

**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Zootecnia

Dissertação

*Utilização de um programa de restrição  
luminosa e seu efeito nas performances  
produtivas e na ingestão de água de  
frangos de carne*

Autor: *Elizete Maria Guerreiro Coelho*  
Orientador: *Amadeu Borges Freitas*

Maio 2013

Mestrado em Zootecnia

Dissertação

*Utilização de um programa de restrição luminosa e seu efeito nas performances produtivas e na ingestão de água de frangos de carne*

Autor: *Elizete Maria Guerreiro Coelho*

Orientador: *Amadeu Borges Freitas*

# RESUMO

Esta dissertação incidiu sobre o efeito de um programa de restrição luminosa na evolução do peso vivo, mortalidade, consumo e comportamento de ingestão de água, distúrbios no aparelho locomotor e comportamento de locomoção em frangos de carne (broilers) em comparação com um programa de luz convencional (C) com regime de luz próximo do contínuo (23L:1E), segundo a legislação em vigor à data do ensaio.

O programa de luz experimental (E) consistiu em 6 ciclos de horas de luz (L) e de escuro (E), com 24L, do 1º ao 5º dia de vida, 18L:6E, do 6º ao 8º dia de vida, 14L:10E, do 9º ao 15º dia de vida, 16L:8E, do 16º ao 22º dia de vida, 18L:6E, do 23º ao 29º dia de vida e 22L:2E<sup>1</sup>, a partir do 29º dia de vida, até ao dia do abate.

O ensaio envolveu 277500 aves da estirpe Minibro Shaver, divididas em seis grupos, três séries experimentais sujeitas ao programa de luz experimental e três séries convencionais submetidas ao programa de luz convencional. Todos os bandos foram alojados em pavilhões idênticos e sujeitos às mesmas operações de manejo.

O programa E influenciou de forma positiva ( $P \leq 0,001$ ) a evolução do peso vivo aos 22 e 43 dias de vida, verificando-se que durante a engorda ocorreram duas fases referentes ao peso vivo, a fase retardante, até aos 22 dias de vida e fase compensatória, dos 22 até aos 43 dias de vida. As séries E apresentaram um peso inferior até ao 22º dia de vida (tratamento E: 605,8 g/ave; tratamento C: 668,5 g/ave) e na idade de abate (43 dias de vida) obtiveram um peso superior (tratamento E: 2164,4 g/ave) em relação às séries C (tratamento C: 2075,2 g/ave).

O programa de luz experimental não influenciou a mortalidade ( $P > 0,05$ ), que foi de 4,24% para o tratamento E e 6,05% para o tratamento C. O consumo de água total

---

<sup>1</sup> Atualmente a legislação não permite períodos de escuridão inferiores a 6 horas.

também não apresenta diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, mas o consumo de água na fase de restrição luminosa é influenciado significativamente ( $P<0,01$ ) pelo programa de luz experimental.

Segundo uma apreciação subjetiva, os bandos sujeitos ao tratamento E apresentam menos anomalias no aparelho locomotor em comparação com os bandos sujeitos ao tratamento C, pois as aves exibem mais atividade e maior facilidade de locomoção.

**Palavras/Termos Chave:** Programa de luz; Crescimento compensatório; Peso vivo; Mortalidade; Consumo de água; Frangos de carne-“broilers”.

# ABSTRACT

## **Use of a light restriction program and its effect on productive performance and water intake of broilers chickens**

This dissertation evaluates the effect of an the experimental program of light restriction on the evolution of body weight, mortality, consumption and behavior of water intake, disturbances in the locomotion system and locomotion behavior in broiler chickens in comparison with a conventional light program (C) with light regime near to the continuous (23 L: 1E) according to the legislation in force at the date of the experiment.

The experimental lighting program (E) consisted of 6 cycles of light (L) and dark (E), with 24L, from the 1st to the 5th day of life, 18L:6E, from the 6th to 8th day of life, 14L:10E, from the 9th to 15th day of life, 16L:8E, from the 16th to 22nd day of life, 18L:6E, from the 23rd to the 29th day life and 22L:2E<sup>2</sup>, from the 29th day of life, until the slaughter day.

The experiment involved 277500 birds of the Minibro Shaver strain, divided into six groups, three experimental series submitted to the experimental lighting program and three conventional series submitted to the conventional lighting program. All flocks were housed in identical pavilions and submitted to the same production system.

The experimental lighting program influenced ( $P \leq 0,001$ ) body weight at the 22nd and 43rd days of life. It was observed that during the broiler production two stages related to body weight occurred, the retardant stage until 22 days of life, and the compensatory stage from the 23rd until the 43th day of life. They presented a lower weight until the 22nd day of life (treatment E: 605,8 g/bird; treatment C: 668,5 g/bird) and at the age of

---

<sup>2</sup> Currently the legislation does not allow periods of darkness below six hours.

slaughter (43 days of life) obtained a higher weight (treatment E: 2164,4 g/bird) when compared to the C series (treatment C: 2075,2 g/bird).

The experimental lighting program did not influence mortality ( $P \geq 0,05$ ), which was 4,24% to treatment E and 6,05% to treatment C. The total water intake didn't show significant differences too ( $P \geq 0,05$ ) among treatments, but during light restriction, water consumption was significantly influenced ( $P \leq 0,01$ ) by the experimental lighting program.

Concerning locomotion issues subjective evaluation, the flocks submitted to the treatment E had fewer anomalies in the locomotive system (leg disorders) in comparison to the flocks submitted to the treatment C, because they exhibited more activity and greater ease of locomotion.

**Keywords:** Lighting program; Compensatory growth; Body weight; Mortality; Water consumption; Broiler chickens.

# ÍNDICE GERAL

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. PROGRAMAS DE LUZ.....	3
2.1.1. Luz.....	3
2.1.2. Tipos de Programas de luz.....	6
2.1.3. A Utilização de Programas de Luz na Produção de Frangos de Carne.....	8
2.2. CRESCIMENTO.....	13
2.2.1. Curvas de Crescimento.....	14
2.2.2. Crescimento Compensatório.....	16
2.2.2.1. Crescimento Compensatório em Frangos de Carne.....	18
2.3. RESTRIÇÃO ALIMENTAR.....	20
2.3.1. Restrição Alimentar Qualitativa.....	20
2.3.2. Restrição Alimentar Quantitativa.....	22
2.3.2.1. Restrição Alimentar Através de Programas de Luz.....	23
2.3.3. Fase de Aplicação e Intensidade de Restrição Alimentar .....	26
2.4. EFEITOS DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR E POSTERIOR CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO.....	29
2.4.1. Efeito Sobre a Morfologia e a Fisiologia do Trato Gastrointestinal.....	30
2.4.2. Efeito Sobre as Performances de Crescimento.....	31
2.4.3. Efeito Sobre as Características da Carcaça.....	33
2.4.4. Efeito Sobre os Problemas Locomotores.....	36
2.4.5. Efeito Sobre a Mortalidade.....	36
2.4.6. Efeito Sobre os Custos de Produção.....	37

<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	40
3.1. LOCAL.....	40
3.2. INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS.....	40
3.3. MANEIO GERAL.....	43
3.4. ANIMAIS UTILIZADOS.....	45
3.5. PROGRAMA DE LUZ.....	46
3.6. PARAMETROS DETERMINADOS.....	48
3.7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	51
<b>4. RESULTADOS E DISCUSÃO</b> .....	52
4.1. EVOLUÇÃO DO PESO VIVO.....	52
4.2. HOMOGENEIDADE DO PESO VIVO DOS BANDOS.....	55
4.3. GANHO MÉDIO DIÁRIO.....	56
4.4. MORTALIDADE.....	59
4.5. CONSUMO E COMPORTAMENTO DE INGESTÃO DE ÁGUA.....	64
4.5.1. Consumo de Água.....	65
4.5.2. Consumo de Água na Fase de Restrição Luminosa.....	68
4.6. ESTADO DO APARELHO LOCOMOTOR.....	72
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	74
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</b> .....	77
<b>ANEXOS</b>	



# ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Temperaturas ideais nos pavilhões em função da idade do bando.....	44
<b>Quadro 2</b> - Alimentos compostos utilizados.....	44
<b>Quadro 3</b> - Plano temporal das séries de engorda e efetivos utilizados.....	46
<b>Quadro 4</b> - Programas de luz.....	47
<b>Quadro 5</b> - Programas de luz experimental (horário) .....	48
<b>Quadro 6</b> - Peso vivo (g/ave) dos frangos (média ± desvio - padrão) .....	52
<b>Quadro 7</b> - Coeficiente de variação (%) do peso vivo dos frangos (média ± desvio-padrão) .....	55
<b>Quadro 8</b> - Ganho médio diário (g/dia) dos frangos (média ± desvio-padrão) .....	57
<b>Quadro 9</b> - Taxa de mortalidade acumulada (% do efetivo inicial) dos frangos.....	59
<b>Quadro 10</b> - Consumo de água acumulado (L/100 aves) dos frangos (média ± desvio-padrão) .....	65
<b>Quadro 11</b> - Consumo de água acumulado (L/100 aves), em média, durante 24 horas do 9º/10º dia de vida (das 7 as 7 horas) e durante 24 horas do 10º/11º dia de vida (das 7 às 7 horas) (média ± desvio-padrão) .....	68

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação esquemática de curvas de crescimento de frangos de carne. (Adaptado de Leeson e Summers, 1991).....	15
<b>Figura 2</b> - Curvas comparativas do peso corporal de frangos de carne em função do manejo alimentar (Rosa et al. 2000).....	16
<b>Figura 3</b> - Evolução do peso vivo (g/ave) nos bandos sujeitos ao programa de luz experimental (E) e convencional (C).....	54
<b>Figura 4</b> – Ganho médio diário (g/dia) na globalidade do ensaio dos bandos sujeitos ao programa de luz experimental (E) e convencional (C).....	58
<b>Figura 5</b> - Efeito do programa de luz sobre a taxa de mortalidade acumulada (em percentagem do efetivo inicial).....	60
<b>Figura 6</b> - Taxa de mortalidade acumulada (em percentagem do efetivo inicial) nos seis bandos estudados.....	61
<b>Figura 7</b> - Taxa de mortalidade diária incluindo aves eliminadas, em percentagem do efetivo inicial. (E: média dos bandos sujeitos a programa de luz experimental; C: média dos bandos sujeitos a programa de luz convencional).....	62
<b>Figura 8</b> - Taxa de mortalidade espontânea diária (em % do efetivo inicial).....	63
<b>Figura 9</b> - Taxa de aves eliminadas diariamente (em % do efetivo inicial).....	64
<b>Figura 10</b> - Consumo diário de água dos bandos à engorda. (E: bandos sujeitos a programa de luz experimental; C: bandos sujeitos a programa de luz convencional)...	66
<b>Figura 11</b> - Evolução do consumo horário de água, durante a fase de aplicação do programa de luz experimental (E: 9°, 10° e 11 ° dias de vida; 14 horas de luz e 10 horas de escuro) e convencional (C: 9°, 10° e 11° dia de vida; 23 horas de luz e 1 hora de escuro).....	69
<b>Figura 12</b> - Evolução do consumo acumulado de água durante a fase de aplicação do programa de luz experimental (E: 9°, 10° e 11° dias de vida; 14 horas de luz e 10 horas de escuro) e convencional (C: 9°, 10° e 11° dias de vida; 23 horas de luz e 1 hora de escuro).....	71

# INTRODUÇÃO

A presente dissertação, no âmbito do programa “Vale a pena ser Mestre”, resulta da adaptação e actualização do trabalho de fim de curso da Licenciatura em Engenharia Zootécnica efectuado e discutido em 1999.

Durante as últimas décadas a constante seleção genética, a evolução das técnicas de manejo e o melhoramento na nutrição avícola traduziram-se em constantes aumentos da produtividade dos sistemas de produção de carne de frango. Os constantes aumentos do ganho médio diário dos frangos têm permitido, sistematicamente, diminuir o tempo necessário para se obter o peso de abate (Portsmouth e Hand, 1987).

Se a estratégia seguida em termos de seleção e de melhoramento das estirpes de aves utilizadas na produção de carne de frango permitiu incrementar a produtividade, através da melhoria do crescimento (ganho médio diário) e da eficiência alimentar (diminuição do índice de conversão alimentar) também se traduziu no aumento da deposição de gordura, da incidência de problemas a nível das patas e do aumento de distúrbios metabólicos e circulatórios (Leeson e Summers, 1988; Yu e Robinson, 1992; Buyse et al., 1996b; Donald et al., 2001), particularmente em frangos alimentados “ad libitum” (Pasternak e Shalev, 1983) ou com programas contínuos de luz ou próximos do contínuo (Rutz e Bermudez, 2004; Lopez et al., 2007).

A utilização de programas de luz contínua tem sido uma prática corrente na produção de frangos de carne (Kawauchi et al., 2008), uma vez que o aumento de horas de luz permite uma maior ingestão de alimento e, conseqüentemente, maximizar o crescimento. Todavia, a utilização de programas de restrição luminosa tem evidenciado benefícios em relação aos programas de luz contínua (Plavnik e Hurwitz, 1990; Leeson et al., 1991; Joly, 1992b; Susbilla et al., 1994; Plavnik et al., 1996; Buyse et al., 1996b;

Zubair e Leeson, 1996b; Renden et al., 1996; Gordon e Tucker, 1997; Tottory et al., 1997; Kawauchi et al., 2008). Estes autores salientam a obtenção de maiores ganhos de peso corporal, a melhor eficiência de utilização do alimento, a otimização do desenvolvimento do esqueleto, a redução do conteúdo de gordura na carcaça, e a diminuição da mortalidade e de problemas de patas.

Por outro lado, a utilização de programas de restrição luminosa na fase inicial, ao diminuir o tempo de acesso dos frangos ao alimento traduz-se, em termos práticos, numa restrição alimentar precoce, permitindo aproveitar a posterior capacidade de crescimento compensatório das aves e, assim otimizar a eficiência do sistema produtivo. Numerosos autores (Leeson e Summers, 1988; Plavnik e Hurwitz, 1990; Buyse et al., 1996b; Rutz e Bermudez, 2004; Classen, 2004; Kawauchi et al., 2008; Schwean-Ladner e Classen, 2010) têm salientado que a restrição alimentar na fase inicial do crescimento dos frangos evita a deposição excessiva de gordura na carcaça, e diminui os distúrbios metabólicos e os problemas ósseos, usuais na alimentação “ad libitum”. A restrição alimentar precoce altera a curva normal de crescimento, observando-se uma depressão inicial seguida de crescimento compensatório (Joly, 1992a; Buyse et al., 1996b; Zubair e Leeson, 1996b).

Face aos potenciais benefícios da utilização da restrição alimentar na fase inicial do crescimento através da utilização de programas de restrição luminosa; foi desenvolvido no Aviário da Herdade da Daroeira, exploração integrada no grupo avícola Valouro, um estudo para testar em condições reais de produção existentes no Sul de Portugal, o efeito de um programa de restrição luminosa sobre a evolução do peso vivo, o consumo de água e a mortalidade em frangos de engorda, comparativamente à utilização de um programa de luz próximo do contínuo.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. PROGRAMAS DE LUZ**

#### **2.1.1. Luz**

A luz é uma importante ferramenta de gestão para regular a produção e bem-estar de frangos de carne, modulando vários caminhos fisiológicos e comportamentais (Schwean-Ladner et al., 2010). Tem uma importância fundamental, influenciando o consumo de alimento, as performances produtivas e o bem-estar das aves, repercutindo-se na rentabilidade dos aviários.

Os frangos de carne são produtos da genética, da nutrição e do ambiente, e na interação com os seus genes, existem uma série de fatores ambientais, entre eles a luz visível, que é uma onda eletromagnética onde os comprimentos de onda variam entre 400 e 750nm e se inclui num determinado intervalo dentro do qual o olho da ave é sensível (Pilecco et al., 2010).

O programa de luz é um importante instrumento de manejo na produção de aves, abrangendo diferentes aspetos como: o tipo de fonte de luz utilizada, a intensidade, o comprimento de onda e a duração e distribuição do fotoperíodo. A manipulação do fotoperíodo é o aspeto mais importante na regulação da luz na produção de frangos de carne, sendo uma das formas de controlar o seu crescimento (Deep et al., 2012).

Sendo o fotoperíodo a duração do período de luz é essencialmente uma alteração na intensidade luminosa (medida por unidades de lux) percebida pela ave, e uma função do comprimento de onda de uma determinada fonte de luz e da sensibilidade individual do animal para aquele comprimento de onda (Martrenchar et al., 1999).

A intensidade luminosa, a distribuição, a cor e as horas de luz afetam o desempenho e o bem-estar das aves. Durante a fase de cria e recria, o posicionamento adequado das fontes de luz e a sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor, enquanto na fase de crescimento a iluminação pode ser útil para moderar o ganho de peso e otimizar a eficiência da produção e a saúde das aves (Mendes et al., 2010).

Sabe-se que as aves percebem a luz através dos recetores da retina e da penetração da luz na pele, estimulando as partes fotossensíveis do cérebro (Davis e Siopes, 1996). Lewis e Morris (2006) indicam que a habilidade das aves em visualizar cores é similar a dos humanos, se bem que as aves não podem ver com precisão a luz de onda curta. A retina do olho das aves contém cones que, quando estimulados por diferentes comprimentos de ondas de luz, transmitem a informação de cor ao cérebro. A cor, é essencialmente uma alteração na intensidade em certos comprimentos de onda (Bichara e Valeri, 2011).

As luzes incandescentes apresentam um aspeto de luz vermelha, enquanto as luzes fluorescentes brancas apresentam um aspeto azulado. Isto acontece porque as luzes incandescentes originam comprimentos de onda mais longos (vermelho) enquanto as luzes fluorescentes, mais curtos (verde e azul). O comprimento de onda da luz influencia a agressividade dos frangos de carne, sendo esta maior em comprimentos mais longos (luz vermelha) e menor em mais curtos (luz azul) (Mendes et al., 2010).

Os tipos mais comuns de iluminação em aviários são as lâmpadas incandescentes e as fluorescentes. Porém, há uma nova lâmpada já testada e de grande utilidade e economia no sector avícola: a lâmpada de vapor de sódio. As lâmpadas fluorescentes comparativamente às lâmpadas incandescentes, consomem menos energia e originam uma menor incidência de problemas nos membros das aves. As lâmpadas

incandescentes são muito utilizadas na produção de aves de engorda, entretanto as lâmpadas fluorescentes possuem várias vantagens, como: vida útil, vinte vezes mais longa e quatro vezes mais eficiência energética que as lâmpadas incandescentes, aparente percepção mais "brilhante e clara", tornando mais fácil o manejo em comparação com lâmpadas incandescentes de mesma intensidade (Mendes et al., 2010). Por outro lado, as lâmpadas fluorescentes apresentam maior custo inicial e produzem mais luz por watt, mas como a intensidade diminui com o tempo, as lâmpadas necessitam de ser substituídas. Já as lâmpadas de vapor de sódio apresentam maior custo inicial, mas têm menor manutenção e maior vida útil (Mendes et al., 2010).

A quantidade e a intensidade da luminosidade influenciam a atividade dos frangos de carne. A luz mais brilhante é usada para aumentar a atividade das aves, como é o caso dos primeiros dias. A luz ténue é mais efetiva para controlar comportamentos agressivos como canibalismo. A luz de baixa intensidade também ajuda a aumentar a eficiência alimentar, pois acarreta uma menor atividade e um menor desperdício de ração (Deep et al., 2012).

A estimulação correta da atividade durante os primeiros 5-7 dias de idade é necessária para que o consumo alimentar e o desenvolvimento dos sistemas digestivo e imunológico sejam os melhores possíveis. A agressividade também pode ser atenuada com baixas intensidades de luz, conferindo maior bem-estar às aves. Contudo, uma luminosidade demasiado baixa pode originar desconforto e eventualmente originar alterações morfológicas do olho (Jenkins et al., 1979). Mais recentemente, Deep et al. (2010) investigaram o efeito da intensidade da luz (1, 10, 20 e 40 lux) nas performances produtivas e no bem-estar de frangos criados até aos 35 dias de idade, tendo concluído que a intensidade não influenciava significativamente o peso corporal, a ingestão de

alimento, o índice de conversão alimentar e a mortalidade, enquanto a carcaça, peito e coxa, expressos em percentagem do peso vivo, decresciam linearmente com o aumento da intensidade. A utilização de 1 lux de intensidade aumentou a incidência de lesões oculares, traduzindo-se na redução do bem-estar das aves.

O Decreto-Lei nº79/2010, que estabelece as regras mínimas para a proteção de frangos de carne determina que todos os pavilhões devem dispor de iluminação com uma intensidade mínima de 20 lux durante os períodos de iluminação, medida ao nível da ave e iluminando pelo menos 80% da superfície utilizável.

### **2.1.2. Tipos de programas de luz**

Os programas de luz utilizados em avicultura podem ser classificados em luz constante, intermitente e crescente (Rutz e Bermudez, 2004). Atualmente os programas de luz intermitente e crescente são os mais estudados, no entanto, em termos de aplicabilidade, o programa de luz crescente é o mais utilizado (Brito, 2010).

O programa de luz constante utiliza um fotoperíodo de mesmo comprimento durante todo o ciclo de crescimento, possibilitando acesso uniforme aos comedouros durante todo o dia. Este tipo de programa baseia-se no princípio de que as aves consomem pequenas quantidades de alimento em intervalos regulares.

O programa de luz intermitente apresenta ciclos repetidos de luz e escuro dentro de um período de 24 horas. A utilização deste tipo de programa permite, por um lado, uma melhor sincronização entre o consumo de alimento e a passagem do bolo alimentar pelo aparelho digestivo das aves, e por outro, que as aves reduzam a produção de calor nos períodos de obscuridade (Kawauchi et al., 2008).



Embora aves expostas à luz crescente alcancem aos 42 dias o peso semelhante ao daquelas que recebem luz contínua, pintos expostos à luz intermitente apresentam redução no crescimento durante a segunda semana de idade, realizando posteriormente um crescimento compensatório (Rutz e Bermudez, 2004).

Nos programas de luz crescente o fotoperíodo é adaptado ao desenvolvimento da ave, aumentando com o avanço da idade do frango. O recurso a um fotoperíodo inicial de curta duração tem como objetivo uma redução do consumo de alimento e do ganho de peso, mas sem afetar o desenvolvimento do esqueleto, para que este possa suportar o desenvolvimento futuro da massa muscular. Além disso, na fase final do ciclo de produção, o aumento do fotoperíodo e conseqüentemente do consumo de alimento, permite que os frangos exibam crescimento compensatório (Kawauchi et al., 2008).

O Decreto-Lei nº79/2010, que estabelece as regras mínimas para a proteção de frangos de carne estabelece que “num prazo de sete dias a partir do momento em que os frangos são colocados nos pavilhões e até três dias antes do momento previsto para o abate, a iluminação deve seguir um ritmo de vinte e quatro horas e incluir períodos de escuridão de, pelo menos, seis horas no total com, pelo menos, um período ininterrupto de escuridão de, no mínimo, quatro horas”.

Para a eficiência de um programa de luz deve-se ajustar o programa de luz conforme o objetivo do lote, ter em consideração a época do ano e ajustar a intensidade e quantidade de luz por fases da vida da ave. O posicionamento adequado das fontes de luz e a sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor durante a fase de recria; durante a fase de crescimento, a iluminação pode ser útil para moderar o ganho de peso e otimizar a eficiência da produção e a saúde do bando (Martrenchar et al., 1999).

### **2.1.3. A utilização de programas de luz na produção de frangos de carne**

Durante muitos anos, na produção de frangos de carne utilizaram-se programas de luz com fotoperíodo de 23 a 24 horas de luz diária, com o objetivo de permitir o acesso uniforme das aves à ração durante todo dia, propiciando condições para o máximo consumo e ganho de peso pelo estímulo à ingestão de ração em períodos regulares durante o dia (Abreu e Abreu, 2011).

No final dos anos 80, Classen e Riddell (1989) compararam a utilização de programas de luz quase contínua (23 horas) com programas de luz crescente em frangos de carne criados até aos 42 dias de idade, tendo concluído que o ganho de peso era semelhante, que o consumo de alimento era superior no programa de luz quase contínua, mas a conversão alimentar era melhor com o programa de luz crescente.

Renden et al. (1996) não encontraram diferenças no peso das carcaças e nos rendimentos das asas e peito de frangos submetidos a programas de luz quase contínua (23 horas), constante (16 horas) e intermitente, embora o rendimento das coxas fosse maior nas aves submetidas a 16 horas de luz que nas submetidas a 23 horas.

Classen (2004) estudou o efeito do fornecimento de 12, 16 e 20 horas de luz sobre as performances de crescimento, a conversão alimentar e a saúde de frangos, tendo constatado que o crescimento se reduzia de forma linear com a diminuição das horas de luz, enquanto a conversão alimentar melhorava e os problemas de saúde e a mortalidade decresciam, pelo que concluiu que a utilização de fotoperíodos de menor duração, comparativamente a programas de luz quase contínua, era vantajoso, quer em termos de bem-estar das aves, quer em termos económicos. Este autor refere que os seus

resultados eram concordantes com os referidos na bibliografia, nomeadamente o facto do aumento da exposição à obscuridade se traduzir no menor crescimento na fase inicial, que era recuperado com a exibição de crescimento compensatório na fase final da engorda, a melhoria em termos de conversão alimentar, originada por um menor metabolismo durante a fase de obscuridade, e conseqüentemente, por menores necessidades de manutenção e pela diminuição da incidência de transtornos metabólicos e locomotores, originando taxas de mortalidade menores.

Kawauchi et al. (2008) avaliaram o efeito da utilização de um programa de 23 horas de luz e de um programa de luz crescente sobre o desempenho e rendimento de carcaça, as peças da carcaça e as vísceras comestíveis de frangos de carne criados até aos 49 dias de idade, tendo concluído que na fase inicial de crescimento as aves mantidas no programa de luz crescente apresentaram menor ganho de peso e consumo de ração em relação àquelas submetidas à luz contínua. Porém, na fase final não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos, tendo concluído que se registou crescimento compensatório nos frangos criados sob o programa de luz crescente.

Moraes et al. (2008) avaliaram os efeitos de programas de 23 horas de luz, 16 horas de luz, crescente e luz natural sobre o desempenho, rendimento de carcaça e resposta imunológica de frangos de carne criados até aos 45 dias tendo concluído que as aves submetidas ao programa de luz crescente apresentaram maior peso vivo e consumiram mais alimento que as aves submetidas aos restantes programas de luz. Contudo, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça e a produção de anticorpos para a doença de Newcastle não foram significativamente influenciadas pelo programa de luz.

Mais recentemente, Schwean-Lardner e Classen (2010) estudaram o efeito do fornecimento de 14, 17, 20 e 23 horas de luz, intervaladas por um único período de

obscuridade sobre parâmetros produtivos, a saúde e o bem-estar e o rendimento ao abate de frangos de carne, tendo chegado à conclusão que o número de horas de luz teve um importante impacto no crescimento. A taxa de crescimento mais elevada foi obtida com o fornecimento de 20 horas de luz, independentemente da idade com que os frangos foram abatidos. Fotoperíodos de 14 ou menos horas de luz reduzem o crescimento, enquanto a utilização de programas de luz quase contínuos (23 horas) não se traduz na obtenção de crescimentos superiores.

