

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**Efeito da forma de apresentação do alimento  
composto nas performances de crescimento  
de suínos em engorda**

Comparação entre alimento granulado e farinado

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Gonçalo Micael Costa Querido

Orientador: Divanildo Outor Monteiro



Vila Real, Outubro de 2014



UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**Efeito da forma de apresentação do alimento  
composto nas performances de crescimento  
de suínos em engorda**

Comparação entre alimento granulado e farinado

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Gonçalo Micael Costa Querido

Orientador: Divanildo Outor Monteiro

Composição do júri:

---

---

---

Vila Real, Outubro de 2014



As doutrinas apresentadas são da exclusiva responsabilidade do autor.



À minha família



---

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradecer aos meus pais, Telma Costa e Manuel Querido, pela permissão da realização do estudo numa das explorações da empresa deles, mesmo sendo algo nunca experimentado na empresa.

À minha irmã, Sofia Querido pelo apoio dado ao longo do trabalho.

À Sílvia Ferreira pelo apoio dado ao longo do trabalho e pela ajuda na descarga dos leitões do estudo e pela ajuda na pesagem e colocação dos brincos nos leitões das pesagens individuais no início do estudo.

A toda a minha família pelo incentivo dado para a continuação da dissertação.

À “Eurocereal, S.A.”, na pessoa do Engenheiro Pedro Folque por me ter fornecido informações importantes para o trabalho, bem como as fórmulas dos alimentos compostos.

À “Agrolex, Lda” pela permissão de visitar as instalações da fábrica de alimentos compostos onde foram fabricados os alimentos para o estudo.

À Engenheira Catarina Fonseca e à Engenheira Ana Margarida Ferreira pelo acompanhamento do estudo nos dias em que não pude estar presente.

Ao Ricardo Fialho pelo esforço na preparação dos pavilhões para o estudo, procurando reparar os problemas que existiam e ter as instalações nas melhores condições.

Aos motoristas Amável Henriques e Ivo Mendes pela paciência de pesar o camião umas quantas vezes e pelo cuidado dado na descarga em separado dos animais dos dois tratamentos no matadouro.

Ao Professor Divanildo Monteiro, pelo apoio incondicional ao longo da dissertação, especialmente na parte final e decisiva da mesma.

A todos os professores da licenciatura e do mestrado.

Ao Alexandre Mouro pelo apoio na melhoria de algumas partes do trabalho, bem como todo o incentivo, companheirismo e amizade mostrados principalmente na fase final desta dissertação e ao longo de todo o mestrado.

A todos os meus amigos, em especial ao Artur Lima, Bárbara Coimbra, Bibiana Reis, Carolina Nogueira, Cláudia Gonçalves, Inês Santos, João Ferraz, João Gilberto, Márcio Mendes, Mário Rodrigues, Ricardo Maria, Silvana Pontes, Sílvia Braga e Taís Segantini por estes anos magníficos que jamais esquecerei e que foram um marco na minha vida.

A todos, um bem-haja.



---

## Resumo

O presente estudo tem como principal objectivo avaliar o efeito da forma de apresentação do alimento composto nas performances de crescimento de suínos em engorda, comparando o alimento granulado com o alimento farinado.

A produção de um alimento composto granulado tem associado um custo adicional em relação ao alimento farinado. Para que este custo tenha retorno, as performances zootécnicas observadas com o alimento granulado têm que ser superiores às do alimento farinado. Segundo estudos efectuados ao longo dos anos, o alimento granulado apresenta vantagens que compensam esse custo adicional. Estas vantagens são a redução do desperdício de alimento, melhoria do fluxo no sistema de distribuição do alimento, gelatinização do amido dos cereais aumentando a sua digestibilidade e, conseqüentemente, uma melhoria no índice de conversão quando comparado com o alimento farinado.

Neste estudo foram utilizados 1124 animais divididos por dois pavilhões de engorda idênticos. O tratamento com alimento farinado (Far) iniciou o estudo com 557 animais e o tratamento com alimento granulado (Gran) iniciou com 567. Os animais de um pavilhão foram alimentados com farinado e os do outro pavilhão foram alimentados com granulado e estavam divididos em parques de cerca de 23 animais (variação de 20 a 25 animais por parque para evitar mistura de animais de lotes diferentes da fase de recria). A composição do alimento era igual, sendo apenas acrescentado o processo de granulação ao alimento farinado para obtenção do alimento granulado. Os animais do Far tinham um peso médio inicial de 31,0kg e os do Gran 30,5kg. A idade média inicial do total dos animais utilizados no estudo era de 83 dias. O estudo teve uma duração de 102 dias correspondente ao período de engorda dos animais. O total de animais foi pesado no início e final do estudo. Parte dos animais (192) foram pesados individualmente em quatro pesagens (dias 1, 29, 59 e 101 do estudo). O objectivo principal foi estudar as performances dos animais alimentados com cada tipo de alimento, sendo os principais resultados o índice de conversão (IC), ganho médio diário (GMD), ingestão média diária (IMD) e o balanço custo-benefício de cada um.

No período total, o GMD das pesagens individuais foi superior para o Gran ( $P < 0,05$ ) quando comparado com o Far (0,805 e 0,775kg, respectivamente), sendo a diferença de 3,9%. Para os grupos completos em estudo, o GMD dos animais alimentados com granulado foi superior ao dos animais alimentados com farinado em 1,3%. Quanto à IMD esta foi de 1,960kg no Gran e 2,045kg no Far, o que resulta num consumo inferior em 4,2% no Gran em relação ao Far. O IC foi inferior em 5,3% nos animais alimentados com granulado quando comparado com os alimentados com farinado (2,589 e 2,734, respectivamente). A mortalidade foi semelhante para os dois tratamentos, bem como os resultados obtidos em matadouro.

---

O uso do alimento granulado permitiu uma redução de 2,1 cêntimos no custo de produção de um kg de carcaça quando comparado com o alimento farinado, o que é um valor bastante relevante.

Palavras-chave: Alimento Farinado, Alimento Granulado, Engorda, Granulação, Performance, Suínos.

---

## Abstract

The current study's aim is to measure the effect of the compound feed in fattening pigs' growing performances, comparing pelleted feed with feed meal.

The pelleted feed production holds an additional cost in relation to the other one. To receive a return from this additional cost, the performances of the animals on the pelleted feed must be higher than the animals on the feed meal. According to studies among the years, the pelleted feed contains advantages that compensate these additional costs. These advantages are reduction of feed waste, feed flow improvement, starch gelatinization from the cereals increasing its digestibility and, consequently, feed conversion improvement compared with the feed meal.

In this study 1124 animals were used, divided by two identical fattening houses, one for feed meal trial (FM), started with 557 animals, and the other one for pelleted feed trial (PF), with 567 animals. They were divided in groups of 23 animals (variation of 20 to 25 animals per group to avoid mixing animals from different weanner groups). The feed composition was the same for both compound feeds, being only added the pelleting process to the feed meal to obtain the pelleted feed. The animals from the FM had an initial average weight of 31.0kg and the ones from the PF 30.5kg. The total initial average age from the animals used was 83 days. The duration of this study was 102 days corresponding to the fattening period of the animals. The total of animals was weighed at the beginning and at the end of the study. Part of the animals (192) was individually weighed in four weighing times (days 1, 29, 59 and 101 of the study). The aim was study the performances of the animals fed with each type of feed, being the main results the feed conversion (FC), the average daily gain (ADG), the daily average intake (DAI) and the cost-benefit balance from each one.

During the total period, the ADG from the individuals weighing was superior for the PF ( $P < 0,05$ ) when compared with FM (0.805 and 0.775kg, respectively), having a 3.9% difference. For the completed groups in study, the ADG of the animals fed with pelleted feed was superior from the animals fed with feed meal in 1.3%. Regarding the DAI, was 1.960kg in the PF and 2.045kg in the FM, resulting an intake 4.2% lower in the PF than the FM. The FC was inferior in 5.3% for the animals fed with pelleted feed when compared with the ones fed with feed meal (2.589kg and 2.734, respectively). The mortality was similar for both trials, as well as the results from the slaughterhouse.

Using the pelleted feed allowed a reduction of 2.1 cents/kg carcass in the production costs when compared with the feed meal, which is a quite relevant value.

Keywords: Fattening, Feed Meal, Pelleted Feed, Pelleting, Performance, Pigs.



---

# Índice

## Revisão Bibliográfica

1.	Introdução .....	1
2.	Os alimentos compostos .....	3
2.1.	Razões para o processamento dos alimentos .....	3
2.2.	Formas de apresentação do alimento composto para suínos.....	4
2.2.1.	Farinado (farinha).....	4
2.2.2.	Granulado (grânulo) .....	4
2.3.	Funcionamento geral de uma fábrica de alimentos compostos .....	5
2.3.1.	Recepção.....	6
2.3.2.	Armazenamento.....	7
2.3.3.	Pesagem.....	8
2.3.4.	Moagem.....	9
2.3.5.	Pré-mistura .....	10
2.3.6.	Mistura .....	11
2.3.7.	Granulação .....	12
2.3.8.	Ensaque.....	13
2.3.9.	Expedição .....	13
3.	A granulação .....	15
3.1.	História da granulação .....	15
3.2.	O processo de granulação .....	15
3.2.1.	Condicionamento .....	16
3.2.2.	Arrefecimento.....	20
3.2.3.	Diâmetro do grânulo.....	23
3.2.4.	Qualidade do granulado.....	23
3.2.5.	Factores que afectam a qualidade do granulado.....	25
3.3.	A granulação como uma mais-valia.....	29
3.3.1.	Redução da separação de ingredientes e desperdício de alimento.....	30

---

3.3.2.	Aumento da densidade do alimento .....	30
3.3.3.	Facilidade de fluxo e manuseamento do alimento.....	30
3.3.4.	Destruição de microorganismos patogénicos .....	31
3.3.5.	Gelatinização do amido e modificação de outros constituintes.....	31
3.3.6.	Inclusão de uma vasta gama de ingredientes .....	31
3.3.7.	Resultados obtidos em estudos anteriores.....	31
3.4.	Desvantagens da granulação.....	34
<b>Trabalho experimental</b>		
4.	Ensaio efectuado.....	37
4.1.	Objectivo .....	37
4.2.	Local do estudo.....	37
4.3.	Material e métodos.....	37
4.3.1.	Pavilhões .....	37
4.3.2.	Animais .....	38
4.3.3.	Alimentação e abeberamento.....	39
4.3.4.	Alimentos compostos .....	40
4.3.5.	Delineamento experimental.....	41
4.3.6.	Pesagens .....	42
4.3.7.	Local de recolha de amostras de alimento .....	44
4.3.8.	Registo de temperaturas .....	46
4.3.9.	Registo de tratamentos .....	46
4.3.10.	Resultados obtidos em matadouro .....	46
4.3.11.	Análise estatística .....	47
4.4.	Resultados e discussão .....	47
4.4.1.	Peso médio .....	47
4.4.2.	Ganho médio diário .....	50
4.4.3.	Ingestão média diária .....	52
4.4.4.	Índice de conversão .....	53
4.4.5.	Amostras de alimento.....	55

---

4.4.6.	Temperatura ambiente .....	56
4.4.7.	Mortalidade .....	59
4.4.8.	Tratamentos injectáveis .....	60
4.4.9.	Resultados obtidos em matadouro .....	61
4.4.10.	Custos de alimentação.....	65
4.4.11.	Receitas de venda dos animais.....	66
4.5.	Conclusões .....	67
5.	Bibliografia .....	69
6.	Anexos .....	75
6.1.	Anexo 1 – Definições do sector dos alimentos compostos .....	75
6.2.	Anexo 2 – Composição e análise dos alimentos utilizados.....	77
6.3.	Anexo 3 – Fotografias do ensaio.....	83



---

## Índice de figuras

Figura 1 - Diagrama de fabrico de uma fábrica de alimentos compostos.....	6
Figura 2 - Descarga de matérias-primas no tegão.....	7
Figura 3 - Zona de armazenamento de matérias-primas.....	7
Figura 4 - Pesagem dos ingredientes em balança de 2 toneladas.....	9
Figura 5 - Moinho de martelos aberto.....	10
Figura 6 - Zona de pré-mistura e pesagem.....	10
Figura 7 - Misturador horizontal.....	12
Figura 8 - Granuladora.....	12
Figura 9 - Granuladora.....	16
Figura 10 - Matriz e disposição típica dos rolos.....	16
Figura 11 - Efeito do condicionamento com vapor sobre o consumo de energia, qualidade do granulado e temperatura.....	18
Figura 12 - Ecrã de controlo do condicionador.....	20
Figura 13 - Componentes de um arrefecedor vertical.....	21
Figura 14 - Componentes de um arrefecedor horizontal.....	22
Figura 15 - Interior de um pavilhão onde foi realizado o estudo.....	37
Figura 16 - Sensor de direcção do vento.....	38
Figura 17 - Sistema de controlo automático de janelas.....	38
Figura 18 - Esquema do cruzamento das raças utilizadas.....	39
Figura 19 - Descarga dos animais da experiência.....	39
Figura 20 - Comedouro <i>tube-o-mat</i> .....	40
Figura 21 - Esquema da disposição dos animais nos pavilhões do estudo:.....	42
Figura 22 - Báscula da exploração para pesagem de veículos.....	43
Figura 23 - Balança de pesagem de animais com capacidade até 300kg.....	43
Figura 24 - Esquema representativo das quatro pesagens individuais efectuadas e do alimento utilizado nas várias fases.....	44
Figura 25 - Esquema representativo dos pontos de recolha das amostras, bem como da linha de alimentação.....	45
Figura 26 - Termómetro de "mínima-máxima".....	46
Figura 27 - Temperaturas ambiente mínimas e máximas observadas ao longo do estudo no pavilhão com o tratamento farinado.....	57
Figura 28 - Temperaturas ambiente mínimas e máximas observadas ao longo do estudo no pavilhão com o tratamento granulado.....	57
Figura 29 - Tratamentos injectáveis efectuados ao longo do estudo no pavilhão do alimento farinado.....	60

---

Figura 30 - Tratamentos injectáveis efectuados ao longo do estudo no pavilhão do alimento  
granulado. ....60

---

## Índice de tabelas

Tabela 1- Propriedades do vapor saturado.....	19
Tabela 2 - Efeito da qualidade do granulado na eficiência alimentar em suínos em recría ...	24
Tabela 3 - Influência da granulação na performance de suínos.....	33
Tabela 4 - Quantidade e peso inicial e final dos animais .....	47
Tabela 5 - Pesos médios e respectivo desvio padrão obtidos nas pesagens individuais .....	48
Tabela 6 - Peso médio inicial das pesagens individuais em kg.....	49
Tabela 7 - Pesos médios obtidos nas pesagens individuais em kg .....	49
Tabela 8 - Estatística descritiva dos ganhos médios diários por períodos entre pesagens individuais. ....	50
Tabela 9 - Ganho médio diário por períodos entre pesagens individuais em kg .....	51
Tabela 10 - Ganho médio diário do grupo total de animais por tratamento em kg. ....	51
Tabela 11 - Quantidade de alimento fornecido e ingestão média diária por tratamento.....	52
Tabela 12 - Índice de conversão e dados necessários ao seu cálculo.....	53
Tabela 13 - Concentração de Ca e P (g/kg) nos alimentos na forma farinada e granulada. .	55
Tabela 14 - Concentração de Ca e P (g/kg) nas amostras recolhidas nos vários locais .....	56
Tabela 15 - Objectivos de temperatura (em °C) aproximados para diferentes tipos de piso e peso dos animais .....	58
Tabela 16 - Mortalidade, retirados vivos e pesos médios dos mesmos .....	59
Tabela 17 - Resultados obtidos em matadouro relativos aos animais pesados individualmente .....	61
Tabela 18 - Resultados médios obtidos à saída da exploração e em matadouro relativos aos grupos completos de animais .....	62
Tabela 19 - Resultados obtidos nos diferentes matadouros .....	63
Tabela 20 - Custos de alimentação do estudo.....	65
Tabela 21 - Receitas obtidas com a venda dos animais do estudo .....	66
Tabela 22 - Balanço em euros considerando apenas os custos de alimentação e receitas obtidas. ....	66



---

## Lista de abreviaturas e símbolos

ADG - *Average Daily Gain*

Ca - Cálcio

cit - citado

cits - citados

DAI- *Daily Average Intake*

EA - Eficiência Alimentar

Far - Tratamento Farinado

FC – *Feed Conversion*

FM - *Feed Meal Trial*

GMD – Ganho(s) Médio(s) Diário(s)

g - grama(s)

Gran - Tratamento Granulado

hf - Entalpia

hfg - Calor latente

hg - Calor total

IC - Índice de Conversão

IMD - Ingestão Média Diária

kg - Quilograma(s)

mm - milímetro(s)

P - Fósforo

PDI - *Pelleted Durability Index* (Índice de durabilidade do granulado)

PF - *Pelleted Feed Trial*

psi - *pound square inch* (libra por polegada quadrada)

s.d. - sem data

T - Tonelada

vs. - *versus*

° - grau angular

°C - Grau(s) Celsius(s)

°F - Grau Fahrenheit

% - Por cento ou Percentagem

€ - Euro(s)



## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**



# 1. Introdução

A produção suína intensiva tem sido confrontada ao longo dos anos com uma redução das margens de lucro, principalmente devido ao aumento dos custos de alimentação. Estes custos representam actualmente cerca de 70% do custo de produção total (BPEX, 2013). Sem dúvida, os esforços vão continuar no sentido de melhorar as técnicas de produção de alimentos compostos tendo em vista a redução de custos e melhoria do valor do alimento para o animal. As possibilidades de melhoria no processamento de alimentos para animais são várias. Contudo, os custos de cada inovação têm de ser recuperados com a melhoria das performances do animal (Behnke, 1996).

A suinicultura deve ter em consideração todo o processo de fabrico de alimentos compostos, incluindo a selecção de ingredientes a incorporar, o processamento do alimento nas fábricas e ainda a forma de apresentação do alimento aos animais (Stark, et al., 1993). O alimento composto é, normalmente, apresentado aos suínos em produção intensiva de duas formas, farinado ou granulado. O processo de granulação é apontado como um dos processos que, mesmo tendo custos adicionais em relação ao alimento farinado, apresenta retorno para o produtor. Este retorno é obtido, principalmente, devido a melhorias na performance do animal e à redução no desperdício de alimento quando é usado alimento granulado em comparação com o alimento farinado (Behnke, s.d.).

A fase de engorda é uma das fases mais dispendiosas em termos de alimentação, devido à quantidade de alimento ingerido. Assim, torna-se importante reduzir os custos alimentares nesta fase para se obter a melhor rentabilidade de cada exploração suinícola. A granulação apresenta-se como uma estratégia importante nesta redução de custos na fase de engorda. Segundo Köster (s.d.), o alimento granulado apresenta uma melhoria média de 6% no ganho médio diário e 6 a 7% na eficiência alimentar para animais nesta fase produtiva.

A falta de estudos recentes para esta temática levanta algumas dúvidas quanto às vantagens efectivas do alimento granulado sobre o farinado. Assim, o presente estudo tem como objectivo principal avaliar o efeito da forma de apresentação do alimento composto nas performances de crescimento de suínos em engorda, comparando então o alimento granulado com o alimento farinado.

Ao longo do trabalho será dada ênfase ao fabrico de alimentos compostos, comparando os processos de fabrico de alimentos granulados e farinados, bem como todo o funcionamento de uma fábrica de alimentos compostos. Numa segunda fase da revisão bibliográfica será aprofundado o processo de granulação, uma vez que, sendo um processo posterior ao fabrico do alimento farinado, pode condicionar a qualidade do mesmo. Serão abordados os factores que afectam a qualidade do granulado, bem como a influência que

este processo pode ter nas performances produtivas dos animais. Obviamente, a granulação não tem só vantagens, sendo também apresentadas as desvantagens deste processo.

Na parte experimental foram utilizados 1124 animais, divididos por dois pavilhões de engorda idênticos. Os animais de um pavilhão foram alimentados com alimento na forma farinada e os do outro pavilhão foram alimentados com alimento granulado. Os animais no início do estudo tinham uma idade média de 83 dias e um peso médio inicial de 30,7kg. O objectivo principal foi estudar as performances dos animais que receberam alimento granulado comparativamente aos que receberam o mesmo alimento farinado, sendo os parâmetros zootécnicos mais relevantes o Índice de Conversão (IC), Ganho Médio Diário (GMD), Ingestão Média Diária (IMD) e o balanço custo-benefício.

