160	1,303
28	1783	101	165	1,322
29	1886	103	169	1,340
30	1989	103	174	1,358
31	2094	105	178	1,375
32	2200	106	183	1,392
33	2306	106	187	1,409
34	2413	107	191	1,425

Anexo 2 - COBB500

8. Referência Bibliográficas

Appleby, M. C., Mench, J. A., & Hughes, B. O. (2004). Poultry behaviour and welfare. CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851996677.0000>

Aviagen. (2022). Ross 308/308 FF broiler: Performance objective 2022. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RosxRoss308-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf

Bailie, C. L., Ball, M. E. E., & O'Connell, N. E. (2013). Influence of the provision of natural light and straw bales on activity levels and leg health in commercial broiler chickens. *Animal*, 7(4), 618–626. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002108>

Baxter, M., Bailie, C. L., & O'Connell, N. E. (2019). Play behaviour, fear responses and activity levels in commercial broiler chickens provided with preferred environmental enrichments. *Animal*, 13(1), 171–179. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001118>

Bittar, C. M. M., & Slanzon, G. S. (2018). Comportamento estereotipado em bezerros. Educapoint. <https://www.educapoint.com.br/v2/blog/pecuaria-leite/comportamento-esteriotipado-em-bezerros/>

Broom, D. M., & Fraser, A. F. (2010). Comportamento e bem-estar de animais domésticos (4.^a ed.). Barueri: Manole.

Campoaves. (2024). O nosso Frango do Campo: Modo de Produção e Características. <https://www.campoaves.pt>

Campos, J. F. da R. (2015). Avaliação do bem-estar animal em frangos de engorda em regime intensivo [Dissertação de mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.5/8010>.

Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60(3), 219–225.

Comissão Europeia. (2008). Regulamento (CE) n.º 543/2008 da Comissão, de 16 de junho

de 2008, que estabelece regras de execução do Regulamento (CE) n.º 1234/2007 do Conselho no que respeita às normas de comercialização para a carne de aves de capoeira. Jornal Oficial da União Europeia, L 157.

Comissão Europeia. (2017). Commission Implementing Decision (EU) 2017/302 of 15 February 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU, for the intensive rearing of poultry or pigs.

Comissão Europeia. (2024). EU agricultural outlook for markets, income and environment 2024–2035. Directorate-General for Agriculture and Rural Development.

Conselho da União Europeia. (2007). Council Directive 2007/43/EC of 28 June 2007 laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production.

De Jong, I. C., Blaauw, X. E., van der Eijk, J. A. J., Souza da Silva, C., van Krimpen, M. M., Molenaar, R., & van den Brand, H. (2021). Providing environmental enrichments affects activity and performance, but not leg health in fast- and slower-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 241, 105375. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105375>

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. (2018). Manual de Bem-Estar Animal. DGAV.

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. (2021). Manual de bem-estar animal (2.^a ed.). DGAV.

Dixon, L. M. (2020). Slow and steady wins the race: The behaviour and welfare of commercial faster growing broiler breeds compared to a commercial slower growing breed. *PLOS ONE*, 15(4), e0231006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231006>

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2023). Welfare of broilers on farm. *EFSA Journal*, 21(2), e07788. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7788>

Farm Animal Welfare Council. (1992). FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record*, 131, 357.

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral. (2020, julho). Análise setorial: Carne de aves.

https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Documentos_PEPAC/An%C3%A1lise_setorial_Aves.pdf

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral. (2020, julho). Análise setorial: Ovos.

https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Documentos_PEPAC/An%C3%A1lise_setorial_Ovos.pdf

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP). (2022). Atividade suinícola: Diagnóstico do setor e propostas de medidas de promoção da sustentabilidade. https://www.gpp.pt/images/Observatorio_Precos/Relatorios_analise_setores/Relatorio_GTSuicultura_Diagnostico.pdf

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP). (2021). Diagnóstico OE3 (PEPAC) – Documento de diagnóstico. https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Documentos_PEPAC/Diagn%C3%B3stico_OE3.pdf

Hubbard. (2024). Premium Product Range: JA 57 and Redbro. Hubbard Breeders. www.hubbardbreeders.com

IACA. (2022). Estatística mensal da produção a partir de uma amostra de matadouros – maio 2022. <https://www.iaca.pt/wp-content/uploads/2022/07/Estatistica-MAIO-2022.pdf>

Instituto Nacional de Estatística. (2021). Recenseamento Agrícola 2019 - Análise dos principais resultados. INE, I.P.

Instituto Nacional de Estatística. (2025). Balanço Alimentar Português. INE, I.P.

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2024). Agricultural statistics 2023 [Relatório].

Instituto Nacional de Estatística (INE). (2025). Estatísticas Agrícolas 2024 [Relatório].

Kwon, B.-Y., Park, J., Kim, D.-H., & Lee, K.-W. (2024). Assessment of welfare problems in broilers: Focus on musculoskeletal problems associated with their rapid growth. *Animals*, 14(7), 1116. <https://doi.org/10.3390/ani14071116>

Leonard, M. L., & Horn, A. G. (1995). Crowing in relation to status in roosters. *Animal Behaviour*, 49(5), 1283–1290. <https://doi.org/10.1006/anbe.1995.0160>

Liu, Z. (2019). The effects of environmental enrichment on the health, behaviour, and welfare of fast-growing broilers [Dissertação de mestrado, University of Guelph].