Com o aumento da idade de abate, a adoção de fotoperíodos mais curtos otimiza o crescimento, pelo que nos frangos abatidos com pesos mais elevados, o fotoperíodo deve ter menor duração comparativamente ao utilizado em frangos abatidos com menor idade (Schwean-Lardner e Classen, 2010).

No que diz respeito ao consumo de alimento, Schwean-Lardner e Classen (2010) constataram que os frangos submetidos a um fotoperíodo de 20 horas de luz por dia registaram a maior ingestão alimentar, registando-se uma redução expressiva e significativa tanto para fotoperíodos superiores, como para fotoperíodos inferiores. Os referidos autores também concluíram que os frangos ajustaram o consumo alimentar à duração do fotoperíodo, pelo que a utilização de programas de luz quase contínua (23 horas) não se traduziu num consumo de alimento mais elevado, apesar das aves terem tido mais tempo para se alimentar. Desta forma, o índice de conversão alimentar melhorou com a redução do número de horas de luz, tendo-se obtido os melhores resultados com fotoperíodos de 14 horas (noites mais longas), possivelmente em resultado da diminuição das necessidades de manutenção originada pela diminuição do metabolismo durante os períodos de obscuridade e do consequente aumento da energia disponível para o crescimento (Schwean-Lardner e Classen, 2010). Por outro lado, e

independentemente da idade de abate dos frangos, observou-se uma diminuição da mortalidade com a diminuição do fotoperíodo até às 17 horas de luz por dia, valor abaixo do qual não se registou uma diminuição significativa da mortalidade.

No que concerne às características da carcaça, Schwean-Lardner e Classen (2010) concluíram que nos frangos abatidos entre os 31 e 32 dias de idade a duração do fotoperíodo não influenciava significativamente o rendimento da carcaça, mas nos frangos abatidos com idades mais avançadas o rendimento de carcaça era superior com fotoperíodos superiores. A percentagem de peito aumentou com o aumento do fotoperíodo, tendo-se obtido os melhores resultados com uma duração de 20 horas de luz diárias. Pelo contrário, o aumento do fotoperíodo traduziu-se na redução linear do rendimento em carne da coxa.

Os mesmos autores também estudaram o efeito da duração do fotoperíodo (14, 17, 20 e 23 horas de luz) sobre o bem-estar de frangos de carne, avaliado através de parâmetros fisiológicos e comportamentais, tendo constatado que a prática de limitar o tempo de acesso visual aos comedouros através da diminuição do fotoperíodo, se traduz geralmente na diminuição do crescimento, particularmente em frangos abatidos a menor idade, em virtude de disporem de menos tempo para se alimentarem. Este menor crescimento pode estar associado a menor bem-estar. Também o aumento dos problemas locomotores e da taxa de mortalidade com o aumento da duração do fotoperíodo, independentemente do peso ou idade de abate dos frangos, pode indiciar um impacto negativo do número de horas de luz sobre o bem-estar das aves (Schwean-Lardner e Classen, 2010). As aves submetidas a 23 horas de luz por dia foram as que apresentaram uma maior incidência de problemas de locomoção (fraqueza nas pernas), apesar de não terem tido o maior ganho de peso, sendo os problemas mais acentuados

comparativamente ao das aves submetidas a fotoperíodos de menor duração, que obtiveram crescimentos similares.

Das conclusões em termos dos aspetos comportamentais das aves é de salientar o facto de o aumento do fotoperíodo se ter traduzido no aumento do tempo que as aves passaram a descansar ou a dormir. A atividade de caminhar e correr atingiu o valor máximo em frangos submetidos a 17 horas de luz, tendo-se reduzido com fotoperíodos superiores. O tempo que as aves dedicaram a comer não foi consistente com o consumo de alimento, já que os frangos submetidos a 17 horas de luz comeram menos que os submetidos a 20 e 23 horas de luz, mas passaram mais tempo junto dos comedouros.

Os comportamentos associados ao conforto das aves (o embelezamento da plumagem, o esticar as extremidades e o abrir as asas) diminuíram quando o fotoperíodo foi superior a 17 horas de luz e, quase desapareceram nas aves submetidas a 23 horas de luz diárias. Os autores observaram que os olhos dos frangos submetidos a 23 horas de luz eram maiores que os dos frangos submetidos aos outros fotoperíodos, em concordância com a observação de outros autores de que a utilização de luz contínua origina um maior crescimento dos olhos, o que pode originar dor e por consequência, menor bem-estar das aves. Finalmente, os frangos submetidos a 23 horas de luz apresentaram uma deficiente produção de melatonina, substância importante em vários mecanismos fisiológicos, como os associados à imunidade e à reprodução das aves, uma vez que a luz inibe a produção de melatonina, enquanto a escuridão a estimula (Nakahara et al., 1997; Schwean-Lardner e Classen, 2010).

Os diversos estudos efetuados sobre os programas de luz em frangos de carne realçam várias desvantagens associadas aos programas de luz constante, nomeadamente efeitos negativos sobre o crescimento, o consumo de alimento, a mortalidade, o bem-estar e o

rendimento ao abate, associados a distúrbios no sono com aumento do stress, o aumento das patologias nos membros posteriores, problemas metabólicos, ascite, celulite, aumento na incidência de morte súbita e danos oculares (Rutz e Bermudez, 2004; Kawauchi et al. 2008). Por outro lado, também se constatou que programas destinados a evitar o ganho excessivo de peso entre 7 e 21 dias de idade dos frangos eram eficazes na redução da mortalidade em decorrência de ascite, morte súbita e problemas de pernas, enquanto os programas de luz englobando 6 horas contínuas de escuro melhoravam o desenvolvimento do sistema imunológico das aves (Manual de manejo de frangos Cobb).

O manual de manejo de frangos Coob refere que a existência de um período de escuro é uma exigência natural de qualquer animal, salientado que a utilização de programas de luz adequados se traduz na melhoria da conversão alimentar, na obtenção de crescimentos semelhantes ou superiores aos exibidos por aves criadas sob luminosidade quase contínua (já que as aves podem exibir crescimento compensatório), numa melhor uniformidade do bando e no melhor desenvolvimento do sistema imunitário, visto a alternância de períodos de luz e de obscuridade aumentar a produção de melatonina.

## **2.2. CRESCIMENTO**

A produção atual de carne de frango, fruto dos avanços obtidos no melhoramento genético e nas condições de manejo, baseia-se na utilização de estirpes de grande potencial de crescimento, com o objetivo de se atingir o peso de abate no menor espaço de tempo e com o menor consumo de alimento.

### **2.2.1. Curvas de Crescimento**

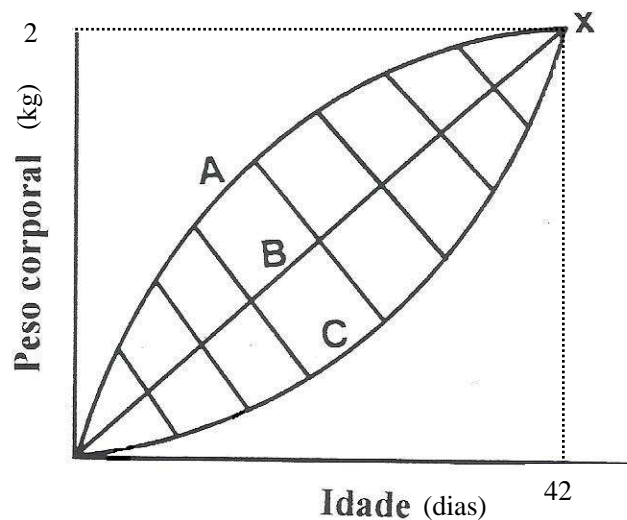
O crescimento e desenvolvimento do organismo animal podem ser definidos como a sucessão de variações de massa, de forma, de estrutura e de composição química dum organismo sob o efeito de assimilação e do ambiente (Benevent, 1981). Esta definição engloba o conceito de crescimento, isto é o aumento do peso do animal até atingir o seu peso adulto, e o conceito de desenvolvimento, associado ao desenvolvimento diferenciado dos tecidos, dos órgãos e das suas funções.

Apesar do crescimento do animal ser um processo bastante complexo, ele pode ser representado graficamente por curvas de crescimento, representando a evolução do peso com a idade. A figura 1 representa, esquematicamente, diferentes curvas de crescimento de frangos de engorda, que atingem aproximadamente 2 kg de peso vivo (PV) (ponto X) aos 42 dias de idade (Leeson et al., 1991). Se os frangos crescerem a uma taxa uniforme, o crescimento será exemplificado pela linha B e representa talvez o ideal biológico tendo em conta a minimização do stress, isto é, um crescimento contínuo e constante sem que haja períodos de crescimento lento ou rápido. No entanto, poucas aves crescem obedecendo a este modelo ótimo. A maioria apresenta uma curva de crescimento de acordo com as linhas A ou C. Em ambas as curvas, os 2 kg de peso são atingidos aos 42 dias de idade. Contudo, na curva A as aves apresentam inicialmente um crescimento superior, seguido de um crescimento inferior à medida que se aproxima do peso de abate (X). Pelo contrário, as aves da curva C apresentam uma taxa de crescimento inicial mais lenta seguindo-se um crescimento acelerado na fase final do ciclo de produção.

As aves que crescem de acordo com a curva C apresentarão, provavelmente, um índice de conversão mais favorável que as aves que crescem de acordo com as outras curvas,



já que necessitarão de menor quantidade de energia para a sua manutenção, em virtude de terem uma menor massa corporal e das necessidades de manutenção serem muito influenciadas pelo peso metabólico (Leeson et al., 1991).

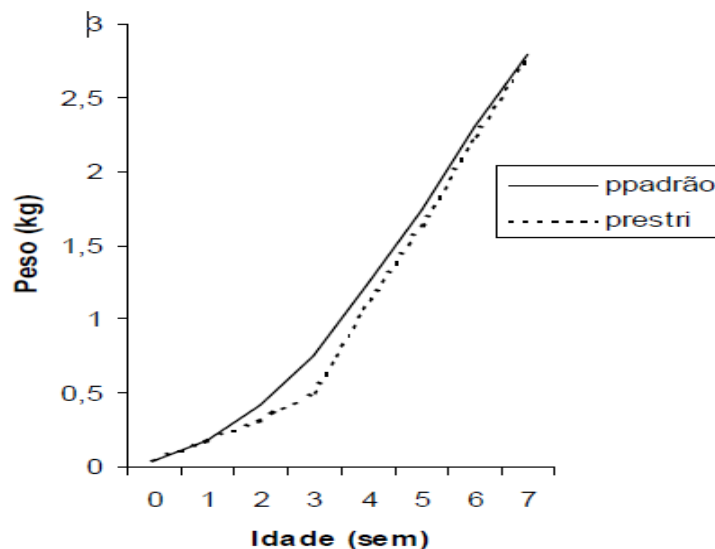


**Figura 1** - Representação esquemática de curvas de crescimento de frangos de carne. (Adaptado de Leeson et al., 1991).

Por outro lado, o facto das aves da curva C atingirem o peso de abate com a mesma idade que as aves das curvas A e B, à custa de um crescimento acelerado na fase final do ciclo de produção, demonstra a ocorrência de crescimento compensatório.

A ocorrência de crescimento compensatório é claramente evidenciada na figura 2, onde se apresentam as curvas de crescimento de dois lotes de frangos, com o mesmo potencial genético, mas com diferentes maneios alimentares. As linhas a cheio (padrão) e a tracejado (prestri) representam o ganho de peso de frangos que tiveram respetivamente acesso “ad libitum” ou restringido a ração durante a segunda semana de

idade. Constata-se que no início da restrição, os frangos apresentam um crescimento abaixo do grupo padrão (com alimentação “ad libitum”), devido à estreita relação entre o consumo de alimento e o ganho de peso (Rosa et al., 2000).



**Figura 2** - Curvas comparativas do peso corporal de frangos de carne em função do manejo alimentar (Rosa et al. 2000).

Após o período de restrição, a curva a tracejado apresenta uma ascendência pronunciada, a partir da terceira semana de vida, demonstrando uma recuperação do peso, originada pela ocorrência de crescimento compensatório (Rosa et al., 2000).

### **2.2.2. Crescimento Compensatório**

Condições temporárias desfavoráveis ao crescimento, tais como a ocorrência de subnutrição ou de doenças, alteram a curva de crescimento, apresentando o animal um ganho de peso inferior ao seu potencial genético. Logo que se restabelecem as condições favoráveis, o animal revela frequentemente um crescimento acelerado, que

lhe permite recuperar, parte ou a totalidade do peso que não ganhou anteriormente, conforme se evidenciou anteriormente. Em produção animal, este crescimento é designado de crescimento compensatório (O' Donovan, 1984).

O crescimento compensatório define-se como um crescimento rápido anormal, relativamente à idade de produção (Bohman, 1955; Wilson e Osborn, 1960; O'Donovan, 1984), correspondendo à fase desde o restabelecimento das condições favoráveis ao crescimento até à idade de abate (Wilson e Osbourn, 1960).

Dois hipóteses são avançadas para explicar os mecanismos que regulam o crescimento compensatório. A primeira é a hipótese do "controlo central", que sugere que o corpo tem um padrão de tamanho do corpo, de acordo com a idade, regulado pelo sistema nervoso central (Wilson e Osbourn, 1960). Depois de um período de subnutrição, que retarda o crescimento normal, a ave tenta adquirir o tamanho apropriado para a idade no mais curto espaço de tempo. A segunda é a hipótese de "controlo periférico", que sugere que o controlo do tamanho do corpo é determinado pelos tecidos onde o número de células, ou mais precisamente o DNA, determina a extensão do crescimento depois de um período de subnutrição ou doença (Winick e Noble, 1966). O retardamento do crescimento tecidual no período de subalimentação estimula o apetite e, por outro lado, como a capacidade do aparelho digestivo dos animais subalimentados é pouco influenciada pelo nível alimentar (desenvolvimento prioritário do aparelho digestivo) é-lhes possível passar a ingerir uma quantidade elevada de alimento provocando um aumento acelerado do crescimento.

### **2.2.2.1. Crescimento Compensatório em Frangos de Carne**

Os estudos iniciais sobre crescimento compensatório incidiram em bovinos e ovinos e só mais tarde em frangos de carne, possivelmente devido à curta duração do ciclo de produção (O'Donovan, 1984). Contudo, o crescente aumento do potencial de crescimento muscular dos frangos de carne, aumentou os riscos das aves não terem um adequado desenvolvimento do esqueleto e dos sistemas imunitário e circulatório, potencializando os riscos de ocorrerem problemas metabólicos e locomotores (Kawauchi et al., 2008), originando a necessidade de modelar o crescimento e investigar a existência e extensão de crescimento compensatório em frangos de carne (Zubair e Leeson, 1996b).

Os primeiros estudos sobre programas de restrição alimentar em frangos de engorda tiveram como objetivos baixar a gordura corporal e aperfeiçoar a eficiência alimentar (Griffiths et al., 1977).

Wilson e Osbourn (1960) e Auckland e Morris (1971) demonstraram a praticabilidade do crescimento compensatório em frangos de engorda sujeitos a restrição alimentar precoce (durante a fase inicial do crescimento) não ficando comprometido o peso corporal final.

Muitos estudos posteriores (Plavnik e Hurwitz, 1985; 1988a,b; 1989; 1991; Plavnik et al., 1986; Mc Murtry et al., 1988; Jones e Farrell, 1992a; Zubair e Leeson, 1994; Zubair e Leeson, 1996b; Govaerts et al., 2000; Mazzuco et al., 2000; Classen, 2004; Kristensen et al., 2007; Lien et al., 2008; Deep et al., 2012) confirmaram a ocorrência de crescimento compensatório nos frangos de engorda, permitindo a recuperação total do ganho de peso não efetuado durante a fase de restrição alimentar, bem como dos seus potenciais efeitos para corrigir os problemas associados a um crescimento muito rápido,

nomeadamente os transtornos metabólicos e esqueléticos. Outros trabalhos, contudo, falharam na demonstração da compensação completa do crescimento sob semelhantes condições nutricionais (Yu et al., 1990; Robinson et al., 1992; Zubair e Leeson, 1996b). Esta inconstância de resultados, assim como a variabilidade de resultados obtida nos diferentes estudos, pode ser devida ao número elevado de fatores que influenciam a resposta dos frangos após um período curto de subnutrição precoce (Zubair e Leeson, 1996a). De acordo com Wilson e Osbourn (1960) a duração, a natureza e o rigor da fase de restrição, assim como as condições de realimentação e o genótipo das aves, são fatores que influenciam a capacidade dos animais de exibirem crescimento compensatório durante um período de realimentação, após um período de privação nutricional.

Os frangos machos têm uma maior capacidade de realizar o crescimento compensatório, após um período de subnutrição, do que as fêmeas (McMurty et al., 1988; Plavnik e Hunwitz, 1991) provavelmente por causa das diferenças inatas nas taxas de crescimento e de deposição de gordura corporal (Leenstra, 1986). Os resultados dos estudos de Plavnik e Hurwitz (1985; 1990), mostraram que os machos, ao contrário das fêmeas, eram capazes de exibir crescimento compensatório completo, quando submetidos a condições semelhantes.

No que diz respeito ao efeito do genótipo sobre a exibição de crescimento compensatório, Cherry et al. (1978) mostraram que nos genótipos de crescimento rápido o crescimento compensatório era menos impressionante, comparativamente ao evidenciado nos genótipos de crescimento mais lento. As diferenças genéticas das aves utilizadas nos diversos estudos, poderão assim justificar alguma falta de consistência da

resposta das aves a programas de restrição alimentar, nos primeiros tempos de vida (Yu et al., 1990).

## **2.3. RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

A constatação que um crescimento muito elevado na fase inicial do ciclo de produção, motivado por uma alimentação “ad libitum”, se traduzia no aumento da deposição de gordura corporal, no incremento da mortalidade, muitas vezes associada a problemas metabólicos e esqueléticos, originou a necessidade de se estudar os efeitos da utilização de programas de restrição alimentar e de investigar a extensão de crescimento compensatório em frangos de carne, no período após a realimentação (Zubair e Leeson, 1996b).

A restrição alimentar é uma prática de manejo frequente na produção de frangos visando a redução do consumo de alimento (nutrientes) durante um determinado período de tempo. A restrição alimentar pode ser qualitativa através da diluição dos níveis nutricionais da dieta, quantitativa com a diminuição do volume de alimento consumido, ou através de programas de luz restringindo o número de horas de luz. Esta prática tem sido utilizada para reduzir as perdas provocadas por doenças metabólicas, para reduzir a deposição de gordura total e abdominal e para melhorar a eficiência alimentar (Rosa et al., 2000).

### **2.3.1. Restrição Alimentar Qualitativa**

A restrição alimentar qualitativa pode basear-se na restrição da ingestão de energia. A restrição energética faz-se baixando a concentração energética da dieta através da

incorporação de um ingrediente de baixo valor nutritivo (baixa digestibilidade), de modo a que as necessidades energéticas para o máximo crescimento das aves, função do seu potencial genético, não sejam satisfeitas (Freitas, s/data). Deaton et al. (1973) utilizaram uma dieta de baixa energia às 4 semanas de idade seguida de uma dieta de alta energia, Calvert et al. (1987) usaram dois níveis de energia metabolizável (EM) na dieta (13,0 e 14.2 MJ EM/kg) durante um período de subnutrição entre os 6 e os 12 dias de idade, fornecendo 167 kJ EM por ave e por dia. Leeson et al. (1991) alimentaram frangos entre os 7 e os 14 dias com uma dieta convencional e com dietas incorporando 25 e 55% de casca de arroz, enquanto Jones e Farrell (1992a) administraram dietas diluídas com casca de arroz até aos 65%.

Um método alternativo de retardar o crescimento é restringir a ingestão de nutrientes específicos, nomeadamente a proteína (Moran, 1979). As necessidades proteicas de frangos de carne para obterem um crescimento ótimo estimam-se em 220, 200 e 180 gramas de proteína bruta por quilograma de dieta, respetivamente na fase inicial, de crescimento e de acabamento (NRC, 1994). Embora as aves tenham tendência para aumentar a ingestão de alimento quando este é deficiente em proteína bruta, para compensar as deficiências e satisfazerem as suas necessidades (Lippens, 2006) os estudos de Plavnik e Hurwitz (1990) e de Lippens et al. (2000) demonstraram que a ingestão alimentar é deprimida com dietas alimentares severamente deficientes em proteína bruta.

Os estudos de Plavnik e Hurwitz (1990) mostraram que a administração "ad libitum" de uma dieta contendo só 94 g de proteína bruta/kg, entre os 8 e os 14 dias, reduzia a ingestão de alimento das aves em cerca de 57%. Esta redução na ingestão originava um retardamento do crescimento de 41 %, comparativamente ao das aves não restringidas.

Os autores constataram que depois de 6 semanas de realimentação as aves não recuperavam totalmente o peso perdido. Contudo, os autores não tinham a certeza de que a incapacidade de crescimento compensatório completo estivesse relacionada apenas com o nível da ingestão prévia de proteína.

### **2.3.2. Restrição Alimentar Quantitativa**

O método de restrição alimentar mais usado é a simples restrição física, isto é, o fornecimento de uma quantidade calculada de alimento por ave e por dia. Geralmente, a quantidade de alimento distribuída deve ser a necessária para cobrir as necessidades de manutenção ( $EM/dia = 6,3 \text{ kJ/kg PV}^{0,67}$ ) o que, em situações práticas, corresponde ao fornecimento de 126 a 168 kJ EM/ave/dia (Plavnik e Hurwitz, 1989).

Este método de restrição alimentar tem a desvantagem de requerer a pesagem frequente do alimento. Há ainda o problema adicional do espaço de comedouros que, se for limitado, conduz a uma distribuição não uniforme da quantidade, já por si reduzida, de alimento, causando por isso pesos corporais desiguais dentro do bando. A restrição da quantidade de alimento fornecido também pode originar uma distribuição desigual de micronutrientes e de coccidiostáticos entre as aves de um bando.

Um sistema alternativo de concretizar uma subnutrição uniforme num bando é o uso de meios químicos para restringir a ingestão de alimento ou de nutrientes específicos. A restrição de ingestão alimentar das aves através de meios químicos foi sugerida por Fancher e Jensen (1988) como uma alternativa às dietas diluídas. Estes autores usaram ácido glicólico, que é um composto naturalmente presente em muitos alimentos, e que causa uma depressão da ingestão de alimentos. Também Pinchasov e Jensen (1989) usaram ácido glicólico para restringir a ingestão de alimento nos frangos e compararam



este método com o método tradicional de restrição física. Durante o período de restrição (7 a 14 dias) a ingestão de alimentos pelos frangos sujeitos a dietas suplementadas com 1,5 a 3,0% de ácido glicólico foi reduzida em 17 e 45%, respectivamente. A menor ingestão de alimentos suplementados com ácido glicólico resultou numa depressão do crescimento, durante a fase de subnutrição, de 71 e de 41% respectivamente, em relação ao do grupo controle. Os machos exibiram uma recuperação completa de peso aos 49 dias de idade, não se constatando diferenças significativas entre as aves restringidas com dietas com adição de ácido glicólico e as sujeitas a restrição alimentar física tradicional.

Devido à sua ocorrência natural, o ácido glicólico pode servir como um composto anorético seguro e útil para restringir a ingestão alimentar em aves de engorda (Harris e Richardson, 1980). Este método de restrição alimentar tem a vantagem de assegurar uma distribuição uniforme do alimento e de fornecer às aves as quantidades corretas de microingredientes, como por exemplo coccidiostáticos.

### **2.3.2.1. Restrição Alimentar Através de Programas de Luz**

A luz é um dos métodos frequentemente utilizado para manipular o comportamento e a produção de aves (Nixey, 1994; Lewis et al., 2004), e deve ser considerada como um dos pontos importantes no ambiente físico que afeta a produção avícola (Matos et al., 2008).

A manipulação do fotoperíodo (duração do período de luz) é uma das formas de realizar a restrição alimentar, uma vez que a restrição luminosa origina uma diminuição da quantidade de ração consumida (Rutz e Bermudez, 2004). A restrição alimentar originada por um programa de luz é uma restrição alimentar física porque impossibilita

as aves de terem acesso aos comedouros e ao alimento nas horas de escuro (Moraes et al., 2008).

Os programas de luz utilizados na criação de frangos de carne têm como objetivo regular o consumo de alimento e ajustar o crescimento das aves. Embora a curva ótima de crescimento dependa de inúmeros fatores, nomeadamente do genótipo do sexo, do peso final desejado e das exigências do mercado, é mais ou menos consensual, que as aves devem ter um bom desenvolvimento na primeira semana de vida. Entre os 7 e os 21 dias de idade, o fotoperíodo e a alimentação devem garantir um desenvolvimento adequado dos sistemas cardiovascular, imunológico e esquelético, embora o crescimento possa ser manipulado para se obterem ganhos de peso abaixo do máximo potencial genético, de forma a minimizar os riscos de ocorrerem problemas metabólicos e locomotores.

A diminuição do fotoperíodo origina uma redução no ganho de peso em estágios iniciais de desenvolvimento (Rutz e Bermudez, 2004; Abad, 2005, Kawauchi et al., 2008), mas durante o período final as aves apresentam um ganho compensatório, pelo que ao abate têm peso semelhante às aves não restringidas (Morais et al., 2008). Após os 21 dias de idade, o aumento do fotoperíodo e do consumo de alimento pode permitir a exibição de crescimento compensatório, com benefícios em termos da conversão alimentar e da redução da mortalidade das aves (Schwean-Lardner e Classen, 2010).

Por outro lado, a radiação luminosa estimula a hipófise da ave quando penetra pelo sistema ocular (através dos recetores da retina) e pela penetração da luz na pele (Davis e Siopes, 1996) passando a produzir hormonas que estão relacionadas com o comportamento alimentar (Matos et al., 2008). Quando as aves estão expostas ao

período de escuro, ocorre a estimulação de síntese de melatonina, inibindo o consumo de alimento (Injidi e Forbes, 1983; Rutz e Bermudez, 2004; Deep et al., 2012).

A restrição alimentar precoce, originada pela aplicação de programas de luz, origina uma diminuição do peso (Schwean-Classen et al., 2010), uma melhoria da eficiência alimentar, um metabolismo reduzido e uma menor atividade durante o período escuro (Rahimi et al., 2005; Kawauchi et al., 2008). A inatividade que ocorre durante o período escuro resulta num menor gasto de energia devido ao relaxamento muscular (Meddis, 1975).

A necessidade que os frangos de engorda têm de se alimentar com o período de luz (apresentando dois picos, ao amanhecer e ao entardecer) e com maior conforto térmico, permite-lhe aprender a desenvolver estratégias para superar os longos períodos noturnos sem consumo de alimento, ou seja antecipam um aumento de consumo de alimento no final do fotoperíodo, com um armazenamento mecânico da ingestão no trato gastrointestinal e a sua gradual libertação durante a noite (Buyse et al., 1993) e reduzem a motilidade gástrica (Duke e Evanson, 1976; Rutz e Bermudez, 2004; Kawauchi et al., 2008). Alguns autores ainda referem alterações adaptativas das aves após o período de realimentação, como hiperfagia e aumento na digestibilidade aparente dos nutrientes (Fassbinder-Orth e Karasov, 2006).

