

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

**IMPACTO ECONÔMICO DO SISTEMA *INTELLIGENT
PRECISION FEEDER* NA PRODUÇÃO E
DISTRIBUIÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS EM
CRESCIMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Bruno Neutzling Fraga

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**IMPACTO ECONÔMICO DO SISTEMA *INTELLIGENT
PRECISION FEEDER* NA PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE
RAÇÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Bruno Neutzling Fraga

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado 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 **Mestre em Zootecnia.**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alberto Lovatto

Santa Maria, RS, Brasil

2011

F811i Fraga, Bruno Neutzling
Impacto econômico do sistema intelligent precision feeder na produção e
distribuição de rações para suínos em crescimento / por Bruno Neutzling Fraga.
– 2011.
90 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Paulo Alberto Lovatto
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de
Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2011

1. Zootecnia 2. Indústria de ração 3. Custos 4. Granja 5. Transporte
I. Lovatto, Paulo Alberto II. Título.

CDU 636.4.084.41

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109
Biblioteca Central UFSM

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

IMPACTO ECONÔMICO DO SISTEMA *INTELLIGENT PRECISION FEEDER* NA PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

elaborada por
Bruno Neutzling Fraga

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:


Paulo Alberto Lovatto, Dr.
(Presidente/Orientador)


Marcos Martinez do Vale, Dr. (UFSM)


Alexandre de Mello Kessler, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, 28 de fevereiro 2011.

Dedicatória

A minha família por me incentivar a prosseguir nos estudos.

Ao meu amor Sandra C. da Veiga Morais

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, pela oportunidade.

Aos professores Paulo Alberto Lovatto, Gerson Guarez Garcia e Arlei Rodrigues Bonet de Quadros pela amizade, incentivo, orientação e presença em minha formação.

Aos professores do Centro de Ciências Rurais - em especial Thomé Lovato - e do Departamento de Zootecnia - em especial João Radünz Neto - pelos ensinamentos e apoio.

Ao pesquisador Candido Pomar ao qual sou grato pela orientação, críticas e sugestões ao trabalho.

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

A equipe do Setor de Suínos, em especial ao Luciano Hauschild, Carlos Augusto Rigon Rossi, Cheila Roberta Lehnem, Ines Andretta, Glauber Porolnik, Eloisa Lanferdini, Raquel Melchior, Marcos Speroni Ceron, Cristieli Carolina Klein, Guilherme Bordinhão dos Santos, Gustavo Dias Lovato pela amizade e responsabilidade.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria

IMPACTO ECONÔMICO DO SISTEMA *INTELLIGENT PRECISION FEEDER* NA PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

AUTOR: BRUNO NEUTZLING FRAGA

ORIENTADOR: PAULO ALBERTO LOVATTO

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2011

O objetivo dessa dissertação foi estudar o impacto econômico dos sistemas de alimentação Convencional (SC) e de Precisão (IPF-S) para suínos em crescimento e terminação. O custo da alimentação foi a principal variável utilizada na avaliação econômica dos dois sistemas. Foi utilizada uma população de 1000 animais entre 26 a 105 kg PV durante de 83 dias. As rações foram formuladas com programação linear a mínimo custo. O custo da alimentação levou em conta três módulos (1) indústria de rações, (2) transporte e (3) fornecimento. Cada módulo integrou vários custos associados com condições específicas. No sistema convencional foram produzidas 204 t (60 de crescimento I, 72 de crescimento II e 72 t de terminação). No sistema IPF foi produzida a mesma quantidade que no SC (48 t da ração *A* e 156 t da ração *B*). Os custos das rações por tonelada no sistema convencional foram de R\$ 591,49 para crescimento I, 525,79 para crescimento II e 470,98 para a terminação. No sistema IPF esses custos foram de R\$ 706,70 para a ração *A* e 420,08 para a ração *B*. Os custos médios por tonelada das rações foram de R\$ 525,77 no sistema convencional e 487,52 no IPF. No módulo industrial o custo de mão-de-obra e da depreciação foram semelhantes, exceto para a energia elétrica, inferior em nove centavos para o sistema IPF. Neste módulo, o custo da ração foi 7,57% inferior no sistema IPF. No módulo transporte o custo foi de R\$ 11,81, o mesmo para ambos os sistemas. No módulo fornecimento o sistema IPF teve um custo R\$ 4,07 superior ao convencional. O custo final de alimentação foi R\$ 6,99 inferior por animal no sistema IPF.

Palavras-chave: Custos. Granja. Indústria de ração. Transporte.

ABSTRACT

Dissertation of Master

Program of Post-Graduation in Animal Science

Federal University of Santa Maria

ECONOMIC IMPACT OF INTELLIGENT PRECISION FEEDER SYSTEM FEEDER IN PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF RATIONS FOR GROWING PIGS

AUTHOR: BRUNO NEUTZLING FRAGA

ADVISOR: PAULO ALBERTO LOVATTO

Site and Date of Defence: Santa Maria, February, 28, 2011

The objective of this dissertation was to study the economic impact of conventional (CS) and intelligent precision feeder (IPF-S) systems in growing and finishing pigs. The feed cost was the main variable used in the economic evaluation. A sample of commercial breeds of 1000 pigs was used from 26 to 105 kg LW during of 83 days. The diets were formulated based on linear minimum-cost approach. The feed costs were integrated into three modules (1) feed industry, (2) feed transportation, and (3) supply. Each module integrates several costs associated with specific conditions. In conventional system were produced 204 ton (60 of growing I, 72 growing II, and 72 finishing). In IPF system was produced the same quantity of CS (48 of diet A and 156 of diet B. The diet costs per ton in CS were R\$ 591.49 for growing I, 525.79 for growing II, and 470.98 for finishing. In IPF-S these costs were 706.70 for diet A and 420.08 for diet B. The final average feed costs were of R\$ 525.77 and R\$ 487.52 in conventional and IPF system, respectively. In industry module the costs of worker and depreciation were similar, except for electricity, nine cents more cheap in IPF system. In this module, the feed cost was 7.57% lower in IPF-system. In feed transportation module, the cost of R\$ 11.81 was the same for both systems. In feeding module the cost of IPF system was R\$ 4.07 higher than conventional one. The final feed cost was R\$ 6.99 lower per animal in IPF system.

Key-words: Costs. Farm, Feed industry. Transportation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Visão anterior e posterior da parte estrutural do Sistema IPF.....	20
Figura 2 - Aparência do software (componente lógico) do Sistema IPF operando (Foto: LOVATTO, P. A., 2007).	21
Figura 3 - Esquema dos setores básicos das indústrias de rações (Adaptado de Ferraz Máquinas, 2010).....	25
Figura 4 - Caminhão Truque com silo graneleiro para transporte de ração (Adaptado de TRIEL-HT Industrial e Participações S.A., 2010)	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos dos ingredientes, composição centesimal e ração total produzida para as fases de crescimento e terminação no sistema convencional e no IPF.....	44
Tabela 2 – Custos de produção rações em reais por tonelada no sistema convencional e no IPF.....	45
Tabela 3 - Custos de transporte e de fornecimento das rações em reais por tonelada no sistema convencional e no IPF.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS

AFZ	<i>Association Française de Zootechnie</i>
CV	Cavalo-Vapor
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INRA	<i>Institut National de la Recherche Agronomique</i>
IPF	<i>Intelligent Precision Feeder</i>
km	Quilômetro
MJ	Megajoule
MN	Matéria Natural
R\$	Reais
PV	Peso Vivo
PVC	Policloroeteno
SC	Sistema Convencional
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SESC	Serviço Social do Comércio
SESI	Serviço Social da Indústria
t	Tonelada
UFFDA	<i>User-Friendly Feed Formulation</i>
vs	Versus
μ	Mícron

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Esquematização do projeto.....	63
Apêndice B - Exigências para maximizar o ganho de peso no sistema convencional (exigências média da população) e no sistema IPF (exigências máxima e mínima) (aminoácidos em base digestível ileal verdadeira).....	64
Apêndice C – Total de Ingredientes (kg) usados nas rações e no sistema convencional e no IPF durante as fases de crescimento e terminação	65
Apêndice D – Contribuição dos ingredientes na composição dos custos das rações (R\$·kg ⁻¹).....	66
Apêndice E – Contribuição dos ingredientes na composição dos custos totais das rações e do sistema convencional e do IPF produzidas para as fases de crescimento e terminação	67
Apêndice F – Contribuição percentual de cada ingrediente na composição dos custos das rações do sistema convencional e do IPF nas fases.....	68
Apêndice G – Composição calculada das deitas utilizadas nas fases de crescimento e terminação no sistema convencional e no IPF	69
Apêndice H – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote na fase de crescimento I e as suas relações para o sistema convencional e o IPF.....	70
Apêndice I – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote na fase de crescimento II e as suas relações para o sistema convencional e o IPF.....	71
Apêndice J – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote na fase de terminação e as suas relações para o sistema convencional e o IPF.....	72
Apêndice K – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote no período total e as suas relações para o sistema convencional e o IPF	73
Apêndice L – Carências e excesso de nutrientes, em relação às exigências totais do lote, na fase crescimento I para o sistema convencional e o IPF	74
Apêndice M – Carências e excesso de nutrientes, em relação às exigências totais do lote, na fase crescimento II para o sistema convencional e o IPF	75
Apêndice N – Carência e excesso de nutrientes em relação às exigências totais do lote, na fase terminação para o sistema convencional e o IPF.....	76
Apêndice O – Carência e excesso de nutrientes em relação às exigências totais do lote, no período total para o sistema convencional e o IPF	77
Apêndice P – Descrição dos custos com mão-de-obra com incidência dos encargos sociais na indústria de rações na produção das rações para o sistema convencional e o IPF	78

Apêndice Q – Descrição dos custos com depreciação na indústria de rações para o sistema convencional e o IPF	79
Apêndice R – Custos de energia elétrica por ingrediente na produção antes da mistura das rações para o sistema convencional e o IPF - I	80
Apêndice S – Custos de energia elétrica nas etapas de produção das rações e final para o sistema convencional e o IPF - II.....	81
Apêndice T – Descrição do número de viagens e quantidade de ração transportada para abastecer o sistema convencional e o IPF	82
Apêndice U – Síntese do transporte de rações para um lote no sistema convencional e no IPF.....	83
Apêndice V – Descrição dos custos com combustível, mão-de-obra com incidência dos encargos sociais, depreciação e taxas no transporte de rações da indústria de ração a granja	84
Apêndice W – Descrição dos custos com equipamentos, depreciação, energia e manutenção na armazenagem e fornecimento das rações na granja.....	85
Apêndice X – Síntese dos custos de produção, transporte e fornecimento de deitas para o sistema convencional e o IPF	86
Apêndice Y - Produção bibliográfica durante o curso de Mestrado.....	87

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	15
1.1 MÉTODOS DE ESTIMAR AS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS	15
1.1.1 Convencionais	16
1.1.2 Precisão (diário individual)	17
1.2 IMPACTO DOS SISTEMAS	18
1.2.1 Nutrição	18
1.2.1.1 Sistema convencional	18
1.2.1.2 Sistema de precisão	19
1.3 INDÚSTRIA DE RAÇÕES	21
1.3.1 Valores nutritivos das matérias-primas	21
1.3.2 Matérias-primas	22
1.3.3 Formulação de rações	23
1.3.4 Produção de Rações	23
1.4 TRANSPORTE (DISTRIBUIÇÃO)	27
1.5 FORNECIMENTO (GRANJA)	29
2 ESTUDO ECONÔMICO DO SISTEMA INTELLIGENT PRECISION FEEDER PARA SUÍNOS	31
RESUMO	32
ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42
3 DISCUSSÃO GERAL	47
4 CONCLUSÕES	54
5 REFERÊNCIAS	55
6 APÊNDICES	63

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu em 2010 aproximadamente três milhões de toneladas de carne suína em equivalente carcaça (ABIPECS, 2010) e utilizou 15,7 milhões de toneladas de ração com valor aproximado de R\$ 7,5 bilhões (SINDIRAÇÕES, 2010). Tendo em vista que a alimentação responde por cerca de 60% do custo de produção, a melhoria na eficiência de produção passa obrigatoriamente pela nutrição.

Nas últimas décadas a nutrição de suínos não apresentou evolução importante na harmonização entre oferta de nutrientes e exigências nutricionais. As exigências são convencionadas para a média da população e suas fases de produção. Assim, apenas uma ração é fornecida para um intervalo grande de peso ou dias, sem considerar a dinâmica das exigências (POMAR, 1995). Nessas condições, as exigências nutricionais são sub ou superestimadas, com conseqüências digestivas, metabólicas e econômicas.

Recentemente foi proposto um sistema que muda o paradigma de alimentação de suínos (POMAR et al., 2007a). Esse sistema, chamado *Intelligent Precision Feeder* (IPF), estabelece uma comunicação individual e em tempo real entre o animal e o alimento. A funcionalidade técnica do sistema IPF para suínos em crescimento e terminação foi estudada. Os resultados mostram redução de 25% e de 29% na ingestão e de 39% e 40% das excreções, para nitrogênio e fósforo, respectivamente (POMAR et al., 2009a). Os resultados técnicos do IPF se traduzem em redução importante dos custos de produção e em ganhos ambientais pela redução da excreção de elementos potencialmente poluidores.

Embora os resultados biológicos positivos do IPF sobre a produção sejam conhecidos, não existem estudos do impacto econômico do sistema sobre a indústria, o transporte e o fornecimento das rações. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar os sistemas de alimentação convencional e de precisão (IPF) para suínos em crescimento e terminação. Este documento é estruturado de forma sequencial em revisão bibliográfica, artigo científico, discussão geral e conclusões.

1 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

Neste capítulo, é desenvolvido o tema de estudo abordando aspectos das exigências nutricionais, valores nutritivos das matérias-primas, formulações e nutrição. Esses aspectos permitirão compreender e explicar as respostas de impacto econômico na indústria, transporte e fornecimento de rações.

1.1 Métodos de estimar as exigências nutricionais

As exigências de um nutriente são definidas como as quantidades necessárias para atingir objetivos específicos de produção (FULLER, 2004). Essa pode ser mínima, desde que evite sinais de deficiência e permita ao animal expressar sua máxima resposta (LASSITER & EDWARDS, 1982). Fatores do animal, dos alimentos e do ambiente afetam as exigências (NOBLET & QUINIOU, 1999). Uma das teorias sobre exigências sustenta que o suíno consome alimento para atender suas exigências em energia (BLACK et al., 1986). Assim, convencionou-se a concentração dos demais nutrientes relativos ao de energia da ração.

Durante anos a importância de considerar a variabilidade intra e entre animais na avaliação da resposta biológica e dos sistemas nutricionais foi demonstrada (GRUMMER, 1975; BAKER, 1986; LAMBERSON & FIRMAN, 2002). Essa variabilidade afeta a eficiência de utilização dos nutrientes (POMAR, 1995) e a determinação das exigências nutricionais (BROSSARD et al., 2009). Nesse sentido, uma das dificuldades dos métodos e modelos de crescimento utilizados para estimar as exigências nutricionais é integrar essa variabilidade.

1.1.1 Convencionais

O método empírico e o fatorial são os mais utilizados para estimar as exigências dos suínos. O método empírico é muito empregado, pois seus valores são encontrados em artigos, livros e revisões sendo elaborados por comitês autorizados a estabelecer padrões nutricionais (WHITTEMORE et al., 2002). As exigências são estimadas avaliando a resposta do lote em relação à concentração de um nutriente na ração. Devido às individualidades dos animais a resposta é de natureza curvilínea (CURNOW, 1973; FULLER & GARTHWAITE, 1993). O formato da curva pode variar de acordo com critérios-respostas adotados e com a variabilidade entre os animais (POMAR et al., 2003). O método fatorial é flexível para estimar as exigências em diferentes condições de campo, mas por enquanto nem todos nutrientes podem ser estimados. As exigências, pelo método fatorial, são estimadas pela soma das exigências de manutenção e produção (FULLER & CHAMBERLAIN, 1982) para cada nutriente e precursores, pois se considera a eficiência com que são utilizados nas funções metabólicas (VAN MILGEN & NOBLET, 2003).