Manning, L., Chadd, S. A., & Baines, R. N. (2007). Key health and welfare indicators for broiler production. *World's Poultry Science Journal*, 63(1), 46–62. <https://doi.org/10.1017/S0043933907001262>

Mateus, D. S. M. (2025). Análise do crescimento de frangos de carne em regime ao ar livre: Comparação entre estirpes comerciais [Dissertação de mestrado, Escola Superior Agrária de Bragança].

Mellor, D. (2017). Operational Details of the Five Domains Model and Its Key Applications to the Assessment and Management of Animal Welfare. *Animals*, 7(12), p.60.

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MADRP), Gabinete de Planeamento e Políticas. (2007). Carne: Diagnóstico sectorial.

Ministério da Agricultura. (2020, maio 20). Plano de medidas excecionais para o setor agroalimentar no quadro da pandemia COVID-19 (Versão 3). https://www.gpp.pt/images/Destaques/Plano_medidas_execionais_MA_ers%C3%A3o_3_20_maio_2020.pdf

Hogan, J. A. (1971). The development of a hunger system in young chicks. *Behaviour*, 39(2), 128–201. <https://doi.org/10.1163/156853971X00212>

Mira, L. (2019, 12 de junho). A agricultura e os fundos comunitários. *ECO*. <https://eco.sapo.pt/opiniao/a-agricultura-e-os-fundos-comunitarios/>

Nazareno, A. C.; Pandorfi, H.; Guiselini, C.; Vigoderis, R. B.; Pedrosa, E. M. R. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 13-22, 2011.

Nicol, C. J., Abeyesinghe, S. M., & Chang, Y.-M. (2024). An analysis of the welfare of

fast growing and slower-growing strains of broiler chicken. *Frontiers in Animal Science*, 5, 1374609. <https://doi.org/10.3389/fanim.2024.1374609>

Olanrewaju, H. A., Miller, W. W., Maslin, W. R., Collier, S. D., Purswell, J. L., & Branton, S. L. (2016). Effects of light sources and intensity on broilers grown to heavy weights. Part 1: Growth performance, carcass characteristics, and welfare indices. *Poultry Science*, 95(4), 727–735. <https://doi.org/10.3382/ps/pev360>

Portugal. (2001). Decreto-Lei n.º 276/2001, de 17 de outubro sobre a proteção e bem-estar dos animais.

República Portuguesa. (2010). Decreto-Lei n.º 79/2010, de 25 de junho (Estabelece as regras mínimas para a proteção dos frangos para consumo humano e transpõe a Diretiva 2007/43/CE). *Diário da República*.

Riber, A. B., van de Weerd, H. A., de Jong, I. C., & Steinfeldt, S. (2018). Review of environmental enrichment for broiler chickens. *Poultry Science*, 97(2), 378–396.

RSPCA. (2024). Meat chicken standards comparisons (21 Oct 2024). *RSPCA Science*.

RSPCA. (2021, April 19). How can free-range layer hens be encouraged to use the range area? *RSPCA Knowledgebase*.

Soares, M. C. (2019, 5 de maio). Produção avícola em Portugal: Evolução e perspectivas. *Agroportal*. <https://www.agroportal.pt/producao-avicola-em-portugal-evolucao-e-perspectivas-manuel-chaveiro-soares/>

Spieß, F., Reckels, B., Abd-El Wahab, A., Ahmed, M. F. E., Sürrie, C., Auerbach, M., Rautenschlein, S., Distl, O., Hartung, J., & Visscher, C. (2022). The influence of different types of environmental enrichment on the performance and welfare of broiler chickens and the possibilities of real-time monitoring via a farmer-assistant system. *Sustainability*, 14, 5727. <https://doi.org/10.3390/su14095727>

Vargas, L. F. de. (2019). Efeito da adição de diferentes nutrientes na dieta sobre a qualidade das carcaças e prevenção de peito madeira e estrias brancas em frangos de corte [Dissertação de mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Repositório. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4448>

Weimer, S. L., Mauromoustakos, A., Karcher, D. M., & Erasmus, M. A. (2020). Differences in performance, body conformation, and welfare of conventional and slow-growing broiler chickens raised at two stocking densities. *Poultry Science*, 99(9), 4398–4407. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.009>

Young, R. J. (2003). *Environmental Enrichment for Captive Animals*. Blackwell Science Ltd.

Zhou, S., Watcharaanantapong, P., Yang, X., Thornton, T., Tabler, T., Prado, M., & Zhao,

Y. (2024). Evaluating broiler welfare and behavior as affected by growth rate and stocking density. *PoultryScience*, 103, 10345.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103459>

Zuidhof, M. J.; Schneider, B. L.; Carney, V. L.; Korver, D. R.; Robinson, F. E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, v. 93, n. 12, p. 2970–2982, 2014.

