



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

EDILSON DIAS CALDAS

**EFEITO DA DENSIDADE E DO USO DE MATERIAIS DE  
ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE O BEM-ESTAR E  
O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E ECONÔMICO DE  
SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

EDILSON DIAS CALDAS

**EFEITO DA DENSIDADE E DO USO DE MATERIAIS DE  
ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE O BEM-ESTAR E  
O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E ECONÔMICO DE  
SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

Londrina  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Caldas, Edilson Dias .

Efeito da densidade e do uso de materiais de enriquecimento ambiental sobre o bem-estar e o desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação / Edilson Dias Caldas. - Londrina, 2019.  
90 f. : il.

Orientador: Caio Abércio da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, , 2019.

Inclui bibliografia.

1. Comportamento animal - Tese. 2. Carga animal - Tese. I. da Silva, Caio Abércio . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. . III. Título.

EDILSON DIAS CALDAS

**EFEITO DA DENSIDADE E DO USO DE MATERIAIS DE  
ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE O BEM-ESTAR E O  
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E ECONÔMICO DE SUÍNOS EM FASE  
DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Profa. Dra. Carolina Amália de Souza Dantas Muniz  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Edgard Hideaki Hoshi  
Universidade do Norte do Paraná – UNOPAR

Londrina, 29 de março de 2019.

Dedico este trabalho a meus pais, Bertolino (*in memoriam*) e Luzia (*in memoriam*), Que nunca mediram esforços pelo educação de todos os filhos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que é fonte de vida e nos dá energia para seguirmos em frente.

Agradeço a minha esposa Francisca por toda compreensão, companheirismo e auxílio nos momentos em que eu estive dedicado a este projeto.

Agradeço aos meus filhos Matheus e Melissa Caldas que de forma direta ou indireta me deram força para concluir este projeto e sempre foram uma fonte de inspiração.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Caio Abércio da Silva que aceitou me orientar, me ajudou e me proporcionou a oportunidade de cursar o Mestrado em Ciência Animal. Tenho certeza que é um amigo que fiz para a vida.

Agradeço a Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade de cursar o Mestrado em Ciência Animal.

Agradeço aos meus amigos Fabrício Delgado, Guilherme Brandt e BRF S/A que me deu a oportunidade de cursar o mestrado mesmo trabalhando e disponibilizou a estrutura de granja para o meu experimento.

Agradeço aos amigos da unidade da BRF de Videira-SC, Cesar Pasqual, André Michelin e demais colegas que não mediram esforços para que este projeto se realizasse.

Agradeço a toda a equipe da granja experimental CTA em Videira- SC.

Agradeço aos colegas do grupo de pós-graduação, Luciana Foppa, Carlos Pierozan, Jefferson Alves pela ajuda no desenvolvimento deste projeto e pela parceria.

Muito obrigado a todos!

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o Céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe”.

Leonardo da Vinci

CALDAS, Edilson Dias. **Efeito da densidade e do uso de materiais de enriquecimento ambiental sobre o bem-estar e o desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação.** 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

O bem-estar animal (BEA) a cada dia vem se tornando um desafio para os modernos sistemas de produção de suínos. O uso de materiais de enriquecimento ambiental (EA) pode ser uma alternativa viável para reduzir os efeitos danosos da piora de densidade. A alta densidade pode afetar diretamente o desempenho zootécnico e o BEA dos suínos. O objetivo com a condução deste trabalho foi avaliar os efeitos da densidade e do uso de objetos para enriquecimento ambiental sobre o bem-estar e o desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação. Duzentos e quarenta suínos, metade machos imunocastrados e metade fêmeas, com peso inicial de  $22,38 \pm 2,38$  kg e idade média de 65 dias, foram submetidos a duas condições de densidade na baía ( $0,85\text{m}^2/\text{animal}$  e  $1,28\text{m}^2/\text{animal}$ ) com e sem EA durante 117 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 2$  (dois sexos, duas densidades e duas condições de EA), com seis repetições (a baía com cinco animais representou a unidade experimental). Foram avaliados os parâmetros de desempenho, ocorrências de alterações comportamentais, doenças, nível de cortisol salivar e análise econômica das duas densidades avaliadas. Não foram identificadas enfermidades distintas entre os tratamentos. Não houve efeito de interação entre os fatores para todos os parâmetros analisados. Para a densidade houve diferença significativa na fase de engorda compreendida entre 148 a 161 dias de idade para peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA); e na fase final de engorda entre 162 a 182 dias para PF, não houve diferença para consumo diário de ração (CDR). Para o fator EA não houve diferença nas fases e no período total PF (138,38 kg vs 138,81 kg), CA (2,7 vs 2,08), GPD (0,987 kg vs 0,990 kg) e CDR (2,05 kg vs 2,06 kg), e para o fator sexo os machos apresentaram melhor PF (141,59 kg vs 135,6 kg), CA (2,03 vs 2,12) e GPD (1,016 kg vs 0,963 kg). Considerando o período total a maior disponibilidade de espaço melhorou ( $p < 0,05$ ) os resultados de PF (140,56 kg vs 136,63 kg), GPD (1,005 kg vs 0,974 kg) e CA (2,05 vs 2,10). Não houve efeito do enriquecimento ambiental, densidade e da interação ( $P > 0,05$ ) na frequência comportamental. Foi observado uma interação significativa entre a presença de enriquecimento ambiental e o dia de observação ( $P < 0,05$ ) sobre a incidência de comportamentos agressivos. A análise econômica dos procedimentos apontou um melhor custo para a densidade baixa (custo por quilograma produzido R\$ 2,025 vs R\$ 2,044; índice de custo 100,00 vs 100,97 e índice de eficiência econômica 100,00 vs 99,04). Conclui-se que não houve efeito das interações entre ambientes enriquecidos, diferentes densidades e sexo, para os parâmetros zootécnicos, nível de cortisol salivar e frequência comportamental, porém observou-se diferenças entre os fatores isoladamente. Maior disponibilidade de espaço melhorou os resultados de PF, GPD, CA e apresentou melhores índices de eficiência econômica e de custo. O uso de EA nos primeiros dias de alojamento pode reduzir as interações negativas.

**Palavras-chave:** Comportamento animal. Ambientes pobres. Carga animal.

CALDAS, Edilson Dias. **Effect of stocking density and environmental enrichment objects on welfare and performance of pigs in the growing and finishing phases.** 2019. 90 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

Animal welfare (AW) is becoming a challenge for modern day pig production systems. The use of environmental enrichment (EE) materials may be a viable alternative to reduce the damaging effects of density worsening. High density can directly affect the herd performance and BEA of pigs. This study aimed to evaluate the effects of density and the use of EE objects on the welfare, performance and economic parameters of pigs in the growth and finishing phases. Two hundred and forty pigs, half immunocastrated males and half females, with initial weight of  $22.38 \pm 2.38$  kg and mean age of 65 days, were submitted to two density conditions in the bay ( $0.85\text{m}^2$  / animal and  $1.28\text{m}^2$  / animal ) with and without EE objects for 117 days. The experimental design was randomized blocks, in a  $2 \times 2 \times 2$  factorial scheme (two sexes, two densities and two EE conditions), with six replicates (the pen with five animals represented the experimental unit). Performance parameters, occurrences of behavioral changes, diseases, salivary cortisol level and economic analysis of the two densities evaluated were evaluated. No diseases were identified among the treatments. There was no interaction effect among the factors for all analyzed parameters. For density, there was a significant difference in the fattening phase from 148 to 161 days of age for final weight (FW), average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR); and in the final fattening phase between 162 and 182 days for FW, there was no difference for average daily feed intake (ADFI). For the EE factor there was no difference in the phases and in the total period FW (138.38 kg vs 138.81 kg), FCR (2.7 vs 2.08), ADG (0.987 kg vs 0.990 kg) and ADFI (2, 05 kg vs 2.06 kg), and for the sex factor the males had better FW (141.59 kg vs 135.6 kg), FCR (2.03 vs 2.12) and ADG (1.016 kg vs 0.963 kg). Considering the total period, the greater availability of space improved ( $P < 0.05$ ) the results of FW (140.56 kg vs 136.63 kg), ADG (1.005 kg vs 0.974 kg) and FCR (2.05 vs 2.10). There was no effect of EE, density and their interaction ( $P > 0.05$ ) on behavioral frequency. A significant interaction between the presence of EE and the day of observation ( $P < 0.05$ ) on the incidence of aggressive behaviors was observed. The economic analysis of the procedures indicated a better cost for the low density (cost per kilogram produced R\$ 2.025 vs R\$ 2.044, cost index 100.00 vs 100.97 and economic efficiency index 100.00 vs 99.04). In conclusion, there was no interaction effect between enriched environments, different densities and sex, for performance, salivary cortisol level and behavioral frequency, but differences between factors were observed separately. Greater availability of space improved the results of FW, ADG, FCR and presented better rates of economic efficiency and cost. The use of EE in the first days of accommodation can reduce negative interactions.

**Key words:** Animal behavior. Barren environments. Space allowance.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> – Objetos de enriquecimento ambiental ofertados para suínos em fases de crescimento e terminação .....	60
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1</b> –	Produção mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.....	17
<b>Gráfico 2.2</b> –	Importação mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.....	17
<b>Gráfico 2.3</b> –	Exportação mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.....	17
<b>Gráfico 2.4</b> –	Consumo mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.....	18
<b>Gráfico 2.5</b> –	Produção nacional de carne suína em percentagem por estado no ano de 2017 .....	19
<b>Gráfico 2.6</b> –	Exportação nacional de carne suína em percentagem por estado no ano de 2017 .....	19

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 2.1</b> -	Propriedades dos materiais de enriquecimento para suínos .....	26
<b>Quadro 2.2</b> -	Categorias de materiais de enriquecimento ambiental conforme suas características .....	26
<b>Quadro 2.3</b> -	Requerimento de espaço .....	38
<b>Quadro 2.4</b> -	Densidade recomendado pela União Europeia conforme peso animal .....	39

## LISTA DE QUADROS - ARTIGO

<b>Tabela 2.1 -</b>	Objetos de enriquecimento ambiental utilizados em granjas comerciais brasileiras .....	29
<b>Tabela 2.2 -</b>	Valores médios de cortisol salivar (ng/mL) de acordo com a idade de suínos .....	35
<b>Tabela 2.3 -</b>	Impacto da densidade e da temperatura no desempenho de suínos .....	41
<b>Tabela 3.1 -</b>	Composição percentual e de nutrientes calculados das rações .....	59
<b>Tabela 3.2 -</b>	Etograma para avaliação de comportamento de suínos mediante presença de objetos de enriquecimento ambiental .....	63
<b>Tabela 3.3 -</b>	Índices zootécnicos de suínos por fase de crescimento e período total, em diferentes densidades, com ou sem uso de enriquecimento ambiental e por sexo.....	74
<b>Tabela 3.4 -</b>	Cortisol salivar de suínos em diferentes densidades, com ou sem uso de enriquecimento ambiental e por sexo .....	76
<b>Tabela 3.5 -</b>	Efeitos da densidade (DEN) e enriquecimento ambiental (EA) sobre a frequência comportamental (%) de suínos em fase de crescimento e terminação .....	76
<b>Tabela 3.6 -</b>	Incidência de comportamentos agressivos (%) em suínos ao longo do período de observação .....	77
<b>Tabela 3.7 -</b>	Custo médio (R\$) por quilograma produzido, índice de custo e índice de eficiência econômica nas diferentes densidades no período de depreciação das instalações na simulação de alojamento de uma granja de 1000 animais .....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCS	Associação Brasileira de Criadores de Suínos
ADFI	Average Daily Feed Intake
ADG	Average Daily Gain
CA	Conversão Alimentar
CDR	Consumo Diário de Ração
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CTei	Custo do tratamento i considerado
DEFRA	Department for Food and Rural Affairs in England
DP	Dias de Propriedade
EA	Enriquecimento Ambiental
EE	Environmental Enrichment
EFSA	European Food Safety Authority
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EU	União Europeia
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FAWAC	Farm Animal Welfare Advisor Committes
FAWC	Farm Animal Welfare Council
FCR	Feed Conversion Rate
FW	Final Weight
GPD	Ganho de Peso Diário
GPP	Ganho de Peso na Propriedade
HPA	Hipotálamo Pituitária Adrenal
IC	Índice de Custo
IEE	Índice de Eficiência Econômica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCEi	Menor custo por quilograma ganho
NLA	Número de Lotes no Ano
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal
PF	Peso Final
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Policlotero de Vinil
USDA	United States Department of Agriculture

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1	PANORAMA DA SUINOCULTURA .....	16
2.1.1	Panorama Mundial.....	16
2.1.2	Panorama Brasileiro .....	18
2.2	BEM-ESTAR ANIMAL .....	20
2.2.1	Conceitos .....	20
2.2.2	Bem-estar Animal e Produtividade.....	22
2.2.3	Indicadores de Bem-estar Animal .....	23
2.3	ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL.....	24
2.3.1	Definições e Utilização de Enriquecimento Ambiental.....	24
2.3.2	Legislações e Tipos de Enriquecimento Ambiental .....	24
2.3.3	Uso de Enriquecimento Ambiental no Brasil .....	27
2.3.4	Desafios para o uso de Enriquecimento Ambiental .....	29
2.3.5	Resultados do Uso de Enriquecimento Ambiental .....	30
2.4	ESTRESSE E CORTISOL.....	32
2.5	COMPORTEAMENTO ANIMAL .....	35
2.6	DENSIDADE ANIMAL .....	37
2.6.1	Definição de Densidade Animal.....	37
2.6.2	Requerimento de Espaço por Animal .....	38
2.6.3	O Impacto da Densidade no Desempenho, Comportamento e Bem-estar Animal .....	40
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43
<b>3</b>	<b>ARTIGO A</b> .....	53
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	83
	<b>APÊNDICES</b> .....	85
	<b>APÊNDICE A</b> - Distribuição dos suínos por baía.....	86
	<b>APÊNDICE B</b> - Escore de lesões: cauda, orelha e corpo.....	87
	<b>ANEXOS</b> .....	88
	<b>ANEXO A</b> - Redução do tamanho das baias .....	89

## 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade dinâmica, novas tecnologias e ferramentas de gestão surgem constantemente e em intervalos de tempo cada vez menores. Por outro lado, as crescentes exigências dos consumidores com o bem-estar animal e a sustentabilidade, tem se tornado o grande desafio dos suinocultores. Percebe-se uma tendência da sociedade brasileira e dos mercados importadores de produtos de origem animal em demandar dos governos padrões mínimos de bem-estar animal nas cadeias produtivas (EMBRAPA, 2018c).

Ludtke, Calvo e Bueno (2014) também acreditam que é crescente a preocupação dos consumidores com a maneira como os animais são criados, transportados e abatidos, pressionando as agroindústrias ao desafio de um novo paradigma: tratar os animais com cuidado, respeitando a capacidade que detém de sentir (senciência), melhorando assim, não só a qualidade tecnológica (aparência, composição nutricional, palatabilidade, rendimento, segurança alimentar) dos produtos de origem animal, mas também a qualidade ética que se refere ao modo como estes são criados desde o nascimento até o abate. A qualidade ética inclui todos os aspectos planejados e implementados de produção, transporte e abate dos animais para melhoria dos processos de manejo.

De acordo com Foppa *et al.* (2014), nos últimos anos, o bem-estar animal vem se tornando um dos maiores desafios para os modernos sistemas de produção. A pressão da sociedade e do mercado internacional para que os sistemas de produção respeitem o bem-estar animal, aumentam a necessidade de pesquisas que possam gerar conhecimentos sobre possíveis formas de se produzir suínos, garantindo a lucratividade do sistema em combinação com a manutenção da qualidade de vida dos animais.

O bem-estar animal já vem sendo discutido no mundo, sendo exigido e contemplado há mais tempo. A comunidade europeia dispõe de legislação ampla e detalhada sobre o tema (CNA, 2016). O bem-estar ganhou espaço como conceito na produção de alimentos de qualidade, gerando mudanças nos sistemas de criação, sendo um requisito importantíssimo, reconhecido internacionalmente por governos, sociedade e estudiosos (LUDTKE *et al.*, 2010).

O Brasil, respondendo às iniciativas de outros países, negociou protocolos de intenções com a Comissão Europeia e realizou acordos internos com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS) para fomentar a transição da retirada das gaiolas para porcas em fase de

gestação, um dos requisitos mais apelativo para atender o bem-estar animal (GALVANI, 2014; MACHADO, 2016). Mais recentemente o MAPA em parceria com a EMBRAPA e outras instituições vem desenvolvendo cartilhas, comunicados e folders sobre boas práticas de manejo nas diversas áreas da suinocultura tais como: gestação coletiva, maternidade, embarque e transporte de animais.

No mês de dezembro de 2018 foi apresentado a minuta final da instrução normativa que vai estabelecer as boas práticas de manejo nas granjas comerciais, com o objetivo de disciplinar o uso racional da fauna para um sistema de produção sustentável, preservando a saúde e bem-estar únicos. A instrução normativa aborda todos os temas relacionados ao bem-estar animal desde: indicadores, forma de alojamento, instalações, equipamentos, relação humano-animal, procedimentos dolorosos, manejo nutricional, enriquecimento ambiental, saúde do rebanho, biossegurança, melhoramento genético, eutanásia, plano de contingência e treinamento dos profissionais que trabalham na atividade (BRASIL, 2019).

Como prova da crescente preocupação da sociedade com o bem-estar dos animais de produção, grandes empresas alimentícias como McDonald's, Burger King, entre outras, já vêm procurando se adequar às restrições quanto ao uso de gaiolas de parição e gestação, começando a exigir de seus fornecedores o cumprimento dos requisitos de bem-estar. No Brasil a BRF S/A, que é a maior produtora de carne suína, seguindo a mesma tendência mundial, e de forma pioneira no país, já anunciou a eliminação de gaiolas de gestação até 2026 (MACHADO, 2016).

Diante do contexto apresentado, destacando-se as exigências do bem-estar animal no atual sistema de produção, objetivou-se com este trabalho aprofundar o conhecimento dos efeitos da densidade e do uso de objetos para enriquecimento ambiental sobre o bem-estar e o desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

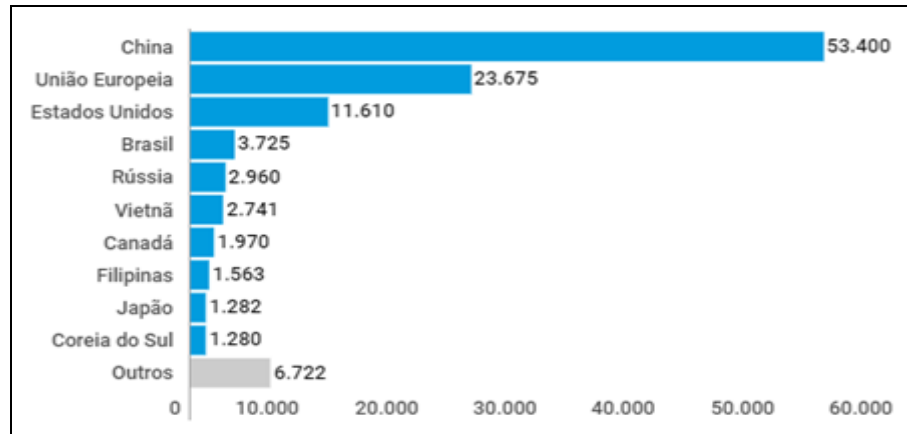
### 2.1 PANORAMA DA SUINOCULTURA

#### 2.1.1 Panorama Mundial

Para o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (UNITED STATES, 2018), apesar de toda a problemática vivida pela China devido a Peste Suína Africana, a produção mundial de carne suína deve aumentar 1% em 2019, chegando 114,6 milhões de toneladas. Os países membros da União Europeia devem permanecer como os maiores exportadores e as exportações devem aumentar cerca de 3% devida a forte demanda na Ásia e América Latina.

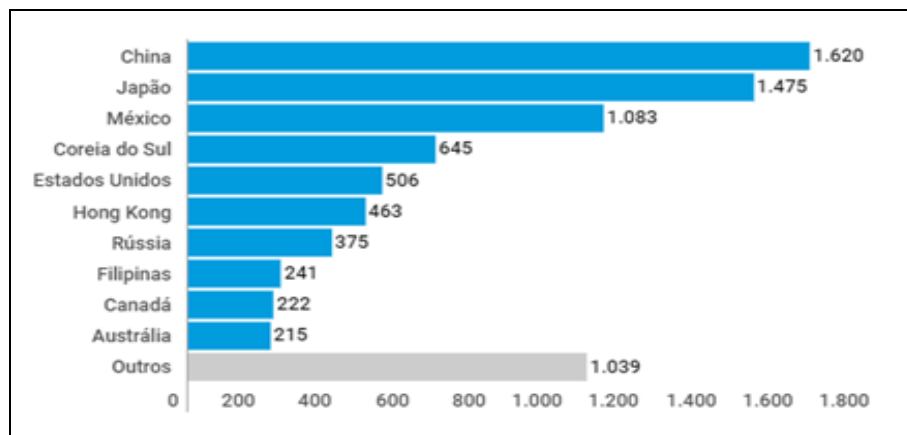
A produção de carne suína ainda é muito concentrada, sendo que os quatro maiores produtores, (China, União Europeia, Estados Unidos e Brasil) são responsáveis por 83,3% da produção mundial. A China é o maior produtor e maior importador de carne suína mundial, produzindo 53,4 milhões de toneladas, o que representa 48,1% da produção mundial, e importando 1,62 milhões de toneladas em 2017, o que representa 20,5% das importações mundiais (Gráfico 2.1 e 2.2). Quanto as exportações, o grupo de países que compõe a União Europeia são os maiores exportadores de carne suína com 2,8 milhões de toneladas exportadas em 2017, o que representa quase 35% do volume das exportações mundiais. A União Europeia é seguida de perto pelos Estados Unidos, segundo maior exportador, com um volume de 2,5 milhões de toneladas em 2017, representado pouco mais de 31% do volume das exportações mundiais (Gráfico 2.3). Como pode ser observado no gráfico 2.4, com relação ao consumo a China, União Europeia e Estados Unidos são, respectivamente, os maiores consumidores (EMBRAPA, 2018b).