## 2. Os alimentos compostos

### 2.1. Razões para o processamento dos alimentos

Os alimentos compostos usados actualmente na alimentação animal exigem, normalmente, o processamento das matérias-primas que os compõem, por um conjunto vasto de razões (Patience, et al., 1995) que a seguir se apresentam:

- a) Alterar a forma física ou o tamanho de partícula: por exemplo, os cereais são moídos para reduzir o tamanho de partícula, melhorando assim a sua mistura com outros componentes da dieta.
- b) Melhorar a disponibilidade dos nutrientes: os cereais têm de ser moídos para que a disponibilidade de nutrientes seja máxima. Por exemplo, no caso da lisina, esta fica 12% mais disponível para o animal se o trigo for moído do que se for fornecido em grão. A média de melhoria na disponibilidade de aminoácidos essenciais é de mais de 6% se os cereais forem moídos. A granulação e a extrusão são processos que também melhoram a disponibilidade destes aminoácidos.
- c) Separar constituintes dos ingredientes: por exemplo, no caso da aveia, pode-lhe ser retirada a casca, sendo a aveia utilizada para produzir flocos de aveia utilizada em dietas de iniciação. As cascas remanescentes podem depois ser utilizadas em dietas de gestação.
- d) Melhorar o manuseamento: o objectivo do processamento dos alimentos é criar uma mistura de ingredientes que flua facilmente e que os seus constituintes não se separem. Em alguns casos, os produtores podem desejar aumentar a densidade do alimento para reduzir o espaço de armazenamento e os custos de transporte. Aumentando a densidade do alimento, pode-se também aumentar a ingestão diária de nutrientes. Por exemplo, a capacidade do intestino frequentemente limita a quantidade de alimento consumido pelos leitões. Portanto, a densidade do alimento vai influenciar a ingestão de alimento nestes animais jovens.
- e) Melhorar a palatabilidade: misturando ingredientes pouco palatáveis, mas necessários, com outros que sejam mais apetecíveis aos animais, aumenta a ingestão dos nutrientes necessários muito acima da quantidade que seria ingerida se os ingredientes fossem fornecidos individualmente.
- f) Preservar: secando ou aplicando tratamentos com ácidos orgânicos aos cereais com elevado teor de humidade melhora a duração do tempo de armazenamento dos mesmos.
- g) Criar uma mistura final uniforme: isto é particularmente crítico para leitões, os quais comem quantidades relativamente pequenas de alimento por dia. Contudo, deve-se

assegurar uma correcta mistura de ingredientes a fornecer aos animais de forma a assegurar os melhores índices de crescimento. Os suínos em condições intensivas ou mesmo em extensivo não possuem a capacidade de se auto-regular no que toca ao consumo de uma dieta equilibrada em nutrientes. Estes conseguem consumir certos ingredientes, tais como sal se for necessário, mas são incapazes de equilibrar a dieta completa. Por esta razão deve-lhes ser fornecido um alimento composto equilibrado nutricionalmente. Se este não for uniforme, a ingestão diária de nutrientes poderia estar abaixo da requerida e assim piorar a performance de crescimento.

No anexo I apresentam-se um conjunto de termos e suas definições relativas aos alimentos para animais e que são normalmente utilizadas.

## **2.2. Formas de apresentação do alimento composto para suínos**

### **2.2.1. Farinado (farinha)**

O alimento farinado resulta do processamento de várias matérias-primas, como cereais (ex. milho) e subprodutos da alimentação humana ou de indústrias extractoras (ex: bagaço de soja) que passam por várias fases como a pesagem, moagem, mistura e depois então a expedição. Outros aditivos (correctores vitamínicos e minerais, antibióticos, desparasitantes, entre outros) também podem ser adicionados para se obter um alimento composto adequado às necessidades dos animais.

Após estas etapas o alimento encontra-se pronto a ser fornecido aos animais na forma de alimento farinado, com um menor custo de produção que o granulado, uma vez que este sofre um processo adicional, que é a granulação.

### **2.2.2. Granulado (grânulo)**

O alimento granulado surge após o fabrico do alimento farinado. Esta transformação de um alimento suave num granulado duro é conseguida pela compressão dos vários ingredientes misturados no farinado (Raven & Walker, 1980). O processo em geral ocorre numa granuladora em que se dá a passagem da mistura farinada por um condicionador onde vapor saturado é adicionado ao alimento farinado (Lara, 2010). A humidade fornece lubrificação para a compressão e na presença de calor causa alguma gelatinização do amido presente na superfície dos ingredientes vegetais, resultando na adesão das partículas. Em 20 segundos após a entrada na granuladora, o alimento passa de condições

de ar seco, com cerca de 10-12% de humidade, para 15-16% de humidade e 80-90°C. Durante a subsequente compressão através dos orifícios da matriz, a fricção ainda aumenta mais a temperatura do alimento, podendo chegar aos 92°C. De seguida o granulado passa para um arrefecedor horizontal ou vertical, no qual é arrefecido durante 10 minutos, aproximadamente até temperaturas ligeiramente acima da temperatura ambiente e seco para um teor de humidade abaixo dos 13% (Raven & Walker, 1980).

### **2.3. Funcionamento geral de uma fábrica de alimentos compostos**

A tecnologia de processamento de alimentos compostos tem sofrido melhorias substanciais nos últimos anos. Este processamento progrediu de uma simples mistura de ingredientes feita à mão, para uma mistura mecânica, chegando aos dias de hoje com a mistura e o processamento a serem controlados, em grande parte, por um sistema informático de fabrico. Contudo, o conceito básico de uma mistura de ingredientes para resultar num alimento nutricionalmente equilibrado manteve-se inalterado (Raven & Walker, 1980).

Para conseguir o alimento composto, realiza-se uma moagem seguida de uma mistura dos ingredientes. Para a realização destes processos, são necessárias técnicas e equipamentos especializados e avançados (Raven & Walker, 1980).

Numa fábrica deste tipo, as matérias seguem um determinado fluxo (Figura 1), que passaremos a descrever.

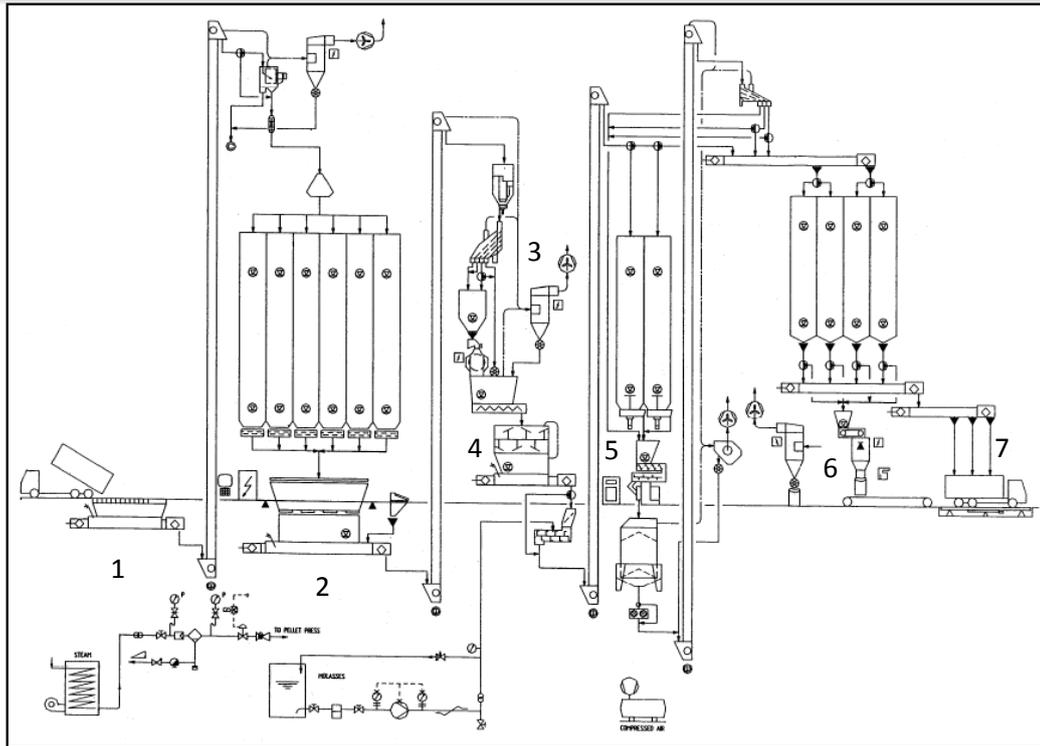


Figura 1 - Diagrama de fabrico de uma fábrica de alimentos compostos (Lara, s.d.).  
Legenda: 1 – Descarga de matérias-primas a granel; 2 – Pesagem; 3 – Moagem;  
4 – Mistura; 5 – Granulação; 6 – Ensaque; 7 – Expedição a granel.

### 2.3.1. Recepção

A primeira operação no fabrico de alimentos compostos envolve a recepção das matérias-primas naturais ou pré-misturas. Estas matérias podem chegar à fábrica em sacos de pequenas dimensões, em *big-bags* ou a granel. Caso cheguem nesta última forma, os veículos descarregam directamente numa estrutura (Figura 2), denominada tegão (Raven & Walker, 1980). O tegão permite a descarga fácil das matérias-primas transportadas em camiões de grandes dimensões. Estas atravessam uma grelha na superfície do tegão que permite a retenção de objectos estranhos de grandes dimensões. No fundo do tegão existe um sistema de transporte que fará a mobilização das matérias-primas para as estruturas de armazenamento, normalmente, silos verticais.



Figura 2 - Descarga de matérias-primas no tegão  
(Foto própria em Valouro, S.A., 2012).

### 2.3.2. Armazenamento

Após a recepção, as matérias a granel são encaminhadas para silos de armazenamento de matérias-primas, onde se conservam até serem utilizadas (Figura 3).

Os ingredientes a granel líquidos, tais como gorduras, óleos ou melaços, são armazenados em tanques específicos para líquidos (Figura 3).



Figura 3 - Zona de armazenamento de líquidos (ao centro) e de matérias-primas sólidas (à direita). (Foto: Luís Rodas, 2012).

No caso dos ingredientes ensacados, estes devem ser armazenados num local seco com protecção contra pragas de roedores e insectos (Raven & Walker, 1980).

Durante o armazenamento, ocorrem perdas que podemos dividir em quatro categorias (Raven & Walker, 1980):

- a) Perda de peso;
- b) Perda de qualidade;
- c) Riscos para a saúde (perda de biossegurança);
- d) Perdas económicas.

Estas perdas advêm principalmente das actividades forrageiras dos insectos, microrganismos e animais, maneo impróprio e alterações físicas e químicas, estando estes factores todos interligados.

Quando ocorrem infestações graves por parte de pragas animais, existem grandes perdas de matéria-prima acompanhadas por perdas de qualidade. As deficientes condições de armazenamento resultam frequentemente no desenvolvimento de bolores que, não só completam a destruição das matérias-primas, mas também provocam sérios riscos para a saúde dos animais que consomem alimentos compostos contendo estas matérias-primas contaminadas.

A aplicação ineficaz de padrões de qualidade resulta na produção e fornecimento de ingredientes alimentares impróprios que frequentemente são também mais susceptíveis à deterioração.

Em relação às perdas económicas, estas resultam das perdas quantitativas e qualitativas e ainda de custos de inspecção, prevenção e controlo para manter os padrões de qualidade.

### **2.3.3. Pesagem**

Nesta fase ocorre uma pesagem (Figura 4) dos ingredientes que constituem o alimento composto, seguindo a fórmula definida, iniciando-se pelo que será incorporado em maior % e, depois, por ordem decrescente de percentagem (Raven & Walker, 1980).



Figura 4 - Pesagem dos ingredientes em balança de 2 toneladas.  
(Foto: Luís Rodas, 2012)

#### **2.3.4. Moagem**

Do ponto de vista energético, os animais são péssimos “reduzores” do tamanho das partículas. Os moinhos facilitam esta redução e poupam energia metabólica, que pode ter um destino mais vantajoso na formação de tecidos e manutenção da homeostase corporal. Esta situação acentua-se com a selecção genética dos animais e com a sua finalidade, que é a produção de proteína animal (Fraiha, et al., 2005).

Segundo Hasting, 1980, a moagem dos ingredientes melhora as condições de manuseamento e conservação dos alimentos. Esta moagem tende a aumentar a digestibilidade, ingestão, propriedades da mistura, palatabilidade e aumenta, ainda, a densidade dos alimentos.

Para Parsons (2004), a moagem dos ingredientes justifica-se pelas seguintes razões: expõe uma área de contacto maior para a digestão; facilita o transporte de determinados ingredientes e alimentos; melhora as características de mistura de alguns ingredientes e melhora a eficiência da granuladora e a qualidade do granulado.

Em termos de processo, a moagem consiste na redução do tamanho das partículas das matérias-primas através de um moinho (Figura 5). O tamanho das partículas pretendido varia com a fase reprodutiva ou de crescimento do animal a que o alimento se destina. Por exemplo, alimentos destinados a leitões possuirão um tamanho de partículas reduzido,

enquanto se forem destinados a porcas reprodutoras, este tamanho será consideravelmente superior (Eugénio, 2012).



Figura 5 - Moinho de martelos aberto: pormenor dos martelos e crivo.  
(Foto própria em Feira Nacional da Agricultura, 2012)

### 2.3.5. Pré-mistura

A pré-mistura ou “*premix*”, (Figura 6) é uma mistura de determinados aditivos como micro-nutrientes/correctores (vitaminas e minerais), ou outros aditivos que são misturados entre eles ou juntamente com um excipiente, antes de serem adicionados aos demais ingredientes. A sua adição às matérias-primas é feita após a moenda destas, pois alguns deles são termosensíveis, o que levaria à sua parcial deterioração se passassem no moinho, onde se atingem temperaturas algo elevadas. Por outro lado, os ingredientes da pré-mistura já são finos, não sendo necessária uma moenda adicional (Eugénio, 2012).



Figura 6 - Zona de pré-mistura e pesagem.  
(Foto: Luís Rodas, 2010)

### **2.3.6. Mistura**

O processo de mistura ocorre após a pesagem de todos os componentes, sua moagem e adição da pré-mistura. É nesta fase que todos os elementos são misturados na misturadora (Figura 7) de forma a obter um alimento homogêneo (Eugénio, 2012). Alguns componentes, nomeadamente líquidos, podem ser adicionados apenas nesta fase.

Segundo Lara (s.d.), existem algumas características dos ingredientes que têm influência no processo de mistura, tais como:

- a) Tamanho da partícula: quando dois ingredientes têm tamanhos bastante diferentes, estes podem separar-se;
- b) Forma das partículas: a forma influencia as propriedades de fluxo e de armazenamento. As partículas planas têm um comportamento diferente das partículas arredondadas, pois tendem a cair mais lentamente, permanecendo na mesma posição, sendo que as arredondadas caem mais rapidamente e tendem a permanecer em movimento;
- c) Densidade: partículas mais densas descem entre as mais leves;
- d) Características eletrostáticas: as partículas tornam-se carregadas devido a colisões com outras partículas ou com componentes da misturadora. Geralmente, a carga eletrostática mais severa está em partículas finas. O pó tem maior área superficial e deste modo permite maior carga eletrostática. As partículas carregadas podem aderir às partes metálicas do equipamento;
- e) Higroscopicidade: a passagem da humidade do ar para o produto pode resultar em mudanças de propriedades físicas tais como, agregação das partículas formando grumos, redução do número de partículas, aumento do tamanho da partícula. Isto pode impedir a capacidade do ingrediente se distribuir na mistura.

O tipo de misturadora e os tempos de mistura devem ser adequados à realização de uma mistura homogênea. Após esta fase termina o fabrico de um alimento composto farinado. Se a opção passar pelo fabrico de um alimento granulado, esta mistura deve então ser encaminhada para a granuladora.



Figura 7 - Misturadora horizontal.  
(Foto: Luís Rodas, 2010).

### 2.3.7. Granulação

Nesta fase ocorre uma compactação e tratamento térmico do alimento, devido à adição de vapor de água e ao aquecimento resultante da compactação e fricção com a estrutura da matriz de granulação. Após esta fase o alimento sai da granuladora (Figura 8) em grânulos, constituindo o denominado alimento granulado.

Esta fase será aprofundada ao longo do trabalho.



Figura 8 - Granuladora.  
(Foto própria em Valouro, S.A., 2012).

### **2.3.8. Ensaque**

Os alimentos que se pretendem ensacar, depois de misturados, são transferidos da misturadora para um silo e é através deste que são cheios os sacos. Depois de cheios, estes são fechados por uma “máquina de coser sacos”, é-lhes colocado o rótulo e são colocados em paletes. Todo este processo pode ser automatizado, inclusivamente a colocação dos sacos nas paletes de expedição (Eugénio, 2012).

### **2.3.9. Expedição**

O alimento composto a granel é armazenado por lotes em silos na zona de expedição onde os veículos de carga de granel são carregados com a mercadoria pretendida.

Nos alimentos ensacados estes são expedidos em paletes que se encontram noutra zona de expedição específica (Eugénio, 2012).



### **3. A granulação**

#### **3.1. História da granulação**

O processo de granulação foi introduzido na indústria alimentar dos Estados Unidos, no final dos anos 20 do século passado, através de uma granuladora importada da Europa (Salim, 2008). Mais tarde, a primeira granuladora americana foi construída por *S. Howes Company* em 1930 (Schoeff, 2005, cit. por Salim, 2008) e desde então o conceito tem sido usado amplamente na indústria alimentar devido aos numerosos benefícios que a granulação acarreta (Salim, 2008). Apesar do custo adicional na granulação em relação ao uso de alimento farinado ser de cerca de 5 euros por tonelada (Lara, s.d.; Maria, 2014), o alimento granulado tem sido utilizado graças aos benefícios, quer para a performance animal (Hussar et al., 1962 e Jahan et al., 2006, cits. por Salim, 2008), quer para o transporte do alimento (Robinson, 1975, cit. por Salim, 2008). A melhoria na performance animal tem sido atribuída à modificação do amido e da proteína, à destruição de organismos patogénicos, ao menor tempo e energia gastos para absorção e à melhoria da palatabilidade (Behnke, s.d.). Para além disso, tem sido reconhecido que as propriedades físicas do alimento granulado reduzem o desperdício de alimento e excreção de nutrientes por parte do animal, enquanto aumentam a densidade do alimento, especialmente se forem alimentos muito fibrosos, reduzindo assim o seu custo de transporte (Salim, 2008).

#### **3.2. O processo de granulação**

A granuladora (Figura 9) é um equipamento composto de um “sem-fim” alimentador, que junto com o controlo de alimentação faz o ajuste da carga da máquina respeitando a máxima corrente do motor principal (ajuste para a potência instalada). O “sem-fim” abastece o condicionador que recebe vapor saturado. Este equipamento tem a função de incorporar o vapor na mistura farinada. Depois do condicionador, opcionalmente, pode-se ter o retentor que tem a função de aumentar o tempo de retenção do alimento com a finalidade de redução microbiológica (Lara, s.d.). Finalmente a granuladora propriamente dita ou câmara de granulação, onde os rolos forçam a mistura farinada e condicionada pelos orifícios da matriz (Lara, s.d.; Raven & Walker, 1980) circular em metal (Raven & Walker, 1980). Rolos únicos, duplos (Raven & Walker, 1980) ou triplos (Turner, 2014) montados no interior da matriz (Figura 10), que estão encaixados num eixo de rotação, devido à fricção gerada na presença de alimento entre o rolo e a matriz, fazem com que estes rolos girem (Raven & Walker, 1980). O alimento depois ao ser forçado a passar pelos buracos da matriz sofre uma compressão e um corte de forma que o granulado apresente dimensão uniforme. A

matriz é movida por um motor e os rolos rodam, como já explicado, apenas através da fricção gerada entre o alimento e a matriz (Raven & Walker, 1980).

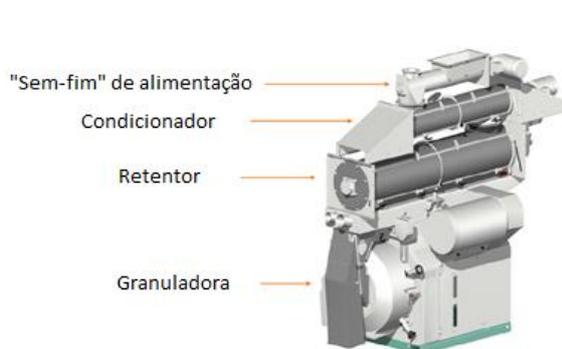


Figura 9 - Granuladora (adaptado de: Lara, s.d.).

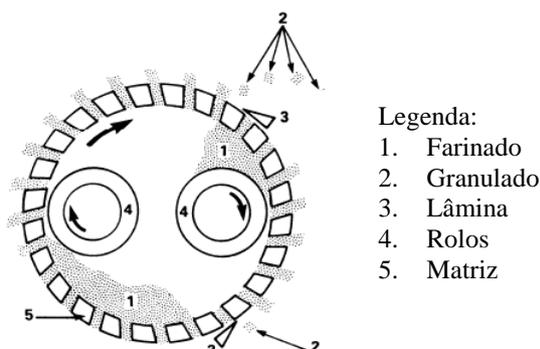


Figura 10 - Matriz e disposição típica dos rolos (CPM-co., s.d.).

O processo de produção do granulado pode ainda ser grosseiramente descrito como uma operação de moldagem plástica de um tipo de extrusão, em que os ingredientes são constituídos por vários componentes tais como proteínas, ácidos, açúcares, fibra e minerais. Estes podem ser amolecidos (condicionados) pela adição de calor e água. Quando uma compressão suficientemente controlada é aplicada sobre os ingredientes condicionados, estes irão formar uma massa densa, preparada para ser pressionada contra a matriz. Quando o calor e humidade são retirados, este suporta melhor o manuseamento atribulado do granulado sem que se quebre em demasia e mantém ou aumenta o seu valor nutritivo (CPM-Co., s.d.).

Nas fábricas de alimentos compostos actuais, os ingredientes são armazenados em silos que se encontram por cima de uma balança. Estes ingredientes que são de aspecto mais grosseiro, tais como grãos de cereais e outras matérias-primas fibrosas, são moídos com uma moenda fina para facilitar o processo de mistura e a granulação. De acordo com a fórmula do alimento, quantidades exactas de cada ingrediente são pesadas, moídas, misturadas e depois transportadas para uma tolva acima da granuladora seguindo-se o processo de granulação descrito anteriormente (CPM-Co., s.d.).

### 3.2.1. Condicionamento

Como o próprio termo indica, o condicionamento implica a modificação das propriedades físicas da farinha antes de passar à câmara de granulação. Normalmente, o condicionamento envolve a adição de vapor à mistura. Contudo, podem também ser adicionados líquidos tais como água, melaços, ligantes ou, em alguns casos, calor indirecto. Todas estas possibilidades têm como objectivo principal melhorar a qualidade do granulado e aumentar a eficiência de granulação (Behnke & Gilpin, 2014).

O alimento farinado armazenado na tolva acima da granuladora é uniformemente doseado através do “sem-fim” que abastece o condicionador. Uma uniforme razão de entrada de alimento e vapor, com uma mistura apropriada por parte das pás e um correcto tempo de retenção, são condições para uma adequada absorção do vapor. O tempo de retenção no condicionador é de aproximadamente 10 a 20 segundos (Lara, s.d.).

