

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTUDO DE APLICABILIDADE DA NUTRIÇÃO DE  
PRECISÃO NA DIVERSIDADE DE UMA PRODUÇÃO  
DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Bruno Neutzling Fraga**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

**ESTUDO DE APLICABILIDADE DA NUTRIÇÃO DE  
PRECISÃO NA DIVERSIDADE DE UMA PRODUÇÃO DE  
SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

**Bruno Neutzling Fraga**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia.**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Neutzling Fraga, Bruno

Estudo de aplicabilidade da nutrição de precisão na diversidade de uma produção de suínos em crescimento e terminação / Bruno Neutzling Fraga.-2014.

90 p.; 30cm

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2014

1. InraPorc® 2. Modelagem 3. Perfil animal 4. Sus scrofa domesticus I. Nogara Rorato, Paulo Roberto II. Título.

---

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Bruno Neutzling Fraga. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: bnfraga@gmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**ESTUDO DE APLICABILIDADE DA NUTRIÇÃO DE PRECISÃO NA  
DIVERSIDADE DE UMA PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM  
CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

elaborada por  
**Bruno Neutzling Fraga**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato**  
(Presidente/Orientador/UFSM)

**Luciano Hauschild (UNESP)**

**Irineo Zanella (UFSM)**

**Carlos Augusto Rigon Rossi (UFSM)**

**Arlei Rodrigues Bonet de Quadros (UFSM)**

Santa Maria, 18 de julho de 2014.

Em memória do Professor Doutor  
Paulo Alberto Lovatto.

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em especial ao Prof. Doutor Paulo Roberto Nogara Rorato pela oportunidade e principalmente pela confiança nos momentos inoportunos.

A Alibem Comercial de Alimentos Ltda, pela contribuição na realização deste estudo.

Aos Diretores do Centro de Ciências Rurais Thomé Lovato e Irineo Zanella.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, em especial João Radünz Neto, pelos ensinamentos de vida e apoio.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e a amiga Olirta Giuliani.

Aos professores do Setor de Suínos Arlei Rodrigues Bonet de Quadros e Gerson Guarez Garcia pela amizade, incentivo e presença em minha formação e, em especial ao Vladimir de Oliveira por sua contribuição indispensável a conclusão do estudo.

Aos Professores colaboradores Luciano Hauschild e Carlos Augusto Rigon Rossi pela convivência, ensinamentos e amizade.

A equipe do Setor de Suínos, Claudiele Aparecida dos Santos Camargo, Débora Aline Alves, Diego Granada Martins, Dieison Nichele Fernandes, Flávia Banderó, Graciele Schirmann, Guilherme Silveira, Juliana Copetti Fracari, Leonardo Rocha, Ravena Araújo da Silva e Samantha de Mezzo Bastos.

A todos que contribuíram durante minha vida para a formação acadêmica.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### ESTUDO DE APLICABILIDADE DA NUTRIÇÃO DE PRECISÃO NA DIVERSIDADE DE UMA PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

AUTOR: BRUNO NEUTZLING FRAGA

ORIENTADOR: PAULO ROBERTO NOGARA RORATO

Local e data da Defesa: Santa Maria, 18 de julho de 2014.

O objetivo deste estudo foi modelar e avaliar o desempenho zootécnico, o fornecimento e as exigências de nutrientes e a deposição tecidual para suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários de produção (CP), a fim de ajustar as fases do programa de dietas. Na região noroeste do Rio Grande do Sul foram selecionados seis CP entre agosto e novembro de 2012 para a coleta de dados. O total de 2.200 animais seguiram um programa de seis dietas pré-estabelecido (sequencial e quantitativo) através do índice produtivo histórico das granjas ou perfil animal padrão (PAP) e o programa alimentar foi *ad libitum*. As coletas dos dados de desempenho nos CP foram realizadas em baias selecionadas aleatoriamente e utilizadas em todo o período experimental. Os dados coletados foram modelados com base na média animal para caracterizar cada perfil animal com as curvas de desempenho animal e às exigências nutricionais do PAP e dos seis CP. Os animais foram alojados com  $65 \pm 7$  dias de idade e  $22,11 \pm 1,41$ kg de peso e foram abatidos com  $159 \pm 10$  dias e  $121,18 \pm 7$  quilogramas. A média dos CP foi superior  $0,27$ kg em consumo e  $0,12$ kg em ganho de peso ao perfil animal padrão (PAP). A exigência média diária da relação Lisina Digestível e Energia Líquida (LisD:EL) estimada no PAP foi  $3,18 \pm 0,16$ g/Mcal<sup>-1</sup> e de  $3,81$ g/Mcal<sup>-1</sup> de fornecimento nos CP. A deposição proteica média prevista de  $153 \pm 25$ g/dia<sup>-1</sup> no PAP subestimou em  $16 \pm 10$ g/dia<sup>-1</sup> os CP. A deposição lipídica média dos CP foi superior em  $54 \pm 26$ g/dia<sup>-1</sup> ao PAP. Os programas de dietas e alimentar do PAP geraram excesso de 17,9% da LisD:EL, o ajuste reduziu para 8,5%. No ajuste das fases as dietas Inicial e Crescimento I não foram consumidas, houve redução de 111,7% de Crescimento II, 57,2% de Terminação I e aumento de 53,6% de Crescimento III e 49,6% de Terminação III. O ajuste das fases reduziu 43,78kg de milho e 16,65kg de fontes proteicas por animal. Os cenários de produção reais apresentam diferenças para desempenho zootécnico, fornecimento e exigências de nutrientes que a modelagem é capaz de descrever e comparar as consequências na deposição tecidual. Desta maneira, é possível determinar ajustes para o melhor momento de transição das fases e reduzir o fornecimento de nutrientes.

**Palavras-chave:** InraPorc<sup>®</sup>. Modelagem. Perfil animal. *Sus scrofa domesticus*.

## ABSTRACT

Thesis of Doctorate  
Program of Post-Graduation in Animal Science  
Federal University of Santa Maria

### NUTRITIONAL ADJUSTMENT FOR GROWING AND FINISHING PIGS THROUGH A PRECISION NUTRITION TOOL

AUTHOR: BRUNO NEUTZLING FRAGA

ADVISER: PAULO ROBERTO NOGARA RORATO

Defense Place and Date: Santa Maria, July 18<sup>th</sup>, 2014.

The objective of this study was to model and evaluate the performance, supply and requirements of nutrients and tissue deposition to pigs in growing and finishing phases in production scenarios (CP), to adjust the diet program phases. Six CP were selected in the northwest region in Rio Grande do Sul between August and November in 2012 to collect the data. The amount of 2,200 animals followed a pre-established program of six diets (sequential and quantitative) through the historical and productive farms index or standard profile animal (PAP) and the feeding program was *ad libitum*. The performance data collections in CP were held in randomly selected pens and they were used throughout the experimental period. The collected data were modeled based on an animal average to feature each profile animal with animal performance bends and nutritional requirements in PAP and in the six CP. The animals were housed at  $65 \pm 7$  days old and weighing  $22.11 \pm 1.41$ kg and were slaughtered at  $159 \pm 10$  days old and weighing  $121.18 \pm 7$ kg. The CP average was higher than 0.27kg on consumption and 0.12kg on weight gain according to the standard profile animal (PAP). The average daily demand of Digestible Lysine and Net Energy (LysD:EN) estimated at PAP was  $3,18 \pm 0,16$ g:Mcal<sup>-1</sup> and  $3,81$ g:Mcal<sup>-1</sup> of supply in CP. The average predicted to protein deposition of  $153 \pm 25$ g:day<sup>-1</sup> at PAP underestimated in  $16 \pm 10$ g:day<sup>-1</sup> the CP. The average lipid deposition of CP was higher by  $54 \pm 26$ g:day<sup>-1</sup> at PAP. Diet and food programs at PAP generated 17.9% excess of LysD:EN, the adjustment reduced it to 8,5%. While adjusting the phases, Initial and Growth I diets had not been consumed, there was a reduction of 111.7% to Growth II diet, 57.2% to Finishing I diet and there was an increase of 53,6% to Growth III diet and 49.6% to Finishing III diet. The phases adjustment promoted a corn reduction of 43.78kg and protein sources reduction of 16.65kg per animal. The real production scenarios show differences between performance, supply and demands of nutrients which modeling is able to describe and compare the effects of tissue deposition. This way, it is possible to determine adjustments for the best moment in phases transition and reduce the nutrients requirement.

**Key-words:** InraPorc<sup>®</sup>. Modeling. Animal profile. *Sus scrofa domesticus*.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ARTIGO 1

Figura 1 - Níveis diários de fornecimento e exigência de lisina digestível e ponto de inflexão para o Perfil Animal Padrão (PAP) e Cenários de Produção (CP).....31

### ARTIGO 2

Figura 1 - Níveis diários de fornecimento e exigências da relação de lisina digestível e energia líquida e ponto de inflexão para Perfil Animal Padrão (PAP) e Cenários de Produção (CP) .....48

### ARTIGO 3

Figura 1 - Níveis diários de exigências, fornecimento e ajuste da relação de lisina digestível e energia líquida e ponto de inflexão para Perfil Animal Padrão (PAP) e Cenários de Produção (CP) .....66

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas para suínos em crescimento e terminação .....	28
Tabela 2 - Variáveis coletadas e desempenho animal modelado para os cenários de produção .....	30

### ARTIGO 2

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas de suínos em crescimento e terminação .....	46
Tabela 2 - Valores médios de deposição de tecidos e composição corporal nas fases e abate .....	49

### ARTIGO 3

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas de suínos em crescimento e terminação .....	64
Tabela 2 - Idade e peso das fases modeladas e ajustadas para o consumo dos cenários de produção .....	67

### DISCUSSÃO GERAL

Tabela 1 - Características gerais dos cenários de produção.....	69
Tabela 2 - Características das baias nos cenários de produção .....	70
Tabela 3 - Características dos equipamentos nos cenários de produção .....	71

## LISTAS DE ABREVIATURAS

In	Inicial (Dieta)
CCAM	Comedouro Conjugado de Acesso Múltiplo
Con	Concreto
CP	Cenário de Produção
CI	Crescimento I (Dieta)
CII	Crescimento II (Dieta)
CIII	Crescimento III (Dieta)
L	Leste
Ld'á	Lâmina da água
LisD:EL	Lisina digestível e Energia Líquida
Mad	Madeira
NE	Nordeste
NO	Noroeste
PAP	Perfil Animal Padrão
SE	Sudeste
SO	Sudoeste
TI	Terminação I (Dieta)
TII	Terminação II (Dieta)

## **LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice A – Visões externa e interna do cenário de produção 1 .....	78
Apêndice B – Visões externa e interna do cenário de produção 2 .....	79
Apêndice C – Visões externa e interna do cenário de produção 3 .....	80
Apêndice D – Visões externa e interna do cenário de produção 4 .....	81
Apêndice E – Visões externa e interna do cenário de produção 5 .....	82
Apêndice F – Visões externa e interna do cenário de produção 6 .....	83

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A – Normas para publicação na Revista Ciência Rural.....	85
--	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DE LOTES SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO: MODELAGEM DO DESEMPENHO E DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS</b> .....	<b>16</b>
Resumo .....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	18
Material e métodos.....	19
Resultados e discussão .....	21
Conclusão.....	23
Agradecimentos .....	24
Referências.....	24
<b>ARTIGO 2 - AVALIAÇÃO DE LOTES SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO EM DIFERENTES CENÁRIOS DE PRODUÇÃO: MODELAGEM DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E CONDIÇÕES CORPORAIS</b> .....	<b>32</b>
Resumo .....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	34
Material e métodos.....	36
Resultados e discussão .....	37
Conclusões.....	41
Agradecimentos .....	41
Referências.....	41
<b>ARTIGO 3 - MODELAGEM DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AJUSTE DE FASES DE LOTES SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO</b> .....	<b>50</b>
Resumo .....	51
Abstract.....	52
Introdução.....	52
Material e métodos.....	54
Resultados e discussão .....	56
Conclusões.....	59
Agradecimentos .....	60
Referências.....	60
<b>CAPÍTULO 4 – DISCUSSÃO GERAL</b> .....	<b>68</b>
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>75</b>
Apêndices .....	77
Anexos .....	84

## INTRODUÇÃO

A cadeia suinícola possui grande importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil, uma vez que o país é o terceiro maior produtor mundial de carne suína com aproximadamente 3,5 milhões de toneladas anuais (ABPA, 2013). Para tanto, são utilizadas aproximadamente 15 milhões de toneladas de ração no valor de 7,5 bilhões de reais (SINDIRAÇÕES, 2013), que representam cerca de dois terços dos custos de produção. Além disso, 70% das dietas são consumidas por suínos em unidades de crescimento e terminação. Desta forma, o estudo de estratégias para aumentar a eficiência da nutrição, principalmente nas fases de crescimento e terminação, pode proporcionar maior rentabilidade à produção.

Nas últimas décadas, no entanto, a nutrição de suínos não apresentou evolução importante no equilíbrio entre oferta de nutrientes e exigências nutricionais. A utilização de recomendações nutricionais tabeladas fixas (ARC, 1981, NRC, 1998, ROSTAGNO et al., 2011), determinadas por compilação de dados médios gerais, como referência para formulação de dietas a mínimo custo é o principal precursor deste cenário. Estas não são elaboradas pelo conceito de respostas dos animais as dietas com as interações digestivas, metabólicas e ambientais (SAUVANT et al., 1995). Conseqüentemente, as interações entre o consumo de alimento, a dinâmica de crescimento ou utilização dos nutrientes e a influência ambiental que são determinantes para caracterizar o perfil animal em um cenário de produção são desconsideradas. Deste modo, as exigências nutricionais são sub ou superestimadas com conseqüências sobre o desempenho (deposição proteica e lipídica), custos de produção e excreções. Para atenuar os efeitos prejudiciais, é fundamental estabelecer programas nutricionais (número, momento e critério da troca das dietas, idade, peso vivo, consumo de alimento para a fase) e alimentares (à vontade ou restrito) adequados a cada cenário de produção.

Recentemente foi proposta uma ferramenta que responde a esse padrão ao estimar as exigências para diferentes populações de suínos em crescimento e terminação (VAN MILGEN et al., 2008). O processo é movido por modelos lineares e

não lineares e de acordo aos objetivos da produção pode melhorar a nutrição e a alimentação dos suínos, além de reduzir a oferta de nutrientes. Para tanto, é necessária à coleta de dados dos programas nutricional e alimentar além dos dados de desempenho. A partir disso, é possível estudar a heterogeneidade dentro ou entre cenários, diagnosticar e propor ajustes aos programas nutricionais (VAN MILGEN et al., 2008). Os animais podem ser alimentados e nutridos de forma mais precisa favorecendo a produção de suínos. A ferramenta é inovadora por integrar o atual estado de conhecimento em nutrição de suínos e se disponibilizar para apoio à tomada de decisões (VAN MILGEN et al., 2008).

Um sistema brasileiro de produção de suínos geralmente é caracterizado por um programa nutricional e um programa alimentar para atender os vários cenários de produção. A logística de produção (TOSO & MORABITO, 2005) inviabiliza os ajustes das dietas para formar programas nutricionais para cada cenário de produção. Embora os resultados das respostas experimentais em pequenos lotes experimentais sejam conhecidos, não há estudos de como implantar a ferramenta na diversidade de cenários. Neste contexto, este estudo tem o objetivo de estudar as diferenças dos cenários de produção e propor adequações na implantação de uma ferramenta de nutrição de precisão nos ajustes dos programas nutricional e alimentar na diversidade dos cenários de um sistema brasileiro de produção de suínos.



# **ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO: MODELAGEM DO DESEMPENHO E DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS**

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da Revista Ciência Rural (Santa Maria - RS).

1 **Avaliação de cenários de produção de suínos em crescimento e terminação: modelagem**  
2 **do desempenho e das exigências nutricionais**

3 **Evaluation of pigs during the growing and finishing phases: modeling performance and**  
4 **nutritional requirements**

5 (Artigo Científico)

6 **Bruno Neutzling Fraga<sup>I</sup>; Paulo Alberto Lovatto<sup>I†</sup>; Paulo Roberto Nogara Rorato<sup>I</sup>;**  
7 **Vladimir de Oliveira<sup>I</sup>; Carlos Augusto Rigon Rossi<sup>II</sup>; Cheila Roberta Lehnen<sup>III</sup>**

8  
9 **RESUMO**

10 O objetivo deste estudo foi modelar e avaliar o desempenho zootécnico, o  
11 fornecimento e as exigências de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação  
12 em cenários de produção reais. Foram selecionados seis cenários com total de 2200 animais  
13 que consumiram seis dietas *ad libitum*. Os dados coletados nos cenários de produção foram  
14 modelados com base na média animal. Os animais foram alojados com  $65 \pm 7$  dias de idade e  
15  $22,11 \pm 1,41$ kg de peso e foram abatidos com  $159 \pm 10$  dias e  $121,18 \pm 7$  quilogramas. A  
16 média dos cenários foi superior 0,27kg em consumo e 0,12kg em ganho de peso, a conversão  
17 alimentar foi equivalente ao perfil animal padrão (PAP). Os cenários foram superiores em  
18 1,60g para exigência e 2,67g para fornecimento de lisina digestível diária por animal em  
19 relação ao PAP. Os cenários de produção reais apresentam diferenças para desempenho  
20 zootécnico, fornecimento e exigências de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e  
21 terminação. A modelagem é uma ferramenta que pode ser utilizada para descrever e comparar  
22 as especificidades em cada cenário de produção.

23 **Palavras-chave:** lisina, nutrição, perfil animal, *Sus scrofa domesticus*.

---

<sup>I</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: bnfraga@gmail.com. † *In memoriam*

<sup>II</sup>Departamento de Clínica de Grandes Animais, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>III</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil.

1

## 2 **ABSTRACT**

3       The objective of this study was to model and evaluate the performance, the supply and  
4 nutrients requirements for pigs, during the growing and finishing phases, in real production  
5 scenarios. Six scenarios with 2,200 animals, which consumed six *ad libitum* diets, were  
6 selected. The collected data from the production scenarios were modeled based on an animal  
7 average. The animals were housed at  $65 \pm 7$  days old and weighing  $22.11 \pm 1.41$ kg and were  
8 slaughtered at  $159 \pm 10$  days old and weighing  $121.18 \pm 7$ kg. The average of the scenarios  
9 was higher than 0.27kg on consumption and 0.12kg on weight gain, feed conversion was  
10 equivalent to the standard animal profile (PAP). The scenarios were higher 1.60g in  
11 demanding and 2.67g in daily supplying digestible lysine per animal compared to PAP. Real  
12 production scenarios show differences between performance, supply and nutrients  
13 requirements for pigs, during the growing and finishing phases. Modeling is a tool, which can  
14 be used to describe and compare particularities of each production scenario.