**Gráfico 2.1** – Produção mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.



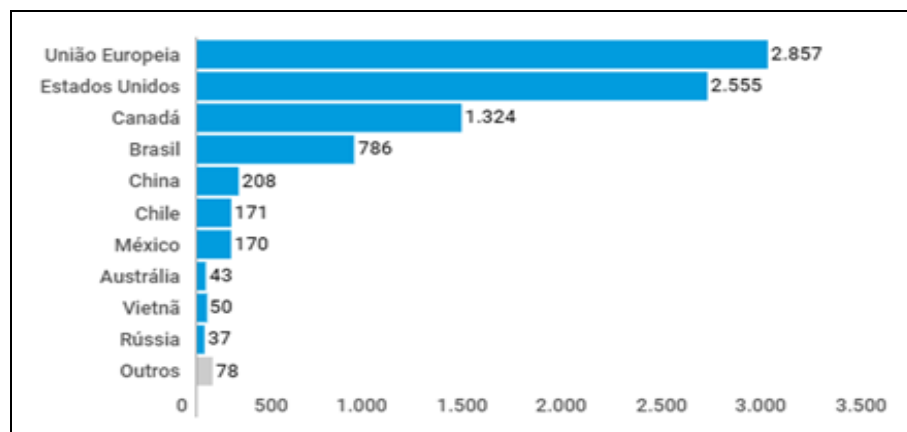
Fonte: United States (2018).

**Gráfico 2.2** – Importação mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.



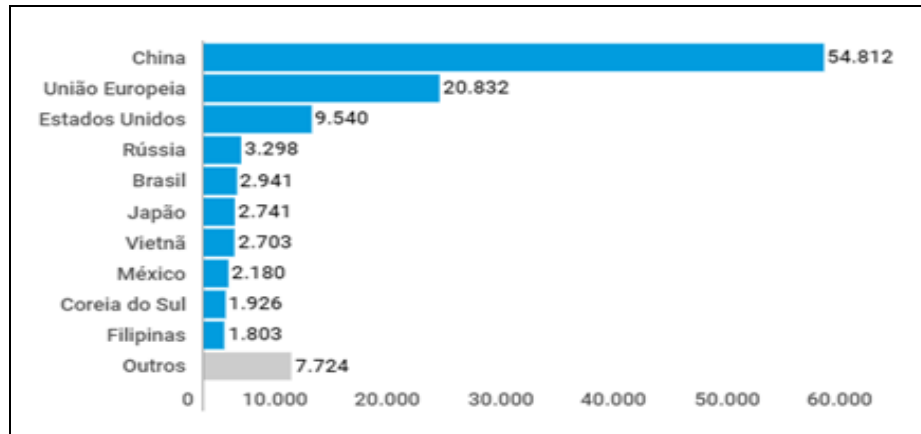
Fonte: United States (2018).

**Gráfico 2.3** – Exportação mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.



Fonte: United States (2018).

**Gráfico 2.4** – Consumo mundial de carne suína em mil toneladas no ano de 2017.



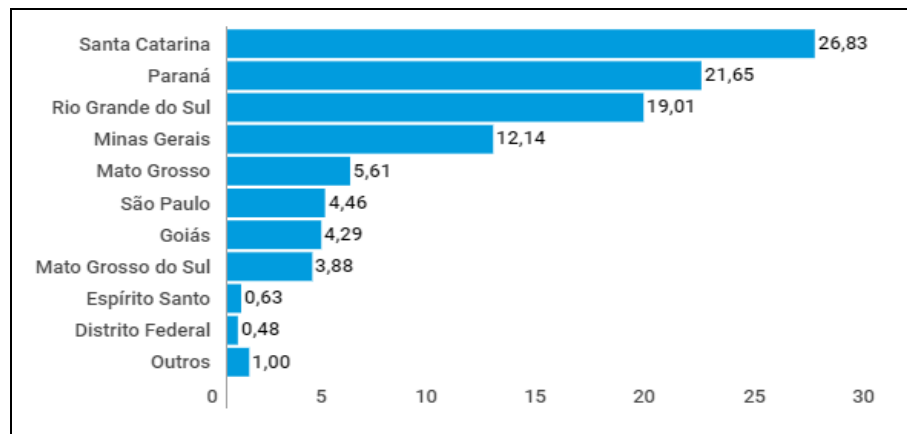
Fonte: United States (2018).

### 2.1.2 Panorama Brasileiro

A suinocultura brasileira vem apresentando um vigoroso crescimento nas últimas décadas, fruto dos investimentos em ampliações e da evolução significativa em produtividade. Houve um crescimento de 27,5% na produção brasileira saltando de 2,94 para 3,75 milhões de toneladas entre os anos de 2006 a 2017 (ABPA, 2018). O Brasil é o 4º maior produtor e exportador de carne suína e, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a suinocultura brasileira deve crescer, nos próximos 10 anos, em torno de 21%, tanto em produção como no consumo interno e ainda nas exportações (CNA, 2016). O Brasil vem tentando expandir seu consumo interno por meio de fortes campanhas de marketing, informando sobre a qualidade e as vantagens da carne suína, consolidando, mesmo que sob valores ainda baixos, o aumento deste consumo.

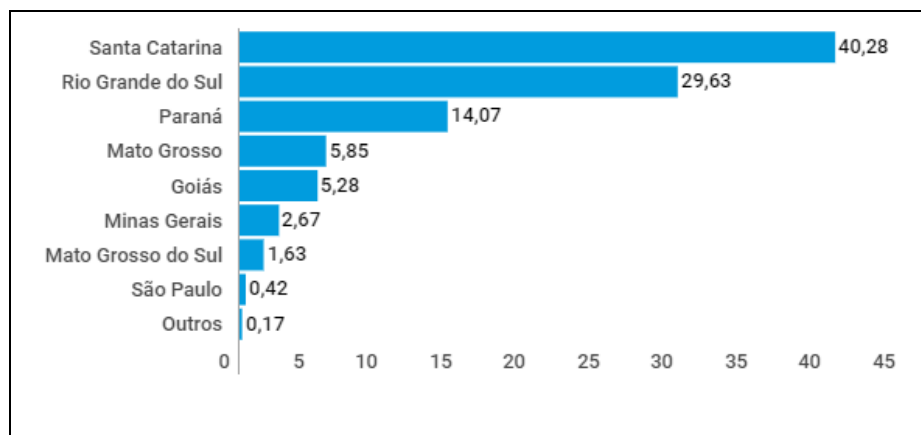
O plantel reprodutivo do Brasil é de mais de 1,7 milhões de matrizes e o país produziu cerca de 39 milhões de terminados para abate no ano de 2015. A produção nacional é mais concentrada nos estados da região sul, sendo que os estados com maior produção são: Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, e Mato Grosso, respectivamente, concentrando cerca de 85,3% da produção nacional (Gráfico 2.5). Como podemos ver no gráfico 2.6, da mesma forma as exportações também estão concentradas nos Estados da região sul, sendo Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul os maiores exportadores, respectivamente, e respondendo por quase 84% das exportações nacionais (EMBRAPA, 2018a).

**Gráfico 2.5** – Produção nacional de carne suína em porcentagem por estado no ano de 2017.



Fonte: MAPA/ Agrostat (BRASIL, 2019).

**Gráfico 2.6** – Exportação nacional de carne suína em porcentagem por estado no ano de 2017.



Fonte: MAPA/ Agrostat (BRASIL, 2019).

O produto interno bruto (PIB) da suinocultura no Brasil somou R\$ 62,58 bilhões, ou US\$ 18,74 bilhões, considerando o câmbio de R\$ 3,33 do Banco Central no fechamento do ano de 2015, e toda a movimentação da suinocultura atingiu R\$ 147,88 bilhões ou US\$ 44,89 bilhões. O segmento empregou diretamente cerca de 126 mil pessoas com massa salarial de R\$ 3,34 milhões (US\$ 1 milhão), com estimativas de que para cada emprego direto foi gerado cerca de 7 empregos indiretos, totalizando 923.394 empregos indiretos formalizados (ABCS, 2016).

## 2.2 BEM-ESTAR ANIMAL

### 2.2.1 Conceitos

Considerado um marco no questionamento às práticas de produção animal, o livro da jornalista inglesa Ruth Harrison, em 1964, titulado *Animal Machines*, foi a primeira iniciativa que culminou na criação em 1965 de uma comissão de especialistas lideradas pelo professor Francis William Rogers Brambell, denominada Comitê Brambell (MACHADO FILHO; HOTZEL, 2000). O Comitê Brambell em 1965 desenvolveu conceitos de liberdades para auxiliar na avaliação do bem-estar dos animais, sendo algumas consideradas liberdades mínimas como levantar-se, virar-se, possibilidades de esticar os membros e deitar-se. Esses conceitos e normas foram posteriormente sendo aprimorados pela Farm Animal Welfare Advisor Committes (FAWAC), ainda pela Farm Animal Welfare Council (FAWC), também pela Department for Food and Rural Affairs in England (DEFRA), seguido pelo Tratado de Amsterdam e Tratado de Lisboa, Iniciativas da União Européia e da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e finalmente pela Welfare Quality®.

O termo bem-estar animal é subjetivo, influenciado pelas visões de culturas diferentes que compõem a sociedade. Por este motivo, existe um grande debate na comunidade científica sobre o conceito de bem-estar e, principalmente, sobre sua aplicabilidade aos contextos científicos e produtivos (CAMPOS, 2009). Duncan e Fraser (1997) propuseram uma classificação conceitual do bem-estar animal com base em três linhas de pensamento que abrangem a maioria das definições: as definições que tratam do bem-estar com base nas emoções dos animais, as definições que consideram o bem-estar com base no funcionamento biológico do organismo animal e as definições que têm como princípio o comportamento natural dos animais.

Nas definições baseadas nas emoções o bem-estar é reduzido quando os animais convivem com estados de emoções negativas como a dor, o medo, a frustração, a fome e a sede; e aumentado quando o estado das emoções é positivo, como no conforto, no contentamento e no prazer de certos tipos de interação social (DUNCAN; FRASER, 1997). Uma das dificuldades desta escola é o estudo de forma direta das emoções dos animais, pois nesta linha corre-se o risco de seguir o caminho do antropomorfismo, atribuindo aos animais, de forma direta, as mesmas emoções das pessoas (GALINDO; MANTECA, 2014).

Nas definições baseadas no funcionamento biológico, o bem-estar será considerado reduzido quando os animais passarem por lesões, má nutrição ou estiverem doentes. Ao passo que os animais estarão em bem-estar quando apresentarem altos níveis de crescimento, reprodução, funcionamento adequado dos processos fisiológicos e comportamentais, e através das altas taxas de longevidade e aptidão física (DUNCAN; FRASER, 1997). Para Dias, Silva e Manteca (2014) esta escola se baseia no fato de que o bem-estar está intimamente ligado à ausência de uma resposta fisiológica ao estresse, ou pelo menos uma ampla resposta, estando a resposta ao estresse associada à ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal.

As definições baseadas no comportamento natural consideram que, para promover o bem-estar, os animais devem estar em um ambiente que permita o comportamento natural da espécie. Normalmente é comparado o comportamento dos animais na natureza com o comportamento em cativeiro (DUNCAN; FRASER, 1997). Sobre o ponto de vista científico, esta definição enfrenta dificuldades conceituais, que são: não existem razões para supor que as condições naturais são sempre boas sob o ponto de vista de bem-estar animal e é possível que a domesticação possa ter alterado alguns aspectos da biologia animal (GALINDO; MANTECA, 2014).

Existe um crescente consenso de que as definições devem envolver as três dimensões: estado emocional, funcionamento biológico e habilidade de mostrar o comportamento natural da espécie (MANTECA; VELARDES; JONES, 2009). Ou seja, as definições, apesar de diferentes, são complementares (MANTECA; GASA, 2008).

O conceito de bem-estar mais aceito foi proposto por Broom (1986), em que se define o bem-estar como o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao ambiente. Molento (2005) explica que uma forma de colocar em prática o conceito de Broom (1986) é focar o grau de dificuldade que um animal demonstra na sua interação com o ambiente. Dessa forma, as ferramentas das quais o animal dispõe para contornar inadequações ou limitações presentes em seu meio ambiente são utilizadas mais intensamente à medida que aumenta o grau de dificuldade encontrado. Broom (1986) propôs ainda uma escala do bem-estar com extremos que variam de bom a muito ruim, na qual se o animal for bem-sucedido na tentativa de adaptação ao ambiente em que vive seu bem-estar é considerado bom, já ao contrário, se não obtiver sucesso nos desafios impostos, o bem-estar desse animal é considerado ruim ou pobre. As ferramentas para enfrentar as dificuldades têm, na sua grande maioria, um caráter fisiológico ou comportamental (BROOM; MOLENTO, 2004).

Segundo a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2009), o conceito de bem-estar deve se referir ao próprio animal e considera que o bem-estar animal significa a forma como esse animal está lidando com o seu entorno. Um animal está em boas condições de bem-estar se estiver saudável, confortável, bem alimentado, seguro, em condições de expressar seu comportamento natural e se não estiver sofrendo dores, medo ou angústia. As boas condições de bem-estar exigem prevenção de doenças, administração e tratamento veterinário adequados, abrigo, alimentação, manejo e abate humanitário.

### 2.2.2 Bem-estar Animal e Produtividade

O grau ideal de bem-estar de animais de produção para diferentes sociedades pode variar dependendo do quanto se aceita de prejuízos ao bem-estar em prol da produtividade (MCINERNEY, 2004). Em geral, os avanços em termos de bem-estar na produção animal foram consequência de alterações legais que responderam às demandas na sociedade. O mercado interno europeu tem uma declarada preferência por padrões aumentados de bem-estar dos animais de produção e, conseqüentemente, a legislação desta comunidade é a mais avançada em termos de bem-estar, reconhecendo mais os animais como seres sencientes que merecem proteção. Os regulamentos europeus têm amplo alcance e são obrigatórios em todos os países membros.

A produtividade nem sempre é indicador de bem-estar animal, mas alguns parâmetros como diminuição das taxas de mortalidade e percentual de animais acometidos por lesões e patologias podem indiretamente indicar melhorias em termos de bem-estar. Por outro lado, quando são considerados plantéis com alto desempenho zootécnico, esta equação se apresenta mais complexa (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). No entanto, a produtividade não pode ser dissociada da oferta de uma condição de alto grau de bem-estar aos animais. Nesse contexto, muitas das melhorias impostas pelas regulamentações atuais não necessariamente estão alinhadas com respostas à produtividade dos animais. No entanto, não há como negar que o bem-estar animal ganhou espaço como um conceito importante na produção de alimentos, gerando mudanças nos sistemas de criação, sendo requisito internacionalmente reconhecido por governos, sociedade e estudiosos (LUDTKE *et al.*, 2010).

### 2.2.3 Indicadores de Bem-estar Animal

Broom e Johnson (1993) destacam três ideias relativas ao bem-estar dos animais: bem-estar é uma característica do animal, não é algo que pode ser fornecido a ele. A ação humana pode alterar com o objetivo de melhorar o bem-estar animal, mas não se refere como bem-estar o ato de proporcionar um recurso ou condição. O bem-estar pode variar entre “muito ruim e muito bom”. Não se pode simplesmente pensar em preservar e garantir o bem-estar, mas sim em melhorá-lo ou assegurar que ele é bom, e, finalmente, que o bem-estar pode ser medido cientificamente, independentemente de considerações morais. A sua medida e interpretação devem ser objetivas.

Para Ludtke, Calvoe e Bueno (2014), os aspectos relacionados ao bem-estar animal podem ser mensurados através de indicadores, que de maneira geral podem ser baseados nos animais e no ambiente. Normalmente os indicadores baseados nos animais estão agrupados em quatro grupos: indicadores fisiológicos, indicadores de comportamento, indicadores de saúde dos animais e indicadores ligados à produção.

Os indicadores de bem-estar foram aprimorados em função dos questionamentos, considerando que individualmente alguns parâmetros não eram suficientes para explicar todas as dimensões do bem-estar. Medidas baseadas no ambiente não são avaliações de bem-estar em si, mas identificam as causas dos prejuízos ao bem-estar. Os protocolos desenvolvidos pela Welfare Quality® valorizam, principalmente, as medidas baseadas no animal em detrimento às medidas relacionadas aos recursos ou manejo (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

As observações baseadas no animal fornecem informações mais diretas sobre como os animais estão se adaptando ao ambiente em que vivem e estimam o status real de bem-estar dos animais e envolve aspectos fisiológicos e comportamentais (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Dentre os sinais fisiológicos, um dos mais importantes são as alterações no eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA), pois este é responsável por importantes respostas a estímulos estressantes.

## 2.3 ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

### 2.3.1 Definições e Utilização de Enriquecimento Ambiental

Nos sistemas de criação intensiva normalmente os suínos são alojados em baias com piso de concreto compacto ou ripado e sem substratos, impedindo que os animais exerçam o ato de fuçar. Estas situações são consideradas entediantes pela pobre oferta de estímulos, sendo que estes ambientes frustram a expressão do comportamento natural dos suínos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Sabendo-se que os suínos apresentam natureza investigatória, pesquisas indicam que o estudo do ambiente e de materiais adicionais nas baias podem ajudar a compreender melhor os problemas de comportamento dos suínos. Ambientes pobres ou estéreis podem desencadear comportamentos anômalos e estereotipados nos animais.

Estereotipias podem ser definidas como comportamentos repetitivos sem função aparente como tentativas de adaptar-se ao ambiente (FRASER; BROOM; 1990; LUDTKE; CALVOE; BUENO, 2014). O estudo científico do enriquecimento ambiental teve início na década de 1960 (WEERD; DAY, 2009). Porém, somente mais recentemente este tema foi aplicado para animais de produção (CAMPOS *et al.*, 2010; ICKES *et al.*, 2000; WEERD *et al.*, 2003). O termo enriquecimento ambiental implica melhorias, sejam elas físicas, sociais, alimentares entre outras, aplicadas como forma de alterar de modo favorável o ambiente. E, assim como o bem-estar animal, o enriquecimento ambiental não possui um conceito ou definição exata (NEWBERRY, 1995).

Studnitz, Jensen e Pedersen (2007) destacam que para a correta utilização de materiais de enriquecimento, deve-se ter conhecimentos mínimos sobre o comportamento específico da espécie. Suínos são animais onívoros e, sob condições naturais, passam muito tempo explorando o ambiente à procura de alimento. Os suínos são animais de elevada curiosidade e de um vasto repertório comportamental, desenvolvendo ações de olhar, cheirar, lambe, fuçar e mastigar objetos (MAIA *et al.*, 2013).

### 2.3.2 Legislações e Tipos de Enriquecimento Ambiental

A União Europeia possui legislação específica (Diretiva 2008/120/CE) que normatiza o uso de materiais de enriquecimento ambiental para suínos, determinando que

estes deverão ter acesso permanente a uma quantidade suficiente de materiais que permitam adequadas atividades de investigação e manipulação, como palha, feno, madeira, serragem, compostos de champignon, turfa ou uma mescla destes materiais, desde que não comprometa a saúde dos animais (BRACKE *et al.*, 2006; UNIÃO EUROPEIA, 2009). Mesmo ainda não havendo um padrão bem definido de utilização, existe a preocupação que se caso os materiais ofertados não sejam adequados às necessidades comportamentais dos suínos, estes podem ficar ainda mais estressados e frustrados, não cumprindo, o enriquecimento, o propósito de sua utilização (Quadro 2.1).

**Quadro 2.1** - Propriedades dos materiais de enriquecimento para suínos.

Propriedade	Considerações
<i>Quais características devem possuir?</i>	
Ser seguros	Em hipótese alguma, o enriquecimento deve comprometer a saúde dos animais
Ser comestíveis	Potencial de serem comidos ou cheirados e/ou apresentar odor e sabor apetecíveis e, de preferência, que possuam benefícios nutricionais/digestivos
Ser mastigáveis	Potencial de serem mordidos. Ex: madeiras verdes ou cordas de fibras naturais
Ser investigáveis	Potencial de serem escavados com o focinho. Ex: serragem ou turfa
Ser manipuláveis	Potencial de modificar seu lugar, aspecto e estrutura. Ex: composto de cogumelo
<i>Como devem ser fornecidos?</i>	
A fim de provocar um interesse sustentável	É necessário substituir/renovar regularmente os materiais ao longo do tempo para manter o “valor novidade”. Deve-se privilegiar o fornecimento de pequenas quantidades em detrimento a grandes quantidades de uma só vez
Com possibilidade de ser manipulado oralmente	Todos os suínos devem poder manipular o material. Quanto mais próximos ao solo os materiais forem colocados, melhor (desde que permaneçam limpos)
Em quantidade suficiente	Quantidades insuficientes de enriquecimento de boa qualidade geram competição, o que pode desencadear agressões
Limpos	Os materiais ofertados podem sujar-se muito quando fornecidos diretamente sobre o piso. Os suínos perdem o interesse em materiais sujos com excrementos

**Fonte:** Elaborado a partir de informações de Comissão Europeia (2016a).

A União Europeia classifica os diferentes tipos de enriquecimento ambiental em três categorias de acordo com a sua competência (Quadro 2.2):

**Quadro 2.2** - Categorias de materiais de enriquecimento ambiental conforme suas características.

Classificação	Descrição	Exemplos
Ótimos	Possuem todas as características desejáveis. Podem ser utilizados sozinhos	Feno, palha e silagem disponibilizados à vontade
Sub-ótimos	Contemplam a maioria, mas não todas as características desejáveis. Devem ser utilizados em combinação com outros materiais	Casca de arroz, areia, cordas
Interesse marginal	Proporcionam distração aos animais, entretanto não satisfazem todos os requisitos essenciais. Devem ser fornecidos junto com materiais ótimos e sub-ótimos	Correntes metálicas, brinquedos de plástico

**Fonte:** Elaborado a partir de informações de Comissão Europeia (2016a).

No entanto, para Dias, Silva e Manteca (2014), a normativa não especifica a quantidade de materiais a ser fornecido, o que pode gerar muitas interpretações em relação a quantidade suficiente. Desta forma, a quantidade de material fornecido pode ser diferente entre as unidades, sendo que em alguns casos podem não atender as condições de bem-estar que se está buscando. Um outro problema ocorre quando os substratos listados não podem ser encontrados e substratos alternativos necessitam ser empregados, gerando um debate sobre quais objetos podem ser utilizados (WEERD; DAY, 2009). Ainda uma outra dúvida sobre esta normativa é se materiais como correntes de metal, cordas, brinquedos de borracha, bolas de plástico duro são materiais suficientemente capazes de permitir a expressão do comportamento natural dos suínos (BRACKE et al., 2006).

Conforme citado anteriormente no Brasil, a legislação sobre o bem-estar dos animais é ainda abstrata e pouco aplicável (PERINI, 2017). Desta forma, na ausência de regulamentações federais, como no caso do Brasil (VON KEYSERLINGK; HÖTZEL, 2015; PIEROZAN; DIAS; SILVA, 2017a), normalmente, os produtores irão optar por enriquecimentos mais econômicos e práticos, como objetos duráveis (HORBACK; PIERDON; PARSONS, 2016).

### 2.3.3 Uso de Enriquecimento Ambiental no Brasil

Em um estudo conduzido por Foppa *et al.* (2018a), realizado entre março e maio de 2018, sobre o conhecimento, percepção e utilização de materiais de enriquecimento ambiental em granjas comerciais brasileiras por produtores/colaboradores, estes concluíram que muitas granjas brasileiras já utilizam o enriquecimento ambiental como ferramenta para promover o bem-estar de suínos, mesmo diante do pouco conhecimento que detém sobre este conceito. Sendo que de forma geral, os produtores/colaboradores apresentam uma visão otimista sobre a aplicação desta ferramenta. Foram entrevistadas 1.324 pessoas, proprietários (75,1%) ou colaboradores (24,9%) das granjas, que forneceram dados de 1.340 explorações.