Segundo Buhler (2009), cit. por Lara (s.d.), o tempo de retenção de 12 segundos no condicionador é o suficiente para o aquecimento do centro de uma partícula com tamanho de 3 mm com vapor saturado.

As principais razões para o condicionamento são (Lara, s.d.):

- a) Diminuir o consumo de energia eléctrica;
- b) Aumentar a capacidade de produção;
- c) Melhorar a estabilidade do grânulo;
- d) Reduzir a carga microbiológica;
- e) Melhorar a digestibilidade.

Os principais factores do condicionamento considerados são a temperatura, a humidade e o tempo. O tempo é conseguido pelo tamanho do condicionador. A temperatura e a quantidade de humidade são obtidas através da adição de vapor. O vapor aquece e humidifica ao mesmo tempo (Lara, s.d.).

Como regra, o aumento de temperatura de 10°C no material resulta em aumento de humidade entre 0,6 a 0,7% (Lara, s.d.).

Na Figura 11 mostra-se a redução de energia eléctrica necessária quando se aumenta a percentagem de adição de vapor com respectiva melhoria na qualidade do granulado. A qualidade do granulado pode ser analisada pelo teor em finos (Europa) e pelo teor em grânulos (América) (Lara, s.d.).

O Coeficiente de Abrasão é a medida do teor de finos e o PDI (*Pellet Durability Index*, Índice de Durabilidade do Granulado) é a medida do teor em grânulos (Lara, s.d.). O Coeficiente de Abrasão é o inverso do PDI. Por exemplo um Coeficiente de Abrasão de 3% corresponde a um PDI de 97%.

Os finos são os materiais resultantes da desintegração do granulado devido à fraca qualidade ou atrito mecânico. Os finos podem ser consequência da adição de demasiado vapor, elevada fricção, ingredientes com um tamanho de partícula exagerado ou condicionamento deficiente (CPM-Co., s.d.).

A fricção é a diferença de temperatura do alimento antes de passar na matriz granuladora e a atingida após passar esta matriz. A diferença reflecte a energia mecânica requerida para produzir o granulado (CPM-Co., s.d.).

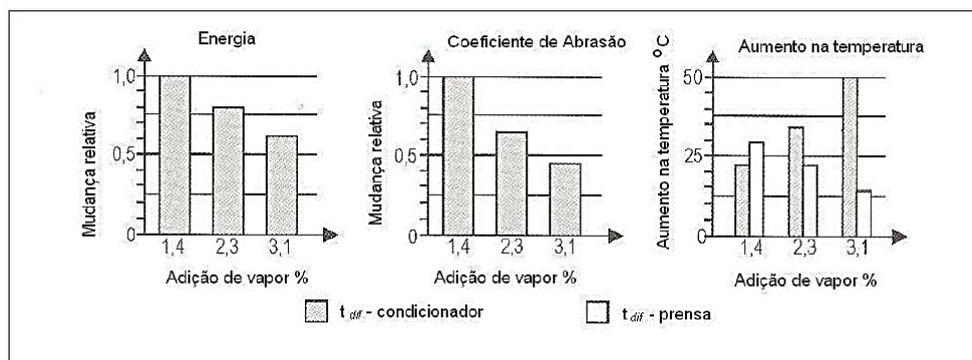


Figura 11 - Efeito do condicionamento com vapor sobre o consumo de energia, qualidade do granulado e temperatura (Lara, s.d.).

### O vapor:

O vapor é utilizado em muitas indústrias e tem sempre um elevado impacto económico no produto final. Contudo, os fabricantes tendem a subvalorizar este custo, até surgir um problema com o sistema. Assim torna-se de extrema importância um conhecimento aprofundado deste tipo de condicionamento (Behnke & Gilpin, 2014).

Tal como outras substâncias, a água pode existir na forma sólida (gelo), líquida (água), ou gasosa (vapor). Focando nas fases líquida e gasosa, à medida que energia sob a forma de calor é fornecida à água, a sua temperatura vai subir de tal modo que atinge um ponto em que não pode continuar no estado líquido. A partir deste ponto de saturação (ponto de ebulição), qualquer calor adicional fornecido à água, provocará cada vez mais a sua evaporação. Esta evaporação requer uma quantidade de energia enorme por unidade de volume de água evaporada (Behnke & Gilpin, 2014).

A formação deste vapor pode ser explicada através de uma experiência imaginária. Colocamos 0,5kg de gelo (0°C) num recipiente completamente isolado. Por cima desta água, colocamos um pistão sem atrito e mais leve que a água. O gelo para o nosso objectivo, assume-se que tenha zero de calor ou entalpia (Behnke & Gilpin, 2014).

À medida que o calor é aplicado na água, a sua temperatura começa a subir. Podemos continuar a aquecer a água até que a sua temperatura seja de 100°C sem mudanças no estado físico da água (continua líquido). Se qualquer calor adicional for fornecido à água, esta já não pode persistir como água e alguma começa então a evaporar (Behnke & Gilpin, 2014).

O calor total (entalpia) absorvido pela água líquida à temperatura de ebulição é conhecido como calor sensível e é simbolizado como  $h_f$ . O calor adicional fornecido que vai resultar em evaporação é o chamado calor latente e é simbolizado como  $h_{fg}$ . O calor total

( $h_g$ ) necessário na formação de cada 0,5kg de vapor é a soma do calor latente ao calor sensível, sendo mostrado na seguinte equação (Behnke & Gilpin, 2014):

$$h_g = h_{fg} + h_f$$

Se a quantidade de calor adicionada for suficiente, os 0,5kg de água serão convertidos em 0,5kg de vapor à pressão atmosférica. O volume que o vapor vai ocupar será muito superior em relação ao ocupado pela água, sendo o volume do vapor de água 1,65 vezes superior ao volume da água. É óbvio que as moléculas de água são mantidas mais próximas do que na fase gasosa. Se a pressão sobre o pistão no nosso cilindro imaginário aumentasse, as moléculas de água teriam mais dificuldade para passar à fase gasosa. Portanto, mais energia seria necessária para forçar a evaporação e a temperatura da água teria de aumentar acima dos 100°C. Isto é exactamente o que acontece numa caldeira a operar numa pressão elevada (Behnke & Gilpin, 2014).

#### Pressão de vapor:

À medida que o calor é aplicado à água num sistema fechado (caldeira), a temperatura da água aumenta e à medida que esta aumenta acima dos 100°C, a pressão de vapor da água aumenta acima da pressão atmosférica. Esta pressão é uniformemente distribuída por todas as superfícies do nosso recipiente fechado. Se o nível de água for mantido por exemplo a 80% da capacidade do nosso recipiente, a maior parte do espaço será cheia com vapor à mesma temperatura da água (Behnke & Gilpin, 2014).

A tabela 1 refere-se às propriedades do vapor saturado e à relação entre temperatura e pressão.

Tabela 1- Propriedades do vapor saturado (adaptado de Behnke & Gilpin, 2014)

Pressão, psi	0	20	80
Pressão, kPa	0	138	552
Temperature, °C	100	126	162
Volume específico, m <sup>3</sup> /kg	1,67	0,75	0,29
Calor sensível, $h_f$	418,9	529,3	684,3
Calor latente, $h_{fg}$	2257,5	2185,4	2076,0
Calor total, $h_g$	2676,5	2714,7	2760,3

### Requisitos de Vapor

Segundo MacBain (1966), cit. por Behnke & Gilpin (2014), e Lara (s.d.), uma pressão de vapor baixa resulta num granulado de qualidade superior com maior eficiência de produção em fórmulas com alto teor em amido, quando comparada com uma pressão de vapor elevada. Contudo, Stevens (1987), cit. por Behnke & Gilpin (2014), e Briggs et al. (1999), mostraram que não existem diferenças significativas na qualidade do granulado, taxa de produção, percentagem de finos, eficiência da granuladora e adição de vapor em dietas com alto teor de amido e diferentes pressões de vapor, entre 20 psi e 80 psi.

Os alimentos compostos para suínos normalmente têm alta percentagem de cereais. Geralmente, para se produzir um granulado de boa qualidade, usam-se altas temperaturas e humidade e baixa pressão de vapor. Assim, sugere-se neste caso, uma pressão de vapor de 1 a 3 bar e uma temperatura na saída do condicionador de 75 a 85°C (Lara, s.d.). A figura 12 mostra o ecrã de controlo de uma granuladora.

Já no caso de alimentos para leitões, estes são muito sensíveis ao calor, devido ao teor de açúcar e compostos lácteos, e por apresentar o risco de caramelização. Neste tipo de alimento deve-se tomar mais em atenção as condições de granulação (Lara, s.d.).

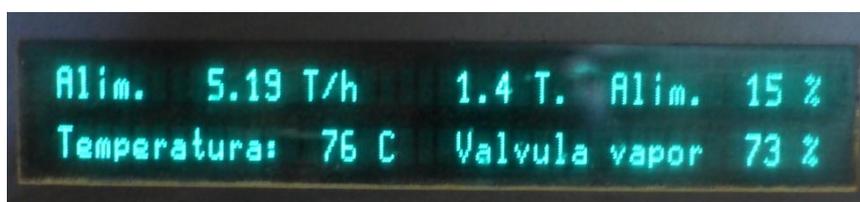


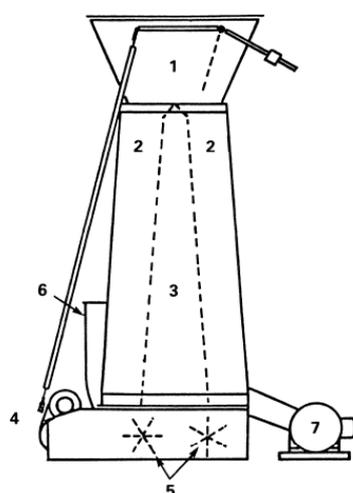
Figura 12 - Ecrã de controlo do condicionador (Foto própria em Agrolex, Lda, 2014).

### **3.2.2. Arrefecimento**

Vindo da câmara de granulação, o granulado desce por gravidade para um equipamento de arrefecimento e secagem. O granulado deixa a granuladora a cerca de 90°C e a humidade que este contém é de cerca de 17 a 18%. Para um correcto armazenamento e transporte do granulado, a sua humidade deverá ser reduzida para valores de 10 a 12% e a sua temperatura para valores próximos da temperatura ambiente. Isto será conseguido através da passagem de uma corrente de ar através de uma camada de granulado. Isto leva então à evaporação do excesso de humidade, causando o arrefecimento quer pela evaporação da água, quer pelo contacto com o ar. Quanto mais quente for o ar, mais humidade é removida do granulado (CPM-Co., s.d.).

Os arrefecedores são de dois tipos: horizontal ou vertical. O arrefecedor vertical é constituído por duas colunas de granulado, lado a lado. O ar é aspirado através da coluna de granulado por meio de um ventilador (CPM-Co., s.d.).

A figura 13 representa esquematicamente um arrefecedor vertical.



Legenda:

1. Tolva e sensor de nível para regular o fornecimento de granulado ao arrefecedor e por sua vez às colunas de arrefecimento
2. Colunas de arrefecimento
3. Câmara-de-ar
4. Motor das portas de descarga
5. Portas de descarga
6. Ventilador
7. Motor do ventilador

Figura 13 - Componentes de um arrefecedor vertical (adaptado de CPM-co., s.d.)

O funcionamento e construção de um arrefecedor vertical são simples. O granulado desloca-se, normalmente por gravidade, da granuladora para encher as colunas (figura 13, número 2) e a tolva de abastecimento (figura 13, número 1) acima das colunas até ao sensor próximo do topo da tolva. O granulado que permanece nesta tolva funciona como uma tampa para o ar, o que vai forçar o ar de arrefecimento a passar através da coluna de granulado até atingir o ventilador (figura 13, número 6). Quando a quantidade de granulado na tolva atinge o nível do sensor, o motor das portas de descarga (figura 13, número 4) arranca, o que leva à abertura das portas (figura 13, número 5) no fundo de cada coluna, baixando assim o nível de granulado no arrefecedor para permitir o fluxo contínuo de granulado quente vindo da granuladora. À medida que o fluxo de granulado através das colunas está a ser automaticamente regulado pela velocidade de fabrico do granulado, o ventilador (figura 13, número 4) vai aspirando ar através das colunas de arrefecimento para a câmara-de-ar (figura 13, número 3), descarregando este ar saturado de poeira para um colector (CPM-Co., s.d.).

O arrefecedor horizontal é semelhante ao vertical em termos de eficácia apesar da sua construção/forma ser bastante diferente. Enquanto o arrefecedor vertical usa duas colunas de granulado que vai descendo por gravidade, o arrefecedor horizontal tem uma camada de granulado em cima de um tapete rolante perfurado, o qual vai passando lentamente por uma corrente de ar frio. A maior vantagem do arrefecedor horizontal em

relação ao vertical é que, com o seu tapete rolante, este irá mecanicamente mover e descarregar o granulado. Isto permite uma acção do fluxo de ar positiva, a qual é necessária aquando do arrefecimento do granulado, pois caso este arrefecimento não seja bem feito, podem-se formar aglomerados de grânulos. No caso do arrefecedor vertical, esta aglomeração é mais provável, uma vez que o granulado se encontra mais compactado nas colunas de arrefecimento (CPM-Co., s.d.).

A figura 14 é uma ilustração de um arrefecedor horizontal típico.

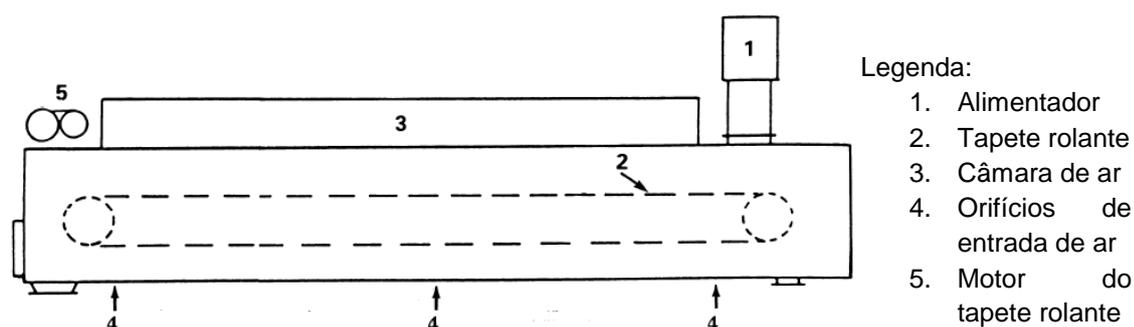


Figura 14 - Componentes de um arrefecedor horizontal (CPM-co., s.d.)

O granulado normalmente flui por gravidade para uma tolva ou alimentador que depois dispensa o granulado para o tapete rolante (figura 14, número 2). Este dispensador de granulado pode ser um alimentador oscilante (figura 14, número 1) ou pode ser um com uma porta de descarga com uma abertura específica que permite a descarga de uma quantidade controlada de granulado. Um sensor na tolva de alimentação detecta a acumulação de granulado, fazendo arrancar ou parar o motor do tapete rolante (figura 14, número 5). Este tipo de controlo é idêntico ao do arrefecedor vertical. À medida que o granulado é transportado pelo tapete rolante perfurado, um ventilador aspira o ar de arrefecimento pelos orifícios (figura 14, número 4), que estão direccionados para uma zona estanque abaixo do tapete rolante. O ar sobe através das perfurações do tapete e entra na câmara de ar (figura 14, número 3) e depois para o ventilador e sistema de recolha do ar/poeira. O comprimento do arrefecedor e a velocidade do tapete determinam o tempo de duração do ciclo de arrefecimento. A largura do arrefecedor e a profundidade do tapete determinam a taxa de produção (capacidade). A profundidade do tapete, a largura do arrefecedor, o tamanho e comprimento do tubo de ar, e o tamanho e tipo de sistema de recolha de poeira determinam a exigência de ventilador (CPM-Co., s.d.).

### 3.2.3. Diâmetro do grânulo

Para avaliar o efeito do tamanho do grânulo nas performances de animais em recria e engorda, foi efectuado um estudo em que avaliaram os diâmetros de grânulo de 2, 4, 8 e 12 mm, verificou-se que o tamanho do grânulo não tem influência significativa na performance de crescimento em recria. Contudo, os animais alimentados com alimento granulado com um diâmetro de 4 mm apresentaram melhores GMD em comparação com as restantes medidas de granulado quer na recria, quer na engorda (Traylor, et al., 1996). Hanranhan (1983), cit. por Schmidt (2006), avaliou dois diâmetros de grânulo (5 mm e 10 mm) e também não encontrou diferenças significativas no desempenho dos animais.

Mesmo não havendo estudos que mostrem diferenças em termos de desempenho, o diâmetro de grânulo para leitões em fase de recria recomendado está entre 3,2 a 4,8 mm. Para animais em fase de engorda e acabamento, é recomendado entre 4,8 e 9,5 mm (Gonçalves, 2014), sendo que um granulado com menor diâmetro na fase de engorda, mínimo 3,2 mm também não trará problemas em termos de performance (Maria, 2014).

Segundo Patience et al. (1995), o tamanho de grânulo ideal depende da idade do animal que está a ser alimentado. Os leitões normalmente preferem um alimento granulado com diâmetro e comprimento menores. À medida que os animais vão crescendo, um granulado com maiores dimensões é aceitável.

### 3.2.4. Qualidade do granulado

A qualidade do granulado é um termo abstracto que pode ter significados diferentes para os vários sectores da produção animal. De uma forma simples, a qualidade do granulado refere-se à capacidade dos alimentos granulados para resistir ao manuseamento mecânico sem quebras excessivas e formação de finos. Contudo, surge o problema de saber qual o nível de finos que é aceitável. Muitas vezes os industriais de alimentos compostos que vendem para os produtores de animais têm mais preocupação com a qualidade do granulado que os próprios auto-produtores que acabam por utilizar o alimento para os seus próprios animais (Behnke & Gilpin, 2014).

A tabela 2 mostra os resultados de um estudo efectuado pela Sociedade Americana de Ciência Animal que pretende mostrar os efeitos negativos do uso de granulados de má qualidade. No estudo de Novembro/Dezembro foram utilizados 200 animais com 19,5kg, alimentados durante sete semanas. No segundo estudo apenas mudou a época do ano e as percentagens de finos no alimento. Ambos foram efectuados com alimento granulado (Harper, 1998).

Tabela 2 - Efeito da qualidade do granulado na eficiência alimentar em suínos em recria (adaptado de Harper, 1998).

Estudo Novembro/Dezembro		Estudo Junho/Julho	
% de finos	IC	% de finos	IC
2,5%	1,92	3%	2,01
13%	1.94	12%	2,08
25%	1.98	23%	2,09
40%	2,00	37%	2,10

Como se pode verificar existiram diferenças na performance dos animais alimentados com mais ou menos percentagem de finos no alimento. O IC foi pior nos animais alimentados com maior percentagem de finos. Este estudo vem mostrar que as vantagens em termos de performance que advêm do granulado podem ser desvanecidas à medida que a qualidade do granulado piora (Harper, 1998).

A melhoria da performance de crescimento dos animais alimentados com granulado em comparação com o farinado advém, segundo a maioria dos estudos que avaliam os efeitos do granulado sobre o crescimento dos animais, da forma de apresentação do alimento (Jahan et al., 2006; Hussar et al., 1962, cit. por Salim, 2008). Assim, se a forma do grânulo for deteriorada, o efeito benéfico da granulação é reduzida e pode não trazer melhorias em relação ao alimento farinado. Estudos sobre a qualidade do granulado e os seus efeitos na performance animal mostram que um granulado de má qualidade reduz bastante o benefício da granulação (Zatari et al., 1990, cit. por Salim, 2008), resultando em performances de crescimento abaixo das conseguidas com um alimento bem granulado. Uma das razões para isto é a quebra dos grânulos aquando do seu fornecimento aos animais. Isto leva o animal a seleccionar entre partículas diferentes do alimento resultando numa carência de nutrientes essenciais. Para além deste efeito na performance, os granulados de baixa qualidade diminuem os benefícios físicos obtidos com a granulação, tais como a densidade superior, redução de poeiras e a melhoria do fluxo do alimento, especialmente comparando com farinha de moenda fina (Salim, 2008).

A presença de uma elevada percentagem de finos no granulado (superior a 20-25%) resulta num maior desperdício de alimento, redução da palatabilidade e redução da ingestão de alimento (Stark, et al., 1993).

Sendo a granulação o processo mais dispendioso do processo de fabrico do alimento, importa perceber quais os factores que podem acrescentar ou retirar qualidade ao alimento.

### 3.2.5. Factores que afectam a qualidade do granulado

Dos factores que afectam a qualidade do granulado, Reimer (1992), cit. por Behnke (s.d.), indicou que 60% da qualidade do granulado é influenciada por factores não relacionados com o processo de granulação, ou seja ainda antes da mistura entrar no condicionador. Por outras palavras, apenas 40% da qualidade do granulado é ditada pela granuladora. Foi ainda referido que 20% da qualidade é atribuída ao condicionamento e 15% a especificações da matriz granuladora. Os últimos 5% são atribuídos ao arrefecimento e secagem do granulado.

#### a) Formulação

A formulação representa o cálculo da quantidade de cada ingrediente que entra na composição de um alimento composto, com base na sua composição química e nas exigências nutricionais da fase em que os animais a que o alimento se destina se encontram (Zardo & Lima, 1999). A formulação a um custo mínimo é calculada para atender aos parâmetros nutricionais requeridos pelo animal e, simultaneamente, a um preço mínimo por unidade de peso. Contudo, o efeito da formulação no fabrico, especialmente na granulação, é muitas vezes esquecido pelos formuladores (Behnke, s.d.).