Segundo Rutz e Bermudez (2004), Lewis et al. (2004), Gous et al. (2004), Wang et al. (2005) e Lopez et al. (2007), o melhor desempenho e bem-estar das aves poderia ser alcançado com fotoperíodos moderados.

### **2.3.3. Fase de Aplicação e Intensidade da Restrição Alimentar**

Os fatores que mais influenciam o sucesso de um programa de restrição são a idade de aplicação e a intensidade da restrição, sendo este o resultado do somatório entre a duração do período de aplicação (dias) e o número de horas de cada período (Rosa et al., 2000).

No que diz respeito à fase da restrição alimentar existem várias sugestões, em resultado dos estudos efetuados. Plavnik e Hurtwitz (1988) constataram que uma restrição alimentar de 6 dias, em qualquer idade compreendida entre os 3 e os 11 dias de idade, permitia a recuperação completa do peso corporal dos machos por volta das 8 semanas de idade. Contudo, outros trabalhos recomendam que a restrição alimentar seja, apenas, dos 5 até aos 7 dias de idade (Rosebrough et al., 1986).

Por outro lado, Washburn e Bondari (1978), iniciaram o seu programa de restrição alimentar às 3 semanas de idade, já no final do ciclo de produção e verificaram um crescimento compensatório muito pequeno, provavelmente em virtude do muito pouco tempo que os frangos dispuseram para a recuperação do peso corporal.

Os trabalhos mais recentes reforçam a convicção de que o melhor momento para aplicação de um programa de restrição alimentar é entre a segunda e terceira semana de vida (Rosa et al., 2000), já que, na primeira semana de vida, as aves são ainda muito frágeis para suportar o stress da restrição, podendo ocorrer aumento da deposição lipídica na carcaça (Zhan et al., 2007), diminuição na hipertrofia de células dos músculos esqueléticos (Velleman e Mozdziak, 2005) e alterações das vilosidades intestinais (Noy et al., 2001).

Após os 21 dias de idade, não haverá tempo suficiente para a recuperação do peso perdido durante a fase de restrição, nomeadamente quando as aves são abatidas a pesos mais baixos (Rosa et al., 2000; Pan et al., 2005).

A restrição alimentar não deve ser muito severa, para que seja observada a recuperação do peso corporal e uma redução na mortalidade.

O nível de restrição alimentar imposto é, geralmente, calculado de modo a permitir a ingestão de energia requerida para a manutenção das aves, baseada nas recomendações de Plavnik e Hurwitz (1989). Estes autores calculam que a EM requerida para manutenção dos machos seja de  $6,3 \text{ kJ/kg PV}^{0.67}$  e sugerem que uma restrição mais severa tem tendência a comprometer a capacidade de recuperação da ave. Contudo, Jones e Farrell (1992) limitaram a ingestão dos frangos a  $2,9 \text{ kJ/kg PV}^{0.67}$  e referem a recuperação completa de peso corporal aos 48 dias de idade. No entanto, a restrição alimentar foi aplicada durante apenas 4 dias e dividida em 2 períodos de 2 dias.

O nível de restrição alimentar que Plavnik e Hurwitz (1989) calcularam para satisfazer as necessidades de energia de manutenção foi o equivalente a cerca de 167 kJ EM/ave/dia, num período de 6 a 12 dias (aproximadamente 35% da ingestão normal de alimento). Contudo, esse valor de energia de manutenção, deve ter sido sobrestimado, porque as aves ganharam entre 2 a 4 gramas de peso corporal por dia, durante o período de restrição. É também possível, como sugerem alguns trabalhos, que a ave, ainda que numa situação do balanço de energia negativo, ganhe peso devido à mudança de composição corporal, isto é, por usarem reservas corporais para a deposição de tecidos musculares (Leeson et al., 1991; Yu e Robinson, 1992).

Contudo, outros trabalhos não demonstraram a ocorrência de crescimento compensatório completo em frangos sujeitos a graus semelhantes de restrição alimentar

(Pinchasov et al., 1985; Plavnik et al., 1986; Calven et al., 1987; Pinchasov e Jensen, 1989; Yu et al., 1990; Robinson et al., 1992).

Estudos posteriores (Plavnik e Hurwitz, 1991; Lipens et al., 2000; Mazzuco et al., 2000) revelam que uma restrição, mais suave, permitindo um crescimento de cerca de 60 a 70% do crescimento normal, permite uma recuperação realista do peso corporal. Num estudo semelhante, Zubair e Leeson (1994b) examinaram o efeito de subdividir o período de subnutrição, quer sobre a performance do crescimento, quer sobre as características das carcaças dos frangos. Os autores calcularam que os frangos machos atingiram uma ingestão de EM de cerca de 347 kJ/ave/dia, quando lhes foi dada uma dieta diluída com 50% de casca de aveia, o que lhes permitiu cobrir as necessidades de manutenção e ter um ganho de peso de cerca de 60% do seu crescimento normal. A subdivisão do período de 6 dias de subnutrição não alterou as performances de crescimento ou as características das carcaças aos 42 e 49 dias de idade.

Mais recentemente, Rosa et al. (2000) referem que um programa de restrição que origine uma redução do peso vivo das aves no final do período de aplicação de 11 a 12%, é compatível com a ocorrência de crescimento compensatório, enquanto que restrições mais elevadas estão associadas à redução do peso de abate.

Quanto mais longo for o período de subnutrição, mais difícil se torna para os frangos compensar a redução do ganho peso (Yu e Robinson, 1992).

Plavnik et al. (1986) observaram que uma restrição alimentar durante um período de 6 dias permitia uma completa recuperação de peso corporal, o que não se verificava quando a restrição se prolongava por 12 dias. Conclusões semelhantes resultaram de outros estudos, nomeadamente dos efetuados por Rosebrough et al. (1986), McMurtry et al. (1988) e Ballay et al. (1992). Muitos trabalhos, como os efetuados por McMurtry

et al. (1988) ou por Plavnik e Hurtwitz (1991) recomendam que a restrição alimentar não deve ser superior a 7 e 5 dias, respectivamente para machos e fêmeas, de modo a permitir uma recuperação completa de peso corporal. Jones e Farrel (1992a) constataram que um período de restrição alimentar de apenas 4 dias, em fêmeas de engorda, permitia a recuperação completa do ganho de peso num período de tempo muito curto, enquanto Mollison et al. (1984), ao restringirem a ingestão de alimentos para 90%, entre os 7 e os 49 dias de idade, observaram que aos 56 dias as aves tinham um peso significativamente inferior ao das aves não restringidas. Estes autores sugerem que a não recuperação do peso corporal das aves com restrição foi, provavelmente, causada pelo longo período de restrição, não dando tempo às aves para mostrarem um crescimento compensatório completo.

Resumindo, a restrição alimentar em frangos não deve ser praticada na fase inicial e quando as aves se encontram perto da idade de abate. A intensidade e duração da restrição também devem ser moderadas para não comprometer o crescimento compensatório e não ter efeitos indesejáveis sobre o crescimento e as características da carcaça.

## **2.4. EFEITOS DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR E POSTERIOR CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO**

Vários estudos têm descrito os efeitos da prática de restrição alimentar, quer durante a sua duração, quer, posteriormente, no período de realimentação, muitas vezes associado à exibição de crescimento compensatório.

### **2.4.1. Efeito Sobre a Morfologia e a Fisiologia do Trato Gastrointestinal**

Vários autores relataram os efeitos da restrição alimentar durante a primeira semana de vida. Noy et al. (2001) demonstraram o grande desenvolvimento das células intestinais e dos órgãos do sistema digestivo nos primeiros dias após a eclosão, quando as aves não sofreram privação de alimento. Uni et al. (1998) observaram que frangos sem acesso à alimentação por 36 horas após a eclosão apresentaram menor desenvolvimento intestinal. Conclusões semelhantes no desenvolvimento do jejuno e do duodeno foram obtidas por Geyra et al. (2001) em aves privadas de alimento por 48 horas após a eclosão.

A restrição alimentar depois da primeira semana de vida foi estudada por vários autores (Susbilla et al., 1994; Silva et al., 2007; Schwean-Lardner e Classen, 2010) que descrevem as adaptações fisiológicas que ocorrem nas aves durante o período de restrição alimentar e, posteriormente, no período de realimentação. Susbilla et al. (1994) constataram o maior tamanho e maior peso relativo dos órgãos (expressos em % do peso corporal) do trato gastrointestinal durante a realimentação, o que também foi confirmado por Schwean-Lardner e Classen (2010), possivelmente devido à maior ingestão, durante um curto espaço de tempo, de água e ração (Rosebrough et al., 1986; Susbilla et al., 1994; Buyse et al., 1996a; Kawauchi et al., 2008; Schwean-Lardner e Classen, 2010).

Alterações na funcionalidade das enzimas digestivas foram observadas por Palo et al. (1995), Silva et al. (2007) referem alterações na morfologia dos enterócitos e Fassbinder-Orth e Karasov (2006) relatam alterações adaptativas da ave após o período de realimentação, como hiperfagia e aumento na digestibilidade aparente dos nutrientes.



Susbilla et al. (2003) estudaram os efeitos da restrição alimentar sobre as enzimas relacionadas com a digestão proteica, utilizando frangos alimentados “ad libitum” e frangos que receberam 40% dessa quantidade, dos 5 aos 11 dias de idade. Os autores constataram uma menor atividade proteolítica no proventrículo, imediatamente após o período de restrição, sugerindo uma adaptação do pâncreas à menor disponibilidade de proteína. A restrição alimentar também originou uma menor atividade proteolítica no pâncreas, cujo peso diminuiu após o período de restrição alimentar. Por outro lado, a atividade das enzimas peptidases do intestino delgado aumentou durante o período de restrição, pelo que os autores concluíram que a restrição alimentar têm efeitos distintos nos diferentes órgãos e enzimas do trato gastrointestinal.

Fassbinder-Orth e Karasov (2006) observaram que após a realimentação os frangos submetidos a restrição alimentar apresentavam maior atividade enzimática que as aves alimentadas “ad libitum” durante todo o período experimental.

#### **2.4.2. Efeito Sobre as Performances de Crescimento**

Zubair e Leeson (1997) compararam o desempenho de um grupo de pintos machos alimentados “ad libitum” com dois grupos com restrição alimentar dos 6 aos 12 dias de idade (um grupo com restrição quantitativa, recebendo metade da quantidade de ração do grupo “ad libitum” e um grupo com restrição qualitativa, recebendo a mesma ração do grupo “ad libitum”, mas diluída em 50%, através da incorporação de casca de soja). No período de realimentação (dos 12 aos 21 dias), os autores observaram que o ganho de peso das aves restringidas foi maior que o das que receberam alimentação “ad libitum”, embora no final do ensaio estas fossem mais pesadas. Os resultados sugerem que as aves restringidas exibiram crescimento compensatório, mas devido à severidade

da restrição e ao curto período de realimentação, não conseguiram igualar as aves alimentadas “ad libitum”.

Também Mazzuco et al. (2000) restringiram aves entre os 7 e 14 dias de idade, através da diluição de uma dieta inicial (21,5% PB e 3 050 kcal/kg EM) com 25 e 50% de casca de soja (resultando em dietas com 2 463 e 1 875 kcal/kg, e 18,7 e 15,5% PB, respetivamente). Os autores não observaram crescimento compensatório. Aos 42 dias de idade, as aves cuja dieta foi diluída com 25% de casca de soja apresentaram menor peso corporal do que as aves que receberam a dieta controlo (embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas). Já as aves alimentadas com a dieta diluída com 50% de casca de soja foram significativamente mais leves. A conversão alimentar foi significativamente melhor para as aves do grupo controlo, quando comparadas com as aves dos outros grupos.

Pelo contrário, Leu et al. (2002) ao avaliarem o desempenho de frangos submetidos a dois programas de restrição alimentar (jejum de 10 e 14 horas/dia), dos 7 aos 21 dias de idade, observaram crescimento compensatório. Os autores referem que no período da restrição alimentar, o ganho de peso das aves foi tanto menor quanto maior foi a intensidade da restrição. Na globalidade do ensaio, o consumo de ração, o peso e o ganho de peso aos 42 dias de idade foram estatisticamente inferiores no grupo submetido a maior restrição, mas o grupo de menor restrição obteve resultados estatisticamente semelhantes aos do grupo alimentado “ad libitum”, mercê do crescimento compensatório que ocorreu no período posterior à restrição.

Cornejo et al. (2007) alimentaram um grupo controlo de frangos, com alimentação “ad libitum” e três grupos com restrição alimentar, respetivamente dos 7 aos 14, dos 7 aos 21 e dos 22 aos 35 dias de idade. O ganho de peso acumulado (até aos 49 dias de idade)

dos frangos do grupo controlo foi estatisticamente superior ao dos frangos restringidos dos 7 aos 21 dias de idade, enquanto os outros dois grupos apresentaram valores intermédios e estatisticamente semelhantes.

### **2.4.3. Efeito Sobre as Características da Carcaça**

Diversos estudos foram desenvolvidos para analisar se a restrição alimentar tinha efeitos benéficos sobre a qualidade da carcaça dos frangos, nomeadamente se reduzia a quantidade de gordura e aumentava a massa muscular (Beane et al., 1979; Plavnik e Hurwitz, 1985; 1988; Santoso et al., 1995; Renden et al., 1996; Lardner e Classen, 2010).

A restrição alimentar precoce (primeiros 21 dias de idade) foi estudada por Zhan et al. (2007), que submeteram as aves a jejum durante 4 horas por dia, tendo constado, imediatamente após o período de restrição, menores rendimentos de carcaça e de peito, e percentagens superiores de gordura abdominal e de gordura intramuscular no músculo do peito. Ao abate (63 dias de idade) não se observaram diferenças significativas nas características da carcaça, à exceção da percentagem de gordura abdominal, que foi superior nas aves restringidas. Segundo estes autores, os resultados obtidos seriam explicados pelo aumento da atividade lipogénica nas aves restringidas, não recomendando a restrição alimentar nas primeiras semanas de idade dos pintos. Na primeira semana de vida os frangos são muito sensíveis à influência da composição da dieta e possuem maiores exigências nutricionais, devido a uma taxa metabólica mais alta (Camacho et al., 2004), pelo que a generalidade dos autores tem utilizado a restrição alimentar após os sete dias de idade.

Leone et al. (2001) realizaram restrição alimentar qualitativa (proteica ou energética) em frangos dos 7 aos 14 dias de idade, mantidos em diferentes temperaturas ambientais (18, 25 e 33 °C). Os autores observaram que aos 14 dias de idade, em relação ao grupo controle, as aves alimentadas com dietas com menor quantidade de proteína bruta apresentaram maior percentagem de gordura na carcaça, quando mantidas a temperaturas de 18 e 25°C, e menor percentagem de proteína na carcaça quando mantidas a 25 e 33°C. Ao abate (42 dias de idade) não se observaram diferenças significativas entre os grupos na composição da carcaça.

Uma menor deposição de gordura no fígado, devido a restrição alimentar qualitativa (através da diminuição dos níveis de energia metabolizável e do aumento dos níveis de proteína bruta da dieta) foi observada por Cornejo et al. (2007). Estes autores utilizaram 4 grupos de frangos: um grupo controle e outros três em que a restrição foi respetivamente dos 7 aos 14, dos 7 aos 21 e dos 22 aos 35 dias de idade. Aos 49 dias de idade, todos os grupos restringidos apresentaram um valor médio de infiltração de gordura no fígado inferior ao do grupo controle. A percentagem de proteína bruta foi maior nos frangos restringidos durante mais tempo (7 aos 21 dias), comparativamente aos frangos do grupo controle. Já nos grupos restringidos durante uma semana, a percentagem de proteína bruta foi intermédia, não sendo as diferenças entre eles estatisticamente significativas. Os autores atribuem estes resultados a uma maior ingestão de proteína e a uma menor ingestão de gordura nos grupos restringidos.

Mais recentemente, Yang et al. (2009) avaliaram a restrição de nutrientes entre os 8 e os 14 dias de idade, alimentando frangos com dois níveis de energia (13,4 e 12 MJ/kg) e dois níveis proteicos (230 e 184 g PB/kg). As aves que receberam as dietas menos energéticas tiveram menor deposição de gordura, enquanto o fornecimento de dietas

menos proteicas originou uma diminuição do rendimento de peito, quer no final da restrição (14 dias de idade) quer ao abate (42 dias de idade).

Os resultados dos vários estudos sugerem que a restrição alimentar inicial e o posterior crescimento compensatório originam uma alteração benéfica da percentagem dos diferentes tecidos animais (principalmente do tecido adiposo e muscular) permitindo uma melhoria na qualidade e no rendimento de carcaça (Moraes et al., 2008; Lardner e Classen, 2010). A diminuição precoce de peso estabelecido mediante um período de restrição alimentar, seguido de um crescimento compensatório que ocorre no período de realimentação, traduz-se na redução da deposição de gordura na carcaça (Griffiths et al., 1977; Pokniak et al., 1984; Plavnik e Hurwitz, 1985; Plavnik et al., 1986; McMurty et al., 1988; Pinchasov e Jensen, 1989; Zhan et al., 2007; Classen 2004).

A restrição alimentar durante um período curto, permite a diminuição de gordura e da síntese de lípidos, devido a uma redução da lipogénese no fígado (Nir e Lin, 1982; Auckland e Morris, 1971; Zhong et al., 1995) e à diminuição da proliferação de adipócitos ou da hipertrofia adiposa (Ballam e March, 1979; Jones e Farrell, 1992; Zubair e Lesson, 1996a; 1994; Zhan et al., 2007). A atividade enzimática (Acetilcoenzima A sintetase) e a biossíntese de ácidos gordos (Complexo sintetase dos ácidos gordos) diminuem durante o período de restrição alimentar, aumentando drasticamente durante o posterior período de realimentação. Após duas semanas de realimentação, a atividade enzimática sofre um declínio para os valores normais de funcionamento do organismo. A supressão da proliferação de adipócitos ocorre, em simultâneo, com a retenção de azoto no organismo das aves e o desenvolvimento da massa muscular (Buyse et al., 1994; Buyse et al., 1996a; Lippens et al., 2002), mas

quando esta atinge um desenvolvimento apropriado para a idade, termina a regressão da hipertrofia adiposa.

#### **2.4.4. Efeito Sobre os Problemas Locomotores**

Um dos problemas mais graves na produção de frangos de carne é a grande ocorrência de problemas locomotores. Estes estão associados ao elevado crescimento das atuais estirpes de aves e, muitas vezes, traduzem-se em altas taxas de mortalidade.

O recurso à restrição alimentar numa fase inicial e o posterior crescimento compensatório permitiu fazer progressos na resolução dos problemas locomotores, já que permite o desenvolvimento vigoroso dos ossos antes de ocorrer o elevado desenvolvimento muscular e, posteriormente, da gordura, conforme se demonstrou em numerosos estudos (Buckland et al., 1973; Classen e Riddell, 1989; Renden et al., 1991; Blair et al., 1993; Buys et al., 1998; Scott, 2002; Classen, 2004; Kawauchi et al., 2008; Schwean-Ladner e Classen, 2010).

#### **2.4.5. Efeito Sobre a Mortalidade**

Os elevados ganhos médios diários obtidos pelos frangos, fruto dos avanços em termos genéticos e nutricionais, estão associadas ao aumento da ocorrência de distúrbios metabólicos, como a ascite, que levam ao aumento nas taxas de mortalidade.

Diversos autores (Classen e Riddell, 1989; Blair et al., 1993; Zubair e Leeson, 1996; Lippens et al., 2002; Abad, 2005; Classen 2004), têm evidenciado que a restrição alimentar e o posterior crescimento compensatório permitem uma redução da gordura abdominal e corporal e, conseqüentemente, uma diminuição da mortalidade relacionada

com os distúrbios metabólicos, nomeadamente devida à síndrome de morte súbita (colapso cardíaco) na fase final da engorda. Na fase de engorda, a morte por colapso cardíaco é elevada em frangos que não apresentam crescimento compensatório (Fontana et al., 1992; Tottory et al., 1997; Urdeta-Ricon e Leeson, 2003; Leu et al., 2002; Buyse e Decuypere, 2003).

A redução da mortalidade durante a engorda de aves sujeitas a subalimentação e a posterior realimentação, pode ser devida a um desenvolvimento corporal ótimo e à melhoria do bem-estar físico (Schwean-Ladner e Classen, 2010, Álvarez e Borges, 2011) e a uma maior adaptação à presença humana (Buyse et al., 1993; Buyse et al., 1996b) que evita mortes acidentais ou causadas por lesões traumáticas que ocorrem aquando da triagem das aves. Diversos autores referem que a redução da mortalidade pode ser explicada pela redução de anomalias comportamentais, como picacismo, canibalismo e fuga em pânico, características em aves de crescimento contínuo (Buckland et al., 1976; Classen e Riddell, 1989; Rendem et al., 1991; Blair et al., 1993; Hester et al., 1990; Classen, 2004).

#### **2.4.6. Efeito Sobre os Custos de Produção**

O recurso à restrição alimentar precoce e posterior realimentação permite que os frangos exibam crescimento compensatório, modulando a curva de crescimento, com efeitos benéficos em termos das performances de crescimento, das características da carcaça e da mortalidade, nomeadamente a relacionada com o aparelho locomotor e as doenças metabólicas. Estes efeitos também se refletem nos custos de produção dos frangos.

A alimentação constitui a principal fração nos custos totais de produção de frangos, representando 60 a 75% (Leeson e Summers, 1997). O recurso à restrição alimentar

precoce origina uma diminuição da quantidade de alimento ingerida pelas aves, que se traduz na melhoria do índice de conversão, uma vez que o crescimento compensatório possibilita que as aves restringidas atinjam o abate com a mesma idade e o mesmo peso que as aves alimentadas “ad libitum”. A melhoria do índice de conversão alimentar traduz-se na melhoria da rentabilidade económica da exploração.

A composição da carcaça, nomeadamente o teor excessivo de gordura, é um problema que interessa tanto os produtores como os consumidores (Zubair e Leeson, 1996a). Os produtores têm o objetivo de maximizar o preço de venda (por kg) e de minimizar os custos de produção, para obterem o máximo lucro possível. A diminuição da gordura da carcaça e o aumento simultâneo da massa muscular, permite uma carcaça com qualidades superiores, e a nível de matadouro conduz a menos rejeições, logo uma melhoria a nível económico (Pasternak e Shalev, 1983). Os consumidores, alertados por estudos que referem que uma dieta rica em gorduras animais tem incidência na formação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), causando problemas cardiovasculares, estão mais atentos aos alimentos que consomem e preferem carcaças menos gordas (Zubair e Leeson, 1996a).

A diminuição da mortalidade constatada em frangos inicialmente restringidos e que exibem crescimento compensatório (Bowes et al., 1988; Fontana et al., 1992; Tottory et al., 1997) possibilita levar até ao final do ciclo de produção (abate) um maior número de aves e, posteriormente, obter um maior número de carcaças, possibilitando melhores resultados económicos. Adicionalmente, reduz-se o tempo de trabalho dos tratadores para retirar as aves mortas de dentro dos pavilhões e a sua posterior incineração.

Também a menor incidência de problemas a nível do aparelho locomotor diminui os custos de produção. Por um lado, as aves têm uma maior facilidade de locomoção, o



que facilita a procura e ingestão de alimento e, por outro lado, existem menos rejeições e ocorre uma diminuição nos custos de mão-de-obra associados com a triagem das aves. Buyse et al. (1996b) salientam as vantagens da restrição alimentar e posterior crescimento compensatório referindo que permite a diminuição dos custos de produção, quer pela redução da quantidade de alimento ingerido e a obtenção de maior ganho de peso, quer pela redução de custos de mão-de-obra e de eletricidade.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. LOCAL**

O ensaio realizou-se na exploração avícola Herdade da Daroeira, parte integrante do grupo nacional avícola Valouro, situada nas imediações da vila de Alvalade do Sado, concelho de Santiago do Cacém, distrito de Beja.

O aviário Herdade da Daroeira é composto por 8 núcleos e cada núcleo é composto por 6 pavilhões, pelo que no total do aviário existem 48 pavilhões. Os ensaios decorreram no núcleo 1 do aviário.

### **3.2. INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS**

#### **Pavilhões**

Os pavilhões com 180 m de comprimento e 12,4 m de largura, ocupam uma área coberta de 2232 m<sup>2</sup> e são construídos por moldes pré-fabricados.

As paredes são constituídas por betonilha, betão, poliuretano expandido, ferro, placas de fibrocimento e fibra repelente de roedores e possuem uma câmara-de-ar incorporada com fins de isolamento térmico.

A cobertura apresenta uma reduzida inclinação, é suportada por vigas de betão, isolada com placas de poliuretano expandido e coberta com telha de lusalite, pintada de uma cor termoreflectora.

Em cada pavilhão existem 2 portões de madeira, um em cada topo, com 3,22 m de comprimento e 4,05 m de largura.

As janelas são do tipo guilhotina e têm um dispositivo de abertura colectiva através de um sistema automático ou de cabo e manivela, com cortinas translúcidas, para permitir

a ventilação e a iluminação natural dos pavilhões. Cada pavilhão tem 36 janelas, cada uma com 6,90 m de comprimento e 1,27 m de altura, que ocupam uma área total de 315,47 m<sup>2</sup>, correspondendo a 14,13% da área coberta.

O chão é de terra batida, permitindo a infiltração de líquidos e a obtenção de camas mais secas.

A cama é constituída por aparas de madeira, com a remoção do material de cama uma vez por ano. Sempre que ocorre a entrada de um novo bando; é colocado aproximadamente 5 cm de aparas de madeira sobre a cama anterior.

Todos os pavilhões estão equipados com comedouros automáticos, bebedouros e aquecedores a gás (criadeiras).

### **Comedouros**

Para alimentar as aves nos primeiros 5 dias de vida, utilizaram-se 100 comedouros de primeira idade circulares (39 cm de diâmetro). Na fase de arranque utilizaram-se também quatro filas de cartões, colocadas por baixo das linhas de água.

Após este período, utilizaram-se 780 comedouros equipados com pratos de plástico, espaçados entre si 75 cm e, distribuídos por três linhas, com uma distância entre linhas de 4,2 m.

No final de cada linha de alimentação existe uma tulha, que serve como depósito de ração e que é abastecida directamente do silo. Por pavilhão existem dois silos com capacidade de 20 toneladas cada. Todo o sistema de alimentação funciona automaticamente.

## **Bebedouros**

No fornecimento de água utilizaram-se 2792 bebedouros de pipeta, espaçados entre si 25 cm e distribuídos em quatro linhas paralelas ao solo, com uma distância entre linhas de 3,3 m e ajustáveis em altura, em função da idade das aves.