Do total de entrevistados, 51,7% afirmaram saber o que é enriquecimento ambiental e 48,3% não sabiam do que se tratava o termo. Grande parte das granjas (89,1%) já faz uso de algum material de enriquecimento ambiental, mesmo que os proprietários/colaboradores não saibam os preceitos científicos do tema, ou seja, a utilização desta ferramenta já é uma realidade brasileira. Além disso, foi possível perceber que, salvo algumas exceções, muitos

produtores mostraram-se interessados em receber mais conhecimentos e orientações sobre o assunto (97,8%) e apresentam uma visão otimista (92,4%) sobre a utilização desta metodologia, assinalando que acreditam que o enriquecimento propicia algum benefício aos animais ou aos manejos empregados na granja (FOPPA et al., 2018a).

Ainda que grande parte das granjas entrevistadas já utilizem algum tipo de enriquecimento, deve ser levado em consideração que muitas delas podem empregar essa ferramenta somente em algumas baias. Pierozan, Dias e Silva, (2017b) realizaram um estudo em 46 granjas de crescimento e terminação de suínos brasileiras e identificaram que, embora 70% das granjas avaliadas dispusesse de enriquecimento, apenas 13% do total de baias dessas granjas continham algum tipo de enriquecimento.

Os motivos apontados pelos entrevistados que justificavam o uso do enriquecimento ambiental em suas granjas foram os seguintes: evitar brigas (46,3%); prevenir/diminuir canibalismo (23,3%); evitar que os animais defequem e/ou urinem em local inadequado (16,2%); prover entretenimento/ divertimento ao animal (12,3%); interesse pessoal (0,8%); exigência (0,7%); outros (0,4%). O levantamento realizado nas granjas brasileiras indicou também que grande parte dos entrevistados apontaram como principal motivo de não utilizar enriquecimento ambiental em suas granjas o aumento do custo de produção (39,6%), o fato de não possuir conhecimento suficiente sobre o tema (31,3%) e a dificuldade para obter os materiais (21,3%) (PIEROZAN; DIAS; SILVA, 2017b).

A Tabela 2.1 traz os principais objetos utilizados como enriquecimento ambiental nas granjas pesquisadas, considerando que muitas granjas utilizavam mais de um tipo de material. Demais entrevistados utilizavam outros materiais em menor escala, incluindo garrafas pet, tapetes, botas de borracha, galhos, sacos de rafia e sal (FOPPA et al., 2018b).

**Tabela 2.1** - Objetos de enriquecimento ambiental utilizados em granjas comerciais brasileiras.

Tipos de objeto	Utilização em granjas brasileiras
Correntes metálicas	69,33%
Galões de plástico	44,48%
Madeira	26,12%
Pneus	17,61%
Terra	12,46%
Tubos de PVC	11,64%
Gramma/Capim	9,18%
Aparelho de Som	6,84%
Pedras	6,64%
Corda de Plástico	4,10%
Mangueiras	3,58%
Serragem	2,16%
Correntes Plásticas	2,09%
Corda de Sisal	2,01%

**Fonte:** Foppa *et al.* (2018).

#### 2.3.4 Desafios para o uso de Enriquecimento Ambiental

Para Silva, Vilanova e Dias (2016), no sistema de produção atual, onde os suínos ficam confinados, é essencial que materiais de enriquecimento ambiental sejam fornecidos para melhorar o bem-estar e a produtividade em todas as fases de produção, permitindo que os animais possam expressar o seu comportamento de busca e pesquisa por alimentos. O uso rotineiro de materiais de enriquecimento ambiental representa atualmente um desafio para a cadeia de produção brasileira, sendo que a obrigatoriedade de uso deve ser considerada. O enriquecimento ambiental pode favorecer o bem-estar psíquico e fisiológico, estimulando comportamentos típicos da espécie, reduzindo estresse e tornando o ambiente cativo mais complexo e variado por contemplar suas necessidades etológicas (CAMPOS *et al.*, 2010).

Na escolha dos materiais de enriquecimento ambiental é importante observar efetivamente suas características. Os animais demonstram mais motivação para interagir com objetos que sejam mastigáveis, deformáveis e destrutíveis que são características associadas com substratos próprios para exploração e manipulação (WEERD; DAY, 2009). Embora os estudos tenham mostrado que os suínos preferem os substratos aos brinquedos (ELMORE *et al.*, 2012; SCOTT *et al.*, 2007; WEERD *et al.*, 2003), o uso de brinquedos como enriquecimento na suinocultura mostra-se bastante promissor, apresentando resultados

significativos. Constituem-se artefatos simples que podem ser utilizados onerando pouco o custo de produção, por meio de ideias criativas, e ainda, reduzindo comportamentos que comprometem o bem-estar animal. Os tipos de brinquedos mais comuns são pneus, correntes, garrafas pet, barras de madeira ou plástico, brinquedos de cães entre outros. Poucos testes têm sido realizados quanto à preferência dos suínos pelos tipos de brinquedos disponíveis para enriquecimento do ambiente de produção. A maioria das pesquisas compara tipos de brinquedos com os substratos para cama, como a palha (ELMORE *et al.*, 2012; SCOTT *et al.*, 2009).

Com relação aos riscos com o uso de materiais manipuláveis, objetos como pneus podem frequentemente levar a lesões intestinais, pois têm em sua estrutura componentes metálicos. Materiais como borracha, plástico e madeira podem causar obstruções intestinais. Pedacos de madeira podem penetrar na mucosa bucal e intestinal e a palha pode agravar os problemas respiratórios (BRACKE *et al.*, 2006). Além do mais, o uso da palha como objeto de enriquecimento ambiental tem sido questionado pelo risco sanitário que pode oferecer, pois existe a possibilidade de hospedar patógenos (bactérias, vírus e fungos) e aumentar o nível de pó nas instalações (WEERD; DAY, 2009). Considerando o risco potencial para a biosseguridade do sistema com a entrada dos materiais de enriquecimento, a frequência de entrada deve ser reduzida, a origem deve ser segura e um protocolo de desinfecção pode ser necessário para reduzir os riscos sanitários decorrentes do uso de materiais de enriquecimento ambiental (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

### 2.3.5 Resultados do Uso de Enriquecimento Ambiental

Ambientes enriquecidos podem melhorar o bem-estar permitindo a expressão de comportamentos específicos da espécie, afetando o desenvolvimento físico e psicológico do animal. De forma geral, pesquisas indicam que a disponibilização de enriquecimento ambiental reduz a ocorrência de interações sociais negativas entre suínos, como por exemplo, a caudofagia (GUY *et al.*, 2002; RODARTE *et al.*, 2004). Quanto maior a interação dos animais com os objetos de enriquecimento (motivados para morder) menor é a incidência de mordedura de orelha e cauda (BRACKE *et al.*, 2006). A caudofagia é um dos principais problemas de bem-estar na fase de terminação, e também pode ser considerado um indicador de bem-estar animal. Este problema tem casuística frequente durante a fase de terminação de

suínos, sendo considerado grave (SIMONSEN; KLINKEN; BINDSEIL, 1991). Uma das principais hipóteses para o aparecimento da caudofagia é a limitação imposta aos suínos nos ambientes confinados, impedindo-os de praticar a exploração do ambiente, redirecionando a conduta exploratória para os outros animais da baía (EFSA, 2007).

Segundo Beattie, O'Connell e Moss (2000), o ambiente enriquecido altera o comportamento dos animais, pois suínos com acesso a enriquecimento ambiental nas baias gastam mais de 25% do tempo ativo explorando estes materiais. Na ausência de enriquecimento ambiental os animais redirecionam o comportamento para os companheiros de baias ou exploram de maneira fixa qualquer objeto que faça parte do ambiente. Douglas *et al.* (2012) estudaram o efeito do enriquecimento ambiental através da tendência cognitiva de suínos. Os autores verificaram que em ambientes enriquecidos os animais apresentavam estado emocional positivo e, conseqüentemente, melhor bem-estar. Jansen *et al.* (2009) também encontraram efeito positivo do ambiente enriquecido sobre a aprendizagem e memória de suínos e sobre a manifestação do comportamento investigativo.

Os suínos podem se acostumar de forma muito fácil a um determinado objeto de enriquecimento ambiental, sendo que o tempo dedicado à exploração dos materiais do primeiro ao quinto dia pode cair de 31% a 6% do tempo, variando de acordo com o tipo de material utilizado. Uma opção para reduzir a perda de interesse pelos objetos de enriquecimento ambiental seria utilizar um conjunto de materiais diferentes durante um curto período de dias, seguido de outro conjunto com diferentes propriedades. Guy *et al.* (2013) ofereceram quatro diferentes materiais (correntes de metal, aparas de madeira, cordas de sisal e areia) em seis diferentes combinações, e constataram que a proporção de tempo gasto com os diferentes materiais foi alterada. Também Zwicker *et al.* (2013), avaliando oito tipos de dispositivos de enriquecimento, enfatizaram a importância do valor em longo prazo dos materiais utilizados para despertar o comportamento exploratório dos suínos em terminação. Gifford, Cloutier e Newberry (2007) citam que uma maneira de renovar a novidade do objeto de enriquecimento é substituir o antigo por um novo objeto familiar. Bracke *et al.* (2006) constataram que a mistura de vários objetos de enriquecimento ambiental é mais eficiente em termos de bem-estar animal que o uso isolado de um material.

Os resultados do uso de enriquecimento ambiental ainda são controversos. A prática deve propiciar aumento no comportamento específico das espécies, manter ou melhorar a condição sanitária dos animais, incrementar os parâmetros econômicos da granja e, ao mesmo

tempo, ser prático aos funcionários. Os níveis de cortisol salivar são mais elevados em suínos criados em ambientes sem enriquecimento (pobres/entediados) comparados com suínos alojados em ambientes enriquecidos com palha, indicando que os animais do primeiro grupo podem estar sob estresse crônico (WEERD; DAY, 2009). Segundo Maia *et al.* (2013), o uso do enriquecimento ambiental como medida para melhorar o bem-estar de suínos confinados é promissor e eficiente.

Há métodos, como disponibilização de substratos para cama e brinquedos, que possuem respaldo científico, embora ainda haja muitos critérios a serem estudados e definidos. O uso de objetos de enriquecimento ambiental ainda é limitado devido à rápida habituação dos suínos aos objetos disponibilizados. É importante que os objetos utilizados como enriquecimento ambiental em granjas comerciais sejam de fácil aplicação e que dispendam o menor custo possível. Desta forma, os produtores podem utilizar os recursos mais acessíveis na realidade que estão inseridos, aliando as características identificadas pela comunidade científica (FOPPA *et al.*, 2014).

#### 2.4 ESTRESSE E CORTISOL

O estresse é um efeito ambiental sobre um indivíduo que sobrecarrega seus sistemas de controle e resulta em consequências adversas (BROOM; FRASER, 2010). Machado e Hotzel (2000) definem o estresse como uma reação do organismo a uma reação do ambiente, numa tentativa de manter a homeostase. Nesse sentido, o estresse é “bom” e tem valor adaptativo. O estresse crônico, entretanto, leva a uma outra reação, conhecida como “desistência aprendida”. O animal “aprende” que sua reação ao meio desfavorável não resulta em adaptação e, portanto, deixaria de reagir. Essa condição tem inúmeras consequências para o organismo animal: maior fragilidade do sistema imunológico, aumentando a suscetibilidade a doenças; redução da produtividade em alguns casos; ocorrência de comportamentos anômalos.

Anderson e Muir (2005) definiram que o estresse é um padrão comportamental adaptativo, neuronal, endócrino, imunitário, que pode levar a alterações hematológicas e metabólicas voltadas para o restabelecimento da homeostase. Tanto no estresse agudo como crônico existe elevação das concentrações séricas de cortisol, mantendo-se ou não elevadas dependendo do grau do estímulo estressor (BEERDA; SCHILDER; BERNADINA, 1999). O

estresse pode causar efeitos sistêmicos no organismo que variam de acordo com a intensidade e a duração do estímulo estressor, que pode refletir em benéficos ou maléficos (MUNSON; TERIO, 2005). Hemsworth (2000) também demonstrou que o estresse crônico causado pelo medo dos animais ao ser humano levou à imunossupressão e consequência à saúde dos animais. Isto remete a uma estreita relação entre o estresse e as enfermidades (MOBERG, 1985 apud DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

O estresse é um dos principais parâmetros fisiológicos de avaliação do bem-estar animal. O estresse pode afetar a produção e a qualidade da carne. Beattie, O'Connell e Moss (2000) concluíram que as taxas de crescimento e a espessura de toucinho foram maiores nos suínos criados em ambientes enriquecidos, comparado com os seus homólogos em ambientes estéreis. Segundo Broom e Fraser (2007), é possível avaliar o nível de estresse que o animal está passando ou ao qual foi submetido durante o seu sistema de criação, a partir dos níveis de concentração de cortisol no plasma, saliva, urina ou fezes. Durante o estresse o eixo hipotálamo-pituitária-adrenocortical começa a aumentar a produção de cortisol, mobilizando energia e preparando o corpo para futuros estímulos estressores (SAPOLSKY; ROMERO; MUNCK, 2000).

O cortisol é um glicocorticoide do eixo hipotálamo-pituitária-adrenocortical (KOEPPEN; STANTON, 2009). A liberação de cortisol e corticosterona do córtex adrenal é controlada pela adeno-hipófise, através da secreção do hormônio adrenocorticotrófico. A glândula adrenal é parte importante do eixo hipotálamo-pituitária-adrenocortical. Ela é dividida em duas porções, uma interna e outra externa. A porção interna, a medula adrenal, é de origem neural; e a porção externa, córtex adrenal, é formada por células que estão em íntima associação com aquelas que formam os ovários e os testículos. O tecido medular é basicamente responsável pela produção das catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), enquanto que o cortisol, a corticosterona e a aldosterona são os principais hormônios do córtex adrenal, e são essenciais à vida, pois influenciam no metabolismo de carboidratos, lipídeos, proteínas, eletrólitos e água (CUNHA; ARREGUY BAPTISTA; BARBOSA, 2012).

O cortisol é um hormônio intimamente envolvido na resposta ao estresse, sendo responsável por um aumento da pressão arterial, do açúcar no sangue e da resistência à insulina, além de influenciar no sistema imune (BACHA; WOOD, 1991). Variações na sua concentração ocorrem nas reações aos agentes estressores e aos desafios ambientais (DALLA COSTA *et al.*, 2006). O cortisol tem sido o hormônio de eleição em pesquisas sobre estresse,

pois a alta concentração plasmática pode acarretar quebra da homeostase e presença de estresse (CUNHA; ARREGUY BAPTISTA; BARBOSA, 2012). Devido à sua solubilidade em lipídios, o cortisol pode ser facilmente detectado na saliva (CASTRO; MOREIRA, 2003; KAUFMAN; LAMSTER, 2002). Na avaliação de estresse em suínos, Dalla Costa *et al.* (2006) demonstraram elevação na concentração do cortisol salivar relacionada ao estresse durante o transporte, e Fagundes *et al.* (2008) demonstraram elevação de cortisol relacionado ao estresse térmico.

No entanto, para a avaliação do estresse animal por meio das concentrações de cortisol são necessários conhecimentos sobre os níveis basais do cortisol e o ritmo circadiano (CUNHA; ARREGUY BAPTISTA; BARBOSA, 2012).

Tanto a luminosidade quanto o ritmo circadiano afetam a liberação do cortisol e, em suínos, como na maioria dos mamíferos de hábitos diurnos, apresentam níveis elevados de cortisol durante o período da manhã, seguido por declínio durante a tarde e baixas concentrações no período da noite, sendo exatamente o contrário da melatonina (ANDERSSON *et al.*, 2000; JOËLS; BARAM, 2009; KELLER, 2006). Em condições de estresse crônico o ritmo circadiano do cortisol pode ser eliminado (PRZEKOP *et al.*, 1985). Segundo Kroll (2010), a faixa média de concentração de cortisol nos suínos é de  $39 \pm 2,8$  (n Mol/L).

A utilização do sangue para dosagem de cortisol é restrita em muitas espécies animais, visto que a captura e manuseio podem estressar o animal, interferindo, assim, na avaliação precisa do hormônio. Uma alternativa para mensurar o cortisol são métodos não invasivos de amostragem, como a coleta de saliva (COOK *et al.*, 2000). Os mesmos autores ainda mostraram que o cortisol salivar possui grande significado biológico, pois representa a forma livre. Esta forma pode ser considerada a medida mais apropriada para a avaliação clínica da função adrenocortical do cortisol sérico. Vining *et al.* (1983) verificaram que o aumento no cortisol sérico reflete no cortisol salivar em menos de cinco minutos.

Para avaliação do cortisol salivar é necessário a coleta de fluido oral, e uma das formas de coleta deste é usando cordas de algodão posicionadas próxima dos animais na altura do dorso. Após o período de mastigação de cerca de dois minutos, as cordas umedecidas pelo fluido oral são colocadas individualmente em sacos plásticos, sendo o líquido extraído por compressão da extremidade úmida da corda dentro do próprio saco plástico conforme descrito por Baptista, Miranda e Barbosa (2013). Os mesmos autores

concluíram que os suínos foram receptivos a coleta de fluído oral com cordas de algodão tanto em baias individuais quanto em baias coletivas, a alimentação à vontade não altera o interesse dos animais com relação a corda. Este método garante a obtenção de amostras em quantidade e qualidade nas diferentes faixas etárias do ciclo de produção, é de fácil execução e de baixo custo.

Ruis *et al.* (1997), estudando os efeitos da idade, sexo e fatores estressantes no ritmo circadiano do cortisol salivar, concluíram que o perfil adulto e estável do ritmo circadiano do cortisol salivar se consolida em suínos em torno de 20 semanas de idade (Tabela 2.2). Além disso, as concentrações médias de cortisol diminuíram com a idade e foram mais altos nos machos do que nas fêmeas. O ritmo circadiano do cortisol salivar foi alterado após a aplicação de estresse, dependendo da idade, sexo e tempo de aplicação do fator estressor. Também a resposta aguda do cortisol salivar foi afetada pela hora do dia da aplicação do fator estressor. Os autores recomendam que ao usar o cortisol salivar como um indicador fisiológico de estresse, deve ser considerado os efeitos de idade, gênero e tempo de aplicação do estresse.

**Tabela 2.2** - Valores médios de cortisol salivar (ng/mL) de acordo com a idade de suínos.

	Idade em Semanas			
	12	16	20	24
Medias (ng/mL)	1,19 ± 0,05	1,03 ± 0,06	0,74 ± 0,05	0,71 ± 0,06
Amplitude (ng/mL)	0,39 ± 0,03	0,39 ± 0,04	0,29 ± 0,03	0,34 ± 0,03

**Fonte:** Adaptado de Ruis *et al.* (1997).

Janssens, Helmond e Wiegant (1995) estudaram os efeitos do estresse crônico sob o ritmo circadiano do cortisol plasmático em fêmeas suínas nulíparas e, apesar de encontrarem valores dentro dos padrões, com maiores valores diurnos em relação aos noturnos, concluíram que o estresse crônico tem grande influência nos níveis normais de cortisol, causando a diminuição da amplitude dos mesmos.

## 2.5 COMPORTAMENTO ANIMAL

A observação das alterações comportamentais é considerada um dos métodos mais rápidos e práticos quando se avalia o Bem-estar de animais (POLETTTO, 2010). Para Hötzel e

Machado Filho (2004), um método eficaz para identificar o estresse e o bem-estar do animal é a incidência de comportamentos anômalos usados para avaliar se o animal está se adequando em ambientes confinados. Dawkins (2003) sugere ainda que o comportamento do animal, como resposta ao ambiente, deve ser utilizado como um indicador complementar aos indicadores fisiológicos, pois auxilia no entendimento do que é importante para o animal e que pode significar melhoria em termos de bem-estar.

Suíños são animais que formam grupos sociais estruturados com hierarquia de dominância bem definida (BLACKSHAW; THOMAS; LEE, 1997) e possuem comunicação complexa por meio de gritos e grunhidos (MACHADO, 2016). Quando em condições naturais passam grande parte do seu tempo explorando o ambiente à procura de alimento (MAIA *et al.*, 2013). Pinheiro (2009) caracteriza o comportamento exploratório como qualquer postura silenciosa e ações que indicam curiosidade, as quais incluem olhar, cheirar, lambe, fuçar ou mastigar um objeto. Os suínos em ambientes confinados ainda mantêm esse comportamento exploratório. No entanto nesses casos esse comportamento é direcionado aos componentes estruturais da baia (GUY *et al.*, 2002; SCOTT *et al.*, 2007) e aos demais animais que compartilham a mesma baia (SARUBBI, 2011). São comportamentos anômalos, ou seja, são comportamentos que o animal tem alta motivação para realizar, mas cujo desencadeamento está impedido pelo ambiente (MACHADO; HÖTZEL, 2000).

Outras alterações comportamentais podem ser observadas em suínos em ambiente de confinamento, como a caudofagia e as agressões. A caudofagia ocorre quando um suíno morde a cauda de outro animal, e com a repetição o dano à pele e o sangramento poderão ocorrer. A partir do momento que a cauda lesionada sangra, as mordidas podem se intensificar e ganhar mais frequência (SOBESTIANSKY; ZANELLA, 2007) A caudofagia é um dos principais problemas que afetam o bem-estar dos suínos na fase de engorda (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Como medida preventiva é prática comum o corte das caudas dos leitões recém-nacidos.

Agressões entre animais também são comportamentos que podem indicar estresse embora não sejam necessariamente comportamentos anormais. No entanto, em condições de elevada densidade animal em sistemas intensivos estas agressões podem ocorrer sem motivos aparentes.

Suíños são animais capazes de reconhecer seres humanos através de imagens visuais, auditivas e olfativas (KOBAYASHI; TANIDA, 2001). Hötzel *et al.* (2007) demonstram que leitões

são capazes de reconhecer tratadores agressivos e fugir dos mesmos. Resultados semelhantes foram encontrados por Koba e Tanida (2001), em que os leitões foram capazes de recordar e discriminar um tratador gentil de outro desconhecido.

Os suínos expressam também comportamentos atípicos e estereotipados. Estereotípias são comportamentos repetitivos e sem função. Sarubbi (2011) relata dois tipos de manifestações dos comportamentos estereotipados, as esporádicas ou contínuas. A primeira não é preocupante e ocorre em situações naturais, no entanto as contínuas são indicadores de bem-estar pobre. Na literatura científica é possível verificar que suínos em condições de estresse térmico (KIEFER *et al.*, 2010), quando submetidos à mistura de lotes, alojados em baias superlotadas (SPOOLDER; EDWARDS; CORNING, 1999) ou quando alojados em ambientes áridos, monótonos e com falta de substratos (LOPES, 2004) podem desenvolver comportamentos estereotipados que comprometem o bem-estar dos animais (WEBSTER; DAWKINS, 2000).