15 **Key words:** lysine, nutrition, animal profile, *Sus scrofa domesticus*.

16

## 17 **INTRODUÇÃO**

18       A produção industrial de suínos é impulsionada pela demanda de proteína animal de  
19 qualidade, condicionada ao máximo desempenho animal que resulta de dietas com altas  
20 concentrações nutricionais e elevado custo. A alimentação representa cerca de dois terços dos  
21 custos de produção dos suínos, portanto, minimizar o valor derivado dessa fração é  
22 interessante à produção econômica (JEAN DIT BAILLEUL et al., 2000).

23       Os métodos utilizados para estimar as exigências nutricionais são baseados na resposta  
24 da população (empírico) ou do indivíduo (fatorial) (HAUSCHILD et al., 2010). As  
25 compilações dos resultados originam as tabelas com dados estáticos de recomendações  
26 nutricionais para um perfil animal generalista como no ARC (1981), NRC (1998) e

1 ROSTAGNO et al. (2011). Estas tabelas são convencionalmente utilizadas, nos sistemas de  
2 produção industrial, para elaborar os programas empíricos de dietas e alimentares. Apesar de  
3 funcional, este procedimento aplica generalizações a cenários específicos e provoca  
4 inadequações. As imprecisões podem determinar consequências sobre desempenho, processos  
5 digestivos e metabólicos da deposição proteica e lipídica (FABIAN et al., 2003) e/ou custos  
6 de produção.

7 Os fenômenos de crescimento em função da resposta animal aos nutrientes ingeridos  
8 devem ser avaliados de forma dinâmica (SAUVANT et al., 1995) o que impõe o  
9 desenvolvimento de novos conceitos (VAN MILGEN et al., 2008, POMAR et al., 2009). O  
10 modelo InraPorc<sup>®</sup> utiliza os princípios da nutrição suína, como os aminoácidos digestíveis, a  
11 energia líquida (NOBLET et al., 2001) e a proteína ideal (VAN MILGEN et al., 2008), a  
12 partir de uma metodologia dinâmica, mecanicista e determinística para representar os  
13 fenômenos relacionados a nutrição, alimentação e genética (VAN MILGEN et al., 2008). A  
14 determinação das exigências nutricionais é elementar na eficiência de produção (POMAR et  
15 al., 2009), em decorrência de dietas com maior precisão nutricional em função do perfil  
16 animal.

17 A determinação do perfil animal de cada cenário de produção (resultado das interações  
18 entre o consumo de alimento, a dinâmica de crescimento, a utilização dos nutrientes e a  
19 influência do ambiente) é imprescindível para melhorar a eficiência alimentar e reduzir o  
20 custo das dietas e a excreção de elementos poluidores. Estudos que identifiquem as  
21 especificidades das exigências nutricionais de perfis animais de forma mecânica e dinâmica  
22 são importantes para o balanceamento de dietas. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi  
23 modelar e avaliar o desempenho zootécnico, o fornecimento e as exigências de nutrientes para  
24 suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários reais de produção.

25

26 **MATERIAL E MÉTODOS**

1 A coleta de dados foi realizada em um sistema de produção industrial de suínos na  
2 região noroeste do Rio Grande do Sul, entre agosto e novembro de 2012. O critério para  
3 amostragem foi um intervalo de três dias, para delimitar o número de granjas e minimizar os  
4 efeitos climáticos. Foram selecionadas seis granjas ou cenários de produção (1CP, 2CP, 3CP,  
5 4CP, 5CP e 6CP), com igual protocolo de manejos. Os cenários apresentaram variações nas  
6 instalações, equipamentos, localização e orientação, lotação e número total de animais. Estes  
7 fatores (ambiente) foram implícitos no consumo da dieta do perfil animal (DE LANGE et al.,  
8 2001, VAN MILGEN et al., 2008).

9 Os cenários apresentaram média de  $367 \pm 186$  animais, com população mínima de 200  
10 (5CP) e máxima de 724 (6CP). Ao total foram utilizados 2.200 animais distribuídos em seis  
11 lotes mistos (fêmeas e machos castrados). As recomendações para alojamento dos animais  
12 foram idade de 64 dias e peso de 22,00 quilogramas. O programa de dietas pré-estabeleceu o  
13 sequenciamento e as quantidades de dietas por animal nas fases. A composição dos  
14 ingredientes foi analisada (AOAC, 1995) e as dietas (Tabela 1) formuladas, com base nas  
15 exigências nutricionais estabelecidas através do índice produtivo histórico das granjas ou  
16 perfil animal padrão (PAP). O programa alimentar foi definido como *ad libitum* para todas as  
17 fases e CP. Os programas de dietas e alimentar do PAP foram utilizados nos CP.

18 A coleta de dados nos cenários foi realizada em baias selecionadas aleatoriamente e  
19 utilizadas em todo o período experimental, representando, no mínimo, 20% do total de  
20 animais alojados (DE LANGE et al., 2001), com limite máximo de quatro baias. Em cada  
21 cenário, foram coletados dados referentes ao desempenho animal (idade, peso e consumo  
22 acumulado das dietas) de todos os suínos das baias amostrais para cada fase, conforme o  
23 programa de dietas.

24 Os dados de composição de dieta, consumo de ração e desempenho animal, de cada  
25 CP e do PAP, foram adicionados ao software InraPorc<sup>®</sup> (INRAPORC<sup>®</sup>, 2010) para a  
26 parametrização do modelo a fim de caracterizar o perfil animal do respectivo cenário de

1 produção (VAN MILGEN et al., 2008). Os dados de cada cenário foram modelados com base  
2 na média animal para todos os parâmetros e estimado dois por cento de perdas das dietas  
3 (BROSSARD et al., 2009). As curvas de desempenho animal foram calibradas e as exigências  
4 nutricionais foram modeladas (ROSSI et al., 2013) para o perfil animal padrão e para os seis  
5 perfis animais avaliados. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva e  
6 comparados por relação absoluta com desvio padrão.

7

## 8 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

9 Os dados de desempenho dos CP são apresentados na tabela 2. O alojamento dos  
10 animais nos CP foi em média aos  $65 \pm 7$  dias de idade e  $22,11 \pm 1,41$ kg de peso. Estes valores  
11 são similares ao perfil animal padrão (PAP), embora, a idade de alojamento mínima foi 55  
12 dias (6CP) e a máxima de 72 dias (1CP), o que gerou variação de 9 dias dos cenários para o  
13 PAP. Da mesma maneira, o peso ao alojamento mínimo foi 19,64kg (3CP) e o máximo foi  
14 23,74kg (1CP), com variação de 2,05 quilogramas. As variações de idade e peso na entrada  
15 das fases de crescimento e terminação são determinadas por diversos fatores, como peso ao  
16 desmame e programa nutricional (MAHAN & LEPINE, 1991), difíceis de controlar  
17 (TOKACH et al., 2007) e são aceitas como naturais ao processo ou desconsideradas por sua  
18 complexidade.

19 Ao término do período de  $94 \pm 7$  dias, os animais foram abatidos com média de 121,18  
20  $\pm 3,24$ kg de peso e  $159 \pm 10$  dias de idade. O peso médio ao abate dos cenários foi superior  
21 em apenas 1,18kg e a idade foi reduzida em 9 dias em relação ao PAP. A variação na idade e  
22 uniformidade no peso é explicada pela necessidade de carcaças homogêneas. As variações  
23 entre os cenários são provocadas por fatores intrínsecos da produção e/ou por metas e prazos  
24 estabelecidos pela indústria.

25 O desempenho médio dos cenários para consumo diário foi superior em  $0,27 \pm 0,13$ kg  
26 ao PAP, o consumo mínimo foi 2,11kg (1CP) e o máximo foi 2,37kg (5CP). Os cenários

1 apresentaram ganho de peso diário de  $1,06 \pm 0,05\text{kg}$  ou  $0,12\text{kg}$  superior ao perfil animal  
2 padrão. O menor peso de alojamento resultou no ganho diário mínimo de  $1,01\text{kg}$  (3CP),  
3 enquanto a precocidade do 6CP gerou o máximo ganho com  $0,19\text{kg}$  superior ao padrão. A  
4 conversão alimentar foi irregular entre os cenários e ao longo das fases, mas a média final de  
5  $2,14 \pm 0,13$  foi equivalente ao padrão.

6 Os dados coletados nos diferentes cenários exibem o comportamento de crescimento  
7 dos animais. Este é um fenômeno biológico complexo, que envolve o incremento na forma e  
8 na composição da massa corporal em função do tempo. A modelagem matemática permite a  
9 simulação de sistemas reais a fim de prever o comportamento do desempenho animal e as  
10 suas exigências nutricionais em diferentes cenários de produção (LOVATTO & SAUVANT,  
11 2001). Para tanto, os dados dos programas de dietas e alimentar e do perfil animal são  
12 utilizados como base nas simulações de modelagem (VAN MILGEN et al., 2008).

13 No geral, o programa de dietas e programa alimentar desenvolvidos para o PAP  
14 supriram as exigências de lisina digestível em todas as fases. A exigência de lisina digestível  
15 diária estimada, pelo InraPorc<sup>®</sup>, no PAP foi  $15,95 \pm 2,69\text{g}$  e a quantidade fornecida foi  $18,61$   
16  $\pm 1,70\text{g}$  (Figura 1). Desta forma, no período total estão previstos  $278,85\text{g}$  de excesso,  
17 compreendido como margem de segurança para atender a diversidade dos cenários. Este  
18 procedimento é prática comum nos programas nutricionais convencionais, ARC (1981), NRC  
19 (1998) e ROSTAGNO et al. (2011), e justifica-se apenas pela impossibilidade de determinar  
20 as exigências dos cenários.

21 De maneira geral, houve excesso de lisina em todos os cenários, sendo que em média  
22 os animais receberam  $17,6\%$  de lisina superior as exigências. Ao comparar as exigências  
23 médias diárias de lisina verificou-se que os cenários tiveram exigência de  $1,60\text{g}$  superior ao  
24 PAP, embora tenham ingerido  $2,67\text{g}$  superior ao previsto. O software InraPorc<sup>®</sup> modelou as  
25 exigências e o fornecimento de lisina de cada cenário, conseqüentemente, foi possível  
26 identificar os excessos nas fases e no período total. Com as especificidades nutricionais

1 determinadas é possível adequar os níveis nutricionais e definir os programas de dietas para  
2 reduzir os custos e excreção de nutrientes sem afetar o máximo desempenho.

3 O ponto de inflexão no PAP foi de 18,51g e ocorreu aos 152 dias ou 103,32kg de peso.  
4 A média dos cenários resultou em exigência de 20,40g de lisina aos 138 dias ou 97,65kg de  
5 peso. O ponto de inflexão indica a idade da máxima exigência de lisina para a deposição  
6 proteica (VAN MILGEN, 2008). A média dos cenários indica que os animais tiveram o ponto  
7 de inflexão antecipado em 14 dias  $\pm$  16 e peso inferior de 5,67kg, mas a máxima exigência de  
8 lisina foi superior em 1,89g ao padrão. Entre os cenários a maior diferença de idade para o  
9 ponto de inflexão foi de 42 dias entre a 3CP (157 dias) e a 6CP (115 dias). A maior diferença  
10 de peso, na máxima exigência de lisina, foi entre os 2CP e 5CP com 42,7kg de peso, sendo  
11 que estes cenários também apresentaram a maior diferença entre a máxima exigência de lisina  
12 com 3,6 gramas.

13 As exigências nutricionais dos animais são influenciadas por fatores intrínsecos ao  
14 animal, a alimentação, ao ambiente e suas interações (NOBLET & QUINIOU, 1999), assim  
15 as exigências não devem ser tomadas por valores fixos (FULLER, 2004). Através dos dados  
16 coletados em cada CP, associado aos conceitos de nutrição de suínos utilizados pelo  
17 InraPorc<sup>®</sup>, foi possível estudar a heterogeneidade existente entre o desempenho animal e as  
18 exigências nutricionais específicas. As diferenças nas exigências nutricionais são verificáveis,  
19 porém o ajuste do programa de dietas e do programa alimentar a vários cenários de produção  
20 ainda é uma questão que permanece.

21

## 22 CONCLUSÃO

23 Os cenários reais de produção apresentam diferenças para desempenho zootécnico,  
24 fornecimento e exigências de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação. A  
25 modelagem é uma ferramenta que pode ser utilizada para descrever e comparar as  
26 especificidades em cada cenário de produção.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. N. D. et al. Fatores que contribuem para a falta de uniformidade de suínos de terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, p.31-37, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=289021808003>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists**. 16.ed. Arlington,1995. 1750p.

ARC. **The nutrients requirements of pigs: technical review**. London, England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 307p.

BROSSARD, L. et al. Modelling the variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feeding strategy. **Animal**, v.3, p.1114-1123, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S1751731109004546>>. Acesso em: 19 fev. 2014. doi:10.1017/S1751731109004546.

DE LANGE, C. F. M. et al. Application of pig growth models in commercial pork production. **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, p.1-8, 2001. Disponível em: <<http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/A00-006>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

FABIAN, J. et al. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile, and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1142-1149, 2003. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/81/5/1142.full.pdf+html>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

- 1 FULLER, M. F. **The encyclopedia of farm animal production**. Wallingford, USA: CABI  
2 Publishing, 2004. 620p.
- 3 HALAS, V. et al. Modelling of nutrient partitioning in growing pigs to predict their  
4 anatomical body composition. 2. Model evaluation. **British Journal of Nutrition**, v.92,  
5 p.725-734, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15522142>>.  
6 Acesso em: 13 fev. 2014.
- 7 HAUSCHILD, L. et al. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to  
8 estimate the nutrient requirements of growing pigs. **Animal**, v.4, p.714-723, 2010.  
9 Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22444124>>. Acesso em: 10 fev.  
10 2014. doi: 10.1017/S1751731109991546.
- 11 HEGER, J. et al. Efficiency of amino acid utilization in the growing pig at suboptimal levels  
12 of intake: lysine, threonine, sulphur amino acids and tryptophan. **Journal of Animal**  
13 **Physiology and Animal Nutrition**, v.86, p.153-165, 2002. Disponível em:  
14 <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15379917>>. Acesso em: 26 fev. 2014. doi:  
15 10.1046/j.1439-0396.2002.00368.x.
- 16 INRAPORC<sup>®</sup>. **InraPorc<sup>®</sup>: a tool to evaluate nutritional strategies in pigs**. Saint-Gilles,  
17 France, 2010. 1.5.3.1.
- 18 JEAN DIT BAILLEUL, P. et al. The utilization of prediction models to optimize farm animal  
19 production systems: the case of a growing pig model. In: CABI & INTERNATIONAL, W.,  
20 UK. The utilization of prediction models to optimize farm animal production systems: the  
21 case of a growing pig model. In: CABI & INTERNATIONAL, W., UK. **Modelling nutrient**  
22 **utilization in farm animals**. ed.: JP McNamara, J France and D Beaver, 2000. p.379-392.
- 23 LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e  
24 metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, v.31, p.663-670, 2001. Disponível em:  
25 <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v31n4/a17v31n4.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2014. doi:  
26 10.1590/S0103-84782001000400017.

- 1 MAHAN, D. C.; LEPINE, A. J. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding  
2 programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. **Journal of Animal**  
3 **Science**, v.69, p.1370-1378, 1991. Disponível em:  
4 <<http://www.journalofanimalscience.org/content/69/4/1370.long>>. Acesso em: 8 jan. 2014.
- 5 NOBLET, J.; QUINIOU, N. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du  
6 porc en croissance. **Techni Porc** v. 22, p.9-16, 1999. Disponível em:  
7 <<http://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/tp1999n4noblet.pdf>>. Acesso  
8 em: 5 fev. 2014.
- 9 NRC. **National research council, nutrient requirements of swine**. Washington: NRC,  
10 National Academy of Science, 1998. 189p.
- 11 POMAR, C. et al. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations.  
12 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.226-237, 2009. Disponível em:  
13 <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea23.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2014. doi:  
14 10.1590/S1516-35982009001300023.
- 15 ROSSI, C. A. R. et al. Dietas ajustadas para suínos através do modelo InraPorc<sup>®</sup>:  
16 desempenho, características de carcaça e impacto econômico. *Ciência Rural*, v.43, p.689-695,  
17 2013. . Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n4/a9513cr2012-0721.pdf>>. Acesso  
18 em: 23 fev. 2014. doi: 10.1590/S0103-84782013005000020.
- 19 ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos**  
20 **e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.
- 21 SAUVANT, D. et al. Systèmes d'unités d'alimentation et lois de réponse du porc aux régimes  
22 alimentaires. **Journées Recherche Porcine**, v.27, p.237-244, 1995. Disponível em:  
23 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1995/95txtAlim/A9507.pdf>. Acesso em: 3  
24 jan. 2014.
- 25 TOKACH, M. et al. 2007. New tools to manage variability throughout the pork production  
26 chain London Swine Conference - **Today's Challenges... Tomorrow's Opportunities**. p

- 1 p.19-33, London. Disponível em:  
2 <[http://www.londonwineconference.ca/proceedings/2007/LSC2007\\_MTokach.pdf](http://www.londonwineconference.ca/proceedings/2007/LSC2007_MTokach.pdf)>. Acesso  
3 em: 21 fev. 2014.
- 4 VAN MILGEN, J. et al. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of  
5 growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.387-405, 2008. Disponível  
6 em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840107001782>>. Acesso em: 5  
7 fev. 2014. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020.