A água fornecida às aves tinha origem numa barragem da Herdade e era armazenada, primeiro num depósito geral que abastece todos os pavilhões, e depois no reservatório do núcleo, com capacidade de 37 000 litros. Através de um doseador automático, que abastece cada um dos 6 pavilhões de cada núcleo, a água era tratada com hipoclorito de sódio. Em cada pavilhão existia também um filtro de hipoclorito de sódio e um doseador de medicação.

## **Climatização**

O aquecimento dos pavilhões é realizado através de um sistema de aquecedores a gás butano que está canalizado do depósito central do núcleo, com uma potência de 10.100 Kcal. Na fase inicial de criação, durante 7 dias, utilizou-se 1 aquecedor por cada 2 500 pintos e posteriormente, uma relação de 1/4 000. Para se obter uma boa homogeneidade da temperatura em todo o pavilhão, os aquecedores são colocados na parte central do pavilhão (no sentido da largura) a uma altura do solo de 1,5 m e com uma distância de 8,7 m entre si, e distribuídos por todo o pavilhão (no sentido do comprimento).

Cada pavilhão é equipado com 4 painéis de evaporação (refrigeração adiabática), 2 de cada lado, nos pontos extremos do pavilhão ocupando uma área de 115,8 m<sup>2</sup> e com doze ventiladores (22,52 m<sup>2</sup>) centrais (6 de cada lado) que asseguram a ventilação dinâmica transversal. Quando existe a necessidade de reduzir a temperatura interior dos pavilhões, os painéis de evaporação são humedecidos com água. O ar que entra dentro

dos pavilhões passa pelos painéis de evaporação que se mantêm molhados, de tal forma que a temperatura do ar exterior diminui cerca de 10°C ao passar pelo filtro.

A iluminação é fornecida por 25 lâmpadas fluorescentes colocadas a uma altura de 2,5 m do solo e distanciadas, entre si, cerca de 7.5 m, na zona central do pavilhão.

### **3.3. MANEIO GERAL**

Quatro horas antes da chegada de cada bando, iniciava-se a preparação do pavilhão, com o acender dos aquecedores, a distribuição dos comedouros de primeira idade, a abertura da torneira de água central do pavilhão e o ajuste horizontal das linhas de água.

Após a entrega do centro de incubação, os bandos eram colocados na parte central do pavilhão, ocupando cerca de 25% da sua área total.

Seguidamente colocava-se ração nos comedouros circulares de primeira idade (utilizados até ao oitavo dia de idade dos pintos) e também nas quatro filas de cartões existentes sob as linhas de água e ainda no sistema automático de alimentação.

A partir do 5º dia de vida e até ao dia de abate, as aves que apresentavam anomalias e que por isso não seriam viáveis, eram eliminadas do bando. Também as aves que apresentavam na última semana peso extremamente inferior ao normal foram eliminadas.

Ao sétimo dia, a área de permanência das aves foi alargada em mais 25%, passando as aves a ocupar 50% da área total do pavilhão. Neste dia também foram retiradas as filas de cartões existentes sob as linhas de água e no dia seguinte foram retirados os comedouros circulares de primeira idade.

No décimo segundo dia de vida, as aves ocuparam mais 25 pontos percentuais de área, ficando com 75% da área total do pavilhão. Quando atingiram o vigésimo dia de vida, passaram a ter toda a área do pavilhão à sua disposição.

Diariamente as temperaturas dos pavilhões foram controladas e ajustadas de forma a obterem-se no interior de cada pavilhão as temperaturas do ar constantes do Quadro 1.

**Quadro 1** - Temperaturas ideais nos pavilhões em função da idade do bando.

<b>Idade</b> (dias)	<b>Temperatura interior</b> (°C)
1 – 4	31
5 – 8	28
9 – 12	26
13 - 15	24
16 - 19	22
>19	20

Nos seis bandos utilizados no ensaio praticou-se o programa alimentar habitual do aviário, fornecendo-se “ad libitum” os alimentos compostos completos apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2** - Alimentos compostos utilizados.

<b>Composição</b>	<b>1-5 Dias</b> (Pintos iniciação)	<b>6-25 Dias</b> (Pintos para carne)	<b>26 Dias ao abate</b> (Frangos para carne)
Proteína Bruta	22,0 %	21,0 %	19,5 %
Gordura Bruta	4,2 %	6,5 %	7,5 %
Celulose Bruta	4,5 %	4,5 %	4,5 %
Cinza total	6,0 %	6,0 %	6,0 %
Metionina	0,5 %	0,5 %	0,45 %

Todos os bandos foram sujeitos a um manejo sanitário idêntico.

Nos três primeiros dias de vida os bandos foram suplementados com um alimento complementar vitaminado administrado na água (1 litro de solução por 2 000 litros de água de beber) e fornecido um medicamento preventivo de diarreia (5 gramas de Doxiciclina por 100 litros de água de beber).

Todas as aves foram imunizadas contra a doença de Newcastle (CLONE 30) e de Gumboro (D78) no décimo terceiro dia de vida. Nos três dias seguintes foi-lhes novamente administrado um alimento complementar vitaminado e um preventivo de diarreia.

Por questões de manejo da exploração avícola e para diminuir a densidade de aves por m<sup>2</sup>, no 36º dia de vida foram retiradas de cada bando 15 360 aves mais pesadas para abate, sendo os restantes abatidos ao 43º dia de vida.

Após a saída dos bandos procedia-se à limpeza e desinfecção dos pavilhões e dos equipamentos. Durante os 15 dias seguintes efectuava-se a limpeza dos silos de ração e sua fumigação, a limpeza dos comedouros, a desinfecção e limpeza dos bebedouros, a administração de cal viva e três passagens de fresa em toda a cama, a desinfecção (lavadora de alta pressão) e fumigação (formol e permanganato de potássio) do pavilhão.

Nesta exploração, o vazio sanitário ocorre uma vez por ano, durante trinta dias, acompanhando o período de remoção do material de cama.

### **3.4. ANIMAIS UTILIZADOS**

O ensaio envolveu seis bandos, com um efectivo total de 277 500 frangos de carne - broilers da estirpe Minibro Shaver, num ciclo produtivo de 1 a 43 dias de vida.

Os pintos, provenientes do centro de incubação fornecedor do aviário Herdade da Daroeira, propriedade do grupo Valouro e localizado em Serpa, foram obtidos a partir do mesmo núcleo de reprodutoras da estirpe genética Minibro Shaver e transportados em camiões até aos pavilhões.

No final do ciclo de produção (idade de abate de 35 a 43 dias), as aves foram recolhidas manualmente no pavilhão e transportadas em camiões, dentro de jaulas de transporte convencionais (dimensões:108 x 58 x 27cm) com uma média de 10 aves por jaula, até ao matadouro de aves Avibom (grupo Valouro), situado em Torres Vedras, onde foram abatidas e depois comercializadas.

### 3.5. PROGRAMA DE LUZ

O plano experimental teve de respeitar o funcionamento normal do aviário, que não permitia a divisão de um bando em dois lotes (dois pavilhões) ou a criação de dois lotes (dois programas de luz) no mesmo pavilhão. Optou-se assim por realizar o ensaio em séries de engorda consecutivas, alternadamente cada uma num pavilhão, mas pertencente ao mesmo núcleo. Os tratamentos entre séries consecutivas foram alternados, sendo a primeira série uma série experimental.

**Quadro 3** - Plano temporal das séries de engorda e efectivos utilizados.

Série	Pavilhão N°	Data de Início	Efectivo inicial	Densidade	
				Inicial (aves/m <sup>2</sup> )	Final (média)
E1	1	2- 12	46 600	20,88	
C1	2	4-12	48 200	21,59	21.06 (E)
E2	3	5-12	47 300	21,19	
C2	4	9-12	42 800	19,17	
E3	5	11-12	47 100	21,10	20.62 (C)
C3	6	12-12	47 100	21,10	



Nos pavilhões 2, 4, e 6 realizaram-se as séries com programa de luz convencional ou grupos de controle (C) consistindo em 23 horas de luz e 1 hora de escuro (23L:1E).

Nos pavilhões 1, 3 e 5 realizaram-se as séries com o programa de luz experimental (E), de acordo com o sugerido por Joly (1992b). O programa experimental, que se apresenta nos Quadros 4 e 5 foi adaptado à estação do ano segundo a recomendação do mesmo autor. Face a 1999, a legislação refere atualmente que num prazo de sete dias a partir do momento em que os frangos são colocados nos pavilhões e até três dias antes do momento previsto para o abate, a iluminação deve seguir um ritmo de vinte e quatro horas e incluir períodos de escuridão de no mínimo seis horas no total com, pelo menos, um período ininterrupto de escuridão de quatro ou mais horas, excluindo os períodos de lusco-fusco.



**Quadro 4 - Programas de luz.**

<b>Idade</b> (dias)	<b>Programa de luz Convencional</b> Horas de Luz (L): Escuro (E)	<b>Programa de luz Experimental</b> Horas de Luz (L): Escuro (E)
1-5		24L
6-8		18L:6E
9-15		14L:10E
16-22	23 L: 1E	16L:8E
23-29		18L:6E
>29		22L:2E

Com exceção do programa de luz, todo o tratamento dos seis bandos foi idêntico.

**Quadro 5 - Programas de luz experimental (horário).**

		Dias de Vida																														
Horas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30*	
0:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
13:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
14:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
15:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
16:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
17:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
18:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
19:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
20:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
21:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
22:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
0:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

 Horas de escuro  
 Horas de luz

\* Os restantes dias são iguais até ao dia de abate

### 3.6. PARAMETROS DETERMINADOS

A metodologia experimental para avaliar os efeitos do programa de luz nos diversos parâmetros estudados foi definida e testada num pré-ensaio, utilizando um bando de

aves alojado num pavilhão do núcleo onde se realizaram as séries de engordas do ensaio.

### **Peso Vivo Inicial dos Pintos**

O peso vivo inicial dos pintos foi obtido pela média da pesagem individual de uma amostra de 100 pintos de cada bando, nas caixas do centro de incubação, no momento e local de entrega do bando.

### **Peso Vivo dos Frangos Durante a Engorda**

No 5º, no 8º dia de vida, e depois com intervalos de uma semana até ao 43º dia de vida, em cada bando em ensaio realizaram-se pesagens individuais em quatro grupos de 25 aves totalizando 100 aves. As pesagens foram realizadas aproximadamente à mesma hora do dia, sendo as aves dos quatro grupos de pesagem recolhidas aleatoriamente em quatro zonas marcadas e equidistantes dos pavilhões (duas zonas centrais e duas zonas nos topos dos pavilhões).

### **Peso Vivo Final dos Frangos**

Em todos os bandos de ensaio o peso final dos frangos foi determinado ao 43º dia de idade, coincidindo com o dia de abate, utilizando-se a mesma metodologia descrita na determinação do peso vivo durante a engorda.

### **Homogeneidade do peso dos bandos**

Para se verificar a homogeneidade dos bandos durante o seu ciclo produtivo foi calculado o coeficiente de variação (CV) do peso nas várias semanas de ensaio a partir do peso vivo médio de cada bando, obtido e do desvio padrão de cada bando, através da seguinte fórmula:

$$\text{Coeficiente de Variação (\%)} = \frac{\text{Desvio Padrão}}{\text{Peso Médio}} \times 100$$

### **Ganho médio diário**

Para comparar a eficiência em termos de crescimento dos bandos sujeitos aos programas de luz estudados foi calculado o ganho médio diário (GMD) em cada uma das semanas do ensaio através da seguinte fórmula:

$$\text{GMD (g/dia)} = \frac{\text{Peso vivo semana } n - \text{Peso vivo semana } (n-1)}{7}$$

Também se determinou o ganho médio diário na globalidade do ensaio através da seguinte fórmula:

$$\text{GMDo (g/dia)} = \frac{\text{Peso ao abate} - \text{Peso Inicial}}{\text{Idade ao abate (dias)}}$$

### **Consumo de água**

O consumo diário de água foi determinado com base na leitura do contador de consumo de água dos bandos, realizada diariamente à mesma hora do dia (10 horas). A primeira leitura foi efectuada antes da entrada de cada bando.

No caso particular do 9º, 10º, 11º dia de vida de cada bando, registou-se a leitura do contador de consumo de água 9 vezes por dia (7, 8, 9, 12, 15, 18, 19, 20 e 21 horas).

### **Mortalidade**

Diariamente efectuou-se o registo da mortalidade espontânea, registando-se a causa de morte sempre que era possível e das aves eliminadas por apresentarem anomalias e por isso serem consideradas inviáveis.

Estas aves mortas foram recolhidas e transportadas para uma fossa.

### **Estado do Aparelho Locomotor**

O estado do aparelho locomotor foi observado e avaliado subjectivamente no último dia de vida (43º) aquando da apanha total de cada bando.

Foi feita uma estimativa do número de aves que apresentavam dificuldades locomotoras, observando a sua locomoção ao percorrerem uma distância aproximada de 5 metros, enquanto eram persuadidas por 5 pessoas.

### **Temperaturas**

As temperaturas interiores foram registadas diariamente, à mesma hora do dia (manhã), num termómetro colocado ao centro de cada pavilhão. Cada termómetro permitia registar a temperatura máxima e mínima ocorrida nas últimas 24 horas. As temperaturas exteriores também foram registadas diariamente, à mesma hora do dia (manhã), num termómetro colocado à sombra ao centro da área ocupada pelo núcleo.

### **Observações Diversas**

As aves foram acompanhadas diariamente, durante o ciclo de vida, anotando - se todas as ocorrências que poderiam reflectir-se nos resultados zootécnicos.

## **3.7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

Os resultados foram submetidos a análise de variância unifactorial com o objectivo de determinar o efeito do programa de luz utilizado nos diversos parâmetros estudados através da utilização do “software” informático SPSS (Statistical Package for the Social Siences). Sempre que se constatarem diferenças significativas entre médias procedeu-se à sua separação através do teste t-student. Na apresentação de resultados considerou-se a seguinte simbologia:

NS – Não significativo ( $P > 0,05$ )

\* Significativo para  $P \leq 0,05$

\*\* Significativo para  $P \leq 0,01$

\*\*\* Significativo para  $P \leq 0,001$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. EVOLUÇÃO DO PESO VIVO

Os valores médios e respectivos desvios-padrão referentes ao peso vivo dos frangos ao longo do ensaio são apresentados no Quadro 6.

**Quadro 6** - Peso vivo (g/ave) dos frangos (média  $\pm$  desvio-padrão).

Idade (dias)	Programa de Luz Experimental (E)	Programa de Luz Convencional (C)	Significância
1	36,95 $\pm$ 3,91	39,61 $\pm$ 6,91	***
8	125,86 $\pm$ 17,92	120,24 $\pm$ 22,96	**
15	296,36 $\pm$ 41,81	297,42 $\pm$ 59,53	NS
22	605,78 $\pm$ 81,16	668,51 $\pm$ 98,04	***
29	1 077,78 $\pm$ 128,74	1 080,11 $\pm$ 133,76	NS
36	1 643,92 $\pm$ 281,09	1 628, 58 $\pm$ 183,20	NS
43	2 164,40 $\pm$ 265,60	2 075,17 $\pm$ 283,35	***

\*\* P $\leq$ 0,01 \*\*\* P $\leq$ 0,001 NS-Diferença não significativa

O programa de luz influenciou significativamente (P $\leq$ 0,001) o peso vivo das aves ao 8º, 22º e 43º dia de idade. Aos 15, 29 e 36 dias de idade as diferenças de peso não foram estatisticamente diferentes.

Aos 8 dias de idade o peso médio dos frangos criados com o programa de luz experimental (24L até aos 5 dias e 18L:6E, entre os 6 e 8 dias de idade) foi ~5% superior ao observado no grupo submetido ao programa de luz convencional (23L:1E).

Aos 15 dias de idade o peso vivo médio dos dois bandos foi semelhante (296,4g e 297g). Contudo, aos 22 dias de idade observou-se que os frangos submetidos ao programa de luz experimental (com menos horas de luz) eram em média ~9% mais leves que os submetidos ao programa convencional (23L:1E). O menor peso dos bandos

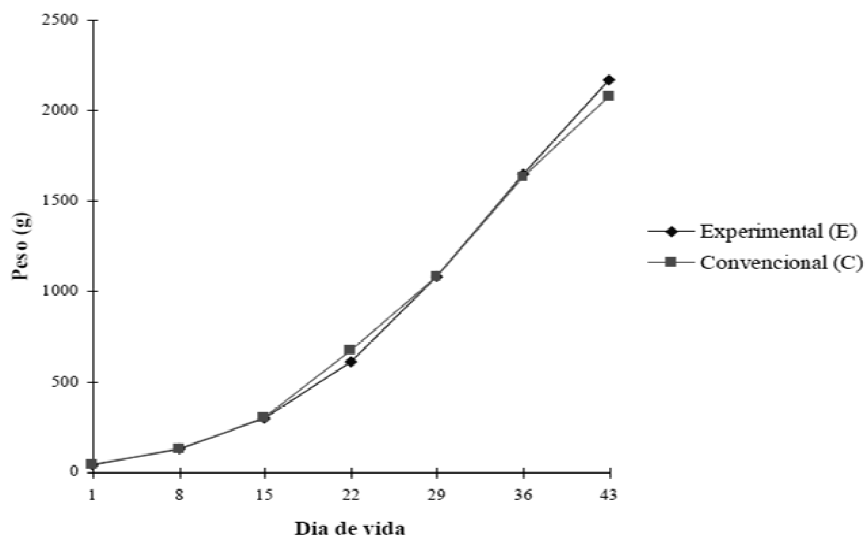
experimentais pode ser explicado pelo efeito da restrição alimentar causada pelo programa de luz que possibilitou menos horas diárias de luminosidade (16L) e mais horas de escuro (8E), entre os 16 e os 22 dias de vida, que o programa convencional (23L:1E).

Aos 29 dias de idade ambos os bandos tinham pesos vivos médios quase iguais (1 077,9 g e 1 080,1 g) e aos 36 dias, apesar de as diferenças não serem estatisticamente significativas, já se notava uma tendência para os frangos submetidos ao regime experimental serem ligeiramente mais pesados (+ 15,3 g), o que indiciava nestas aves a exibição de crescimento compensatório.

O peso final médio das aves foi de 2164,4 gramas nos bandos experimentais e de 2075,2 gramas para os convencionais, pelo que a utilização do regime de luz experimental se traduziu na obtenção de frangos ~4% mais pesados ( $P \leq 0,001$ ).

Estes resultados coincidem com os obtidos por Mollison et al. (1984), Buyse et al. (1996b) e Zubair e Leeson (1996b), que mostraram que um período de restrição alimentar reduz inicialmente o peso corporal, mas posteriormente permite o crescimento compensatório, pelo que o peso normal de abate não é afectado. Mais recentemente, também Urdaneta-Rincon e Leeson (2003), Kawauchi et al. (2008) e Schwean-Ladner e Classen (2010) obtiveram resultados e conclusões semelhantes.

Conforme se pode observar na Figura 3 (e no Quadro 6) as aves submetidas ao programa de luz experimental apresentaram entre os 15 e os 29 dias de idade pesos inferiores aos alcançados pelos frangos submetidos ao programa de luz convencional.



**Figura 3** - Evolução do peso vivo (g/ave) nos bandos sujeitos ao programa de luz experimental (E) e convencional (C).

O menor peso dos bandos experimentais pode ser explicado pelo efeito da restrição física de alimento que ocorreu sob a influência do programa de luz. Em termos de curva de crescimento este período de vida dos bandos (até aos 22 dias de vida) designa-se por fase retardante.

A partir do 22º dia de vida os bandos experimentais registaram uma compensação de peso originada pelo programa de luz experimental, que permitiu aos bandos obterem um período de realimentação. Este período de vida dos bandos, em termos de curva de crescimento, designa-se de fase compensatória.

O programa de luz experimental (22L:2E desde os 30 dias de idade) possibilitou que aos 36 dias de vida os bandos experimentais atingissem o mesmo peso que os frangos submetidos ao programa de luz convencional (23L:1E) e que na pesagem aos 43 dias de vida obtivessem peso superior (Figura 3).

A evolução do peso vivo está de acordo com as observações registadas, entre outros, por Joly (1992b) e Leeson e Summer (1991) e, mais recentemente, Classen (2004) e



Schwean-Ladner e Classen (2010) que verificaram que a restrição alimentar precoce originava uma diminuição do peso corporal, mas na subsequente realimentação o peso era repostado, com diminuição da deposição de gordura total abdominal.

## 4.2. HOMOGENEIDADE DO PESO VIVO DOS BANDOS

Para se verificar a homogeneidade do peso vivo dos bandos durante o seu ciclo produtivo foi calculado o coeficiente de variação do peso vivo em cada uma das pesagens efetuadas semanalmente (Quadro 7).

**Quadro 7** - Coeficiente de variação (%) do peso vivo dos frangos (média ± desvio-padrão).

Idade (dias)	Programa de Luz Experimental (E)	Programa de Luz Convencional (C)	Significância
1	5,77 ± 1,90	5,74 ± 2,19	NS
8	13,72 ± 1,63	13,68 ± 3,69	NS
15	13,85 ± 1,77	16,54 ± 2,61	NS
22	13,16 ± 0,69	14,25 ± 2,18	NS
29	11,77 ± 2,28	12,07 ± 1,95	NS
36	15,86 ± 1,54	11,25 ± 1,18	NS
43	12,23 ± 1,62	13,55 ± 1,04	NS

NS-Diferença não significativa

Não se observaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos na homogeneidade dos bandos, pelo que o programa de luz utilizado não influenciou este parâmetro.

A homogeneidade pode-se considerar boa quando nenhum peso individual se desvia em mais que 20% do peso médio encontrado. Em alternativa, o coeficiente de variação, em percentagem, pode ser utilizado para caracterizar a homogeneidade dos bandos. De

acordo com Quemeneur (1988), um coeficiente de variação inferior a 10% indica uma boa homogeneidade dos bandos.

Com exceção da primeira pesagem, onde se registou um coeficiente de variação inferior a 10%, pode-se considerar que, quer nos bandos sujeitos ao programa de luz convencional, quer nos bandos submetidos ao programa de luz experimental, a homogeneidade não foi a melhor, já que se determinaram coeficientes de variação ligeiramente acima de 10%.

A heterogeneidade dos bandos pode ter sido devida a variabilidade associada à qualidade dos ovos incubados e também a diferenças associadas à ingestão alimentar, uma vez que Zubair e Leeson (1996a) referem que a variabilidade do peso corporal dentro do bando tem origem na distribuição desigual de alimento.

Apesar de se ter observado alguma irregularidade dos coeficientes ao longo do ciclo de produção, é de destacar que em todas as pesagens e, nomeadamente, na pesagem final (43º dia de idade) o programa de luz utilizado não influenciou significativamente a homogeneidade do bando, tendo-se registado valores médios de 12,2 e 13,6%, respectivamente nos frangos submetidos ao programa de luz experimental e convencional.

### **4.3. GANHO MÉDIO DIÁRIO**

O ganho médio diário (por semana ou na globalidade do ensaio) permite comparar a eficiência em termos de crescimento dos bandos sujeitos aos dois programas de luz testados. Os valores médios e desvios-padrão determinados nas várias semanas e na globalidade do ensaio são apresentados no Quadro 8.

**Quadro 8** - Ganho médio diário (g/dia) dos frangos (média  $\pm$  desvio-padrão).

Idade (dias)	Programa de Luz Experimental (E)	Programa de Luz Convencional (C)	Significância
1 a 8	12,70 $\pm$ 0,68	11,52 $\pm$ 2,62	NS
9 a 15	24,36 $\pm$ 2,21	25,31 $\pm$ 3,96	NS
16 a 22	44,15 $\pm$ 3,90	53,02 $\pm$ 7,00	NS
23 a 29	67,49 $\pm$ 1,30	58,80 $\pm$ 1,81	**
30 a 36	80,87 $\pm$ 2,67	77,34 $\pm$ 5,19	NS
37 a 43	74,36 $\pm$ 5,63	63,80 $\pm$ 7,35	NS
Global	50,65 $\pm$ 0,40	48,47 $\pm$ 0,98	*

\* $P \leq 0,01$  \*\*  $P \leq 0,01$  NS-Diferença não significativa

Apenas na 4ª semana de idade (23 a 29 dias) se observaram diferenças significativas do ganho médio diário entre os dois programas de luz.

Na primeira semana observaram-se valores muito semelhantes, tendo-se determinado ganhos médios diários de 12,7 e de 11,5 g/dia respectivamente nos frangos sujeitos ao programa experimental e convencional. De forma idêntica, na segunda semana (dos 9 aos 15 dias de vida) também se constatou uma diferença de apenas 0,95 g por dia e por ave favorável às séries convencionais com 23 horas de luz comparativamente ao das aves com o programa de luz experimental fornecendo 14 horas de luminosidade e 10 horas de escuro (14L:10E).

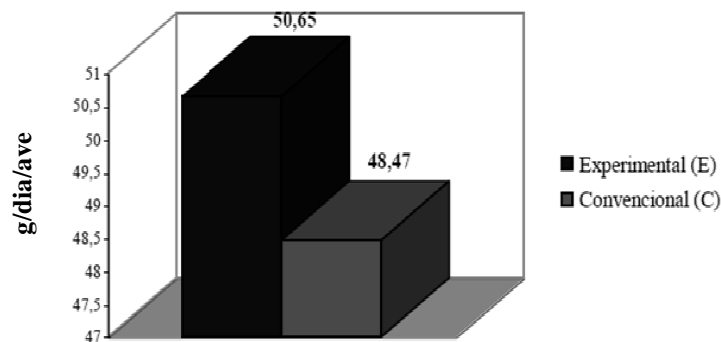
Pelo contrário, na terceira semana (entre os 16 e os 22 dias de idade) constatou-se que o ganho médio obtido pelos frangos das séries experimentais, que receberam 16 horas de luminosidade e 8 horas de escuro foi ~17% inferior ao obtido nas séries convencionais com 23 horas de luminosidade e 1 hora de escuro, não sendo esta diferença estatisticamente significativa.

Os valores dos ganhos médios diários obtidos pelos frangos nas três últimas semanas de ensaio (entre os 22 e os 43 dias de idade) evidenciaram uma clara vantagem do

programa de luz experimental. Assim, na 4ª semana o ganho médio diário dos frangos das séries experimentais foi em média significativamente superior ( $P \leq 0,01$ ) em ~15% ao obtido pelas séries convencionais. A utilização de 18 horas de luminosidade (L) e 6 horas de escuras (E) diárias, entre os 23 e os 29 dias de vida, permitiu a expressão de crescimento compensatório e a recuperação do ganho de peso perdido na fase inicial, aquando da restrição alimentar motivada pela diminuição das horas de luz.

Na 5ª e na 6ª semanas, apesar das diferenças não terem tido significado estatístico, o ganho médio diário obtido nas séries experimentais (22L:2E) foi em média ~5 e ~17% superior ao obtido com as séries convencionais (23L:1E).

Na globalidade do ensaio o ganho médio diário foi significativamente ( $P \leq 0,05$ ) influenciado pelo programa de luz utilizado, tendo sido superior em ~5% por dia e por ave nos bandos com tratamento de luz experimental em comparação com o dos bandos sujeitos a tratamento de luz convencional, conforme se pode observar na Figura 4.