## 2.6 DENSIDADE ANIMAL

### 2.6.1 Definição de Densidade Animal

Na suinocultura industrial uma forma de reduzir os custos com instalações é aumentar o tamanho das operações e aumentar o número de animais por unidade de área, ou seja, trabalhar com uma densidade animal mais elevada (CHO, 2011). Porém, esta decisão, na maioria das vezes, resulta na piora do desempenho zootécnico (redução do ganho de peso diário, redução do consumo de ração e consequente comprometimento da conversão alimentar), além de expressão de problemas comportamentais, como agressividade e outras interações sociais negativas (LEBRET *et al.*, 2006).

Na literatura técnico-científica são utilizados os termos densidade ou carga animal referindo-se ao número de animais por unidade de área, expresso em animais/m<sup>2</sup> (KNOWLES; WASSISS, 2009). No entanto, para Dias, Silva e Manteca (2014), estas formas de expressar a densidade podem gerar equívocos, assim, o sistema mais apropriado deve utilizar os princípios alométricos, o que permite fazer comparações entre as diferentes situações, evitando erros de interpretação, pois considera-se neste cálculo o peso vivo dos animais. A equação alométrica utilizada na determinação da área necessária por animal

$A=k.PV^{0,667}$ , (“A” corresponde à superfície de área em m<sup>2</sup>, “k” à constante e “PV” ao peso vivo expressado em kg) é expressa em m<sup>2</sup> de área por animal no peso vivo estipulado. A constante “k” varia de 0,033 a 0,048 sendo mais usado o 0,033 que corresponderia a área suficiente para os animais permanecerem deitados em decúbito lateral, decúbito esternal e em estação (PETHERICK, 1983). Por exemplo, um suíno de 50 kg necessita de 0,45m<sup>2</sup>, aplicando-se a constante  $k=0,033$ , ou 0,66 m<sup>2</sup> aplicando-se a constante  $k=0,048$  (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). A necessidade de espaço para um suíno de 100 kg de peso vivo deitado em decúbito esternal é de aproximadamente 0,4 m<sup>2</sup>, enquanto que em decúbito lateral o valor é em torno de 1,0 m<sup>2</sup>, devemos levar em conta que o espaço ocupado por um suíno em decúbito esternal é o mesmo ocupado por este suíno em estação (SPOOLDER *et al.*, 2012). Desta forma o valor da constante  $k=0,033$  está compreendido entre o espaço necessário para o suíno se deite em decúbito esternal e o necessário para se deitar em decúbito lateral (MANTECA; GASA, 2008).

#### 2.6.2 Requerimento de Espaço por Animal

Para Spoolder *et al.* (2012), a necessidade de espaço deve considerar três propósitos: espaço estático (ocupado pelo corpo do animal), espaço para atividades (que permita que os animais possam comer e excretar) e espaço social (que permita que os animais tenham um apropriado comportamento social), sendo o espaço demandado para interação social de difícil quantificação. Para Manteca e Gasa (2008), para determinar o espaço social deve-se acrescentar de 10 a 15% sobre o espaço estático. Já para Gadd (2003), os requerimentos de espaço em granjas deveriam considerar os fatores listados na Quadro 2.3 abaixo.

**Quadro 2.3 - Requerimento de espaço.**

<i>Grupo</i>	<i>Espaço necessário</i>
Espaço ocupado pelo corpo	Um animal deitado ocupa mais espaço que um animal em estação, um animal em decúbito lateral ocupa mais espaço que um animal em decúbito esternal.
Espaço de atividade corporal	O espaço necessário para mudanças na postura do corpo, como levantar-se ou abaixar-se, deitar-se de costas, virar-se e se arrumar.
Espaço social	O espaço necessário para a socialização com outros animais ou o acesso dos tratadores.
Espaço sistema	O espaço requerido por diferentes sistemas de manejo, exemplo palha versus piso ripado, gaiolas de gestação, fêmeas em grupo, alimentação úmida vs. alimentação seca, etc.
Espaço morto	O espaço necessário para divisórias, corredores, cantos e equipamentos das baias.

**Fonte:** Adaptado de Gadd (2003).

A União Europeia (2009) possui legislação detalhada (Diretiva 2008/120/CE) sobre a densidade animal. As normativas de bem-estar determinam que é necessário estabelecer normas mínimas comuns de proteção de suínos de criação e de engorda para garantir o desenvolvimento racional da produção. Logo os suínos devem dispor de um ambiente que corresponde as suas necessidades de exercício e de comportamento exploratório. Os animais necessitam de espaço conforme crescem e o bem-estar animal pode ficar comprometido com restrições de espaço. Quando os suínos se encontram agrupados, deverão ser adotadas medidas adequadas de manejo para a sua proteção, a fim de se melhorar o respectivo bem-estar. Ver quadro 2.4 abaixo.

**Quadro 2.4 - Densidade recomendado pela União Europeia conforme peso animal.**

<b>Peso Médio</b>	<b>M<sup>2</sup>/Suíno</b>
Até 10 kg	0,15
De 10 a 20 kg	0,20
De 20- 30 kg	0,30
De 30 a 50 kg	0,40
De 50- 85 kg	0,55
De 85- 110 kg	0,65
Acima de 110 kg	1,00

**Fonte:** União Europeia (2009).

Na prática, o peso de saída dos animais para abate determina o espaço destinado a cada animal, ou seja, no alojamento os animais têm mais espaço que o necessário e no final dos lotes têm o espaço mínimo exigido pela legislação. Em condições adversas, quando ocorre um atraso no fluxo de transferência dos suínos da fase de creche para a fase de

terminação ou da fase de terminação para o abate, pode ocorrer neste momento uma alta densidade animal e, conseqüentemente, um comprometimento no bem-estar animal (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

Ainda segundo Spoolder *et al.* (2012), um fator que afeta diretamente o comportamento animal e, conseqüentemente, a necessidade de espaço é a temperatura ambiente, sendo que o aumento de temperatura favorece o nível de inatividade dos animais, ou seja, estes ficam mais tempo deitados e tendem a não encostar nos demais animais da baia. Neste caso os animais passam a adotar mais a posição de decúbito lateral (que favorece a perda de calor por convecção e condução devido ao aumento da área do corpo em contato com o piso) que ocupa mais espaço nas baias. Para determinar a necessidade de espaço para um suíno de 110 kg exposto a uma temperatura ambiente menor ou igual a 25° C, deveria ser usado o valor de constante  $k=0,036$ . Por outro lado, se a temperatura ambiente for maior que 25° C (estresse térmico) deveria ser usado o valor de constante  $k=0,047$ , pois nesta condição os suínos deitam mais lentamente utilizando mais espaço (EFSA, 2005).

### 2.6.3 O impacto da Densidade no Desempenho, Comportamento e Bem-estar Animal

Suínos na fase de terminação alojados em densidades de 0,93 m<sup>2</sup> e 0,66 m<sup>2</sup>, com temperaturas ambiente de 23,9°C (zona termoneutra) e 32,2°C (temperatura acima da zona termoneutra), apresentaram diferenças significativas de desempenho, considerando peso médio final, ganho de peso diário, consumo de ração e conversão alimentar. Animais alojados em temperatura ambiente de 32,2°C tiveram peso final menor em 9,8%, 39,3% de redução no ganho de peso diário, tiveram um consumo médio diário menor em 32,3% e conversão alimentar pior em 16,3%. Com a piora na densidade os resultados foram os seguintes: 4% menos no peso final, 17,0% de redução no ganho de peso diário, 10,7% menor o consumo médio diário e 7% pior a conversão alimentar (Tabela 2.3). Observou-se ainda que os efeitos da temperatura e do espaço são independentes, mas sob ação de outros fatores estressantes podem interferir sinergicamente ampliando os efeitos sobre o comportamento e desempenho dos animais (WHITE *et al.*, 2008). Os mesmos autores concluíram ainda que uma melhora na densidade quando os animais estão sobre o efeito de estresse térmico pode melhorar o peso da barriga e qualidade da carcaça de forma geral.

**Tabela 2.3** – Impacto da densidade e da temperatura no desempenho de suínos.

Item	23,9°C		32,2°C		SEM	P-Valor		
	0,93 m <sup>2</sup>	0,66 m <sup>2</sup>	0,93 m <sup>2</sup>	0,66 m <sup>2</sup>		T <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	T x D <sup>4</sup>
Peso Inicial (kg)	88	88	88	87	0,4	0,62	0,53	0,44
Peso Final (kg)	115	112	106	100	0,47	<0,01	<0,01	0,19
GPD, kg/d	0,95	0,84	0,62	0,45	0,2	<0,01	<0,01	0,18
CMD, kg/d	3,2	2,9	2,3	2,0	0,19	<0,01	<0,01	0,08
<i>Ganho: Consumo</i>	<i>0,29</i>	<i>0,28</i>	<i>0,26</i>	<i>0,23</i>	<i>0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>0,13</i>

Fonte: Adaptado de White *et al.* (2008).

T<sup>2</sup> = efeito da Temperatura.

D<sup>3</sup> = Efeito da Densidade.

T x D<sup>4</sup> = Efeito da interação temperatura e densidade.

O impacto da densidade no desempenho dos suínos ainda não é bem esclarecido, mas à medida que os animais crescem sem todo o espaço necessário, o consumo de ração e o ganho de peso são reduzidos. Estima-se que para cada 3% de redução de espaço menor que o ideal preconizado pela equação alométrica o ganho de peso e o consumo reduzem entre 1 a 1,5% (BRUMM, 1996).

Em um estudo meta-analítico, Gonyou *et al.* (2006) investigaram o valor crítico da constante alométrica (k) para definir o limite de espaço que afeta a performance de suínos. Eles identificaram um intervalo de k= 0,0317 a 0,0348 abaixo do qual os efeitos negativos da lotação resultam em uma diminuição do ganho médio diário.

Vermeer, Greef e Houwers (2014) observaram em suínos em fase de crescimento/terminação, maior desempenho (ganho de peso médio diário) dos animais alojados em um espaço de 2,4 m<sup>2</sup>/animal (em comparação à 1,6 e 1,2 m<sup>2</sup>/animal) e daqueles mantidos em baias de 29 m<sup>2</sup> (comparados aos animais em baias de 58 m<sup>2</sup>). Os autores concluíram que os animais mantidos em grupos maiores cresceram mais lentamente e apresentaram mais lesões de cauda e os animais mantidos em maiores densidades cresceram mais lentamente e apresentaram mais lesões de pele em seus quartos traseiros. Isso indicou que mesmo em espaços maiores o desempenho e bem-estar são comprometidos pela intensificação.

Por outro lado, Scollo *et al.* (2014) não encontraram diferenças significativas para o

ganho de peso diário, comparando suínos alojados em alta e baixa densidades. Usando para alta densidade a constante  $k= 0,030$  (aproximadamente a recomendação padrão da União Europeia de acordo com o “Council of The European Union”), enquanto que para baixa densidade foi usada a constante  $k= 0,048$  de acordo com recomendações da “Scientific Panel on Animal Health and Welfare of the European Food Safety Authority” (EFSA, 2007b).

Com relação ao comportamento e ao bem-estar animal acredita-se que o oferecimento restrito de espaço, formação de grupos grandes ou instáveis agrupamentos sociais e a presença de pisos ripados nas baias têm influência como fatores prejudiciais ao bem-estar dos suínos (EFSA, 2007a). Animais alojados em altas densidades apresentam maior comportamento de ficarem sentados com relação a animais alojados em baixas densidades, provavelmente devido à falta de espaço para que todos os animais possam permanecer deitados (PETHERICK, 1983; SCOLLO *et al.* 2014).

A alta densidade nas fases de crescimento e terminação aumenta as interações agonistas negativas como as brigas (cabeça a cabeça), ocasionando maior número de lesões de orelha devido às mordeduras (ANIL; ANIL; DEEN, 2007; JENSEN, 1980; SCOLLO *et al.* 2014).

Scollo *et al.* (2014), não encontraram diferenças significativas na concentração de cortisol salivar quando compararam suínos nas fases de crescimento e terminação alojados em altas e baixas densidades, concordando com dados de Meunier-Salaün *et al.* (1987), Pearce e Paterson (1993), e Warnier e Zayan (1985), que também não encontraram diferenças significativas nos níveis de cortisol plasmático para suínos alojados em altas e baixas densidades. Apesar disso, Scollo *et al.* (2014) acreditam que ainda são poucos os dados quanto aos níveis de cortisol salivar em suínos nas fases de crescimento e terminação e que para se observar a alteração de concentração de cortisol os suínos devem ser submetidos a uma lotação superior a usada no seu experimento que foi de  $(A=k.PV^{0,667})$  com constante de 0,030.

## REFERÊNCIAS

- ABCS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. *Mapeamento da suinocultura brasileira*. Brasília: ABCS, 2016.
- ANDERSON, D. E.; MUIR, W. W. Pain management in ruminants. *Veterinary Clinical Food Animal*, Philadelphia, v. 69, p. 19-31, 2005.
- ANDERSSON, H., LILLPERS, K.; RYDHMER, L.; FORSBERG, M. Influence of light environment and photoperiod on plasma melatonin and cortisol profiles in young domestic boars, comparing two commercial melatonin assays. *Domestic Animal Endocrinology*, Stoneham, v. 19, p. 261-274, 2000.
- ANIL, L.; ANIL, S. S.; DEEN, J. Effects of allometric space allowance and weight group composition on grower–finisher pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 87, p. 139–151, 2007.
- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório anual 2018*. São Paulo: ABPA, 2018.
- BACHA, W. J.; WOOD L.M. *Atlas color de histologia veterinária*. Buenos Aires: Inter-Médica, 1991.
- BAPTISTA, R. I. A. A.; MIRANDA, M. P.; BARBOSA, C. N. Coleta de fluído oral em suínos mestiços: avaliação comportamental. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. *Anais [...]*. Recife: UFRPR, 2013.
- BEATTIE, V. E.; O'CONNELL, N. E.; MOSS, B. W. Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meet quality of domestic pigs. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 65, p. 71-79, 2000.
- BEERDA, B.; SCHILDER, M. B.; BERNADINA, W. Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. II. Hormonal and immunological responses. *Physiology & Behavior*, Elmsford, v. 66, p. 243-254, 1999.
- BLACKSHAW, J. K.; THOMAS, F. J.; LEE J.-A. The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 53, p. 203-212, 1997.
- BRACKE, M. B. M.; ZONDERLAND, J. J.; LENSSENS, P.; SCHOUTEN, W. G. P.; VERMEER, H.; SPOOLDER, H. A. M.; HENDRIKS, H. J. M.; HOPSTER, H. Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 98, p. 165-182, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Apresentação minuta IN suínos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/FinalizaoGTSunos.pdf/view>. Acesso em: 10 jan. 2019.

- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, London: v. 142, p. 524-526, 1986.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. *Comportamento e bem-estar de animais domésticos*. 4. ed. Barueri: Manole, 2010.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. *Domestic animal behavior and welfare*. Cambridge: CABI, 2007.
- BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. *Stress and animal welfare*. Londres: Kluwer Academic Publishers, 1993. (Animal Behaviour Series, p. 87-144).
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar: conceito e questões relacionadas- revisão. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v. 9, p. 1-11, 2004.
- BRUMM, M. C. And NCR-89 Committee on management of swine: effect of space allowance on barrow performance to 136 kilograms body weight. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 74, p. 745-749, 1996.
- CAMPOS, J. A. *Bem-estar de suínos confinados associado a comportamento, sistema imunológico e desempenho*. 2009. 91f. Tese (Doutorado em engenharia agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG.
- CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; SILVA, F.; PUPA, J.; SILVA, I. Enriquecimento ambiental para leitões na fase de creche advindos de desmame aos 21 e 28 dias. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 5, p. 272-278, 2010.
- CASTRO, M.; MOREIRA, A.C. Análise crítica do cortisol salivar na avaliação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 458-367, 2003.
- CHO, J. H. Effect of stocking density on pig production. *African Journal of Biotechnology*, Nairobi, Kenya, v.10, n. 36, p. 13688-13692, 2011.
- CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. *Suinocultura brasileira deve crescer mais de 20% nos próximos anos*. 2016. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/noticias/suinocultura-brasileira-deve-crescer-mais-de-20-nos-proximos-anos>. Acesso em: 2 nov. 2017.
- COOK, C. J.; MELLOR, D. J.; HARRIS, P. J.; INGRAM, J. R.; MATTHEWA, L. R. Hands-on and hands-off measurement of stress. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (ed.). *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. Califórnia: CAB International, 2000. Cap. 6.
- CUNHA, D. F.; ARREGUY BAPTISTA, R. I. A.; BARBOSA, C. N. Cortisol como indicador do estresse na espécie suína. *Revista Medicina Veterinária*, Recife, v. 6, n. 3, p. 18-25, 2012.

DALLA COSTA, O. A.; COSTA, M. J. R. P.; FAUCITANO, L.; KICH, J. D.; ARMILIATO, N. M.; TRIQUES, N. J.; COLDEBELLA, A.; LUDKE, J. V.; PELOSO, J. V.; HOLDEFER, C.; BALDI, P. C.; ROZA, D. D. *Efeito do tempo de jejum dos suínos na granja sobre o bem-estar, medido pelo cortisol na saliva e pela frequência cardíaca, durante o manejo pré-abate*. Concordia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. (Comunicado técnico, 439).

DAWKINS, M. S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology*, Jena, Germany, v. 106, n. 4, p. 383-387, 2003.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. *Bem-estar dos suínos*. Londrina: Midiograf, 2014.

DOUGLAS, C.; BATESON, M.; WALSH, C.; BÉDUÉ, A.; EDWARDS, S. A. Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 139, n. 1-2, p. 65-73, 2012.

DUNCAN, I. J. H.; FRASER, D. Understanding animal welfare. In: APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O. *Animal welfare*. London: Ed. Cab International, 1997. p. 19-31.

EFSA - EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Opinion of the scientific panel on animal health and welfare on a request from the Commission related to welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. Animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry. *The EFSA Journal*, v. 268, p. 1-19, 2005.

EFSA - EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion of the panel on animal health and welfare on a request from the Commission on Animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry. *The EFSA Journal*, v. 564, p. 1-14, 2007b.

ELMORE, M. R. P.; GARNERA, J. P.; JOHNSON, A. K.; KIRKDEN, R. D.; PATTERSON-KANE, E. G.; RICHERT, B. T.; PAJORA, E. A. Differing results for motivation tests and measures of resource use: the value of environmental enrichment to gestating sows housed in stalls. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 141, p. 9-19, 2012.

EMBRAPA. Central de Inteligência Aves e Suínos. *Estatísticas Brasil suínos*. 2018a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/brasil>. Acesso em: 21 jan. 2019.

EMBRAPA. Central de Inteligência Aves e Suínos. *Estatísticas mundo suínos*. 2018b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo>. Acesso em: 21 jan. 2019.

EMBRAPA. Central de Inteligência Aves e Suínos. *Tendências em suinocultura*. 2018c. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/tendencias/suinos>. Acesso em: 21 jan. 2019.

FAGUNDES, A. C. A.; NEGRÃO, J. A.; SILVA, R. G.; GOMES, J. D. F.; SOUZA, L. W. O.; FUKUSHIMA, R. S. Environmental temperature and serum cortisol levels in growing-

finishing pigs. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 45, p.136-140, 2008.

FOPPA, L.; CALDARA, F. R.; MACHADO, R. M.; SANTOS, R. K. S; NAAS, I.A; GARCIA, R. G. Enriquecimento ambiental e comportamento de suínos: revisão. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, Tupã, SP, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2014.

FOPPA, L.; PIEROZAN, C. R.; CALDAS, E.; MICHELON, A.; RUIZ, G.; DUARTE, J. V. S.; SILVA, C. C. R.; SILVA, C. A. Conhecimento e percepção de produtores/colaboradores quanto ao uso de enriquecimento ambiental para suínos. In: Fórum Internacional de Suinocultura, 9., 2018, Foz do Iguaçu. *Anais [...]*. Campinas: ANIMALWORLD, 2018a. v. 9. p. 229-230.

FOPPA, L.; PIEROZAN, C. R.; CALDAS, E.; MICHELON, A.; RUIZ, G.; SILVA, C. C. R.; SILVA, C. A. Enriquecimento ambiental para suínos em granjas comerciais brasileiras: materiais, frequência de uso e formas de apresentação. In: FÓRUM INTERANCIONAL DE SUINOCULTURA, 9.,2018, Foz do Iguaçu. *Anais [...]*. Campinas: ANIMALWORLD, 2018b. v. 9. p. 227-228.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. *Farm animal behaviour and welfare*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Baillière Tindall, 1990.

GADD, J. *Pig production problems: a guide to their solutions*. Nottingham, UK: Nottingham University Press Thrumpton, 2003.

GALINDO, E.; MANTECA, X. Evaluación científica del bienestar animal. In: DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. *Bem-estar dos suínos*. Londrina: Midiograf, 2014. Cap. 2, p. 44.

GALVANI, C. Bem-estar animal na indústria suína: mais um passo na direção certa. *HuffPost Brasil*, São Paulo, 29 set. 2014. Opinião. Disponível em: [http://www.brasilpost.com.br/carolina-galvani-bruun/bemestar-animal-naindustria-suina\\_b\\_5900000.html](http://www.brasilpost.com.br/carolina-galvani-bruun/bemestar-animal-naindustria-suina_b_5900000.html). Acesso em: 2 nov. 2017.

GIFFORD, A. K.; CLOUTIER, S.; NEWBERRY, R. C. Objects as enrichment: effects of object expo-sure time and delay interval on object recognition memory of the domestic pig. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 107, n. 3-4, p. 206-217, 2007.

GONYOU, H. W.; BRUMM, M. C.; BUSH, E.; DEEN, J.; EDWARDS, S. A.; FANGMAN, T.; MCGLONE, J. J.; MEUNIER-SALAUN, M.; MORRISON, R. B.; SPOOLDER, H.; SUNDBERG, P. L.; JOHNSON, A. K. Application of brokenline analysis to assess floor space requirements of nursery and grower–finisher pigs expressed on an allometric basis. *Journal of Animal Science*, Champaign, IL, v. 84, n. 1, p. 229–235, 2006.

GUY, J. H.; MEADS, Z. A.; SHIEL, R. S.; EDWARDS, S. A. The effect of combining different environmental enrichment materials on enrichment use by growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 144, n. 3-4, p. 102-107, 2013.