1 Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas para suínos em crescimento e  
2 terminação

Ingredientes		In	CI	CII	CIII	TI	TII
Milho	%	59,75	61,80	61,25	60,85	45,40	46,60
Farelo de Soja	%	25,00	24,50	25,10	25,50	21,80	20,50
Sorgo	%	-	-	-	-	20,00	20,00
Farelo de Arroz Integral	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gordura Animal	%	4,20	3,50	3,65	3,80	3,50	3,15
Farinha de Carne	%	3,50	3,00	2,80	2,70	1,70	2,00
Premix Mineral-Vitamínico <sup>1</sup>	%	1,50	1,00	1,00	1,00	1,25	1,50
Cloreto de Sódio	%	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Calcário Calcítico	%	0,30	0,50	0,50	0,45	0,65	0,55
Adsorvente	%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-Lisina 78%	%	0,45	0,34	0,27	0,19	0,19	0,18
DL-Metionina 84%	%	0,27	0,19	0,15	0,11	0,10	0,09
L-Treonina 98,5%	%	0,20	0,14	0,11	0,65	0,07	0,05
Fitase	‰	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição Nutricional <sup>2</sup>		In	CI	CII	CIII	TI	TII
Energia Líquida	Kcal	2563	2549	2553	2560	2563	2546
Proteína Bruta	%	19,25	18,79	18,84	18,85	17,41	17,04
Minerais	%	5,31	4,96	4,95	4,90	4,92	5,03
Extrato Etéreo	%	8,25	7,57	7,70	7,84	7,37	7,09
Fibra Bruta	%	1,99	2,00	2,01	2,02	1,92	1,90
Cálcio	%	0,71	0,73	0,76	0,73	0,70	0,73
Fósforo Total	%	0,74	0,72	0,71	0,75	0,68	0,72
Lisina Digestível	%	1,16	1,05	1,01	0,96	0,86	0,83
Metionina Digestível	%	0,46	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30
Cistina Digestível	%	0,47	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
Triptofano Digestível	%	0,19	0,18	0,19	0,19	0,17	0,17
Treonina Digestível	%	0,78	0,71	0,68	0,65	0,60	0,57
Fenilalanina Digestível	%	0,80	0,79	0,80	0,81	0,75	0,73
Tirosina Digestível	%	0,59	0,59	0,60	0,60	0,56	0,55
Leucina Digestível	%	1,20	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
Isoleucina Digestível	%	0,66	0,65	0,66	0,66	0,62	0,60
Valina Digestível	%	0,76	0,75	0,75	0,76	0,71	0,69
Histidina Digestível	%	0,45	0,44	0,45	0,45	0,41	0,40
Arginina Digestível	%	1,12	1,10	1,11	1,13	1,00	0,97

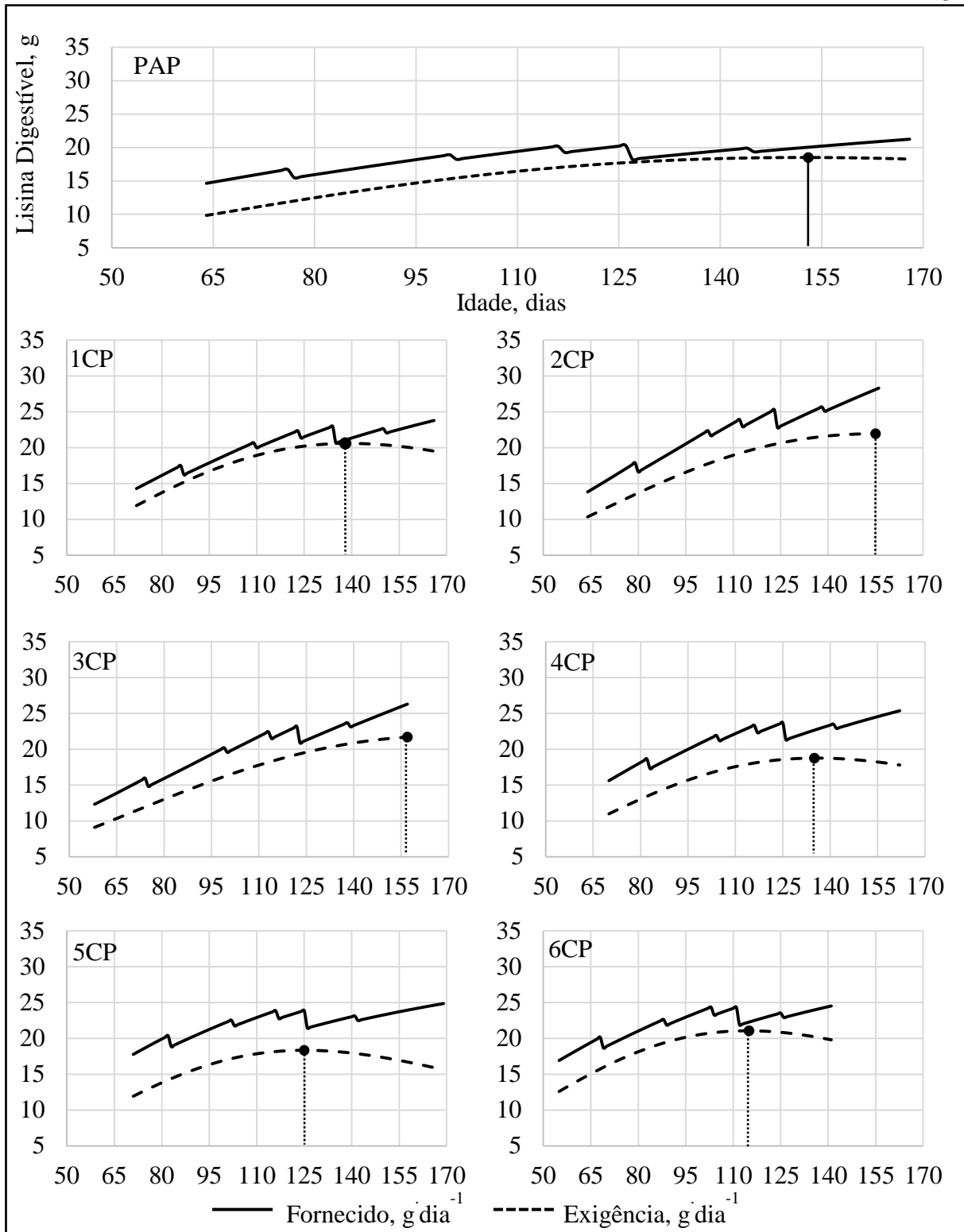
3 In - dieta Inicial; CI, CII e CIII - dietas de Crescimento; TI e TII - dietas de Terminação; <sup>1</sup>Suplemento mineral e  
4 vitamínico por quilograma do produto – **In** Vitamina (Vit.) A 666.667,00UI; Vit. D3 133.350,00UI; Vit. E  
5 3.335,00UI; Vit. K3 200,00mg; Vit. B1 200,00mg; Vit. B2 400,00mg; Vit. B6 265,00mg; Vit. B12 2.000mcg;  
6 Ácido (Ác.) Fólico 70mg; Ác. Pantotênico 1.335,00mg; Biotina 10,00mg; Colina 100.00,00mg; Niacina  
7 2.350,00mg; Ca 7,425%; P disponível (Pdisp.) 4,25%; Cu 8.000mg; Fe 5.000mg; Zn 4.000mg; Mn 2.500mg; I  
8 50mg; Se 15mg; Cl 4%; S 0,414%. **CI** Vit. A 700.000UI; Vit. D3 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg;  
9 Vit. B1 100mg; Vit. B2 400mg; Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg; Ác. Fólico 60 mg; Ác. Pantotênico  
10 1.500mg; Biotina 10 mg; Colina 140.000mg; Niacina 2.000mg; Ca 9,533%; Pdisp. 8%; Cu 10.666mg; Fe  
11 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 5,9%; S 0,55%. **CII** Vit. A 700.000UI; Vit. D3  
12 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg; Vit. B1 100mg; Vit. B2 400mg; Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg;  
13 Ác. Fólico 60mg; Ác. Pantotênico 1.500mg; Biotina 10mg; Colina 140.000mg; Niacina 2.000 mg; Ca 13,6%;

1 Pdisp. 8,2%; Cu 10.666mg; Fe 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 4,1%; S 0,75%.  
2 **CIII** Vit. A 700.000UI; Vit. D3 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg; Vit. B1 100 mg; Vit. B2 400mg;  
3 Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg; Ác. Fólico 60mg; Ác. Pantotênico 1.500mg; Biotina 10mg; Colina  
4 140.000mg; Niacina 2.000mg; Ca 13,84%; Pdisp. 11,65%; Cu 12.800mg; Fe 10.000mg; Zn 8.000mg; Mn  
5 5.000mg; I 100mg; Se 30mg; Cl 4%; S 0,66%. **TI** Vit. A 336.000UI; Vit. D3 72.000UI; Vit. E 960UI; Vit. K3  
6 80mg; Vit. B1 48mg; Vit. B2 192mg; Vit. B6 96mg; Vit. B12 720mcg; Ác. Fólico 29mg; Ác. Pantotênico  
7 720mg; Biotina 5mg; Colina 96.000mg; Niacina 960mg; Ca 8,8%; Pdisp. 7,92%; Cu 12.800mg; Fe 8.000mg; Zn  
8 6.400mg; Mn 4.000mg; I 80mg; Se 24mg; Cl 2,6%; S 0,66%. **TH** Vit. A 280.000UI; Vit. D3 60.000UI; Vit. E  
9 800UI; Vit. K3 65mg; Vit. B1 40mg; Vit. B2 160mg; Vit. B6 80mg; Vit. B12 600mcg; Ác. Fólico 25mg; Ác.  
10 Pantotênico 600mg; Biotina 4mg; Colina 80.000mg; Niacina 800mg; Ca 10,5%; Pdisp. 8,30%; Cu 10.666mg; Fe  
11 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 5,9%; S 0,55%; <sup>2</sup>Valores calculados na matéria  
12 natural pelo InraPorc<sup>®</sup>.

1 Tabela 2 - Variáveis coletadas e desempenho animal modelado para os cenários de produção

Fase	Granja	Dados Coletados			Dados Modelados		
		Idade, dias	Consumo total, kg	Peso, kg	Consumo médio, kg/dia <sup>-1</sup>	Ganho médio, kg/dia <sup>-1</sup>	Conversão alimentar <sup>1</sup>
Inicial 2	PAP	64	18,00	22,00	1,36	0,70	1,97
	CP1	72	20,10	23,74	1,38	0,83	1,68
	CP2	64	20,76	21,64	1,37	0,76	1,83
	CP3	58	20,90	19,64	1,21	0,66	1,86
	CP4	70	19,14	22,06	1,49	0,80	1,90
	CP5	71	20,30	23,05	1,66	0,87	1,95
	CP6	55	21,70	22,51	1,59	0,90	1,80
Crescimento I	PAP	77	40,00	32,00	1,64	0,84	1,98
	CP1	87	40,08	36,25	1,76	1,02	1,76
	CP2	80	41,89	32,89	1,84	0,97	1,93
	CP3	74	42,03	31,17	1,65	0,87	1,94
	CP4	84	40,20	32,42	1,88	0,97	1,98
	CP5	84	40,20	34,17	1,99	1,01	2,01
	CP6	68	38,62	35,41	1,95	1,08	1,84
Crescimento II	PAP	101	30,00	52,00	1,90	0,96	2,02
	CP1	110	29,13	59,36	2,09	1,13	1,88
	CP2	102	21,02	54,39	2,22	1,11	2,03
	CP3	100	28,03	53,67	2,07	1,03	2,04
	CP4	105	27,18	52,68	2,20	1,07	2,09
	CP5	104	30,15	54,47	2,27	1,09	2,13
	CP6	88	32,98	56,91	2,26	1,19	1,94
Crescimento III	PAP	117	20,00	67,00	2,06	1,01	2,08
	CP1	123	25,08	73,92	2,28	1,17	2,00
	CP2	111	28,07	64,48	2,46	1,19	2,12
	CP3	113	21,17	66,76	2,31	1,11	2,12
	CP4	116	20,24	64,75	2,37	1,11	2,18
	CP5	117	20,10	67,90	2,42	1,11	2,23
	CP6	102	19,32	73,06	2,45	1,22	2,04
Terminação I	PAP	126	40,00	76,00	2,21	1,04	2,17
	CP1	133	40,03	85,62	2,49	1,18	2,16
	CP2	122	42,14	77,62	2,77	1,26	2,25
	CP3	122	42,33	76,51	2,58	1,18	2,22
	CP4	124	40,47	73,41	2,57	1,13	2,33
	CP5	124	40,35	76,32	2,56	1,10	2,37
	CP6	110	36,06	82,60	2,61	1,23	2,17
Terminação II	PAP	143	60,00	94,00	2,45	1,04	2,40
	CP1	148	48,44	103,65	2,75	1,15	2,44
	CP2	136	60,88	95,29	3,19	1,31	2,49
	CP3	138	57,39	95,22	2,98	1,26	2,42
	CP4	139	64,16	91,13	2,90	1,11	2,66
	CP5	138	83,60	91,77	2,85	1,03	2,83
	CP6	123	51,06	98,41	2,85	1,19	2,44
Total/Média	PAP	168	208,00	120,00	1,97	0,94	2,13
	CP1	166	202,84	125,44	2,11	1,07	1,99
	CP2	156	214,76	121,42	2,31	1,09	2,12
	CP3	157	211,84	119,74	2,11	1,01	2,10
	CP4	162	211,38	116,13	2,28	1,03	2,23
	CP5	169	234,71	123,71	2,37	1,03	2,35
	CP6	141	199,75	120,63	2,29	1,13	2,05

2 PAP - Perfil Animal Padrão; CP - Cenário de Produção; <sup>1</sup>inclusos 2% de perdas das dietas.



1 Figura 1 - Níveis diários de fornecimento e exigência de lisina digestível e ponto de inflexão  
 2 para o Perfil Animal Padrão (PAP) e Cenários de Produção (CP).



**ARTIGO 2 - AVALIAÇÃO DE LOTES SUÍNOS EM CRESCIMENTO E  
TERMINAÇÃO EM DIFERENTES CENÁRIOS DE PRODUÇÃO:  
MODELAGEM DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E CONDIÇÕES  
CORPORAIS**

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da Revista Ciência Rural (Santa Maria - RS).

1 **Avaliação de lotes suínos em crescimento e terminação em diferentes cenários de**  
2 **produção: modelagem das exigências nutricionais e condições corporais**

3 **Evaluation of pigs during the growing and finishing phases in different production**  
4 **scenarios: modeling nutritional requirements and body conditions**

5 (Artigo Científico)

6 **Bruno Neutzling Fraga<sup>I</sup>, Paulo Roberto Nogara Rorato<sup>I</sup>, Vladimir de Oliveira<sup>I</sup>; Carlos**  
7 **Augusto Rigon Rossi<sup>II</sup>; Cheila Roberta Lehen<sup>III</sup>; Ines Andretta<sup>IV</sup>**

8  
9 **RESUMO**

10 O objetivo deste estudo foi modelar e avaliar o fornecimento e as exigências de  
11 nutrientes e a deposição tecidual e qualidade de carcaça de suínos nas fases de crescimento e  
12 terminação em cenários de produção reais. Foram selecionados seis cenários com total de  
13 2.200 animais que consumiram seis dietas *ad libitum*. Os dados coletados nos cenários de  
14 produção foram modelados com base na média animal. A exigência média diária da relação  
15 Lisina Digestível e Energia Líquida (LisD:EL) estimada por animal no Perfil Animal Padrão  
16 (PAP) foi  $3,18 \pm 0,16\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  e a quantidade fornecida foi  $3,78 \pm 0,44\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$ . A exigência  
17 diária média da LisD:EL foi  $3,13\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  e o fornecimento de  $3,81\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  para os cenários.  
18 O ponto de inflexão foi  $3,35\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  aos 104 dias para o PAP e dos cenários foi  $3,44 \pm$   
19  $0,25\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$ , mas antecedeu em 21 dias ao padrão. A deposição proteica média prevista de  
20  $153 \pm 25\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  no PAP subestimou em  $16 \pm 10\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  os cenários. A deposição lipídica média  
21 dos cenários foi superior em  $54 \pm 26\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  ao PAP. A espessura de toucinho média dos  
22 cenários foi semelhante ao PAP na fase Inicial, mas ao abate os cenários foram superiores em

---

<sup>I</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil E-mail: bnfraga@gmail.com.

<sup>II</sup> Departamento de Clínica de Grandes Animais, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>III</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil.

<sup>IV</sup> Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP, Brasil.

1 1,0 ± 1,0mm ao PAP. A modelagem é uma ferramenta capaz de prever as diferentes  
2 exigências o fornecimento de nutrientes e as consequências na deposição tecidual e na  
3 qualidade da carcaça em cada cenário de produção industrial.

4 **Palavras-chave:** energia líquida, lisina, perfil animal, *Sus scrofa domesticus*.

5

## 6 **ABSTRACT**

7 The objective of this study was to model and evaluate the supply and requirements of  
8 nutrients and tissue deposition and carcass quality in growing and finishing pigs in real  
9 production scenarios. Six scenarios were selected containing 2200 animals, which consumed  
10 six *ad libitum* diets. The collected data in production scenarios were modeled based on the  
11 animal average. The average daily requirements of Digestible Lysine and Net Energy  
12 (LysD:NE) estimated per animal at Standard Profile Animal (PAP) was  $3,18 \pm 0.16\text{gMcal}^{-1}$   
13 and the amount supplied was  $3.78 \pm 0.44\text{gMcal}^{-1}$ . The average daily requirement of LysD:NE  
14 was  $3,13\text{gMcal}^{-1}$  and the supplying was  $3,81\text{gMcal}^{-1}$  to the scenarios. The inflection point  
15 was  $3.35\text{gMcal}^{-1}$  at 104 days to PAP and the scenarios inflection point was  $3.44 \pm$   
16  $0.25\text{gMcal}^{-1}$ , but preceded 21 days the pattern. The average predicted protein deposition of  
17  $153 \pm 25\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$  at PAP underestimated in  $16 \pm 10\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$  the scenarios. The average lipid  
18 deposition of scenarios was higher by  $54 \pm 26\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$  to PAP. The average backfat thickness  
19 of scenarios was similar to PAP in the Initial phase, but at slaughter the scenarios were higher  
20 by  $1.0 \pm 1.0\text{mm}$  to PAP. Modeling is an able tool to predict different demands and nutrient  
21 supply and the effects on tissue deposition and carcass quality in each scenario in industrial  
22 production.

23 **Key words:** net energy, lysine, animal profile, *Sus scrofa domesticus*.

24

## 25 **INTRODUÇÃO**

1 O mercado consumidor demanda por grande quantidade e qualidade de carne suína.  
2 Os frigoríficos, portanto, bonificam as carcaças pesadas com baixo percentual de gordura  
3 (AMARAL et al., 2009). No entanto, é interessante salientar que o maior peso ao abate é  
4 correlacionado com o aumento de gordura nas carcaças.

5 As características da carcaça derivam dos fatores genéticos e ambientais, dentre estes,  
6 tem grande importância o programa de dietas. Atualmente, as dietas convencionais possuem  
7 alta concentração energética e proteica, pois são baseadas em um perfil animal generalista  
8 como no ARC (1981), NRC (1998) e ROSTAGNO et al. (2011). Ao empregar generalizações  
9 em cenários específicos são geradas consequências sobre desempenho, custos de produção e,  
10 principalmente, nos processos digestivos e metabólicos como na deposição proteica e lipídica  
11 (FABIAN et al., 2003). Os cenários de produção são específicos devido a variações nas  
12 condições de ambiente, estágio fisiológico e potencial de crescimento dos animais e dos  
13 níveis de aminoácidos e energia das dietas (RODRIGUES et al., 2001).