Algumas características que os ingredientes dos alimentos apresentam, tais como teor em fibra, gordura e proteína mostram a sua aptidão para a granulação. Por exemplo, a gordura e a proteína são dois factores muito importantes que afectam a qualidade do granulado. Adicionando gordura à fórmula, antes da granulação, dificulta o fabrico de um granulado com qualidade (Briggs et al., 1999; Salim, 2008, Richardson and Day, 1976 e Headly and Kershner, 1968, cits. por Behnke, s.d), pois a gordura isola partículas de alimento inibindo uma penetração efectiva do vapor dentro das partículas, que leva a uma diminuição na gelatinização do amido (Salim, 2008). Se a adição de gordura é necessária, é então recomendado não exceder os 2% antes da granulação e o que faltar, ser adicionado após a granulação (MacBain, 1966, cit. por Salim, 2008). Por outro lado, a proteína tende a melhorar a qualidade do granulado (Salim, 2008; Behnke, s.d.). Uma destas razões identificadas é que a densidade destas matérias-primas proteicas é elevada (MacBain, 1966, cit. por Salim, 2008). No geral, materiais mais densos são mais fáceis de granular (Salim, 2008). No caso dos ingredientes com maior teor em fibra, estes também melhoram a qualidade do granulado (Behnke, s.d.; Lara, s.d.).

Estudos de Stevens (1987) e Winowiski (1998), cits. por Behnke (s.d.), compararam a durabilidade de dietas que continham milho com outras em que uma parte ou todo o milho foi substituído por trigo. Em ambas as circunstâncias, a durabilidade foi maior nas dietas que

continham trigo. Isto pode ser devido ao maior valor de proteína bruta contido no trigo em comparação com o milho.

Em relação ao nível máximo de gordura na fórmula que se deve utilizar para obter um granulado com uma qualidade aceitável, este é de 5,6%, quando o teor proteico é de 20% (Briggs, et al., 1999).

b) Tamanho de partícula

Diminuindo o tamanho de partícula dos ingredientes resulta numa superfície de contacto maior das partículas (Behnke, s.d.; CPM-Co., s.d.), obtendo-se granulados de boa qualidade (Salim, 2008). Partículas mais pequenas terão um maior número de pontos de contacto dentro da matriz da granuladora comparando com partículas de maior dimensão (Behnke, 1996). A penetração do calor e humidade no interior de uma partícula pode ser alcançado em menos tempo com partículas menores com uma superfície maior por unidade de peso (Behnke, s.d.). Salim (2008) referiu que estas partículas de menor dimensão permitem uma melhor penetração do vapor em comparação com partículas de maiores dimensões, o que leva a um aumento da absorção de água durante o condicionamento e melhora a gelatinização.

Stevens (1987), cit. por Behnke, s.d., e Salim (2008) mostraram não existirem diferenças na qualidade do granulado quando a média de tamanho das partículas da farinha de milho e trigo foi reduzido de 1023 para 551 micrómetros e de 802 para 365, respectivamente. Contudo, ASAE (1987), cit. por Wondra et al. (1995), mostrou um aumento na durabilidade do granulado com uma redução no tamanho de partícula de 1000 para 400 micrómetros. Também Stark (1994), cit. por Salim (2008), encontrou melhorias na durabilidade do granulado quando o tamanho de partícula foi reduzido de 561 micrómetros para 222.

c) Condicionamento

MacBain (1966), cit. por Salim (2008), referiu que o condicionamento a vapor é um factor extremamente importante no processo de granulação e vai ter uma influência de 20% na qualidade do granulado. Durante o condicionamento, o vapor penetra nas partículas, quebra as ligações do amido e melhora a sua gelatinização, o que afecta positivamente a qualidade do granulado. Geralmente, tempos de condicionamento longos melhoram a qualidade do alimento uma vez que dá mais tempo para ocorrer a penetração do vapor nas partículas (Salim, 2008). Stock et al (1981), cits. por Salim (2008), verificaram que o condicionamento por vapor aumenta a taxa de produção em 250%, a 65°F, e 275%, a 80°F,

quando comparado com a granulação a seco. Descobriram ainda que o condicionamento a vapor pode reduzir o consumo de energia em 50%.

Os microrganismos patogénicos e não patogénicos podem ser anulados pelo condicionamento devido às altas temperaturas atingidas dentro do condicionador. Este processo é afectado pelo tempo de retenção do alimento dentro do condicionador e pela temperatura a que este fica exposto (Salim, 2008). Um estudo efectuado por Himathongkham et al. (1996) mostrou que o tratamento térmico a 93°C durante 90 segundos e com uma humidade de 15% reduz 10 mil vezes a concentração de *Salmonella*. A aflatoxina, uma toxina que se desenvolve naturalmente nos constituintes do alimento composto, pode também ser controlada através da alta temperatura durante o condicionamento. Um estudo de Rao & Deyoe (1977), cit. por Salim (2008), sobre quatro tipos de aflatoxina, mostrou que a granulação em geral reduzia a aflatoxina em 25%. Contudo, metade dessa redução foi encontrada após o condicionamento e antes da granulação.

O condicionamento é também importante para o arrefecimento do grânulo, uma vez que a evaporação de água arrefece o grânulo enquanto esta migra da parte central para a superfície exterior (Fairfield, 2003, cit. por Salim, 2008). Aumentando o tempo de retenção durante o condicionamento aumenta a qualidade do granulado e reduz a quantidade de finos após a granulação, o que por sua vez cria um bom fluxo do ar pelos tabuleiros de refrigeração e secagem (Salim, 2008).

Uma vez que o condicionamento afecta significativamente o processo de granulação, devemos prestar mais atenção ao uso dos produtos necessários e assegurar um processo globalmente eficaz (Salim, 2008). Será necessária uma atenção especial para os factores que afectam o condicionamento, os quais podem ser resumidos como:

- **Adição de vapor:** é considerado um dos factores mais importantes no processo de condicionamento (Salim, 2008). Maier & Gardecki (1993), cit. por Salim (2008), indicaram que a adição de vapor à mistura farinada depende do tipo de ingredientes e da sua humidade inicial. MacBain (1966), cit. por Salim (2008), classificou as fórmulas dos alimentos em cinco categorias: “High Grain, Heat Sensitive, High Natural Protein, Complete Dairy, and High Urea-Molasses Feed”, isto é, Alto conteúdo em cereais, Sensibilidade ao calor, Alto conteúdo em proteína, Alimento completo para vacas leiteiras, e Alimento com alto conteúdo em ureia e melaços, respectivamente. Cada uma destas categorias tem a sua própria necessidade de adição de vapor. A qualidade do vapor é outro termo importante relacionado com a melhoria da gelatinização do amido dentro do condicionador (Salim, 2008). Uma vez que o vapor é uma

fonte de calor e humidade, é essencial ter um vapor de alta qualidade, caso contrário a grande quantidade de humidade pode exceder a capacidade da matriz e obstruí-la (Maier & Gardecki, 1993, cit. por Salim, 2008; Campabadal & Maier, 2014). Já no caso de se adicionar uma quantidade insuficiente de humidade, isto leva à formação de um granulado seco e frágil. Gilpin (2001), cit. por Salim (2008), verificou que existe uma correlação entre a qualidade do vapor e humidade inicial da mistura. Com uma baixa humidade inicial de cerca de 12%, será necessária uma relação vapor/água de 70% no vapor adicionado para compensar a falta de humidade e atingir os níveis requeridos (Gilpin, 2001, cit. por Salim, 2008). Note-se que um vapor com uma relação vapor/água de 70% significa que num kg de mistura água-vapor, 700g são vapor e os restantes 300g são líquido (Behnke & Gilpin, 2014). Com vapor húmido, não se conseguem alcançar temperaturas elevadas, uma vez que este tem menos energia que o vapor seco, portanto deve-se tomar atenção caso seja necessária temperatura elevada com materiais que possuem baixa percentagem de humidade. A produção de vapor é um processo dispendioso, portanto perceber as propriedades e os seus efeitos no processo de granulação é bastante importante (Salim, 2008).

- **Tempo de retenção:** este é o tempo que a mistura passa no condicionador, o qual contribui para o bom condicionamento do alimento. Durante este tempo, a mistura fica exposta à água e calor aplicados pelo vapor. Assim, o vapor penetra as partículas e ajuda na gelatinização do amido, o que por sua vez é importante para a qualidade do granulado (Salim, 2008). Em geral, tempos de retenção longos produzem um granulado de melhor qualidade do que tempos de retenção mais curtos (Briggs, et al., 1999). Contudo, algumas enzimas são sensíveis ao calor e não devem ser expostas às altas temperaturas durante um longo período de tempo (Salim, 2008). Estas altas temperaturas podem ainda provocar a desnaturação de alguns constituintes do alimento (como as proteínas), o que pode reduzir a Eficiência Alimentar (EA) nos animais (Campabadal & Maier, 2014). Por outro lado, alguns microrganismos e toxinas precisam de ser expostos a elevadas temperaturas durante um certo período de tempo para que se diminua a sua actividade (Rao & Deyoe, 1977, cit. por Salim, 2008; Himathongkham et al., 1996). Por forma a aumentar o tempo de retenção e manter a taxa de produção pode proceder-se ao ajuste das pás do condicionador (McDonald, 2000, cit. por Salim, 2008). Briggs et al. (1999) usou este método para analisar o efeito do tempo de retenção na

qualidade do granulado. Um condicionador foi usado na experiência e os ângulos das pás foram alterados para dar dois tempos de retenção diferentes. Um dos condicionadores tinha as pás a 45° em relação ao eixo e outro tinha as mesmas paralelas ao eixo, excepto a primeira e a última. A média de tempo de retenção foi estimada em 5 segundos para o ângulo de 45° e 15 segundos para o desenho com as pás paralelas. Os resultados do estudo indicaram que o ângulo da pá, ou desenho do condicionador, afectaram a qualidade do granulado. A durabilidade do granulado da mistura condicionada usando o sistema de desenho paralelo obteve uma média de 5 pontos acima do granulado produzido com o desenho de 45°. Esta melhoria na durabilidade pode ser explicada pelo maior tempo de retenção associado às pás paralelas.

- **Adição de substâncias condicionantes:** para além do vapor, podem ser adicionados líquidos tais como água, melaços, ligantes ou, em alguns casos, calor indirecto. Todas estas possibilidades têm como objectivo principal melhorar a qualidade do granulado e aumentar a eficiência da granulação (Behnke & Gilpin, 2014).

d) Matriz da granuladora

O principal objectivo da matriz é dar forma ao grânulo e dar resistência à mistura moída. Isto é feito forçando a mistura condicionada através dos orifícios da matriz com aproximadamente 25000 psi de pressão aplicada pelos rolos (Behnke, 2007, cit. por Salim, 2008). Para produzir granulado de boa qualidade, o tempo que os grânulos passam dentro dos orifícios da matriz precisa de ser relativamente elevado e isso pode ser conseguido pelo aumento do comprimento dos orifícios da matriz granuladora para determinado diâmetro. Assim, com o aumento da proporção C/D (comprimento/diâmetro), a qualidade do granulado é melhorada (Salim, 2008).

### **3.3. A granulação como uma mais-valia**

A granulação pode afectar o desempenho do animal de várias formas. A lista seguinte resume apenas uma parte das vantagens do granulado que podem contribuir para uma melhoria na performance (Behnke, 1996; CPM-Co., s.d.):

1. Reduzido desperdício de alimento;
2. Diminuição da escolha do alimento;
3. Reduzida separação de ingredientes;
4. Menos tempo e energia gastos na ingestão;
5. Destruição de microorganismos patogénicos;

6. Modificação térmica da proteína e gelatinização do amido;
7. Melhoria da palatabilidade.

Obviamente, estes factores acima referidos são fundamentais na alimentação de animais de produção.

### **3.3.1. Redução da separação de ingredientes e desperdício de alimento**

Através da alimentação granulada, o animal recebe uma ração totalmente uniforme, ao contrário de uma farinada que poderá ter ingredientes separados (CPM-Co., s.d.). Isto previne também o desperdício, uma vez que o animal com a existência de ingredientes separados tem tendência a escolher o alimento que ingere e desperdiçar o que não consome, perdendo-se assim parte do alimento por recusa/escolha durante a ingestão. No caso do granulado, este ao receber a ração granulada não terá hipótese de escolha, fazendo com que a ingestão de alimento inclua todos os ingredientes, permitindo uma alimentação mais equilibrada nutricionalmente (Schmidt, 2006). Bellaver et al. (1983), cit. por Schmidt (2006), observaram menor desperdício de alimento na apresentação em granulado (0,56%), em relação ao alimento farinado (2,31%), mostrando vantagens do granulado em suínos alimentados em comedouro com peso médio inicial do estudo de 77,48kg.

### **3.3.2. Aumento da densidade do alimento**

A densidade do alimento também é aumentada, o que traz também facilidade de armazenamento, sendo necessário um menor volume de armazenamento para o mesmo peso de alimento. Reduzem-se também os custos de transporte com este factor. Isto é particularmente evidente em alimentos fibrosos (CPM-Co., s.d.).

### **3.3.3. Facilidade de fluxo e manuseamento do alimento**

O melhor fluxo do produto e facilidade de manuseamento do granulado é uma das vantagens mais importantes, uma vez que nas rotinas diárias surgem frequentemente problemas com o fluxo do alimento farinado relacionados com a compactação deste que é frequente quer em silos, quer no reservatório dos comedouros. Se o sistema de alimentação for automático, ao existir farinha compactada, por vezes esta fica suspensa e as linhas de alimentação podem ficar a trabalhar em vão durante horas, o que leva ao desgaste das mesmas e à falta de alimento nos comedouros dos animais. Assim, com o alimento granulado este problema não surge, uma vez que esta compactação não acontece,

permitindo um fluxo melhor quer no silo, quer no reservatório dos comedouros (Behnke, 1996).

#### **3.3.4. Destruição de microorganismos patogénicos**

Em relação à destruição dos microorganismos patogénicos, este tópico já foi abordado anteriormente no ponto 3.2.5. Em suma, com o tratamento térmico aplicado ao alimento no processo de granulação, este leva à destruição/inactivação de microorganismos prejudiciais como por exemplo a *Salmonella* e a aflatoxina (Salim, 2008).

#### **3.3.5. Gelatinização do amido e modificação de outros constituintes**

O alimento granulado também é melhorado através da gelatinização do amido, conseguida através do tratamento térmico e adição de vapor de água durante o condicionamento da mistura. Esta gelatinização refere-se à quebra das ligações do amido que vai assim aumentar a digestibilidade do mesmo (Salim, 2008).

Segundo O'Doherty et al. (2000), Wondra et al. (1995) e Moran (1987), cit. por Schmidt (2006), as dietas granuladas melhoram a digestibilidade da matéria orgânica, energia, cinzas e proteína. É ainda referido que o granulado melhora a EA devido a uma combinação de humidade, calor e pressão, que levam à gelatinização ou ruptura da estrutura das partículas dos alimentos, melhorando assim a absorção dos nutrientes (Falk, 1985; Moran, 1987, cit. por Schmidt, 2006). Nos hidratos de carbono, principalmente no amido, ocorre a desagregação das moléculas de amilose e amilopectina facilitando a acção enzimática, e nas proteínas ocorre uma alteração nas estruturas terciárias facilitando a digestão das mesmas (Schmidt, 2006).

#### **3.3.6. Inclusão de uma vasta gama de ingredientes**

Outra vantagem do uso do granulado é que este permite a inclusão de uma variedade maior de ingredientes sem variações significativas nas propriedades da dieta. Isto normalmente permite a redução dos custos do alimento com pouca ou nenhuma alteração na performance do animal (Behnke, 1996).

#### **3.3.7. Resultados obtidos em estudos anteriores**

Estudos conduzidos na Europa e América do Norte mostraram que dietas granuladas para leitões em recria aumentam o GMD e a EA em 9 a 10%. Já as dietas para animais em engorda resultam num aumento de 3 a 5% no GMD e 7 a 10% na EA (Behnke, 1996).

É portanto reconhecido que a granulação melhora a performance de crescimento em suínos. Contudo, o efeito da quantidade de finos no crescimento dos animais tem sido

pouco estudada. Benhke (1996) reforça ainda que se tivermos uma quantidade de finos no alimento reduzida este terá um bom desempenho em termos zootécnicos, mas se a percentagem de finos for de 30% ou mais este já terá resultados piores que o granulado sem finos.

Duas experiências foram conduzidas por Stark et al. (1994), cits. por Schmidt (2006), com leitões desmamados para comparar dietas granuladas, dietas farinadas e o efeito da presença de finos no desempenho. Na experiência 1, leitões com peso médio de 5,6kg, foram alimentados com dietas farinadas, granuladas (peneiradas) e granuladas com 25% de finos. Os animais alimentados com granulado obtiveram um melhor IC, que foi 12% menor que nos animais alimentados com farinado. Aos animais em que lhes foi fornecido alimento sem finos, estes obtiveram um pior IC que os animais em que o alimento fornecido possuía 25% de finos. Na segunda experiência, leitões com peso médio de 4,1kg, alimentados com dietas farinadas, granuladas (peneiradas), granuladas com 15% de finos e granuladas com 30% de finos, foram avaliados. A granulação aumentou em 8% o GMD e 15% a EA. A presença de finos não reduziu significativamente o GMD e o IC.

Moreira et al. (1995), cits. por Schmidt (2006), avaliando a ingestão diária de alimento e crescimento em leitões do desmame aos 21 dias até os 42 dias de idade utilizando alimento granulado e farinado, observaram melhorias no IC com o granulado e um maior consumo no alimento farinado. Os autores justificam estas diferenças com o maior desperdício no alimento farinado que foi 4,82% maior que o granulado, pois o crescimento foi semelhante para os leitões alimentados com farinado ou granulado.

Segundo Hansen et al. (1992), cits. por Schmidt (2006), o período em que o alimento granulado apresenta melhorias mais relevantes em relação ao alimento farinado é desde o desmame até aos 5 a 9 dias após este. Os autores referem que dietas granuladas melhoram em 20% o IC em leitões dos 0 aos 9 dias após o desmame. Se for considerado o período dos 0 aos 28 dias após o desmame a resposta à granulação diminuiu, onde os leitões alimentados com granulado foram 4,5% melhores que os alimentados com alimento farinado. Semelhantes resultados foram encontrados por Traylor et al. (1996), cits. por Schmidt (2006), que encontraram melhorias de 25% para o GMD e 36% no IC quando alimentaram leitões de 0 a 5 dias após o desmame com dietas granuladas relativamente aos animais alimentados com dietas farinadas. Entretanto dos 0 aos 29 dias após o desmame a melhoria no IC foi de 4%. Já Steidinger et al. (2000), cits. por Schmidt (2006), não encontraram diferenças significativas para leitões dos 0 aos 7 dias após o desmame alimentados com dietas granuladas em relação aos que foram alimentados com dietas farinadas. Porém a granulação aumentou em 10% o GMD, diminuiu em 4% a IMD e melhorou em 14% o IC.

Num estudo para determinar o efeito do tamanho da partícula e da granulação no desempenho, digestibilidade de nutrientes e morfologia do estômago em suínos em engorda, foi observado que a granulação melhorou a performance dos suínos em 5% em termos de GMD e melhorou em 7% o IC. A excreção de matéria seca e azoto diminuiu em 23% e 22%, respectivamente, com a utilização da dieta granulada. Os autores atribuem essa diminuição da excreção dos nutrientes nas fezes pelo aumento da digestibilidade da matéria orgânica, proteína e energia. Estudando a presença de úlceras e queratinização no estômago dos suínos, os autores encontraram um aumento da sua incidência com o uso da dieta granulada e com a diminuição do tamanho da partícula. Porém, nenhum sintoma foi observado, e a performance dos animais foi normal (Wondra, et al., 1995).

A tabela 3 apresenta uma compilação de resultados de vários autores em que foi estudado o efeito da forma de apresentação do alimento nas performances de suínos:

Tabela 3 - Influência da granulação na performance de suínos (adaptado de Köster, s.d.).

Fonte	Peso animais (kg)	Nº de animais	Farinha			Granulado		
			GMD (kg)	IMD (kg)	EA (kg/kg)	GMD (kg)	IMD (kg)	EA (kg/kg)
NCR-42 Committee on Swine Nutrition (1969)	20-91	556	0.77	-	0.31	0.78	-	0.32
Hanke et al. (1972)	58-99	379	0.75	-	0.29	0.80	-	0.31
Baird (1973)	15-100	120	0.69	2.52	0.270	0.72	2.43	0.292
Tribble et al. (1975)	29-100	192	0.66	-	0.265	0.68	-	0.291
Harris et al. (1979)	70-100	98	0.61	2.34	0.261	0.66	2.34	0.282
Tribble et al. (1979)	59-98	144	0.62	2.54	0.244	0.70	2.56	0.273
Skoch et al. (1983a)	49-98	60	0.77	2.39	0.323	0.84	2.44	0.344
Wondra et al. (1995a)	55-115	160	0.96	3.22	0.297	1.00	3.16	0.318

Nota: Todas as dietas tinham como base o milho na sua composição, à exceção das dietas de Tribble et al. (1975 e 1979) e de Harris et al. (1979), que tinham como base o sorgo.

Considerando todos os resultados da tabela anterior, estes mostram uma melhoria média de 6% no GMD e 6 a 7% na EA para animais em crescimento/engorda alimentados com granulado. Quando os efeitos específicos da qualidade do granulado são tidos em conta (estudos de Stark et al., 1994 e Amornthawaphat et al., 1999), observa-se que se o processo de granulação não é realizado nas melhores condições e os finos atingem os 20 a

40%, os benefícios da granulação rapidamente desaparecem. A maioria dos estudos mostra que a apresentação do alimento influencia principalmente o IC e não tanto o GMD (Köster, s.d.).