- GUY, J. H.; ROWLINSON, P.; CHADWICK, J. P.; ELLIS, M. Behaviour of two genotypes of growing-finishing pigs in three different housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 75, n. 3, p. 193–206, 2002.
- HEMSWORTH, P. H. Behavioral principles of pig handling. *Livestock Handling and Transport*, 2000. In: GRANDIN, T. (ed). *Livestock handling and transport*. Boston, MA: CABIN, 2000. Cap. 15, p. 261-280.
- HORBACK, K. M.; PIERDON, M. K.; PARSONS, T. D. Behavioral preference for different enrichment objects in a commercial sow herd. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 184, p. 7-15, 2016.
- HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. *Revista de Etologia*, São Paulo, v. 6, n. 1. p. 3-15, 2004.
- HOTZEL, M. J.; SOUZA, G. P. P.; MACHADO FILHO, L. C. P.; IRGANG, R.; PROBST, R. Estresse e reconhecimento de seres humanos em leitões recém desmamados. *Biotemas*, Florianópolis, v. 20, n. 4, p. 91-98, 2007.
- ICKES, B. R.; PHAM, T. M.; SANDERS, L. A.; ALBECK, D. S.; MOHAMMED, A. H.; GRANHOLM, A. C. Long-term environmental enrichment leads to regional increases in neurotrophin levels in rat brain. *Experimental Neurology*, Amsterdam, v. 164, p. 45-52, 2000.
- JANSEN, J.; BOLHUIS, J. E.; SCHOUTEN, W. G.; SPRUIJT, B. M.; WIEGANT, V. M. Spatial learning in pigs: effects of environmental enrichment and individual characteristics on behaviour and performance. *Animal Cognition*, Heidelberg, v. 12, n. 2, p. 303-315, 2009.
- JANSEN, P. An ethogram of social interaction pattern in groupoused dry sows. *Applied Animal Ethology*, Amsterdam, v. 6, p. 341–350, 1980.
- JANSSENS, C. J. J.; HELMOND, F. A.; WIEGANT, V. M. The effect of chronic stress on plasma cortisol concentrations in cyclic female pigs depends on the time of day. *Domestic Animal Endocrinology*, Stoneham, MA, v. 12, p. 167-177, 1995.
- JOËLS, M.; BARAM, T. The neuro-symphony of stress. *Nature Reviews Neuroscience*, London, UK, v. 10, p. 459-466, 2009.
- KAUFMAN, E.; LAMSTER, I. B. The diagnostic applications of saliva: a review. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, Alexandria, VA, v. 13, n. 2, p. 197-212, 2002.
- KELLER, B. *Estudo comparativo dos níveis de cortisol salivar e estresse em atletas de luta olímpica de alto rendimento*. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- KEYSERLINGK, M. A. G.; HÖTZEL, M. J. The ticking clock: addressing farm animal welfare in emerging countries. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, Dordrecht, NL, v. 28, p. 179-195, 2015.

KIEFER, C.; MOURA, M. S.; SIVA, E. A.; SANTOS, A. P.; SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; NANTES, C. L. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.

KNOWLES, T. G.; WASSIS, P. D. Space allowances for confined livestock and their determination from allometric principles: a comment on. *Applied Animal Behavior Science*, Amsterdam, v. 120, p.117 -118, 2009.

KOBA, Y.; TANIDA, H. How do miniature pigs discriminate between people? Discrimination between people wearing coveralls of the same color. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 73, p. 45-58, 2001.

KOEPPEN, B. M.; STANTON, B. A. *Berne y Levy: fisiología*. 3. ed. Barcelona: Elsevier Mosby, 2009.

KROLL, J. Correlations of plasma cortisol levels, chaperone expression and mammalian longevity: a review of published data. *Biogerontology*, Dordrecht, NE, v. 11, p. 495-499, 2010.

LEBRET, B.; MEUNIER-SALAUN, M. C.; FOURY, A.; MORMÈDE, P.; DRANSFIELD, E.; DOURMAD, J. Y. Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, n. 9, p. 2436-2447, 2006.

LOPES, E. J. C. *Análise do bem-estar e desempenho de suínos em sistema de cama sobreposta*. 2004. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A.; DALLA COSTA, O. A. *Abate humanitário de suínos*. Rio de Janeiro: WSPA, 2010.

LUDTKE, C.; CALVO, A. V.; BUENO, A. D. *Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Suínos, 2014. Cap. 4, p. 133-158.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem-estar dos suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 5., 2000, São Paulo, SP. *Anais* [...]. São Paulo: Expo Center Norte. p. 70-82.

MACHADO, R. M. *Comportamento de suínos em ambientes enriquecidos*. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

MAIA, A. P. A.; SARUBBI, J.; MEDEIROS, B. B. L.; MOURA, D. J. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos (Revisão). *REGET: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, RS, v. 14, n. 14, p. 2862-2877, set. 2013.

- MAIA, A. P. A.; SARUBBI, J.; MEDEIROS, B. B. L.; DE MOURA, D. J. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 14, n. 14, p. 2862-2877, 2013.
- MANTECA, X.; GASA, J. Bienestar en el ganado porcino. Barcelona: Boehringer Ingelheim, 2008.
- MCINERNEY, J. P. *Animal welfare, economics and policy: report on a study undertaken for the farm & animal health economics*. Londres: Division of DEFRA; 2004.
- MEUNIER-SALAÜN, M. C.; VANTRIMPONTE, M. N.; RAAB, A.; DANTZER, R. Effect of floor area restriction upon performance, behavior and physiology of growing–finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 64, p. 1371–1377, 1987.
- MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos: revisão. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.
- MUNSON, L.; TERIO, K. A. Impact of stress on the health of captive wildlife: the cheetah paradigm. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN COLLEGE OF VETERINARY PATHOLOGISTS, 56., 2005, Boston. *Proceedings* [...]. Madison: American College of Veterinary Pathologists and American Society for Veterinary Information Service, 2005.
- NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behavior Science*, Amsterdam, v. 44, p. 229-243, 1995.
- OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. *Terrestrial animal health code*. 18<sup>th</sup> ed. Paris: World Organisation for animal health, 2009. v.1.
- PEARCE, G. P.; PATERSON, A. M. The effect of space restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 36, p. 11–28, 1993.
- PERINI, J. E. G. N. *Comportamento, bem-estar e desempenho reprodutivo de matrizes suínas gestantes alojadas em baias coletivas e em gaiolas individuais*. 2017. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- PETHERICK, J. C. A biological basis for the design of space in livestock housing. In: BAXTER, S. H.; BAXTER, M. R.; MCCORMACK, J. A. D. (ed.). *Farm animal housing and welfare*. Dordrecht, NL: Martinus Nijhoff, 1983. p. 103-120.
- PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; SILVA, C. A. Environment, facilities, and management of hospital pens in growing and finishing pig farms: a descriptive study. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 46, n. 11, p. 831-838, 2017a.
- PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; SILVA, C. A. Medidas de bem-estar de suínos em crescimento e terminação: prevalência em granjas de sistemas cooperativos no Brasil. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 18., 2017, Goiânia, GO. *Anais* [...]. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017b. p. 262-263.

pig housing and husbandry systems scientific opinion of the panel on biological hazards. *The EFSA Journal*, v. 613, p. 1-20, 2007a.

PINHEIRO, J. V. *A pesquisa com bem-estar animal tendo como alicerce o enriquecimento ambiental através da utilização de objeto suspenso no comportamento de leitões desmamados e seu efeito como novidade*. 2009. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

POLETTI, R. Bem-estar animal. *Suíno.com*, Tangará, 5 abr. 2010. (Série especial bem-estar animal). Disponível em: <<http://tinyurl.com/4t6z4bk>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

PRZEKOP, F.; STUPNICKA, E.; WOLIŃSKA-WITORT, E.; MATEUSIAK, K., SADOWSKI, B.; DOMAŃSKI, E. Changes in circadian rhythm and suppression of the plasma cortisol level after prolonged stress in the sheep. *Acta Endocrinologica*, Copenhagen, DK, v. 110, p. 540-545, 1985.

RODARTE, L. F.; DUCOING, A.; GALINDO, F.; ROMANO, M. C.; VALDEZ, R. A. The effect of environmental manipulation on behavior, salivary cortisol and growth of piglets weaned at 14 days of age. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, Mahwah, NJ, v. 7, p. 171-179. 2004.

RUIS, M. A.; BRAKE, J. H.; ENGEL, B.; EKKELE, E. D.; BUIST, W. G.; BLOKHUIS, H. J.; KOOLHAAS, J. M. The circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs: effects of age, gender, and stress. *Physiology & Behavior*, Elmsford, v. 62, n. 3, p.623-630, set. 1997. Elsevier BV. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9384\(97\)00177-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0031-9384(97)00177-7).

SAPOLSKY, R. M.; ROMERO, L. M.; MUNCK, A. U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, Washington, DC, v. 21, p. 55-89, 2000.

SARUBBI, J. Bem-estar animal não se restringe às instalações e equipamentos: o uso de novas tecnologias. In: FÓRUM INTEGRAL DE SUINOCULTURA, 1., 2011, Curitiba, PR. *Anais [...]*. Teoria e prática do bem-estar animal na produção de suínos. Curitiba, 2011. p. 36-50.

SCOLLO, A.; GOTTARDO, F.; CONTIERO, B.; EDWARDS, S. A. Does stocking density modify affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioral and physiological parameters? *Applied Animal Behavior Science*, Amsterdam, v. 153, p. 26-35, 2014.

SCOTT, K.; TAYLOR, L.; GILL, B. P.; EDWARDS, S. A. Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems. 2. Ratio of pigs to enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 105, p. 51-58, 2007.

SCOTT, K.; TAYLOR, L.; GILL, B. P.; EDWARDS, S. A. Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems. 3. Hanging toy versus routable toy of the same material. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 116, p. 186-190, 2009.

- SILVA, C. A.; VILANOVA, X. M.; DIAS, C. P. Necessidade e desafios do uso de materiais de enriquecimento ambiental na suinocultura industrial. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 1, p. 525-536, 2016.
- SIMONSEN, H. B.; KLINKEN, L.; BINDSEIL, E. Histopathology of intact and docked pig tails. *British Veterinary Journal*, London, v. 147, p. 407-412, 1991.
- SOBESTIANSKY, J.; ZANELLA, J. R. C. Formas anormais de comportamento. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N. (org.). *Doenças dos suínos*. Goiânia: Cãnone Editorial, 2007. p. 579-592.
- SPOOLDER, H. A. M.; AARNINK, A. A. J.; VERMEER, H. M.; RIEL, J.; EDWARDS, S. A. Effect of increasing temperature on space requirements of group housed finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 138, n. 3-4, p. 229-239, 2012.
- SPOOLDER, H. A. M.; EDWARDS, S. A.; CORNING, S. Effects of group size and feeder space allowance on welfare in finishing pigs. *Animal Science*, Cambridge, GB, v. 69, p. 481-489, 1999.
- STUDNITZ, M.; JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J. Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behavior of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 107, n. 3-4, p. 183-197, 2007.
- UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2008/120/CE do Conselho de 18 de dezembro de 2008 relativa às normas mínimas de proteção de suínos (Versão codificada). *Jornal Oficial da União Europeia*, 18 Feb. 2009, PT L 47/5. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF>. Acesso em: 2 nov. 2017.
- UNITED STATES. Department of Agriculture - USDA. Foreign Agricultural Service - FAS. Pork. In: UNITED STATES. Department of Agriculture. Foreign Agricultural. *Livestock and poultry: world markets and trade*. Washington, DC: USDA, Oct. 2018. p. 12-21.
- VERMEER, H. M.; GREEF, K. H.; HOUWERS, H. W. J. Space allowance and pen size affect welfare indicators and performance of growing pigs under comfort class conditions. *Livestock Science*, Suwon, KR, v. 159, p. 79-86, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.10.021>.
- VINNING, R.F.; MCGINLEY, R. A.; MAKSVYTIS, J. J.; HO, K. Y. Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol. *Annals of Clinical Biochemistry*, London, v. 20, n. 6, p. 329-335, 1983.
- WARNIER, A.; ZAYAN, R. Effects of confinement upon behavioural, hormonal response and production indices in fattening pigs. In: ZAYAN, R. (ed.). *Social space for domestic animals*. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1985. p. 128-150.
- WEBSTER, S.; DAWKINS, M. The post-weaning behaviour of indoor-bred and outdoor-bred pigs. *Animal Science*, Cambridge, GB, v. 71, p. 265-271, 2000.

WEERD, H. A.; DAY, J. E. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 116, p. 1-20, 2009.

WEERD, H. A.; DOCKING, C. M.; DAY, J. E. L.; AVERY, P. J.; EDWARDS, S. A. A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 84, p. 101–118, 2003.

WHITE, H. M.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P.; BURGESS, J. R.; DONKIN, S. S.; LATOUR, M. A. Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 86, p. 1789-1798, 2008.

ZWICKER, B.; GYGAX, L.; WECHSLER, B.; WEBER, R. Short- and long-term effects of eight enrichment materials on the behaviour of finishing pigs fed ad libitum or restrictively. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 144, n. 1-2, p. 31-38, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2012.11.007>.

### 3 ARTIGO A

#### **Efeito da densidade e do uso de materiais de enriquecimento ambiental sobre o bem-estar e o desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar os efeitos da densidade e do uso de objetos para enriquecimento ambiental (EA) sobre o bem-estar e o desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação. Duzentos e quarenta suínos, metade machos imunocastrados e metade fêmeas, com peso inicial de  $22,38 \pm 2,38$  kg e idade média de 65 dias, foram submetidos a duas condições de densidade na baia ( $0,85\text{m}^2/\text{animal}$  e  $1,28\text{m}^2/\text{animal}$ ), com e sem enriquecimento ambiental, (EA) durante 117 dias. Os animais foram alimentados *ad libitum*. O delineamento experimental foi em blocos, em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 2$  (dois sexos, duas densidades e duas condições de EA), com seis repetições (a baia com cinco animais representou a unidade experimental). Foram avaliados os parâmetros de desempenho, ocorrências de alterações comportamentais através de imagens, doenças e o nível de cortisol salivar (aos 95 e 121 dias de idade). Não foram identificadas enfermidades distintas entre os tratamentos. Não houve efeito de interação entre os fatores para todos os parâmetros analisados. Para a densidade houve diferença significativa na fase de engorda compreendida entre 148 a 161 dias de idade para peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA); e na final da engorda entre 162 a 182 dias para PF, não houve diferença para consumo diário de ração (CDR). Para o fator EA não houve diferença nas fases e no período total PF (138,38 kg vs 138,81 kg), CA (2,07 vs 2,08), GPD (0,987 kg vs 0,990 kg) e CDR (2,05 kg vs 2,06 kg), e para o fator sexo os machos apresentaram melhor PF (141,59 kg vs 135,6 kg), CA (2,03 vs 2,12) e GPD (1,016 kg vs 0,963 kg). Considerando o

26 período total a maior disponibilidade de espaço melhorou ( $p < 0.05$ ) os resultados de PF  
27 (140,56 kg vs 136,63 kg), GPD (1,005 kg vs 0,974 kg) e CA (2,05 vs 2,10). Não houve efeito  
28 do enriquecimento ambiental, densidade e da interação ( $p > 0,05$ ) na frequência  
29 comportamental de suínos em fase de crescimento e terminação. Foi observado uma interação  
30 significativa entre a presença de enriquecimento ambiental e o dia de observação ( $p > 0,05$ )  
31 sobre a incidência de comportamentos agressivos. A análise econômica dos procedimentos  
32 apontou um menor custo para a densidade baixa (custo por quilograma produzido R\$ 2,025 vs  
33 R\$ 2,044; índice de custo 100,00 vs 100,97; índice de eficiência econômica 100,00 vs 99,04)  
34 indicando sua recomendação para unidades de crescimento e terminação. Conclui-se que não  
35 houve efeito das interações entre ambientes enriquecidos, diferentes densidades e sexo, para  
36 os parâmetros zootécnicos, nível de cortisol salivar e frequência comportamental, porém  
37 observou-se diferenças entre os fatores isoladamente. Maior disponibilidade de espaço  
38 melhorou os resultados de PF, GPD, CA e apresentou melhores índices de eficiência  
39 econômica e de custo. O uso de EA nos primeiros dias de alojamento pode reduzir as  
40 interações negativas.

41

42 **Palavras-chave:** Comportamento animal. Ambientes pobres. Carga animal.

43

44

45

46

47

48

49

50

51 **Effect of stocking density and use of environmental enrichment materials on the welfare**  
52 **and the zootechnical and economic performance of pigs in the growth and finishing**  
53 **phase**  
54

55 **Abstract:** The aim of this study was to evaluate the effects of stocking density and the use of  
56 environmental enrichment (EE) objects on the welfare and the zootechnical and economic  
57 performance of pigs in the growth and finishing phases. Two hundred and forty pigs, 120  
58 immunocastrated males and 120 females, with initial weight of  $22,38 \pm 2,38$  kg and mean age  
59 of 65 days, were submitted to two density conditions ( $0,85\text{m}^2/\text{pig}$  and  $1,28\text{m}^2/\text{pig}$ ) with and  
60 without environmental enrichment (EE) for 117 days. The animals were fed ad libitum. The  
61 experimental design was a  $2 \times 2 \times 2$  factorial (two sexes, two densities and two EE conditions),  
62 with six replicates (a pen with five animals represented the experimental unit). Performance  
63 parameters, occurrences of behavioral changes and diseases, and salivary cortisol levels (at 95  
64 and 121 days of age) were evaluated. No distinct illnesses were identified among the  
65 treatments. There was no interaction effect among the factors for all analyzed parameters. For  
66 stocking density, there was a significant difference in the fattening phase from 148 to 161  
67 days of age for final weight (FW), average daily gain (ADG), feed conversion rate (FCR); and  
68 at the end of fattening from 162 to 182 days for PW, there was no difference for average daily  
69 feed intake (ADFI). For the EE factor, there was no difference in any of the phases and in the  
70 total period FW (138,38 kg vs 138,81 kg), FCR (2,07 vs 2,08), ADG (0,987 kg vs 0,990 kg)  
71 and ADFI (2,05 kg vs 2,06 kg), and for the sex factor males presented better PW (141,59 kg  
72 vs 135,6 kg), FCR (2,03 vs 2,12) and ADG (1,016 kg vs 0,963 kg). Considering the total  
73 period, the greater availability of space improved ( $P < 0,05$ ) the results of FW (140,56 kg vs  
74 136,63 kg), ADG (1,005 kg vs 0,974 kg) and FCR (2,05 vs 2,10). There was no effect of  
75 environmental enrichment, density and their interaction ( $P > 0,05$ ) on the behavioral frequency

76 of pigs in the growth and finishing phases. A significant interaction was observed between the  
77 presence of environmental enrichment and the day of observation ( $P > 0.05$ ) on the incidence  
78 of aggressive behaviors. The economic analysis of the procedures indicated a better cost for  
79 the low stocking density (cost per kilogram produced 2,025 vs 2,044, index of cost 100,00 vs  
80 100,97, index of economic efficiency 100,00 vs 99,04) indicating its recommendation for  
81 units of growth and termination. In conclusion, there was no effect of interactions between  
82 enriched environments, different densities and sex for animal performance, salivary cortisol  
83 level and behavioral frequency, but differences between factors were observed separately.  
84 Greater availability of space improved the results of FW, ADG, FCR and presented better  
85 rates of economic efficiency and cost. The use of EE in the first days of accommodation can  
86 reduce negative interactions.

87

88 **Keywords:** Animal behavior. Barren environments. Space allowance.

89

## 90 **Introdução**

91       Ambientes enfadonhos e com restrita disponibilidade de espaço podem impedir  
92 suínos de exibir repertórios comportamentais e constituem um desafio para a expressão das  
93 características de desempenho e para a manutenção dos níveis de bem-estar, desencadeando  
94 comportamentos anômalos e estereotipados [1-2-3]. Por esse motivo, a União Europeia  
95 estabeleceu, por meio da diretiva 2008/120, requisitos mínimos de utilização de  
96 enriquecimento ambiental, exigindo o fornecimento de “materiais manipuláveis” para suínos  
97 em todas as fases de vida. A referida legislação declara que os suínos devem ter acesso  
98 permanente a uma quantidade suficiente de material que permitam atividades de investigação  
99 e manipulação adequadas [4].

100 O termo enriquecimento ambiental implica melhorias, sejam elas físicas, sociais e  
101 alimentares, aplicadas como forma de alterar de modo favorável o ambiente de confinamento  
102 [5] e, gradativamente, vem sendo aplicado na suinocultura industrial [6-7-8]. Pesquisas  
103 sugerem que o uso de objetos de enriquecimento ambiental nas baias reduz a ocorrência de  
104 interações sociais negativas [9,10], favorece o bem-estar psíquico e fisiológico, estimulando  
105 comportamentos típicos da espécie, tornando o ambiente cativo mais complexo [6], o que  
106 pode também favorecer o desempenho produtivo.

107 Além disso, a alta carga animal dentro das baias pode impactar negativamente no  
108 desempenho zootécnico de suínos [11,12] e aumentar interações negativas [13]. A densidade  
109 ou carga animal refere-se ao número de animais por unidade de área, expresso em animais/m<sup>2</sup>  
110 ou m<sup>2</sup>/animal [14], sendo determinada pela equação alométrica ( $A=k.PV^{0,667}$ ), onde “A”  
111 corresponde à superfície de área em m<sup>2</sup>, “k” à constante que varia de 0,033 à 0,048 e “PV” ao  
112 peso vivo expresso em kg, que permite fazer comparações entre as diferentes situação e pesos  
113 [15].

114 Pesquisas sugerem que tanto o desempenho quanto o bem-estar dos animais  
115 dependem da complexidade do ambiente e não somente de fatores isolados [16]. Desta forma,  
116 na busca pela promoção global do bem-estar animal, diferentes estratégias podem ser  
117 adotadas simultaneamente e, neste sentido, tanto o enriquecimento ambiental quanto a  
118 densidade animal podem ser implantados/modificados com relativa facilidade inclusive na  
119 esfera comercial.

120 Diante do exposto, objetivou-se com a condução deste trabalho avaliar os efeitos da  
121 densidade e do uso de objetos para enriquecimento ambiental sobre o bem-estar e o  
122 desempenho zootécnico e econômico de suínos em fase de crescimento e terminação.

123

124 **Material e Métodos**

125 Todos os procedimentos adotados na condução desta pesquisa foram revistos e  
126 aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina  
127 sob protocolo nº 14093.2018.83.