14 A deposição proteica é favorecida por um programa de dietas com adequados níveis  
15 de aminoácidos, principalmente de lisina por ser o primeiro aminoácido limitante para suínos  
16 e referencial no conceito de proteína ideal (NOBLET et al., 2001). Além disso, o  
17 fornecimento de energia é outro fator preponderante para os animais monogástricos, uma vez  
18 que interfere no programa alimentar ao regular a ingestão de alimentos e nutrientes. Desta  
19 forma, dietas formuladas com precisão em função das exigências nutricionais de um perfil  
20 animal (fenótipo) são fundamentais para aumentar a eficiência de produção (POMAR et al.,  
21 2009). Contudo, as exigências de aminoácidos, energia e suas relações variam em função do  
22 peso corporal (LE BELLEGO & NOBLET, 2002, REZENDE et al., 2006), que é influenciado  
23 pelo potencial de deposição proteica (SUSENBETH et al., 1999).

24 A determinação das exigências com ênfase na curva de crescimento para suínos nas  
25 fases de crescimento e terminação são imprescindíveis (VAN LUNEN & COLE, 1998). A

1 modelagem possibilita simular estas relações de forma a suprir as exigências nutricionais em  
2 diferentes cenários de produção para maximizar a síntese proteica e minimizar a lipídica  
3 (LOVATTO & SAUVANT, 2001), as quais são parâmetros primários da qualidade de  
4 carcaça. Este estudo teve como objetivo modelar e avaliar o perfil animal de suínos em  
5 crescimento e terminação em diferentes cenários de produção industrial quanto as respectivas  
6 exigências nutricionais, fornecimento de nutrientes, deposição tecidual e qualidade da  
7 carcaça.

8

## 9 MATERIAL E MÉTODOS

10 A coleta de dados foi realizada em um sistema de produção industrial de suínos na  
11 região noroeste do Rio Grande do Sul, entre agosto e novembro de 2012. O critério para  
12 amostragem foi um intervalo de três dias, para delimitar o número de granjas e minimizar os  
13 efeitos climáticos. Foram selecionadas seis granjas ou cenários de produção (1CP, 2CP, 3CP,  
14 4CP, 5CP e 6CP), com igual protocolo de manejos. Os cenários apresentaram variações nas  
15 instalações, equipamentos, localização e orientação, lotação e número total de animais. Estes  
16 fatores (ambiente) foram implícitos no consumo da dieta do perfil animal (DE LANGE et al.,  
17 2001, VAN MILGEN et al., 2008).

18 Os cenários apresentaram média de  $367 \pm 186$  animais, com população mínima de 200  
19 (5CP) e máxima de 724 (6CP). Ao total foram utilizados 2.200 animais distribuídos em seis  
20 lotes mistos (fêmeas e machos castrados). As recomendações para alojamento dos animais  
21 foram idade de 64 dias e peso de 22,00 quilogramas. O programa de dietas pré-estabeleceu o  
22 sequenciamento e as quantidades de dietas por animal nas fases. A composição dos  
23 ingredientes foi analisada (AOAC, 1995) e as dietas (Tabela 1) formuladas, com base nas  
24 exigências nutricionais estabelecidas através do índice produtivo histórico das granjas ou

1 perfil animal padrão (PAP). O programa alimentar foi definido como *ad libitum* para todas as  
2 fases e CP. Os programas de dietas e alimentar do PAP foram aplicados nos CP.

3 A coleta de dados nos cenários foi realizada em baias selecionadas aleatoriamente e  
4 utilizadas em todo o período experimental, representando, no mínimo, 20% do total de  
5 animais alojados (DE LANGE et al., 2001), com limite máximo de quatro baias. Em cada  
6 cenário, foram coletados dados referentes ao desempenho animal (idade, peso e consumo  
7 acumulado das dietas) de todos os suínos das baias amostrais para cada fase, conforme o  
8 programa de dietas.

9 Os dados de composição de dieta, consumo de ração e desempenho animal, de cada  
10 CP e do PAP, foram adicionados ao software InraPorc<sup>®</sup> (INRAPORC<sup>®</sup>, 2010) para a  
11 parametrização do modelo a fim de caracterizar o perfil animal do respectivo cenário de  
12 produção (VAN MILGEN et al., 2008). Os dados de cada cenário foram modelados com base  
13 na média animal para todos os parâmetros e estimando dois por cento de perdas das dietas  
14 (BROSSARD et al., 2009). As curvas de desempenho animal foram calibradas e as exigências  
15 nutricionais e a deposição de tecidos foram modeladas (ROSSI et al., 2013) para o perfil  
16 animal padrão e para os seis perfis animais avaliados. As exigências e os fornecimentos da  
17 relação lisina digestível verdadeira e energia líquida foram apresentadas graficamente. Os  
18 dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva e comparados por relação  
19 absoluta com desvio padrão.

20

## 21 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

22 Os programas de dietas e alimentar desenvolvidos para o PAP supriram as exigências  
23 da relação lisina digestível e energia líquida (LisD:EL) em todas as fases (Figura 1). A  
24 exigência média diária da LisD:EL estimada por animal no PAP foi  $3,18 \pm 0,16 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  e a  
25 quantidade fornecida foi  $3,78 \pm 0,44 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$ . No período total foram estimados  $62,37 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$

1 da LisD:EL de excesso por animal, compreendido como margem de segurança para atender a  
2 diversidade dos cenários e as variações de exigências. Os excessos da LisD:EL decresceram  
3 ao longo das fases ( $18\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  Inicial;  $20\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  Crescimento I;  $10\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  Crescimento II;  
4  $4\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  Crescimento III;  $3\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  Terminação I e  $8\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  Terminação II), a fim de não  
5 restringir as altas exigências para o crescimento nas fases iniciais e, posteriormente, reduzir os  
6 excessos nutricionais e deposição lipídica na fase final. Este procedimento é prática comum  
7 nos programas nutricionais convencionais e justifica-se pela impossibilidade de determinar as  
8 exigências específicas de cada cenário.

9 A modelagem dos programas de dietas e alimentar do PAP executados nos cenários  
10 identificou fornecimento superior de LisD:EL para todos os cenários e fases, com 17,9% de  
11 excesso em média. A exigência diária média da LisD:EL dos cenários foi  $3,13\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$ ,  
12 apenas 1,69% inferior a exigência do perfil animal padrão. No entanto, o fornecimento médio  
13 diário da LisD:EL de  $3,81\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  para os cenários gerou excesso de 16,5% quando  
14 comparado a exigência do perfil animal padrão. O excesso médio diário da LisD:EL mínimo  
15 foi  $0,36\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  e máximo de  $0,93\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  nos 1CP e 5CP, respectivamente. Os programas de  
16 dietas e alimentar do PAP somaram 76,8% dos excessos nas três primeiras dietas, para não  
17 prejudicar o desempenho. Nos cenários este percentual reduziu para 62,5% e as fases de  
18 Terminação I e II apresentaram os excessos aumentados em 51,0 e 46,1%, respectivamente,  
19 em relação ao PAP.

20 O ponto de inflexão, máxima exigência de lisina digestível verdadeira em função da  
21 energia líquida, foi  $3,35\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  para o PAP e ocorreu na fase Crescimento II aos 104 dias ou  
22 54,59kg de peso. A média dos cenários resultou em exigência de  $3,44 \pm 0,25\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$ , apenas  
23  $0,09\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  superior ao padrão. No entanto, o ponto de inflexão nos cenários ocorreu, em sua  
24 maioria, na fase Crescimento I aos  $83 \pm 7$  dias ou  $37,26 \pm 5,83\text{kg}$  de peso corporal, portanto  
25 precedeu uma fase em 21 dias ou 17,23kg ao padrão. Além disso, os cenários receberam

1 excesso médio de  $0,75 \pm 0,30\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  da LisD:EL até mesmo no ponto de maior exigência  
2 (inflexão), onde a mínima foi  $0,26\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  no 1CP e a máxima de  $1,11\text{g}\cdot\text{Mcal}^{-1}$  no 2CP.

3 As exigências nutricionais dos animais são reguladas por fatores intrínsecos ao animal,  
4 a alimentação, ao ambiente e as suas interações (NOBLET & QUINIOU, 1999). Independente  
5 dos fatores regulatórios das exigências, a modelagem identificou variações nos cenários e os  
6 excessos nas fases e no período total, bem como os efeitos destes sobre a deposição de tecidos  
7 e composição corporal (Tabela 2).

8 A deposição proteica média prevista de  $153 \pm 25\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  no PAP subestimou em  $16 \pm$   
9  $10\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  os cenários, que produziram aproximadamente 1,8kg de proteína por animal ao  
10 abate. O 6CP contribuiu com 28% desta diferença ao depositar  $39\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  de proteína superior  
11 ao PAP. Na fase de Crescimento I, os cenários apresentaram deposição de  $23\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  superior  
12 ao PAP, o que evidencia a possibilidade de ajuste do programa de dietas na fase. Os 2CP e  
13 3CP apresentaram a máxima deposição proteica, aproximadamente  $205\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ , próximo ao  
14 abate na Terminação II. Estes cenários apresentaram deposição proteica crescente enquanto os  
15 demais cenários declinaram a partir da Terminação I, que é característico dos suínos para este  
16 período (QUINIOU et al., 1999). A deposição proteica dos cenários somente foi inferior ao  
17 PAP em três fases. Na Inicial o 3CP apresentou deposição inferior de  $4\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ , devido à idade  
18 inferior ao alojamento dos animais e na Terminação II o 4CP e 5CP apresentaram deposição  
19 de  $2\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$  e  $16\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ , respectivamente. Dessa forma, é importante considerar que as  
20 recomendações nutricionais convencionais (ARC, 1981, NRC, 1998, ROSTAGNO et al.,  
21 2011), excedem as exigências dos animais, principalmente em termos de aminoácidos que são  
22 o segundo elemento mais oneroso na formulação das dietas (BROSSARD et al., 2009). Esse  
23 aspecto justifica a utilização do modelo InraPorc<sup>®</sup> para definir estratégias nutricionais que  
24 consideram a heterogeneidade dos cenários de produção de suínos, a fim de melhorar a  
25 eficiência de utilização de nutrientes sem comprometer o desempenho dos animais.



1 A deposição lipídica média dos cenários de  $261 \pm 65 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  foi superior em  $54 \pm$   
2  $26 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  ao PAP. A mínima deposição lipídica foi  $221 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  no 1CP e a máxima foi  $289 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$   
3  $^1$  no 5CP. Somente nas fases Inicial e Crescimento I houve deposição inferior ao PAP nos  
4 1CP, 2CP e 3CP, mas a média geral nestas fases foi  $11 \pm 32 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  e  $31 \pm 26 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ ,  
5 respectivamente, superior ao PAP. Na Crescimento II a média dos CP foi  $49 \pm 22 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ , a  
6 partir desta fase todos os cenários foram superiores ao PAP. Os cenários 1CP e 2CP, com  
7 deposição inferior de  $10 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  ao PAP na Inicial, ao abate obtiveram a mínima  $323 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  e a  
8 máxima  $440 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  de deposição lipídica, respectivamente. Desta forma, o 2CP apresentou a  
9 maior variação com  $284 \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$  na deposição lipídica no período, que poderia ter sido  
10 controlada com os dados modelados.

11 O rendimento de carne magra na Inicial foi 63,5% para os cenários, média próxima ao  
12 PAP. No entanto, a partir da fase Crescimento III os cenários reduziram a concentração de  
13 carne magra em relação ao PAP e ao abate os cenários estavam com  $1,7 \pm 1,7\%$  de carne  
14 magra inferior ao definido pelo padrão. Esta diferença foi reduzida pelo 1CP, que durante  
15 todo o período foi superior em 1,5% ao PAP, o que resultou em 1% de carne magra ao abate.  
16 O 5CP apresentou a mínima 56,3%, sendo a mínima porcentagem de carne magra na carcaça  
17 ao abate.

18 A espessura de toucinho média dos cenários foi semelhante, inferior a 0,1mm, ao PAP  
19 na fase Inicial. No decorrer das fases houve progressão na espessura e ao abate os cenários  
20 foram superiores em  $1,0 \pm 1,0 \text{mm}$  ao PAP. Os cenários de produção 2, 3, 4 e 5 apresentaram  
21 espessura de toucinho semelhante entre si ao longo das fases, mas distantes do padrão.  
22 Comparativamente ao PAP, o 1CP resultou em 0,3mm de espessura de toucinho inferior. O  
23 6CP apresentou média próxima ao PAP, inferior em 0,1mm, mas alcançou estes valores com  
24 idade inferior de 18 dias. A espessura máxima de toucinho foi de 18,6mm ao abate no 5CP,  
25 superior em 2,6mm ao PAP. A espessura de toucinho é um importante indicador da qualidade

1 de carcaça de suínos, uma vez que possui correlação positiva com a quantidade de gordura da  
2 carcaça (IRGANG et al., 1998). Dessa forma, um dos diferenciais do modelo InraPorc<sup>®</sup> é a  
3 capacidade de avaliar a complexidade dos potenciais de crescimento e definir diferentes  
4 momentos de abate, ao considerar informações nutricionais, estimativas de desempenho,  
5 características de carcaça e questões técnico-econômicas.

6 A produção industrial de suínos gera uma grande quantidade de informações que  
7 necessita de simplificação rápida em um formato lógico para a tomada de decisões. O modelo  
8 InraPorc<sup>®</sup> foi desenvolvido para auxiliar neste processo de elaboração e ajuste dos programas  
9 nutricionais e alimentares de forma precisa ao identificar o desempenho do lote nos cenários  
10 de produção. Nesse contexto, os dados modelados possibilitam a visualização da  
11 heterogeneidade dos cenários para exigências e deposição de tecido. Ajustes nos programas  
12 de dietas e alimentar podem reduzir os excessos da LisD:EL, aumentar a deposição proteica  
13 ou reduzir a deposição lipídica para obtenção de carcaças com maior qualidade.

14

## 15 **CONCLUSÕES**

16 A modelagem é uma ferramenta capaz de prever as diferentes exigências e o  
17 fornecimento de nutrientes, bem como as consequências sobre a deposição tecidual e na  
18 qualidade da carcaça em cada cenário de produção industrial.

19

## 20 **AGRADECIMENTOS**

21 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas  
22 concedidas.

23

## 24 **REFERÊNCIAS**

- 1 AMARAL, N. D. O. et al. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or  
2 gilts from 94 to 130 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1494-1501, 2009.  
3 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n8/13.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2013. doi:  
4 10.1590/S1516-35982009000800013.
- 5 AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the**  
6 **association of the official analysis chemists**. 16.ed. Arlington,1995. 1750p.
- 7 ARC. **The nutrients requirements of pigs: technical review**. London, England:  
8 Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 307p.
- 9 BROSSARD, L. et al. Modelling the variation in performance of a population of growing pig  
10 as affected by lysine supply and feeding strategy. **Animal**, v.3, p.1114-1123, 2009.  
11 Disponível em:  
12 <[http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM3\\_08%2FS17517311](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM3_08%2FS1751731109004546a.pdf&code=d845fd8b6d04ed9a00062d1042e9273c)  
13 [09004546a.pdf&code=d845fd8b6d04ed9a00062d1042e9273c](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM3_08%2FS1751731109004546a.pdf&code=d845fd8b6d04ed9a00062d1042e9273c)>. Acesso em: 15 maio. 2013.  
14 doi: 10.1017/S1751731109004546.
- 15 DE LANGE, C. F. M. et al. Application of pig growth models in commercial pork production.  
16 **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, p.1-8, 2001. Disponível em:  
17 <<http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/A00-006>>. Acesso em: 11 fev. 2014.
- 18 FABIAN, J. et al. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile,  
19 and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**,  
20 v.81, p.1142-1149, 2003. Disponível em:  
21 <<http://www.journalofanimalscience.org/content/81/5/1142.full.pdf+html>>. Acesso em: 15  
22 jan. 2014.
- 23 INRAPORC<sup>®</sup>. **InraPorc<sup>®</sup>: a tool to evaluate nutritional strategies in pigs**. Saint-Gilles,  
24 France, 2010. 1.5.3.1.

- 1 IRGANG, R. et al. Medidas de espessura de toucinho e de profundidade de músculo para  
2 estimar rendimento de carne em carcaças de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27,  
3 p.928-935, 1998. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2105.pdf>>. Acesso  
4 em: 15 jan. 2014.
- 5 LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino  
6 acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, v.76 p.45-58, 2002.  
7 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622602000088>>.  
8 Acesso em: 21 fev. 2013. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00008-8.
- 9 LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e  
10 metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, v.31, p.663-670, 2001. Disponível em:  
11 <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v31n4/a17v31n4.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2014. doi:  
12 10.1590/S0103-84782001000400017.
- 13 NOBLET, J. et al. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production  
14 and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Research** v.50, p.227-238, 2001.  
15 Disponível em: <<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2001/03/noblet.pdf>>.  
16 Acesso em: 9 mar. 2014. doi: 10.1051/animres:2001129.
- 17 NOBLET, J.; QUINIOU, N. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du  
18 porc en croissance. **Techni Porc** v. 22, p.9-16, 1999. Disponível em:  
19 <<http://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/tp1999n4noblet.pdf>>. Acesso  
20 em: 5 fev. 2014.
- 21 NRC. **National research council, nutrient requirements of swine**. Washington: NRC,  
22 National Academy of Science, 1998. 189p.
- 23 POMAR, C. et al. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations.  
24 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.226-237, 2009. Disponível em:

- 1 <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea23.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2014. doi:  
2 10.1590/S1516-35982009001300023.
- 3 QUINIOU, N. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and  
4 consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, v.60, p.317-328, 1999.  
5 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622699001037>>.  
6 Acesso em: 21 abr. 2014. doi: 10.1016/S0301-6226(99)00103-7.
- 7 REZENDE, W. O. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:  
8 caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de**  
9 **Zootecnia**, v.35, p.1101-1106, 2006. Disponível em:  
10 <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n3s0/30723.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2014. doi:  
11 10.1590/S1516-35982006000400022.
- 12 RODRIGUES, N. E. B. et al. Níveis de treonina em rações para leitoas com alto potencial  
13 genético para deposição de carne magra dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
14 v.30, p.2039-2045, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n6s0/7417.pdf>>.  
15 Acesso em: 03 maio. 2014. doi: 10.1590/S1516-35982001000800013.
- 16 ROSSI, C. A. R. et al. Dietas ajustadas para suínos através do modelo InraPorc<sup>®</sup>:  
17 desempenho, características de carcaça e impacto econômico. *Ciência Rural*, v.43, p.689-695,  
18 2013. . Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n4/a9513cr2012-0721.pdf>>. Acesso  
19 em: 23 fev. 2014. doi: 10.1590/S0103-84782013005000020.
- 20 ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos**  
21 **e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.
- 22 SUSENBETH, A. et al. The effect of energy intake, genotype, and body weight on protein  
23 retention in pigs when dietary lysine is the first-limiting factor. **Journal Animal Science**,  
24 v.77, p.2985-2989, 1999. Disponível em:

- 1 <<http://www.journalofanimalscience.org/content/77/11/2985.long>>. Acesso em: 17 mar.  
2 2014. doi: 10.1590/S1516-35982001000800013.
- 3 VAN LUNEN, T. A.; COLE, D. J. A. The effect of dietary energy concentration and  
4 lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of young hybrid  
5 pigs. **Animal Science**, v.67, p.117-129, 1998. Disponível em:  
6 <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=6955896>>.  
7 Acesso em: 25 maio 2014. doi: 10.1017/S1357729800009851.
- 8 VAN MILGEN, J. et al. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of  
9 growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.387-405, 2008. Disponível  
10 em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840107001782>>. Acesso em: 5  
11 fev. 2014. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020.