### **3.4. Desvantagens da granulação**

Algumas desvantagens da granulação do alimento são o alto custo envolvido, principalmente, em fábricas com menor volume de produção e a interação com a genética e sanidade, sendo que a incidência de úlceras gástricas e problemas gastrointestinais podem aumentar (Gonçalves, 2014).

As principais desvantagens são um custo elevado de investimento, manutenção e um consumo de energia extremamente elevado (Folque, 2012). Como foi referido acima, a granulação tem um custo médio de 5 euros por tonelada acima do custo de fabrico do farinado, sendo que este acréscimo muitas vezes não é suficiente devido aos custos de aquisição e manutenção (Maria, 2014). Por exemplo, uma granuladora nova para produzir 12 toneladas por hora com arrefecedor vertical tem um custo de cerca de 290 mil euros, não contemplando a caldeira de vapor, valor que tem um longo período de retorno (Mabric-S.A., 2014).

Portanto, a granulação é uma tecnologia que possui inúmeras vantagens que podem auxiliar no aumento da margem dos sistemas de produção de suínos. No entanto, cabe a cada produtor/empresa ter em consideração alguns factores como genética, sanidade, capacidade de fabrico de um granulado de alta qualidade e, por fim, verificar se é possível obter retorno das vantagens que advêm do processo de granulação (Gonçalves, 2014).

# **TRABALHO EXPERIMENTAL**



## 4. Ensaio efectuado

### 4.1. Objectivo

Neste trabalho foi efectuada uma experiência cujo objectivo principal foi avaliar o efeito da forma de apresentação do alimento composto, granulado ou farinado, nas performances de crescimento de suínos em engorda.

### 4.2. Local do estudo

A experiência foi realizada numa exploração de engorda da empresa Manuel Querido, Produção e Comércio de Suínos, Lda, situada em Vale da Beira, Almoester, Santarém. Esta exploração tem um efectivo total de cerca de 4500 porcos em engorda, distribuídos por sete pavilhões de 600 animais de capacidade e um de 300.

### 4.3. Material e métodos

#### 4.3.1. Pavilhões

Esta experiência foi realizada em dois pavilhões de engorda idênticos (Figura 15), na exploração referida, com cerca de 48 metros de comprimento e 9,60 metros de largura, cada um com duas salas ligadas entre si. Cada pavilhão tem capacidade para 600 animais, divididos em 24 parques (3,75 m\*4,05 m) para 25 animais. O piso é integralmente em *slat* de betão armado (Figura 15) de acordo com as normas de bem-estar animal definidas pelos Decreto-lei nº 135/2003, de 28 de Junho e o Decreto-lei nº 48/2006, de 1 de Março que estabelecem os requisitos de Bem-Estar para as diferentes categorias de animais: porcas e marrãs, maternidades, leitões, porcos de engorda e varrascos.



Figura 15 - Interior de um pavilhão onde foi realizado o estudo (Foto própria, 2014).

Os pavilhões apresentam ventilação natural, com sistema de controlo automático de janelas (Figura 17), reguladas por sondas de temperatura no interior dos pavilhões em conjunto com um sensor de direcção do vento (Figura 16). Este último permite reconhecer a orientação do vento e, assim, fechar automaticamente as janelas da fachada do pavilhão com maior incidência de vento.



Figura 16 - Sensor de direcção do vento (Foto própria, 2012).



Figura 17 - Sistema de controlo automático de janelas (Foto própria, 2010).

#### 4.3.2. Animais

Nesta experiência foram utilizados 1124 animais. Os animais eram provenientes de uma exploração de multiplicação da mesma empresa, situada a cerca de dois quilómetros, cujo objectivo é a produção de leitões para engorda.

Os animais foram criados em salas pré-fabricadas com capacidade para 300 animais, construídas com painéis de fibra de vidro com isolamento em poliuretano, o que permite um correcto isolamento térmico nestas salas, facilitando o controlo ambiental através dos vários componentes como *coolings*, aquecimento central e ventiladores.

Os parques destas recrias estão dimensionados de acordo com a capacidade dos parques de engorda onde foi realizada a experiência, evitando-se assim a mistura de animais na mudança para a unidade de engorda.

Os animais na fase de recria foram alimentados com uma dieta adequada à sua fase de crescimento e sob a forma de alimento farinado.

Uma vez que os animais se destinam a abate, estes resultam do cruzamento de várias raças comerciais. O objectivo é que os animais tenham o melhor crescimento e deposição muscular com o menor consumo de alimento.

Na Figura 18 encontra-se representado o cruzamento que dá origem ao animal de abate que foi alvo deste estudo.

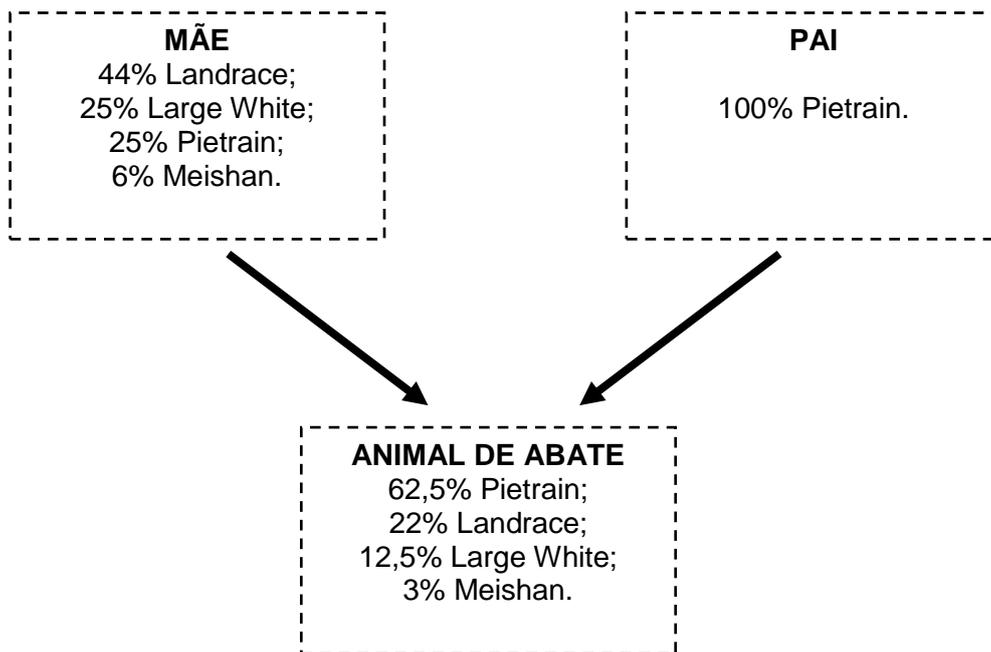


Figura 17 - Esquema do cruzamento das raças utilizadas.

Quanto à idade dos animais estes tinham uma média de 83 dias no início do estudo e um peso médio inicial de 30,7kg.

A mudança dos animais foi feita no dia do início do estudo, utilizando para o efeito um veículo de transporte de animais da própria empresa (Figura 19).



Figura 18 - Descarga dos animais da experiência (Foto própria, 2014)

#### 4.3.3. Alimentação e abeberamento

Ambos os pavilhões possuem um silo com capacidade para dez toneladas de alimento, aproximadamente. O sistema de alimentação é automático por “sem-fim”, que é um sistema em espiral que arrasta o alimento ao longo de um tubo em PVC com 75

milímetros de diâmetro. O alimento ao passar na descida para cada comedouro, desce por gravidade e só passa para o comedouro seguinte quando este estiver cheio. Quando chega ao último comedouro, este tem um sensor que quando o alimento o atinge faz parar o motor do “sem-fim”. Quando os animais comerem neste último comedouro, o alimento desce no reservatório do comedouro e a linha de alimentação volta a funcionar e a reabastecer os comedouros precedentes (Figura 25).

Os comedouros são do tipo *tube-o-mat* (Figura 20) e cada um alimenta dois parques. Cada comedouro possui na base 2 bebedouros tipo chupeta multidireccional (Forcada, et al., 2009), sendo o abeberamento feito no próprio comedouro. Neste caso cada comedouro alimentará um máximo de 50 porcos. Este comedouro possui uma tolva de reserva de alimento que, à medida que os animais se vão alimentando, vai descendo, fornecendo alimento continuamente aos animais. Possui ainda um regulador que permite ajustar o fornecimento de alimento aos animais, de modo a desperdiçar o mínimo de alimento. São comedouros de alimentação *ad libitum*, ou seja, alimentação não restringida em termos quantitativos.



Figura 19 – Comedouro *tube-o-mat* (Foto própria, 2014).

#### **4.3.4. Alimentos compostos**

Os alimentos compostos foram fabricados na empresa “Agrolex, Lda”, localizada no Cartaxo. Estes alimentos foram formulados pela equipa de nutrição e formulação da Eurocereal, S.A., sendo o alimento granulado fabricado segundo a mesma composição, apenas lhe sendo acrescentado o processo de granulação.

As fórmulas utilizadas encontram-se no anexo 2 e foram utilizadas nos seguintes intervalos de idade:

- Do início do ensaio (83 dias) aos 100 dias, referência S-805.
- Dos 100 aos 150 dias, referência S-801.
- Dos 150 dias ao abate (185 dias), referência S-815.

O alimento consumido foi pesado na báscula de pesagem de veículos imediatamente antes da descarga, assumindo-se que este valor representou o alimento consumido pela totalidade dos animais envolvidos no ensaio.

Ao longo do estudo foram retiradas amostras do alimento distribuído em ambos os pavilhões, a fim de serem analisadas nos laboratórios da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Estas amostras foram retiradas no silo, no 1º comedouro, no comedouro situado a meio do pavilhão e no último comedouro. Para além destas amostras existiam ainda as amostras de todos os lotes que são enviadas pela fábrica de alimentos compostos, as quais são colhidas do silo de produto acabado aquando do carregamento do camião.

O objectivo desta recolha de amostras era verificar se existe alguma separação dos ingredientes/nutrientes do alimento no processo de transporte até ao comedouro.

#### **4.3.5. Delineamento experimental**

Foram utilizados dois pavilhões em que os animais de um deles receberam integralmente alimento farinado (Far) e os do outro integralmente alimento granulado (Gran), que constituíram os dois tratamentos em estudo.

Os leitões eram provenientes de quatro salas de recria da exploração de multiplicação. Desta forma, para que a distribuição dos animais fosse a mais correcta, para cada pavilhão foram seis parques de cada sala de recria (metade de uma sala), de modo que animais da mesma idade fossem divididos equitativamente pelos dois pavilhões. Assim ficaram completos os vinte e quatro parques do pavilhão do granulado e os vinte e quatro do pavilhão do farinado.

Os animais encontravam-se separados por sexos e as quantidades por parque não eram as mesmas. Esta diferença advém da mortalidade que existiu na fase de recria ou da retirada de animais que não estavam em condições de continuar no seu grupo.

Os grupos de animais foram dispostos pelo pavilhão segundo o esquema da Figura 21, que mostra o número de animais alojados por parque e o sexo dos mesmos. Os parques a sombreado referem-se aos animais que foram pesados individualmente, algo que será abordado posteriormente.

25 ♂	22 ♂	25 ♂	22 ♂
22 ♀	23 ♀	24 ♀	24 ♀
23 ♂	22 ♂	23 ♂	24 ♂
25 ♀	23 ♀	24 ♀	22 ♀
23 ♂	22 ♂	24 ♂	24 ♂
23 ♀	24 ♀	23 ♀	25 ♀
24 ♂	24 ♂	24 ♂	24 ♂
24 ♀	24 ♀	24 ♀	24 ♀
21 ♂	23 ♂	22 ♂	25 ♂
24 ♀	22 ♀	24 ♀	24 ♀
20 ♂	26 ♂	22 ♂	21 ♂
24 ♀	24 ♀	25 ♀	24 ♀

Figura 20 - Esquema da disposição dos animais nos pavilhões do estudo:

Farinado à esquerda, Granulado à direita (♀ - fêmeas; ♂ - machos).

#### 4.3.6. Pesagens

No pavilhão do alimento farinado entraram 557 leitões, cujo peso médio foi de 31,0kg. Já no pavilhão do alimento granulado, entraram 567 leitões com um peso médio de 30,5kg. A idade média dos animais em ambos os tratamentos era de 83 dias.

Estes animais foram pesados no próprio veículo que os transportou numa báscula de pesagem de veículos (Figura 22) no dia em que chegaram à exploração (dia do início da experiência) e no dia em que foram para o matadouro para serem abatidos.



Figura 21 - Bscula da exploração para pesagem de veículos (Foto própria, 2014).

Para além destas pesagens, foram ainda efectuadas pesagens iniciais, duas intermédias e uma final, aos animais de quatro parques de cada pavilhão que se encontravam na mesma posição em cada pavilhão (Parques a sombreado na Figura 21). Cada animal foi pesado individualmente numa balança de pesagem de animais (Figura 23), sendo que as duas primeiras pesagens foram efectuadas com valores arredondados  unidade (devido a problemas técnicos com o controlador da balança) e as duas últimas com valores arredondados  décima. Todas as pesagens foram efectuadas em quilogramas e foi colocado um brinco individual a cada animal no início do estudo.



Figura 22 - Balança de pesagem de animais com capacidade até 300kg (Foto própria, 2014).

As pesagens individuais foram as seguintes:

- Pesagem 1 (P1): dia 8 de Fevereiro (84 dias de idade);
- Pesagem 2 (P2): dia 8 de Março (112 dias de idade);
- Pesagem 3 (P3): dia 7 de Abril (142 dias de idade);
- Pesagem 4 (P4): dia 19 de Maio (184 dias de idade).

Assim com estas pesagens os períodos de crescimento alvos de estudo foram os seguintes:

- Período P1 – P2: do dia 8 de Fevereiro a 8 de Março (28 dias);
- Período P2 – P3: do dia 8 de Março a 7 de Abril (30 dias);
- Período P3 – P4: do dia 7 de Abril a 19 de Maio (42 dias).

A figura 24 esquematiza a distribuição das pesagens ao longo do estudo, bem como as referências de alimento utilizadas em cada fase da engorda.

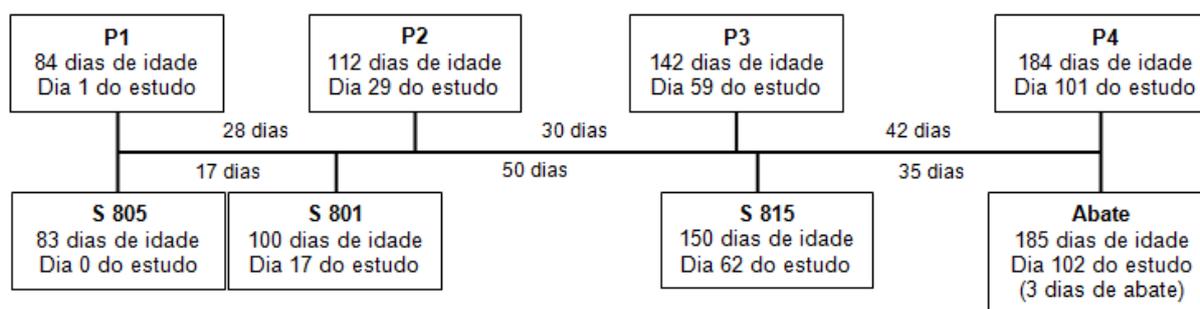


Figura 23 - Esquema representativo das quatro pesagens individuais efectuadas (cima) e do alimento utilizado nas várias fases (baixo).

Nestas pesagens individuais foram pesados 192 animais, 96 do Far e 96 do Gran, com um peso médio inicial de  $33,7 \pm 5,0\text{kg}$  e  $32,1 \pm 5,9\text{kg}$ , respectivamente.

O estudo teve início no dia 7 de Fevereiro de 2014, sendo que a primeira pesagem individual foi efectuada no dia seguinte, uma vez que os animais se encontravam em jejum no dia da mudança para os pavilhões de engorda. Foi tomada esta decisão, pois as seguintes pesagens não iriam ser efectuadas em jejum, portanto assim foram todas realizadas nas mesmas condições, para que se consiga analisar de forma coerente o crescimento dos animais

Todos os animais saíram em três dias consecutivos, 19, 20 e 21 de Maio de 2014.

#### 4.3.7. Local de recolha de amostras de alimento

Relativamente ao alimento composto, como já foi referido, ao longo do estudo foram colhidas algumas amostras para serem posteriormente analisadas nos laboratórios da

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. As amostras estavam identificadas segundo o ponto de recolha. Os pontos de recolha foram no silo, designado de “Silo”, no 1º comedouro da linha de abastecimento “Com 1” (a 8 metros do silo), num comedouro aproximadamente a meio da linha “Com 2” (a 24 metros do silo) e no último dos comedouros da linha “Com 3” (a 48 metros do silo). Na figura 25 está apresentado um esquema dos pontos de recolha das amostras em cada pavilhão, bem como a disposição da linha de alimentação e descidas para os comedouros.

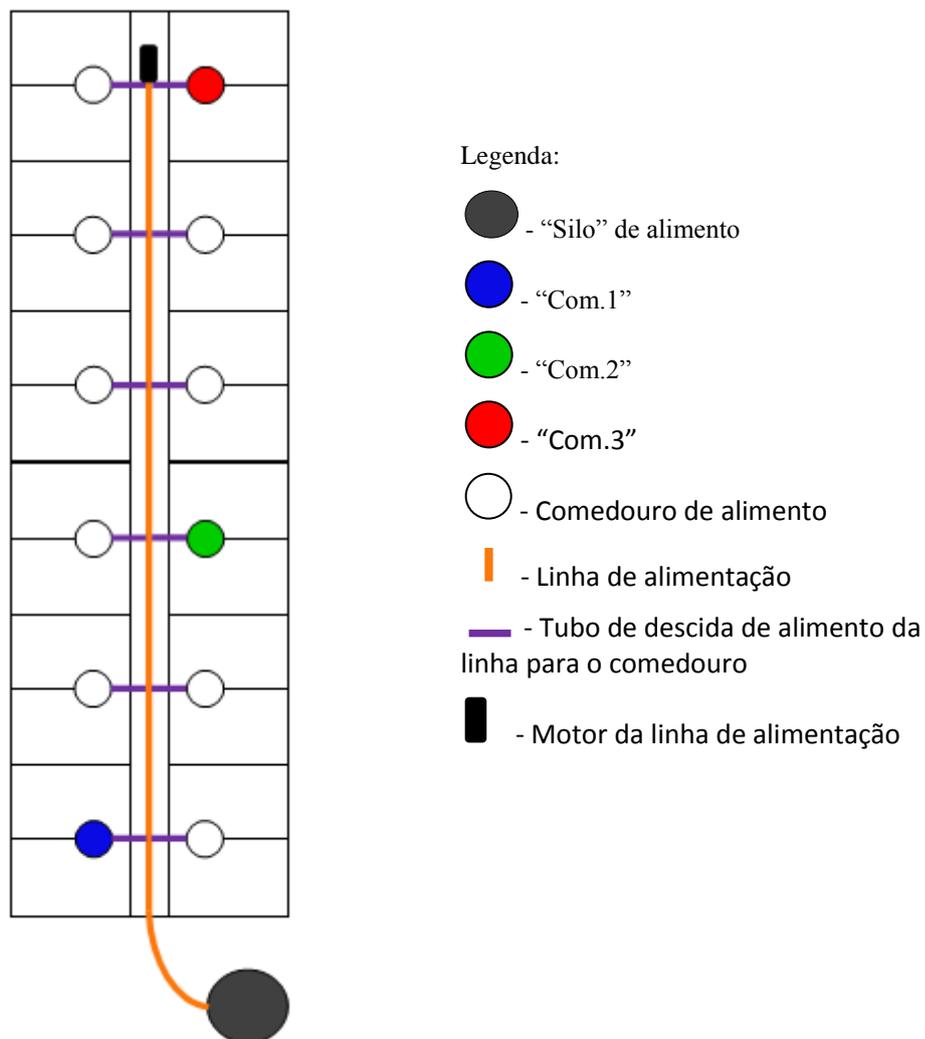


Figura 24 - Esquema representativo dos pontos de recolha das amostras, bem como da linha de alimentação.

#### 4.3.8. Registo de temperaturas

Foram também registadas as temperaturas mínimas e máximas do interior dos pavilhões ao longo do estudo. Este registo foi efectuado através de termómetros de “mínima-máxima” (Figura 26).

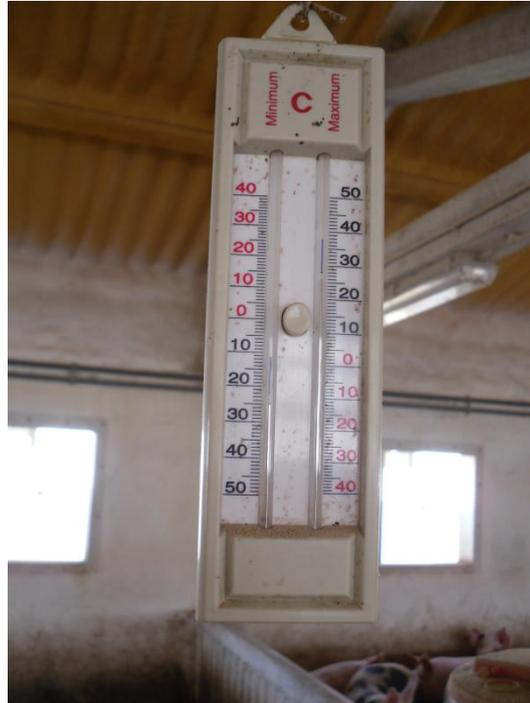


Figura 25 - Termómetro de "mínima-máxima" (Foto própria, 2014).

#### 4.3.9. Registo de tratamentos

Foram registados todos os tratamentos injectáveis que se aplicaram, bem como a mortalidade ou os animais que eram retirados para a enfermaria por não se encontrarem em condições de continuar nos seus grupos. Todos estes animais, quer mortos, quer vivos foram pesados no dia em que foram retirados.