**Figura 4** – Ganho médio diário (g/dia) na globalidade do ensaio dos bandos sujeitos ao programa de luz experimental (E) e convencional (C).

Estes resultados estão de acordo, entre outros, com os de Buyse e Decuypere (1988), Leeson e Summer (1991), Buyse et al. (1996) e Zubair e Leeson (1996b) que constataram que a restrição física de alimento induzida pelo aumento do número de horas de obscuridade originava uma diminuição do ganho de peso, mas a posterior realimentação permitia crescimento compensatório traduzido em maiores ganhos de peso. Idênticas conclusões foram referidas mais recentemente por Classen (2004), Schwean-Ladner e Classen (2010) e Álvarez e Borges (2011).

#### 4.4. MORTALIDADE

Os resultados relativos à mortalidade acumulada (em percentagem do efetivo inicial) que inclui a mortalidade espontânea e as aves eliminadas, são apresentados no Quadro 9.

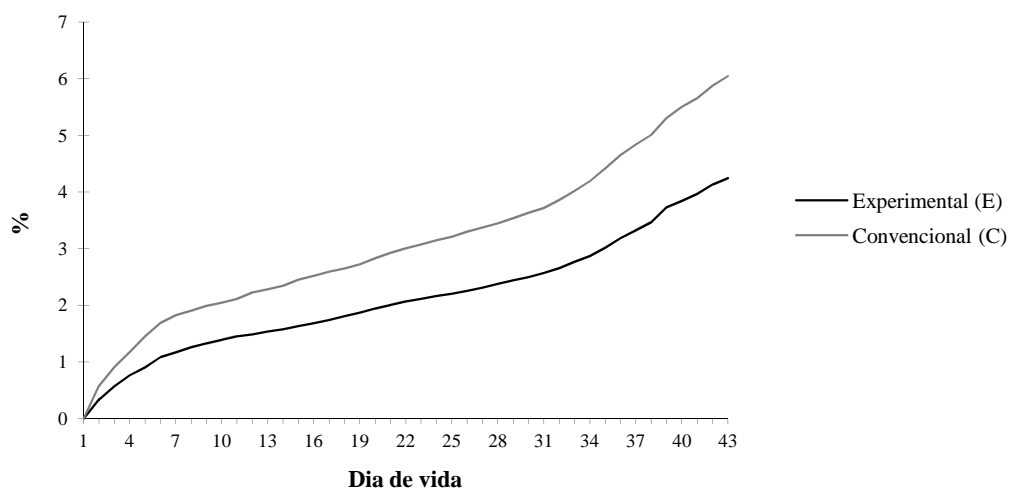
**Quadro 9** - Taxa de mortalidade acumulada (% do efetivo inicial) dos frangos.

Idade (dias)	Programa de Luz Experimental (E)	Programa de Luz Convencional (C)	Significância
8	1,26 ±	1,90 ±	NS
15	1,63 ±	2,45 ±	NS
22	2,06 ±	3,01 ±	NS
29	2,44 ±	3,53 ±	NS
36	3,18 ±	4,65 ±	NS
43	4,24 ±	6,06 ±	NS

NS-Diferença não significativa

Em todas as semanas, observou-se uma clara tendência para uma menor mortalidade acumulada nos frangos submetidos ao programa de luz experimental comparativamente à registada nos bandos sujeitos ao programa de luz convencional. A mortalidade

acumulada média dos frangos submetidos ao programa de luz experimental foi inferior em -33,68% aos 8 dias, em -33,47% aos 15 dias e aos 22 dias em -31.56%. Nas últimas semanas de engorda o efeito do programa de luz também se notou, tendo a diferença sido de -30.88% aos 29 dias, -31.61% aos 36 dias e de -30.03% aos 43 dias de idade. O efeito do programa de luz sobre a mortalidade acumulada é, especialmente na fase final do ensaio onde a diferença entre os dois programas mais se acentua, claramente evidenciado na Figura 5.

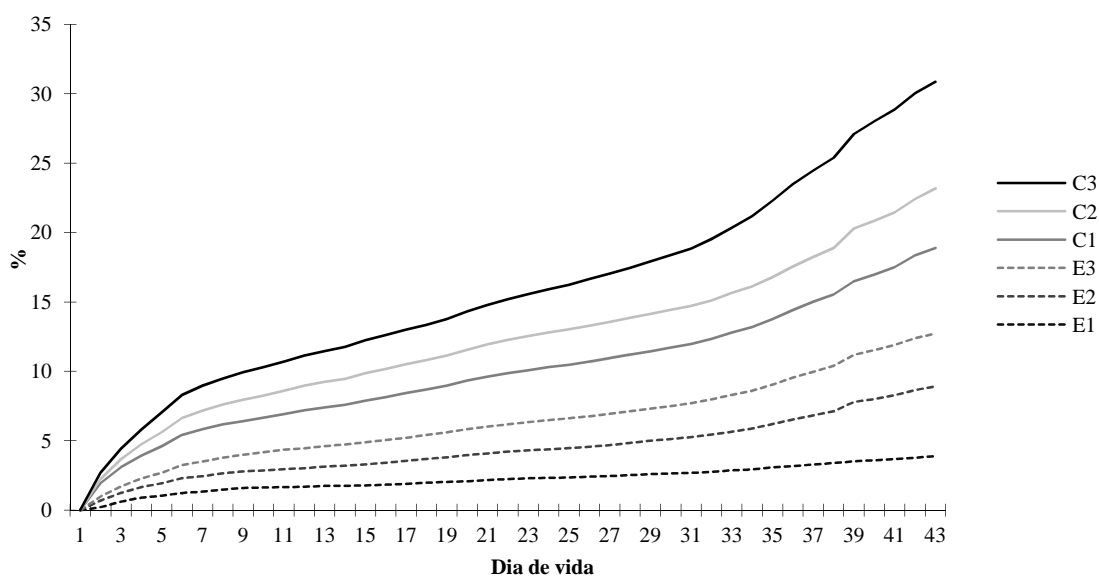


**Figura 5** - Efeito do programa de luz sobre a taxa de mortalidade acumulada (em percentagem do efetivo inicial).

No final do ensaio registaram-se mortalidades acumuladas médias de 4,24% nos frangos submetidos ao programa de luz experimental e de 6,05% nos frangos sujeitos ao programa de luz convencional. Apesar das diferenças não terem sido estatisticamente significativas ( $P>0,05$ ) a diferença registada (-29,92%) entre os programas de luz, correspondeu a cerca de 2318 aves, num total de 277 500.

Em ambos os programas de luz a mortalidade acumulada média dos frangos pode ser considerada muito satisfatória e inferior à média geral registada no aviário da Herdade da Daroeira, que se situa nos 8,4%.

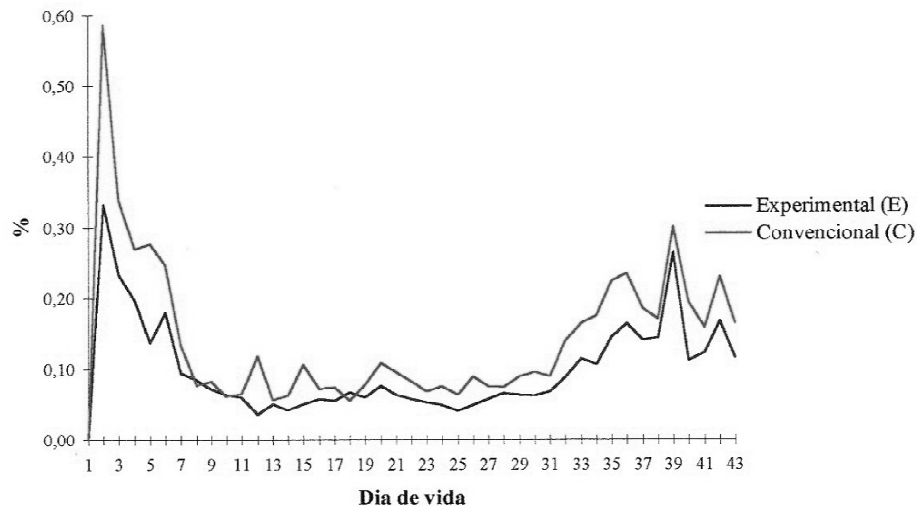
Da observação da Figura 6, onde são apresentadas as taxas de mortalidade acumulada dos seis bandos que foram acompanhados, ressalta que os três bandos submetidos ao programa de luz experimental (E1,E2 e E3) apresentam curvas mais homogêneas e semelhantes entre si, que as verificadas nos bandos submetidos ao programa de luz convencional (C1, C2 e C3), onde os valores não são tão homogêneos e as curvas mais diferentes entre si.



**Figura 6** - Taxa de mortalidade acumulada (em percentagem do efetivo inicial) nos seis bandos estudados.

No que diz respeito à mortalidade diária espontânea, as diferenças entre os programas de luz também não foram significativas ( $P>0,05$ ), embora e conforme se pode observar na Figura 7, em termos globais, a taxa de mortalidade diária dos frangos submetidos ao programa de luz experimental foi inferior à registada pelos frangos sujeitos ao programa de luz convencional, com exceção do 8º, 10º e 11º dia de vida (sem razões específicas). Na fase final da engorda, a amplitude da diferença entre programas de luz acentuou-se em favor do programa experimental. Este acentuar da diferença pode refletir uma

redução mais acentuada da mortalidade tardia em função da redução da gordura abdominal e corporal entre os 29 e 36 dias de vida, como anteriormente sugerido por Plavnik e Hurwitz (1985, 1990, 1991), Mc Murtry et al. (1988), Jones e Farrel (1992), Scott (2002), Leu et al. (2002), Downs et al. (2006) e Schwean-Ladner e Classen (2010).



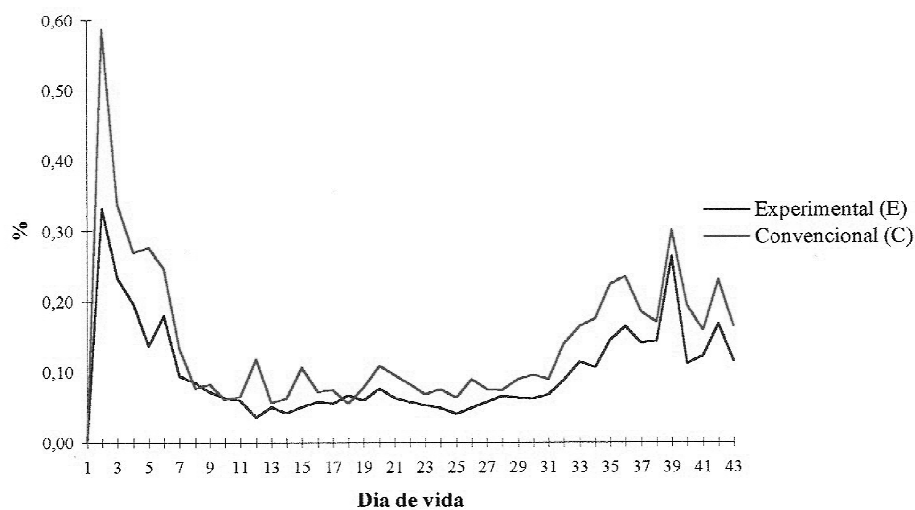
**Figura 7** - Taxa de mortalidade diária incluindo aves eliminadas, em percentagem do efetivo inicial. (E: média dos bandos sujeitos a programa de luz experimental; C: média dos bandos sujeitos a programa de luz convencional).

Os presentes resultados parecem estar de acordo com as observações feitas entre outros por Classen e Riddell (1989), Blair et al. (1993), Zubair e Leeson (1996a), Lippens et al. 2002, Abad (2005) e Classen (2004) na redução da mortalidade que ocorre devido à redução de mortes por síndrome de morte súbita, como consequência da diminuição da obesidade na fase final da engorda. A diminuição de deposição de gordura abdominal tem origem na restrição física precoce de alimento imposta pelo programa de luz (Mc Murtry et al. 1988; Plavnik e Hurwitz, 1985, 1988, 1989; Plavnik et al., 1986; Urdeta-Rincon e Lesson, 2003; Buyse e Decuyper, 2003; Classen, 2004). A incidência de morte por colapso cardíaco é significativamente elevada na fase final da engorda,



quando os frangos estão sujeitos ao regime de luz convencional (Bowes et al., 1988; Fontana et al., 1991; Weaver et al., 1992, Tottory et al.,1997, Donald et al. 2001, Schwean-Ladner e Classen, 2010).

A mortalidade acumulada espontânea no final da engorda (Figura 8) dos frangos das séries experimentais (3,42 %) foi inferior à mortalidade acumulada das séries convencionais (4,94 %).

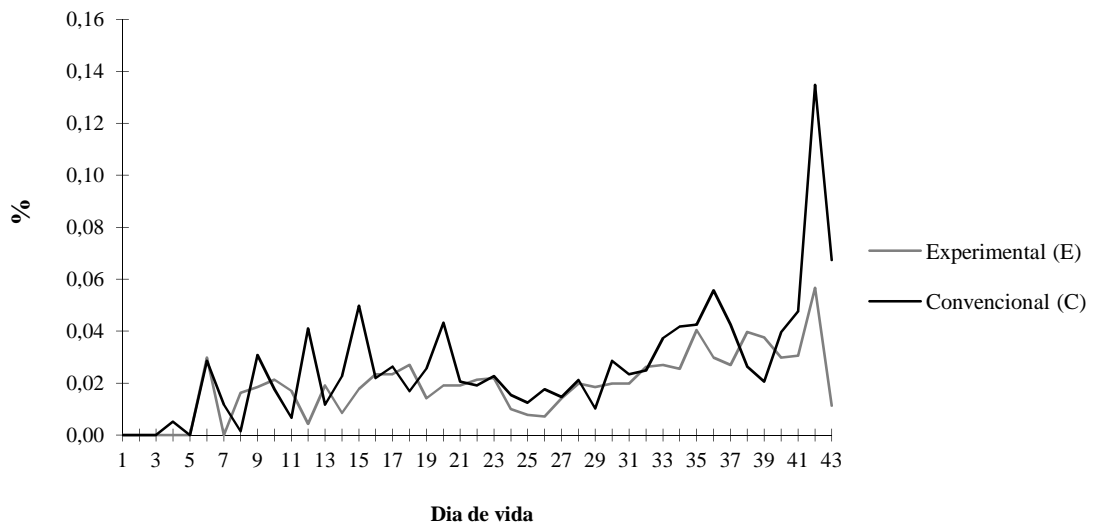


**Figura 8** - Taxa de mortalidade espontânea diária (em % do efetivo inicial).

Os valores mais elevados de mortalidade espontânea diária (Figura 8) em ambas as séries foram observados nos primeiros 8 dias de vida. Os valores mais baixos registaram-se entre os 8 e 22 dias de vida para as séries convencionais e dos 8 aos 29 dias de vida para as séries experimentais.

Em relação ao total de aves eliminadas, também se pode verificar que o programa de luz experimental se traduziu numa diminuição do seu valor médio, tendo-se determinado uma percentagem inferior nas séries sujeitas a tratamento de luz experimental (0,82 %) em relação às séries sujeitas a tratamento de luz convencional

(1,15 %). É de salientar que se constatou uma diminuição da taxa de aves eliminadas diariamente (Figura 9) nos primeiros 8 dias de vida e entre os 21 a 30 dias de vida, para ambas as séries experimentais e convencionais.



**Figura 9** - Taxa de aves eliminadas diariamente (em % do efetivo inicial).

Em anexo (Figuras A1, A2, A3, A4, A5, A6) são apresentados para cada bando a taxa de mortalidade diária total, a taxa diária de aves eliminadas e a taxa de mortalidade acumulada. Em todos os casos, a taxa de mortalidade refere-se ao efetivo inicial.

## **4.5. CONSUMO E COMPORTAMENTO DE INGESTÃO DE ÁGUA**

Em primeiro lugar serão apresentados e discutidos os resultados referentes ao consumo acumulado de água ao longo do ensaio e, posteriormente, os relativos ao consumo na fase de restrição luminosa.

### 4.5.1. Consumo de Água

O consumo de água durante a engorda (expresso em L/100 aves), nas diferentes idades estudadas apresenta-se no Quadro 10.

**Quadro 10** - Consumo de água acumulado (L/100 aves) dos frangos (média  $\pm$  desvio-padrão).

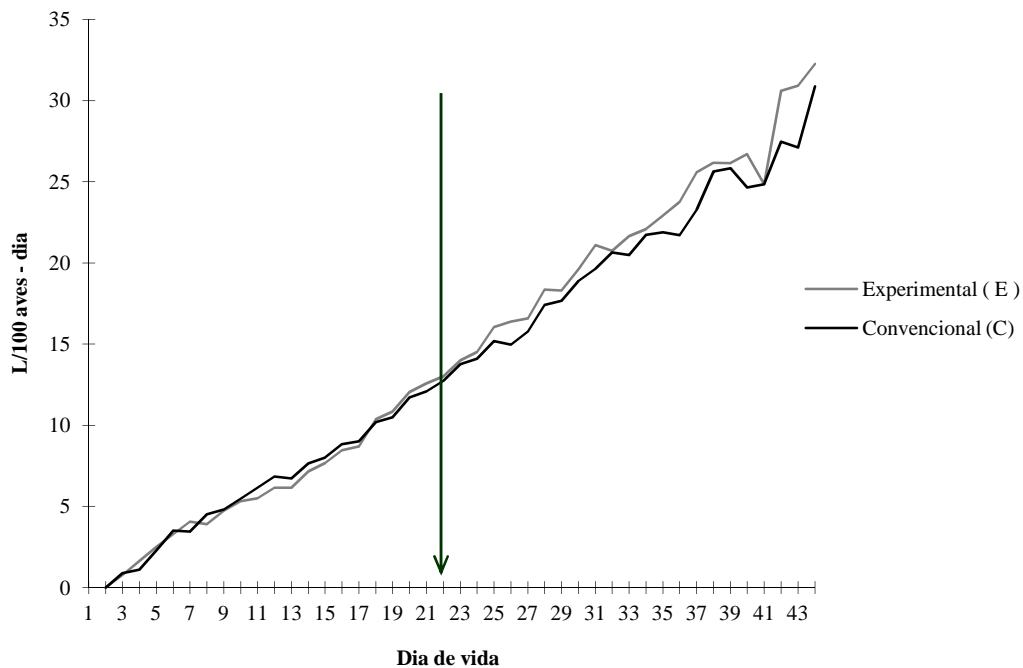
Idade (dias)	Programa de Luz Experimental (E)	Programa de Luz Convencional (C)	Significância
8	20,93 $\pm$ 0,45	20,54 $\pm$ 0,97	NS
15	69,63 $\pm$ 1,37	67,94 $\pm$ 5,45	NS
22	150,46 $\pm$ 2,24	148,67 $\pm$ 9,03	NS
29	270,56 $\pm$ 6,77	262,39 $\pm$ 13,23	NS
36	426,72 $\pm$ 7,55	414,41 $\pm$ 17,18	NS
43	622,62 $\pm$ 14,86	601,54 $\pm$ 10,76	NS

NS-Diferença não significativa

Em ambos os programas de luz, como seria de esperar, observou-se um aumento do consumo de água com o incremento da idade das aves. Em nenhuma das idades estudadas as diferenças observadas no consumo de água foram estatisticamente significativas ( $P > 0,05$ ).

Do 2º ao 17º dia de vida (Figura 10), o consumo médio dos bandos sujeitos a tratamento de luz convencional foi ligeiramente superior ao observado nos bandos sujeitos a tratamento de luz experimental. A partir do 17º dia de vida e até ao dia de abate, a tendência do consumo de água inverteu-se, uma vez que os bandos sujeitos ao tratamento de luz experimental tiveram um consumo de água superior ao dos bandos submetidos ao programa de luz convencional. Como consequência, no final do ensaio, os frangos submetidos ao programa de luz experimental ingeriram mais 21,18 L/100

aves que os frangos sujeitos ao programa de luz convencional (Quadro 10 e Figura 10), embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa.



**Figura 10** - Consumo diário de água dos bandos. (E: bandos sujeitos a programa de luz experimental; C: bandos sujeitos a programa de luz convencional).

Segundo Marks (1981) o desvio máximo entre as curvas de ingestão de água é observado depois de ocorrer o desvio máximo das curvas do peso vivo corporal.

Wilson e Osbourn (1960) referem que o aumento de apetite observado no início da realimentação está associado com o crescimento compensatório, sendo o principal fator responsável pelo aumento de crescimento e do melhoramento da eficiência alimentar.

Os resultados por nós observados parecem estar em concordância com os citados por Zuber (s/data), segundo os quais o nível de consumo de água determina em grande medida o consumo de ração e em consequência o crescimento.

É bem conhecido que em frangos de engorda e para temperaturas de pavilhão standard, a quantidade de água ingerida corresponde a 1,7 a 1,8 vezes a quantidade de ração

ingerida (Pesti et al. 1985). Nas condições do presente ensaio, a temperatura ambiental manteve-se em todos os casos dentro dos padrões normais (Figuras A7, A8, A9, A10, A11, A12, em anexo) pelo que por isso pode ser excluída como fator de variação.

Nas séries experimentais observou-se, na primeira fase de engorda até aos 22 dias, uma diminuição do crescimento, possivelmente em consequência da influência do menor número de horas de luz sobre a ingestão de água e de alimento. Esta fase é designada de fase retardante (Figura 10), em contraste com a fase compensatória, que se inicia com a realimentação, possibilitada pelo programa de luz, onde as aves exibem crescimento compensatório, e obtém-se um aumento de peso adicional que lhes permite igualar e/ou ultrapassar o peso corporal à idade de abate das aves que não foram submetidas a programas de luz que originam restrição alimentar (Leeson e Summer, 1991; Joly, 1992a; Schwean-Ladner e Classen 2010).

Durante a restrição de alimento, os órgãos digestivos dos frangos de engorda (expressos em % de peso corporal) são no geral maiores e mais pesados (Zubair e Leeson, 1994a; Schwean-Ladner e Classen 2010). O aumento de peso do trato digestivo permite o crescimento compensatório depois de um período de restrição alimentar (Susbilla et al., 1994, Kawauchi et al. 2008; Schwean-Ladner e Classen 2010). Porque existe durante um curto espaço de tempo, maior consumo de água e ração, seguidos de um longo espaço de tempo de jejum (Susbilla et al., 1994; Buyse et al., 1996b). Desenvolvem estratégias para superar os longos períodos noturnos sem consumo de alimento, ou seja antecipam um aumento de consumo de alimento no final do fotoperíodo, com um armazenamento mecânico da ingestão no trato gastrintestinal e a sua gradual libertação durante a noite (Buyse et al., 1993).

#### 4.5.2. Consumo de Água na Fase de Restrição Luminosa

O consumo de água (L/100 aves) em 24 horas (das 7 às 7 horas) do 9° ao 10° dia de vida e do 10° ao 11° dia de vida dos frangos submetidos a 14 horas diárias de luz e 10 horas de escuro (14L:10E) foi significativamente menor ( $P \leq 0,01$ ) que o determinado nos frangos submetidos ao programa de luz convencional (23L:1E) conforme se apresenta no Quadro 11.

**Quadro 11** - Consumo de água acumulado (L/100 aves), em média, durante 24 horas do 9°/10° dia de vida (das 7 às 7 horas) e durante 24 horas do 10°/11° dia de vida (das 7 às 7 horas) (média  $\pm$  desvio-padrão).

Idade (dias)	Programa de Luz Experimental (E)	Programa de Luz Convencional (C)	Significância
9 -10	3,94 $\pm$ 0,48	5,52 $\pm$ 0,08	**
10-11	4,13 $\pm$ 0,69	5,86 $\pm$ 0,05	**

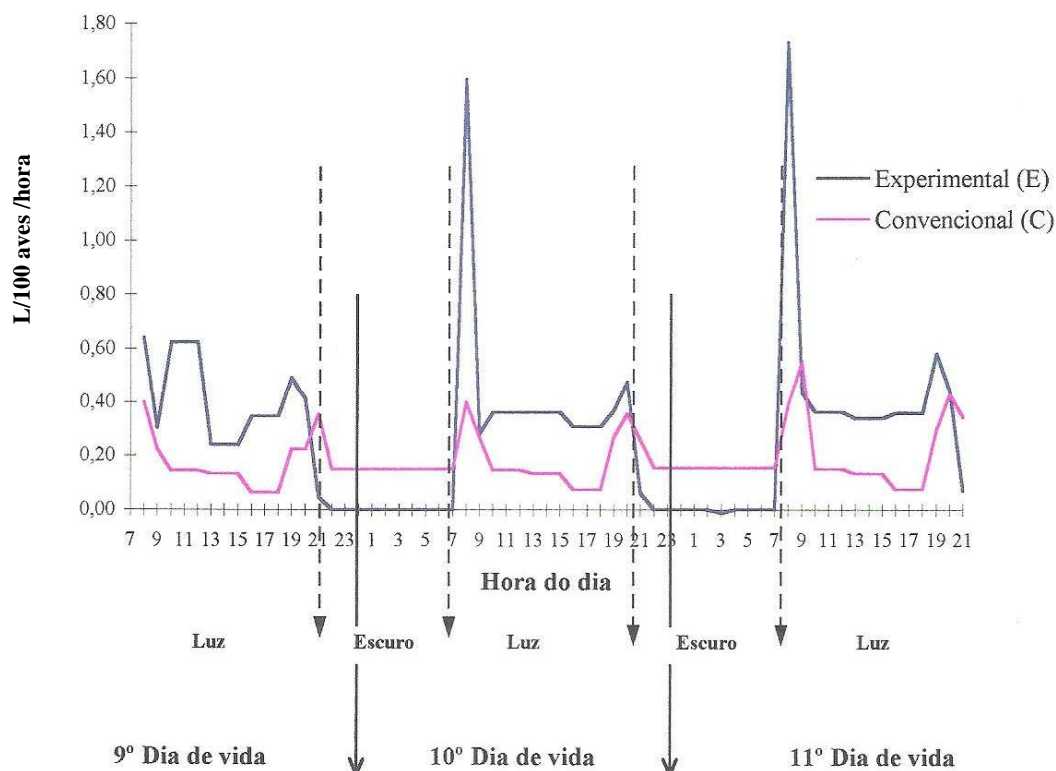
\*\*  $P \leq 0,01$

No 9°/10° dia de idade o consumo médio acumulado (L/100 aves) dos frangos submetidos ao programa de luz convencional foi superior em cerca de 40% ( $P \leq 0,01$ ) enquanto no 10 e 11° dia essa diferença foi da ordem dos 42% ( $P \leq 0,01$ ).

No 10° e 11° dia de vida (Figura 11) ocorreram, nas mesmas horas do dia, dois picos de consumo de água em ambos os tratamentos. O primeiro pico, muito mais expressivo nos frangos submetidos ao programa de luz experimental, ocorreu pós a escuridão (das 7 às 9 horas) e o segundo pico ocorreu antes da escuridão (das 18 às 21 horas). Estes picos refletem que a ingestão de água está correlacionada com a atividade geral das aves, atingindo-se diariamente duas máximas ingestões de água, uma no início e a outra no fim do fotoperíodo (Rutz e Bermudez 2004; Kawauchi et al. 2008).