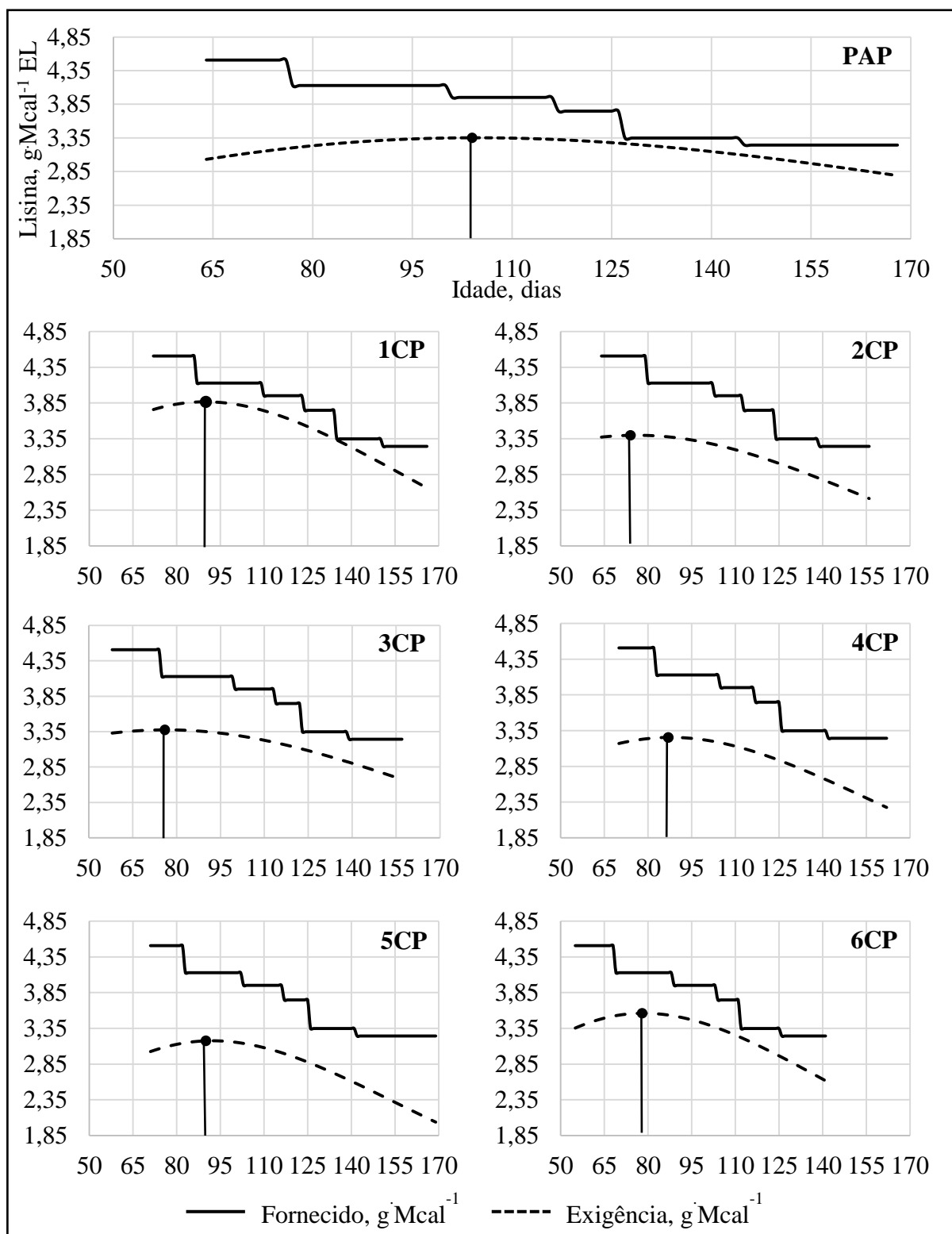
1 Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas de suínos em crescimento e  
2 terminação

Ingredientes		In	CI	CII	CIII	TI	TII
Milho	%	59,75	61,80	61,25	60,85	45,40	46,60
Farelo de Soja	%	25,00	24,50	25,10	25,50	21,80	20,50
Sorgo	%	-	-	-	-	20,00	20,00
Farelo de Arroz Integral	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gordura Animal	%	4,20	3,50	3,65	3,80	3,50	3,15
Farinha de Carne	%	3,50	3,00	2,80	2,70	1,70	2,00
Premix Mineral-Vitamínico <sup>1</sup>	%	1,50	1,00	1,00	1,00	1,25	1,50
Cloreto de Sódio	%	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Calcário Calcítico	%	0,30	0,50	0,50	0,45	0,65	0,55
Adsorvente	%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-Lisina 78%	%	0,45	0,34	0,27	0,19	0,19	0,18
DL-Metionina 84%	%	0,27	0,19	0,15	0,11	0,10	0,09
L-Treonina 98,5%	%	0,20	0,14	0,11	0,65	0,07	0,05
Fitase	‰	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição Nutricional <sup>2</sup>		In	CI	CII	CIII	TI	TII
Energia Líquida	Kcal	2563	2549	2553	2560	2563	2546
Proteína Bruta	%	19,25	18,79	18,84	18,85	17,41	17,04
Minerais	%	5,31	4,96	4,95	4,90	4,92	5,03
Extrato Etéreo	%	8,25	7,57	7,70	7,84	7,37	7,09
Fibra Bruta	%	1,99	2,00	2,01	2,02	1,92	1,90
Cálcio	%	0,71	0,73	0,76	0,73	0,70	0,73
Fósforo Total	%	0,74	0,72	0,71	0,75	0,68	0,72
Lisina Digestível	%	1,16	1,05	1,01	0,96	0,86	0,83
Metionina Digestível	%	0,46	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30
Cistina Digestível	%	0,47	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
Triptofano Digestível	%	0,19	0,18	0,19	0,19	0,17	0,17
Treonina Digestível	%	0,78	0,71	0,68	0,65	0,60	0,57
Fenilalanina Digestível	%	0,80	0,79	0,80	0,81	0,75	0,73
Tirosina Digestível	%	0,59	0,59	0,60	0,60	0,56	0,55
Leucina Digestível	%	1,20	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
Isoleucina Digestível	%	0,66	0,65	0,66	0,66	0,62	0,60
Valina Digestível	%	0,76	0,75	0,75	0,76	0,71	0,69
Histidina Digestível	%	0,45	0,44	0,45	0,45	0,41	0,40
Arginina Digestível	%	1,12	1,10	1,11	1,13	1,00	0,97

3 In - dieta Inicial; CI, CII e CIII - dietas de Crescimento; TI e TII - dietas de Terminação; <sup>1</sup>Suplemento mineral e  
4 vitamínico por quilograma do produto – **In** Vitamina (Vit.) A 666.667,00UI; Vit. D3 133.350,00UI; Vit. E  
5 3.335,00UI; Vit. K3 200,00mg; Vit. B1 200,00mg; Vit. B2 400,00mg; Vit. B6 265,00mg; Vit. B12 2.000mcg;  
6 Ácido (Ác.) Fólico 70mg; Ác. Pantotênico 1.335,00mg; Biotina 10,00mg; Colina 100.00,00mg; Niacina  
7 2.350,00mg; Ca 7,425%; P disponível (Pdisp.) 4,25%; Cu 8.000mg; Fe 5.000mg; Zn 4.000mg; Mn 2.500mg; I  
8 50mg; Se 15mg; Cl 4%; S 0,414%. **CI** Vit. A 700.000UI; Vit. D3 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg;  
9 Vit. B1 100mg; Vit. B2 400mg; Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg; Ác. Fólico 60 mg; Ác. Pantotênico  
10 1.500mg; Biotina 10 mg; Colina 140.000mg; Niacina 2.000mg; Ca 9,533%; Pdisp. 8%; Cu 10.666mg; Fe  
11 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 5,9%; S 0,55%. **CII** Vit. A 700.000UI; Vit. D3  
12 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg; Vit. B1 100mg; Vit. B2 400mg; Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg;

1    Ác. Fólico 60mg; Ác. Pantotênico 1.500mg; Biotina 10mg; Colina 140.000mg; Niacina 2.000 mg; Ca 13,6%;  
2    Pdisp. 8,2%; Cu 10.666mg; Fe 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 4,1%; S 0,75%.  
3    **CIII** Vit. A 700.000UI; Vit. D3 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg; Vit. B1 100 mg; Vit. B2 400mg;  
4    Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg; Ác. Fólico 60mg; Ác. Pantotênico 1.500mg; Biotina 10mg; Colina  
5    140.000mg; Niacina 2.000mg; Ca 13,84%; Pdisp. 11,65%; Cu 12.800mg; Fe 10.000mg; Zn 8.000mg; Mn  
6    5.000mg; I 100mg; Se 30mg; Cl 4%; S 0,66%. **TI** Vit. A 336.000UI; Vit. D3 72.000UI; Vit. E 960UI; Vit. K3  
7    80mg; Vit. B1 48mg; Vit. B2 192mg; Vit. B6 96mg; Vit. B12 720mcg; Ác. Fólico 29mg; Ác. Pantotênico  
8    720mg; Biotina 5mg; Colina 96.000mg; Niacina 960mg; Ca 8,8%; Pdisp. 7,92%; Cu 12.800mg; Fe 8.000mg; Zn  
9    6.400mg; Mn 4.000mg; I 80mg; Se 24mg; Cl 2,6%; S 0,66%. **TH** Vit. A 280.000UI; Vit. D3 60.000UI; Vit. E  
10   800UI; Vit. K3 65mg; Vit. B1 40mg; Vit. B2 160mg; Vit. B6 80mg; Vit. B12 600mcg; Ác. Fólico 25mg; Ác.  
11   Pantotênico 600mg; Biotina 4mg; Colina 80.000mg; Niacina 800mg; Ca 10,5%; Pdisp. 8,30%; Cu 10.666mg; Fe  
12   6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 5,9%; S 0,55%; <sup>2</sup>Valores calculados na matéria  
13   natural pelo InraPorc<sup>®</sup>.





1 Figura 1 – Níveis diários de fornecimento e exigências da relação de lisina digestível e  
 2 energia líquida e ponto de inflexão para Perfil Animal Padrão (PAP) e Cenários de Produção  
 3 (CP).

1 Tabela 2 – Valores médios de deposição de tecidos e composição corporal nas fases e abate

Fase	Granja	Idade, dias	Deposição Proteica, g d <sup>-1</sup>	Deposição Lipídica, g d <sup>-1</sup>	Carne Magra, %	Espessura Toucinho, mm
Inicial	PAP	70	105	159	63,3	8,3
	1CP	79	132	143	63,8	8,4
	2CP	72	116	156	63,6	8,3
	3CP	66	101	131	64,0	8,2
	4CP	77	120	183	63,3	8,4
	5CP	77	128	214	62,8	8,5
	6CP	61	137	192	63,2	8,5
Crescimento I	PAP	89	133	178	61,6	9,5
	1CP	98	167	177	63,2	9,6
	2CP	91	152	211	61,9	9,6
	3CP	87	136	180	62,3	9,4
	4CP	94	150	222	61,2	9,7
	5CP	94	155	243	60,6	9,9
	6CP	78	171	222	61,8	9,8
Crescimento II	PAP	109	157	198	61,1	10,9
	1CP	116	189	211	63,0	10,9
	2CP	106	177	259	61,0	11,0
	3CP	106	166	230	61,4	10,9
	4CP	110	169	259	60,2	11,1
	5CP	110	171	271	59,6	11,5
	6CP	95	194	252	61,2	11,3
Crescimento III	PAP	121	167	210	60,9	11,9
	1CP	128	196	235	62,7	11,8
	2CP	116	189	293	60,4	12,0
	3CP	117	179	261	60,9	11,9
	4CP	120	175	282	59,7	12,1
	5CP	120	175	288	59,1	12,5
	6CP	106	201	273	61,0	12,3
Terminação I	PAP	134	173	225	60,8	12,9
	1CP	140	197	264	62,3	13,0
	2CP	129	200	338	59,7	13,5
	3CP	130	191	299	60,4	13,2
	4CP	131	178	311	59,1	13,4
	5CP	131	173	308	58,6	13,7
	6CP	116	201	295	60,6	13,4
Terminação II	PAP	155	174	248	60,5	14,8
	1CP	157	190	301	61,6	14,7
	2CP	146	206	401	58,7	15,8
	3CP	147	202	354	59,5	15,3
	4CP	150	173	357	58,0	15,7
	5CP	153	158	348	57,3	16,5
	6CP	132	194	327	60,0	15,3
Abate	PAP	168	171	263	60,2	16,0
	1CP	166	183	323	61,1	15,8
	2CP	156	206	440	58,0	17,4
	3CP	157	205	387	59,0	16,7
	4CP	162	165	386	57,2	17,4
	5CP	169	142	375	56,3	18,6
	6CP	141	185	346	59,5	16,4

2 PAP - Perfil Animal Padrão; CP - Cenário de Produção.

## **ARTIGO 3 - MODELAGEM DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AJUSTE DE FASES DE LOTES SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da Revista Ciência Rural (Santa Maria - RS).

1 **Modelagem das exigências nutricionais e ajuste de fases de lotes suínos em crescimento e**  
2 **terminação**

3 **Modeling nutritional requirements and adjusting phases of pigs during growth and**  
4 **finishing**

5 (Artigo Científico)

6 **Bruno Neutzling Fraga<sup>I</sup>, Vladimir de Oliveira<sup>I</sup>; Carlos Augusto Rigon Rossi<sup>II</sup>; Luciano**  
7 **Hauschild<sup>III</sup>; Gustavo Dias Lovato<sup>IV</sup>; Marcos Speroni Ceron<sup>IV</sup>**

8  
9 **RESUMO**

10 O objetivo deste estudo foi modelar e avaliar o fornecimento e as exigências de  
11 nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários de produção reais a  
12 fim de ajustar as fases do programa de dietas sem alterar o processo fabril das dietas. Foram  
13 selecionados seis cenários com total de 2.200 animais que consumiram seis dietas *ad libitum*.  
14 Os dados coletados nos cenários de produção foram modelados com base na média animal.  
15 Os programas de dietas e alimentar do PAP geraram excesso de 17,9% da relação lisina  
16 digestível e energia líquida, o ajuste reduziu para 8,5%. No ajuste das fases as dietas Inicial e  
17 Crescimento I não foram consumidas, houve redução de 111,7% para a Crescimento II 57,2%  
18 para a Terminação I e aumento de 53,6% para a Crescimento III e 49,6% para Terminação III.  
19 O ajuste das fases promoveu redução de 43,78kg de milho e 16,65kg de fontes proteicas por  
20 animal. A modelagem permite estimar de maneira dinâmica o desempenho, as exigências e o  
21 fornecimento de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários

---

<sup>I</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil E-mail: bnfraga@gmail.com.

<sup>II</sup> Departamento de Clínica de Grandes Animais, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>III</sup> Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, Brasil.

<sup>IV</sup> Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

1 reais de produção. Desta maneira, é possível determinar ajustes para o melhor momento de  
2 transições das fases e reduzir o fornecimento de nutrientes sem alterar o processo fabril das  
3 dietas.

4 **Palavras-chave:** energia líquida, lisina, produção industrial, *Sus scrofa domesticus*.

5

## 6 **ABSTRACT**

7       The aim of this study was to model and evaluate the supply and nutrients requirement  
8 for pigs in growing and finishing phases in real production scenarios to adjust the diet  
9 program phases without changing the manufacturing process of diets. Six scenarios were  
10 selected with 2,200 animals, which had six *ad libitum* diets. The collected data in production  
11 scenarios were modeled based on an animal average. Diet and food programs of PAP  
12 generated 17.9% excess from digestible lysine and net energy, the adjustment reduced it to  
13 8.5%. While adjusting the phases, Initial and Growth I diets had not been consumed, there  
14 was a reduction of 111.7% to Growth II diet 57.2% to Finishing I diet and there was an  
15 increase of 53.6% to Growth III diet and 49.6% to Finishing III diet. The phases adjustment  
16 promoted a corn reduction of 43.78kg and protein sources reduction of 16.65kg per animal.  
17 Modeling allows estimating dynamically the performance, requirements and supply of  
18 nutrients for pigs in growing and finishing phases in real production scenarios. This way, it is  
19 possible to determine adjustments for the best moment in phases transition and reduce the  
20 nutrient supply without changing the manufacturing process of diets.

21 **Key words:** net energy, lysine, animal profile, *Sus scrofa domesticus*.

22

## 23 **INTRODUÇÃO**

24       As unidades de terminação ou integrações da suinocultura consomem mais de 10  
25 milhões de toneladas em dietas com valor anual superior a sete bilhões de reais

1 (SINDIRAÇÕES, 2013). Estes valores correspondem por dois terços do custo de produção,  
2 portanto, a melhora na eficiência das dietas pode resultar em maior sustentabilidade.

3 A eficiência das dietas está relacionada principalmente aos programas de dietas e  
4 alimentar, que objetivam adequar o balanço entre a oferta de nutrientes e as exigências  
5 nutricionais dos animais. Para tanto, os sistemas de produção são divididos em fases e dietas  
6 específicas às exigências nutricionais estimadas pelo método empírico ou fatorial  
7 (HAUSCHILD et al., 2010). As fases e as dietas específicas permitem otimizar um  
8 determinado objetivo de produção, como o ganho de peso ou deposição proteica. No entanto,  
9 os dados de exigências nutricionais são compilados em tabelas, o que tornam as  
10 recomendações estáticas e para um perfil animal generalista como no ARC (1981), NRC  
11 (1998) e ROSTAGNO et al. (2011).

12 O uso de tabelas na elaboração dos programas de dietas e alimentares é um  
13 procedimento funcional, mas pressupõe que as exigências são únicas para todos os cenários  
14 de produção e que não variam dentro da fase. Conseqüentemente, essa metodologia determina  
15 o fornecimento de uma dieta durante um grande intervalo de tempo e não considera a  
16 dinâmica das exigências nutricionais (LECLERCQ & BEAUMONT, 2000, POMAR et al.,  
17 2003). Desta forma, são geradas inadequações que determinam conseqüências sobre  
18 desempenho, processos digestivos e metabólicos da deposição proteica e lipídica (FABIAN et  
19 al., 2003) e/ou custos de produção.