Os métodos, empírico e fatorial, estimam as exigências através da média da população ou através de um indivíduo médio, para um período. Desta forma, as estimativas diferem em forma e magnitude (WELLOCK et al., 2004). Essas diferenças aumentam com o grau de heterogeneidade da população (POMAR et al., 2007c). O método empírico atende as exigências ou fornece um super dosagem, que otimiza a resposta animal, mas aumenta as excreções para o meio ambiente. Já o método fatorial fornece um sub ou super dosagem de nutrientes durante o crescimento. Desta forma, os métodos apresentam sérias limitações quando utilizados para estimar o nível ideal de um nutriente para otimizar a resposta de indivíduos ou populações (POMAR et al., 2009a; HAUSCHILD et al., 2010b).

1.1.2 Precisão (diário individual)

A precisão tem como base o desvio-padrão de uma série de repetições da mesma análise. Portanto, quando os valores de um conjunto estão concentrados próximos da média a precisão é alta e os valores têm uma distribuição de baixa dispersão. Na produção animal a zootecnia de precisão pode atender as questões econômicas, exigências animal e sustentabilidade ambiental através das tecnologias de informação e comunicação. A zootecnia de precisão é o conjunto de processos interligados e complexos baseados na monitoração automática e contínua dos animais e dos processos físicos relacionados (WATHES et al., 2008). Neste contexto, um sistema integrado e preciso que permita gerir a produção animal baseado nos princípios da engenharia de processos, assim como nos parâmetros fisiológicos e processos físicos e biológicos dos animais, pode representar um avanço. Pois, a variabilidade das exigências animal tem um grande impacto na otimização da resposta da população, principalmente em condições de campo. Isso porque nessas condições as populações são geralmente heterogêneas com indivíduos apresentando respostas diferenciadas em relação à média da população.

Um modelo matemático capaz de estimar as exigências nutricionais individuais e em tempo real (diário) foi desenvolvido para suprir essas lacunas. As estimativas das exigências são baseadas na evolução do consumo e crescimento de cada indivíduo, mensuradas em tempo real, processo essencial para a nutrição de precisão (HAUSCHILD et al., 2010a). O modelo considera as diferenças entre populações, indivíduos e as mudanças no decorrer dos dias ao estimar as exigências nutricionais. O modelo proposto é parte de um projeto global que visa otimizar aspectos ambientais e econômicos na produção suína (POMAR et al., 2009b).

1.2 Impacto dos Sistemas

1.2.1 Nutrição

1.2.1.1 Sistema convencional

A produção comercial de suínos é dividida em fases com rações específicas às diferentes exigências nutricionais dos animais, estimadas pelo método empírico ou fatorial. Essas exigências, para cada fase, são estimadas para otimizar um objetivo específico de produção (ganho de peso, deposição de proteína, etc).

Durante as fases de crescimento e terminação são utilizadas de duas a cinco rações. Isso pressupõe que as exigências são únicas para todos os animais e que não variam dentro da fase. Assim, esse sistema nutricional determina o fornecimento de uma ração para o lote durante um intervalo grande de peso ou dias (LECLERCQ & BEAUMONT, 2000; POMAR et al., 2003). Desta maneira, cria-se uma limitação, pois o sistema não considera a dinâmica das exigências nutricionais dentro de cada intervalo (POMAR, 1995). Nessas condições se sub ou superestima as necessidades nutricionais com conseqüências digestivas, metabólicas e econômicas.

Uma estratégia para reduzir essas limitações seria aumentar o número de rações por fase. Os benefícios econômicos e ambientais do aumento do número de fases já foram demonstrados (BOURDON et al., 1995; VAN DER PEET-SCHWERING et al., 1999). Contudo, essa estratégia é vista pela indústria como uma prática que elevaria os custos, devido a questões adicionais na produção e distribuição das rações.

1.2.1.2 Sistema de precisão

O sistema de precisão é conceitualmente definido por considerar aspectos da variabilidade intra e inter-indivíduos (WATHESA et al., 2008). A variação intrínseca, referente ao animal, é originada pelas diferenças entre os animais como genética, idade e peso. A variação extrínseca, referente ao meio, é originada pelos fatores externos que influenciam as respostas dos animais e, portanto, as suas exigências nutricionais. Os fatores extrínsecos são gerados pelo ambiente físico e social (acesso a ração e água, temperatura e umidade ambiente, exposição aos patógenos e as suas combinações). Os fatores extrínsecos afetam de forma adversa cada animal, o que gera reações e aumenta variabilidade entre os animais (WELLOCK et al., 2004).

Por considerar a variabilidade, a nutrição de precisão estabelece exigências individuais e em tempo real de acordo com o potencial de crescimento. Além disso, em condições de campo essas exigências podem ser específicas de acordo com o objetivo de produção. Este conceito está de acordo com outros estudos que demonstraram a importância da variabilidade intra e inter-animais na avaliação da resposta biológica e dos sistemas nutricionais (GRUMMER, 1975; BAKER, 1986; POMAR, 1995; POMAR et al., 2003).

O *Agriculture and Agri-Food* (AGRIFOOD – Canadá) e a Universidade de Lleida (Espanha) com a colaboração da Universidade Federal de Santa Maria (Brasil) estão desenvolvendo um sistema de alimentação automática e inteligente que contempla o conceito de nutrição de precisão. Esse novo sistema, denominado de “*Intelligent Precision Feeder*” (IPF), visa otimizar a produção dos suínos a partir de uma perspectiva animal, ambiental e econômica (HAUSCHILD et al., 2010b).

O IPF é um sistema formado por um componente estrutural e outro lógico. O componente estrutural apresenta um comedouro automático que controla o fornecimento de ração, um identificador de animais e um mecanismo para mensurar o peso e consumo em tempo real (Figura 1). A identificação do indivíduo é possível pela leitura de um *transponder*. O *transponder* é um circuito ressonante constituído por uma antena, um capacitor e um *microchip* (ERADUS & JANSEN, 1999). Este é

implantado na base auricular, região occipital e lateral, local de fácil cicatrização e de recuperação do implante (JANSSENS et al., 1996). Estudos já demonstram a viabilidade do uso de *transponders* para a identificação eletrônica de animais (STÄRK et al., 1998; SILVA & NÄÄS, 2006). Assim, o leitor possibilita a identificação do indivíduo e realiza coleta de informações para o sistema gerar as análises e dados. A partir disso, um subsistema de dosagem fornece a ração em quantidade e qualidade determinadas pelo sistema. Para isso existem algoritmos específicos que permitem formular uma ração para cada indivíduo e dia (BROSSARD et al., 2007). Essa é obtida pela mistura de duas rações pré-elaboradas (*A* e *B*). A ração *A* é elaborada para atender as maiores exigências do primeiro dia e a ração *B* para as menores exigências do último dia da fase de crescimento de uma dada população.

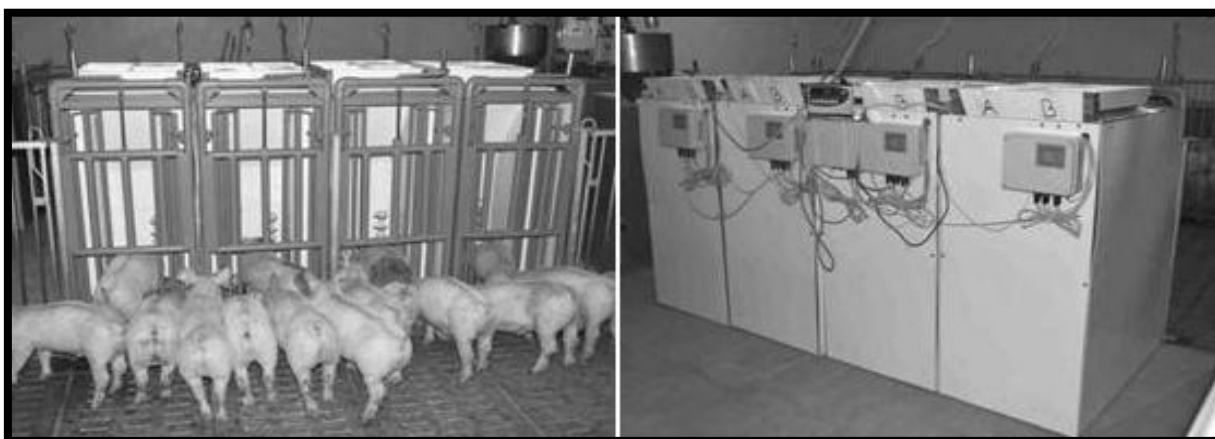


Figura 1 - Visão anterior e posterior da parte estrutural do Sistema IPF (Foto: POMAR, C., 2007).

O componente lógico (Figura 2) é composto por um modelo matemático que estima as exigências nutricionais diárias de cada indivíduo. Esse modelo permite uma calibração em tempo real (intervalos de um dia) utilizando dados fornecidos pelo sistema. A calibração, considerada uma etapa difícil para os modelos pela dificuldade de descrever animal, ração e ambiente, é ajustada pelo modelo com dados coletados em tempo real (PARSONS et al., 2007). Contudo, ao início do

fornecimento de ração o sistema utiliza dados de uma população referência. À medida que as informações são coletadas os parâmetros do modelo são ajustados em tempo real e individual.



Figura 2 - Aparência do software (componente lógico) do Sistema IPF operando (Foto: LOVATTO, P. A., 2007).

1.3 Indústria de rações

1.3.1 Valores nutritivos das matérias-primas

Os alimentos são classificados quanto à concentração de nutrientes em energéticos, proteicos, fibrosos e minerais (NRC, 1998). Essa classificação determina a porcentagem de inclusão nas rações durante as fases. Os grãos de cereais e outras sementes variam sua composição nutricional em função de sua variedade, tipo de solo, adubação, clima, período e condições pós-colheita.

A determinação precisa do valor nutricional dos ingredientes da ração é uma tarefa difícil. Anteriormente aos estudos de digestibilidade, as rações eram formuladas com base na composição nutricional total dos ingredientes. Os estudos

de digestibilidade e metabolismo permitiram o conhecimento do potencial nutricional dos ingredientes (JOHNSON, 2007). A energia inicialmente expressa na base total progrediu para digestível, para metabolizável e finalmente líquida. Nessa unidade os valores nutricionais dos ingredientes, por considerar a utilização metabólica dos nutrientes no animal assemelham-se às exigências dos animais. As vantagens e desvantagens dessas unidades foram apresentadas em revisões bibliográficas sobre exigências de energia (NOBLET & VAN MILGEN, 2004) e aminoácidos (STEIN et al., 2007). Para se ajustarem ao conceito de exigências líquidas as tabelas de composição nutricional de ingredientes devem ser ainda atualizadas. Além dos avanços na determinação do valor nutritivo dos ingredientes, avanços tecnológicos (p.ex. síntese de aminoácidos e enzimas, melhoramento genético vegetal, etc) têm contribuído para elaboração de rações de maior disponibilidade nutricional (POMAR et al., 2008).

1.3.2 Matérias-primas

A indústria brasileira de rações utiliza tradicionalmente o milho e o farelo de soja como matérias-primas mais importantes. Isso se deve à disponibilidade, ao valor nutricional e ao preço. O Brasil produz anualmente cerca de 150 milhões de toneladas de grãos. Parte desse volume é processada para consumo humano e animal, gerando co-produtos potencialmente utilizáveis na alimentação de suínos. Isso normalmente não ocorre, pois os nutricionistas não os incluem na composição das rações por várias razões. Uma delas é a percepção da necessidade de aporte elevado de nutrientes, sobretudo na alimentação de machos inteiros e animais que recebem ractopamina. O uso racional das matérias-primas tradicionais, a introdução de ingredientes alternativos ou de co-produtos nas formulações das rações pode ser ampliado se o paradigma da alimentação mudar, o que pode acontecer com a alimentação de precisão.

1.3.3 Formulação de rações

A inclusão de matérias-primas, tendo em vista a composição nutricional para atender as exigências mínimas para a formulação mais econômica, pode ser realizada através da programação linear. A programação linear é o método mais utilizado para formulação de rações (PATIENCE et al., 1995). Esse método determina o nível de inclusão de um ingrediente que, respeitando uma série de restrições (equações) lineares, minimiza ou maximiza o custo (em função de uma equação chamada de função objetiva). A formulação pelo mínimo custo, normalmente utilizada pela indústria, considera principalmente a redução dos custos com a alimentação e em menor escala as consequências ambientais (PATIENCE et al., 1995) e a resposta animal (SAUVANT et al., 1995). Dessa forma, para uma produção animal adequada é necessário uma correta formulação que atenda estritamente às exigências nutricionais para contribuir com a preservação do meio ambiente.

A redução do excesso de nutrientes nas rações formuladas ainda é uma tarefa complexa e de pouco interesse pela indústria brasileira. Embora exista a adoção do conceito de proteína ideal e enzimas sintéticas o excesso de nutrientes garante que todos os animais expressem a máxima resposta (ganho de peso, deposição proteica, etc) quando se trata de alimentar populações heterogêneas. A formulação de rações com objetivo de otimizar o aporte nutricional e manter as respostas é uma etapa essencial para reduzir a excreção de nutrientes ao ambiente (LE BELLEGO & NOBLET, 2002).

1.3.4 Produção de Rações

A alimentação dos suínos é fundamentada em rações industrializadas de alta qualidade baseadas nas exigências nutricionais e na composição química dos

alimentos (BERTECHINI, 2006). Esta relação é também utilizada para o planejamento anual de aquisição de matérias-primas para prover os menores custos. Na produção de rações deve-se atentar aos cuidados com o preparo (KLEIN, 1999). A produção de rações não difere de outros setores da economia de mercado, pois segue as regras da competitividade que exigem redução no custo do produto final sem comprometer a qualidade.

A indústria de nutrição animal engloba indústrias de rações, indústrias de suplementos (núcleos, *premixes* e minerais) e indústrias de ingredientes ou matérias-primas específicas para alimentação animal. A indústria de rações possui alta tecnologia nas plantas industriais e metodologias para a produção e distribuição. Por estar no início da cadeia produtiva, fornecer para produtores e integrados de empresas alimentícias, existe pressão por alto nível de serviços a preços baixos, obrigando o setor a uma racionalização dos custos produtivos (TOSO & MORABITO, 2005).

A indústria de rações é responsável pela utilização de mais de 65% da produção de milho e 45% da produção de soja (SINDIRAÇÕES, 2010). Sendo, desta forma, um dos principais clientes da produção agrícola nacional. A indústria de rações apresenta ainda importante papel frente à indústria química, uma vez que demanda a produção de grandes quantidades de vitaminas, aminoácidos e micro ingredientes diversos para alimentação animal (LETOURNEAU-MONTMINY et al., 2005). Essas demandas são distribuídas ao longo do ano, pois a produção de suínos é contínua e necessita vários tipos de rações. Contudo, em função da sazonalidade na oferta das matérias-primas pode haver alteração nos custos e nas formulações (TOSO & MORABITO, 2005).

Existem diversos modelos de linhas de produção (equipamentos para as indústrias de ração), porém, todos mantêm certa similaridade e são divididos em setores. O esquema básico dos setores está disposto em recepção, transformação, preparação e finalização (Figura 3).