128 O experimento foi conduzido em uma granja experimental durante os meses de  
129 dezembro 2017 e março de 2018, na região oeste de Santa Catarina. Ao todo, foram utilizados  
130 240 animais, sendo 120 machos imunocastrados e 120 fêmeas, com peso médio inicial de  
131  $22,38 \pm 2,38$  kg e idade média de 65 dias, sendo mantidos até os 182 dias de idade. Todos os  
132 animais foram identificados com brincos no momento da primeira pesagem, não foram  
133 submetidos ao procedimento de desgaste dos dentes e tiveram 1/3 da cauda cortada entre o  
134 segundo e o quarto dia de vida. Antes do início do experimento, os animais foram mantidos  
135 nas mesmas condições de criação e mesmas condições de transporte até a instalação  
136 experimental. Os machos receberam vacina comercial de imunocastração Vivax® aos 95 e  
137 163 dias de vida. Todos os animais foram submetidos a um programa nutricional com seis  
138 fases (Tabela 3.1), baseadas nas exigências de acordo com sua faixa de peso/idade, recebendo  
139 um regime alimentar e de água *ad libitum* ao longo de todo o período experimental

140 **Tabela 3.1** - Composição percentual e de nutrientes calculados das rações.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Crescimento 1</b>	<b>Crescimento 2</b>	<b>Crescimento 3</b>	<b>Terminação 1</b>	<b>Terminação 2</b>	<b>Terminação 3</b>
Milho	68,296	72,581	74,776	68,116	70,319	71,586
Farelo soja 46%	17,800	15,000	14,000	13,900	13,400	12,300
Far.visc.aves overlay	8,000	7,000	6,000	-	-	-
Oleo soja degomado	3,380	2,980	2,800	3,540	2,890	2,750
Calcario calcitico 38%	0,803	0,786	0,774	0,726	0,727	0,725
Cevada	-	-	-	7,000	7,000	7,000
Farinha de carne e ossos	-	-	-	5,000	4,000	4,000
L-lisina HCl liquido 50%	0,623	0,609	0,612	0,621	0,582	0,575
Metionina hidroxí análogo liq.88%	0,176	0,145	0,132	0,163	0,151	0,139
L-treonina 98,5%	0,152	0,139	0,136	0,175	0,178	0,172
Sal	0,530	0,540	0,550	0,539	0,553	0,553
Premix vit/min Crescimento 1	0,240	-	-	-	-	-
Premix vit/min Crescimento 2	-	0,220	-	-	-	-
Premix vit/min Crescimento 3	-	-	0,220	-	-	-
Premix vit/min Terminação 1	-	-	-	0,220	-	-
Premix vit/min Terminação 2	-	-	-	-	0,200	-
Premix vit/min Terminação 3	-	-	-	-	-	0,200
<b>Total</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
<b>Nutrientes</b>						
Proteína bruta (%)	19,09	17,49	16,59	15,73	15,14	14,72
Energia metabolizável (kcal/kg)	3484	3464	3454	3468	3433	3427
Extrato etéreo	7,15	6,69	6,43	6,94	6,22	6,10
Fibra bruta (%)	1,87	1,81	1,78	1,88	1,89	1,87
Cálcio (%)	0,92	0,85	0,79	0,85	0,76	0,76
Fósforo total (%)	0,53	0,49	0,46	0,49	0,45	0,44
Triptofano (%)	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18
Lisina Total (%)	1,31	1,20	1,13	1,07	1,01	0,98
Metionina (%)	0,42	0,38	0,36	0,35	0,34	0,32

Fonte: Próprio autor.

142 Os animais, cinco por grupo, do mesmo sexo, foram alojados em baias de alvenaria  
143 com ventilação natural, dotadas de um bebedouro tipo taça e comedouros lineares com  
144 disponibilidade de acesso para todos os animais simultaneamente. As 48 baias usados  
145 apresentavam piso compacto e área inicial de 1,28 m<sup>2</sup>/animal. Destas, 24 baias foram  
146 reduzidas de tamanho, apresentando uma área final de 0,85 m<sup>2</sup>/animal. A redução do tamanho  
147 das baias foi realizada com divisórias de madeira posicionadas longitudinalmente nas baias,  
148 sem interferir no acesso ao comedouro e bebedouro (Anexo A).

149 Como objetos de enriquecimento ambiental foram utilizadas estruturas de PVC  
150 dotadas de quatro pedaços de mangueira maleável, cordas de sisal fixadas nas extremidades  
151 das baias, pedaços de madeira no piso e correntes metálicas suspensas, os mesmos foram  
152 revezados entre si a cada 29 dias na ordem citada anteriormente (Figura 3.1).

153

154 **Figura 3.1**-Objetos de enriquecimento ambiental ofertados para suínos em fases de crescimento e  
155 terminação. Blocos de madeira no chão (A); mangueiras acopladas a uma estrutura de PVC (B), corda  
156 de sisal fixadas nas paredes da baia (C) ; correntes metálicas suspensas (D).



157

158

Fonte: Próprio autor.

159 O delineamento experimental foi em blocos em esquema fatorial 2x2x2, com duas  
160 categorias animais (machos imunocastrados e fêmeas), dois níveis de densidade  
161 (0,85m<sup>2</sup>/animal e 1,28m<sup>2</sup>/animal) e enriquecimento ambiental (com ou sem). O critério de  
162 blocagem foi o peso inicial dos animais que foram subdivididos em leves, médios e pesados.  
163 Foram realizadas avaliações de comportamento, dos níveis de cortisol salivar, avaliações de  
164 escore de lesões de cauda, orelha e corpo (Apêndice B), além dos parâmetros de desempenho:  
165 peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e consumo diário de  
166 ração (CDR).

167

#### 168 *Análises de desempenho*

169 Os animais foram pesados no dia do início do experimento e, posteriormente, a cada  
170 troca de ração nos dias 20, 41, 61, 83, 96 e 117 dias de alojamento, permitindo o cálculo do  
171 ganho diário de peso. O consumo diário de ração foi obtido por meio da divisão do total de  
172 ração ofertada, descontando a quantidade de sobras pelos dias de avaliação e número de  
173 animais; e a conversão alimentar pela relação do consumo de ração e ganho de peso.

174

#### 175 *Análises de cortisol salivar*

176 Foram realizadas duas coletas de saliva para análise de cortisol nos dias 30 e 58 de  
177 alojamento. Todas as coletas foram realizadas entre 10:00 e 11:00 horas da manhã, horário  
178 definido conforme recomendações para o pico do ritmo circadiano de cortisol salivar de  
179 suínos [17]. O fluido oral foi coletado em todas as baias com o auxílio de corda de algodão  
180 posicionadas na altura do dorso dos animais para possibilitar a mastigação durante dois a  
181 cinco minutos. Após o período de mastigação, as amostras de saliva, extraídas das cordas  
182 dentro de sacos plásticos, foram depositadas individualmente em tubos *Eppendorf*,

183 acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador à temperatura de -20°C. As  
184 amostras foram, posteriormente, centrifugadas a 3000 rpm, a 4°C durante 20 minutos, e  
185 posteriormente analisadas em laboratório através do método imunoensaio enzimático  
186 específico para cortisol salivar utilizando kit comercial (Salimetrics LLC, State College,  
187 USA).

188

### 189 *Análises de Comportamento*

190 As avaliações comportamentais foram realizadas por meio de imagens capturadas com  
191 auxílio câmeras de vídeo instaladas na parte superior das baias. As câmeras foram instaladas  
192 somente nos tratamentos de machos com ajustes independentes, visando os objetos e focando  
193 a baia inteira. As imagens foram gravadas durante 24 horas/dia durante todo o experimento.  
194 Estas foram armazenadas em compartimento de memória do equipamento de monitoramento e,  
195 posteriormente, avaliadas visualmente. Para tanto, os suínos serão numerados com bastão  
196 marcador para facilitar sua posterior identificação nos vídeos.

197 Foram observadas as imagens de quatro dias de alojamento distribuídas ao longo de  
198 todo o período experimental. Posteriormente, as gravações foram avaliadas a cada 10 minutos  
199 no período compreendido entre as 00:00 até as 22:30, resultando num total de 677 scans por  
200 dia de observação em uma baia ou 2708 observações comportamentais por baia ao longo do  
201 período experimental.

202 As observações foram utilizadas para composição de um histograma, caracterizando as  
203 respectivas proporções de tempo dedicadas a cada comportamento presente no etograma  
204 (Tabela 3.2), desenvolvido conforme adaptação da metodologia proposta por Weerd et al. [8]  
205 e Docking et al. [18].

206

207

208 **Tabela 3.2** - Etograma para avaliação de comportamento de suínos mediante presença de

209 objetos de enriquecimento ambiental (adaptado de Weerd et al. [8] e Docking et al. [18]).

<b>Comportamento</b>	<b>Descrição</b>
Interagindo com o objeto	Manipulação do objeto de enriquecimento ambiental: cheirando, mordendo, empurrando, mastigando, fuçando.
Agonístico	Comportamento referente a lutas, envolvendo exibições, fugas, brigas, mordidas e arranhões entre os suínos
Inativo	De pé parado, sentado, deitado, dormindo.
Ativo	Todos os comportamentos ativos, excluindo as interações com o objeto. Ex: bebendo, comendo, interações sociais, explorando a baia.

210

211 *Análises Econômicas*

212 Para verificar a viabilidade econômica do alojamento dos animais com alta ou baixa  
213 densidade, foi simulado o alojamento de uma granja com 1000 animais com densidade alta de  
214 0,85 m<sup>2</sup>/animal e baixa de 1,28 m<sup>2</sup>/animal. Para os cálculos foram considerados os seguintes  
215 parâmetros: resultados dos índices zootécnicos e custo de ração, custo médio das instalações e  
216 equipamentos da região de Videira S/C. Fixou-se o peso de abate em 125 kg conforme peso  
217 médio de abate da região e tempo de depreciação das instalações (parte civil) em 25 anos e  
218 equipamentos em 12 anos conforme a planilha de custo eletrônica da Embrapa Suínos e Aves  
219 [19]. Em seguida foi determinado o custo médio por quilograma produzido das rações nas  
220 diferentes densidades, conforme equação proposta por Bellaver *et al.* [20].  $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$ ,  
221 onde  $Y_i$  = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no  $i$ -ésimo tratamento;  $P_i$  =

222 preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração  
223 consumida no i-ésimo tratamento e  $G_i$  = ganho de peso do i-ésimo tratamento. Também foram  
224 calculados o custo por quilograma produzido com gasto da construção da parte civil e o custo  
225 por quilograma produzido com o gasto com os equipamentos das duas densidades, da seguinte  
226 forma: Calculou-se os dias propriedade (DP) pela relação entre o ganho de peso na  
227 propriedade (GPP) para chegar nos 125kg e o GPD. Calculou-se o número de lotes no ano  
228 (NLA), dividindo-se os 365 dias pelos DP mais sete dias de intervalo sanitário e em seguida  
229 calculou-se o número de cabeças a serem abatidas em 12 e 25 anos. Chegou-se a quantidade  
230 de kg produzido, multiplicando a quantidade de cabeças em 12 e 25 anos pelo GPP e  
231 finalmente, calculou-se o custo por quilograma produzido, dividindo-se o gasto para  
232 construção da parte civil e equipamento pelos quilogramas produzidos em 12 ou 25 anos.

233         Posteriormente os três custos foram somados para chegar no custo médio por  
234 quilograma produzido nas duas densidades avaliadas. De posse do custo por quilograma  
235 produzido (considerando somente gasto com construção civil, equipamentos e custo de ração)  
236 foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC) propostos  
237 por Barbosa et al. [21]:  $IEE = (MC_{ei}/CT_{ei}) \times 100$  e  $IC = (CT_{ei}/MC_{ei}) \times 100$ , onde  $MC_{ei}$  =  
238 Menor custo por quilograma ganho, observado entre tratamentos e  $CT_{ei}$  = Custo do  
239 tratamento i considerado.

240

#### 241 *Análises Estatísticas*

242         Os dados de desempenho e cortisol salivar foram submetidos à análise de variância e,  
243 após verificação de interação entre os fatores, as médias dos fatores foram isoladamente  
244 comparadas pelo Teste F. Para os dados de comportamento, foi realizada análise de modelos

245 lineares mistos para medidas repetidas, com auxílio dos pacotes “lme4” e “nlme”. Foi  
246 utilizado para as análises o programa estatístico R versão 3.5.0.

247

## 248 **Resultados e Discussão**

249 Os dados de desempenho por fase e de todo o período experimental estão  
250 apresentados na Tabela 3.3. Não houve efeito das interações entre ambientes enriquecidos,  
251 diferentes densidades e sexo, entretanto observou-se diferenças entre os fatores isoladamente.  
252 Para a densidade houve diferença significativa na Fase 5 para PF, CA e GPD e na Fase 6 para  
253 PF. Para o fator enriquecimento ambiental (EA) não houve diferença significativa nas  
254 diferentes fases. Para o fator sexo houve diferença em praticamente todas as fases para PF,  
255 CA e GPD, sendo que somente na Fase 6 as fêmeas apresentaram melhores valores de CA e  
256 GPD, fato que se deve provavelmente porque os machos já se encontravam imunocastrados.  
257 Sabemos que o potencial genético para deposição de proteína de machos inteiros é melhor do  
258 que machos castrados e fêmeas [22]. Porém, no emprego da técnica de imunocastração os  
259 machos apresentam comportamentos distintos; sendo que o consumo de ração e CA de  
260 machos imunocastrados são semelhantes à de machos inteiros até a aplicação da segunda dose  
261 de vacina, quando então nota-se maior semelhança com os machos cirurgicamente castrados  
262 [23]. Após a segunda dose de vacina ocorre aumento do consumo de ração por parte dos  
263 machos imunocastrados [24].

264 Considerando o período total da avaliação, as fêmeas apresentaram piores valores de  
265 PF, GPD e CA em relação aos machos e a maior disponibilidade de espaço melhorou os  
266 resultados de PF, GPD e CA.

267 A redução do espaço disponível para suínos comumente gera redução na eficiência  
268 alimentar, no ganho de peso e aumenta a incidência de comportamentos indesejáveis [1,25].  
269 Todavia, Jang *et al.* [26] enfatizaram que espaços reduzidos impactam negativamente no

270 desempenho de suínos em terminação, mas não afetam animais em fase de crescimento. No  
271 entanto, os autores, trabalharam com densidades de 0,96; 0,80 e 0,69 m<sup>2</sup>/suíno, valores  
272 maiores que os adotados em nosso estudo, reforçando a ideia de que quanto maior a  
273 densidade, maior será a competição por recursos e, conseqüentemente, maior será o nível de  
274 estresse experienciado pelos animais, promovendo a piora do desempenho.

275 Outras experiências ratificam os resultados obtidos em nosso estudo. White *et al.*  
276 [27] constataram reduções de 17% no GPD e 10,7% no CDR ao restringir o espaço disponível  
277 de 0,93m<sup>2</sup>/suíno para 0,66m<sup>2</sup>/suíno. No estudo realizado por Kerr *et al.* [28] foram observados  
278 efeitos pontuais da densidade sobre os parâmetros de desempenho de suínos. Na quinta e  
279 oitava semanas de alojamento, os suínos mantidos sob baixa densidade (2m<sup>2</sup>/suíno)  
280 apresentaram maior ganho de peso quando comparados aos alojados sob condição de alta  
281 densidade (1m<sup>2</sup>/suíno) (8,23kg vs 7,42kg e 8,83 vs 7,69, respectivamente).

282 Por outro lado, os resultados encontrados no presente estudo divergem dos  
283 observados por Patton *et al.* [29]. Ao avaliarem diferentes densidades (0,70 m<sup>2</sup>/suínos vs 1,13  
284 m<sup>2</sup>/suíno), os autores não observaram alterações no desempenho em fase de crescimento e  
285 terminação. Também se mostra divergente dos resultados obtidos por Gentry *et al.* [30], que  
286 trabalhando com densidades menores (0,90m<sup>2</sup>/suíno x 9,45m<sup>2</sup>/suíno), não observaram  
287 melhorias no desempenho de suínos.

288 Preservadas estas controvérsias, há uma concordância do efeito negativo da piora da  
289 densidade para os animais nas fases de crescimento e terminação sobre os parâmetros de  
290 desempenho zootécnico, todavia ainda são poucos os dados referentes às possíveis alterações  
291 dos materiais para EA na compensação do desempenho decorrente da oferta de área mais  
292 limitada ao suíno. Beattie, O'connell e Moss [16], neste sentido, observaram melhores valores  
293 de consumo alimentar, conversão alimentar, taxa de crescimento e peso final para suínos em

294 crescimento mantidos em baias enriquecidas com *dispensers* contendo turfa e palha sob uma  
295 condição bastante generosa de área na baia (3,5 m<sup>2</sup> por suíno).

296 Estudando diferentes tipos de enriquecimento ambiental, Weerd *et al.* [31]  
297 constataram melhores resultados de ganho de peso em ambientes enriquecidos com cama de  
298 maravalha. Neste estudo, o objeto de enriquecimento ambiental, semelhante ao adotado em  
299 nossa pesquisa, também não proporcionou alterações significativas no desempenho dos  
300 animais. Também Casal-Plana *et al.* [32] observaram maiores pesos corporais para suínos  
301 mantidos em ambientes enriquecidos (cordas de cânhamo, serragem, bolas de borracha) e/ou  
302 suplementados com compostos de ervas (*Valeriana officinalis* e *Passiflora incarnata*) entre  
303 22 e 24 semanas de vida.

304 Na condição estudada, a ausência de resultados significativos do EA para minimizar  
305 os danos da pior condição de densidade estão em concordância com os achados de Vermeer *et*  
306 *al.* [33], que não constataram efeitos do enriquecimento ambiental sobre os parâmetros  
307 produtivos de suínos, porém verificaram que a maior disponibilidade de espaço (1m<sup>2</sup>/suíno  
308 *versus* 0.8m<sup>2</sup>/suíno) favoreceu o GPD e os machos apresentaram maior taxa de crescimento  
309 comparados às fêmeas. Atribui-se que a influência do enriquecimento ambiental sobre o  
310 desempenho de suínos é mais perceptível quando se utiliza palha como material de EA ou  
311 quando adota-se a condição de criação em cama sobreposta [1,34]. Estes materiais apresentem  
312 alto valor de atratividade [35], seu uso, sobretudo em baias de piso ripado, pode dificultar o  
313 manejo de dejetos e limpeza das baias [36], além de comprometer a viabilidade operacional e  
314 financeira do sistema [37].

315 Embora sejam consideradas importantes estrategicamente, os objetos de  
316 enriquecimento não devem ser vistos como solução final para os problemas de bem-estar de  
317 suínos, e que, caso não estejam aliados aos parâmetros sanitários e nutricionais, seus  
318 benefícios podem não ser observados [34]. Além disso, frequentemente se adota a

319 comparação dos resultados de desempenho, comportamentais e os parâmetros fisiológicos  
320 mediante a presença de EA sem, no entanto, considerar as diferenças que cada objeto  
321 empregado como recurso de EA detém e determina nos animais. Desta forma, é necessário  
322 considerar o tipo de material utilizado, bem como sua forma de disponibilização para evitar  
323 possíveis frustrações, levando ao descrédito de que o EA não é uma ferramenta útil para a  
324 promoção do bem-estar dos suínos.

325        Quanto às concentrações de cortisol salivar, não houve efeito dos fatores sobre as  
326 concentrações nos dois períodos avaliados (Tabela 3.4). Os resultados mostram-se similares  
327 aos encontrados por Jong *et al.* [38], que avaliaram os possíveis efeitos de EA nos parâmetros  
328 fisiológicos de bem-estar animal, e não identificaram diferenças entre os tratamentos. O  
329 cortisol é secretado no córtex suprarrenal para manter o equilíbrio fisiológico em resposta a  
330 um estímulo de estresse [25], com destaque ao estresse social, à privação de alimento e água,  
331 ao estresse térmico e às restrições de espaço [25,39,40]. Neste sentido, pode-se atribuir que  
332 embora a restrição de espaço, no presente estudo, tenha afetado o desempenho, este fator  
333 isoladamente não foi suficiente para promover alterações nos níveis de cortisol.

334        Efetivamente, há um consenso de que os suínos mantidos em ambientes monótonos  
335 apresentam maiores níveis de cortisol, quando comparados com aqueles alojados em baias  
336 enriquecidas [34,41]. Entretanto os resultados nem sempre são consistentes [42]. Marco-  
337 Ramell *et al.* [43] compararam parâmetros fisiológicos de suínos alojados sob duas  
338 densidades (0,25 m<sup>2</sup>/suíno vs. 0,50 m<sup>2</sup>/suíno) e não observaram alterações nos níveis de  
339 cortisol plasmático. Cornale *et al.* [44] também avaliaram os efeitos de duas densidades  
340 (1,0m<sup>2</sup>/suíno e 1,5m<sup>2</sup>/suíno) e a presença ou ausência de enriquecimento ambiental sobre os  
341 níveis de cortisol fecal e comportamentos de suínos em fases de crescimento e terminação e,  
342 todavia, observaram maiores concentrações de cortisol nos animais mantidos em baias com  
343 espaço mais restrito, não sendo estes, entretanto, afetados pelos objetos de EA.

344 Embora seja considerado que as diferenças entre os níveis de cortisol são  
345 dependentes da idade e tornam-se visíveis a partir da 15ª semana de idade [38], Staaya *et al.*  
346 [42] observaram maiores níveis deste hormônio (mensurado na cerda) nas cinco primeiras  
347 semanas após alojamento em ambiente estéril (sem EA), mas não nas amostras coletadas após  
348 14 semanas de idade. Por outro lado, não observaram alterações no cortisol salivar.

349 No presente estudo, as coletas foram realizadas aos 30 e 58 dias de alojamento,  
350 quando a limitação de espaço ainda não era tão acentuada, ou seja, o estresse experimentado  
351 pela restrição de espaço pode não ter sido suficiente para proporcionar alterações  
352 significativas neste hormônio, considerando que independentemente do tamanho da baia ou  
353 da idade dos animais o acesso aos comedouros de todos os animais simultaneamente foi  
354 preservado, não sendo este, portanto, um fator de estresse. Estes resultados estão de acordo  
355 com Scollo *et al.* [13] que acreditam que, para ser observado alterações de concentração de  
356 cortisol os suínos devem ser submetidos a uma lotação superior a área calculada usando-se a  
357 equação alométrica ( $A=k.PV^{0,667}$ ) com constante k de 0,030. Em nosso estudo usando a  
358 equação alométrica ( $A=k.PV^{0,667}$ ) para a densidade alta a constante k foi de 0,032 e para  
359 densidade baixa foi de 0,047.

360 Segundo Vermeer *et al.* [12], o emprego de recurso de EA requer baias com maior  
361 disponibilidade de espaço para atender suínos em fases de crescimento e terminação em  
362 condições comerciais intensivas. Paralelamente Zwicker *et al.* [45] tratam que, em especial na  
363 fase de terminação o manejo de alimentação *ad libitum*, resulta em menor motivação dos  
364 animais para expressar comportamentos exploratórios. Esta condição pode ter sido a razão  
365 pela qual não se observou vantagens para o EA.