#### 4.3.10. Resultados obtidos em matadouro

Para além de todos os resultados que se conseguiram obter na exploração, foi ainda possível aceder aos relatórios de abate dos matadouros, conseguindo assim ter acesso a mais resultados, neste caso *post-mortem* (após o abate do animal).

Para as pesagens individuais, o abate foi acompanhado em matadouro, sendo que se conseguiu associar a cada animal, através do brinco que os identificava, o seu Peso de carcaça, Rendimento em carcaça e o Rendimento em carne magra.

Através dos relatórios de abate fornecidos pelos matadouros conseguiram-se obter os seguintes resultados por grupo: Peso médio de carcaça, Peso total das carcaças e

Rendimento em carne magra. Com o cruzamento dos resultados na exploração e do matadouro, conseguimos saber o Rendimento em carcaça.

Para os diferentes matadouros foram sempre enviadas as mesmas quantidades de machos e fêmeas do Far e do Gran para que os resultados obtidos não fossem influenciados pelo sexo, com exceção do último lote (13 fêmeas e 2 machos do Far e 15 fêmeas e 6 machos do Gran).

#### 4.3.11. Análise estatística

Para análise estatística dos dados foi utilizado o *software* estatístico JMP, versão 7.0 (SAS, 2007). Para comparação entre tratamentos foram realizadas análises de variância (ANOVA). A comparação múltipla de médias foi realizada com o teste de *Tukey* e teste t de *Student*. As diferenças foram consideradas significativas para  $P < 0,05$ . O “n” representa o número de observações utilizadas para calcular a média de cada tratamento.

No anexo 3 encontram-se algumas fotografias tiradas ao longo do ensaio.

## 4.4. Resultados e discussão

Com a realização do estudo foi possível obter os resultados que se apresentam. Os dados obtidos permitiram analisar crescimento, mortalidade, temperatura ambiente, eficiência alimentar, tratamentos injectáveis e resultados *post-mortem*.

### 4.4.1. Peso médio

A tabela 4 apresenta os valores de peso total, peso médio e número de animais no início e no fim do ensaio para os dois tratamentos em estudo.

Tabela 4 - Quantidade e peso inicial e final dos animais.

	Far	Gran	$\Delta$ (Gran-Far)	Total
Nº inicial de animais	557	567	+10	1124
Peso total inicial (kg)	17240	17310	+70	34550
Peso médio inicial (kg)	31,0	30,5	-0,420 (-1,6%)	30,7
Nº final de animais	547	553	+6	1100
Peso total final (kg)	58640	59620	+980	118260
Peso médio final (kg)	107,2	107,8	+0,610 (+0,6%)	107,5

Analisando estes resultados, verifica-se que os valores obtidos são no geral uniformes. Uma vez que apenas existe uma repetição por tratamento não os podemos comparar estatisticamente. Contudo registamos que os animais alimentados com granulado apresentam ao abate um peso superior em 0,6kg, mesmo tendo iniciado o ensaio com um peso médio inicial inferior em 0,5kg por animal.

O total de animais que chegaram ao final do estudo foi de 1100 animais com um peso médio de 107,5kg.

A tabela 5 apresenta os pesos obtidos nas pesagens individuais efectuadas ao longo do ensaio.

Tabela 5 - Pesos médios e respectivo desvio padrão obtidos nas pesagens individuais.

	Pesagem 1		Pesagem 2		Pesagem 3		Pesagem 4	
	Far	Gran	Far	Gran	Far	Gran	Far	Gran
n	96	96	96	94	95	93	95	92
Média (kg)	33,7	32,1	55,3	54,4	82,2	80,3	111,7	112,1
Desvio-padrão	5,0	5,9	7,3	8,1	9,0	11,1	10,3	13,2
Coeficiente de variação (%)	14,8	18,2	13,2	15,1	11,0	13,7	9,2	11,8

Na pesagem 1 os animais do Gran apresentaram um peso médio inferior aos do Far (-1,6kg).

Nas pesagens 2 e 3 os valores médios dos pesos continuaram inferiores no Far. Na pesagem 4 os animais do Gran recuperaram o peso em relação aos animais do Far, tendo superado o seu peso em 0,4kg no final do ensaio, mesmo com um peso inicial bastante inferior.

Ao longo das pesagens o desvio-padrão foi aumentado, como consequência do aumento de peso dos animais. Contudo o coeficiente de variação vai diminuindo.

A tabela 6 apresenta os valores do peso médio inicial das pesagens individuais e a respectiva análise de variância.

Tabela 6 - Peso médio inicial das pesagens individuais em kg.

	P1
Far (n=96)	33,8
Gran (n=96)	32,1
EPM	0,567
Valor de P	0,0342
Efeito	*

O peso médio inicial dos animais do Far foi significativamente superior ao peso dos animais do Gran, 33,8 e 32,1kg, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Esta diferença ocorreu uma vez que os animais foram distribuídos pelos parques das pesagens individuais de forma aleatória, sem pesagem prévia, o que gerou esta diferença no peso dos animais. Assim para que a análise estatística dos resultados das pesagens individuais tivesse coerência e fossem obtidos valores estatisticamente sólidos, a variável “Pesagem 1” foi utilizada como covariável estatística para as pesagens seguintes e conseqüentemente para os GMD e resultados obtidos em matadouro.

Deste modo, a tabela 7 apresenta os resultados das pesagens individuais para os pesos médios, considerando a Pesagem 1 como covariável estatística.

Tabela 7 - Pesos médios obtidos nas pesagens individuais em kg. Nota: A pesagem 1 (P1) foi utilizada como covariável estatística.

	P1	P2	P3	P4
Far (n=95)	32,9	54,4	81,0	110,5
Gran (n=92)	32,9	55,4	81,6	113,4
EPM	–	0,389	0,660	0,886
Valor de P	–	0,0544	0,5252	0,0189
Efeito	–	NS	NS	*

NS  $P > 0,05$ ; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$

Como se pode verificar, na pesagem 2 e 3 não existem diferenças significativas nos tratamentos ( $P > 0,05$ ). Contudo, na pesagem 2 verifica-se tendência ( $P = 0,0544$ ) para o peso

dos animais alimentados com granulado apresentarem um peso superior aos animais alimentados com alimento farinado. A diferença situa-se em 1,8%.

Na Pesagem 4, os animais alimentados com granulado já apresentam um peso superior ao atingido pelos animais alimentados com farinado ( $P < 0,05$ ), com valores de 113,4 e 110,5kg, respectivamente. Esta diferença de peso, além da significância estatística tem evidentes consequências económicas, representando um acréscimo do peso dos animais de aproximadamente 2,6%.

#### 4.4.2. Ganho médio diário

Na tabela 8 podemos observar os valores dos GMD dos dois tratamentos por períodos entre pesagens individuais. A tabela 7 é uma consequência desta, uma vez que aqui podemos observar que no período “P3-P4” o crescimento foi superior nos animais do Gran, o que levou aos valores elevados de peso na pesagem P4.

Tabela 8 - Estatística descritiva dos Ganhos Médios Diários por períodos entre pesagens individuais. Alimento farinado: n=95; Alimento granulado: n=92.

	GMD P1-P2		GMD P2-P3		GMD P3-P4		GMD P1-P4	
	Far	Gran	Far	Gran	Far	Gran	Far	Gran
Média (kg)	0,773	0,796	0,894	0,865	0,704	0,758	0,780	0,800
Desvio-padrão	0,136	0,144	0,115	0,137	0,099	0,103	0,080	0,097
Coeficiente de variação (%)	17,7	18,0	12,9	15,7	14,1	13,6	10,3	12,1

No período total do estudo, os animais que apresentaram melhor crescimento foram os Gran com um GMD de 800g por dia, durante os 102 dias de estudo.

Independentemente do tratamento, o crescimento dos animais foi superior no período “P2-P3”, tendo atingido um máximo de crescimento médio no tratamento farinado com uma média de 894g por dia.

A tabela 9 apresenta os valores do GMD por períodos entre pesagens, considerando a Pesagem 1 como covariável.

Tabela 9 - Ganho Médio Diário (GMD) por períodos entre pesagens individuais em kg. Nota: A pesagem 1 (P1) foi utilizada como covariável estatística.

	GMD P1-P2	GMD P2-P3	GMD P3-P4	GMD P1-P4
Far (n=95)	0,765	0,887	0,703	0,775
Gran (n=92)	0,803	0,871	0,759	0,805
EPM	0,014	0,013	0,011	0,009
Valor de P	0,0544	0,3815	0,0002	0,0189
Efeito	NS	NS	***	*

NS P&gt;0,05; \* P&lt;0,05; \*\* P&lt;0,01; \*\*\* P&lt;0,001

Verifica-se que os valores do “GMD P1-P2” e “GMD P2-P3” não apresentam diferenças significativas entre tratamentos ( $P>0,05$ ). Contudo, o GMD no período P1-P2 apresenta tendência ( $P=0,0544$ ) para ser superior nos animais alimentados com granulado do que nos animais alimentados com farinado. Esta superioridade foi de 5%.

No período P3-P4, os animais alimentados com granulado apresentaram diferenças altamente significativas para o GMD em relação aos alimentados com farinado ( $P<0,001$ ), tendo sido obtidos valores de GMD de 759g/dia no granulado e de 703 g/dia no farinado, o que resulta numa diferença de 8%.

No período total de engorda, o GMD foi superior para o granulado ( $P<0,05$ ), sendo a diferença de 30g por dia (3,9%).

A tabela 10 apresenta os resultados de GMD para os grupos completos de animais por tratamento. Este GMD foi calculado tendo em conta os animais mortos em cada um dos tratamentos. O valor foi obtido subtraindo o peso inicial total das baixas do estudo (considerando o peso médio do grupo) ao peso inicial total do grupo. O valor obtido foi depois subtraído ao peso vivo total no final do estudo e dividido pelo número de dias do estudo e pelo número de animais que atingiram o final do ensaio.

Tabela 10 - Ganho médio diário do grupo total de animais por tratamento em kg.

	GMD
Far (n=547)	0,748
Gran (n=553)	0,758 (+1,3%)

Comparando os resultados dos grupos completos em estudo podemos concluir que o GMD dos animais alimentados com granulado foi também superior ao dos animais

alimentados com farinado em 10g/dia, aproximadamente 1,3%. É um valor inferior ao que encontramos para os animais sujeitos a pesagens individuais, pelo que destacamos com mais segurança esse valor (30g/dia), estatisticamente significativo.

Segundo Behnke (1996), as dietas granuladas para animais em engorda resultam num aumento de 3 a 5% no GMD. No nosso ensaio obtivemos 3,9%, o que concorda com os valores deste autor. Também Wondra et al. (1995) consideram que a granulação melhora a performance dos suínos em engorda em 5% em termos de GMD.

Ainda uma compilação de resultados obtida por Köster (s.d.) mostra uma melhoria média de 6% no GMD para animais em crescimento/engorda alimentados com granulado.

Os resultados médios da União Europeia para o GMD rondam os 780g/dia (BPEX, 2014 (2)), valores que se encontram próximos dos valores obtidos no nosso estudo.

#### 4.4.3. Ingestão média diária

Por razões operacionais não foi possível obter os valores de ingestão relativos aos animais pesados individualmente, que teriam sido muito importantes. Assim, na tabela 11 são apresentados os valores da quantidade de alimento fornecido e a IMD relativa a todos os animais que se mantiveram até ao final do estudo.

Tabela 11 - Quantidade de alimento fornecido e ingestão média diária (IMD) por tratamento.

	Far	Gran	$\Delta$ (Gran-Far)	Total
Alimento fornecido - kg	114532	111212	-3320	225744
IMD - kg	2,045	1,960	-0,085 (-4,2%)	2,002
Nº animais	547	553	+6	1100

O cálculo da IMD foi conseguido através do consumo total de alimento dividido pelo somatório do número de dias que cada animal esteve no estudo, de forma a incluir também, enquanto estiveram vivos, os animais que morreram e os que foram retirados vivos ao longo do período da experiência.

A quantidade de alimento fornecida foi inferior no Gran, tendo sido fornecidos menos 3320kg em relação ao Far. Quanto à IMD esta foi de 1,960kg no Gran e 2,045kg no Far, o que resulta num consumo inferior em 85g/dia, cerca de 4,2%. Note-se que a ingestão contempla o que foi efectivamente ingerido pelo animal, bem como o que poderá ter sido desperdiçado. Este desperdício, em função dos resultados, poderá ter sido inferior no tratamento granulado.

Segundo Schmidt (2006), com a alimentação granulada o desperdício é reduzido, uma vez que com o alimento farinado o animal, na presença de ingredientes separados, tem tendência a escolher o alimento que ingere e desperdiçar o que não consome, perdendo-se assim parte do alimento por recusa/escolha durante a ingestão. No caso do granulado, o animal ao receber o alimento não terá hipótese de escolha, fazendo com que a ingestão de alimento inclua todos os ingredientes, permitindo uma alimentação mais equilibrada nutricionalmente. Bellaver et al. (1983), cit. por Schmidt (2006), observaram menor desperdício de alimento na apresentação em granulado (0,56%), em relação ao alimento farinado (2,31%), mostrando vantagens do granulado em suínos alimentados em comedouro.

Esta redução do desperdício no caso do granulado pode também ser justificado por uma melhoria na palatabilidade do alimento sujeito à granulação (Behnke, s.d.).

#### 4.4.4. Índice de conversão

A tabela 12 apresenta os valores de IC obtidos no nosso ensaio. Para o cálculo do mesmo foram necessários os valores da ingestão total de alimento e do ganho total de peso de cada tratamento.

Tabela 12 - Índice de conversão e dados necessários ao seu cálculo.

	Far	Gran	$\Delta$ (Gran-Far )	Total
Peso total entrada (kg)	17240	17310	+70	34550
Peso total vendido (kg)	58640	59620	+980	118260
Peso mortos e retirados (kg)	493	645	+152	1138
Peso total: vivos e mortos (kg)	59133	60265	+1132	119398
Ganho total de peso (kg)	41893	42955	+1062	84848
Ingestão total (kg)	114532	111212	-3320	225743
Índice de conversão (Ingestão/Ganho peso)	2,734	2,589	-0,145 (-5,3%)	2,661

Com os valores obtidos, verifica-se que o IC foi inferior em 5,3% nos animais alimentados com granulado quando comparados com os alimentados com farinado. Isto significa que para produzirem 1kg de peso vivo, os animais alimentados com granulado tiveram que ingerir menos 145g que os animais alimentados com farinado. O IC global dos animais dos dois tratamentos foi de 2,661.

Os resultados médios de um ano (entre Junho de 2013 e Junho de 2014) de explorações em Inglaterra apresentam um IC de 2,66 (BPEX, 2014). Comparando os resultados obtidos, verificamos que o índice obtido no granulado é melhor que os dados da produção Inglesa, enquanto no alimento farinado se verifica o contrário. Já a média das explorações da União Europeia foi de 2,91 em 2012 (BPEX, 2014 (2)), valores que se encontram bastantes acima dos resultados obtidos no nosso estudo.

Segundo Behnke (1996), os resultados do alimento granulado apresentam uma melhoria de 7 a 10% na EA quando comparados com os do alimento farinado. Embora aquém deste intervalo de valores, o nosso estudo confirma a melhoria da EA em animais alimentados com alimento granulado. A melhoria da digestibilidade proporcionada pela granulação e a diminuição do desperdício podem contribuir para este ganho de eficiência. Além dos ganhos produtivos no animal, registre-se que um aumento da digestibilidade e uma diminuição do alimento desperdiçado contribuem fortemente para uma diminuição da concentração de nutrientes nas fezes e nos efluentes da suinicultura, com evidentes vantagens ambientais.

O alimento granulado apresenta melhores resultados, uma vez que este é melhorado através da gelatinização do amido, conseguida pelo tratamento térmico e adição de vapor de água durante o condicionamento da mistura. Esta gelatinização refere-se à quebra das ligações do amido que vai assim aumentar a digestibilidade do mesmo (Salim, 2008).

Segundo Wondra et al. (1995) e Schmidt (2006), as dietas granuladas melhoram a digestibilidade da matéria orgânica, energia, cinzas e proteína. É ainda referido que o granulado melhora a EA devido a uma combinação de humidade, calor e pressão, que levam à gelatinização ou ruptura da estrutura das partículas dos alimentos, melhorando assim a absorção dos nutrientes (Falk, 1985; Moran, 1987, *cits.* por Schmidt, 2006). Nos hidratos de carbono, principalmente no amido, ocorre a desagregação das moléculas de amilose e amilopectina facilitando a acção enzimática, e nas proteínas ocorre uma alteração nas estruturas terciárias facilitando a digestão das mesmas (Schmidt, 2006).

Segundo Wondra et al. (1995), a granulação melhora o IC de suínos em engorda em 7%. Esta melhoria levou também a uma diminuição da excreção de matéria seca e azoto em 23% e 22%, respectivamente, com a utilização da dieta granulada. Os autores atribuem essa diminuição da excreção dos nutrientes nas fezes ao aumento da digestibilidade da matéria orgânica, proteína e energia. Também Köster (s.d.) considera que as dietas granuladas mostram uma melhoria média de 6 a 7% na EA para animais em crescimento/engorda alimentados com granulado.

#### 4.4.5. Amostras de alimento

Na tabela 13 apresentam-se os valores relativos à concentração de cálcio (Ca) e fósforo (P) nas várias fórmulas alimentares, na sua apresentação como farinados e como granulados. Os valores de P no alimento “805” e “801” apresentam-se estatisticamente diferentes, contrariamente ao que seria esperado. Sugere-se a repetição das análises e, a manter-se a diferença, deve ser alertada a fábrica produtora dos alimentos para reavaliar os seus procedimentos relativos ao processo de fabrico.

Tabela 13 - Concentração de Ca e P (g/kg) nos alimentos na forma farinada e granulada.

	Dieta					
	805 (n=10)		801 (n=40)		815 (n=20)	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P
Far	13,7	4,72	12,1	4,68	10,3	5,18
Gran	13,5	5,72	13,1	5,44	10,0	5,25
EPM	0,8781	0,2434	0,5526	0,1362	0,6544	0,1900
Valor de P	0,9098	0,0196	0,2290	0,0004	0,7665	0,7988
Efeito	NS	*	NS	***	NS	NS

NS P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001

Na tabela 14 apresenta-se a concentração de Ca e P nas amostras recolhidas nos vários locais. Nos valores apresentados verifica-se uma diferença significativa nos níveis de P do alimento colhido em diferentes locais. Na comparação múltipla de médias, realizada pelo teste de *Tukey*, verifica-se uma diferença entre os valores de P do alimento granulado no silo e comedouro 1 (Com 1), relativamente à concentração nas amostras colhidas na fábrica. Esta diferença não tem uma explicação plausível, pelo que se sugere a repetição das análises realizadas.

Tabela 14 - Concentração de Ca e P (g/kg) nas amostras recolhidas nos vários locais.

	Far		Gran	
	Ca	P	Ca	P
Fábrica (n=14)	10,4	4,63	13,8	4,72 <sup>b</sup>
Silo (n=14)	12,2	4,95	11,3	5,83 <sup>a</sup>
Com 1 (n=14)	11,2	4,81	11,8	5,84 <sup>a</sup>
Com 2 (n=14)	12,4	4,95	12,5	5,26 <sup>ab</sup>
Com 3 (n=14)	13,1	4,80	12,0	5,48 <sup>ab</sup>
EPM	0,9572	0,2080	0,9896	0,2170
Valor de P	0,3205	0,8063	0,4598	0,0054
Efeito	NS	NS	NS	*

NS P&gt;0,05; \* P&lt;0,05; \*\* P&lt;0,01; \*\*\* P&lt;0,001

Da análise dos resultados apresentados nas duas tabelas precedentes não se pode afirmar que exista qualquer tipo de separação de ingredientes/nutrientes, quer no alimento farinado, quer no alimento granulado, pelo menos usando o cálcio e o fósforo como indicadores de uma eventual heterogeneidade gerada pelo sistema de transporte e distribuição de alimento nos pavilhões de engorda.

#### 4.4.6. Temperatura ambiente

As figuras 27 e 28 apresentam a variação das temperaturas ambiente, mínimas e máximas, observadas ao longo do ensaio em ambos os tratamentos.

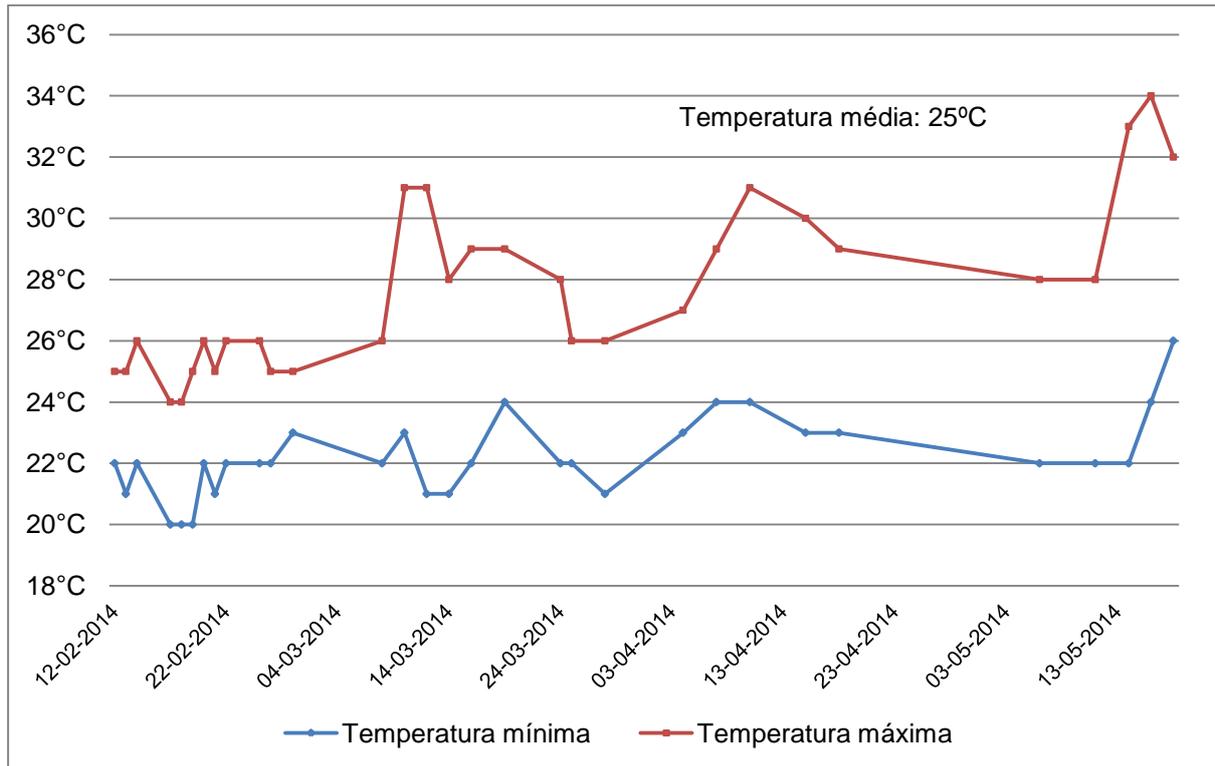


Figura 26 - Temperaturas ambiente mínimas e máximas observadas ao longo do estudo no pavilhão com o tratamento farinado.