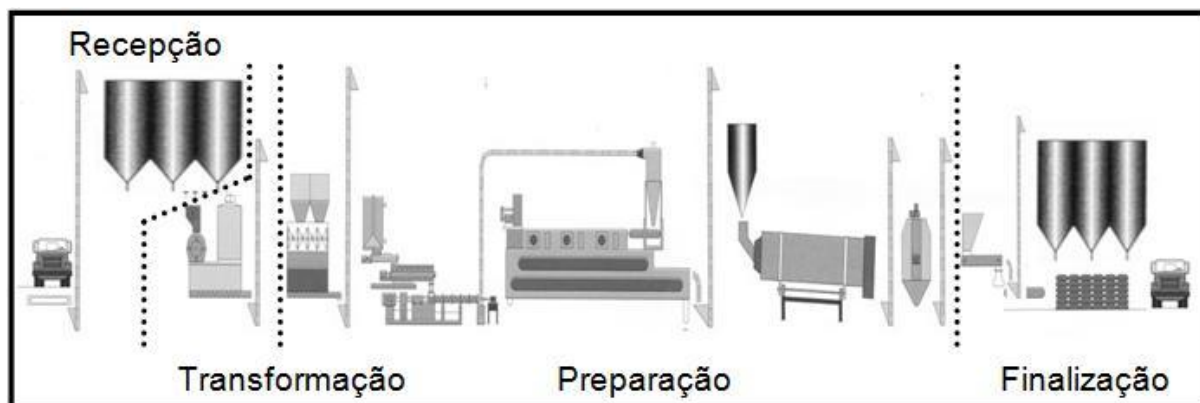


Figura 3 - Esquema dos setores básicos das indústrias de rações (Adaptado de Ferraz Máquinas, 2010).

A recepção é responsável pelo recebimento, verificação da qualidade e armazenagem das matérias-primas em sacos, em tambores ou a granel. Os principais componentes do setor de recebimento a granel são a moega, as truas (transportadores helicoidais), os elevadores de canecas e os silos de armazenagem e de processos. O setor ainda conta com áreas livres com estrados para acomodação das matérias-primas ensacadas ou em tambores. Após terem sido realizadas as análises, a matéria-prima é liberada para descarregamento na moega por caminhões basculantes. A partir da moega, a trua transporta a matéria-prima até o elevador de canecas, este eleva até a válvula de distribuição, sendo direcionada para os silos de armazenagem ou de processos.

O setor de transformação consiste nas operações de limpeza, secagem e moagem dos grãos. Geralmente as indústrias de rações adquirem as matérias-primas secas e limpas, desta forma, a moagem é considerada a operação mais importante. Além disso, a moagem é a operação mais onerosa, se não for realizada a peletização da ração. O moinho está localizado abaixo dos silos de processo, para efetuar a moagem basta abrir a comporta. A operação de moagem é responsável pela redução da granulometria das matérias-primas para a produção da ração. O moinho de martelos, o mais utilizado, deve ser devidamente dimensionado para ser capaz de realizar a moagem no tempo correto para não afetar o processo de fabricação. É fundamental o acompanhamento criterioso da granulometria do

produto moído, pois esta favorece os processos da preparação e digestão dos nutrientes pelos animais. Depois de moído, o produto sai através da câmara de descarga para um elevador de canecas que eleva o produto até a válvula distribuidora de onde o mesmo é enviado para um dos silos dosadores.

A preparação compreende as operações de dosagem (pesagem), mistura e peletização ou extrusão. Os principais equipamentos para executar tais operações são os silos dosadores, balanças (de precisão, de plataforma e de caçamba), truas, moega pequena, misturador horizontal e elevador de canecas. A dosagem, geralmente, é manual para os micro-ingredientes, onde a balança de precisão é usada para aditivos e a de plataforma para os premix, núcleos e semelhantes. Todos os ingredientes são depositados em uma moega pequena acima do misturador, sendo aberta após os macro-ingredientes já estarem no misturador. A dosagem dos macro-ingredientes é automatizada. Sendo dosadas através das truas dosadoras e pesadas em uma balança de caçamba, posteriormente são descarregadas no misturador pela abertura de comportas pneumáticas. A quantidade de balanças e as suas capacidades dependerão diretamente da produção da fábrica. As balanças devem ser rigorosamente reguladas, uma vez que uma diferença na pesagem pode acarretar grande prejuízo.

O sistema de mistura automática controla a descarga dos ingredientes e o tempo de mistura. Os misturadores mais utilizados são os horizontais do tipo rosca, onde a rosca exterior move o conteúdo para um extremo, enquanto a interior move os conteúdos para outra extremidade. Essa ação resulta em uma mistura homogênea com o tempo de três a cinco minutos. A mistura é influenciada pelas características físicas dos ingredientes. Além do formato das partículas, o tamanho, a densidade, carga estática e higroscopicidade, podem aumentar ou diminuir o grau de dificuldade de se obter uma mistura uniforme. A injeção de líquidos (melaços, óleos e aminoácidos) no misturador deve ser dimensionada de forma eficiente, observando-se a quantidade, vazão, pressão e configuração (número e angulação) dos bicos aspersores, para evitar o comprometimento da mistura. O misturador é um dos gargalos para a produção de rações, pois a capacidade produtiva depende do tempo de processamento da mistura. Assim, alguns fatores como capacidade de produção, densidade dos ingredientes, adição de líquidos devem ser considerados

antes de se optar pelo tipo e capacidade de um misturador. Após o tempo de mistura, a ração é automaticamente descarregada e transportada por truas até um elevador de canecas, que a eleva até a válvula distribuidora.

No processo de peletização, a ração é submetida ao calor e a pressão. A peletização cumpre com os objetivos de adensar a ração (para facilitar o armazenamento e o transporte), melhorar o nível sanitário, manter a homogeneidade durante o transporte, reduzir a seletividade dos animais e os desperdícios nos comedouros. O processo é muito utilizado na indústria de ração sendo o processo de maior demanda de energia na indústria, caso não houver a extrusão.

A finalização compreende armazenagem (ensacada ou a granel) para posterior expedição. É importante que o ambiente seja seco, ventilado, limpo e sem acesso de roedores, pois garantem a qualidade do produto e evitam desperdícios de material. Apesar de a pesagem ter sido realizada no processo de industrialização da ração, para evitar erros ela será novamente pesada na expedição na balança rodoviária.

A produção na indústria de ração é considerada mono estágio (por ter as etapas produtivas dispostas de forma linear) sendo intermitente e ocorre em bateladas, onde cada batelada corresponde ao lote mínimo produzido por operação (TOSO & MORABITO, 2008). Em todos os processos as operações podem ser alteradas ou combinadas, obtendo-se diferentes sequências de produção, tempo e uso de equipamentos. Tais modificações são dependentes dos ingredientes utilizados ou tipo de ração produzida. Em alguns casos pode ser necessário realizar mudanças estruturais ou de equipamentos da linha e do número de empregados.

1.4 Transporte (Distribuição)

A distribuição cumpre a função de transportar as rações prontas da indústria até as granjas consumidoras, respeitando alguns critérios. O conceito básico de logística, do qual evoluíram os demais, é de colocar o produto certo, na hora certa, no local certo e ao menor custo possível (BALLOU, 1995). O conhecimento ou coleta

de dados (localização da indústria e granjas, tipo e volume da ração, frequência e horários de entrega e exigências dos clientes) são determinantes para um bom transporte (SIMCHI-LEVI et al., 2003). E ainda, é preciso mapear todas as atividades que precisam ser realizadas para que as operações ocorram no menor tempo possível. Portanto, o planejamento sobre essas variáveis é essencial para evitar transtornos que possam onerar os custos de transporte. Uma vez que, este elo não agrega valor ao produto final e, portanto, qualquer economia se traduz em lucro (BALLOU, 2001).

O meio de transporte de cargas mais expressivo no Brasil é o rodoviário, pois alcança, praticamente, todos os pontos do território nacional (BERTAGLIA, 2009). Fatores como a flexibilidade na escolha de rotas e horários (inexistência de esquemas rígidos de controle de tráfego), agilidade de entrega, atingir locais de difícil acesso e disponibilidade de embarques urgentes contribui para este índice. O caminhão tipo truque é o mais empregado para o transporte de ração, por percorrer vários tipos de rodovias e ser de fácil manobrabilidade. O caminhão trucado ou U3 é um cavalo mecânico de três eixos (WIDMER, 2004). Esse é equipado com carroceria tipo silo graneleiro com quatro compartimentos individualizados com capacidade média de três toneladas.



Figura 4 - Caminhão Truque com silo graneleiro para transporte de ração (Adaptado de TRIEL-HT Industrial e Participações S.A., 2010)

Os valores do frete rodoviário são formados com base na livre negociação (MARTINS et al., 2004). O preço é determinado pelas interações de demanda; oferta e ambiente calculados com base em custos variáveis (SOARES & CAIXETA-FILHO, 2001). Algumas variáveis que exercem influência sobre o frete são a distância, o volume, os custos operacionais, o tempo de carga e descarga, o veículo e as rodovias (CORREA JÚNIOR et al., 2001).

Os sistemas de produção de suínos demandam um grande número de viagens para entrega de ração. Isso ocorre devido ao grande volume de ração utilizada no crescimento e terminação do lote em relação à capacidade de transporte do caminhão. Além disso, os suínos possuem diferentes exigências nutricionais durante as fases, portanto é necessário o transporte de diferentes tipos de rações. Os caminhões podem transportar diferentes tipos de rações devido às divisões em sua carroceria, mas são pequenas quantidades. Além disso, é desejável realizar as viagens com carga total a fim de aproveitar o tempo e reduzir despesas. Então, a relação dessas condições pode gerar mudanças no número de viagens para a entrega das rações e a antecipação ou adiamento das trocas de rações.

1.5 Fornecimento (Granja)

A criação de suínos no sistema confinado apresenta alta densidade populacional exigindo instalações e equipamentos planejados. Normalmente as granjas maiores e recentes possuem comedouros e linhas automatizados para o fornecimento de ração, visto que as fases de crescimento e terminação têm o maior consumo em volume de ração. Os comedouros são os equipamentos mais importantes, em nível de granja, pois estão relacionados diretamente com o consumo de ração (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. Como equipamento auxiliar tem-se os silos, que devem ser adaptados à demanda dos

animais. No entanto, a adequação de tipo de ração/silo/fase pode variar. Isso provoca, invariavelmente, situações de sobra de ração ao final do lote.

Os investimentos em tecnologia buscam a redução de mão-de-obra, manejo adequado, redução do estresse animal, melhor conversão alimentar e controle sanitário. Talvez, tais objetivos possam ser alcançados através de comedouros que oferecem o máximo em economia e desempenho, gerando resultados positivos e reduzindo o impacto ambiental da atividade.

2 ESTUDO ECONÔMICO DO SISTEMA *INTELLIGENT PRECISION FEEDER* PARA SUÍNOS

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da Revista Ciência Rural.

1 **Estudo econômico do sistema *Intelligent Precision Feeder* para suínos**

2 **Economic survey *Intelligent Precision Feeder* system for pigs**

3
4 **Bruno Neutzling Fraga¹, Paulo Alberto Lovatto², Candido Pomar³, Jesus Pomar⁴**

5 **Luciano Hauschild⁵**

6
7 **RESUMO**

8 Um estudo foi realizado para avaliar o impacto econômico dos sistemas de
9 alimentação Convencional (SC) e de Precisão (IPF-S) para suínos em crescimento e
10 terminação. O custo da alimentação foi a principal variável utilizada na avaliação econômica
11 dos dois sistemas. Foi utilizada uma população de 1000 animais entre 26 a 105 kg PV durante
12 de 83 dias. O custo da alimentação levou em conta três módulos (1) indústria de rações, (2)
13 transporte e (3) fornecimento. Os custos médios por tonelada das rações foram de R\$ 525,77
14 no sistema convencional e 487,52 no IPF. No módulo industrial o custo de mão-de-obra e da
15 depreciação foi semelhante para os sistemas. A energia elétrica foi inferior em nove centavos
16 para o sistema IPF. Neste módulo, o custo da ração foi 7,57% inferior no sistema IPF. No
17 módulo transporte (depreciação, combustível, mão-de-obra e manutenção) o custo foi de R\$
18 11,81, o mesmo para ambos os sistemas. No módulo fornecimento (depreciação, energia
19 elétrica e manutenção) o sistema IPF teve um custo R\$ 4,07 superior ao convencional. O
20 custo final de alimentação foi inferior em R\$ 6,99 por animal no sistema IPF.

21 **Palavras-chave:** custos, granja, indústria de ração, transporte

22 **ABSTRACT**

¹ Departamento de Zootecnia (DZ), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. e-mail: bnfraga@gmail.com, Autor para correspondência.

² DZ, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil;

³ Agriculture and Agri-Food Canada;

⁴ Universidade de Lleida – Espanha;

⁵ Pós-Doutorando em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP

1 A study was carried out to evaluate the economic impact of conventional systems
2 and intelligent precision feeder (IPF) for growing and finishing pigs. The feed cost was the
3 main variable used in the economic evaluation of both systems. A sample of commercial
4 breeds of 1000 pigs was used from 26 to 105 kg LW during of 83 days. The feed costs were
5 integrated into three modules (1) feed industry, (2) feed transportation, and (3) supply. The
6 final average feed costs were of R\$ 525.77 and R\$ 487.52 in conventional and IPF system,
7 respectively. In industry module the costs of worker and depreciation were similar. The
8 electricity was nine cents more cheaply in IPF system. In this module, the feed cost was
9 7.57% lower in IPF-system. In feed transportation module (depreciation, worker, fuel and
10 maintenance), the cost of R\$ 11.81 was the same for both systems. In feeding module
11 (depreciation, maintenance and electricity) the cost of IPF system was R\$ 4.07 higher than
12 conventional one. The final feed cost was R\$ 6.99 lower per animal in IPF system.

13 **Key-words:** costs, farm, feed industry, transportation.

14

15 INTRODUÇÃO

16 O Brasil produziu aproximadamente três milhões de toneladas de carne suína
17 equivalente carcaça, utilizando 15,7 milhões de toneladas de ração com valor aproximado de
18 R\$ 7,5 bilhões, em 2010 (SINDIRAÇÕES, 2010). Tendo em vista que a alimentação
19 responde por cerca de 60% do custo de produção, a melhoria na eficiência de produção passa
20 obrigatoriamente pela nutrição.

21 Nas últimas décadas a nutrição de suínos não apresentou evolução importante na
22 harmonização entre oferta de nutrientes e exigências nutricionais. Os conceitos utilizados não
23 permitem que essa relação seja considerada no estabelecimento de programas alimentares. No
24 entanto, foi proposto um sistema que mudou o paradigma de alimentação de suínos (POMAR

1 et al., 2007a). Esse sistema, chamado *Intelligent Precision Feeder* (IPF), estabelece uma
2 “comunicação” individual e em tempo real entre o alimento e o animal (HAUSCHILD et al.,
3 2010a). Isso permite que a relação entre oferta de nutrientes e exigências nutricionais seja
4 muito mais precisa que os sistemas convencionais de alimentação (HAUSCHILD et al.,
5 2010b).

6 A funcionalidade técnica do sistema IPF para suínos em crescimento e terminação
7 foi estudada. Os resultados mostram redução de 25% e de 29% na ingestão e de 39% e 40%
8 das excreções, para nitrogênio e fósforo, respectivamente (POMAR et al., 2009a). Os
9 resultados técnicos do IPF se traduzem em redução importante dos custos de produção e em
10 ganhos ambientais pela menor excreção de elementos potencialmente poluidores (POMAR,
11 2007b).

12 Embora os resultados biológicos positivos do IPF sobre a produção sejam
13 conhecidos, não existem estudos do impacto do sistema sobre a indústria, transporte e
14 fornecimento de rações. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar o impacto
15 econômico dos sistemas de alimentação convencional e de precisão (IPF) para suínos em
16 crescimento e terminação.

17

18 **MATERIAL E MÉTODOS**

19 O trabalho foi realizado no Setor de Suínos do Departamento de Zootecnia da
20 Universidade Federal de Santa Maria, RS, com cooperação do Agri-Food Canadá
21 (Sherbrooke) e Universidade de Lleida (Espanha). O estudo envolveu um sistema nutricional
22 convencional e o sistema de precisão (IPF). A variável principal para avaliação econômica
23 dos dois sistemas foi o custo da alimentação. A população referência foi de 67 animais
24 (fêmeas), de um projeto para comparar o desempenho, composição corporal e excreção de N e

1 P, entre um sistema de alimentação trifásico e diário multifases (POMAR et al., 2007a). O
 2 período experimental foi dividido em três fases (crescimento I, crescimento II e terminação)
 3 de 28 dias. Os pesos médios iniciais das fases foram 25, 51 e 81 kg e o peso médio final de
 4 105 quilogramas. Uma versão modificado do modelo de crescimento do InraPorc (VAN
 5 MILGEN et al., 2008) foi utilizado para analisar sistematicamente os dados e obter as
 6 exigências ao inicio de cada fase (HAUSCHILD et al., 2010b). Estes dados (exigências,
 7 consumo de ração e desempenho) gerados por simulações de forma diária individual para
 8 otimizar as respostas (ganho de peso) foram usados neste trabalho. Esses dados foram
 9 extrapolados e desenvolvidos para uma população de mil animais. O período experimental
 10 total foi de 90 dias por considerar seis dias para lavagem, desinfecção e vazio sanitário.