20 O uso de estratégias, como o conceito de proteína ideal (NOBLET et al., 2001) e  
21 energia líquida (LE BELLEGO et al., 2001) ou o aumento do número de dietas por fase,  
22 geram benefícios econômicos e ambientais sem comprometer o desempenho (BOURDON et  
23 al., 1995, VAN DER PEET-SCHWERING et al., 1999). No entanto, esses benefícios somente  
24 são reais quando os fenômenos relacionados a nutrição, alimentação, genética, ambiente são

1 integrados sobre uma abordagem dinâmica, mecanicista e determinística (VAN MILGEN et  
2 al., 2008).

3 A determinação do perfil animal de cada cenário de produção (resultado das interações  
4 entre o consumo de alimento, a dinâmica de crescimento, a utilização dos nutrientes e a  
5 influência do ambiente) é imprescindível para melhorar a eficiência alimentar, reduzir o custo  
6 das dietas e a excreção de elementos poluidores através do ajuste das fases. Estudos que  
7 identifiquem as especificidades das exigências nutricionais de perfis animais de forma  
8 mecânica e dinâmica são importantes para avaliar possíveis ajustes do programa de dietas.  
9 Neste contexto, o objetivo deste estudo foi modelar e avaliar o fornecimento e as exigências  
10 de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários reais de produção  
11 a fim de ajustar as fases do programa de dietas sem alterar o processo fabril das dietas.

12

### 13 **MATERIAL E MÉTODOS**

14 A coleta de dados foi realizada em um sistema de produção industrial de suínos na  
15 região noroeste do Rio Grande do Sul, entre agosto e novembro de 2012. O critério para  
16 amostragem foi um intervalo de três dias, para delimitar o número de granjas e minimizar os  
17 efeitos climáticos. Foram selecionadas seis granjas ou cenários de produção (1CP, 2CP, 3CP,  
18 4CP, 5CP e 6CP), com igual protocolo de manejos. Os cenários apresentaram variações nas  
19 instalações, equipamentos, localização e orientação, lotação e número total de animais. Estes  
20 fatores (ambiente) foram implícitos no consumo da dieta do perfil animal (DE LANGE et al.,  
21 2001, VAN MILGEN et al., 2008).

22 Os cenários apresentaram média de  $367 \pm 186$  animais, com população mínima de 200  
23 (5CP) e máxima de 724 (6CP). Ao total foram utilizados 2.200 animais distribuídos em seis  
24 lotes mistos (fêmeas e machos castrados). As recomendações para alojamento dos animais  
25 foram idade de 64 dias e peso de 22 quilogramas. O programa de dietas pré-estabeleceu o

1 sequenciamento e as quantidades de dietas por animal nas fases. A composição dos  
2 ingredientes foi analisada (AOAC, 1995) e as dietas (Tabela 1) formuladas, com base nas  
3 exigências nutricionais estabelecidas através do índice produtivo histórico das granjas ou  
4 perfil animal padrão (PAP). O programa alimentar foi definido como *ad libitum* para todas as  
5 fases e CP. Os programas de dietas e alimentar do PAP foram aplicados nos CP.

6 A coleta de dados nos cenários foi realizada em baias selecionadas aleatoriamente e  
7 utilizadas em todo o período experimental, representando, no mínimo, 20% do total de  
8 animais alojados (DE LANGE et al., 2001), com limite máximo de quatro baias. Em cada  
9 cenário, foram coletados dados referentes ao desempenho animal (idade, peso e consumo  
10 acumulado das dietas) de todos os suínos das baias amostrais para cada fase, conforme o  
11 programa de dietas.

12 Os dados foram adicionados ao *software* InraPorc<sup>®</sup> (INRAPORC<sup>®</sup>, 2010) para a  
13 parametrização do modelo a fim de caracterizar cada perfil animal em seu respectivo cenário  
14 de produção (VAN MILGEN et al., 2008). Os dados de cada CP foram modelados com base  
15 na média animal para todos os parâmetros e estimado dois por cento de perdas das dietas  
16 (BROSSARD et al., 2009). Foram calibradas as curvas de desempenho animal e modeladas às  
17 exigências nutricionais do perfil animal padrão e dos seis perfis animais.

18 Os ajustes das fases foram realizados para cada CP baseados na relação lisina  
19 digestível verdadeira e energia líquida (LisD:EL), através de simulações no InraPorc<sup>®</sup>. Não  
20 houve aumento do número de dietas, pois elevaria os custos por adição de fatores na produção  
21 e distribuição. Do mesmo modo, a formulação e composição das dietas não foram alteradas  
22 para não interferir sobre o processo fabril das dietas. Desta forma, os ajustes foram realizados  
23 somente através da antecipação ou adiamento do fornecimento das dietas entre fases ou ainda  
24 por exclusão das dietas do programa. Para tanto, foram utilizados como critérios a máxima  
25 exigência da LisD:EL até o ponto de inflexão, margem de segurança (dois por cento de



1 fornecimento superior a exigência) e quantidade de 12t (silo transportador com quatro  
2 compartimentos de três toneladas) de dieta transportada por viagem. Os dados obtidos foram  
3 submetidos à análise estatística descritiva e comparados por relação absoluta com desvio  
4 padrão.

5

## 6 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

7 A exigência média diária estimada de LisD:EL do PAP foi de  $3,18 \pm 0,16 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  por  
8 animal e o programa de dietas e programa alimentar forneceu  $3,78 \pm 0,44 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  (Figura 1).  
9 O ajuste das fases no PAP reduziu o fornecimento médio de LisD:EL em  $0,23 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  e  
10 aproximou em 5,5% o fornecimento da exigência. No período total houve redução de 24,27  
11  $\text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  da LisD:EL em excesso por animal ou 63,7% de redução do ajustado para o  
12 fornecido. A eficiência do ajuste foi prejudicada, uma vez que a exigência de  $3,35 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  aos  
13 104 dias obrigou o uso de grande quantidade da dieta CIII ( $3,75 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$ ) ou invés da TI  
14 ( $3,35 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$ ), para respeitar os critérios de ajustes e não restringir o crescimento no período  
15 inicial.

16 A modelagem dos programas de dietas e alimentar do PAP executados nos cenários  
17 identificou excesso de 17,9% no fornecimento da LisD:EL e ao ajustar passou para 8,5%. A  
18 exigência diária média dos cenários para LisD:EL foi  $3,13 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  e o fornecimento de  
19  $3,81 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$ , o que gerou excesso de 16,5% comparado a exigência do PAP. Após o ajuste, o  
20 fornecimento foi reduzido para  $3,45 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  ou seja, excesso de 7,7% em relação ao PAP.

21 O mínimo excesso médio diário da LisD:EL foi  $0,36 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  no 1CP, com o ajuste  
22 houve redução de 67,7%. O 1CP foi o cenário com menor redução, porém com  $0,21 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$   
23 se manteve como o CP com mínimo excesso. Por outro lado, o máximo excesso médio diário  
24 da LisD:EL foi  $0,93 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  no 5CP, com o ajuste foi possível reduzir 115,9%, deixando  
25 excedente de  $0,43 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$ . No entanto, com redução de  $0,51 \text{g} \cdot \text{Mcal}^{-1}$  o 4CP obteve redução de

1 150,4%, sendo o cenário com melhor resposta ao ajuste de fases. A amplitude absoluta no  
2 fornecimento de LisD:EL entre os CP que era de  $0,57\text{gMcal}^{-1}$ , após os ajustes ficou em  
3  $0,21\text{gMcal}^{-1}$  LisD:EL, redução de 63,2% no fornecimento de nutrientes o que comprova a  
4 eficiência do ajuste de fases.

5 De modo geral, os programas de dietas e alimentar do PAP possuem 76,8% do excesso  
6 total nas três primeiras dietas, para não prejudicar o desempenho. Nos cenários, este  
7 percentual reduz para 62,5% de excesso total e as fases de terminação I e II apresentaram  
8 aumento de 51,0 e 46,1%, respectivamente, dos excessos em relação ao PAP. Após o ajuste  
9 das fases se for comparado o período relativo as três primeiras dietas, estas representam  
10 34,9% do excesso total, enquanto nos períodos de Terminação I e II representam 59,1% de  
11 excesso total. Deste modo, o que era fornecido como margem de segurança nas primeiras  
12 fases, agora pode ser compreendido como de excesso no momento em que as exigências  
13 foram identificadas e atendidas de forma balanceada.

14 Os excessos anteriormente discutidos podem ser facilmente percebidos ao avaliar o  
15 ponto de inflexão, máxima exigência de lisina digestível verdadeira em função da energia  
16 líquida dos cenários. Para o PAP, a máxima exigência da LisD:EL foi  $3,35\text{gMcal}^{-1}$  e ocorreu  
17 na fase Crescimento II aos 104 dias ou 54,59kg de peso e a média dos cenários resultou em  
18 exigência de lisina de  $3,44 \pm 0,25\text{gMcal}^{-1}$  na fase Crescimento I aos  $83 \pm 7$  dias ou  $37,26 \pm$   
19  $5,83\text{kg}$  de peso, portanto precedeu uma fase em 21 dias ou 17,23kg ao padrão.

20 Os dados de idade e peso das fases para consumo das dietas pelos CP são apresentados  
21 na tabela 2. O alojamento dos animais nos CP foi em média aos  $65 \pm 7$  dias de idade e  $22,11 \pm$   
22  $1,41\text{kg}$  de peso, similares ao PAP. As variações de idade e peso são determinadas por diversos  
23 fatores difíceis de controlar (MAHAN & LEPINE, 1991; TOKACH et al., 2007) e naturais ao  
24 processo. A dieta Inicial apresentou consumo acumulado de 17,66kg no PAP e de  $20,87 \pm$   
25  $0,89\text{kg}$  para os CP, contudo ao ajustar as fases não houve consumo desta dieta. Ressalta-se

1 que nestes casos as medicações deverão ser inclusas na primeira dieta a ser fornecida aos  
2 animais. A Crescimento I com consumo de 39,25kg no PAP e  $40,30 \pm 1,41$ kg nos CP também  
3 foi excluída dos programas de dietas ajustados. A Crescimento II com consumo de 30,46kg  
4 no PAP e  $26,56 \pm 4,11$ kg nos CP, após o ajuste foi a primeira dieta a ser utilizada no 1CP para  
5 atender a mais alta exigência no ponto de inflexão dos animais. O consumo acumulado da  
6 Crescimento II na 1CP foi 75,25kg ou 64,7% superior ao consumo nos CP, contudo ao excluir  
7 a quantidade substituída da Inicial e Crescimento I e comparar a quantidade prevista no PAP  
8 houve economia de 18,4kg da dieta somente para este cenário. A Crescimento III com  
9 consumo de 18,51kg no PAP e  $21,03 \pm 3,65$ kg nos CP, com o ajuste o consumo foi de  $45,32 \pm$   
10  $40,57$ kg pelos cenários. A Terminação I com consumo de 37,51kg no PAP e  $37,60 \pm 2,53$  nos  
11 CP, após o ajuste apresentou consumo de  $23,91 \pm 20,55$ kg, quantidade reduzida devido a sua  
12 relação LisD:EL ser próxima a Terminação II. A Terminação II com consumo de 63,35kg no  
13 PAP e  $65,63 \pm 14,23$  nos CP, quando ajustada apresentou o maior consumo entre as dietas  
14 com  $130,21 \pm 60,76$ kg quilogramas. A Terminação II também foi a única dieta utilizada em  
15 todos os CP, inclusive o 5CP utilizou integralmente para formar o programa de dietas,  
16 resultando em consumo de 234,69kg por animal.

17 Ao término do período de  $94 \pm 7$  dias os animais foram abatidos com média de 121,18  
18  $\pm 3,24$ kg de peso e  $159 \pm 10$  dias de idade, mesmo com ajuste das fases os animais estariam  
19 com mesma idade, peso e consumo total de ração. Isto porque os dados dos programas de  
20 dietas e alimentar e do perfil animal foram utilizados como base nas simulações de  
21 modelagem (VAN MILGEN et al., 2008) para resultar no desempenho animal e as suas  
22 exigências nutricionais nos CP após os ajustes de fases.

23 De maneira geral, o ajuste das fases nos CP modificou a quantidade total de  
24 ingredientes utilizados ao comparar a diferença dos consumos médios das dietas pela  
25 concentração dos ingredientes. Houve redução média de 43,78kg de milho por animal e

1 aumento de 61,07kg de sorgo, ingrediente alternativo e de menor custo. A grande quantidade  
2 de sorgo foi provocada, principalmente, pela grande quantidade de Terminação II utilizada ao  
3 ajustar as fases. Como as dietas Inicial e Crescimento I foram eliminadas ao ajustar as fases  
4 houve redução de 1,92kg de gordura animal. Para fontes proteicas houve redução de 12,95kg  
5 de farelo de soja e 3,70kg de farinha de carne, também provocada pela eliminação das dietas  
6 iniciais. Além disso, a lisina e a metionina, aminoácidos sintéticos, apresentaram as  
7 quantidades reduzidas em 0,78 e 0,51kg, respectivamente. Os ingredientes minerais  
8 apresentaram suas quantidades aumentadas, *premix* vitamínico/mineral com 1,11kg e o  
9 calcário calcítico com 0,25kg, devido a sua maior concentração nas dietas de terminação que  
10 foram mais utilizadas.

11 Os programas nutricionais e alimentar modelados, com ajuda do modelo InraPorc<sup>®</sup>,  
12 podem adequar o fornecimento às exigências da relação entre lisina digestível e energia  
13 líquida dos suínos aumentando a eficiência de produção para obter redução de custos e manter  
14 os resultados do desempenho animal. Além disso, as exigências variam em função de  
15 genótipos, cenários e fases de crescimento e se ajustadas, os aminoácidos podem favorecer a  
16 deposição proteica e melhorar as características de carcaça ao aumentar o rendimento de carne  
17 e reduzir a deposição lipídica para atender ao exigente mercado consumidor. Além dos  
18 benefícios econômicos e qualidade de carcaça, a modelagem adequa os níveis nutricionais das  
19 dietas o que pode minimizar a contaminação ambiental e favorecer a produção sustentável  
20 (PEDERSEN et al., 2003). Isto porque a redução de um ponto percentual de proteína reduz  
21 até dez por cento a excreção de nitrogênio (CANH et al., 1997). A redução no nível de  
22 proteína fornecida também favorece a saúde intestinal ao reduzir o pH melhorando a digestão  
23 das proteínas e beneficiando a microbiota intestinal o que melhora os aspectos sanitários dos  
24 animais (VANNUCCI, F. A, 2009).

25  
26 **CONCLUSÕES**

1 A modelagem permite estimar de maneira dinâmica o desempenho, as exigências e o  
2 fornecimento de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários  
3 reais de produção. Desta maneira, é possível determinar ajustes para o melhor momento de  
4 transição das fases e reduzir o fornecimento de nutrientes sem alterar o processo fabril das  
5 dietas.

6

## 7 **AGRADECIMENTOS**

8 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas  
9 concedidas.

10

## 11 **REFERÊNCIAS**

12 AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the**  
13 **association of the official analysis chemists**. 16.ed. Arlington, 1995. 1750p.

14 ARC. **The nutrients requirements of pigs: technical review**. London, England:  
15 Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 307p.

16 BOURDON, D. et al. Réduction des rejets azotés chez les porcs en croissance par la mise en  
17 oeuvre de l'alimentation multiphase, associée a l'abaissement du taux azoté. **Journées de la**  
18 **Recherche Porcin**, v.27, p.269-278, 1995. Disponível em: <<http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1995/95txtAlim/A9511.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2014.

20 BROSSARD, L. et al. Modelling the variation in performance of a population of growing pig  
21 as affected by lysine supply and feeding strategy. **Animal**, v.3, p.1114-1123, 2009.

22 Disponível em:

23 <[http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM3\\_08%2FS17517311](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM3_08%2FS1751731109004546a.pdf&code=d845fd8b6d04ed9a00062d1042e9273c)

24 [09004546a.pdf&code=d845fd8b6d04ed9a00062d1042e9273c](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM3_08%2FS1751731109004546a.pdf&code=d845fd8b6d04ed9a00062d1042e9273c)>. Acesso em: 15 maio. 2013.

25 doi: 10.1017/S1751731109004546.

- 1 CANH, T. T. et al. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of  
2 urine and feces of fattening pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.700-706, 1997.  
3 Disponível em: < <http://www.journalofanimalscience.org/content/75/3/700.long>>. Acesso  
4 em: 15 jun. 2014.
- 5 DE LANGE, C. F. M. et al. Application of pig growth models in commercial pork production.  
6 **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, p.1-8, 2001. Disponível em:  
7 <<http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/A00-006>>. Acesso em: 11 fev. 2014.
- 8 FABIAN, J. et al. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile,  
9 and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**,  
10 v.81, p.1142-1149, 2003. Disponível em:  
11 <<http://www.journalofanimalscience.org/content/81/5/1142.full.pdf+html>>. Acesso em: 15  
12 jan. 2014.
- 13 HAUSCHILD, L. et al. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to  
14 estimate the nutrient requirements of growing pigs. **Animal**, v.4, p.714-723, 2010.  
15 Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22444124>>. Acesso em: 10 fev.  
16 2014. doi: 10.1017/S1751731109991546.
- 17 INRAPORC<sup>®</sup>. **InraPorc<sup>®</sup>: a tool to evaluate nutritional strategies in pigs**. Saint-Gilles,  
18 France, 2010. 1.5.3.1.
- 19 LE BELLEGO, L. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of**  
20 **Animal Science**, v.79, p.1259-1271, 2001. Disponível em:  
21 <<http://www.journalofanimalscience.org/content/79/5/1259.long>>. Acesso em: 10 maio.  
22 2014.
- 23 LECLERCQ, B.; BEAUMONT, C. Etude par simulation de la réponse des troupeaux de  
24 volailles aux apports d'acides aminés et de protéines. **INRA Production Animal**, v.13, p.47-  
25 59, 2000. Disponível em: <<http://www6.inra.fr/productions-animales/2000-Volume->

- 1 13/Numero-1-2000/Etude-par-simulation-de-la-reponse-des-troupeaux-de-volailles>. Acesso  
2 em: 26 abr. 2014.
- 3 MAHAN, D. C.; LEPINE, A. J. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding  
4 programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. **Journal of Animal**  
5 **Science**, v.69, p.1370-1378, 1991. Disponível em:  
6 <<http://www.journalofanimalscience.org/content/69/4/1370.long>>. Acesso em: 8 jan. 2014.
- 7 NOBLET, J. et al. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production  
8 and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Research** v.50, p.227-238, 2001.  
9 Disponível em: <<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2001/03/noblet.pdf>>.  
10 Acesso em: 9 mar. 2014. doi: 10.1051/animres:2001129.
- 11 NRC. **National research council, nutrient requirements of swine**. Washington: NRC,  
12 National Academy of Science, 1998. 189p.
- 13 PEDERSEN, C. et al. Determination of the optimal dietary threonine:lysine ratio for finishing  
14 pigs using three different methods. **Livestock Production Science**, v.82, p.233-243, 2003.  
15 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622603000113>>.  
16 Acesso em: 22 jun. 2014. doi: 10.1016/S0301-6226(03)00011-3.
- 17 POMAR, C. et al. Modeling stochasticity: dealing with populations rather than individual  
18 pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.E178-E186, 2003. Disponível em:  
19 <[http://www.journalofanimalscience.org/content/81/14\\_suppl\\_2/E178.full.pdf+html](http://www.journalofanimalscience.org/content/81/14_suppl_2/E178.full.pdf+html)>.  
20 Acesso em: 28 abr. 2014.
- 21 ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos**  
22 **e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.
- 23 SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Boletim**  
24 **Informativo do Setor**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br/>>.  
25 Acesso em: 10 mar. 2014.