No programa de luz experimental, após o primeiro pico de ingestão de água (das 7 às 9 horas) segue-se um período de privação de água durante 10 horas, imposto pelas horas

de escuro. Esta situação provoca uma sensação de sede e a necessidade de consumo de água (o segundo pico ocorre antes da escuridão) o que pode levar a crer que existe uma ingestão antecipada compensatória de água.



**Figura 11** - Evolução do consumo horário de água, durante a fase de aplicação do programa de luz experimental (E: 9º, 10º e 11º dias de vida; 14 horas de luz e 10 horas de escuro) e convencional (C: 9º, 10º e 11º dia de vida; 23 horas de luz e 1 hora de escuro).

No entanto, é interessante constatar que os referidos picos de ingestão de água se verificam independentemente da restrição luminosa. O facto de ocorrer ao mesmo tempo nos dois tratamentos, deve-se provavelmente à hora fixada para o desligar ou ligar a luz coincidir por acaso com as horas dos picos de atividade nos bandos de controlo.

É possível que após uma sucessão mais prolongada de dias de restrição luminosa, um tal consumo compensatório antecipado, em forma de pico de consumo, se possa observar. Por outro lado, os dados mostram claramente que o consumo nulo de água durante a fase de escuridão é compensado por um nível de consumo superior ao longo de toda a fase de luz.

Os frangos de engorda têm necessidade de se alimentar com o período de luz, (apresentando dois picos, ao amanhecer e ao entardecer) e com maior conforto térmico. Permite-lhe aprender a desenvolver estratégias para superar os longos períodos noturnos sem consumo de alimento, ou seja, antecipam um aumento de consumo de alimento no final do fotoperíodo, com um armazenamento mecânico da ingestão no trato gastrintestinal e a sua gradual libertação durante a noite (Buyse et al., 1993).

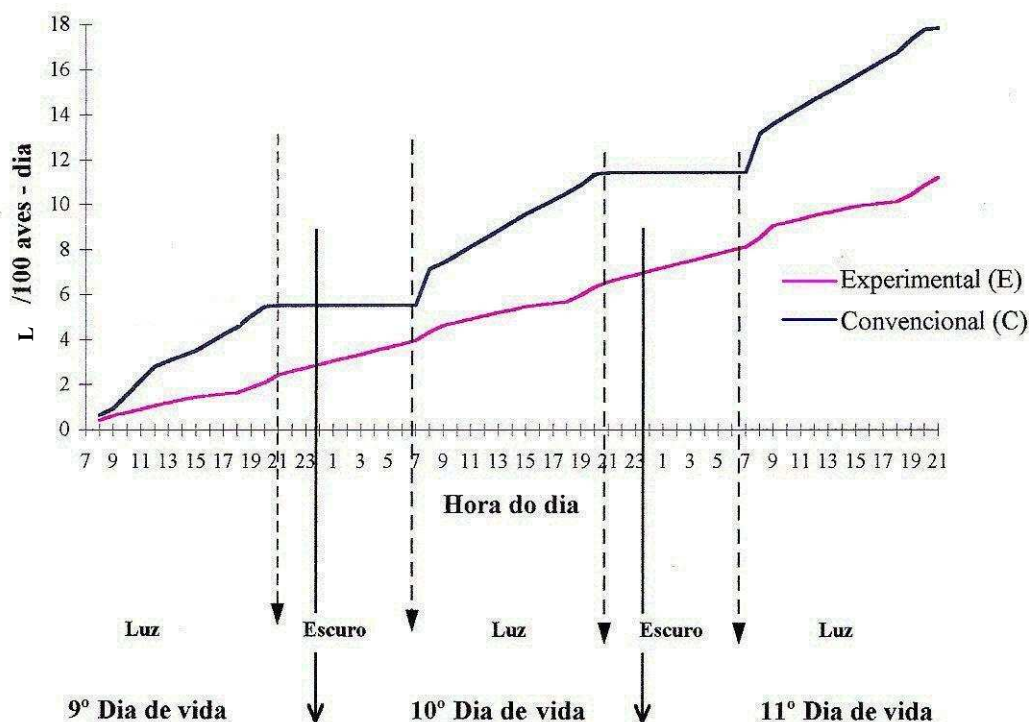
O forte pico de consumo de água após o início do fotoperíodo nos bandos experimentais pode permitir aos pintos humedecer mais alimento no papo (Buyse et al., 1996b) e aumentar o tamanho dos órgãos do aparelho digestivo (Susbilla et al., 1994; Kawauchi et al., 2008; Schwean-Ladner e Classen, 2010).

Os presentes resultados estão de acordo com os determinados por Joly (1993) que afirma que se verifica uma compensação do consumo de água nas horas de luminosidade dos bandos sujeitos a programa de luz restringida.

A adoção de um programa de luz mais restritivo em termos de horas de luz implica ter em consideração que a disponibilidade de bebedouros não deve causar stress nas aves. Assim, o número de bebedouros deve ser estabelecido em função do número de aves e ser suficiente para lhes permitir uma ingestão suficiente de água (Joly, 1993) e, conseqüentemente, favorecer uma boa ingestão de ração.



Num período de 60 horas, os bandos sujeitos ao programa de luz experimental (14L:10E) ingeriram menos água que os bandos sujeitos a programa de luz convencional, com 1 hora de escuro (1E) conforme se pode observar na Figura 12.



**Figura 12** - Evolução do consumo acumulado de água durante a fase de aplicação do programa de luz experimental (E: 9º, 10º e 11º dias de vida; 14 horas de luz e 10 horas de escuro) e convencional (C: 9º, 10º e 11º dias de vida; 23 horas de luz e 1 hora de escuro).

Como o nível de consumo de água determina, em grande medida, o nível consumo de ração (Joly, 1993) estimando-se uma relação consumo de água por consumo de ração de 1.7 a 1.8 (Quemener, 1988) é de supor que apesar dos bandos experimentais terem sido submetidos a restrição luminosa, consumiram mais ração, possivelmente devido ao aumento do tamanho dos órgãos do aparelho digestivo (Susbilla et al., 1994; Kawauchi et al., 2008; Schwean-Ladner e Classen (2010). Antecipam um aumento de consumo de

alimento no final do fotoperíodo, com um armazenamento mecânico da ingestão no trato gastrointestinal e a sua gradual libertação durante a noite (Buyse et al., 1993).

#### **4.6. ESTADO DO APARELHO LOCOMOTOR**

Na observação e avaliação subjetiva do aparelho locomotor dos frangos realizada no dia 43, constatou-se nos bandos experimentais maior facilidade de locomoção, menos incidências de anomalias nas patas e um incremento de atividade e maior atenção à presença humana em comparação com os bandos sujeitos a programa de luz convencional.

Estas observações subjetivas estão de acordo com as observações de diversos autores, que referem que o aumento da atividade física imposto pelos programas de luz restritivos, permite um desenvolvimento mais vigoroso dos ossos e a redução de problemas nas patas (Joly, 1992a; Blair et al., 1993; Buyse et al., 1996b; Classen, 2004; Kawauchi et al., 2008; Schwean-Ladner e Classen, 2010).

A utilização na fase inicial do ciclo de produção de programas de luz não convencionais (mais restritivos em termos de horas de luz) reduz significativamente a incidência de desordens nas patas (Joly, 1992c; Zubair e Leeson, 1994b, 1996b; Schwean-Ladner e Classen, 2010) reduzindo deformações e permitindo uma melhoria na ossificação e inclusivamente uma maior perspicácia das aves à presença humana (Haye e Simons, 1978; Joly, 1992c; Hester, 1994; Buyse et al., 1996b). Segundo Buyse et al. (1996) a restrição luminosa na idade jovem, impõe uma restrição da deposição de músculo permitindo um desenvolvimento proporcional do esqueleto antes de este receber uma maior quantidade de tecidos musculares.

Na observação e avaliação subjetiva dos bandos, constatou-se também uma semelhança de problemas nas patas e do comportamento de locomoção em ambos os sexos, o que confirma as observações de Robbins et al. (1984) e Gordon e Tucker (1997) que constataram semelhantes incidências de problemas de patas e alterações no comportamento de locomoção em machos e fêmeas.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização do programa de luz experimental, restringindo as horas de luminosidade na fase inicial do crescimento das aves, permitiu obter frangos com um peso vivo médio final aos 43 dias de idade significativamente superior ( $P \leq 0,001$ ) em 89,4 gramas ao obtido pelos frangos que foram submetidos ao programa de luz convencional.

Embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) também se observou uma tendência clara na taxa de mortalidade acumulada, que no final do ensaio foi em média de 4,24% nos bandos sujeitos ao programa de luz experimental, contra 6,05% nos bandos submetidos ao programa de luz convencional.

De forma idêntica, o consumo de água foi tendencialmente mais elevado nos grupos com o programa de luz experimental, tendo-se determinado um consumo médio acumulado de água aos 43 dias de 622,6 L/100 aves, contra 601,5 L/100 aves nos frangos sujeitos ao programa de luz convencional, não sendo a diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ).

Atendendo à comprovada relação entre o consumo de água e o consumo de alimento, o maior consumo de água determinado nos frangos sujeitos ao programa de luz experimental indicia que o consumo de alimento também terá sido superior. Este aspeto terá que ser considerado em futuros estudos.

No que diz respeito à distribuição do consumo de água na fase de restrição luminosa, as determinações efetuadas, entre os dias 9 e 12 de idade, demonstraram um consumo diário de água significativamente inferior ( $P \leq 0,01$ ) nos frangos sujeitos a um menor número de horas de luminosidade, comparativamente ao determinado nos frangos sujeitos ao programa de luz convencional.

Apesar de não se terem observado diferenças fundamentais na ritmicidade circadiana da ingestão de água (pico de ingestão) dos frangos nos dois programas de luz utilizados, com exceção evidente da fase de obscuridade. Foi possível concluir que as aves durante a fase de luminosidade compensavam a nula ingestão de água que ocorria na fase de obscuridade precedente. É possível que após uma sucessão mais prolongada de dias de restrição luminosa um tal consumo compensatório antecipado, em forma de pico de consumo, se possa observar.

Apesar da natureza subjetiva das observações feitas acerca do estado do aparelho locomotor das aves não permitiram a obtenção de resultados capazes de fundamentar conclusões seguras, as observações sugerem que a utilização do programa luz experimental origina aves com problemas de locomoção idênticos aos observados nas aves submetidas ao programa de luz convencional, como já observado por outros autores.

Os resultados obtidos sugerem que haverá todo o interesse na aplicação de programas de restrição luminosa na produção de frangos de carne em Portugal, quer nas explorações avícolas mais avançadas, com pavilhões com controlo ambiental, quer em pavilhões sem controle ambiental, que representam uma quota importante das explorações avícolas portuguesas.

A adoção deste tipo de programas de luz, comparativamente aos programas de luz convencionais (23L:1E) não necessita de investimentos adicionais, originando bons resultados produtivos e traduzindo-se mesmo numa economia em termos de gastos de energia e consequentemente em melhores resultados económicos. Atualmente, segundo o Decreto-Lei nº79/2010, que estabelece as regras mínimas para a proteção de frangos de carne estabelece que “num prazo de sete dias a partir do momento em que os frangos

são colocados nos pavilhões e até três dias antes do momento previsto para o abate, a iluminação deve seguir um ritmo de vinte e quatro horas e incluir períodos de escuridão de, pelo menos, seis horas no total com, pelo menos, um período ininterrupto de escuridão de, no mínimo, quatro horas”.

No futuro, será de extrema importância determinar o consumo de alimento e o índice de conversão alimentar nos diferentes períodos e na globalidade do ciclo de produção, aspectos fundamentais para a rentabilidade dos aviários, dado o peso económico da alimentação nos custos de produção e que não foi possível determinar neste ensaio, devido ao manejo interno da exploração.

A quantificação em bases científicas da ocorrência de problemas do aparelho locomotor dos frangos, assim como a determinação dos efeitos da utilização de programas de restrição luminosa sobre a taxa de desclassificação de carcaças (rejeição no matadouro) e as características da carcaça, nomeadamente o peso e rendimento de carcaça e o peso e rendimento das peças de corte, também deverão ser considerados em futuros estudos sobre programas de restrição luminosa.

Embora o ensaio tenha sido feito há muito tempo (1997) os resultados obtidos foram confirmados em revisão bibliográfica, por outros autores, em estudos recentes e atuais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD J., 2005. Programas de luz en granjas de broiler. Jornadas Profesionales de avicultura de carne. [Online]. <http://www.avicultura.com/docsav/ja0510260405-R-abad.pdf>.

ABREU, V. M. N. e P. G. de ABREU, 2011. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia 40 (suplemento especial):1-14.

ÁLVAREZ, R. e G. BORGES, 2011. Effect of an alternative light exposure program on broiler chickens productivity. In: XXII Latin American Poultry Congress. [Online] <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/management/articles/effect-alternative-light-exposure-t1811/124-p0.htm>

AUCKLAND, J. N. e T. R. MORRIS, 1971. Compensatory growth in turkeys: effect of undernutrition on subsequent protein requirements. British Poultry Science 12:41-48.

BALLAY, M., E. A. DUNNINGTON, W. B. GROSS, e P. B. SIEGEL, 1992. Restricted feeding and broiler performance: Age at initiation and length of restriction. Poultry Science 71:440-447.

BEANE, W. L., J. A. CHERRY e W. D. WEAVER Jr., 1979. Intermittent light and restricted feeding of broiler chickens. Poultry Science 58(3):567-571.

BENÉVENT, M., 1971. Croissance relative ponderale postnatale, dans les deux sexes, des principaux tissus et organes de l'agneau Mérinos d'Arles. Ann. Biol. Animal. Bioch Biophys, 1(1) 5-39.

BICHARA, T. e P. B. VALERI, 2011. Aves têm melhor desempenho com iluminação adequada. NFT Alliance.

BLAIR, R., R. C. NEWBERRY, e E. E. GARDINER, 1993. Effects of Lighting Pattern and Dietary Tryptophan Supplementation on Growth and Mortality in Broilers. Poultry

Science 72:495-502.

BOHMAN, V. R., 1955. Crecimiento compensatório de Ganado bovino - el efecto de la madurez com forage. Journal of Animal Science 14:249-255.

BOWES V. A., R. J. JULIAN, S. LEESON e T. STIRTZINGER, 1988. Effect of feed restriction on feed efficiency and incidence of sudden death syndrome in broiler chickens. Poultry Science 67:1102-1104.

BRITO, J. Á. G., 2010. Aspetos práticos de um programa de luz para frangos de corte, Rural soft, 2010. (<http://www.portalruralsoft.com/manejo/manejoExibe.asp?id=257>)

BUCKLAND, R. B. e D. E. BERNON, 1975. Effect of four lighting regimes on the performance of broilers and rosters. Can. Journal Animal Science 53:21.

BUCKLAND, R. B., D. E. BERNON e A. GOLDROSEN, 1976. Effect of four light regimes on broiler performance, leg abnormalities and plasma corticoid levels. Poultry Science 58 (3):567-571.

BUYSE J. e E. DECUYPERE, 1988: The influence of intermittent light on broiler performance and on patterns of food intake. Pages 133-134 in: Leanness in restriced Birds. Genetics, Metabolic and Hormonal Aspects.

BUYS, N., J. BUYSE, M. HASSANZADEH e E. DECUPERE, 1998. Intermittent lighting reduces the incidence of ascites in broilers: Na interaction with protein contente of feed on performance and the endocrine system. Poultry Science 77:54-61.

BUYSE, J., D. S. ADELSON, E. DECUYPERE, e C. G. SCANES, 1993. Diurnal-nocturnal changes in food intake, gut storage of ingesta, food transit time and metabolism in growing broiler chickens: A model for temporal control of energy balance. British Poultry Science 34:699-709.



BUYSE, J., E. DECUYPERE e H. MICHELS, 1994. Intermittent lighting and broiler production. 1. Effect on female broiler performance. *Archive fur Geflugelkunde*, 58:69-74.

BUYSE, J., E. R. KÜHN e E. DECUYPERE, 1996a. The use of intermittent lighting in broiler raising. 1. Effect on broiler performance and efficiency of nitrogen retention. *Poultry Science* 75: 589-594.

BUYSE, J., P. C. M. SIMONS, F. M. G. BOSHOEWERS e E. DECUYPERE, 1996b. Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers. *World's Poultry Science Journal* 52:121-130.

BUYSE, J., E. DECUYPERE, e J. D. VELDHUIS, 1997. Compensatory growth of broiler chickens is associated with an enhanced pulsatile growth hormone (GH) secretion: preferential amplification of GH secretory burst mass. *British Poultry Science*. 38:291-296.

BUYSE, J., E. DECUYPERE, V. M. DARRAS, L. M. VIEURICK, E. R. KÜHN e J. D. VELDHUIS, 2000. Food deprivation and feeding of broiler chickens is associated with rapid and interdependent changes in the somatotrophic and thyrotrophic. *British Poultry Science* 41:107-116.

BUYSE, J. e E. DECUYPERE, 2003. Feeding patterns in chickens. Effects on endocrine and metabolic status. In: *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium* 15:8-16.

CAMACHO, M. A., M. E. SUAREZ, J. G. HERRERA, J. M. CUCA e C. M. CARCIA-BOJALIL, 2004. Effect of age of feed restriction and microelement supplementation to control ascites on production and carcass characteristics of broilers. *Poultry Science* 83:526-532.

CALVERT, C. C., J. P. MCMURTRY e R. W. ROSEBROUGH, 1987. Effect of energy level on the compensatory growth response of broilers following early feed restriction.

Poultry. Science, 66 (Supl.2): 75 (abstract).

CHERRY, J. A., P. B. SIEGEL e W. L. BEAN, 1978. Genetic-nutricional relationships in growth and carcass characteristics of broiler chickens. Poultry Science 57:1482-1487.

CLASSEN, H. L. e C. RIDDEL, 1989. Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in broiler chickens. Poultry Science 68(7): 873-879.

CLASSEN, H. L., 2004. Day length affects performance, health and condemnations in broiler chickens. In: Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium 16:112-115.

CORNEJO, S., A. C. GADELHA, J. POKNIAK e G. VILLOUTA, 2007. Qualitative feed restriction on productive performance and lipid metabolism in broiler chickens. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia 59(6):1554-1562.

DAVIS, J. e T. SIOPEs, 1996. Let there be light and dark. Broiler Industry, June:10.

DEATON, J. W., F. N. REECE e L. F. KUBENA , 1973. The ability of broilers chicken to compensate for early growth depression. Poultry Science 52(1)262-265.

DEEP, A., K. SCHWEAN-LARDNER, T. G. CROWE, B. I. FANCHER e H. L. CLASSEN, 2010. Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. Poultry Science 89:2326-2333.

DEEP, A., K. SCHWEAN-LARDNER, T. G. CROWE, B. I. FANCHER e H. L. CLASSEN, 2012. Effect of light intensity on broiler behavior and diurnal rhythms. Applied Animal Behaviour Science 136:50-56.

Diário da República 1ª série nº 122 Diário da República, 1.ª Série — N.º 122 — 25 de Junho de 2010

DONALD, J., M. ECKMAN e G. SIMMONS, 2001. Control de la luz en la producción de pollo de engorda. Industria Avícola, nov., 24-26.

DOWNS, K. M., R. LIEN, J. B. HESS, S. F. BILGILI e W. A. DOZIER, 2006. The effects of photoperiod length, light intensity, and feed energy on growth responses and meat yield of broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 15:406-416.

DUKE, G. E. e O. A. EVANSON, 1976. Diurnal cycles of gastric motility in normal and fasted turkeys. *Poultry Science* 55:1802-1807.

FONTANA, E. A., W. D. WEAVER Jr., B. A. WATKINS e D. M. DENBOW, 1992. Effect of early feed restriction on growth, feed conversion, and mortality in broiler chickens. *Poultry Science* 71:1296-1305.

FANCHER B. I. e JENSEN L.S.,1988. Induction of voluntary feed intake restriction in broiler chicks by dietary glycolic acid supplementation. *Poultry Science* 67:1469-1482.

FASSBINDER-ORTH, C. A., e W. H. KARASOV, 2006. Effects of feed restriction and realimentation on digestive and immune function in the leghorn chick. *Poultry Science* 85:1449-1456.

GEYRA, A, Z. UNI e D. SKLAN, 2001. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. 1: *Br J Nutr.*, 86(1):53-61, 2001.

GORDON C. BALLAM e B. E. MARCH, 1979. Adipocyte Size and Number in Mature Broiler-Type Female Chickens Subjected to Dietary Restriction during the Growing Period. *Poultry Science* 58:940-948.

GORDON, S. H. e S. A. TUCKER, 1997. Effect of light programme on broiler mortality, leg health and performance. *British Poultry Science* 38: s6-7.

GOUS, R. M. e P. CHERRY, 2004. Effects of body weight at, and lighting regimen and growth curve to, 20 weeks on laying performance in broiler breeders. *British Poultry Science* 45:445-452.

GOVAERTS, T., G. ROOM, J. BUYSE, M. LIPPENS, G. DEGROUTE e E. DECUYPERE, 2000. 1. Early and temporary quantitative food restriction of broilers chickens. 2. Effects von allometric growth and growth hormone secretion. *British Poultry Science* 41(1)355-362.

GRIFFITHS, L., S. LEESON e J. D. SUMMERS, 1977. Fat deposition in broilers: effect of dietary energy protein balance and early life caloric restriction on productive performance and abdominal fat pad size. *Poultry Science* 56:638-646.

HARRIS K.S. e RICHARDSON K. E., 1980. Glycolate in the diet and its conversion to urinary oxalate in the rat. *Investigative Urology*, 18, p. 106-109.

HESTER, P. Y., K. K. KRUEGER e M. JACKSON, 1990. The effect of compensatory growth on carcass characteristics of male turkeys. *Poultry Science* 69: 1743-1748.

HESTER, P. Y., K. K. KRUEGER e M. JACKSON, 1990. The effect of restrictive and compensatory growth on the incidence of leg abnormalities and performance of commercial turkeys. *Poultry Science* 69: 1731-1742.

INDIGI, M. H. e J. M. FORBES, 1983. Growth and food intake of intact and pinealectomised chickens treated and triiodothyronine. *British Poultry Science* 24:463-469.

JENKINS, R. L., W. D. IVEY, G. R. MCDANIEL e R. A. ALBERT, 1979. A darkness induced eye abnormality in the domestic chicken. *Poultry Science*. 58: 55-59.

JOLY, P. 1992a. Un programme lumineux améliore sensiblement les performances. *L'Aviculteur* 530: 136-140.

JOLY, P. 1992b. Quelques ajustements au programme lumineux. *L'Aviculteur* 535: 38-39.

JOLY, P. 1992c. Un programme lumineux pour minimizer les troubles locomoteurs.

L' Aviculteur 539: 53-56.

JOLY, P. 1993. Poulets de chair: Ajustement du programme lumineux ISA. L' Aviculteur 544: 62.

JONES, G. P. D. e D. J. FARREL, 1992. Early-life food restriction of the chicken. 1.Methods of application, amino acid supplementation and the age at which restriction should commence. British Poultry Science 33:579-587.

KAWAUCHI, I. M., N. K. SAKOMURA, N. A. A. BARBOSA, C. A. L. AGUILAR, S. M. MARCATO, M. A. BONATO e J. B. K. FERNANDES, 2008. Effect of lighting programs on broiler chickens performance, carcass yield and parts yield. ARS Veterinária 24:059-065.

KRISTENSEN, H. H., N. B. PRESCOTT, G. C. PERRY, J. LADWING, A. K. ERSBOLL, K. C. OVERVAD e C. M. WATHES, 2007. The behavior of broiler chickens in different light sources and illuminances. Applied Animal Behaviour Science 103:75-89.

LEENSTRA, F. R., 1986. Effect of age, sex, genotype and environmental on fat deposition in broiler chickens- a review. World's Poultry Science Journal 42 (1):12-25.

LEESON, S. e J. D. SUMMERS, 1988. Some nutritional implications of leg with poultry. British Veterinary Journal 144:81-92.

LEESON, S., J. D. SUMMERS, e L. J. CASTON, 1991. Diet dilution and compensatory growth in broilers. Poultry Science 70:867-873.

LEESON, S. e J. D. SUMMERS, 1997. Comercial poultry nutrition. 2.ed. Ontario: University Books, 350p.

LEESON, S. e A. K. ZUBAIR, 1997. Nutrition of the broiler chicken around the period

of compensatory growth. *Poultry Science* 76:992-999.

LEONE, E. R., F. E. M. BERNAL, R. L. FURLAN, E. B. MALHEIROS e M. MACARI, 2001. Efeitos da Restrição Alimentar Protéica ou Energética sobre o Crescimento de Frangos de Corte Criados em Diferentes Temperaturas Ambiente. *Revista Brasileira Zootecnia* 30(3):1058-1064 (Suplemento 1).

LEU, W. M. K., J. T. B. COTTA, A. I. G. DE OLIVEIRA, e P. B. RODRIGUES, 2002. Desempenho de frangos submetidos à restrição alimentar na fase inicial em diferentes sistemas de criação. *Ciência e Agrotecnologia* 26:610-617.

LEWIS, P. D., D. BACKHOUSE e R. M. GOUS, 2004. Photoperiod and oviposition time in broiler breeders. *British Poultry Science* 30:563-574.

LEWIS, P. D., e T. MORRIS, 2006. *Poultry Lighting- the theory and practice*. Northcot:380.

LIEN, R. J., J. B. HESS, S. R. MCKEE, e S. F. BILGILI, 2008. Effect of light intensity on live performance and processing characteristics of broilers. *Poultry Science* 87:853-857.

LIPPENS, M., G. ROOM, G. De GROOTE e E. DECUYPERE, 2000. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. *British Poultry Science* 41:343-354.

LIPPENS, M., G. HUYGHEBAERT e G. DE GROOTE. 2002. The efficiency of nitrogen retention during compensatory growth of food-restricted broilers. *British Poultry Science* 43:669-676.

LIPPENS, M., 2006. Influence of feed protein content on compensatory growth capacity and carcass composition of feed restricted broiler chickens. *World Poultry Journal*. <http://www.zootecnicainternational.com/article-archive/nutrition/885->

[influence-of-feed-protein-content-on-compensatory-growth-capacity-and-carcass-composition-of-feed-restricted-broiler-chickens.html](#).

LOPEZ, C. A. A., N. C. BAIÃO, L. J. C. LARA, N.M. RODRIGUEZ e S.V. CANÇADO, 2007. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59:1006-1013.

MARKS, H. L., 1981. Role of water in regulating feed intake and feed efficiency of broilers. *Poultry Science* 60:698-707.

MATOS, P., F. CRUZ, S. CARIOCA, L. MAQUINÉ e E. CHAGAS, 2008. Avaliação de programa de iluminação sobre o desempenho de carcaça de frangos de corte aos 45 dias de idade.

MARTRENCHAR, A.; D. HUONNIC; J. P. COTTE; E. BOILLETOT e J. P. MORISSE, 1999. The influence of stocking density on different behavioral, health, and productivity traits of turkey broilers kept in large flocks. *British Poultry Science* 40:323-331.