11 A formulação das rações foi realizada com programação linear a mínimo custo, para
 12 atingir a máxima resposta dos animais, através do *software* UFFDA (HARGRAVE et al.,
 13 1992). As rações utilizaram a mesma matriz de ingredientes. A composição química dos
 14 ingredientes foi expressa em energia líquida e em digestibilidade ileal verdadeira para
 15 aminoácidos (INRA-AFZ, 2004). O custo da alimentação levou em conta três módulos (1)
 16 indústria de ração, (2) transporte e (3) fornecimento. Abaixo são descritas as metodologias
 17 utilizadas em cada módulo.

18 (1) Indústria de ração: o custo da tonelada de ração foi calculado seguindo a equação 1

$$\text{Custo} = \text{Formulação}^1 + \text{Mão-de-obra}^2 + \text{Depreciação}^3 + \text{Energia Elétrica}^4 \quad (1)$$

19 Sendo:

$$^1\text{Formulação} = \text{Custo ingrediente}^A * \text{Inclusão (\%)}^B * \text{Ração/lote}^C \quad (1.1)$$

20 ^ACusto ingrediente (Tabela 1);

21 ^BInclusão do ingrediente (Tabela 1);

$$^C\text{Ração/lote} = \text{Consumo/animal} * \text{Nº de animais} \quad (1.1.1)$$

22

$${}^2\text{M\~{a}o-de-obra} = (\text{N}^\circ \text{ de sal\~{a}rios}^{\text{A}} * (\text{Sal\~{a}rio}^{\text{B}} + \text{Encargos sociais}^{\text{C}})) / \text{Produ\~{c}\~{a}o/m\~{e}s}^{\text{D}} \quad (1.2)$$

1 ^ANº de salários, quantidade de salários mínimos por mês = 17;

2 ^BSalrio mínimo, valor de R\$ 510,00 (BRASIL, 2010d);

3 ^CEncargos sociais, incidentes sobre o salário mínimo (Grupo A = insalubridade
4 20%, previdência social 20%, seguro acidente de trabalho 2%, FGTS 8%, FGTS
5 contribuio adicional 0,5%, INCRA 0,2%, SESI/SESC 0,15%, SENAI/SENAC
6 1%, SEBRAE 0,6%; Grupo B = repouso semanal 18,77%, férias 9,39%, 1/3
7 constitucional férias 3,61%, feriados 3,61%, 13º salário 10,83% e Grupo C =
8 incidência cumulativa A/B 16,77%) (GARCIA, 2007). Alguns itens variáveis não
9 foram incluídos;

10 ^DProduo/ms, produo média mensal da indústria = 2200 t.

$${}^3\text{Deprecia\~{c}\~{a}o} = ((\text{Prédio} * \text{Taxa})^{\text{A}} + (\text{Equipamentos} * \text{Taxa})^{\text{B}}) / 12 / \text{Produ\~{c}\~{a}o/m\~{e}s} \quad (1.3)$$

11 ^ADepreciao calculada por cotas constantes (0,33% ms) baseado na expectativa
12 de vida útil (BRASIL, 1998) e valor de mercado de R\$ 470 mil;

13 ^BDepreciao calculada por cotas constantes (0,83% ms) baseado na expectativa
14 de vida útil (BRASIL, 1998) e valor de mercado de R\$ 810 mil.

$${}^4\text{Energia elétrica} = ((\sum(\text{Custo elétrico}^{\text{A}} * \text{Quantidade/tipo de ra\~{c}\~{a}o})) / \text{Ra\~{c}\~{a}o/lote) * 1,17}^{\text{B}} \quad (1.4)$$

15 ^ACusto elétrico = (((Nº CV motor * 0,7355) * Tempo por
16 ingrediente/rao) * Tarifa^a) (1.4.1)

16 ^aTarifa da energia elétrica  R\$ 0,29595 kW*h l (BRASIL, 2010c);

1 ^BIncidência de impostos (17% de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e
2 Serviços - ICMS) para classe Industrial (BRASIL, 2010c).

3 (2) Transporte: o custo do transporte incidente sobre ração seguiu a equação 2

$$\text{Custo} = \text{Depreciação}^1 + \text{Combustível}^2 + \text{Salário}^3 + \text{Manutenção}^4 \quad (2)$$

4 Sendo:

$$^1\text{Depreciação} = (((\text{Valor}^A * \text{Taxa}^B) / \text{Viagens/mês}^C) * \text{Viagens/lote}^D) / \text{Ração/lote} \quad (2.1)$$

5 ^AValor de um caminhão, truque zero quilômetro com graneleiro (quatro células de
6 três toneladas) no valor total de R\$ 265 mil;

7 ^BTaxa calculado por cotas constantes (1,67% mês), baseado na expectativa de vida
8 útil (BRASIL, 1998) e valor de mercado;

$$^C\text{Viagens/mês} = \text{Horas de trabalho}^a / \text{Tempo viagem}^b \quad (2.1.1)$$

9 ^aHoras de trabalho mensal 220 (BRASIL, 2010a);

$$^b\text{Tempo viagem} = \sum(\text{indústria, rota, descarga}) = 145 \text{ minutos} \quad (2.1.1.1)$$

$$^D\text{Viagens/lote} = \text{Ração/lote} / \text{Capacidade do graneleiro} = 17 \quad (2.1.2)$$

$$^2\text{Combustível} = (\text{Consumo/km}^A * \text{km/lote}^B * \text{Preço combustível}^C) / \text{Ração/lote} \quad (2.2)$$

13 ^AConsumo/km, consumo médio de três litros de óleo Diesel por km percorrido;

$$^B\text{km/lote} = \text{Viagens/lote} * \text{km/viagem}^a \quad (2.2.1)$$

$$^a\text{km/viagem} = (\sum(\text{km final} - \text{km inicial})) / \text{N}^\circ \text{ leituras} = 80 \text{ km} \quad (2.2.1.1)$$

15 As leituras de quilometragem foram realizadas na indústria ao carregar o truque, sendo
16 a final realizada ao retorno da entrega da ração na granja.

17 ^CPreço do combustível, óleo diesel R\$ 1,992 valor praticado na região sul em
18 dezembro de 2010 (BRASIL, 2010b).

$$^3\text{Salário}^A = ((\text{Salário} + \text{Encargos sociais} / \text{Viagens/mês}) * \text{Viagens/lote}) / \quad (2.3)$$

Ração/lote

1 ^ASalário do motorista, segue o procedimento dos encargos dos funcionários da
2 indústria, exclusiva a insalubridade;

$$^4\text{Manutenção} = (((\text{Taxa mês}^A / \text{Viagens/mês}) * \text{Viagens/lote}) / \text{Ração/lote}) \quad (2.4)$$

3 ^ATaxa mês, composta por custos médios de impostos, manutenção, trocas de
4 peças, lubrificação e lavagem, corresponde a um por cento ao mês sobre o valor
5 do caminhão.

6 (3) Fornecimento (Granja): os custos incidentes sobre a ração seguiram a equação 3

$$\text{Custo} = \text{Depreciação}^1 + \text{Energia elétrica}^2 + \text{Manutenção}^3 \quad (3)$$

7 Sendo:

$$^1\text{Depreciação} = (\text{Equipamento}^A * \text{Taxa}^B) / \text{Ração/lote} \quad (3.1)$$

8 ^AEquipamento, silos com capacidade de 6,5 (R\$ 7.144,75) e 13 toneladas (R\$
9 9.517,50), linha automática com 105 m de comprimento e 60 mm de diâmetro (R\$
10 3.007,50), comedouro convencional (R\$ 512,00) e IPF (preço do protótipo R\$
11 3.500,00) capacitados a atender 50 animais e *transponder* (R\$ 10,90);

12 ^BTaxa calculada por cotas constantes (0,83% mês), 3 meses de alojamento,
13 baseado na expectativa de vida útil (BRASIL, 1998) e valor de mercado.

$$^2\text{Energia elétrica} = (((\text{N}^\circ \text{ de CV do motor} * 0,7355) * \text{Minutos de uso}) * \text{Tarifa}^A) * 1,12^B + A \text{ (se IPF)} \quad (3.2)$$

14 ^ATarifa da energia elétrica (R\$ 0,20363 kW*h) (BRASIL, 2010c);

15 ^BIncidência de impostos, 12% de ICMS para classe Rural (BRASIL, 2010c)

$$A - \text{Custo elétrico IPF}^a = ((\text{Serviço} + \text{Repouso}) * \text{Período de alojamento} / \text{Ração/lote}) * 1,12 \quad (3.2.1)$$

1 ^aCusto elétrico, o IPF por se tratar de um sistema eletro-eletrônico, consome
2 energia (10 watts quando em repouso (12 horas) e 40 watts quando em
3 serviço (12 horas))

$$^3\text{Manutenção}^A = (\text{Taxa} * \text{Período de alojamento}) / \text{Ração/lote} \quad (3.3)$$

4 ^AManutenção mensal dos equipamentos foi estipulada em 0,1% do valor total do
5 sistema e representa os custos médios referentes a assistência, reparos, trocas de
6 peças e lubrificação.

8 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

9 As quantidades e as formulações das rações produzidas para o sistema convencional
10 e o IPF são apresentadas na tabela 1. No sistema convencional foram produzidas 60 toneladas
11 de ração crescimento I, 72 toneladas de ração crescimento II e 72 toneladas de ração
12 terminação. Para o sistema IPF foram produzidas 48 toneladas de ração A e 156 toneladas de
13 ração B. No sistema convencional houve redução de 54,8 e 44,6% de farelo de soja entre as
14 fases para reduzir a concentração de aminoácidos e atender as exigências médias da
15 população. No sistema IPF a ração A teve 50,8% de inclusão de farelo de soja e 0,55% de
16 aminoácidos sintéticos para ter alta concentração de aminoácidos. A ração B possui inclusão
17 de 77,8% de milho e 15,2% de farelo de trigo para reduzir a concentração em aminoácidos.

18 Os custos industriais das rações, obtidos pela equação 1.1, são apresentados na tabela
19 2. A ração A apresentou o maior custo 706,70 reais por tonelada (R\$t⁻¹) e a B o menor 420,08
20 R\$t⁻¹, devido a maior e a menor concentração de nutrientes, respectivamente. As rações do
21 sistema convencional apresentaram custos (R\$t⁻¹) médios condizentes com os praticados
22 comercialmente, sendo 591,49 para crescimento I, 525,79 para crescimento II e 470,98 para
23 terminação. A redução dos valores entre as rações do sistema convencional foi devido à

1 redução na concentração dos nutrientes, principalmente pela redução em farelo de soja. O
2 custo final (R\$t⁻¹) da ração no sistema convencional foi de 525,77 e no sistema IPF 487,52,
3 portanto, uma diferença de 38,25 entre os sistemas. Como todas as rações foram formuladas a
4 partir dos mesmos ingredientes, apenas com variação na inclusão, os processos na linha de
5 produção se mantiveram. Assim, não provocam alterações do número de funcionários ou dos
6 equipamentos e do prédio. Desta forma, o gasto mensal de 17 salários mínimos e seus de
7 encargos sociais para pagamento dos funcionários foi igual para os dois sistemas. Os custos
8 com mão-de-obra foram calculados segundo a equação 1.2, resultando em 8,54 R\$t⁻¹ sobre a
9 ração produzida. A depreciação foi calculada de acordo com a equação 1.3, onde os custos do
10 prédio e dos equipamentos foram 3,78 R\$t⁻¹ para os dois sistemas. Os custos com energia
11 elétrica foram obtidos com a equação 1.4. Os ingredientes e a quantidade de inclusão são os
12 principais agentes modificadores do custo elétrico, desta forma, houve uma economia de 0,09
13 R\$t⁻¹ de ração produzida no sistema IPF. Esse valor representa uma redução de dois centavos
14 por suíno terminado ou de 18,36 reais por lote.

15 Os custos com transporte são apresentados na tabela 3 e foram obtidos a partir da
16 equação 2 e suas derivações. Não houve diferença nos custos de transporte para os dois
17 sistemas, pois foram 17 viagens por lote (Equação 2.1.2), respeitando os critérios de
18 transportar o tipo de ração e o volume até as granjas ao mínimo custo, para o abastecimento
19 ininterrupto. Desta forma, o custo (R\$t⁻¹) sobre as rações foram 4,04 de depreciação do
20 caminhão, 4,43 com combustível, 0,92 com a mão-de-obra do motorista e 2,43 de
21 manutenção. Contudo, no sistema convencional foram realizadas trocas tardias das rações
22 (fases). Para evitar o aumento do número de viagens (graneliro parcialmente carregado) e
23 dos custos, devido a limitações de armazenagem na granja. Isto gerou aumento nos custos
24 totais com rações, pois prolongou o consumo das rações de maior custo e concentração de

1 nutrientes. Esse problema não ocorre no sistema IPF, pois o lote consome combinações entre
2 duas rações, o que possibilita uma grande versatilidade no transporte.

3 Os dados da granja referente ao fornecimento são apresentados na tabela 3, sendo
4 obtidos pela equação 3. A depreciação foi calculada pela equação 3.1, sendo superior em 2,82
5 $\text{R}\$\text{t}^{-1}$ para o sistema IPF. Este valor corresponde aos custos do silo e da linha de distribuição
6 adicionais, dos *transponders* e pelo maior custo do comedouro IPF. O custo com energia
7 elétrica, calculado pela equação 3.2. O custo ($\text{R}\$\text{t}^{-1}$) de energia para o sistema convencional
8 foi de 0,27 e do IPF de 0,34, diferença de sete centavos entre os sistemas ou 14,28 por lote. O
9 consumo energético superior foi devido ao comedouro do IPF, que é formado por um sistema
10 eletro-eletrônico (equação 3.2.1). A manutenção mensal dos equipamentos foi obtida pela
11 equação 3.3. O custo ($\text{R}\$\text{t}^{-1}$) de manutenção no sistema convencional foi em 0,33 e para o
12 sistema IPF foi de 1,51, diferença de $\text{R}\$ 1,17$ devido ao maior preço dos comedouros.

13 Os custos ($\text{R}\$\text{t}^{-1}$) totais na indústria de ração produzida foram de 544,52 para o
14 sistema convencional e de 506,18 para o sistema IPF, uma economia de mais de 38 $\text{R}\$\text{t}^{-1}$ de
15 ração produzida. Os custos ($\text{R}\$\text{t}^{-1}$) totais no transporte ficaram em 11,81, não havendo
16 diferença entre os sistemas. Os custos ($\text{R}\$\text{t}^{-1}$) totais na granja foram de 2,20 para o sistema
17 convencional e de 6,27 para o sistema IPF, sendo o custo superior em 4,07 para o sistema IPF.
18 Ao integrar os três módulos, o custo ($\text{R}\$\text{t}^{-1}$) final para o sistema convencional foi de 558,53 e
19 para o sistema IPF foi de 524,26, portanto, uma redução de 34,27 reais na ração. Isto
20 representa uma economia de aproximadamente 78 mil reais mensais para a indústria de ração.
21 Na granja representaria uma economia aproximadamente sete reais por animal terminado ou
22 mais de $\text{R}\$ 28$ mil por ano.

23

24 **CONCLUSÕES**

1 O sistema de nutrição de precisão IPF reduz o custo industrial da ração em relação ao
2 sistema convencional. No entanto esse sistema não altera o custo de transporte e tem custo
3 superior no fornecimento de alimento na granja.