366 A parte destes resultados, deve-se considerar que produtividade nem sempre é  
367 indicador de bem-estar animal, mas alguns parâmetros como diminuição das taxas de  
368 mortalidade e percentual de animais acometidos por lesões e patologias podem indiretamente

369 indicar melhorias em termos de bem-estar. Por outro lado, quando são considerados plantéis  
370 com alto desempenho zootécnico, esta equação se apresenta mais complexa [15].

371 Estas observações se identificam com os resultados do presente trabalho, cujas  
372 ocorrências de lesões e patologias não foram dignas de nota, além do ótimo desempenho  
373 verificado.

374 Os resultados de frequência comportamental estão demonstrados na tabela 3.5. Não  
375 houve efeito do enriquecimento ambiental, densidade e da interação ( $P > 0,05$ ) na frequência  
376 comportamental de suínos em fase de crescimento e terminação. A ocorrência de  
377 comportamentos ativos não foi influenciada tanto pela presença de objetos de enriquecimento  
378 ambiental quanto pelos níveis de densidade. Também não houve diferenças nos  
379 comportamentos direcionados a interação com os objetos nas baias enriquecidas. Nossos  
380 resultados estão de acordo com os encontrados por Telkänranta et al. [46] e Bracke [47].  
381 Segundo Machado et al. [48], o sucesso de um objeto de enriquecimento não deve ser medido  
382 apenas pela sua capacidade em atrair a atenção dos suínos, mas também pela sua habilidade  
383 em reduzir comportamentos indesejáveis.

384 De forma geral, suínos passaram maior parte do tempo ociosos em relação as demais  
385 atividades. Quando em vida livre na natureza, suínos tendem a passar a maior parte do dia  
386 explorando o ambiente na tentativa de encontrar alimento [49]. Todavia, em condições de  
387 confinamento onde são fornecidos água e alimentos à vontade, observa-se a redução na  
388 motivação de expressar comportamentos exploratórios [45].

389 Em pesquisa realizada por Beattie e O'Connell [50] e Stern e Andersen [51], os  
390 autores constaram que em situações de restrição alimentar houve um aumento dos  
391 comportamentos de investigação, reforçando a idéia que os comportamentos ativos de suínos  
392 são, em grande parte, motivados pela procura por alimentos. No presente estudo,  
393 independente da densidade animal, não houve impedimento ao acesso aos comedouros e

394 bebedouros o que pode ter contribuído para o aumento da incidência de comportamentos  
395 inativos.

396 Os resultados encontrados nesta pesquisa estão de acordo com Machado et al. [48] e  
397 Foppa et al. [52], nos estudos em questão os animais passaram em média 65% e 55,38% do  
398 tempo descansando. Embora os números apresentados nessas pesquisas sejam menores que os  
399 nossos, é preciso pontuar que em ambos estudos o período de observação foi somente durante  
400 o dia, período que os animais se encontram mais ativos. Em nosso estudo, a avaliação de  
401 comportamento se deu também no período noturno, o que contribuiu para o aumento da  
402 incidência de comportamentos inativos.

403 Os resultados a respeito do repertório comportamental de suínos mediante presença  
404 de objetos de enriquecimento ambiental e diferentes densidades ainda permanecem  
405 controversos na literatura, entretanto é preciso ter cautela ao comparar os dados.  
406 Considerando que os comportamentos de suínos são influenciados por fatores como genética,  
407 nutrição, ambiência, tamanho do grupo, características inerentes ao próprio indivíduo e  
408 estrutura física dos locais de alojamento [53], é preciso estar atento aos diversos fatores para a  
409 interpretação das respostas.

410 Embora não tenham encontrado diferenças na ocorrência da maioria dos  
411 comportamentos ativos, Cornale et al. [44] relataram influência da densidade, da presença de  
412 enriquecimento ambiental e de sua interação na manifestação dos comportamentos  
413 direcionados à alimentação e comportamentos inativos. Todavia, neste estudo as diferentes  
414 densidades foram reguladas pelo número de animais presentes na baia e não pela dimensão  
415 dessa. Desta forma, o acesso ao comedouro foi comprometido pelo maior número de animais  
416 presentes na baia, o que provavelmente gerou diferenças na alimentação desses animais. Em  
417 nosso estudo, a densidade foi regulada pelo espaço físico na baia sem, no entanto,  
418 comprometer o acesso simultâneo de todos os suínos aos comedouros. Esse fato contribuiu

419 para reduzir o estresse gerado pela limitação de espaço.

420 Por outro lado, Casal-Plana et al. [32] observaram um aumento nos comportamentos  
421 exploratórios ao oferecer diferentes objetos como enriquecimento ambiental (cordas de  
422 cânhamo, serragem, bolas de borracha e um composto à base de ervas), sugerindo que suínos  
423 que possuem acesso a EA são mais estimulados em relação aos presentes em baias  
424 monótonas. Além disso, a estimulação dos animais pode estar atrelada às características dos  
425 objetos, uma vez que suínos têm preferência por materiais mastigáveis, destrutíveis,  
426 enraizáveis e deformáveis [8,54].

427 Ao analisarmos o repertório comportamental ao longo dos dias (Tabela 3.6) foi  
428 observado uma interação significativa entre a presença de enriquecimento ambiental e o dia  
429 de observação ( $P < 0,05$ ) sobre a incidência de comportamentos agressivos. Os animais  
430 presentes nas baias enriquecidas, apresentaram menor incidência de comportamentos  
431 agressivos no primeiro e terceiro dia na observação. Esse resultado demonstra que a  
432 disponibilização de enriquecimento ambiental nas baias pode ser eficaz para a mitigação da  
433 ocorrência de brigas, nos primeiros dias de mistura de lotes. Nossos resultados corroboram  
434 com os obtidos por Schaefer et al. [55] e Ishiwata et al. [56] que relataram a redução de  
435 ocorrências agonísticas em suínos com acesso a objetos de enriquecimento ambiental. Da  
436 mesma forma, Cornale et al. [44] observaram uma redução significativa na ocorrência de  
437 comportamentos agressivos em baias enriquecidas (1,30% vs 0,61%), redução na incidência de  
438 caudofagia e um aumento na ocorrência de interações sociais positivas.

439 Suínos são animais hierárquicos e quando expostos a animais não familiares tendem  
440 a tornarem-se agressivos a fim de determinar os papéis de dominância, esse período pode-se  
441 estender por alguns dias [57]. Tendo em vista que o reagrupamento de suínos em sistema  
442 intensivos de produção é uma prática comum, o enriquecimento ambiental pode ser  
443 considerada uma alternativa viável a fim de reduzir o estresse vivenciado nos primeiros dias

444 de alojamento.

445 A análise econômica dos procedimentos (Tabela 3.7) mostra que, apesar do gasto  
446 inicial com instalações ser mais alto, dada a necessidade de maior área construída quando se  
447 usa densidade baixa ( $1,28\text{m}^2/\text{animal}$ ) comparado com densidade mais alta ( $0,85\text{m}^2/\text{animal}$ ), na  
448 simulação de alojamento de uma granja de 1000 animais, o custo por quilograma produzido  
449 foi menor para os animais alojados sob densidade baixa. Isto se deve principalmente ao fato  
450 de que os animais alojados nesta condição apresentaram um GPD e uma CA, respectivamente,  
451 melhores em 30,59 (+ 3,14% em relação à pior densidade) e 50 gramas (- 2,44% em relação à  
452 maior densidade), com consequente redução do tempo de permanência nas instalações e maior  
453 giro de ocupação destas durante o ano, minimizando os gastos com a depreciação das  
454 instalações. Desta forma é possível indicar que a densidade baixa ( $1,28\text{m}^2/\text{animal}$ ) apresentou  
455 um índice de eficiência econômica e de custo melhor que a densidade alta ( $0,85\text{m}^2/\text{animal}$ ).

456 **Tabela 3.3** - Índices zootécnicos de suínos por fase de crescimento e período total, em diferentes densidades, com ou sem uso de enriquecimento  
 457 ambiental (EA) e por sexo. Peso Inicial (PI), peso no final da fase (PF), conversão alimentar (CA), ganho de peso diário (GPD) e consumo diário  
 458 de ração (CDR).

Parâmetros	Densidade (m <sup>2</sup> /suíno)		p-valor	Enriquecimento Ambiental		p-valor	Sexo		p-valor
	0.85	1.28		Com	Sem		Fêmea	Macho	
<b>FASE 1</b>									
PF (kg)	38,13 ± 3,30	38,68 ± 2,99	0,547	38,54 ± 3,19	38,27 ± 3,16	0,768	37,95 ± 3,63	38,86 ± 2,56	0,323
CA	1,53 ± 0,10	1,48 ± 0,10	0,173	1,51 ± 0,10	1,50 ± 1,10	0,717	1,55 ± 0,11	1,46 ± 0,06	0,001
CDR (kg)	1,19 ± 0,63	1,19 ± 0,73	0,774	1,19 ± 0,71	1,18 ± 0,65	0,698	1,18 ± 0,79	1,19 ± 0,53	0,711
GPD (kg)	0,78 ± 0,06	0,80 ± 0,07	0,392	0,79 ± 0,08	0,79 ± 0,61	0,969	0,77 ± 0,08	0,81 ± 0,04	0,02
<b>FASE 2</b>									
PF (kg)	56,39 ± 4,37	57,22 ± 3,49	0,469	56,79 ± 3,97	56,82 ± 3,99	0,966	55,73 ± 4,32	57,88 ± 3,11	0,05
CA	1,87 ± 0,13	1,85 ± 0,08	0,418	1,88 ± 0,10	1,84 ± 0,11	0,192	1,92 ± 0,11	1,80 ± 0,08	<0,001
CDR (kg)	1,62 ± 0,05	1,63 ± 0,05	0,597	1,63 ± 0,04	1,62 ± 0,06	0,378	1,62 ± 0,05	1,63 ± 0,04	0,337
GPD (kg)	0,87 ± 0,08	0,88 ± 0,05	0,5	0,86 ± 0,06	0,88 ± 0,07	0,466	0,84 ± 0,06	0,90 ± 0,06	<0,001
<b>FASE 3</b>									
PF (kg)	78,79 ± 4,85	79,79 ± 3,40	0,438	79,10 ± 3,97	79,43 ± 4,44	0,784	77,45 ± 4,48	81,08 ± 2,93	<0,001
CA	1,85 ± 0,11	1,85 ± 0,08	0,848	1,86 ± 0,06	1,84 ± 0,12	0,652	1,91 ± 0,09	1,79 ± 0,05	<0,001
CDR (kg)	2,06 ± 0,05	2,07 ± 0,04	0,646	2,06 ± 0,05	2,07 ± 0,04	0,635	2,06 ± 0,04	2,06 ± 0,04	0,947
GPD (kg)	1,11 ± 0,06	1,12 ± 0,04	0,748	1,10 ± 0,04	1,12 ± 0,06	0,379	1,08 ± 0,04	1,15 ± 0,03	<0,001
<b>FASE 4</b>									
PF (kg)	102,34 ± 6,41	104,26 ± 4,26	0,229	103,36 ± 4,87	103,24 ± 6,12	0,94	100,2 ± 5,69	106,92 ± 2,98	<0,001
CA	2,32 ± 0,22	2,25 ± 0,12	0,173	2,27 ± 0,13	2,30 ± 0,21	0,511	2,39 ± 0,16	2,18 ± 0,13	<0,001
CDR (kg)	2,46 ± 0,12	2,50 ± 0,72	0,187	2,49 ± 0,07	2,46 ± 0,12	0,398	2,45 ± 0,12	2,50 ± 0,06	0,141
GPD (kg)	1,07 ± 0,12	1,11 ± 0,07	0,152	1,10 ± 0,07	1,08 ± 0,13	0,511	1,03 ± 0,10	1,15 ± 0,07	<0,001

Parâmetros	Densidade (m <sup>2</sup> /suíno)		p-valor	Enriquecimento Ambiental		p-valor	Sexo		p-valor
	0,85	1,28		Com	Sem		Fêmea	Macho	
<b>FASE 5</b>									
PF (kg)	118,88 ± 7,23	122,73 ± 4,66	0,03	120,93 ± 5,61	120,68 ± 7,08	0,893	116,99 ± 6,20	124,62 ± 3,60	<0,001
CA	2,10 ± 0,18	1,91 ± 0,23	0,002	2,01 ± 0,22	2,00 ± 0,24	0,864	2,08 ± 0,22	1,92 ± 0,20	0,01
CDR (kg)	2,65 ± 0,12	2,67 ± 0,06	0,326	2,69 ± 0,05	2,64 ± 0,12	0,13	2,66 ± 0,11	2,66 ± 0,07	0,885
GPD (kg)	1,27 ± 0,14	1,42 ± 0,17	0,002	1,35 ± 0,16	1,34 ± 0,18	0,849	1,29 ± 0,16	1,40 ± 0,17	0,02
<b>FASE 6</b>									
PF (kg)	136,63 ± 6,23	140,56 ± 4,71	0,01	138,81 ± 5,44	138,38 ± 6,27	0,803	135,61 ± 6,23	141,59 ± 3,40	<0,001
CA	2,98 ± 0,34	3,02 ± 0,38	0,672	2,99 ± 0,34	3,01 ± 0,39	0,87	2,84 ± 0,23	3,16 ± 0,39	0,001
CDR (kg)	2,49 ± 0,07	2,53 ± 0,07	0,1	2,52 ± 0,07	2,50 ± 0,08	0,477	2,50 ± 0,08	2,52 ± 0,07	0,404
GPD (kg)	0,847 ± 0,08	0,85 ± 0,11	0,89	0,85 ± 0,09	0,84 ± 0,09	0,766	0,88 ± 0,07	0,81 ± 0,10	<0,001
<b>PERÍODO TOTAL</b>									
PI (kg)	22,49 ± 2,33	22,36 ± 2,48	0,885	22,38 ± 2,45	22,37 ± 2,36	0,979	22,28 ± 2,73	22,48 ± 2,03	0,525
PF (kg)	136,63 ± 6,23	140,56 ± 4,71	0,001	138,81 ± 5,44	138,38 ± 6,27	0,803	135,61 ± 6,23	141,59 ± 3,40	<0,001
CA	2,10 ± 0,07	2,05 ± 0,05	<0,001	2,08 ± 0,06	2,07 ± 0,07	0,436	2,12 ± 0,05	2,03 ± 0,05	<0,001
CDR (kg)	2,05 ± 0,55	2,06 ± 0,03	0,203	2,06 ± 0,44	2,05 ± 0,05	0,313	2,05 ± 0,05	2,07 ± 0,03	0,113
GPD (kg)	0,974 ± 0,04	1,005 ± 0,03	0,002	0,990 ± 0,04	0,989 ± 0,04	0,962	0,963 ± 0,04	1,016 ± 0,02	<0,001

Fonte: Próprio autor.

459  
460

461

462 **Tabela 3.4** - Cortisol salivar de suínos em diferentes densidades, com ou sem uso de enriquecimento ambiental (EA) e por sexo.

Parâmetro	Densidade (m <sup>2</sup> /suíno)		p-valor	Enriquecimento Ambiental		p-valor	Sexo		p-valor
	0,85	1,28		Com	Sem		Fêmea	Macho	
CORTISOL 30 dias (µg/dL)	0,17 ± 0,11	0,21 ± 0,12	0,274	0,17 ± 0,11	0,21 ± 0,13	0,226	0,20 ± 0,13	0,17 ± 0,10	0,425
CORTISOL 58 dias (µg/dL)	0,16 ± 0,17	0,18 ± 0,11	0,755	0,19 ± 0,18	0,15 ± 0,09	0,349	0,17 ± 0,11	0,18 ± 0,17	0,799

463 **Fonte:** Próprio autor.

464

465

466 **Tabela 3.5** - Efeitos da densidade (DEN) e enriquecimento ambiental (EA) sobre a frequência comportamental (%) de suínos em fase de  
467 crescimento e terminação.

Comportamentos	0,85 (m <sup>2</sup> /suíno)		1,28 (m <sup>2</sup> /suíno)		Efeitos (p-valor)		
	Com	Sem	Com	Sem	EA	DEN	DEN x EA
Inativo	83,22 ± 7,42	81,93 ± 7,42	82,33 ± 8,24	83,98 ± 7,19	0,897	0,670	0,053
Ativo	14,81 ± 6,41	16,88 ± 6,33	15,97 ± 7,38	14,95 ± 6,20	0,680	0,748	0,116
Agressivo	1,00 ± 1,05	1,19 ± 1,47	0,82 ± 1,04	1,07 ± 1,43	0,300	0,485	0,878
Interação com o objeto	0,97 ± 1,25	-	0,88 ± 1,55	-	-	0,853	0,853

468 **Fonte:** Próprio autor.

469 **Tabela 3.6-** Incidência de comportamentos agressivos (%) em suínos ao longo do  
470 período de observação.

<b>% de ocorrência no dia</b>	<b>Com EA</b>	<b>Sem EA</b>	<b>p-valor</b>
1	0,96	1,94	0,026
2	1,33	2,14	0,076
3	0,29	0,88	0,045
4	0,44	0,12	0,358

471 **Fonte:** Próprio autor

472

473 **Tabela 3.7 -** Custo médio (R\$) por quilograma produzido, índice de custo e índice de  
474 eficiência econômica nas diferentes densidades no período de depreciação das  
475 instalações na simulação de alojamento de uma granja de 1000 animais.

<b>Parâmetros</b>	<b>Densidades</b>	
	<b>Alta (0,85m<sup>2</sup> / animal)</b>	<b>Baixa (1,28m<sup>2</sup>/animal)</b>
Custo por kg produzido (R\$/kg)	2,044	2,025
Índice de custo (%)	100,97	100,00
Índice de eficiência econômica (%)	99,04	100,00

476 **Fonte:** Próprio autor.

477

#### 478 **Conclusões**

479 A maior disponibilidade de espaço melhora os resultados de peso final, ganho  
480 de peso diário, conversão alimentar e apresentaram melhores índices de eficiência  
481 econômica e de custo. O enriquecimento ambiental reduz a incidência de  
482 comportamentos agressivos.

483 Sugere-se que mais pesquisas utilizando diferentes densidade e diferentes  
484 objetos de enriquecimento ambiental sejam realizadas para elucidar dúvidas sobre seus  
485 benefícios tanto para os resultados zootécnicos quanto para o bem-estar dos animais.

486

## 487 Referências

- 488 1. Averós X, Brossard L, Dourmad JY, Greef KH, Edge HL, Edwards SA, et al. A  
489 meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment  
490 characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Appl Anim Behav Sci.*  
491 2010 Nov; 127 (3-4): 73-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.010>.
- 492 2. Fraser AF, Broom DM. *Farm animal behaviour and welfare*. 3rd ed. London:  
493 Baillière Tindall; 1990.
- 494 3. Ludtke C, Calvo AV, Bueno AD. *Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília:  
495 Associação Brasileira dos Produtores de Suínos; 2014.
- 496 4. União Europeia. Directiva 2008/120/CE do Conselho de 18 de dezembro de 2008  
497 relativa às normas mínimas de proteção de suínos (Versão codificada). *Jornal*  
498 *Oficial da União Europeia*, 2009 Feb. 18, PT L 47/5. [Internet]. [acesso em: 2 nov.  
499 2017]. Disponível em: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF)  
500 [lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:047:0005:0013:PT:PDF)
- 501 5. Newberry RC. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of  
502 captive environments. *Appl Anim Behav Sci.* 1995; 44: 229-243.
- 503 6. Campos JÁ, Tinôco IFF, Silva F, Pupa J, Silva I. Enriquecimento ambiental para  
504 leitões na fase de creche advindos de desmame aos 21 e 28 dias. *Rev Bras Ciênc*  
505 *Agra.* 2010; 5: 272-278.
- 506 7. Ickes BR, Pham TM, Sanders LA, Albeck DS, Mohammed AH, Granholm AC.  
507 Long-Term Environmental Enrichment Leads to Regional Increases in  
508 Neurotrophin Levels in Rat Brain. *Exp Neurol.* 2000; 164: 45-52.
- 509 8. Weerd HA, Docking CM, Day JEL, Avery PJ, Edwards SAA. Systematic  
510 approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal*  
511 *Behaviour Science*, Amsterdam, v. 84, p. 101–118, 2003.
- 512 9. Guy JH, Rowlinson P, Chadwick JP, Ellis M. Behaviour of two genotypes of  
513 growing-finishing pigs in three different housing systems. *Appl Anim Behav Sci.*  
514 2002; 75: 193-206.
- 515 10. Rodarte LF, Ducoing A, Galindo F, Romano MC, Valdez RA. The effect of  
516 environmental manipulation on behavior, salivary cortisol and growth of piglets  
517 weaned at 14 days of age. *J Appl Anim Welf Sci.* 2004; 7: 171–179.

- 518 11. Brumm MC. And NCR-89 Committee on management of swine. Effect of space  
519 allowance on barrow performance to 136 kilograms body weight. *J Anim Sci.*  
520 1996; 74: 745–749.
- 521 12. Vermeer HM, Greef KH, Houwers HWJ. Space allowance and pen size affect  
522 welfare indicators and performance of growing pigs under comfort class  
523 conditions. *Livest Sci.* 2014; 159: 79-86. doi: 10.1016/j.livsci.2013.10.021.
- 524 13. Scollo A, Gottardo F, Contiero B, Edwards SA. Does stocking density modify  
525 affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioral and physiological  
526 parameters? *Appl Anim Behav Sci.* 2014; 153: 26-35.
- 527 14. Knowles TG, Wassis PD. Space allowances for confined livestock and their  
528 determination from allometric principles: A comment on. *Appl Anim Behav Sci.*  
529 2009; 120: 117 -118.
- 530 15. Dias CP, Silva CA, Manteca X. Problema de bem-estar em suínos. In: Dias CP,  
531 Silva CA, Mantega X. Bem-estar dos suínos. Londrina: Midiograf; 2014. pp. 199-  
532 267.
- 533 16. Beattie VE, O’Connell NE, Moss BW. Influence of environmental enrichment on  
534 the behaviour, performance and meet quality of domestic pigs. *Livest Prod. Sci.*  
535 2000; 65: 71-79.
- 536 17. Ruis MA, Brake JH, Engel B, Ekkel ED, Buist WG, Blokhuis HJ, et al. The  
537 circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs: effects of age, gender, and  
538 stress. *Physiol. Behav.* 1997 Sept; 62(3):623-630. doi: 10.1016/s0031-  
539 9384(97)00177-7.
- 540 18. Docking CM Weerd HAV Day JEL Edwards SA. The influence of age on the use  
541 of potential enrichment objects and synchronisation of behaviour of pigs. *Appl*  
542 *Anim Behav Sci.* 2008; 110(3-4): 244-257. doi:  
543 <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.004>.
- 544 19. Embrapa. Custos planilha eletrônica. [Internet].[acesso em: 4 fev. 2019].  
545 Disponível em: [https://www.embrapa.br/suinos-e-](https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/calculador/planilha)  
546 [aves/cias/custos/calculador/planilha](https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/calculador/planilha).
- 547 20. Bellaver C, Fialho ET, Protas JFS, Gomes PC. Radícula de malte na alimentação  
548 de suínos em crescimento e terminação. *Pesq. Agrop. Bras.* 1985; 20 (8): 969-74.
- 549 21. Barbosa HP, Fialho ET, Ferreira AS, Lima GJM, Gomes MFM. Triguilho para  
550 suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Rev Soc Bras*  
551 *Zoot.* 1992; 21(5): 827-837.
- 552 22. Porolnik GV, Lovatto PA, Rossi CAR, Lehnen CR, Andretta I. Suplementação de  
553 aminoácidos para suínos castrados ou inteiros em crescimento e terminação. In:  
554 Anais do 3º Seminário Sistemas de Produção Agropecuária, 2009; Dois Vizinhos.  
555 Dois Vizinhos: UFTPR -DV; 2009.