MAZZUCO, H., A. L. GUIDONI e F. R. JAENISH, 2000. Efeito da restrição alimentar qualitativa sobre o ganho compensatório em frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35:543-549.

MENDES, A. S., R. REFFATI, R. RESTELATTO e S. J. PAIXÃO, 2010. Visão e Iluminação na Avicultura Moderna. *Revista Brasileira de Agrociências* 16:05-13.

MEDDIS R., 1975. On the function of sleep. *Animal Behaviour* 23:679-691.

MCMURPHY, J. P.; R. W. ROSEBROUGH e I. PLAVNIK , 1988. Influence of early plane of nutrition on enzyme systems and subsequent tissue depositin. In: *Symposium on Agricultural Research*, 12:329-341.

MOLLISON, B., W. GUENTER e B. R. BOYCOTT, 1984. Abdominal fat deposition and sudden death syndrome in broilers: the effect restricted intake, early life caloric (fat) restriction, and calorie: Protein ratio. *Poultry Science*, 63(6):1190-1200.

MORAN JR., E. T., 1979. Carcass quality changes with the broiler chicks after dietary protein restriction during the growing phase and finishing period compensatory growth. *Poultry Science* 58:1257-1270.

MORAES, D. T., L. J. C. LARA, N. C. BAIÃO, S. V. CANÇADO, M. L. GONZALEZ, C. A. L. AGUILAR e A. M. Q. LANA, 2008. Efeitos dos programas de luz sobre o desempenho rendimentos de abate, aspetos económicos e resposta imunológica em frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60: 201-208.

NAKAHARA, K., N. MURAKAMI, T. NASU, H. KURODA e T. MURAKAMI ,1997. Involvement of protein kinase A in the subjective nocturnal rise of melatonin release by chick pineal cells in constant darkness. *Journall Pineal Research* 23:221-229.

NEWCOMBE, M., S. H. FITZ - COY, e J. M. HARTER-DENNIS, 1992. The effect of feed restriction and *Eimeria maxima* infection with or without medication on growth and feed intake in broilers. *Poultry Science* 71:1442-1449.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington, DC,155p.

NIXEY, C., 1994. Lighting for the production and welfare of turkeys. *Word's Poultry Science* 50:292-292.

NIR, I. e H. LIN, 1982. The skeleton, an important site of lipogenesis in the chick. *Nutr. Metab.* 26:100-105.

O' DONOVAN, P. B., 1984. Compensatory gain in cattle and sheep. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)* 54:389-410.



PALO, E., JERRY L. SELL, F. JAVIER PIQUER, MARIA F. SOTO-SALANOVA, e L. VILASECA, 1995. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. 1. Performance and development of the gastrointestinal tract. Poultry Science 74:88-101.

PAN, J. Q., X. TAN, J. C. LI, W. D. SUN e X. L. WANG, 2005. Effects of early feed restriction and cold temperature on lipid peroxidation, pulmonar vascular remodelling and ascites morbidity in broilers under normal and cold temperature. British Poultry Science (3):374-381.

PASTERNAK, H. e B. A. SHALEV, 1983. Genetic-economic evaluations of trains in a broiler enterprise: reduction of food intake due to increased growth rate. British Poultry Science 24:531-536.

PESTI, G. M., S. V. AMATO e L. R. MINEAR, 1985. Water consumption of broiler chickens under commercial conditions. Poultry Science 64:803-808.

PILECCO, M., I. C. L. A. PAZ, R. G. GARCIA, N. S. FRANCISCO, M. BELLONI e A.B.M. OLIVEIRA, 2010. Revisão de literatura a importância da luz na avicultura. VI simpósio de ciências da UNESP. ([http://www.dracena.unesp.br/eventos/sicud\\_2010/anais/monogastricos/086\\_2010.pdf](http://www.dracena.unesp.br/eventos/sicud_2010/anais/monogastricos/086_2010.pdf))

PINCHASOV, Y., I. NIR, e Z. NITSAN., 1985. Metabolic and anatomical adaptations of heavy-body chicks to intermittent feeding: food intake, growth rate, organ weight and body composition. Poultry Science 64(11)2098-2109.

PINCHASOV, Y., I. NIR e Z. NITSAN, 1987. Water intake and water concentration in the body and gastrointestinal tract of intermittently fed broiler chickens. British Poultry Science 28:287-294.

PINCHASOV, Y. e L. S. JENSEN., 1989. Effect of short-chain fatty acids on voluntary feed of broiler chicks. Poultry Science, 68:1612-1618.

PLAVNIK, I., J. P. McMURTRY e R. W. ROSEBROUGH, 1986. Effects of early feed restriction in broilers. I. Growth performance and carcass composition. *Growth* 50(1):68-76.

PLAVNIK, I. e S. HURWITZ, 1985. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age, *Poultry Science* 64:348-355.

PLAVNIK, I. e S. HURWITZ, 1988. Early feed restriction in chicks: effect of age, duration and sex. *Poultry Science* 67:384-390.

PLAVNIK, I. e S. HURWITZ, 1989. Effect of dietary protein, energy, and feed pelleting on the response of chicks to early feed restriction. *Poultry Science* 68(8):1118-1125.

PLAVNIK, I., e S. HURWITZ, 1990. Performance of broiler chickens and turkey poults subjected to feed restriction or to feeding of low-protein or low-sodium diets at an early age. *Poultry Science* 69:945-952.

PLAVNIK, I., e S. HURWITZ, 1991. Response of broiler chickens and turkey poults to food restriction of varied severity during early life. *British Poultry Science* 32:343-352.

POKNIAK, J.A., M. S. AVARIA e S. B. CORNEJO, 1984. Productive performance and changes in carcass composition of broilers under an initial energy-protein restriction and subsequent refeeding. *Nut. Rep. Intern.*, 30(6):1377-1383.

PORTSMOUTH, J. I. e P. HAND, 1987. Trends and developments in breeding hens 1. Energy and protein utilization. *Internacional Hatchery Practice* 2:1-10.

QUEMENER, P., 1988. La production du poulet de chair. In: *L'Aviculture Française. Informations techniques des services vétérinaires*, 241-254.

RAHIMI, G., M. REZAEI, H. HAFEZIAN e H. SAIYAHZADEH, 2005. The effect of intermittent lighting schedule on broiler performance. *Poultry Science* 4:396-398.

RENDEN, J.A., S. F. BILGILI e R. J. LIEN. Live performance and yields of broilers provided various lighting schedules, 1991. *Poultry Science* 70(10):2055-2062.

RENDEN J. A., E. T. Jr. MORAN e S. A. KINCAID, 1996. Lighting programs for broilers that reduce leg problems without loss of performance or yield. *Poultry Science* 75:1345-1350.

ROBBINS K. R., A. A. ADEKUNMISI e H. V. SHIRLEY, 1984. The effect of light regime on growth and pattern of body fat accretion of broiler chickens. *Growth* 48: 269-277.

ROBINSON, F. E., H. L. CLASSEN, J. A. HANSON e D. K. ONDERKA, 1992. Growth performance, feed efficiency and the incidence of skeletal and metabolic disease in full-fed and feed restricted broiler and roaster chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 1(1):33-41.

ROSA, P. S., V. S. de ÁVILA e F. R. F. JAENISCH, 2000. Restrição Alimentar em Frangos de Corte: Como explorar suas potencialidades. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Comunicado Técnico, vol. 250, 4p.

ROSEBROUGH, R.W., N. C. STEELE e J. P. McMURTRY, 1986. Effect of early feed restriction in broilers. II. Lipid metabolism. *Growth*, 50:217-227.

RUTZ, F. e V. L. BERMUDEZ, 2004. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A.A., NAAS, I.A. e MACARI, M. (Eds). *Produção de frangos de corte*, Campinas: FACTA, Capítulo 10, 157-168.

SANTOSO, U., K. TANAKA, e S. OHTANI, 1995. Early skip-a-day feeding of female broiler chicks fed high-protein realimentation diets. Performance and body composition. *Poultry Science*. 74:494-501.

SCHWEAN - LADNER, K. e H. CLASSEN, 2010. Lighting program for broilers. Ross

Tech. Aviagen, USA, 40pp.

SCHWEAN - LADNER, K., FANCHER, B. I. e H. CLASSEN, 2010. Effect of day length on physiological and behavioral rhythms in broilers. *Poultry Science* 89(E-suppl.1): 521 (Abstr.).

SCOTT, T. A., 2002. Evaluation of lighting programs, diet density, and short-term use of mash as compared to crumbled starter to reduce the incidence of sudden death syndrome in broiler chickens at 35 days of age. *Canadian Journal of Animal Science* 82:375-383.

SILVA, A.V., A. MAYORKA, S. A. BORGES, E. SANTIN, I. C. BOLELI e M. MACARI, 2007. Surface área of the tip of the enterocytes in small intestine mucosa of broilers submitted to early feed restriction and supplemented with glutamine. *Journal Poultry Science*, 6:31-35.

SIMMONS, P. C. M., 1982. Effect of lighting regimes on twisted legs, feed conversion and growth of broiler chickens. *Poultry Science* 61:1546.

SUSBILLA, J. P., T. L. FRANKEL, G. PARKINSON e C. B. GOW, 1994. Weight of internal organs and carcass yield of early food restricted broilers broilers. *British Poultry Science* 35:677-685.

SUSBILLA, J. P., I. TARVIDY, C. B. GOWZ, e T. L. FRANKEL, 2003. Quantitative feed restriction or meal-feeding of broiler chicks alter functional development of enzymes for protein digestion. *British Poultry Science*. 44:98-709.

TOTTORY J., R. YAMAGUCHI, Y. MURAKAWA, M. SATO, K. UCHIDA e S. TATEYAMA, 1997. The use of feed restriction for mortality control of chickens in broiler farms. *Avian Diseases* 41:433-437.

UNI, Z, S. GANOT e D. SKLAN, 1998. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science*. 77:75-82.

URDANETA-RINCON, M. e S. LEESON, 2003. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Science* 81:679-688.

VELLEMAN, S.G. e P.E. MOZDZIAK, 2005. Effects of posthatch feed deprivation on heparan sulfate proteoglycan, syndecan-1 and glypican expression: Implications for muscle growth potential in chickens. *Poultry Science*, 84: 601-606.

WANG, C. M., J. Y. KAO e S. R. LEE, 2005. Effects of artificial supplement light on reproductive season of geese kept in open houses. *British Poultry Science*. 46:728-732.

WASHBURN, K.W. e K. BONDARI, 1978. Comparison of the effects of severity and duration of restriction feeding on growth, feeding consumption and feed conversion of broilers grown in individual cages and floor pens. *Poultry Science*, 27:1148-1154.

WILSON, P. N. e D. F. OSBOURNE, 1960. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Reviews* 35(2)324-363.

WINICK, M. e A. NOBLE, 1966. Cellular response in rats during malnutrition at various ages. *Journal of Nutrition*, 89:300.

YANG, Y. X., J. GUO, S. Y. YOON, Z. JIN, J. Y. CHOI, X. S. PIAO, B. W. KIM, S. J. OH, M. H. WANG e B. J. CHAE, 2009. Early energy and protein reduction: effects on growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in broilers. *British Poultry Science* 50(2):218-227.

YU, M. W., F. E. ROBINSON, M. T. CLANDININ, e L. BODNAR, 1990. Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimens of feed restriction. *Poultry Science* 69:2074-2081.

YU, M. W. e F. E. ROBINSON, 1992. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production : a review. *Journal of Applied Poultry Research* 1:147-153.

ZHAN, X. A., M. WANG, H. REN, R. Q. ZHAO, J. X. LI e Z. L. TAN, 2007. Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. *Poultry Science* 86:654-660.

ZHONG, C., H. S. NAKAUE, C. Y. HU, e L. W. MIROSH, 1995. Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity, and fat metabolism in broiler chickens. *Poultry Science* 74:1636-1643.

ZUBAIR, A. K., e S. LEESON, 1994a. Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers. *Poultry Science* 73:529-538.

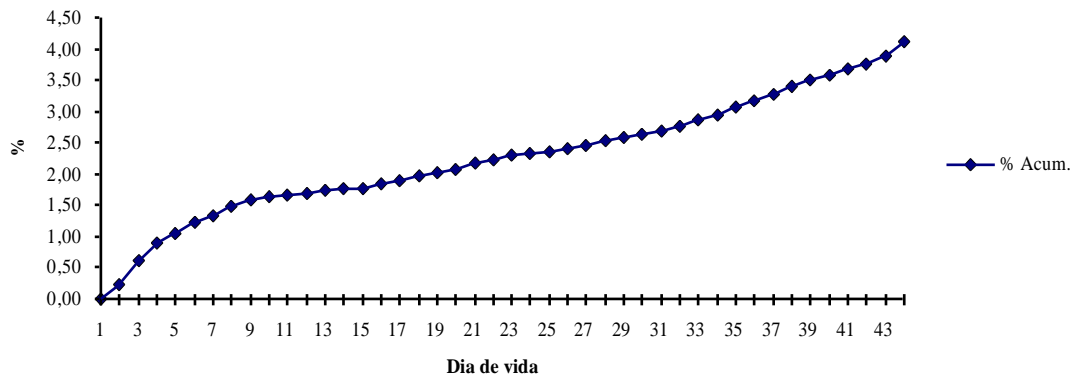
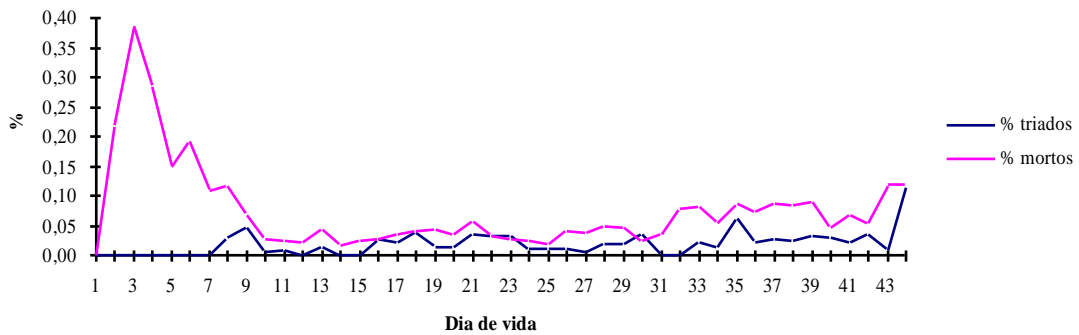
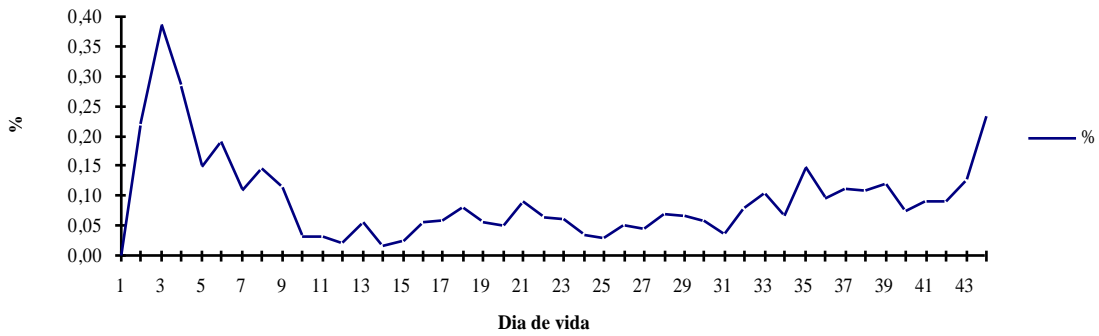
ZUBAIR, A. K., e S. LEESON, 1994b. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. *Poultry Science* 73:129-136.

ZUBAIR, A. K., e S. LEESON, 1996a. Changes in body composition and adipocyte cellularity of male broilers subjected to varying degrees of early-life feed restriction. *Poultry Science* 75:719-728.

ZUBAIR, A. K., e S. LEESON, 1996b. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. *World's Poultry Science Journal* 52:189-201.

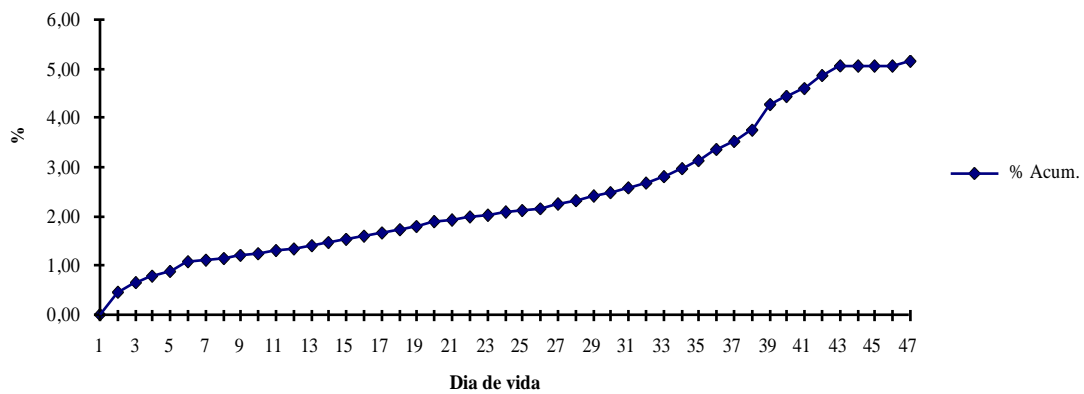
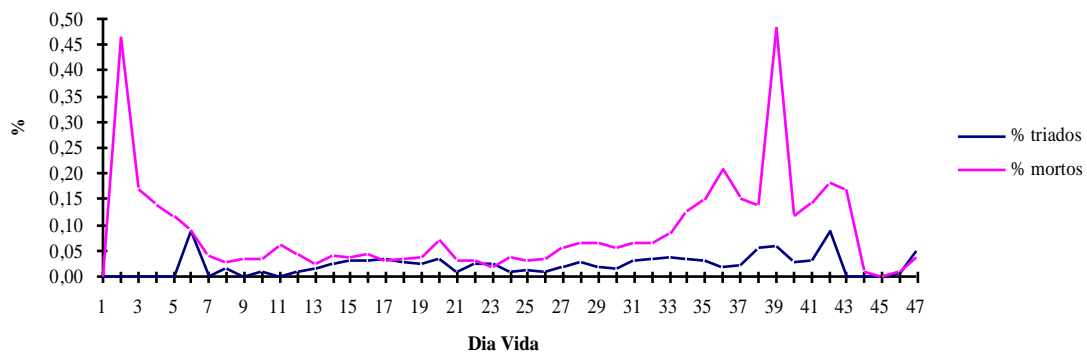
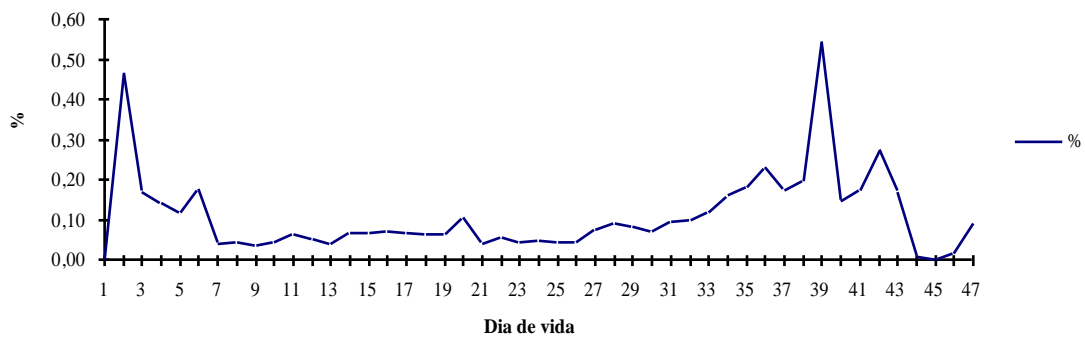
ZUBER, U. (s/ data). Apontamentos da disciplina de Produção de Aves e Coelhos. Departamento de Zootecnia, Universidade de Évora.

# **ANEXOS**

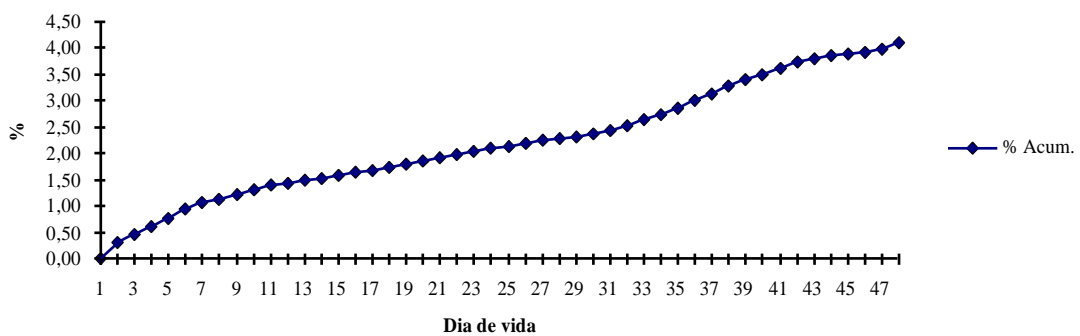
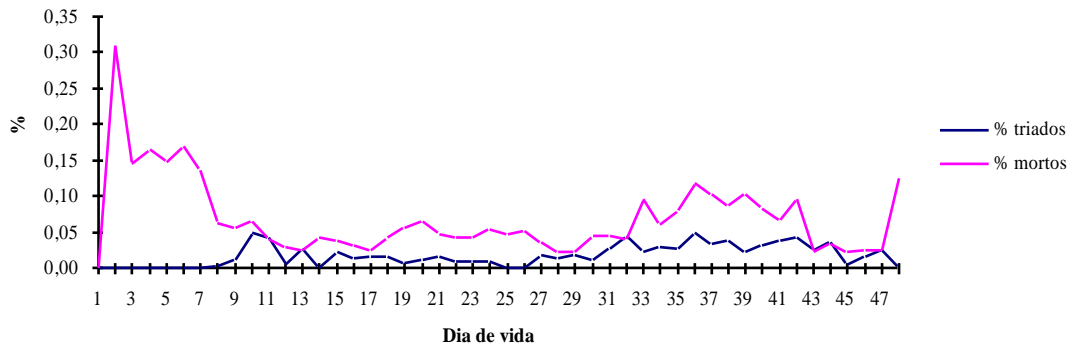
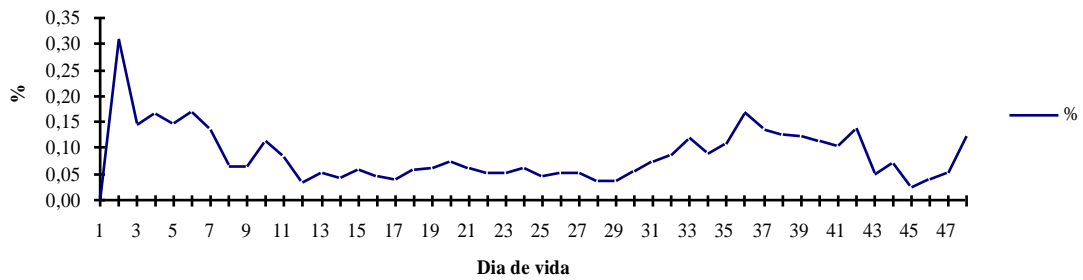


**Anexo 1** - Taxa de mortalidade diária total (incluindo aves eliminadas; em cima), taxa de mortalidade diária espontânea e taxa diária de aves eliminadas (ao centro) e taxa de mortalidade acumulada do bando E1 (programa de luz experimental; em baixo). Todas as taxas referem-se ao efetivo inicial.