4 O sistema IPF reduz em 6,54% o custo da ração fornecida aos animais em crescimento
5 e terminação.

6

7 **REFERÊNCIAS**

- 8 **ABIPECS. Estatísticas - Mercado Interno de Carne Suína Associação brasileira da indústria**
9 **produtora e exportadora de carne suína. 2010. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br>.**
10 **Acesso em: 10 jan. 2011.**
- 11 **BRASIL. Ministério da Fazenda. Receita Federal. Instrução Normativa SRF nº 162, de 31**
12 **de dezembro 1998, 1998.**
- 13 **BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portal do Trabalho e Emprego - Jornada de**
14 **Trabalho. 2010a.**
- 15 **BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Síntese dos Preços**
16 **Praticados - Rio Grande do Sul, Resumo I - Diesel R\$/l. 2010b.**
- 17 **BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Homologatória nº 965 de 13 de**
18 **abril de 2010, 2010c.**
- 19 **BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº**
20 **12.255, de 15 de junho de 2010 - Conversão da Medida Provisória nº 474. 2010d.**
- 21 **GARCIA, R. B. Terceirização: Impacto sobre os custos de mão-de-obra. Caminhos de**
22 **Geografia, v. 8, n. 21, p.100-108, 2007.**
- 23 **HARGRAVE, J.; PESTI, G. M.; MILLER, B. R. User-Friendly Feed Formulation -**
24 **UFFDA. 1992.**

- 1 HAUSCHILD, L. et al. Estimation journalière des besoins nutritionnels individuels des porcs
2 en croissance en fonction de leur parcours de croissance et de consommation. **Journées**
3 **Recherche Porcine**, v. 42, n. p.99-106, 2010a.
- 4 HAUSCHILD, L.; POMAR, C.; LOVATTO, P. A. Systematic comparison of the empirical
5 and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. **Animal**, v.
6 4, n. 5, p.714-723, 2010b.
- 7 INRA-AFZ. **Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières**
8 **destinées aux animaux d'élevage: Porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, cheaux,**
9 **poissons**.ed. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 2004.
- 10 POMAR, C. Predicting responses and nutrient requirements in growing animal populations:
11 The case of the growing-finishing pig. In: HANIGAN, M. D.; NOVOTNY, J. A.;
12 MARSTALLER, C. L. (Ed.). **Mathematical modeling in nutrition and agriculture**. ed.
13 Blacksburg: USA: Virginia Polytechnic and State University, 2007b. p. 309-330.
- 14 POMAR, C. et al. Effet d'une alimentation multiphase quotidienne sur les performances
15 zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc
16 charcutier. **Journées de la Recherche Porcine**, v. 39, p.23-30, 2007a.
- 17 POMAR, C. et al. Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient
18 excretion in growing animals. In: SAUVAN, D. (Ed.). **Modelling nutrient digestion and**
19 **utilisation in farm animals**. ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2009a.
- 20 SINDIRAÇÕES. **Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal**. 2010.
21 Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- 22 VAN MILGEN, J. et al. Inraporc: A model and decision support tool for the nutrition of
23 growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, n. 1-4, p.387-405, 2008.

1 Tabela 1 – Custos dos ingredientes, composição centesimal e ração total produzida para as
 2 fases de crescimento e terminação no sistema convencional e no IPF

Ingredientes	Custo R\$kg ⁻¹ *	Convencional			IPF	
		Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B
Milho	0,41	62,97	72,47	74,49	41,17	77,80
Farelo de Soja	0,72	32,57	21,04	14,55	50,80	3,95
Farelo de Trigo	0,21	-	3,36	7,84	-	15,17
Óleo Vegetal	1,71	1,20	-	-	4,49	-
Núcleo - Crescimento I	1,82	3,00	-	-	-	-
Núcleo - Crescimento II	1,82	-	3,00	-	-	-
Núcleo – Terminação	1,01	-	-	3,00	-	-
Núcleo A	1,82	-	-	-	3,00	-
Núcleo B	1,01	-	-	-	-	3,00
Lisina - HCl (95,4%)	7,89	0,16	0,13	0,12	0,22	0,08
DL-Metionina (99%)	6,12	0,05	0,00	-	0,20	-
L-Treonina (99%)	5,58	0,05	0,00	-	0,13	-
Total	-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Total de Ração (t)	-	60	72	72	48	156

3 *Valores médios do 2º semestre de 2010.

4

1 Tabela 2 – Custos de produção rações em reais por tonelada no sistema convencional e no IPF

Indústria de Ração			
Variáveis	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Custo das Rações			
Ração Crescimento I	591,49	-	
Ração Crescimento II	525,79	-	
Ração Terminação	470,98	-	
Ração A	-	706,70	
Ração B	-	420,08	
Subtotal (R\$t ⁻¹) - Média Ponderada	525,77	487,52	-38,25
Salários e Encargos Sociais			
Salários	3,94	3,94	
Insalubridade	0,79	0,79	
Grupo A	1,33	1,33	
Grupo B	1,82	1,82	
Grupo C	0,66	0,66	
Subtotal (R\$t ⁻¹)	8,54	8,54	0,00
Depreciação			
Prédio	0,71	0,71	
Equipamentos	3,07	3,07	
Subtotal (R\$t ⁻¹)	3,78	3,78	0,00
Energia elétrica			
Ração Crescimento I	5,44	-	
Ração Crescimento II	5,52	-	
Ração Terminação	5,50	-	
Ração A	-	5,20	
Ração B	-	5,48	
Subtotal (R\$t ⁻¹) - Média ponderada	6,44	6,33	-0,09
Total (R\$t ⁻¹)	554,52	506,18	-38,34

2

1 Tabela 3 - Custos de transporte e de fornecimento das rações em reais por tonelada no sistema
 2 convencional e no IPF
 3

Transporte			
Variáveis	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Depreciação do caminhão (R\$t ⁻¹)	4,04	4,04	0
Combustível (R\$t ⁻¹)	4,43	4,43	0
Salários e Encargos Sociais			0
Salários	0,47	0,47	
Grupo A	0,16	0,16	
Grupo B	0,22	0,22	
Grupo C	0,08	0,08	
Subtotal (R\$t ⁻¹)	0,92	0,92	0
Manutenção (R\$t ⁻¹)	2,43	2,43	0
Total (R\$t ⁻¹)	11,81	11,81	0
Fornecimento			
Variáveis	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Depreciação dos equipamentos			
Silo de 6,5 t	-	0,88	
Silo de 13 t	1,17	1,17	
Linha de distribuição	0,37	0,74	
Comedouro	0,06	0,43	
<i>Transponder</i>	-	1,21	
Subtotal (R\$t ⁻¹)	1,60	4,42	2,82
Energia elétrica			
Linha de distribuição	0,24	0,24	
Comedouro em repouso	-	0,01	
Comedouro em serviço	-	0,05	
Subtotal (R\$t ⁻¹)	0,27	0,34	0,07
Manutenção (R\$t ⁻¹)	0,33	1,51	1,17
Total (R\$t ⁻¹)	2,20	6,27	4,07

4

3 DISCUSSÃO GERAL

A formulação das rações (Apêndice B) pelo sistema IPF utiliza as exigências extremas da população, diferindo das exigências médias normalmente utilizadas pelo sistema convencional (HAUSCHILD et al., 2010a). Essa característica, exigências dos extremos da população, torna a formulação de rações com milho e farelo de soja mais complexa. Assim, o paradigma de utilizar somente ingredientes de concentração elevada de nutrientes deverá ser repensado.

A matriz de ingredientes utilizada para a formulação das rações seguiu o padrão brasileiro de ingredientes (Apêndice B) para equiparar os sistemas. A formulação de rações com duas fontes de proteínas possui flexibilidade reduzida para o balanceamento de aminoácidos. O uso superior de 14,6 toneladas de farelo de soja pelo sistema convencional em relação IPF caracteriza esse aspecto (Anexo C). O desbalanceamento de aminoácidos da ração em relação às exigências animal gera um excedente de nutrientes. A quantidade de 11 toneladas de proteína bruta em excesso (Apêndice O) no sistema convencional frente às exigências do lote no período total é um exemplo. O uso de uma maior variedade de ingredientes com competitivos pode reduzir o teor de proteína e o custo das rações sem alterar o desempenho animal. O teor de proteína das rações pode ser reduzido em três por cento substituindo, por exemplo, o farelo de soja por milho e aminoácidos sintéticos (LENIS & SCHUTTE, 1990). Assim, o uso racional das matérias-primas tradicionais ou a introdução de ingredientes alternativos e co-produtos nas formulações das rações pode ocorrer alterando o paradigma da nutrição atual.

Os núcleos são compostos de vitaminas, minerais, aditivos e excipiente para aumentar o volume e facilitar a dispersão e homogeneização durante a mistura. A alta demanda das indústrias de rações por núcleos promoveu uma grande oferta de variedades. Assim, deve-se selecionar o núcleo mais apropriado para atender as exigências do lote animal. Os núcleos variam sua inclusão e composição para atender as exigências médias do início da fase de produção. Os sistemas, convencional e IPF, utilizaram os mesmos núcleos comerciais para atender as exigências. No sistema IPF as rações são baseadas na máxima (ração A) e mínima (ração B) exigência. Desta forma, nos primeiros dias pode ter ocorrido carência pela

diferença entre as exigências máxima e média. Já para a ração *B* o uso de núcleo comercial gerou um excesso de nutrientes. Pois o núcleo utilizado foi formulado para atender as exigências médias ao início da fase de terminação (110 dias de vida ou 70 quilogramas) enquanto as exigências são do último dia (145 dias ou 105 quilogramas). Estes excessos de nutrientes possivelmente aumentaram as excreções e o custo da ração. Uma redução de 10% no custo total da ração pode ser obtida pela substituição de núcleos nas fases de crescimento e terminação por outras fontes de macrominerais (BARBOSA et al., 1988). Desta forma, um maior número de estudos é necessário para obter as exigências e as composições mais adequadas dos núcleos do sistema IPF.

O sistema IPF gera novas questões para a nutrição animal à medida que propõe formulações de concentrações não modeladas ao atual sistema nutricional. Desta forma, o IPF pode abrir um espaço mais significativo para os co-produtos e para produtos até então desconsiderados pela suinocultura em suas formulações. Também pode incentivar a pesquisa por novos ingredientes testando os valores nutricionais, os limites de inclusão, o custo de oportunidade, possíveis vantagens e desvantagens a fim de reduzir os custos de produção e melhorar a rentabilidade.

As rações são formuladas geralmente utilizando o valor nutricional dos ingredientes de tabelas de referência. Os dados das tabelas brasileiras de composição de alimentos foram obtidos pela compilação de análises de alimentos produzidos no Brasil (ROSTAGNO et al., 2005). Desta forma, uma prática que irá ajudar na formulação de rações mais precisas é a adoção de laboratórios para controle da qualidade e do valor nutricional das matérias-primas. Este controle de qualidade do valor nutritivo de cada lote de alimento pode ser obtido ao utilizar a espectroscopia de infravermelho, que é rápida, de baixo custo e não produz resíduo (LOSADA et al., 2009). A estrutura e os equipamentos e as questões geradas a partir deste não foram incluídas neste estudo, mas seriam iguais para ambos os sistemas.

As quantidades dos tipos de rações para o sistema convencional e o IPF variam conforme as exigências da população animal, os ingredientes e as suas composições nutricionais. As rações dos sistemas, Convencional e IPF, variaram somente na quantidade de inclusão dos ingredientes. Dessa forma, não foi possível

verificar alterações efetivas para provocar modificações no número de funcionários ou dos equipamentos e do prédio. No entanto, foram observadas diferenças com custos de energia elétrica devido às variações das quantidades de ingredientes.

O processo de moagem pode representar 30 a 50% do consumo total de energia elétrica da produção, para rações peletizadas e fareladas, respectivamente (COUTO, 2008). O setor de moagem é um dos mais importantes em uma indústria de rações, pois é responsável pela redução do diâmetro geométrico médio das partículas (500 a 650 μ) dos ingredientes para os processos posteriores de produção. Os fatores que influenciam a moagem dos ingredientes são o diâmetro dos furos da peneira, a área da peneira, a velocidade de rotação e o número de martelos, a distância entre martelos e peneira, o fluxo de moagem e o desgaste do equipamento (ZANATTA et al., 2006). Divergências entre os técnicos de produção e os nutricionistas também podem gerar diferença na moagem. Os responsáveis pelo processamento de rações preferem moagem grosseira por aumentar o rendimento dos moinhos e reduzir o desgaste do equipamento, o consumo de energia elétrica e o custo de ração. Os nutricionistas preferem moagem uniforme por melhorar a homogeneização dos ingredientes, o desempenho dos animais, a digestão e proporcionar maior economia nos custos da produção animal. As quantidades das matérias-primas e as suas propriedades de plasticidade e solidez definem o comportamento de moagem. A quantidade de farelo de soja utilizado no sistema IPF foi inferior ao sistema convencional (Apêndice C e R) e, portanto, gerou o custo inferior para o sistema IPF.

O balanceamento nutricional das rações é o resultado da combinação entre as porcentagens das matérias-primas. Desta forma, o balanceamento pode ser comprometido pela negligência nas dosagens e pesagens. Estudos indicam que há variação entre os níveis formulados e analisados e que apenas 30% foram devidos a variabilidade de nutrientes de matérias-primas, enquanto 70% foram pela deficiência no processo de produção, sendo a pesagem responsável por uma parte significativa (COUTO, 2008). Para evitar a variação é necessário conhecer os fatores influenciadores a fim de minimizar ou evitar as imprecisões nas pesagens (dosagens insuficientes, excessivas, acidentais e desuniformes). As matérias-primas de alta densidade, em razão do menor tempo de pesagem e maior sensação de

responsabilidade do operador, têm menores desvios. As características do operador e dos dosadores também são responsáveis por grandes imprecisões nas dosagens, por ser uma operação repetitiva de alta concentração. Níveis extremos de inclusão de ingredientes proporcionam erros mais significativos. Pesagens de grandes volumes por batelada (milho), bem como pesagens muito pequenas (vitaminas) são responsáveis por maiores variações nas rações prontas. Assim, a produção das rações, no sistema IPF, exige maior atenção dos operadores para evitar possíveis desvios nas dosagens.

A mistura das matérias-primas ou homogeneização dos nutrientes proporciona um impacto direto na qualidade das rações. Assim, o misturador deve promover uma mistura homogênea para proporcionar a ingestão de todos os nutrientes. Os misturadores possuem grande variação em relação aos tempos de mistura. O tempo inadequado de mistura é o principal fator para reduzir a homogeneidade das rações (WICKER & POOLE, 1991). A homogeneidade da mistura também é afetada pelas propriedades dos ingredientes como o estado físico, forma geométrica, ângulo de repouso, trajetória, percolação e vibração, aerodinâmica, cargas eletrostáticas e densidade (AXE, 1995). A sequência inadequada dos ingredientes, sobrecarga do misturador e ajustes inadequados também afetam. O ciclo de mistura adequado deve considerar: tempo de mistura seca, tempo de adição de líquidos e tempo adicional posterior a adição de líquidos. É importante respeitar o tempo de mistura seca, pois é neste tempo que irá ocorrer a uniformização dos micro-ingredientes na mistura total. Se os líquidos forem adicionados antes do tempo, as características de fluidez diminuem e existe o risco de se formar grumos de micro-ingredientes não uniformizando a mistura. O uso de níveis elevados de óleo na ração A (Tabela 1) pode favorecer o acúmulo de ingredientes nas hélices, nas paredes e nas portas do misturador, diminuindo a eficiência do misturador. Ingredientes adicionados para reduzir a densidade nutricional das rações também podem influenciar a mistura. A indústria geralmente utiliza os ingredientes volumosos com alta concentração de fibra e de baixa densidade. Para a ração B foram utilizados aproximadamente 151 kg de farelo de trigo, não afetando o tempo de mistura.

Elevados níveis de inclusão de óleo são bem aceitos pelos animais por aumentarem a palatabilidade da ração. Contudo, a inclusão de óleo em rações para monogástricos depende do custo e dos efeitos sobre o processamento (p.ex. peletização). A adição de óleo nas rações evita o desgaste e corrosão dos equipamentos (principalmente da peletizadora) e auxilia na peletização. No entanto níveis elevados de óleo podem comprometer a estrutura dos péletes.