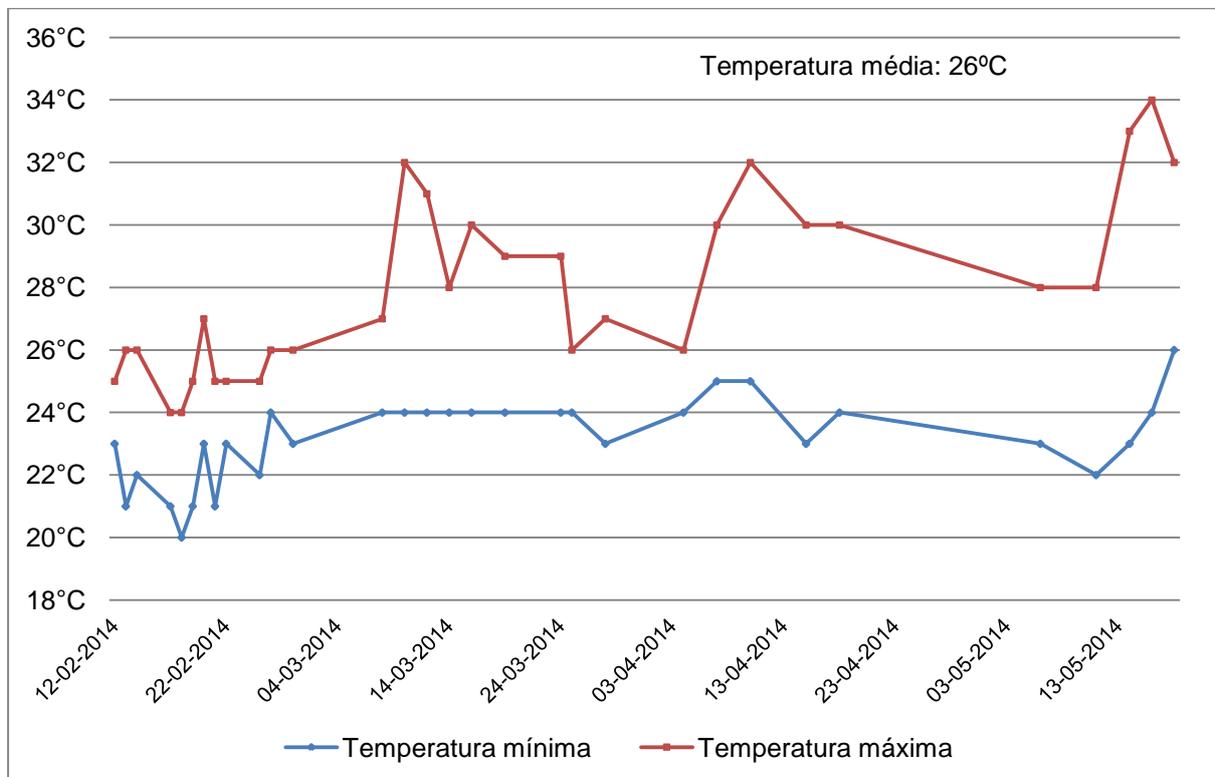


Figura 27 - Temperaturas ambiente mínimas e máximas observadas ao longo do estudo no pavilhão com o tratamento granulado.

Como se pode verificar, no pavilhão do farinado as temperaturas desceram no mínimo a 20°C e atingiram um máximo de 34°C, ainda que esta última tenha sido uma situação isolada. No geral, a temperatura média dentro do pavilhão foi de 25°C.

No caso do pavilhão do granulado, este atingiu no mínimo também os 20°C e no máximo os 34°C, sendo estas situações únicas. A temperatura média observada ao longo da experiência foi de 26°C.

A tabela 15 apresenta os objectivos de temperatura em °C para os vários pesos em função do piso em que os animais se encontram alojados.

Tabela 15 - Objectivos de temperatura (em °C) aproximados para diferentes tipos de piso e peso dos animais (adaptado de Muirhead & Alexander (2013)).

Peso (kg)	Tipo de piso		
	Palha	Contínuo compacto	Integralmente em <i>Slat</i>
5	27-30	28-31	30-32
10	20-24	22-26	25-28
20	15-23	16-24	19-25
30	13-23	14-24	17-25
90	11-22	12-23	15-24

Os animais do estudo tinham um peso inicial de aproximadamente 30kg e estavam alojados num piso integralmente em *slat*. Assim podemos verificar que as temperaturas até ao início do mês de Março se encontraram aproximadamente dentro das temperaturas sugeridas por Muirhead & Alexander (2013), apresentadas na tabela 15. Contudo durante o mês de Março, Abril e Maio as temperaturas máximas situaram-se acima das temperaturas recomendadas para o termoconforto dos animais. Ainda assim, a temperatura mínima manteve-se sempre dentro dos limites sugeridos.

A temperatura muito acima da zona de termoneutralidade pode ter influência em vários factores produtivos importantes, uma vez que o animal tem dificuldades para dissipar o calor que produz para o ambiente envolvente. Como consequência temos então a redução da ingestão voluntária de alimento, redução do GMD e aumento do IC. A redução na ingestão é de 1g por kg de peso vivo e por °C acima da temperatura crítica superior (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Este efeito pode ter ocorrido no nosso ensaio. O GMD entre as pesagens P3 e P4 foi inferior ao verificado no período precedente o que não seria à partida expectável. Verificamos que foi também neste período que as temperaturas, sobretudo as máximas, apresentaram os maiores valores, o que pode ter sido a causa para uma menor ingestão e consequente quebra nos GMD.

Devemos ainda destacar a elevada amplitude térmica verificada em alguns dias o que pode contribuir para uma maior susceptibilidade dos animais a patologias, nomeadamente do foro respiratório.

Contudo, no nosso estudo, independentemente das temperaturas atingidas nos pavilhões, uma vez que estes são estruturalmente semelhantes, orientados na mesma direcção, em condições ambientais semelhantes quanto à incidência do vento e com um número de animais idêntico, consideramos que a temperatura não teve influência determinante nas diferenças obtidas nos dois tratamentos.

#### 4.4.7. Mortalidade

Na tabela 16 apresenta-se o balanço entre os animais que entraram no estudo e baixas que ocorreram ao longo do mesmo, sejam estas de animais vivos ou mortos. Apresenta ainda o respectivo peso médio e taxa de mortalidade.

Tabela 16 - Mortalidade, retirados vivos e pesos médios dos mesmos.

	Far	Gran	Total
Nº animais entrados	557	567	1124
Peso médio (kg)	31,0	30,5	30,7
Nº animais mortos	9	9	18
Peso médio (kg)	49,0	52,0	50,5
Nº animais retirados	1	5	6
Peso médio (kg)	52,0	35,4	38,2
Mortalidade (%)	1,62	1,59	1,60
Mortalidade + Retirados (%)	1,80	2,47	2,14

Em função deste balanço apresenta-se a taxa de mortalidade (com e sem animais retirados vivos). Constatase que a mortalidade foi ligeiramente inferior no tratamento granulado (1,59%) em relação ao farinado (1,62%). No caso da taxa de “mortalidade+retirados”, o granulado obteve um valor superior, ditado sobretudo por uma maior remoção de animais vivos logo no início do período experimental (peso médio próximo ao peso de entrada). Não atribuímos pois qualquer significado de destaque a estes valores.

No total dos animais, a taxa de mortalidade foi de 1,60%. Esta taxa, quando comparada com os valores das 10% melhores explorações de engorda em Inglaterra, é

mais baixa 0,66 pontos percentuais, uma vez que as explorações inglesas apresentam uma média de mortalidade de 2,26% (BPEX, 2014).

#### 4.4.8. Tratamentos injectáveis

As figuras 29 e 30 apresentam os tratamentos injectáveis efectuados ao longo do período experimental.

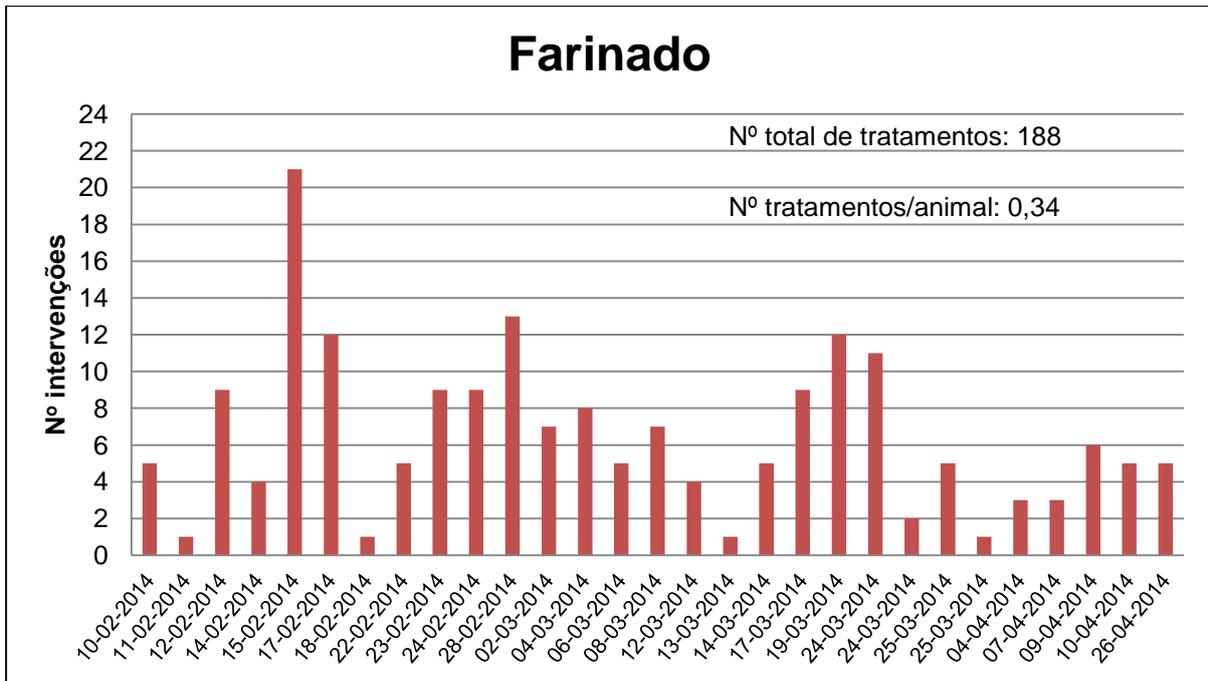


Figura 28 - Tratamentos injectáveis efectuados ao longo do estudo no pavilhão do alimento farinado.

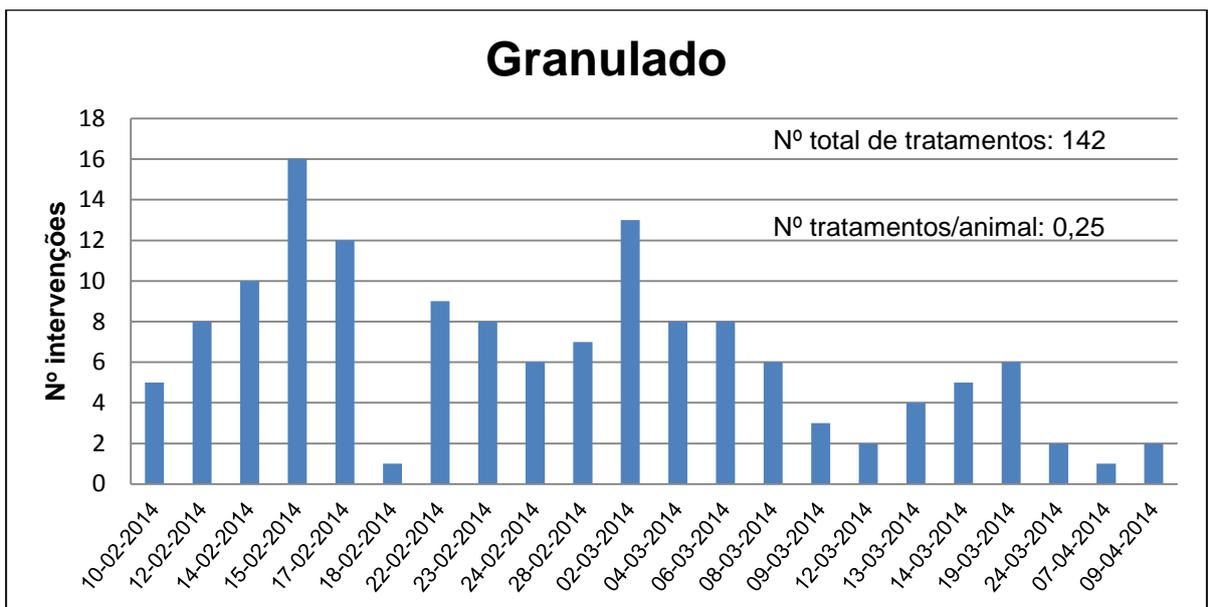


Figura 29 - Tratamentos injectáveis efectuados ao longo do estudo no pavilhão do alimento granulado.

Através da análise dos gráficos verificamos que a incidência de problemas, principalmente respiratórios e digestivos, que levaram ao tratamento dos animais foi inferior, em número de tratamentos por animal, no pavilhão do alimento granulado (0,25 no Gran e 0,34 no Far).

#### 4.4.9. Resultados obtidos em matadouro

Na tabela 17 apresentam-se os resultados médios obtidos em matadouro para os animais pesados individualmente e respectiva análise estatística.

O rendimento em carne magra é obtido pela seguinte equação (BPEX, 2014 (2)):  
 $\% \text{ carne magra} = 66,5 - 0,95 \times P2 + 0,068 \times \text{peso de carcaça}$ . O P2 é o ponto de medição da espessura de gordura situado a 65 mm da linha média do animal na zona lombar da última costela.

Tabela 17 - Resultados obtidos em matadouro relativos aos animais pesados individualmente. Nota: A pesagem 1 (P1) foi utilizada como covariável estatística.

	Peso Carcaça (kg)	Rendimento em carcaça (%)	Rendimento em carne magra (%)
Far (n=95)	85,5	77,2	61,1
Gran (n=92)	88,2	77,6	61,1
EPM	0,786	0,194	0,319
Valor de P	0,0160	0,1681	0,9580
Efeito	*	NS	NS

NS P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001

O peso de carcaça foi 3,2% superior nos animais do Gran (P<0,05) com um peso médio de 88,2kg comparado com os 85,5kg dos animais do Far.

Quer o rendimento em carcaça, quer o rendimento em carne magra não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos (P>0,05). Esta diferença, em concordância com as diferenças de peso já reportadas revela, ainda assim, um significado económico a ter em consideração.

Na tabela 18 estão expressos os resultados obtidos pelas pesagens dos animais à saída da exploração (peso vivo) e os resultados obtidos em matadouro dos grupos completos de animais. Estes valores correspondem às várias cargas que foram saindo no final do ensaio.

Tabela 18 - Resultados médios obtidos à saída da exploração e em matadouro relativos aos grupos completos de animais (n=nº de cargas de animais).

	Peso vivo (kg)	Peso Carcaça (kg)	Rendimento em carcaça (%)	Rendimento em carne magra (%)
Far (n=7)	107,4	83,9	78,1	59,4
Gran (n=7)	107,8	84,1	78,0	59,3
EPM	1,189	1,085	0,403	0,554
Valor de P	0,8075	0,9224	0,7774	0,8864
Efeito	NS	NS	NS	NS

NS P&gt;0,05; \* P&lt;0,05; \*\* P&lt;0,01; \*\*\* P&lt;0,001

Podemos verificar que em todos os parâmetros apresentados não existem diferenças entre tratamentos ( $P>0,05$ ). O peso médio de carcaça obtido (84,0kg) foi consequência do peso vivo médio, resultando num rendimento médio de carcaça de 78,1%. O rendimento médio em carne magra foi de 59,4% no total dos dois tratamentos.

Os animais terminaram o estudo com este peso por opção do produtor e em função das necessidades de venda da semana/mês em questão. Apesar de estatisticamente não existirem diferenças no peso vivo, os animais do Gran terminaram o estudo com 400g de peso acima dos do Far, tendo iniciado a experiência com menos 500g.<sup>1</sup>

Na tabela 19 são apresentados os resultados obtidos em função do matadouro onde os animais foram abatidos, independentemente do tratamento.

<sup>1</sup> Os valores apresentados na tabela 18 excluem os animais do último lote enviado para matadouro que tinha sido considerado na tabela 4. Os animais deste lote eram 13 fêmeas e 2 machos do Far e 15 fêmeas e 6 machos do Gran. Por serem quantidades diferentes de fêmeas e machos não foram considerados nesta análise estatística.

Tabela 19 - Resultados obtidos nos diferentes matadouros (n=nº de lotes por matadouro).

	Peso vivo (kg)	Peso Carcaça (kg)	Rendimento em carcaça (%)	Rendimento em carne magra (%)
Matadouro 1 (n=4)	108,0	85,2	78,8 <sup>a (a)</sup>	61,1 <sup>a (a)</sup>
Matadouro 2 (n=2)	107,8	84,7	78,6 <sup>ab (a)</sup>	59,7 <sup>b (b)</sup>
Matadouro 3 (n=2)	102,0	79,5	78,0 <sup>ab (ab)</sup>	58,0 <sup>c (c)</sup>
Matadouro 4 (n=4)	107,8	82,8	76,8 <sup>b (b)</sup>	57,9 <sup>c (c)</sup>
Matadouro 5 (n=2)	112,0	88,0	78,6 <sup>ab (a)</sup>	59,8 <sup>b (b)</sup>
EPM	-	-	0,450	0,178
Valor de P	-	-	0,0110	<0,0001
Efeito	-	-	*	***

NS P&gt;0,05; \* P&lt;0,05; \*\* P&lt;0,01; \*\*\* P&lt;0,001

O peso vivo e peso de carcaça não merecem análise estatística, uma vez que o tamanho dos animais para cada matadouro não foi escolhido ao acaso. Foram enviados animais de diferentes pesos para cada matadouro em função da preferência de cada um, embora em igual número de cada um dos tratamentos em estudo.

Apesar do reduzido número de observações, o rendimento em carcaça e o rendimento em carne magra foram significativamente diferentes para os vários matadouros (P<0,05 e P<0,0001, respectivamente), o que não era esperado, mesmo considerando a variação de peso dos animais entre matadouros.

Efectuada a comparação múltipla de médias (teste de *Tukey*) para o rendimento em carcaça, observa-se que os matadouros 1 e 4 apresentam valores diferentes (P<0,05), o maior e o menor valor, 78,8 e 76,8%, respectivamente. A diferença de dois pontos percentuais no rendimento em carcaça apresentada por estes matadouros tem uma importância económica significativa, podendo atingir para os pesos de carcaça do nosso ensaio (aproximadamente 84kg) e a preços médios de 1,7 €/kg um diferencial de 3,6€/animal. Os matadouros 1, 2, 3 e 5 apresentam valores semelhantes entre si, tal como os matadouros 2, 3, 4 e 5. A comparação múltipla de médias efectuada pelo teste t de *Student* (valores entre parêntesis) discrimina ainda de forma mais evidente as diferenças entre matadouros.

Também no que diz respeito ao rendimento em carne magra (classificação “SEUROP”) verificam-se diferenças significativas entre matadouros (P<0,0001). Da comparação múltipla de médias efectuada pelo teste de *Tukey* resulta que o matadouro 1

(61,1%) apresenta os maiores valores observados ( $P < 0,05$ ). Os matadouros 2 e 5 (59,7 e 59,8%, respectivamente) apresentam valores intermédios, iguais entre si, mas menores do que o valor apresentado pelo matadouro 1 e maiores do que os valores apresentados pelos matadouros 3 e 4 (58,0 e 57,9%, respectivamente). Os matadouros 3 e 4 não diferem entre si.

Novamente se verifica, tal como no rendimento em carcaça, que o matadouro 4 apresenta o pior rendimento em carne magra ( $P < 0,05$ ). Parece pois haver uma heterogeneidade nos resultados do rendimento em carcaça e da classificação em carne magra, o que tem implicações económicas para o produtor.

Ainda assim, em geral os rendimentos em carcaça foram superiores aos apresentados por Whittemore & Kyriazakis (2006), que sugerem um rendimento de 75%.

Segundo Bpex (2013), o rendimento médio em carcaça no ano de 2012 na união Europeia foi de 76,8%, o que fica ainda abaixo dos resultados obtidos no nosso estudo, com um resultado médio de 78,1%.