- 556 23. Skrlep M, Bonneau M, Lukač NB, Prevolnik M. Effect of immunocastration  
557 (Improvac®) in fattening pigs I: growth performance, reproductive organs and  
558 malodorous compounds. *Slov. Vet. Zb*, 2010; 47: 57-64.
- 559 24. Silva MA, Barbarino Júnior P, Guastale SR. Recomendações nutricionais para  
560 machos inteiros submetidos à imunocastração. In: *Proceedings 3 rd International*  
561 *Symposium On Nutritional Requi-Rements Of Poultry And Swine*, 2011; Viçosa.  
562 Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011. p. 353-375.
- 563 25. Kim KH, Kim KS, Kim JE, Kim DW, Seol KH, Lee SH, et al. The effect of  
564 optimal space allowance on growth performance and physiological responses of  
565 pigs at different stages of growth. *Anim*. 2016; 11(3): 478-485. doi:  
566 10.1017/s1751731116001841.
- 567 26. Jang JC, Jin XH, Hong JS, Kim YY. Effects of different space allowances on  
568 growth performance, blood profile and pork quality in a grow-to-finish production  
569 system. *Asian-australas. J. Anim. Sci*. 2017; 30(12): 1796, 2017.
- 570 27. White HM, Richert BT, Schinckel AP, Burgess JR, Donkin SS, Latour MA.  
571 Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-  
572 finish pigs housed at two densities. *J Anim Sci*. 2008; 86: 1789-1798.
- 573 28. Kerr CA, Giles LR, Jones MR, Reverter A. Effects of grouping unfamiliar  
574 cohorts, high ambient temperature and stocking density on live performance of  
575 growing pigs1. *J Anim Sci*. 2005 Abr; 83(4): 908-915. doi:  
576 10.2527/2005.834908x.
- 577 29. Patton BS, Huff-Lonergan E, Honeyman MS, Kerr BJ, Lonergan SM. Effects of  
578 space allocation within a deep-bedded finishing system on pig growth  
579 performance, fatty acid composition and pork quality. *Anim*. 2008; 2(3): 471-478.  
580 doi: 10.1017/s1751731107001280.
- 581 30. Gentry JG, McGlone JJ, Blanton Junior JR, Miller MF. Impact of spontaneous  
582 exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of  
583 growing/finishing pigs1. *J. Anim. Sci*. 2002; 80(11): 2833-2839. doi:  
584 10.2527/2002.80112833x
- 585 31. Weerd HA, Docking CM, Day JEL, Breuer K, Edwards SAA. Effects of species-  
586 relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing  
587 pigs. *Appl Anim Behav Sci*. 2006; 99(3-4): 230-247.
- 588 32. Casal-Plana N, Manteca X, Dalmau A, Fàbrega E. Influence of enrichment  
589 material and herbal compounds in the behaviour and performance of growing  
590 pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci*. 2017; 195: 38-43. doi:  
591 10.1016/j.applanim.2017.06.002.
- 592 33. Vermeer HM, Dirx-Kuijken NCPMM, Bracke MBM. Exploration feeding and  
593 higher space allocation improve welfare of growing-finishing pigs. *Anim*. 2017  
594 Apr; 7(12): 36-45. doi: 10.3390/ani7050036

- 595 34. Weerd HA, Day JEL. A review of environmental enrichment for pigs housed in  
596 intensive housing systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2009 Jan; 116 (1):1-20. doi:  
597 10.1016/j.applanim.2008.08.001.
- 598 35. Studnitz M, Jensen MB, Pedersen LJ. Why do pigs root and in what will they  
599 root? A review on the exploratory behavior of pigs in relation to environmental  
600 enrichment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2007; 107(3-4): 183-197.
- 601 36. European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on animal health  
602 and welfare on a request from the Commission related to welfare of weaners and  
603 rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. *Animal health  
604 and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry. The EFSA J.*  
605 2005; 268: 1-19.
- 606 37. Nannoni E, Martelli G, Sardi L. Enrichments for pigs: improving animal-  
607 environment relations. In: *Proceedings 4 rd International Conference on Animal-  
608 Computer Interaction, 2017; New York. New York: ACI2017; 2017.*
- 609 38. Jong IC, Prella IT, Burgwal JA, Lambooij E, Korte SM, Blokhuis HJ, et al.  
610 Effects of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning,  
611 and memory, and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiol Behav.*  
612 2000; 68(4): 571-578. doi: 10.1016/s0031-9384(99)00212-7.
- 613 39. Hemswoth PH. Behavioral principles of pig handling. *Livestock Handling and  
614 Transport, 2000.* In: Grandin T. *Livestock handling and transport.* Boston, MA:  
615 CABIN; 2000. pp. 261-280.
- 616 40. Mcglone JJ, Salak JL, Lumpkin EA, Nicholson RI, Gibson M, Norman RL.  
617 Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol,  
618 natural killer cell activity, and leukocyte numbers. *J Anim Sci.* 1993; 71(4): 888-  
619 896.
- 620 41. Grimberg-Henrici CGE, Vermaak P, Bolhuis JE, Nordquist RE, Van Der Staay  
621 FJ. Effects of environmental enrichment on cognitive performance of pigs in a  
622 spatial holeboard discrimination task. *Anim Cognit.* 2015 Oct; 19(2): 271-283.  
623 doi: 10.1007/s10071-015-0932-7.
- 624 42. Staaya FJ, Zutphen JA, Ridder MM, Nordquista RE. Effects of environmental  
625 enrichment on decision-making behavior in pigs. *Appl Anim Behav Sci.* 2017;  
626 194: 14-23. doi: 10.1016/j.applanim.2017.05.006.
- 627 43. Marco-Ramell A, Pato R, Peña R, Saco Y, Manteca X, Ruiz de la Torre JL, et al.  
628 Identification of serum stress biomarkers in pigs housed at different stocking  
629 densities. *Vet J.* 2011 Nov; 190(2): 66-71. doi: 10.1016/j.tvjl.2011.01.003.
- 630 44. Cornale P, Macchi E, Miretti S, Renna M, Lussiana C, Perona G, et al. Effects of  
631 stocking density and environmental enrichment on behavior and fecal  
632 corticosteroid levels of pigs under commercial farm conditions. *J Vet Behav.*  
633 2015; 10(6): 569-576. doi: 10.1016/j.jveb.2015.05.002.

- 634 45. Zwicker B, Gygax L, Wechsler B, Weber R. Short- and long-term effects of eight  
635 enrichment materials on the behaviour of finishing pigs fed ad libitum or  
636 restrictively. *Appl Anim Behav.* 2013; 144(1-2): 31-38. doi:  
637 10.1016/j.applanim.2012.11.007.
- 638 46. Telkänranta H, Bracke MBM, Valros A. Fresh wood reduces tail and ear biting  
639 and increases exploratory behaviour in finishing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*  
640 2014; 161:51-59. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.007>.
- 641 47. Bracke MBM. Multifactorial testing of enrichment criteria: pigs demand hygiene  
642 and destructibility more than sound. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2007, 107, 218–232.
- 643 48. Machado SP, Caldara FR, Foppa L, Moura R, Gonçalves LMP, Garcia RG, et al.  
644 Behavior of pigs reared in enriched environment: Alternatives to extend pigs  
645 attention. *PloS one.* 2017; 12(1): e0168427.
- 646 49. Putten GV. An ethological definition of animal welfare with special emphasis on  
647 pig behaviour. In: *Proceedings 2nd NAHWOA Workshop, 2000; Cordoba.*  
648 Cordoba: University of Reading, 2000. p. 89-103.
- 649 50. Beattie VE, O’connell NE. Relationship between rooting behaviour and foraging  
650 in growing pigs. *Anim Welfare.* 2002; 11: 295–303.
- 651 51. Stern S, Andresen N. Performance, site preference, foraging and excretory  
652 behaviour in relation to feed allowance of growing pigs on pasture. *Livest Prod*  
653 *Sci.* 2003; 79: 257–265.
- 654 52. Foppa L, Caldara FR, Moura R, Machado SP, Nääs IA, Garcia RG., et al. Pig’s  
655 behavioral response in nursery and growth phases to environmental enrichment  
656 objects. *Span. J. Agric. Res.* 2018; 16(3):0507, 2018.
- 657 53. Deen J. Pigs: behavior and welfare assessment. In: Breed MD, Moore J. (Eds.),  
658 *Encyclopedia of Animal Behavior.* Academic Press, 2010. p. 731-739.
- 659 54. Bolhuis JE, Schouten WGP, Schrama JW, Wiegant VM. Behavioural  
660 development of pigs with different coping characteristics in barren and substrate-  
661 enriched housing conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2005; 93: 213-28.
- 662 55. Schaefer AL, Salomons MO, Tong AKW, Sather AP, Lepage P, 1990. The effect  
663 of environment enrichment on aggression in newly weaned pigs. *Appl Anim*  
664 *Behav Sci.* 1990; 27: 41-52. doi: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(90\)90006-Y](https://doi.org/10.1016/0168-1591(90)90006-Y)
- 665 56. Ishiwata T, Uetake K, Tanaka T Use of a box to prevent agonistic behavior after  
666 regrouping in isolated and non-isolated pigs. *Anim Sci J.* 2002; 73: 287-292. doi:  
667 <https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2002.00039.x>
- 668 57. Meese GB, Ewbank R. 1973. The establishment and nature of the dominance  
669 hierarchy in the domesticated pig. *Anim. Behav.* 1973; 21:326–334.

#### 4 CONCLUSÕES GERAIS

A suinocultura brasileira vem crescendo nas últimas décadas, sendo uma das atividades de relevância econômica para o País. Considerando a sua importância econômica e seu crescimento é válido destacar que também é crescente a preocupação dos consumidores com a maneira como os animais são criados, transportados e abatidos. Desta forma, o bem-estar animal vem se tornando um dos maiores desafios para as agroindústrias e outros sistemas de produção.

Os conceitos de bem-estar animal ainda são divergentes na comunidade científica, assim como a sua aplicabilidade aos contextos científicos e produtivos. Um conceito bem aceito é o que foi proposto por Broom (1986), em que se define o bem-estar animal como o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao ambiente. Uma forma de avaliar o bem-estar animal é através de indicadores, principalmente indicadores ligados diretamente aos animais.

A produtividade nem sempre é indicador de bem-estar animal, mas alguns parâmetros como diminuição das taxas de mortalidade e percentual de animais acometidos por lesões e patologias podem indiretamente indicar melhorias em termos de bem-estar. Por outro lado, a produtividade não pode ser dissociada da oferta de uma condição de alto grau de bem-estar aos animais.

O bem-estar animal pode ser melhorado através do uso de enriquecimento ambiental, que estimula o comportamento típico da espécie, reduzindo estresse e tornando o ambiente de confinamento mais complexo e variado. O estresse causa inúmeras consequências para o organismo animal tais como: maior fragilidade do sistema imunológico, aumento a suscetibilidade a doenças; redução da produtividade em alguns casos ocorrência de comportamentos anômalos. O estresse é um dos principais parâmetros fisiológicos de avaliação do bem-estar animal, sendo que uma das formas mais usadas para se avaliar o estresse é a elevação dos níveis séricos de cortisol. A colheita de saliva para avaliação dos níveis de cortisol é uma alternativa não invasiva válida, pois o cortisol salivar possui grande significado biológico representando a forma livre deste hormônio.

O bem-estar animal também pode ser avaliado através do comportamento dos animais, principalmente os comportamentos anômalos, sendo estes métodos rápidos e

práticos.

Não existe um consenso sobre o impacto da densidade no desempenho de suínos, porém, a maioria dos estudos demonstram que à medida que os animais crescem sem todo o espaço necessário o consumo de ração e o ganho de peso tendem a ser reduzidos e ocorre uma piora na conversão alimentar. Com relação ao comportamento e ao bem-estar animal acredita-se que o oferecimento restrito de espaço, formação de grupos grandes tenham influência como fatores prejudiciais ao bem-estar dos suínos. Alta densidade nas fases de crescimento e terminação pode aumentar as interações agonistas negativas como as brigas, ocasionando maior número de lesões de cauda e orelha devido as mordeduras.

No presente trabalho não houve efeito das interações entre ambientes enriquecidos, diferentes densidades e sexo, para os parâmetros zootécnicos, nível de cortisol salivar e comportamento, porém observou-se diferenças entre os fatores isoladamente. Maior disponibilidade de espaço melhorou os resultados de peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar. A análise econômica dos procedimentos apontou melhores índices de eficiência econômica e de custo para a densidade baixa indicando sua recomendação para unidades de crescimento e terminação.

Foi observado uma interação significativa entre a presença de enriquecimento ambiental e o dia de observação ( $p < 0,05$ ) sobre a incidência de comportamentos agressivos. Como os suínos são animais hierárquicos e quando expostos a outros não familiares tendem a tornarem-se agressivos, e o reagrupamento em sistema intensivo de produção é uma prática comum, o enriquecimento ambiental pode ser uma alternativa viável a fim de reduzir o estresse vivenciado nos primeiros dias de alojamento.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Distribuição dos suínos por baía

(baías em amarelo foram usadas enriquecimento ambiental)

### FUNDO DO GALPÃO

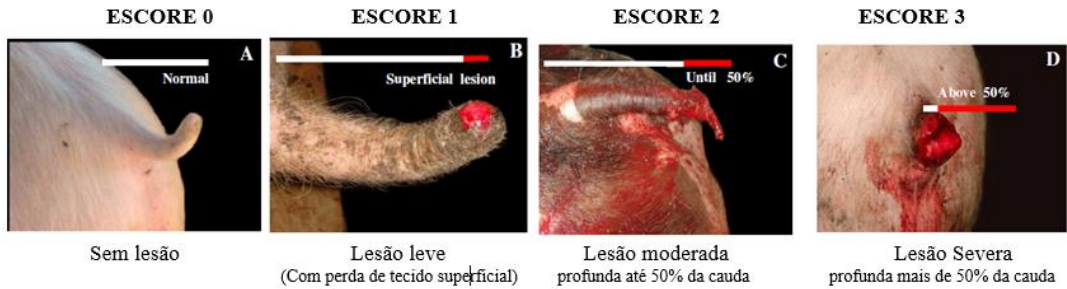
	Baía 1	Tratamento		Tratamento	Baía 2	
	31	Bordadura		Bordadura	30	
	32	Bordadura		Bordadura	29	
	33	Bordadura		Bordadura	28	
<b>Pesados</b>	34	TRAT1M	<b>Corredor</b>	TRAT5F	27	
	35	TRAT2M		TRAT6F	26	
	36	TRAT3M		TRAT7F	25	
	37	TRAT4M		TRAT8F	24	
	38	TRAT8F		TRAT4M	23	
	39	TRAT7F		TRAT3M	22	
	40	TRAT6F		TRAT2M	21	
	41	TRAT5F		TRAT1M	20	
	<b>Médios</b>	42		TRAT2M	TRAT6F	19
		43		TRAT3M	TRAT7F	18
44		TRAT4M		TRAT8F	17	
45		TRAT1M		TRAT5F	16	
46		TRAT7F		TRAT3M	15	
47		TRAT6F		TRAT2M	14	
48		TRAT5F		TRAT1M	13	
49		TRAT8F		TRAT4M	12	
<b>Leves</b>	50	TRAT3M		TRAT7F	11	
	51	TRAT4M		TRAT8F	10	
	52	TRAT1M		TRAT5F	9	
	53	TRAT2M		TRAT6F	8	
	54	TRAT6F	TRAT2M	7		
	55	TRAT5F	TRAT1M	6		
	56	TRAT8F	TRAT4M	5		
	57	TRAT7F	TRAT3M	4		
	58	Bordadura	Bordadura	3		
	59	Bordadura	Bordadura	2		
	60	Bordadura	Bordadura	1		

### FRENTE DO GALPÃO

## APÊNDICE B

### Escore de lesões: cauda, orelha e corpo

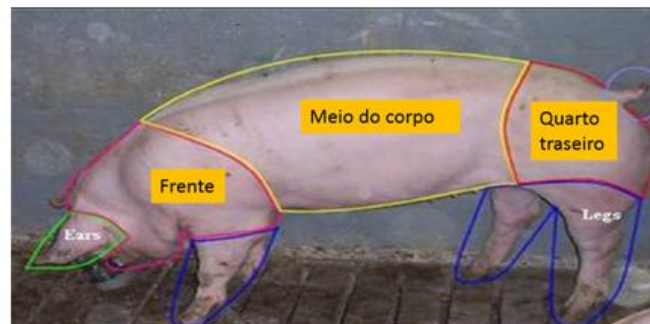
#### Padrão de Lesões de cauda.



#### Padrão de Lesões de orelha



#### Padrão de Lesões corporal

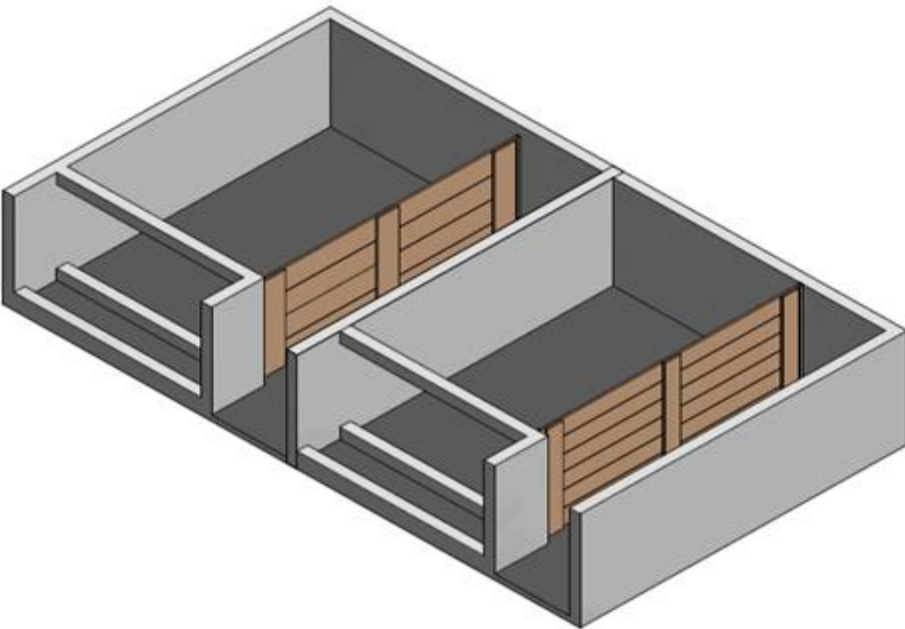


Áreas do corpo	Escore	Quantificação e descrição das lesões
Frente Meio do corpo Quarto traseiro	0	Ausência de lesões
	1	Região com $\leq 5$ lesões superficiais (arranhões)
	2	Região com 6 a 10 lesões superficiais ou $\leq 5$ lesões profundas (evidência de hemorragias)
	3	Região com 11 a 15 lesões superficiais ou 6 a 10 lesões profundas
	4	Região com $\geq 16$ lesões superficiais ou $\geq 10$ lesões profundas

**ANEXOS**

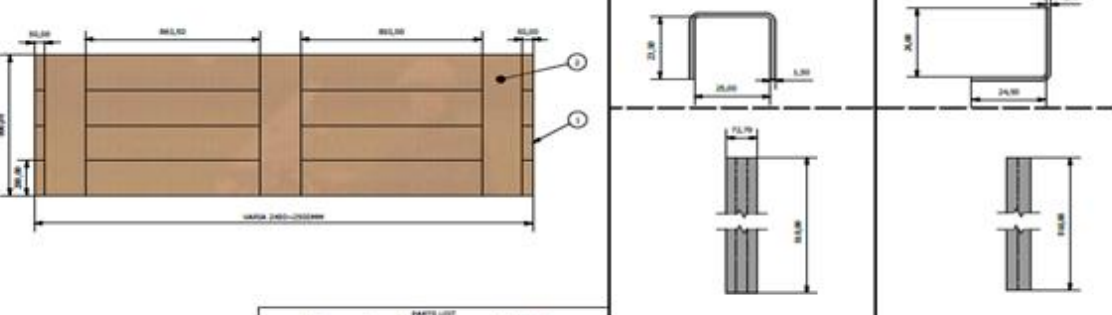
### ANEXO A

#### Redução do tamanho das baias



**CÓPIA NÃO CONTROLADA**  
Para esta cópia não serão mantidos os controles de destinatários, versões e revisões.

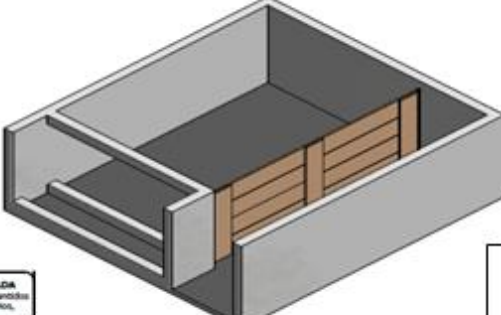
Projeto:	JULIANO	Aprovado por:		Material:	
Data:	04/09/2017	Objeto:	BAÇÕES E PROTEÍNAS	Setor:	CTA
		Descrição:	PROJETO CTA	Unidade:	Baixa
Nº Folha:		Folha:		Quant. Folhas:	EDJQ: 07
					Nº Folha:
					1 / 3



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	
1	4	TABUA DE 20	
2	1	TRAVESSA 20	

OBS: MONTAR TRES PARAFUSOS POR PEÇA

OBS: MONTAR TRES PARAFUSOS POR PEÇA



**CÓPIA NÃO CONTROLADA**  
Para esta cópia não serão mantidos os controles de destinatários, versões e revisões.

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	
1	1	COXA ANILADA TRAVESSA	
2	1	COXA ANILADA TABUA DE 20	
3	1	TRAVESSA 20	

Projeto:	JULIANO	Aprovado por:		Material:	
Data:	04/09/2017	Objeto:	BAÇÕES E PROTEÍNAS	Setor:	CTA
		Descrição:	PROJETO CTA	Unidade:	MM
Nº Folha:		Folha:		Quant. Folhas:	EDJQ: 07
					Nº Folha:
					3 / 3