No sistema IPF, a ração A teve inclusão de aproximadamente de 4,5% de óleo vegetal. A inclusão máxima de óleo para a peletização é de 5,6% para rações com 20% de proteína bruta (BRIGGS et al., 1999). A inclusão de óleo na ração A poderá ser superior para populações com maiores exigências de nutrientes. Dessa forma, a produção e resistência da ração peletizada seriam afetadas. Para evitar transtornos na produção e peletização das rações com elevados níveis de óleo é necessário o uso de um equipamento adicional para adiciona o óleo (COUTO, 2008). A adição desse equipamento exigiria mais truas e de elevadores, podendo alterar a estrutura do prédio. Contudo, a alta inclusão de óleo ainda poderia comprometer a estrutura do pélete, a qualidade nutricional pela rancificação das rações e a qualidade de carcaça animal. A adição de aglutinantes solucionaria os problemas de estrutura frágil (CANTELMO et al., 2002). Para a conservação da qualidade das rações podem ser solucionadas pela inclusão de conservadores (FISCHER et al., 2006; RAMALHO & JORGE, 2006). Em ambos os casos tais soluções agregam custos as rações. Segundo pesquisa a inclusão de óleo em rações não deve ser superior a quatro por cento para obter carcaças com boa conservação e benéfica para a saúde do consumidor (LUDKE & LOPEZ, 1999). Assim, pode-se afirmar que a qualidade de carcaça não é afetada, pois a mistura das duas rações dilui para menos de quatro por cento a concentração de óleo para todos os animais a partir do quarto dia de alojamento.

Na indústria de ração não foram observadas diferenças na produção para gerar alterações de estrutura, equipamentos e mão-de-obra. Talvez, uma avaliação mais prolongada com a inclusão de outras variáveis como tempo despendido entre bateladas possam gerar resultados mais expressivos. Contudo, a inclusão ou modificações dos ingredientes tradicionais por co-produtos pode facilitar a busca e

identificação das mudanças de instalações e equipamentos, como o número de silos armazenadores, de processos ou de expedição na indústria de ração.

O transporte das rações não revelou nenhuma diferença nos custos para os sistemas, pois o número de viagens foi programado e equivalente. Mas para isso foram realizadas trocas tardias das rações (fases) no sistema convencional. Isto gerou aumento nos custos totais com rações, pois prolongou o consumo de rações de maior custo e com maior concentração de nutrientes, o que possivelmente acarretou aumento da excreção de resíduos ao ambiente. Essa circunstância não ocorre no sistema IPF, pois se trabalha sempre com duas rações o que possibilita uma grande versatilidade no transporte. Sabe-se que as variáveis que exercem influência sobre o estabelecimento do frete são à distância, o volume, os custos operacionais, o tempo de carga e descarga, o veículo e as rodovias. Talvez, uma análise mais criteriosa sobre o tempo de carga e descarga revele alguma diferença, visto a diferença do número de rações entre os sistemas. Apesar de não revelar diferenças no transporte algumas características apresentadas, principalmente os custos, podem ajudar em estratégias ou na tomada de decisão.

Os custos em nível de granja foram maiores para o sistema IPF devido, em grande parte, aos equipamentos. A manutenção mensal dos equipamentos principalmente do comedouro IPF exige acompanhamento de mão-de-obra qualificada. No entanto, esse sistema traz benefícios como o controle individual diária dos animais com monitoramento do crescimento, saúde e servem como ferramenta de rastreabilidade. Sabe-se que o controle convencional da produção de suínos possui deficiências, como animais com identificações iguais, progênie desconhecida, controle ineficaz das movimentações e das mortes gerando planilhas e relatórios não-confiáveis (MALUCELLI & RUARO, 2000). Assim, a identificação eletrônica utilizada pelo sistema IPF promove a qualidade, a economia e o controle do impacto ambiental da produção animal uma vez que acompanha cada indivíduo em tempo real. Além disso, o sistema informa o número de visitas ao comedouro e o consumo de ração, então se houver alguma alteração é possível uma intervenção mais precoce de manejo ou medicamentosa para recuperar a resposta animal.

Os resultados apresentados mostram que o sistema IPF pode mudar o paradigma de tecnologias da nutrição de suínos. Isso contribuirá uma produção mais sustentável, exigência atual de mercado mundial.

4 CONCLUSÕES

O sistema IPF reduz o custo da ração, não altera o custo de transporte e aumenta o custo de distribuição na granja quando comparado ao sistema convencional.

5 REFERÊNCIAS

ABIPECS. Estatísticas - Mercado Interno de Carne Suína **Associação brasileira da indústria produtora e exportadora de carne suína**. 2010. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br>. Acesso em: 10 jan. 2011.

AXE, D. E. Factors affecting uniformity of a mix. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, n. 2, p.211-220, 1995.

BAKER, D. H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **Journal of Nutrition**, v. 116, n. 12, p.2339-2349, 1986.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: Transportes, administração de materiais e distribuição física**.ed. São Paulo, SP: Atlas, 1995. 388 p.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos, planejamento, organização e logística empresarial** 4. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2001. 532 p.

BARBOSA, H. P. et al. Desempenho de suínos submetidos a dietas com diferentes núcleos de minerais e vitaminas. Comunicado Técnico 132. p.1-21, 1988

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento** 2. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2009. 546 p.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**.ed. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006. 301 p.

BLACK, J. L. et al. Simulation of energy and amino acid utilisation in the pig. **Research and Development in Agriculture**, v. 3, n. 3, p.121-145, 1986.

BOURDON, D.; DOURMAD, J. Y.; HENRY, Y. Réduction des rejets azotés chez les porcs en croissance par la mise en oeuvre de l'alimentation multiphase, associée a l'abaissement du taux azoté. **Journées Recherche Porcine**, v. 27, n. p.269-278, 1995.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Receita Federal. **Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro 1998**, 1998.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portal do Trabalho e Emprego - **Jornada de Trabalho**. 2010a.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Síntese dos Preços Praticados - Rio Grande do Sul, Resumo I - Diesel R\$/l**. 2010b.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Homologatória nº 965 de 13 de abril de 2010**, 2010c.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.255, de 15 de junho de 2010 - Conversão da Medida Provisória nº 474**. 2010d.

BRIGGS, J. L. et al. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. **Poultry Science**, v. 78, n. 10, p.1464-1471, 1999.

BROSSARD, L. et al. Analyse par modélisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'apport de lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation. **Journées Recherche Porcine**, v. 39, n. p.95-102, 2007.

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, n. 8, p.1114-1123, 2009.

CANTELMO, O. A. et al. Características físicas de dietas para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, n. 4, p.949-955, 2002.

CORREA JÚNIOR, G. et al. Oferta de transportes: Fatores determinantes do valor do frete e o caso das centrais de carga. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. (Ed.). **Gestão logística do transporte de cargas**. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2001.

COUTO, H. P. **Fabricação de rações e suplementos para animais**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2008. 263 p.

CURNOW, R. N. A smooth population response curve based on an abrupt threshold and plateau model for individuals. **Biometrics**, v. 29, n. p.1-10, 1973.

ERADUS, W. J.; JANSEN, M. B. Animal identification and monitoring. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 24, n. 1-2, p.91-98, 1999.

FISCHER, G. et al. Peroxidação em amostras de milho, protegidas ou não por etoxiquim. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 4, p.227-232, 2006.

FULLER, M. F. **The encyclopedia of farm animal production**. ed. Wallingford, USA: CABI Publishing, 2004. 620 p.

FULLER, M. F.; CHAMBERLAIN, A. G. Protein requirements of pigs. In: HARESIGN, W. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. ed. London, UK: Butterwoths, 1982. p. 175-186.

FULLER, M. F.; GARTHWAITE, P. The form of response of body protein accretion to dietary amino acid supply. **Journal of Nutrition**, v. 123, n. 5, p.957-963, 1993.

GARCIA, R. B. Terceirização: Impacto sobre os custos de mão-de-obra. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 21, p.100-108, 2007.

GRUMMER, R. H. Genetic variation in nutritional requirements of swine. In: SCIENCES, N. A. O. (Ed.). **The effect of genetic variance on nutritional requirements of animals**. ed. Washington, USA: American Society of Animal Science, 1975. p. 128.

HARGRAVE, J.; PESTI, G. M.; MILLER, B. R. **User-Friendly Feed Formulation - UFFDA**. 1992.

HAUSCHILD, L. et al. Estimation journalière des besoins nutritionnels individuels des porcs en croissance en fonction de leur parcours de croissance et de consommation. **Journées Recherche Porcine**, v. 42, n. p.99-106, 2010a.

HAUSCHILD, L.; POMAR, C.; LOVATTO, P. A. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. **Animal**, v. 4, n. 5, p.714-723, 2010b.

JANSSENS, S. et al. Implant recovery and tissue reaction in growing pigs following implantation of packaging materials for injectable electronic identification and monitoring devices. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 25, n. 3-4, p.249-258, 1996.
JOHNSON, D. E. Contributions of animal nutrition research to nutritional principles: Energetics. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 3, p.698-701, 2007.

KLEIN, A. A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração — uma abordagem prática. In: I Simpósio Internacional ACAV, 1999, Concórdia, SC. Concórdia, SC: EMBRAPA - CNPSA, 1999. p. 1-21.

LAMBERSON, W. R.; FIRMAN, J. D. A comparison of quadratic versus segmented regression procedures for estimating nutrient requirements. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p.481-484, 2002.

LASSITER, J. W.; EDWARDS, H. M. **Animal nutrition**.ed. Reston, USA: Reston Publishing Company, 1982. 451 p.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, v. 76, n. 1-2, p.45-58, 2002.

LECLERCQ, B.; BEAUMONT, C. Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de prot. **INRA Production Animal**, v. 13, n. 1, p.47-59, 2000.

LENIS, N. P.; SCHUTTE, J. B. Amino acid supply of piglets and grow-finish pigs in relation to nitrogen excretion. In: JONGLOED, A. W.; COPPOOLSE, J. (Ed.). **Manure issues: Nutritional solutions for pigs and poultry**. 1990. p. 79-89.

LETOURNEAU-MONTMINY, M.-P. et al. Impact de la méthode de formulation et du nombre de phases d'alimentation sur le coût d'alimentation et les rejets d'azote et de phosphore chez le porc charcutier. **Journées Recherche Porcine**, v. 37, n. p.25-32, 2005.

LOSADA, B. et al. A comparison of the prediction of apparent metabolisable energy content of starchy grains and cereal by-products for poultry from its chemical components, in vitro analysis or near-infrared reflectance spectroscopy. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. n. 4, p.813, 2009.

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.

LUDKE, M. C. M. M.; LOPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p.181-187, 1999.

MALUCELLI, A.; RUARO, M. Sistema informatizado para controle de suínos. In: CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA - InfoAgro2000, 2000, Ponta Grossa - PR. Ponta Grossa - PR: 2000.

MARTINS, R. S. et al. Mercado de fretes rodoviários para produtos do agronegócio: A competitividade do corredor de exportação de paranaguá. **E & G Economia e Gestão**, v. 4, n. 8, p.121-143, 2004.

NOBLET, J.; QUINIOU, N. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du porc en croissance. **Techni-Porc**, v. 22, n. 4, p.9-16, 1999.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v. 82 E-Suppl, p. 229-238, 2004.

NRC. **Nutrient requirements of swine**.9. ed. Washington: USA: National Academy of Science, 1998. 93 p.

PARSONS, D. J. et al. Real-time control of pig growth through an integrated management system. **Biosystems Engineering**, v. 96, n. 2, p.257-266, 2007.

PATIENCE, J. F.; THACKER, P. A.; DE LANGE, C. F. M. **Swine nutrition guide**.2. ed. Saskatoon, CA: University of Saskatchewan, 1995. 274 p.

POMAR, C. A systematic approach to interpret the relationship between protein intake and deposition and to evaluate the role of variation on production efficiency in swine. In: PROCEEDING OF THE SYMPOSIUM ON DETERMINANTS OF PRODUCTION EFFICIENCY IN SWINE, 1995, Ottawa. Ottawa: Canadian Society of Animal Science, 1995. p. 361-375.

POMAR, C. Predicting responses and nutrient requirements in growing animal populations: The case of the growing-finishing pig. In: HANIGAN, M. D.; NOVOTNY, J. A.; MARSTALLER, C. L. (Ed.). **Mathematical modeling in nutrition and agriculture**. ed. Blacksburg: USA: Virginia Polytechnic and State University, 2007b. p. 309-330.

POMAR, C. et al. Reducing phosphorus concentration in pig diets by adding an environmental objective to the traditional feed formulation algorithm. **Livestock Science**, v. 111, n. 1-2, p.16-27, 2007c.

POMAR, C. et al. The effect of microbial phytase on true and apparent ileal amino acid digestibilities in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 7, p.1598-1608, 2008.

POMAR, C. et al. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. supl. especial, p.226-237, 2009b.

POMAR, C. et al. Effet d'une alimentation multiphase quotidienne sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc charcutier. **Journées de la Recherche Porcine**, v. 39, n. p.23-30, 2007a.

POMAR, C. et al. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 14, p.178-186, 2003.

POMAR, C. et al. Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing animals. In: SAUVAN, D. (Ed.). **Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals**. ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2009a.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p.755, 2006.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.

SAUVANT, D.; BASTIANELLI, D.; VAN MILGEN, J. Systèmes d'unités d'alimentation et lois de réponse du porc aux régimes alimentaires. **Journées Recherche Porcine**, v. 27, n. p.237-244, 1995.

SILVA, K. O. D.; NÄÄS, I. D. A. Avaliação do uso de identificadores eletrônicos em suínos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. p.11-19, 2006.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos** ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2003. 328 p.

Sindicato nacional da indústria de alimentação animal. 2010. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

SOARES, M. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Caracterização do mercado de fretes rodoviários para produtos agrícolas. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. (Ed.). **Transporte e logística em sistemas agroindustriais**. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2001.

STÄRK, K. D. C.; MORRIS, R. S.; PFEIFFER, D. U. Comparison of electronic and visual identification systems in pigs. **Livestock Production Science**, v. 53, n. 2, p.143-152, 1998.

STEIN, H. H. et al. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 1, p.172-180, 2007.

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.

TOSO, E. A. V.; MORABITO, R. Combinação de abordagens glsp e atsp para o problema de dimensionamento e sequenciamento de lotes de produção de suplementos para nutrição animal. **Pesquisa Operacional**, v. 28, n. 3, p.423-450, 2008.

VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C.; JONGBLOED, A. W.; AARNINK, A. J. A. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: Ned. **Livestock Production Science**, v. 58, n. p.213-224, 1999.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 14, p.86-93, 2003.

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, n. 1-4, p.387-405, 2008.

WATHES, C. M. et al. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 64, n. 1, p.2-10, 2008.

WATHESA, C. M. et al. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 64, n. 1, p.2-10, 2008.

WELLOCK, I. J.; EMMANS, G. C.; KYRIAZAKIS, I. Modeling the effects of stressors on the performance of populations of pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 8, p.2442-2450, 2004.