- 1 TOKACH, M. et al. 2007. New tools to manage variability throughout the pork production  
2 chain London Swine Conference - **Today's Challenges... Tomorrow's Opportunities**. p  
3 p.19-33, London. Disponível em:  
4 <[http://www.londonswineconference.ca/proceedings/2007/LSC2007\\_MTokach.pdf](http://www.londonswineconference.ca/proceedings/2007/LSC2007_MTokach.pdf)>. Acesso  
5 em: 21 fev. 2014.
- 6 VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C. et al. Nitrogen and phosphorus consumption,  
7 utilisation and losses in pig production: NED. **Livestock Production Science**, v.58, p.213-  
8 224, 1999. Disponível em:  
9 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030162269900010X>>. Acesso em: 15  
10 jun. mar. 2014. doi: 10.1016/S0301-6226(99)00010-X.
- 11 VAN MILGEN, J. et al. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of  
12 growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.387-405, 2008. Disponível  
13 em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840107001782>>. Acesso em: 5  
14 fev. 2014. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020.
- 15 VANNUCCI, F. A.; GUEDES, R. M. C. Fisiopatologia das diarreias em suínos. *Ciência*  
16 *Rural*, v.39, p.2233-2242, 2009. Disponível em:  
17 <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n7/a255cr1230.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2014. doi:  
18 10.1590/S0103-84782009005000163.

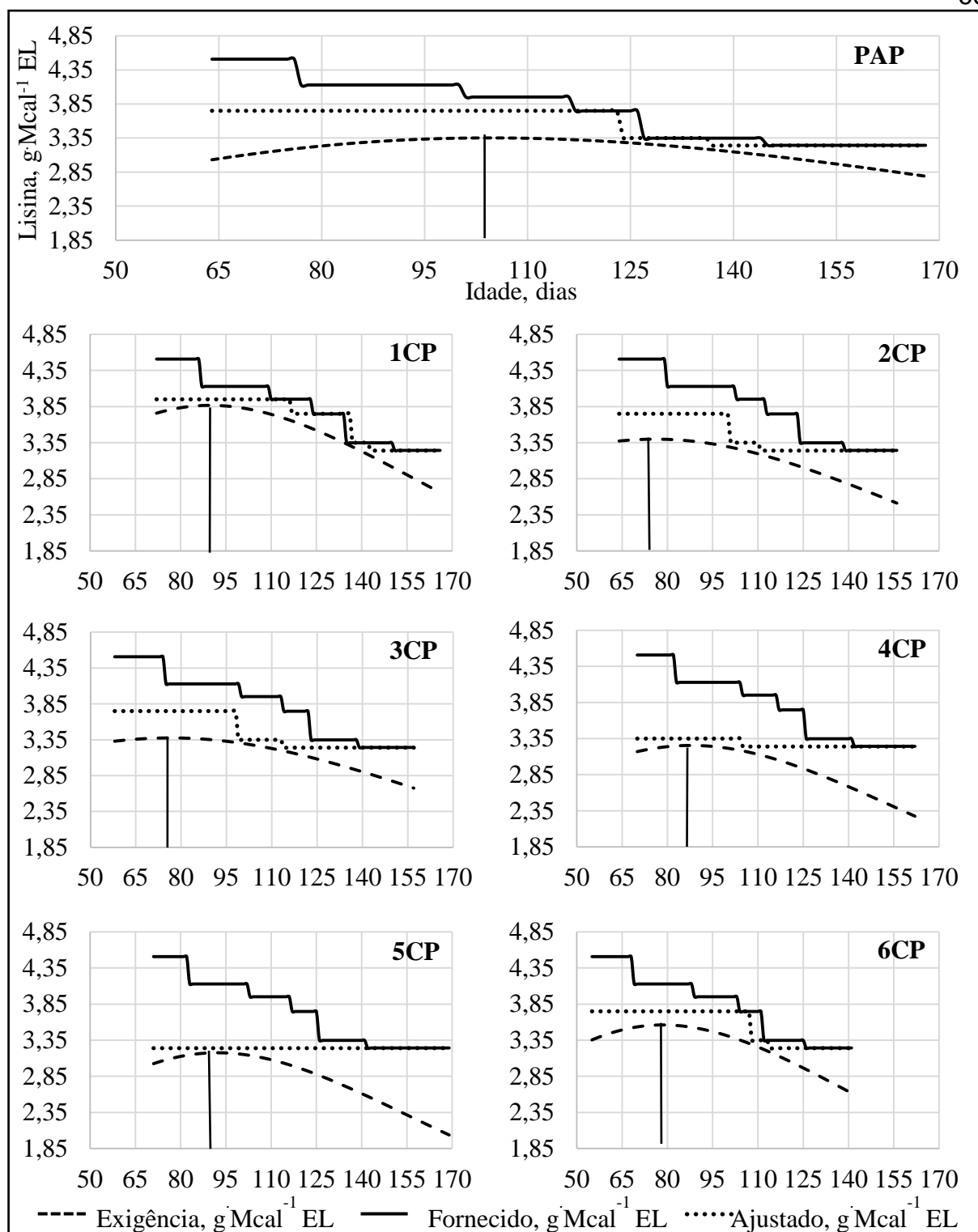


1 Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional das dietas de suínos em crescimento e  
2 terminação

Ingredientes		In	CI	CII	CIII	TI	TII
Milho	%	59,75	61,80	61,25	60,85	45,40	46,60
Farelo de Soja	%	25,00	24,50	25,10	25,50	21,80	20,50
Sorgo	%	-	-	-	-	20,00	20,00
Farelo de Arroz Integral	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gordura Animal	%	4,20	3,50	3,65	3,80	3,50	3,15
Farinha de Carne	%	3,50	3,00	2,80	2,70	1,70	2,00
Premix Mineral-Vitamínico <sup>1</sup>	%	1,50	1,00	1,00	1,00	1,25	1,50
Cloreto de Sódio	%	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Calcário Calcítico	%	0,30	0,50	0,50	0,45	0,65	0,55
Adsorvente	%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-Lisina 78%	%	0,45	0,34	0,27	0,19	0,19	0,18
DL-Metionina 84%	%	0,27	0,19	0,15	0,11	0,10	0,09
L-Treonina 98,5%	%	0,20	0,14	0,11	0,65	0,07	0,05
Fitase	‰	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição Nutricional <sup>2</sup>		In	CI	CII	CIII	TI	TII
Energia Líquida	Kcal	2563	2549	2553	2560	2563	2546
Proteína Bruta	%	19,25	18,79	18,84	18,85	17,41	17,04
Minerais	%	5,31	4,96	4,95	4,90	4,92	5,03
Extrato Etéreo	%	8,25	7,57	7,70	7,84	7,37	7,09
Fibra Bruta	%	1,99	2,00	2,01	2,02	1,92	1,90
Cálcio	%	0,71	0,73	0,76	0,73	0,70	0,73
Fósforo Total	%	0,74	0,72	0,71	0,75	0,68	0,72
Lisina Digestível	%	1,16	1,05	1,01	0,96	0,86	0,83
Metionina Digestível	%	0,46	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30
Cistina Digestível	%	0,47	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
Triptofano Digestível	%	0,19	0,18	0,19	0,19	0,17	0,17
Treonina Digestível	%	0,78	0,71	0,68	0,65	0,60	0,57
Fenilalanina Digestível	%	0,80	0,79	0,80	0,81	0,75	0,73
Tirosina Digestível	%	0,59	0,59	0,60	0,60	0,56	0,55
Leucina Digestível	%	1,20	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
Isoleucina Digestível	%	0,66	0,65	0,66	0,66	0,62	0,60
Valina Digestível	%	0,76	0,75	0,75	0,76	0,71	0,69
Histidina Digestível	%	0,45	0,44	0,45	0,45	0,41	0,40
Arginina Digestível	%	1,12	1,10	1,11	1,13	1,00	0,97

3 In - dieta Inicial; CI, CII e CIII - dietas de Crescimento; TI e TII - dietas de Terminação; <sup>1</sup>Suplemento mineral e  
4 vitamínico por quilograma do produto – **In** Vitamina (Vit.) A 666.667,00UI; Vit. D3 133.350,00UI; Vit. E  
5 3.335,00UI; Vit. K3 200,00mg; Vit. B1 200,00mg; Vit. B2 400,00mg; Vit. B6 265,00mg; Vit. B12 2.000mcg;  
6 Ácido (Ac.) Fólico 70mg; Ác. Pantotênico 1.335,00mg; Biotina 10,00mg; Colina 100.00,00mg; Niacina  
7 2.350,00mg; Ca 7,425%; P disponível (Pdisp.) 4,25%; Cu 8.000mg; Fe 5.000mg; Zn 4.000mg; Mn 2.500mg; I  
8 50mg; Se 15mg; Cl 4%; S 0,414%. **CI** Vit. A 700.000UI; Vit. D3 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg;  
9 Vit. B1 100mg; Vit. B2 400mg; Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg; Ác. Fólico 60 mg; Ác. Pantotênico  
10 1.500mg; Biotina 10 mg; Colina 140.000mg; Niacina 2.000mg; Ca 9,533%; Pdisp. 8%; Cu 10.666mg; Fe  
11 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 5,9%; S 0,55%. **CII** Vit. A 700.000UI; Vit. D3  
12 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg; Vit. B1 100mg; Vit. B2 400mg; Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg;

1    Ác. Fólico 60mg; Ác. Pantotênico 1.500mg; Biotina 10mg; Colina 140.000mg; Niacina 2.000 mg; Ca 13,6%;  
2    Pdisp. 8,2%; Cu 10.666mg; Fe 6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 4,1%; S 0,75%.  
3    **CIII** Vit. A 700.000UI; Vit. D3 150.000UI; Vit. E 2.000UI; Vit. K3 200mg; Vit. B1 100 mg; Vit. B2 400mg;  
4    Vit. B6 200mg; Vit. B12 1.000mcg; Ác. Fólico 60mg; Ác. Pantotênico 1.500mg; Biotina 10mg; Colina  
5    140.000mg; Niacina 2.000mg; Ca 13,84%; Pdisp. 11,65%; Cu 12.800mg; Fe 10.000mg; Zn 8.000mg; Mn  
6    5.000mg; I 100mg; Se 30mg; Cl 4%; S 0,66%. **TI** Vit. A 336.000UI; Vit. D3 72.000UI; Vit. E 960UI; Vit. K3  
7    80mg; Vit. B1 48mg; Vit. B2 192mg; Vit. B6 96mg; Vit. B12 720mcg; Ác. Fólico 29mg; Ác. Pantotênico  
8    720mg; Biotina 5mg; Colina 96.000mg; Niacina 960mg; Ca 8,8%; Pdisp. 7,92%; Cu 12.800mg; Fe 8.000mg; Zn  
9    6.400mg; Mn 4.000mg; I 80mg; Se 24mg; Cl 2,6%; S 0,66%. **TH** Vit. A 280.000UI; Vit. D3 60.000UI; Vit. E  
10   800UI; Vit. K3 65mg; Vit. B1 40mg; Vit. B2 160mg; Vit. B6 80mg; Vit. B12 600mcg; Ác. Fólico 25mg; Ác.  
11   Pantotênico 600mg; Biotina 4mg; Colina 80.000mg; Niacina 800mg; Ca 10,5%; Pdisp. 8,30%; Cu 10.666mg; Fe  
12   6.666mg; Zn 5.333mg; Mn 3.333mg; I 66,7mg; Se 20mg; Cl 5,9%; S 0,55%; <sup>2</sup>Valores calculados na matéria  
13   natural pelo InraPorc<sup>®</sup>.



1 Figura 1 – Níveis diários de exigências, fornecimento e ajuste da relação de lisina digestível e  
 2 energia líquida e ponto de inflexão para Perfil Animal Padrão (PAP) e Cenários de Produção  
 3 (CP).

1 Tabela 2 – Fases modeladas e ajustadas para o consumo dos cenários de produção

Dieta	Granja	Dados Modelados			Dados Ajustados		
		Idade, Dias	Peso, kg	Consumo, kg	Idade, Dias	Peso, kg	Consumo, kg
Inicial	PAP	64	22,38	17,66	0	0,00	0,00
	CP1	72	23,55	20,63	0	0,00	0,00
	CP2	64	21,03	21,92	0	0,00	0,00
	CP3	58	20,18	19,38	0	0,00	0,00
	CP4	70	21,43	20,93	0	0,00	0,00
	CP5	71	22,84	21,61	0	0,00	0,00
Crescimento I	CP6	55	23,13	20,73	0	0,00	0,00
	PAP	77	31,54	39,25	0	0,00	0,00
	CP1	87	36,05	40,38	0	0,00	0,00
	CP2	80	33,22	40,44	0	0,00	0,00
	CP3	74	30,79	42,92	0	0,00	0,00
	CP4	84	32,69	39,41	0	0,00	0,00
Crescimento II	CP5	84	34,16	39,77	0	0,00	0,00
	CP6	68	34,89	38,90	0	0,00	0,00
	PAP	101	51,80	30,46	0	0,00	0,00
	CP1	110	59,43	27,15	72	23,55	75,25
	CP2	102	54,55	19,98	0	0,00	0,00
	CP3	100	53,29	26,89	0	0,00	0,00
Crescimento III	CP4	105	53,01	24,15	0	0,00	0,00
	CP5	104	54,35	29,48	0	0,00	0,00
	CP6	88	56,44	31,69	0	0,00	0,00
	PAP	117	67,18	18,51	64	22,38	101,68
	CP1	123	74,13	22,85	117	67,25	45,36
	CP2	111	64,58	27,09	64	21,03	60,27
Terminação I	CP3	113	66,71	20,75	58	20,18	60,38
	CP4	116	64,80	18,96	0	0,00	0,00
	CP5	117	68,51	16,91	0	0,00	0,00
	CP6	102	73,10	19,59	0	0,00	105,92
	PAP	126	76,25	37,51	124	74,22	28,10
	CP1	133	85,80	37,29	137	90,50	14,87
Terminação II	CP2	122	77,62	38,72	101	53,48	22,08
	CP3	122	76,71	41,22	99	52,32	31,04
	CP4	124	73,66	38,58	70	21,43	60,33
	CP5	124	76,24	35,84	0	0,00	0,00
	CP6	110	82,88	33,93	55	23,13	15,16
	PAP	143	93,89	63,65	137	87,62	77,26
Total/Média	CP1	148	103,45	52,29	143	97,57	65,11
	CP2	136	95,20	67,08	111	64,58	132,90
	CP3	138	95,63	59,62	114	67,80	119,36
	CP4	139	90,58	69,58	105	53,01	151,28
	CP5	138	91,65	91,10	71	22,84	234,69
	CP6	123	98,82	54,13	90	58,76	77,89
Total/Média	PAP	168	119,96	207,04	168	119,96	207,04
	CP1	166	124,19	200,59	166	124,19	200,59
	CP2	156	121,37	215,24	156	121,37	215,24
	CP3	157	119,45	210,78	157	119,45	210,78
	CP4	162	116,20	211,61	162	116,20	211,61
	CP5	169	123,63	234,69	169	123,63	234,69
CP6	141	120,30	198,97	141	120,30	198,97	

2 PAP - Perfil Animal Padrão; CP - Cenário de Produção.

## **CAPÍTULO 4 – DISCUSSÃO GERAL**

A pesquisa na produção animal é representada, em grande parte, por estudos em condições controladas ou experimentais, para inibir a influência de fatores indesejáveis que existem na complexidade dos sistemas. Contudo, existe demanda dos sistemas industriais de produção por estudos que consigam sintetizar todas estas variações de forma a aprimorar os conhecimentos e a produção.

Dentro desta perspectiva, a modelagem animal pode servir como ferramenta de ensino e pesquisa, por conseguir fazer uma abstração da realidade. Desta forma, a modelagem pode prever o desempenho de suínos submetidos a condições variadas, a partir da descrição de componentes (animal, ambientais e alimentar) e com facilidade operacional.

A experimentação sob um cenário de produção animal real integrado a modelagem pode representar um grande avanço para a academia e a indústria. O uso desta abordagem racional possibilita avaliação dos impactos potenciais de propostas acadêmicas na indústria de forma direta, com economia de recursos e tempo.

Como os modelos apresentam limitações de uso é imprescindível que o usuário tenha domínio e compreensão do modelo para obter resultados confiáveis. Desta maneira, o usuário tem condições de resolver problemas práticos da indústria ao atualizar, disponibilizar e incorporar informações científicas, bem como se retroalimentar destas informações e contribuir para a ciência.

Os modelos ao integrarem os atuais conhecimentos de nutrição animal, podem identificar a melhor estratégia para um cenário de produção de suínos em crescimento e terminação. Para tanto, a modelagem simula alternativas aos programas de dietas e alimentar quanto a um objetivo específico de produção a partir de dados de desempenho. Desta maneira, ao comparar os resultados previstos há o desenvolvimento de um programa de dietas e de um programa alimentar ajustado para um cenário de produção de crescimento e terminação.

Os experimentos acadêmicos trabalham, geralmente, com fatores controlados e respondem questões individuais por não integrarem um sistema. A suinocultura é um sistema composto por um grande número de distintos cenários de produção (Apêndice A, B, C, D, E, F). Estes se caracterizam por apresentarem fatores que interferem no desempenho dos suínos como características da região onde esta localizado, total de animais do lote, dimensões, pressão infecciosa, tipo de material utilizado na construção (Tabela 1).