Para o rendimento em carne magra, a média da União Europeia em 2012 foi de 58,4% (BPEX, 2013), valor este que se encontra abaixo da média apresentada pelos animais abatidos do estudo com 59,4%.

#### 4.4.10. Custos de alimentação

A tabela 20 apresenta os custos de alimentação do estudo efectuado. São apresentados valores por referência de alimento, por tratamento e custo por kg de animal produzido.

Tabela 20 - Custos de alimentação do estudo.

	Referência	Far	Gran	$\Delta$ (Gran-Far)	Total
Alimento (kg)	S 805	20013	19893	-120	39906
	S 801	57248	56207	-1041	113455
	S 815	37271	35112	-2159	72383
Total		114532	111212	-3320	225744
Preço médio/kg (€ - S/ IVA)	S 805	0,261	0,265	+0,004	-
	S 801	0,264	0,268	+0,004	-
	S 815	0,255	0,259	+0,004	-
Custo total (€ - S/ IVA)	S 805	5223	5272	+48	10495
	S 801	15113	15063	-50	30177
	S 815	9504	9094	-410	18598
Total	-	29841	29429	-412	59270
Custo alimentos/kg PV (€)	-	0,509	0,494	-0,015(-3,0%)	0,501
Custo alimentos/kg carcaça (€)	-	0,654	0,633	-0,021(-3,2%)	0,644

Segundo a tabela 20 verifica-se que o consumo de alimento pelos animais alimentados com granulado foi inferior em 3320kg comparando com os animais alimentados com farinado, sendo que a fase em que se notou uma maior diferença de consumo foi quando os animais foram alimentados com a referência "S.815". O preço apresentado é um preço médio sem IVA dos vários lotes de alimento.

A diferença de consumo observada no granulado resulta num custo de alimentação inferior em 2,1 cêntimos/kg de carcaça produzido, apesar do custo de produção superior em 4 euros por tonelada do granulado em relação ao alimento farinado. Note-se que estes valores foram obtidos com os resultados observados neste estudo. Caso se pretendam tirar conclusões relativamente aos valores de diferença por kg de carcaça produzido para outros

casos tem que se ter sempre em consideração diversas variáveis como peso médio inicial, peso médio de abate, IMD, GMD e IC, pois estas poderão ter influência na diferença de valores entre alimento granulado e farinado.

Como já referido, o custo de produção do granulado utilizado no estudo foi superior em 4 euros por tonelada em relação ao alimento farinado. Contudo, o valor pode variar entre fabricantes de alimentos compostos, normalmente não sendo inferior a este. Utilizando os valores do ensaio para produzir 1kg de carcaça em cada tratamento, o máximo de diferença de custo de produção do granulado em relação ao alimento farinado poderá ser de 12 euros por tonelada.

#### 4.4.11. Receitas de venda dos animais

A tabela 21 apresenta as receitas obtidas com a venda dos animais do estudo. O preço apresentado é uma média do preço facturado a cada matadouro.

Tabela 21 - Receitas obtidas com a venda dos animais do estudo.

	Far	Gran	Total
Peso vendido carcaça (kg)	45601	46474	92075
Preço/kg carcaça(€ - S/ IVA)	1,765	1,765	-
Valor facturado das vendas (€ - S/ IVA)	80486	82027	162513

A tabela 22 apresenta o balanço entre os custos de alimentação e as receitas obtidas com a venda dos animais do estudo.

Tabela 22 - Balanço em euros considerando apenas os custos de alimentação e receitas obtidas.

	Far	Gran	$\Delta$ (Gran-Far)	Total
Custo total alimento (€ - S/ IVA)	29841	29429	-412	59270
Valor facturado das vendas (€ - S/ IVA)	80486	82027	+1541	162513
Balanço em € (produto vendido-alimento)	50645	52598	<b>+1953</b>	103243
Balanço em €/kg de carcaça	1,111	1,132	<b>+0,021</b>	1,121

O balanço apresentado demonstra que para os resultados obtidos, com esta quantidade de animais (1100), o alimento granulado permite uma redução de custos de alimentação de 1953 euros. Em relação à diferença de custos de alimentação por kg de carcaça produzido, podemos concluir que os animais alimentados com granulado têm um custo de produção menor em 2,1 cêntimos. Extrapolando os valores para uma exploração/empresa que tenha resultados semelhantes aos do estudo e com um volume de vendas de 2000 animais por semana, a economia (poupança) com a alimentação granulada será de cerca de 183 000 euros anuais.

#### **4.5. Conclusões**

Com o estudo efectuado conclui-se que os animais alimentados com granulado apresentam um GMD superior ao dos animais alimentados com farinado, sendo que o intervalo de pesos em que os animais alimentados com granulado apresentam uma maior diferença de crescimento situa-se entre aproximadamente os 80 e 110kg.

O peso vivo médio final foi superior para os animais alimentados com granulado, mesmo com um peso médio inicial inferior aos animais alimentados com farinado.

A quantidade de alimento fornecido aos animais foi inferior quantitativamente nos animais alimentados com granulado, como resultado, provavelmente, de um menor desperdício.

Como resultado destes factos, o IC foi consideravelmente melhor no tratamento granulado, tendo este sido 5,3% inferior ao valor obtido no tratamento farinado.

A mortalidade foi semelhante para os dois tratamentos, bem como os resultados obtidos em matadouro.

Como balanço custo-benefício, conclui-se que o alimento granulado, apesar de um custo superior de 4€/T, permite uma redução no custo de produção de um kg de carcaça de 2,1 cêntimos, que é um valor bastante relevante.

Com base nos valores obtidos, a diferença no custo de produção do granulado em relação ao farinado pode ascender a um máximo de 12€/T.

O estudo efectuado permitiu tirar conclusões importantes para tomadas de decisão futuras no sector suinícola. Constitui também um estímulo para a realização de mais estudos que visem comparar as performances produtivas de suínos alimentados com alimento granulado vs. farinado, tanto na fase de engorda como em outras fases do ciclo produtivo.



## 5. Bibliografia

- Behnke, K., 1996. *Feed manufacturing technology: current issues and challenges*, Manhattan: s.n.
- Behnke, K. C. & Gilpin, A., 2014. Principles of Mash Conditioning. In: *Feed Pelleting Reference Guide*. Kansas: Kansas State University.
- Behnke, K. C., s.d.. *Pelleting with today's ingredient challenges*, Manhattan: Kansas State University.
- BPEX, 2013. *2012 Pig cost of production in selected countries*, Warwickshire: s.n.
- BPEX, 2014. *BPEX*. [Online] Available at: <http://www.bpex.org.uk/prices-facts-figures/costings/> [Acedido em Outubro 2014].
- BPEX, 2014 (2). *The BPEX Yearbook 2013-2014*, Warwickshire: s.n.
- Briggs, J., Maier, D., Watkins, B. & Behnke, K., 1999. Effect of Ingredients and Processing Parameters on Pellet Quality. In: s.l.:Poultry Science, pp. 78:1464-1471.
- Campabadal, C. & Maier, D., 2014. Steam generation, control, and quality for feed manufacturing. In: *Feed Pelleting Reference Guide*. Manhattan: Kansas State University.
- CPM-Co., s.d. *The Pelleting Process*. [Online] Available at: [www.cpm.net](http://www.cpm.net) [Acedido em 16 Julho 2014].
- Eugénio, 2012. *Informação Pessoal*. Ramalhal: Rações Valouro, S.A..
- Folque, P., 2012. *Informação Pessoal*. Rio Maior: Eurocereal, S.A..
- Forcada, F., Babot, D., Vidal, A. & Buxadé, C., 2009. *Ganado porcino. Diseño de alojamientos e instalaciones*. Zaragoza: Servet.
- Fraiha, M., Biagi, J. D., Queiroz, M. R. d. & Benedetti, B. C., 2005. *Benefício do investimento energético na redução do tamanho de partículas na alimentação animal*, Brasil: s.n.
- Gonçalves, M., 2014. *Impacto da peletização sobre o desempenho zootécnico e econômico*. [Online] Available at: <http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/nutricao/artigos/impacto-peletizacao-sobre-desempenho-t2063/141-p0.htm> [Acedido em 22 09 2014].
- Harper, A., 1998. *The importance of pellet quality in hog feeding*. [Online] Available at: [http://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-98\\_09/aps-969.html](http://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-98_09/aps-969.html) [Acedido em 17 Setembro 2014].
- Hasting, W. H. & Higgs, D., 1980. Feed Milling Processes. In: *Aquaculture development and coordination programme. Fish feed technology*. USA: FID, p. Cap. XVIII.
- Himathongkham, S., Pereira, M. & Riemann., H., 1996. Heat Destruction of Salmonella in Poultry Feed: Effect of Time, Temperature, and Moisture. *Avian Diseases*, Volume 40, pp. 72-77.
- Köster, H., s.d.. *Improved animal performance through feed processing technology*. [Online] Available at: <http://www.animate.co.za/articles/feedprocessing2.pdf> [Acedido em 22 09 2014].

Lara, M. A. M., 2010. *Processo de Produção de Ração – Peletização (Parte 3)*. [Online] Available at: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/peletizacao-de-racao-producao-t356/141-p0.htm> [Acedido em 28 06 2014].

Lara, M. A. M., s.d.. *Processo de produção de ração - moagem, mistura e peletização*. [Online] Available at: <http://www.nftalliance.com.br/assets/Uploads/Artigo-Unifrango-2.pdf> [Acedido em 10 Abril 2012].

Mabric-S.A., 2014. *Orçamento de granuladora com capacidade para 12 ton/h.*, s.l.: s.n.

Maria, J., 2014. *Comunicação Pessoal*. Fevereiro.

Muirhead, M. R. & Alexander, T. J. L., 2013. *Managing Pig Health: A Reference for the Farm*. 2ª edição ed. s.l.:s.n.

Parsons, A. S., 2004. *Effect of Grain Particle Size, Feed Form and Pellet Texture on Broiler Performance, Carcass Quality, True Metabolizable Energy, Feed Passage Time and Preference*, Morgantown: Division of Animal and Veterinary Sciences.

Patience, J., Thacker, P. & Lange, C., 1995. Diet processing and delivery. In: J. Cruise, ed. *Swine Nutrition Guide*. Saskatchewan: Prairie Swine Centre Inc., pp. 215-229.

Raven, P. & Walker, G., 1980. Material Flow in Feed Manufacturing. In: *Aquaculture development and coordination programme. Fish feed technology*. USA: FID, p. Cap. XVII.

Reg.CE-767, 2009. Colocação no mercado e à utilização de alimentos para animais. *Jornal Oficial da União Europeia*.

Regulamento(CE)nº1831, 2003. De 22 de Setembro, do parlamento europeu e do conselho relativo aos aditivos destinados à alimentação animal.. *Jornal Oficial da União Europeia*.

Salim, E. A., 2008. *The effect of tracers' physical properties on retention time measurements inside the conditioner of a pellet mill*, Manhattan: Kansas State University.

SAS, 2007. *JMP*. Versão 7: s.n.

Schmidt, A., 2006. *Peletização na alimentação animal*. [Online] Available at: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/peletizacao-alimentacao-animal-t33/p0.htm> [Acedido em 15 09 2014].

Stark, C., 2012. Feed processing to maximize feed efficiency. In: *Feed efficiency in swine*. Wageningen: s.n.

Stark, C., Behnke, K., J.D.Hancock & R.H.Hines, 1993. Pellet quality affects growth performance of nursery and finishing pigs. *Swine Day*, pp. 71-74.

Traylor, S. et al., 1996. *Influence of pellet size on growth performance in nursery pigs and growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs*, Kansas: Swine Day.

Turner, R., 2014. Pellet mill design. In: *Feed Pelleting Reference Guide*. Manhattan: Kansas State University.

Varandas, A., 2014. *Informação Pessoal*. Benedita: Unimetal.

Whittemore, C. & Kyriazakis, I., 2006. *Whittemore's science and practice of pig production*. 3ª edição ed. s.l.:Blackwell publishing.

Wondra, K. J. et al., 1995. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Volume 73, pp. 757-763.

Zardo, A. O. & Lima, G. J. M. M. d., 1999. *Bipers*. Ano 8 ed. Rio Grande: s.n.



**ANEXOS**



---

## 6. Anexos

### 6.1. Anexo 1

#### Definições do sector dos alimentos compostos

Importa referir algumas definições relacionadas com a indústria dos alimentos compostos, constantes no Regulamento CE 767/2009, artigo 3º:

- a) **Animal utilizado na alimentação humana:** qualquer animal alimentado, criado ou mantido para produção de alimentos destinados ao consumo humano, incluindo animais que não são utilizados para consumo humano mas que pertencem a espécies que são normalmente utilizadas para consumo humano na Comunidade;
- b) **Matérias-primas para alimentação animal:** os produtos de origem vegetal ou animal cujo principal objectivo é preencher as necessidades alimentares dos animais, no seu estado natural, fresco ou conservado, bem como os produtos derivados da sua transformação industrial e as substâncias orgânicas ou inorgânicas, com ou sem aditivos, destinadas a serem utilizadas na alimentação animal por via oral, quer directamente, quer após transformação, ou para a preparação de alimentos compostos para animais ou como excipiente em pré-misturas;
- c) **Alimento composto para animais:** a mistura de, pelo menos, duas matérias-primas para alimentação animal, com ou sem aditivos, para administração por via oral na forma de alimento completo ou complementar;
- d) **Alimento completo para animais:** o alimento composto para animais que, devido à sua composição, é suficiente enquanto ração diária;
- e) **Alimento complementar para animais:** o alimento composto para animais com um elevado teor de determinadas substâncias mas que, devido à sua composição, é suficiente enquanto ração diária apenas se utilizado em combinação com outro alimento para animais;
- f) **Alimento mineral para animais:** o alimento complementar para animais com pelo menos 40 % de cinza bruta;
- g) **Excipiente:** a substância utilizada para dissolver, diluir, dispersar ou de outro modo modificar fisicamente um aditivo alimentar, sem alterar a sua função tecnológica e sem que ele próprio exerça qualquer efeito tecnológico, a fim de facilitar o respectivo manuseamento, aplicação ou utilização;

- h) **Objectivo nutricional específico:** o objectivo de satisfazer as necessidades alimentares específicas de animais cujo processo de assimilação, absorção ou metabolismo está ou pode estar temporária ou irreversivelmente afectado e que podem, por conseguinte, beneficiar da ingestão de alimentos adequados à sua condição;
- i) **Alimento para animais com objectivos nutricionais específicos:** os alimentos para animais que podem satisfazer um objectivo nutricional específico em virtude da sua composição ou método de fabrico específicos, que os distinguem claramente de alimentos comuns para animais. Os alimentos para animais com objectivos nutricionais específicos não incluem os alimentos medicamentosos para animais;
- j) **Pré-misturas:** designa misturas de aditivos para a alimentação animal ou misturas de um ou mais desses aditivos com matérias-primas para a alimentação animal ou água usadas como excipiente, que não se destinam à alimentação directa de animais (Regulamento(CE)nº1831, 2003).

## 6.2. Anexo 2

### Composição e análise dos alimentos utilizados

S-805 – Suínos Pré-engorda, 70-100 dias		
Composição		
Matéria-prima	%	Peso
Milho A64 PB7	40.00	400.00
Trigo A61 PB10.5	20.00	200.00
Cevada A51 PB10 FB5	10.00	100.00
Bagaço Soja PB44	19.00	190.00
Bagaço Girassol PB27 FB27	2.80	28.00
Carbonato de Cálcio	0.70	7.00
Fosfato Bicalcico Dihidratado P18/24	1.05	10.50
Sal	0.30	3.00
Lisina - HCL 78%	0.37	3.70
Metionina – DL 99%	0.11	1.10
Treonina – L 98%	0.07	0.70
Suplemix Triptofano 10%	0.10	1.00
P-32 CERMIX LEITÕES S2P	2.00	20.00
	100.00	1000.00

**S-805 – Suínos Pré-engorda, 70-100 dias  
Análise**

<b>Nutrientes</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>	<b>Nutrientes</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>
Humidade	%	12.00	Triptofano	%	0.21
Proteína Bruta	%	17.55	Valina	%	0.82
Gordura Bruta	%	3.38	Lisina Dig.	%	1.06
Fibra Bruta	%	3.52	Met Dig.	%	0.37
N.D.F.	%	11.73	Met + Cis Dig.	%	0.64
A.D.F.	%	4.31	Treonina Dig.	%	0.68
Cinzas Total	%	5.84	Triptofano Dig.	%	0.20
Amido	%	43.15	Valina Dig.	%	0.72
Açúcares	%	3.94	Ac. Linoleico C18:2 (w6)	%	1.92
En.Dig. Suínos	Kcal	3349.73	Cálcio (Ca)	%	0.83
En.Met Suínos	Kcal	3203.47	Fósforo (P)	%	0.61
En.Net.Suínos	Kcal	2420.40	Fosf. Dig. Suínos	%	0.32
Lisina	%	115	Sódio (Na) Total	%	0.18
Metionina	%	0.40	Cloro (Cl) Total	%	0.32
Met + Cis	%	0.70	Potássio (K) Total	%	0.72
Treonina	%	0.76	Eq. Electrolítico	meq/	171.73

---

<b>S-801 – Suínos Crescimento, 100-150 dias</b>		
<b>Composição</b>		
<b>Matéria-prima</b>	<b>%</b>	<b>Peso</b>
Milho A64 PB7	40.60	406.00
Trigo A61 PB10.5	15.00	150.00
Cevada A51 PB10 FB5	16.00	160.00
Bagaço Soja PB44	18.00	180.00
Bagaço Girassol PB27 FB27	5.00	50.00
Óleo de Soja	1.50	15.00
Carbonato de Cálcio	1.10	11.00
Fosfato Bicalcico Dihidratado P18/24	1.05	10.50
Sal	0.30	3.00
Bicarbonato de Sódio	0.30	3.00
Lisina – HCL 78%	0.41	4.10
Metionina – DL 99%	0.09	0.90
Treonina – L 98%	0.15	1.50
P-34 CERMIX SUI.CRESCIMENTO 0,5P	0.50	5.00
	100.00	1000.00

---

**S-801 – Suínos Crescimento, 100-145 dias  
Análise**

<b>Nutrientes</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>	<b>Nutrientes</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>
Humidade	%	12.09	Triptofano	%	0.19
Proteína Bruta	%	16.49	Valina	%	0.76
Gordura Bruta	%	3.83	Lisina Dig.	%	1.00
Fibra Bruta	%	4.15	Met Dig.	%	0.33
N.D.F.	%	13.12	Met + Cis Dig.	%	0.60
A.D.F.	%	5.14	Treonina Dig.	%	0.66
Cinzas Total	%	5.51	Triptofano Dig.	%	0.17
Amido	%	43.52	Valina Dig.	%	0.67
Açúcares	%	3.75	Ac. Linoleico C18:2 (w6)	%	2.20
En.Dig. Suínos	Kcal	3336.15	Cálcio (Ca)	%	0.89
En.Met Suínos	Kcal	3211.69	Fósforo (P)	%	0.60
En.Net.Suínos	Kcal	2425.07	Fosf. Dig. Suínos	%	0.31
Lisina	%	1.09	Sódio (Na) Total	%	0.21
Metionina	%	0.36	Cloro (Cl) Total	%	0.32
Met + Cis	%	0.66	Potássio (K) Total	%	0.69
Treonina	%	0.74	Eq. Electrolítico	meq/	174.45

---

**S-815 – Suínos Acabamento, 150 dias-abate  
Composição**

<b>Matéria-prima</b>	<b>%</b>	<b>Peso</b>
Milho A64 PB7	56.60	566.00
Cevada A51 PB10 FB5	15.00	150.00
Bagaço Soja PB44	20.60	206.00
Bagaço Girassol PB27 FB27	4.00	40.00
Óleo de Soja	0.50	5.00
Carbonato de Cálcio	1.10	11.00
Fosfato Bicalcico Dihidratado P18/24	0.90	9.00
Sal	0.30	3.00
Bicarbonato de Sódio	0.25	2.50
Lisina – HCL 78%	0.28	2.80
Metionina – DL 99%	0.07	0.70
Treonina – L 98%	0.10	1.00
P-42 CERMIX SUI.ENGORDA 0,3P	0.30	3.00
	100.00	1000.00

---

**S-815 – Suínos Acabamento, 145 dias-abate  
Análise**

<b>Nutrientes</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>	<b>Nutrientes</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>
Humidade	%	12.69	Triptofano	%	0.19
Proteína Bruta	%	16.05	Lisina Dig.	%	0.90
Gordura Bruta	%	3.36	Met Dig.	%	0.31
Fibra Bruta	%	4.57	Met + Cis Dig.	%	0.57
N.D.F.	%	12.58	Treonina Dig.	%	0.61
A.D.F.	%	5.13	Triptofano Dig.	%	0.17
Cinzas Total	%	5.16	Valina Dig.	%	0.63
Amido	%	44.57	Ac. Linoleico C18:2 (w6)	%	1.90
Açúcares	%	3.51	Cálcio (Ca)	%	0.81
En.Dig. Suínos	Kcal	3302.77	Fósforo (P)	%	0.56
En.Met Suínos	Kcal	3163.16	Fosf. Dig. Suínos	%	0.27
En.Net.Suínos	Kcal	2392.10	Sódio (Na) Total	%	0.20
Lisina	%	1.01	Cloro (Cl) Total	%	0.29
Metionina	%	0.34	Potássio (K) Total	%	0.71
Met + Cis	%	0.64	Eq. Electrolítico	meq/	180.49
Treonina	%	0.70			

### 6.3. Anexo 3

#### Fotografias do ensaio (Fotos próprias, 2014)



a) Exterior da exploração.



b) Interior de um pavilhão do ensaio.



c) Parque de engorda (112 dias).



d) Segunda pesagem (112 dias).



e) Parque de engorda (184 dias).



f) Saída dos animais para o matadouro.