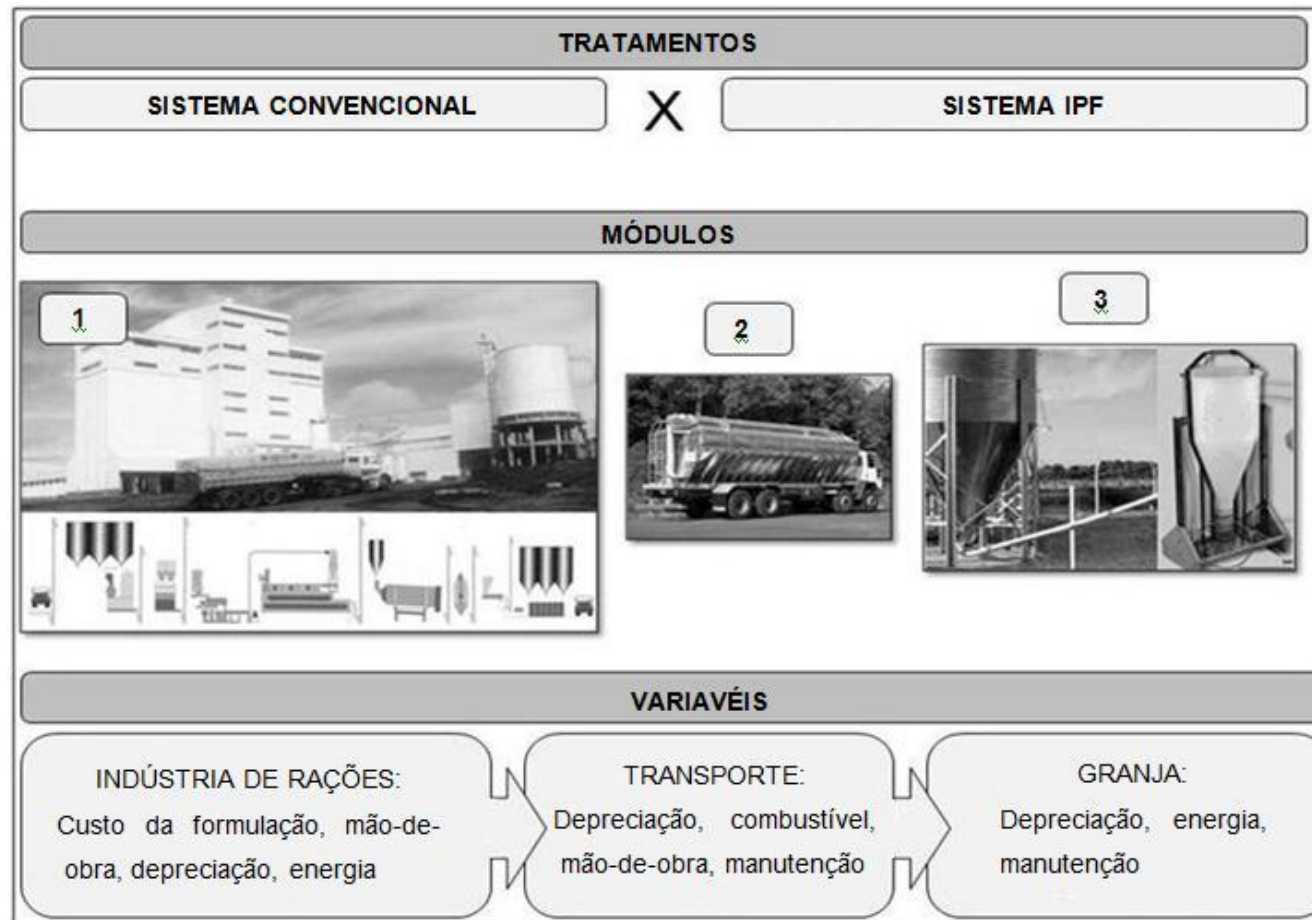
WHITTEMORE, C. T.; CLOSE, W. H.; HAZZLEDINE, M. J. The need for nutrient requirement standards for pigs. **PigNews and Information**, v. 23, n. 3, p.1-30, 2002.
WICKER, D. L.; POOLE, D. R. How is your mixer performing? **Feed Management**, v. 42, n. 9, p.40-44, 1991.

WIDMER, J. A. Proposta de nomenclatura para caminhões, ônibus, cvcs – combinações de veículos de carga e cvps – combinações de veículos de passageiros. In: **XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 2004, Florianópolis, SC: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, 2004. p. 624-635.

ZANATTA, F. L. et al. Avaliação energética de moinho de martelos em relação ao dgm de milho e o desempenho em suínos e aves. **Engenharia na Agricultura**, v. 14, n. 4, p.276-286, 2006.

6 APÊNDICES

Apêndice A – Esquematização do projeto



Apêndice B - Exigências para maximizar o ganho de peso no sistema convencional (exigências média da população) e no sistema IPF (exigências máxima e mínima) (aminoácidos em base digestível ileal verdadeira)

Nutrientes	Convencional			IPF	
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B
Energia Líquida, MJ/kg	10	10	10	10	10
Proteína Bruta, %	18,2	13,3	10,8	25,9	6,6
Lisina, %	1,09	0,80	0,65	1,56	0,39
Metionina, %	0,33	0,24	0,20	0,47	0,12
Metionina+Cistina, %	0,64	0,47	0,38	0,93	0,23
Triptofano, %	0,20	0,15	0,12	0,29	0,07
Treonina, %	0,71	0,52	0,42	1,02	0,26
Arginina, %	0,47	0,34	0,28	0,69	0,17
Valina, %	0,75	0,55	0,45	1,09	0,27
Isoleucina, %	0,66	0,49	0,40	0,95	0,24
Leucina, %	1,01	0,74	0,60	1,44	0,35
Histidina, %	0,33	0,24	0,20	0,49	0,12
Fenilalanina, %	0,53	0,39	0,32	0,77	0,19

Apêndice C – Total de Ingredientes (kg) usados nas rações e no sistema convencional e no IPF durante as fases de crescimento e terminação

Ingredientes	Convencional				IPF		
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	Total	A	B	Total
Milho	37779	52175	53630	143584	19761	121364	141125
Farelo de Soja	19541	15149	10478	45168	24383	6166	30549
Farelo de Trigo	0	2416	5646	8062	0	23660	23660
Óleo Vegetal	721	0	0	721	2153	0	2153
Núcleo - Crescimento I	1800	-	-	1800	-	-	0
Núcleo - Crescimento II	-	2160	-	2160	-	-	0
Núcleo - Terminação	-	-	2160	2160	-	-	0
Núcleo A	-	-	-	-	1440	-	1440
Núcleo B	-	-	-	-	-	4680	4680
Lisina - HCl (95,4%)	98	93	86	277	104	130	234
DL-Metionina (99%)	31	4	0	35	95	0	95
L-Treonina (99%)	30	3	0	32	64	0	64
Total	60000	72000	72000	204000	48000	156000	204000

Apêndice D – Contribuição dos ingredientes na composição dos custos das rações

Ingredientes R\$.kg ⁻¹	Convencional			IPF	
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B
Milho	0,26	0,30	0,31	0,17	0,32
Farelo de Soja	0,24	0,15	0,11	0,37	0,03
Farelo de Trigo	-	0,01	0,02	-	0,03
Óleo Vegetal	0,02	-	-	0,08	-
Núcleo - Crescimento I	0,05	-	-	-	-
Núcleo - Crescimento II	-	0,05	-	-	-
Núcleo – Terminação	-	-	0,03	-	-
Núcleo A	-	-	-	0,05	-
Núcleo B	-	-	-	-	0,03
Lisina - HCl (95,4%)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
DL-Metionina (99%)	0,00	0,00	-	0,01	-
L-Treonina (99%)	0,00	0,00	-	0,01	-
Total	0,59	0,53	0,47	0,71	0,42

Apêndice E – Contribuição dos ingredientes na composição dos custos totais das rações e do sistema convencional e do IPF produzidas para as fases de crescimento e terminação

Ingredientes, R\$	Convencional				IPF		
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	Total	A	B	Total
Milho	15678	21652	22256	59587	8200	50366	58566
Farelo de Soja	14167	10983	7596	32746	17677	4470	22147
Farelo de Trigo	-	507	1185	1693	-	4968	4968
Óleo vegetal	1229	-	-	1229	3670	-	3670
Núcleo - Crescimento I	3285	-	-	3285	-	-	-
Núcleo - Crescimento II	-	3942	-	3942	-	-	-
Núcleo – Terminação	-	-	2192	2192	-	-	-
Núcleo A	-	-	-	-	2613	-	2613
Núcleo B	-	-	-	-	-	4703	4703
Lisina - HCl (95,4%)	775	734	679	2179	822	1024	1846
DL-Metionina (99%)	189	21	0	201	580	0	580
L-Treonina (99%)	164	15	0	171	355	0	355
Total	35489	37856	33910	107228	33921	66513	99454

Apêndice G – Composição calculada das deitas utilizadas nas fases de crescimento e terminação no sistema convencional e no IPF

Nutriente, MN*	Convencional			IPF	
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B
Energia Líquida, MJ/kg	10	10	10	10	10
Proteína Bruta, %	20,1	16,0	13,9	26,8	10,4
Lisina, %	1,09	0,80	0,65	1,56	0,39
Metionina, %	0,34	0,24	0,21	0,56	0,17
Metionina + Cistina, %	0,64	0,50	0,45	0,93	0,36
Triptofano, %	0,20	0,15	0,12	0,29	0,07
Treonina, %	0,71	0,52	0,43	1,02	0,30
Arginina, %	1,25	0,94	0,78	1,75	0,51
Valina, %	0,85	0,68	0,59	1,12	0,43
Isoleucina, %	0,78	0,60	0,49	1,06	0,33
Leucina, %	1,57	1,34	1,19	1,90	0,96
Histidina, %	0,49	0,39	0,34	0,64	0,25
Fenilalanina, %	0,90	0,71	0,61	1,20	0,43

*MN – Matéria Natural

Apêndice H – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote na fase de crescimento I e as suas relações para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Crescimento I					
	Exigência (A)	Convencional (B)	IPF (C)	Dif. B vs A (%)	Dif. C vs A (%)	Dif. C vs B (%)
Energia Líquida, MJ	559775	559775	559775	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	7762	11238	9383	30,9	17,3	-19,8
Lisina	466	610	466	23,7	0,0	-31,0
Metionina	142	189	178	24,9	20,1	-6,4
Metionina+ Cistina	274	358	326	23,4	15,7	-10,0
Triptofano	84	111	87	24,3	3,1	-28,0
Treonina	301	396	323	24,0	6,8	-22,8
Arginina	200	699	562	71,5	64,5	-24,4
Valina	321	477	391	32,6	17,8	-22,0
Isoleucina	283	434	343	34,9	17,6	-26,6
Leucina	439	876	749	49,9	41,4	-17,1
Histidina	143	273	227	47,4	36,7	-20,3
Fenilalanina	227	504	412	55,0	44,9	-22,5

Apêndice I – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote na fase de crescimento II e as suas relações para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Crescimento II					
	Exigência (A)	Convencional (B)	IPF (C)	Dif. B vs A (%)	Dif. C vs A (%)	Dif. C vs B (%)
Energia Líquida, MJ	714569	714569	714569	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	7578	11615	10033	34,8	24,5	-15,8
Lisina	455	583	455	22,1	0,0	-28,3
Metionina	138	178	180	22,2	23,1	1,2
Metionina+ Cistina	266	365	349	27,2	23,8	-4,7
Triptofano	83	106	85	22,0	2,8	-24,5
Treonina	295	379	327	22,0	9,6	-15,9
Arginina	194	687	567	71,7	65,7	-21,2
Valina	313	493	416	36,5	24,8	-18,5
Isoleucina	276	433	350	36,1	21,1	-23,6
Leucina	422	964	844	56,2	50,0	-14,3
Histidina	139	284	243	51,2	43,0	-16,8
Fenilalanina	221	516	433	57,1	48,9	-19,3

Apêndice J – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote na fase de terminação e as suas relações para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Terminação					
	Exigência (A)	Convencional (B)	IPF (C)	Dif. B vs A (%)	Dif. C vs A (%)	Dif. C vs B (%)
Energia Líquida, MJ	764499	764499	764499	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	7095	10724	9886	33,8	28,2	-8,5
Lisina	426	504	426	15,5	0,0	-18,3
Metionina	129	163	172	20,5	24,8	5,4
Metionina+ Cistina	247	345	344	28,3	28,2	-0,1
Triptofano	78	91	80	14,9	2,7	-14,3
Treonina	278	336	312	17,4	11,2	-7,6
Arginina	181	604	541	70,1	66,6	-11,7
Valina	292	452	409	35,3	28,7	-10,3
Isoleucina	259	383	337	32,3	23,1	-13,7
Leucina	390	919	853	57,5	54,3	-7,6
Histidina	128	261	240	50,9	46,5	-9,1
Fenilalanina	207	468	423	55,8	51,1	-10,7

Apêndice K – Exigências e quantidades absolutas totais de nutrientes fornecidos para o lote no período total e as suas relações para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Total					
	Exigência (A)	Convencional (B)	IPF (C)	Dif. B vs A (%)	Dif. C vs A (%)	Dif. C vs B (%)
Energia Líquida, MJ	2038842	2038842	2038842	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	22435	33577	29303	33,2	23,4	-14,6
Lisina	1346	1697	1346	20,7	0,0	-26,1
Metionina	410	530	529	22,6	22,6	0,0
Metionina+ Cistina	787	1068	1019	26,3	22,7	-4,9
Triptofano	244	308	251	20,7	2,9	-22,5
Treonina	874	1111	962	21,3	9,1	-15,5
Arginina	574	1990	1670	71,1	65,6	-19,2
Valina	927	1422	1217	34,8	23,8	-16,9
Isoleucina	818	1250	1030	34,6	20,6	-21,4
Leucina	1251	2759	2446	54,7	48,9	-12,8
Histidina	410	818	709	49,8	42,2	-15,3
Fenilalanina	655	1488	1267	56,0	48,3	-17,5

Apêndice L – Carências e excesso de nutrientes, em relação às exigências totais do lote, na fase crescimento I para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Crescimento I					
	Carência			Excesso		
	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B
Energia Líquida, MJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	18,8	0,0	18,8	3495,4	1621,8	-1873,6
Lisina	3,1	0,0	3,1	147,5	0,0	-147,5
Metionina	0,8	0,0	0,8	47,9	35,7	-12,3
Metionina+ Cistina	1,9	0,0	1,9	85,8	51,3	-34,5
Triptofano	0,5	0,0	0,5	27,4	2,7	-24,7
Treonina	1,8	0,0	1,8	97,1	21,8	-75,3
Arginina	0,0	0,0	0,0	499,9	362,6	-137,3
Valina	0,6	0,0	0,6	156,1	69,5	-86,6
Isoleucina	0,3	0,0	0,3	152,0	60,4	-91,6
Leucina	0,0	0,0	0,0	437,6	309,9	-127,7
Histidina	0,0	0,0	0,0	129,2	83,3	-46,0
Fenilalanina	0,0	0,0	0,0	277,5	184,9	-92,6

A – Exigência Animal

B – Sistema Convencional

C – Sistema *IPF*

Apêndice M – Carências e excesso de nutrientes, em relação às exigências totais do lote, na fase crescimento II para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Crescimento II					
	Carência			Excesso		
	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B
Energia Líquida, MJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	0,0	0,0	0,0	4037,1	2455,6	-1581,6
Lisina	0,2	0,0	0,2	128,9	0,0	-128,9
Metionina	0,1	0,0	0,1	39,4	41,5	2,0
Metionina+ Cistina	0,0	0,0	0,0	99,4	83,0	-16,4
Triptofano	0,0	0,0	0,0	23,3	2,4	-20,9
Treonina	0,1	0,0	0,1	83,4	31,3	-52,2
Arginina	0,0	0,0	0,0	492,7	372,7	-119,9
Valina	0,0	0,0	0,0	180,3	103,3	-77,1
Isoleucina	0,0	0,0	0,0	156,5	73,8	-82,7
Leucina	0,0	0,0	0,0	542,3	421,9	-120,4
Histidina	0,0	0,0	0,0	145,1	104,4	-40,7
Fenilalanina	0,0	0,0	0,0	295,0	211,5	-83,5

A – Exigência Animal

B – Sistema Convencional

C – Sistema *IPF*

Apêndice N – Carência e excesso de nutrientes em relação às exigências totais do lote, na fase terminação para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Terminação					
	Carência			Excesso		
	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B
Energia Líquida, MJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	0,0	0,0	0,0	3628,6	2790,6	-838,0
Lisina	2,3	0,0	2,3	80,3	0,0	-80,3
Metionina	0,1	0,0	0,1	33,5	42,6	9,1
Metionina+ Cistina	0,0	0,0	0,0	97,5	97,1	-0,4
Triptofano	0,4	0,0	0,4	14,0	2,2	-11,8
Treonina	0,7	0,0	0,7	59,3	34,9	-24,4
Arginina	0,0	0,0	0,0	423,3	360,2	-63,1
Valina	0,0	0,0	0,0	159,7	117,4	-42,3
Isoleucina	0,0	0,0	0,0	123,8	77,6	-46,2
Leucina	0,0	0,0	0,0	528,4	463,2	-65,2
Histidina	0,0	0,0	0,0	133,1	111,4	-21,7
Fenilalanina	0,0	0,0	0,0	261,0	215,8	-45,2