Tabela 1 – Características gerais dos cenários de produção

Galpão	1CP	2CP	3CP	4CP	5CP	6CP
Total de animais	400	288	288	300	200	724
1º Alojamento	1999	1999	1998	1997	1998	1998
Total de lotes	52	52	56	60	56	56
Orientação	NE - SO	NO - SE	L - O	L - O	L - O	NO - SE
Altitude, m	314	310	232	226	177	234
Dimensões, m	9 x 51	9 x 40	9 x 36	10 x 40	9 x 25	9 x 85
Estrutura	Madeira	Madeira	Madeira	Madeira	Madeira	Madeira
Cobertura, telha	Barro	Barro	Barro	Barro	Barro	Barro
Controle Temperatura	Cortina	Cortina	Cortina	Cortina	Cortina	Cortina
	Aspersor	Aspersor	-	-	-	-

O número de animais por baia (grupo) e a lotação são fatores que interferem no desempenho dos lotes, quando não respeitados. Um grupo pequeno (até 40 animais) apresenta menor depressão no crescimento que um grupo grande (mais de 40 animais), quando afetados por restrição de espaço. Os grupos grandes reduzem o número de refeições e, portanto, aumentam o consumo e tempo de cada refeição. A suinocultura intensiva apresenta alta densidade populacional exigindo instalações e equipamentos planejados. Os cenários de produção avaliados estavam com espaçamento adequado conforme as normas de produção industrial. Desta forma, não foi observado qualquer comportamento irregular nos cenários (Tabela 2).

Tabela 2 - Características das baias nos cenários de produção

Baia	1CP	2CP	3CP	4CP	5CP	6CP
Total	12	10	8	10	10	36
Piso	Vaz	Ld'á	Vaz	Ld'á	Vaz	Ld'á
Divisória entre baias	Con	Con/Metal	Con	Mad	Metal	Metal
Divisória baia corredor	Mad	Mad	Con	Mad	Mad	Mad
Dimensões, m	4 x 8,5	4 x 8	4 x 9	4,4 x 10	4 x 5	4 x 5
Área, m <sup>2</sup>	34	32	36	44	20	20
Nº de animais	33	29	36	30	20	20
Animais por m <sup>2</sup>	1,0	0,9	1,0	0,7	1,0	1,0

Vaz: piso de concreto com 1/5 da área Vazada. Ld'á: piso de concreto com 1/5 da área com Lâmina d'água. Mad: Madeira. Con: Concreto.

Os comedouros são os equipamentos mais importantes, em nível de granja, pois estão relacionados diretamente com o consumo de dietas (LOVATTO et al., 2004). O comedouro ideal para os suínos deve atender de forma integral o lote, favorecer o consumo, proporcionar pouco ou nenhum desperdício e possuir um custo condizente as suas vantagens. Nos cenários de produção foram padronizados os comedouros conjugados de acesso múltiplo (Tabela 3). Estes possibilitaram a oferta contínua de dietas secas ou úmidas, por apresentar um bebedouro. Este tipo de comedouro favorece o consumo e reduz o desperdício. Além disso, os comedouros seguiram protocolo de ajuste de abertura para fornecimento das dietas a fim de não restringir o consumo. O número de animais por comedouro estava dentro do protocolo adequado para evitar qualquer restrição do consumo.

Os cenários de produção de maior porte ou recentes, normalmente possuem linhas de distribuição automatizadas para o fornecimento das dietas. Isto porque as fases de crescimento e terminação apresentam o maior consumo em volume de dieta na produção de suínos. Houve apenas um cenário com este equipamento em função do grande número de animais, mas não influenciou o consumo. Os cenários de produção também são equipados com silos de armazenagem que são projetados de acordo à demanda do lote.

Tabela 3 – Características dos equipamentos nos cenários de produção

Equipamentos	1CP	2CP	3CP	4CP	5CP	6CP
Nº Silos	2	1	1	2	1	1
Capacidade silo, t	5 e 9	9	9	5 e 9	9	16
Forma de distribuição	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Automática
Tipo de comedouro	CCAM	CCAM	CCAM	CCAM	CCAM	CCAM
Comedouro por baia	1	1	1	1	1	1
Tipo de bebedouro	Chupeta	Chupeta	Chupeta	Chupeta	Chupeta	Chupeta
Bebedouro por baia	3	4	4	3	2	2

CCAM – Comedouro Conjugado de Acesso Múltiplo

Os cenários de produção também tinham padronização dos bebedouros para o tipo *nipple*. Estes estavam dentro de protocolo de vazão de água de um litro por minuto e, ainda, estavam superestimados em relação ao número de animais por bebedouro. Além disso, os comedouros eram conjugados que reduz consumo de água e acesso de acessos aos bebedouros.

Os dados determinados nos cenários de produção necessitam de representação no modelo de crescimento dos animais. Somente desta forma as diferenças entre os cenários de produção são quantificadas. Para tanto, uma definição correta dos parâmetros que são importantes para gerar as diferenças de cenários de produção é necessária. Os parâmetros de fácil descrição e quantificação são os pesos inicial e final, idade inicial e final, níveis de nutrientes fornecidos, ingredientes das dietas e número de dietas. Estes são descritos de forma prática e eficiente, contudo existem os parâmetros importantes para a modelagem, mas que são de difícil previsão e quantificação. A caracterização do genótipo dos suínos quanto ao seu potencial de desempenho e, principalmente, a determinação do consumo das dietas durante o crescimento.

Ao objetivar a modelagem do consumo de dietas durante no crescimento, é necessário uma descrição das condições ambientais como a média e variação da temperatura ambiente, velocidade do ar, umidade, tipo de piso, tamanho da baia, uma vez que estas influenciam o consumo. Caso contrário, a descrição do meio



ambiente é desconsiderado uma vez que o consumo de dietas será considerado como um parâmetro de entrada pelo modelo. As questões do ambiente, somente são consideradas se o animal estiver fora da zona de conforto térmico, o que é esporádico na produção de suínos. Neste caso, o efeito do meio ambiente é representado implicitamente através do seu efeito sobre o consumo de dieta.

O modelo InraPorc<sup>®</sup> (INRAPORC<sup>®</sup>, 2010), não modela o consumo de dieta na calibração do perfil animal. Essa abordagem caracteriza o suíno em condições normais para expressar seu potencial de crescimento, ou seja, sem eventos prejudiciais como estresse térmico ou quaisquer fatores que influenciam seu consumo voluntário (VAN MILGEN et al., 2008). Além destes, o modelo utiliza os conceitos clássicos da nutrição animal e informações do sistema de produção para avaliar a utilização de nutrientes pelos animais e testar diferentes estratégias nutricionais (VAN MILGEN et al., 2008). O modelo de crescimento baseia-se na utilização de energia e de aminoácidos. Este é um reflexo do fato de a eficiência da produção de carne suína ou desempenho estar intimamente relacionado com a utilização de energia e de aminoácidos.

Ao avaliar um determinado cenário de produção é possível determinar estratégias nutricionais mais adequadas aos propósitos de produção e determinar excessos e/ou carências nutricionais. Para tanto, se estabelece um plano nutricional ajustado ao potencial de crescimento dos animais, de modo que este não limite a deposição proteica e reduza a deposição de gordura, o que seria uma tarefa muito complexa utilizando uma abordagem empírica.

A eficiência de converter alimento em proteína no suíno é influenciada principalmente pela qualidade das dietas e pelo potencial de deposição de carne magra dos animais (BIKKER et al., 1996). Durante a fase de crescimento, a deposição proteica aumenta linearmente com o aumento da energia ingerida, a qual atinge um valor máximo e estabiliza de acordo com o aumento do peso vivo, sendo descrita por uma função curvilinear-platô (VAN MILGEN et al., 2008). Em contrapartida, a eficiência de deposição proteica diminui com o aumento do peso vivo e, em animais alimentados com dietas à vontade, a gordura corporal é aumentada à medida que a deposição proteica estabiliza, resultando em maior deposição lipídica no animal (QUINIOU et al., 1999).

Os aminoácidos fornecidos em excesso e não utilizados para a síntese de proteína corporal são desaminados e a amônia resultante é convertida em ureia e

excretada pelo animal (PHILIPPE et al., 2011). O excesso de N aumenta a produção e a emissão de amônia, que apresenta grande impacto negativo sobre o ambiente e a saúde humana (GALASSI et al., 2010). Com o ajuste das fases houve redução do impacto ambiental pela redução do fornecimento de nutrientes (ex. nitrogênio e fósforo), sem prejuízos ao desempenho animal.

A alimentação é o componente de maior proporção nos custos de produção, o ajuste das fases possivelmente resultou em economia. Além disso, o ajuste gerou redução da inclusão de ingredientes mais onerosos como milho, farelo de soja e aminoácidos sintéticos, sem comprometer o desempenho dos suínos.

O estudo demonstrou que o modelo InraPorc<sup>®</sup> pode ser utilizado como uma ferramenta para ajuste de fases e programas nutricionais em cenários de produção reais de suínos. Este ainda, pode ser uma ferramenta valiosa para ajudar a tomada de decisão, o que pode representar uma importante evolução na eficiência de produção de suínos.

Existe um volume crescente de informações sendo geradas nos sistemas de produção e uma grande demanda por sistemas que permitam integrar e utilizar essas informações de forma a melhorar a capacidade de gerenciamento e reduzir os riscos nas tomadas de decisões (NEWMAN et al., 2000). A modelagem deve ampliar a sua capacidade de aplicação para não limitar a utilização dessa nos cenários de produção reais. Uma vez que, ferramentas baseadas em modelos complexos podem estimar com maior precisão as exigências e a resposta animal em condições de campo (LOVATTO et al., 2010).

Este estudo sugere que os programas nutricionais podem ser ajustados através das fases de desenvolvimento do animal e com isso melhorar a eficiência de utilização e reduzir os excessos de nutrientes, resultando em uma condição mais sustentável para a produção de suínos.

## **CONCLUSÕES**

Os cenários de produção estudados aloapresentam diferenças para desempenho zootécnico, fornecimento e exigências de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação. A modelagem é uma ferramenta que pode ser utilizada para descrever e comparar as especificidades em cada cenário de produção.

A modelagem é uma ferramenta capaz de predizer as diferentes exigências e o fornecimento de nutrientes, bem como as consequências sobre a deposição tecidual e na qualidade da carcaça em cada cenário de produção industrial.

A modelagem permite estimar de maneira dinâmica o desempenho, as exigências e o fornecimento de nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação em cenários reais de produção. Desta maneira, é possível determinar ajustes para o melhor momento de transição das fases e reduzir o fornecimento de nutrientes sem alterar o processo fabril das dietas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARC. **The nutrients requirements of pigs: technical review**. London, England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 307p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Estatísticas nacionais da suinocultura: abate de suínos no Brasil**. São Paulo, 2013. Disponível em: <[http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIPECS\\_relatorio\\_2012\\_pt.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIPECS_relatorio_2012_pt.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2014.

BIKKER, P. et al. Performance and body composition of finishing gilts (45 to 85 kilograms) as affected by energy intake and nutrition in earlier life: I. Growth of the body and body components. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 4, p. 806-816, 1996. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/74/4/806.long>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

GALASSI, G. et al. Effects of high fibre and low protein diets on performance, digestibility, nitrogen excretion and ammonia emission in the heavy pig. **Animal Feed Science and Technology**, v. 161, n. 3–4, p. 140-148, 2010. Disponível em: <[http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(10\)00264-6/pdf](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(10)00264-6/pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2014. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2010.08.009.

INRAPORC<sup>®</sup>. **InraPorc<sup>®</sup>: a tool to evaluate nutritional strategies in pigs**. Saint-Gilles, France, 2010. 1.5.3.1.

LOVATTO, P. A. et al. Uso da modelagem para a racionalização do manejo nutricional de fêmeas suínas gestantes e lactantes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p. s211-s220, 2010.

LOVATTO, P. A. et al. Desempenho de suínos alimentados do desmame ao abate em comedouro de acesso único equipado ou não com bebedouro. **Ciência Rural**, v. 34, n. p.1549-1555, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n5/a35v34n5.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2014. doi: 10.1590/S0103-84782004000500035.

NEWMAN, S. et al. Success and failure of decision support systems: Learning as we go. **Journal of Animal Science**, v. 77, Suppl, p. 1-12, 2000. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/77/E-Suppl/1.31.full.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

NRC. **National research council, nutrient requirements of swine**. Washington: NRC, National Academy of Science, 1998. 189p.

PHILIPPE, F.-X. et al. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 141, n. 3–4, p. 245-260, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788091100096X>>. Acesso em: 21 jun. 2014. doi: 10.1016/j.agee.2011.03.012.

QUINIOU, N. et al. Effect of growth potential (body weight and breed/castration combination) on the feeding behaviour of individually kept growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 61, n. 1, p. 13-22, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788091100096X>>. Acesso em: 21 jun. 2014. doi: 10.1016/S0301-6226(99)00048-2.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.

SAUVANT, D. et al. Systèmes d'unités d'alimentation et lois de réponse du porc aux régimes alimentaires. **Journées Recherche Porcine**, v.27, p.237-244, 1995. Disponível em: <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1995/95txtAlim/A9507.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2014.

SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Boletim Informativo do Setor**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

TOSO, E. A. V.; MORABITO, R. Otimização no dimensionamento e seqüenciamento de lotes de produção: Estudo de caso numa fábrica de rações. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 2, p.203-217, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v12n2/26089.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2014.

VAN MILGEN, J. et al. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.387-405, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840107001782>>. Acesso em: 5 fev. 2014. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020.

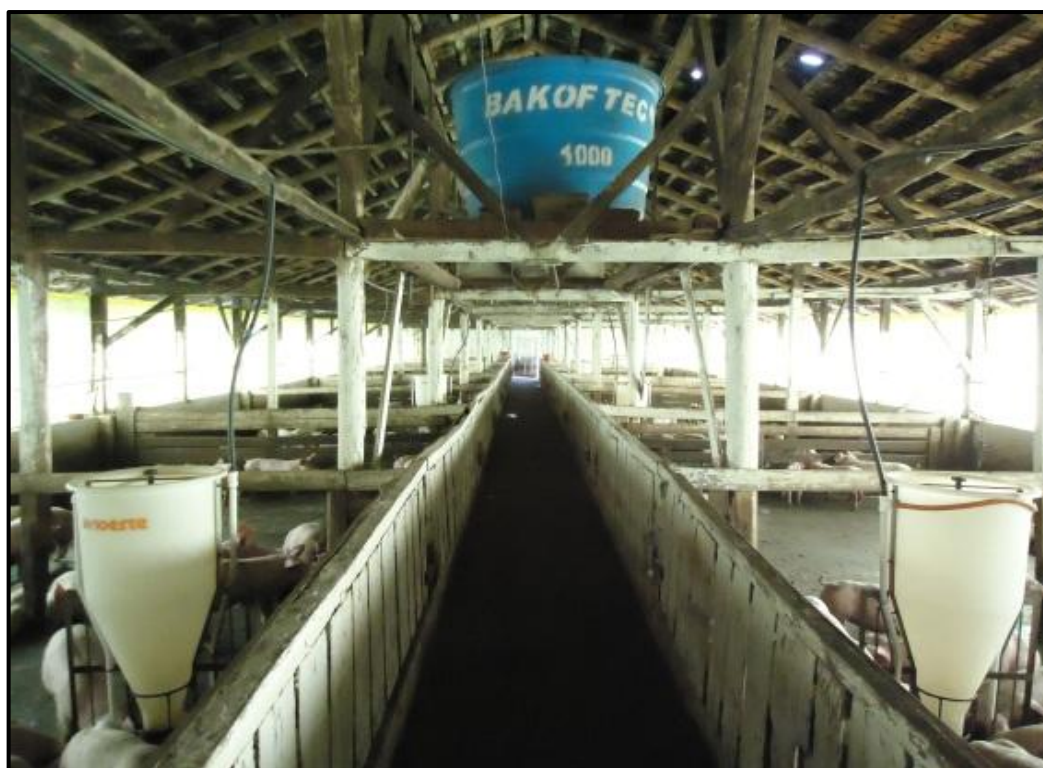
## **APÊNDICES**

**Apêndice A – Visões externa e interna do cenário de produção 1**

**Apêndice B – Visões externa e interna do cenário de produção 2**



**Apêndice C – Visões externa e interna do cenário de produção 3**

**Apêndice D – Visões externa e interna do cenário de produção 4**

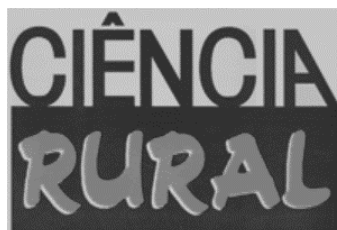
**Apêndice E – Visões externa e interna do cenário de produção 5**

Apêndice F – Visões externa e interna do cenário de produção 6



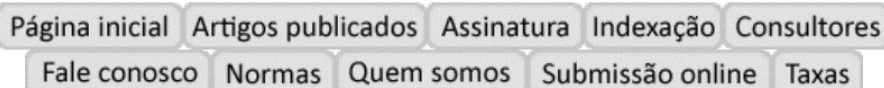
**ANEXO**

## Anexo A – Normas para publicação na Revista Ciência Rural.



ISSN Impresso: 0103-8478

ISSN Eletrônico: 1678-4596



### Normas para publicação

- 1. CIÊNCIA RURAL** - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.
- 2. Os artigos científicos, revisões e notas** devem ser encaminhados via eletrônica e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras.** Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**
- 3. O artigo científico** (Modelo .doc, .pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das

referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

**4. A revisão bibliográfica** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

**5. A nota** (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

**6.** Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista [www.scielo.br/cr](http://www.scielo.br/cr).

**7.** Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

**8.** As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de

acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

**9.** As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

**9.1.** Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

**9.2.** Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

**9.3.** Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: \_\_\_\_\_. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: \_\_\_\_\_. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

**9.4.** Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests ***Tribolium confusum*** (Coleoptera: Tenebrionidae), ***Tenebrio molitor*** (Coleoptera: Tenebrionidae), ***Sitophilus granarius*** (Coleoptera: Curculionidae) and ***Plodia interpunctella*** (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de ***Sitophilus oryzae*** (L.), ***Cryptolestes ferrugineus*** (Stephens) e ***Oryzaephilus surinamensis*** (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-)



84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

#### 9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

#### 9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad).** 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

#### 9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose.** São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

#### 9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

#### 9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico.** São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos.** Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland),

v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

**10.** Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

**11.** Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

**12.** Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

**13.** Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).

**14.** Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

**15.** Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

**16.** Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.



**CNPq**  
Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico  
**60 ANOS**

Ministério da  
Ciência e Tecnologia

Ministério  
da Educação



Ciência Rural

Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais

Prédio 42, Sala 3104 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil

E-mail: [cienciarural@mail.ufsm.br](mailto:cienciarural@mail.ufsm.br)

Fone/Fax: (55) 32208698

Fax: (55) 32208695