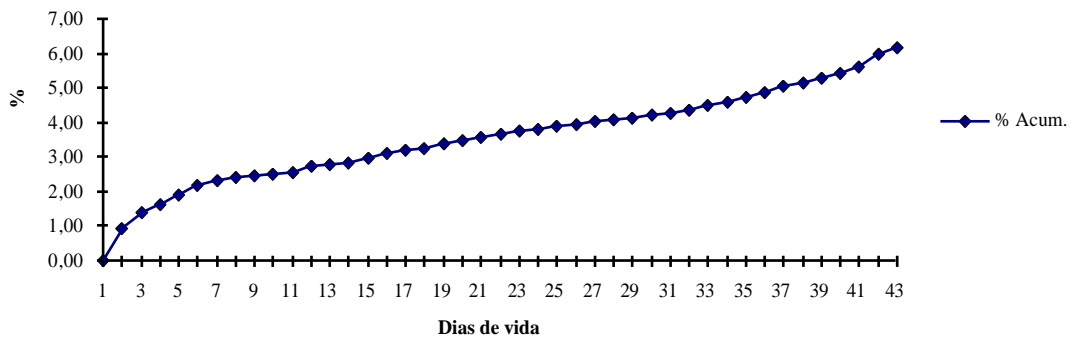
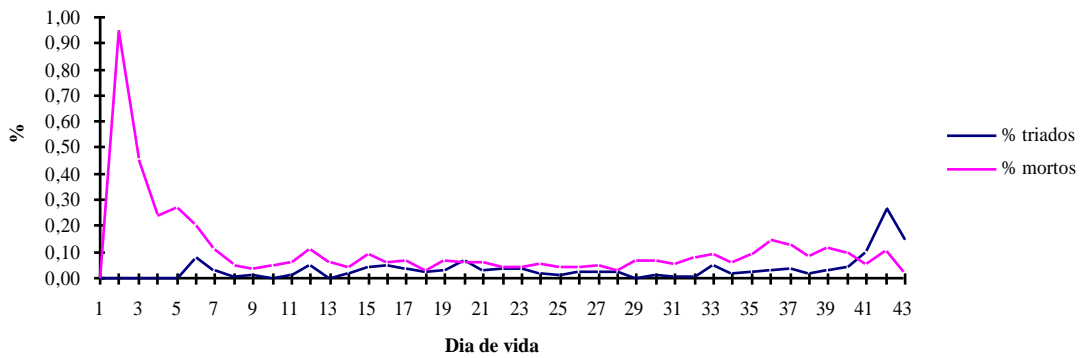
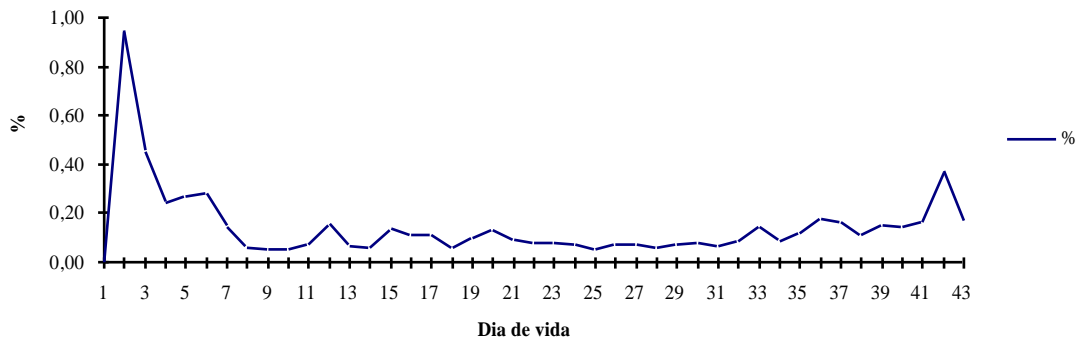




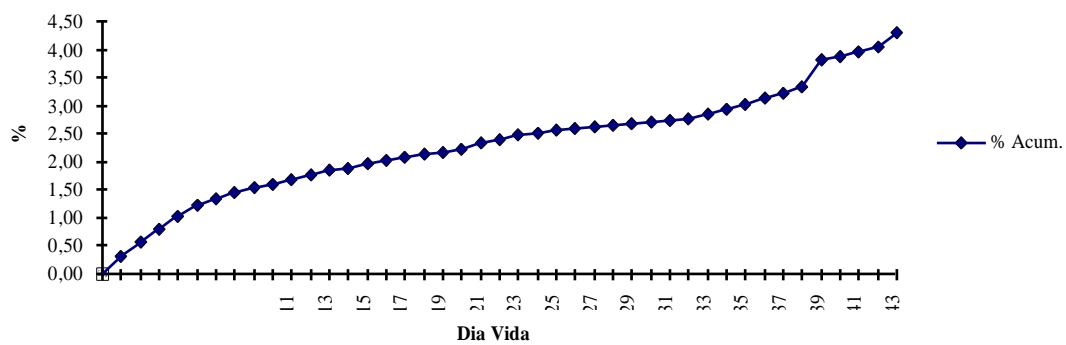
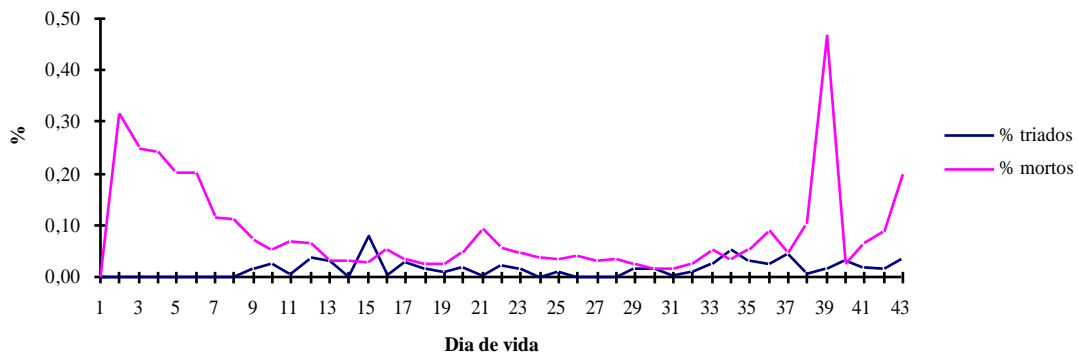
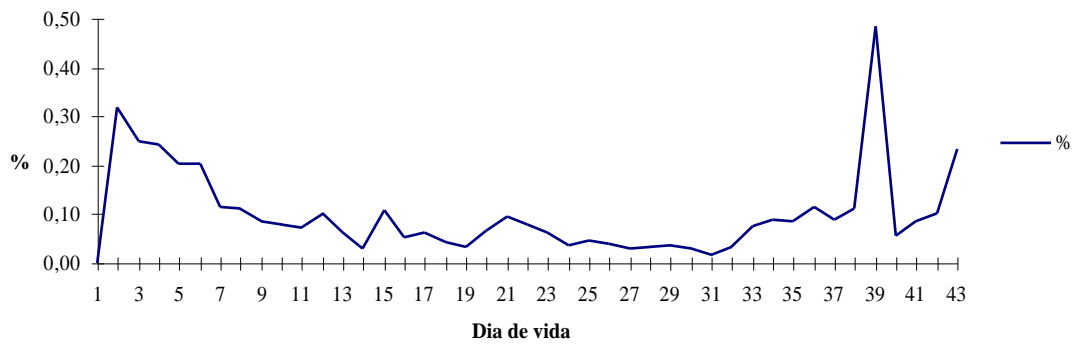
**Anexo 2** - Taxa de mortalidade diária total (incluindo aves eliminadas; em cima), Taxa de mortalidade diária espontânea e taxa diária de aves eliminadas (ao centro) e taxa de mortalidade acumulada do bando E2 (programa de luz experimental; em baixo). Todas as taxas referem-se ao efetivo inicial.



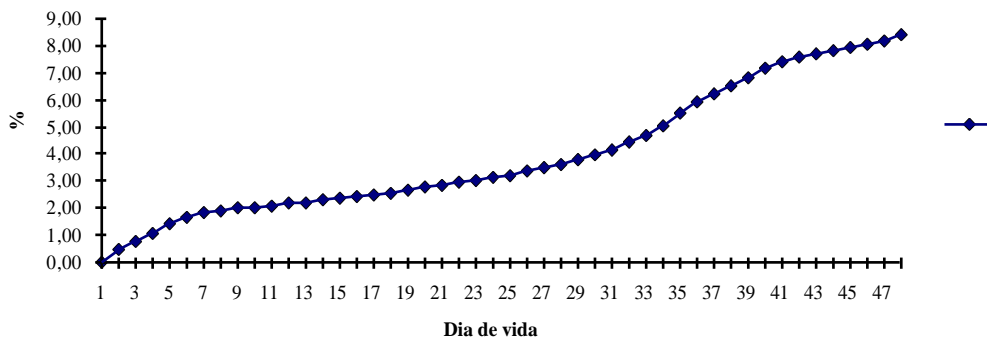
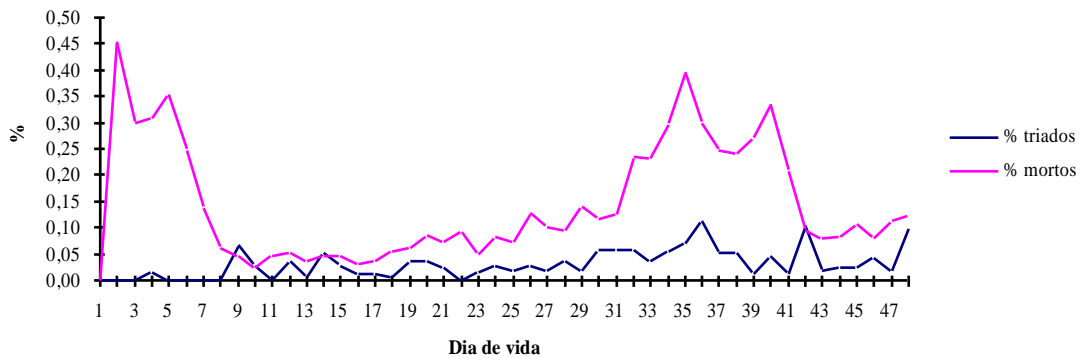
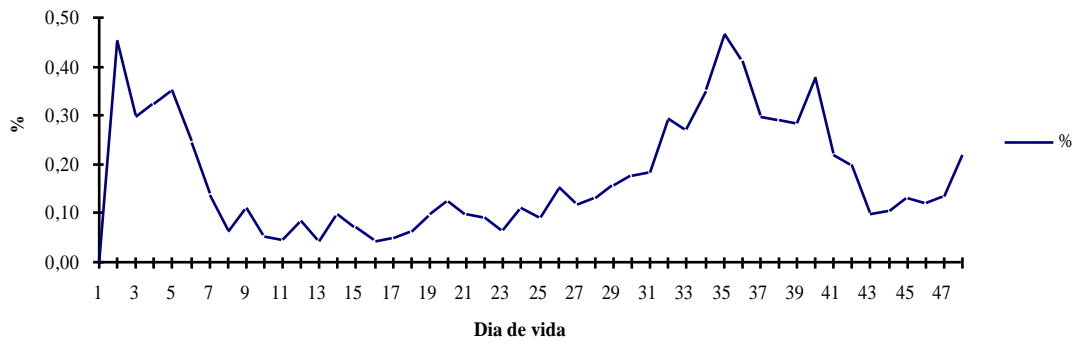
**Anexo 3** - Taxa de mortalidade diária total (incluindo aves eliminadas; em cima), taxa de mortalidade diária espontânea e taxa diária de aves eliminadas (ao centro) e taxa de mortalidade acumulada do bando E3 (programa de luz experimental; em baixo). Todas as taxas referem-se ao efetivo inicial.



**Anexo 4** - Taxa de mortalidade diária total (incluindo aves eliminadas; em cima), taxa de mortalidade diária espontânea e taxa diária de aves eliminadas (ao centro) e taxa de mortalidade acumulada do bando C1 (programa de luz convencional; em baixo). Todas as taxas referem-se ao efetivo inicial.

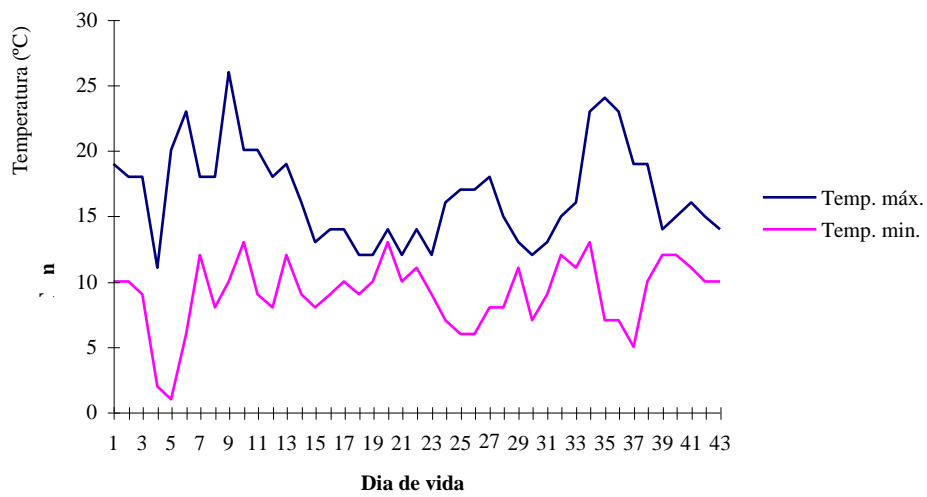
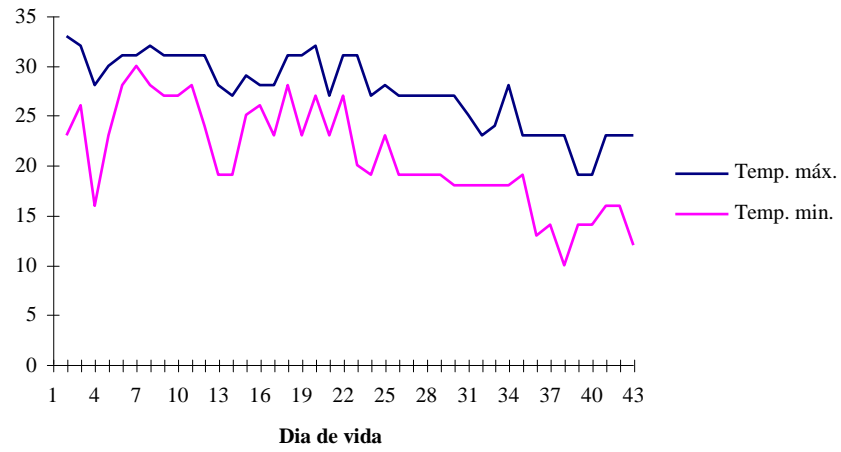


**Anexo 5** - Taxa de mortalidade diária total (incluindo aves eliminadas; em cima), taxa de mortalidade diária espontânea e taxa diária de aves eliminadas (ao centro) e taxa de mortalidade acumulada do bando C2 (programa de luz convencional; em baixo). Todas as taxas referem - se ao efetivo inicial.

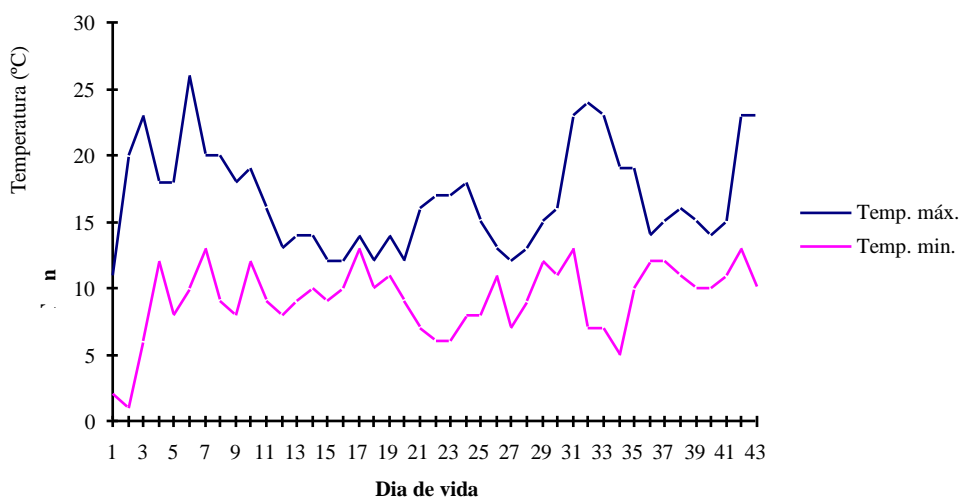
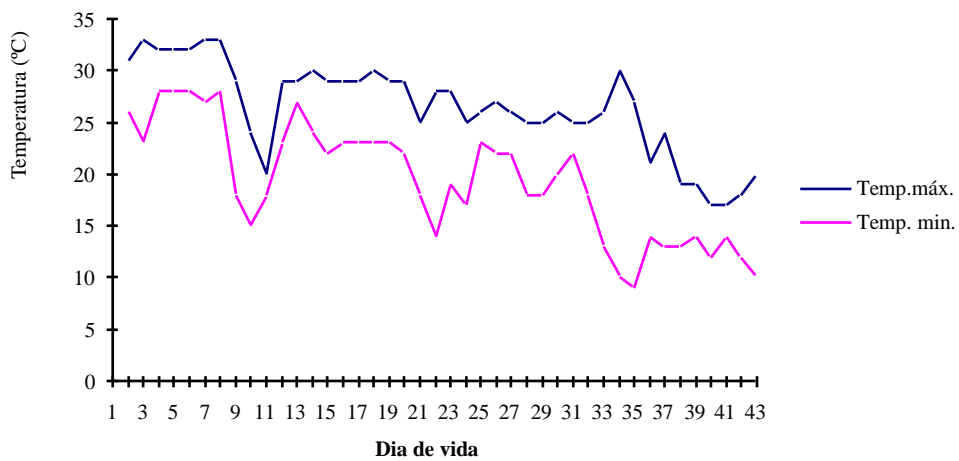


**Anexo 6** - Taxa de mortalidade diária total (incluindo aves eliminadas; em cima), taxa de mortalidade diária espontânea e taxa diária de aves eliminadas (ao centro) e taxa de mortalidade acumulada do bando C3 (programa de luz convencional; em baixo). Todas as taxas referem-se ao efetivo inicial.

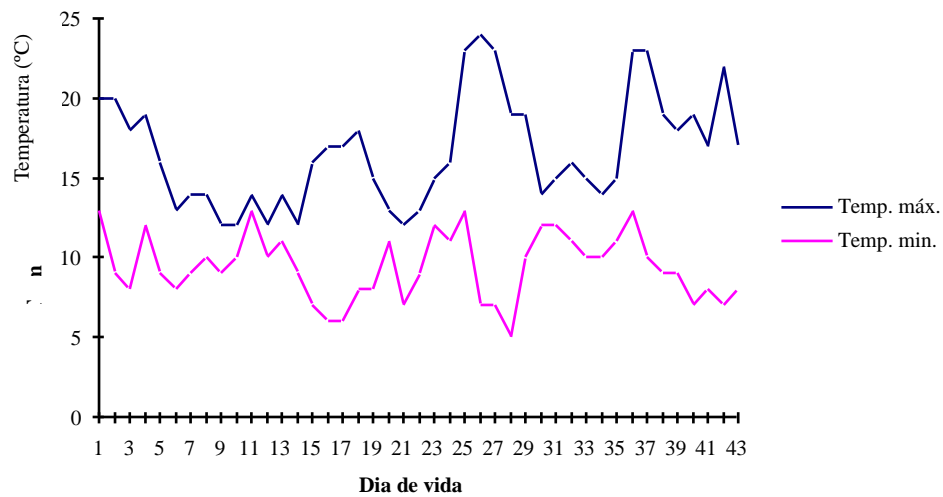
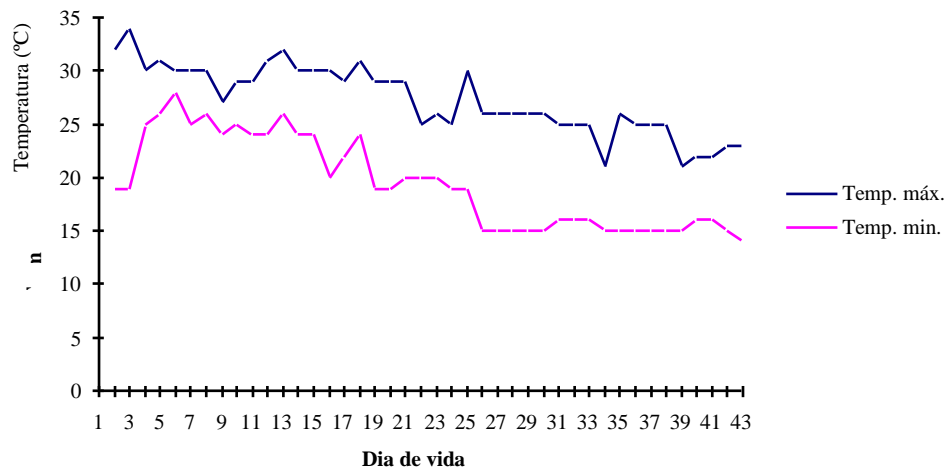
Temperatura (°C)



**Anexo 7** - Temperatura mínima e máxima diária no interior (em cima) e no exterior (em baixo) durante a engorda do bando E1.

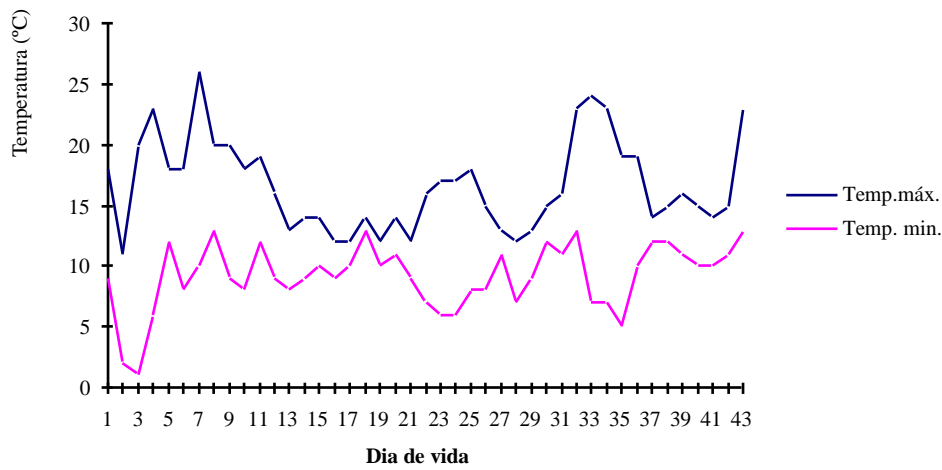
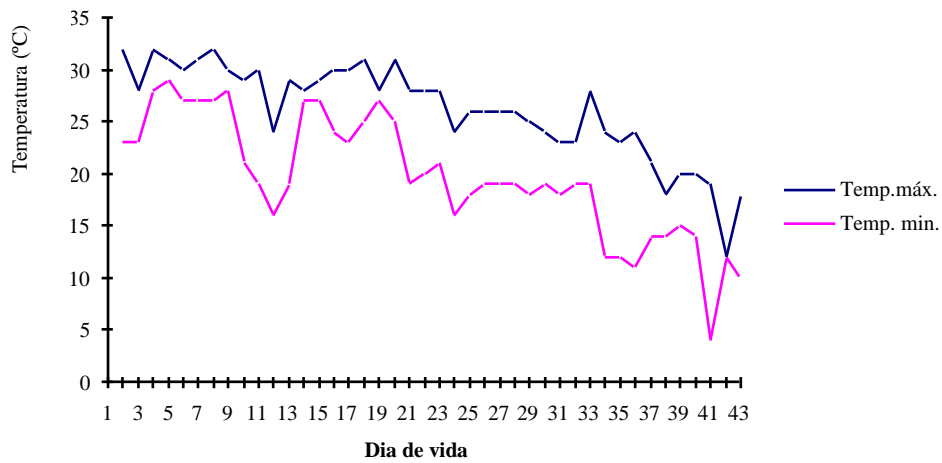


**Anexo 8** - Temperatura mínima e máxima diária no interior (em cima) e no exterior (em baixo) durante a engorda do bando E2.

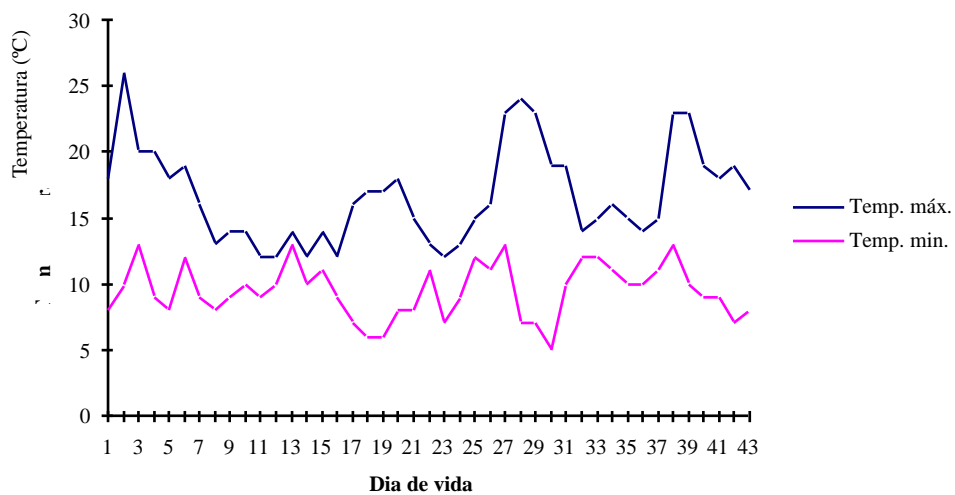
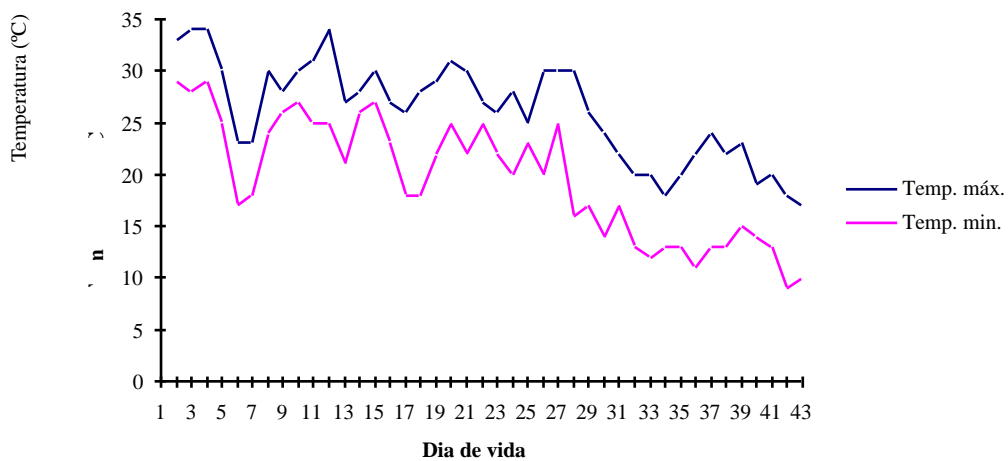


**Anexo 9** - Temperatura mínima e máxima diária no interior (em cima) e no exterior (em baixo) durante a engorda do bando E3.

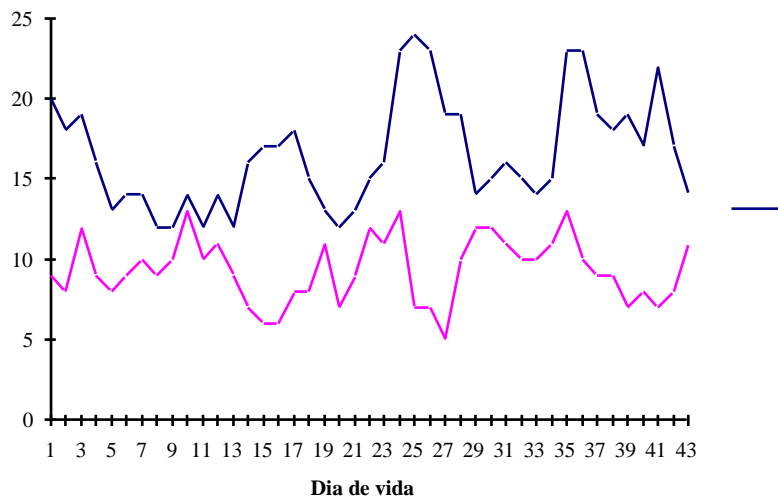
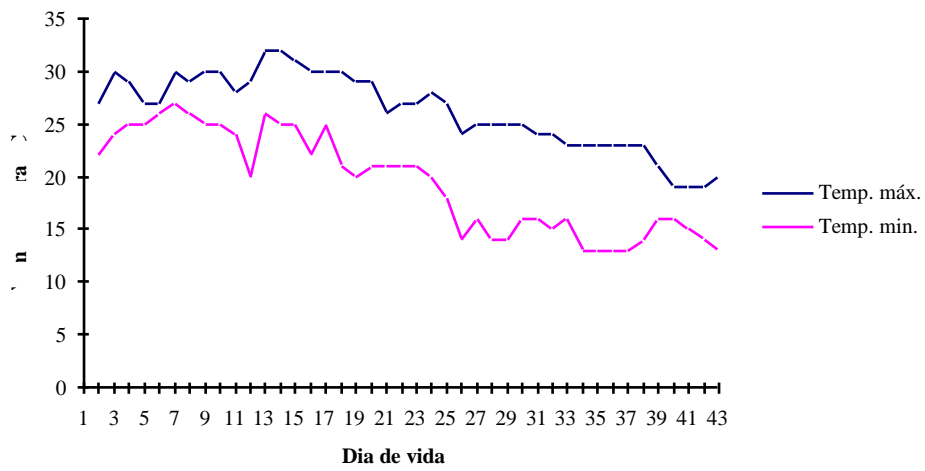




**Anexo 10** - Temperatura mínima e máxima diária no interior (em cima) e no exterior (em baixo) durante a engorda do bando C1.



**Anexo 11** - Temperatura mínima e máxima diária no interior (em cima) e no exterior (em baixo) durante a engorda do bando C2.



**Anexo 12** - Temperatura mínima e máxima diária no interior (em cima) e no exterior (em baixo) durante a engorda do bando C3.