A – Exigência Animal

B – Sistema Convencional

C – Sistema *IPF*

Apêndice O – Carência e excesso de nutrientes em relação às exigências totais do lote, no período total para o sistema convencional e o IPF

Nutriente, kg	Total					
	Carência			Excesso		
	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B	Dif. B vs A	Dif. C vs A	Dif. C vs B
Energia Líquida, MJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Proteína Bruta	18,8	0,0	18,8	11161,1	6868,0	-4293,1
Lisina	5,6	0,0	5,6	356,7	0,0	-356,7
Metionina	1,0	0,0	1,0	120,9	119,8	-1,1
Metionina+ Cistina	1,9	0,0	1,9	282,7	231,3	-51,4
Triptofano	0,9	0,0	0,9	64,6	7,2	-57,4
Treonina	2,7	0,0	2,7	239,8	87,9	-151,9
Arginina	0,0	0,0	0,0	1415,8	1095,5	-320,3
Valina	0,6	0,0	0,6	496,1	290,1	-205,9
Isoleucina	0,3	0,0	0,3	432,3	211,8	-220,5
Leucina	0,0	0,0	0,0	1508,3	1195,0	-313,3
Histidina	0,0	0,0	0,0	407,4	299,0	-108,4
Fenilalanina	0,0	0,0	0,0	833,5	612,2	-221,3

A – Exigência Animal

B – Sistema Convencional

C – Sistema *IPF*

Apêndice P – Descrição dos custos com mão-de-obra com incidência dos encargos sociais na indústria de rações na produção das rações para o sistema convencional e o IPF

	Convencional	IPF
Salário Mínimo	510,00	510,00
Número de salários	17,0	17,0
Insalubridade (20%)	1734,00	1734,00
Encargos Sociais A		
Previdência Social (20%)	1734,00	1734,00
Seguro Acidente de Trabalho (0,02%)	173,40	173,40
FGTS (0,08%)	693,60	693,60
FGTS - Contribuição adicional (0,005%)	43,35	43,35
INCRA (0,002%)	17,34	17,34
SESI/SESC (0,015%)	130,05	130,05
SENAI/SENAC (0,01%)	86,70	86,70
SEBRAE (0,006%)	52,02	52,02
Proventos B		
Repouso Semanal (0,1877%)	1627,36	1627,36
Férias (0,0939%)	814,11	814,11
1/3 Constitucional sobre férias (0,0361%)	312,99	312,99
Feriados (0,0361%)	312,99	312,99
13° Salário (0,1083%)	938,96	938,96
Incidência Cumulativa do grupo A/B (0,1677%)	1453,96	1453,96
Total em Salários	18794,83	18794,83
Custo sobre as rações (R\$t ⁻¹ t)	8,54	8,54

Apêndice Q – Descrição dos custos com depreciação na indústria de rações para o sistema convencional e o IPF

Produção Mensal (t)		2200		
			Convencional	IPF
	Valor (R\$)	Taxa Anual (%)	Depreciação (R\$)	Depreciação (R\$)
Instalações	470000	4	18800,00	18800,00
Equipamentos	810000	10	81000,00	81000,00
Depreciação Mensal (R\$)			8316,67	8316,67
Custo de Depreciação (R\$t ⁻¹)			3,78	3,78

Apêndice R – Custos de energia elétrica por ingrediente na produção antes da mistura das rações para o sistema convencional e o IPF, I

Equipamento	Valor da Tarifa (R\$ por kW*h)	Milho	F. soja	F. Trigo	Óleo
		0,29595			
Trua 1	Tempo (s)	208	248	557	-
	Tipo (CV)	9,0	9,0	9,0	-
	Custo (R\$)	0,11	0,13	0,30	-
Elevador 1	Tempo (s)	197	235	528	-
	Tipo (CV)	10,0	10,0	10,0	-
	Custo (R\$)	0,12	0,14	0,32	-
Trua 2	Tempo (s)	186	221	498	-
	Tipo (CV)	12,0	12,0	12,0	-
	Custo (R\$)	0,13	0,16	0,36	-
Trua 3	Tempo (s)	214	255	574	-
	Tipo (CV)	9,0	9,0	9,0	-
	Custo (R\$)	0,12	0,14	0,31	-
Elevador 2	Tempo (s)	197	235	528	-
	Tipo (CV)	10,0	10,0	10,0	-
	Custo (R\$)	0,12	0,14	0,32	-
Moinho	Tempo (s)	250	200	0	-
	Tipo (CV)	120,0	120,0	120,0	-
	Custo (R\$)	1,81	1,45	0,00	-
Elevador 3	Tempo (s)	142	168	0	-
	Tipo (CV)	10,0	10,0	10,0	-
	Custo (R\$)	0,09	0,10	0,00	-
Trua 5	Tempo (s)	135	160	159	-
	Tipo (CV)	12,0	12,0	12,0	-
	Custo (R\$)	0,10	0,12	0,12	-
Truas Dosadoras	Tempo (s)	104	123	122	-
	Tipo (CV)	6,0	6,0	6,0	-
	Custo (R\$)	0,04	0,04	0,04	-
Balança	Tempo (s)	360	360	360	-
	Tipo (CV)	0,5	0,5	0,5	-
	Custo (R\$)	0,01	0,01	0,01	-
Aspersores de Óleo	Tempo (s)	-	-	-	60
	Tipo (CV)	0,0	0,0	-	5,0
	Custo (R\$)	0,00	0,00	-	0,02
Custo Eletricidade I (R\$t ⁻¹)		2,65	2,44	1,79	0,02
Convencional	Milho	F. soja	F. Trigo	Óleo	Total
Crescimento I	100,10	47,72	-	0,01	147,84
Crescimento II	138,25	37,00	4,31	-	179,56
Terminação I	142,10	25,59	10,08	-	177,77
IPF	Milho	F. soja	F. Trigo	Óleo	Total
A	52,36	59,55	-	0,04	111,94
B	321,57	15,06	42,24	-	378,87

Apêndice S – Custos de energia elétrica nas etapas de produção das rações e final para o sistema convencional e o IPF, II

Equipamento	Valor da Tarifa (R\$ por kW*h)	Convencional			IPF		
		Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B	
				0,29595			
Misturador	Tempo (s)	360	360	360	360	360	
	Tipo (CV)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	
	Custo (R\$)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	
Trua 6	Tempo (s)	318	324	325	305	327	
	Tipo (CV)	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
	Custo (R\$)	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18	
Elevador 5	Tempo (s)	309	314	315	296	317	
	Tipo (CV)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
	Custo (R\$)	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19	
Peletizadora	Tempo (s)	297	302	303	285	305	
	Tipo (CV)	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	
	Custo (R\$)	2,29	2,28	2,25	2,31	2,15	
Elevador 6	Tempo (s)	280,0	280,0	280,0	280,0	280,0	
	Tipo (CV)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
	Custo (R\$)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
Custo Elétrico II (R\$t ⁻¹)		2,98	3,02	3,03	2,87	3,05	
	Total	178,71	217,76	218,44	137,89	475,73	
Custo Elétrico (Tabela I + Tabela II) (R\$t ⁻¹)			326,54	397,31	396,21	249,83	854,60
Custo Elétrico por ração (R\$t ⁻¹)			5,44	5,52	5,50	5,20	5,48
			Convencional			IPF	
Custo Elétrico (R\$t ⁻¹)			6,42			6,33	

Apêndice T – Descrição do número de viagens e quantidade de ração transportada para abastecer o sistema convencional e o IPF

Nº de Viagens	Convencional			IPF	
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B
1	12	-	-	6	6
2	12	-	-	6	6
3	12	-	-	6	6
4	12	-	-	6	6
5	12	-	-	3	9
6	-	12	-	3	9
7	-	12	-	3	9
8	-	12	-	3	9
9	-	12	-	3	9
10	-	12	-	3	9
11	-	12	-	3	9
12	-	-	12	3	9
13	-	-	12	-	12
14	-	-	12	-	12
15	-	-	12	-	12
16	-	-	12	-	12
17	-	-	12	-	12
Total de Ração Transportada (t)	60	72	72	48	156

Apêndice U – Síntese do transporte de rações para um lote no sistema convencional e no IPF

	Convencional			IPF	
	Crescimento I	Crescimento II	Terminação	A	B
Consumo estimado por Ração (kg)	55977,5	71456,9	76449,9	47939,2	155945,0
Ração Transportada (kg)	60000,0	72000,0	72000,0	48000,0	156000,0
Consumo Real da Ração (kg)	60000,0	72000,0	71884,2	47939,2	155945,0
Diferença entre Real e Estimado	4022,5	543,1	-4565,7	0,0	0,0
Custo Total por Ração (R\$)	35489,6	37856,6	33910,6	33921,4	65533,0
Sobras da Ração (kg)			115,8	60,8	55,0
		Convencional		IPF	
Total Transportado (kg)		204000,0		204000,0	
Custo Total das Rações (R\$)		107256,8		994534,0	
Custo por Ração (R\$t ⁻¹)		525,77		487,52	

Apêndice V – Descrição dos custos com combustível, mão-de-obra com incidência dos encargos sociais, depreciação e taxas no transporte de rações da indústria de ração a granja

Combustível		
	Convencional	IPF
Distancia média da granja (km)	80	80
Tempo médio de viagem (minutos)	145	145
Total km Percorridos	1360	1360
Consumo Médio de Diesel (km/litro)	3,0	3,0
Consumo de Diesel (Litros)	453,3	453,3
Preço do Diesel (UR\$/Litro)	1,992	1,992
Custo Total com Diesel (R\$)	903,04	903,04
Custo com Combustível (R\$t ⁻¹)	4,43	4,43
Mão-de-obra		
Salário	510,00	510,00
Encargos Sociais A		
Previdência Social (20%)	102,00	102,00
Seguro Acidente de Trabalho (0,02%)	10,20	10,20
FGTS (0,08%)	40,80	40,80
FGTS - Contribuição adicional (0,005%)	2,55	2,55
INCRA (0,002%)	1,02	1,02
SESI/SESC (0,015%)	7,65	7,65
SENAI/SENAC (0,01%)	5,10	5,10
SEBRAE (0,006%)	3,06	3,06
Proventos B		
Repouso Semanal (0,1877%)	95,73	95,73
Férias (0,0939%)	47,89	47,89
1/3 Constitucional sobre férias (0,0361%)	18,41	18,41
Feriados (0,0361%)	18,41	18,41
13° Salário (0,1083%)	55,23	55,23
Incidência Cumulativa do grupo A/B (0,1677%)	85,53	85,53
Total de Salários	1004,55	1004,55
Custo com Salários (R\$t ⁻¹)	0,92	0,92
Custos do Caminhão		
Preço Médio do Caminhão (R\$)	265000,00	265000,00
Taxa de Depreciação Anual do Caminhão (%)	20,0	20,0
Depreciação Mensal do Caminhão (R\$)	4416,67	4416,67
Taxa Mensal de Manutenção (R\$)	2650,00	2650,00
Custo do caminhão (R\$t ⁻¹)	6,47	6,47

Apêndice W – Descrição dos custos com equipamentos, depreciação, energia e manutenção na armazenagem e fornecimento das rações na granja

Equipamentos			
Fornecimento	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Nº de Silos (6,5 t)	-	1	
Nº de Silos (13 t)	1	1	
Custo dos Silos - 6,5 t (R\$)	-	7144,75	
Custo dos Silos - 13 t (R\$)	9517,5	9517,5	
Nº de linhas de Distribuição	1	2	
Custo das Linhas (R\$)	3007,50	6015,00	
Animais por Comedouro	50	50	
Nº de Comedores	20	20	
Custos (R\$)	10240,00	70000,00	
Custo <i>Transponder</i>	-	9900,00	
Equipamentos (R\$)	22765,00	102577,25	79812,25
Depreciação			
Taxa Anual (%)	10	10	
Silos por lote (R\$)	1,17	2,04	0,88
Linhas por lote (R\$)	0,37	0,74	0,37
Comedores por lote (R\$)	0,06	0,43	0,37
<i>Transponder</i> (R\$)	-	1,21	
Depreciação (R\$t⁻¹)	1,60	4,42	2,82
Eletricidade			
Custo (R\$ por kW*h)	0,20363	0,20363	
Tempo (min.)	97	97	
Tipo (CV)	1,0	1,0	
Valor no Processo (R\$)	0,24	0,24	
Comedouro em serviço (h)	-	12,0	
Consumo em serviço (kW)	-	0,00	
Valor por Horas (R\$/kW*h)	-	0,01	
Valor no Processo (R\$)	-	0,05	
Comedouro em repouso (h)	-	12,0	
Consumo em repouso (kW)	-	0,00	
Valor por Horas (R\$/kW*h)	-	0,01	
Valor no Processo (R\$)	-	0,03	
ICMS sobre Energia (12%)	12,00	12,00	
Eletricidade (R\$t⁻¹)	0,27	0,34	0,07
Manutenção			
Taxa Mensal (%)	0,10	0,10	
Custo Mensal (R\$)	22,77	102,58	69,91
Custo Mensal (R\$t⁻¹)	0,33	1,51	1,17

Apêndice X – Síntese dos custos de produção, transporte e fornecimento de deitas para o sistema convencional e o IPF

Indústria de Rações (R\$t ⁻¹)			
	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Custo da Ração	525,77	487,52	-38,25
Depreciação	3,78	3,78	
Salários + Encargos Sociais	8,54	8,54	
Eletricidade	6,42	6,33	-0,09
Total	544,52	506,18	-38,34

Transporte (R\$t ⁻¹)			
	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Depreciação	4,04	4,04	
Combustível	4,43	4,43	
Salários + encargos sociais	0,92	0,92	
Manutenção	2,43	2,43	
Total	11,81	11,81	0,00

Fornecimento (R\$t ⁻¹)			
	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Depreciação	1,60	4,42	2,82
Eletricidade	0,27	0,34	0,07
Manutenção	0,33	1,51	1,17
Total	2,20	6,27	4,07

Geral			
	Convencional (A)	IPF (B)	Dif. A vs B
Custo das Rações (R\$t ⁻¹)	558,53	524,26	-34,27
Custo do lote (R\$)	113876,21	106889,02	-6987,18
Custo por Animal (R\$)	113,88	106,89	-6,99

Apêndice Y - Produção bibliográfica durante o curso de Mestrado

Artigos completos publicados em periódicos

1. ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., LANFERDINE, E., LEHNEN, C. R., ROSSI, C. A. R., HAUSCHILD, L., FRAGA, B. N., GARCIA, G. G., MALLMANN, C. A.; Alimentação de leitoas pré-púberes com dietas contendo aflatoxinas ou zearalenona. *Archivos de Zootecnia*, v.59, p.123 – 130, 2010.

Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo)

1. PEREIRA, J. L., LOVATTO, P. A., LANFERDINE, E., FRAGA, B. N., MELCHIOR, R., KLEIN, C. C. Avaliação de ácidos graxos no tecido adiposo de suínos alimentados com gordura vegetal ou animal. In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, 2010, Santa Maria. **Anais 25ª JAI**, 2010.

2. FRAGA, B. N., LOVATTO, P. A., KIPPER, M. S., TAVARES, S. G., ZALTRON, C. M., DEMORI, A. B.; Comparação entre programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação; In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, 2010, Santa Maria. **Anais 25ª JAI**, 2010.

3. LOVATO, G. D., GARCIA, G. G., CERON, M. S., FRAGA, B. N., VENDRUSCULO, J., OLIVEIRA, L. X.; Estudo meta-analítico do efeito das fumonisinas sobre o desempenho de suínos em crescimento. In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, 2010, Santa Maria. **Anais 25ª JAI**, 2010.

4. KLEIN, C. C., LOVATTO, P. A., FRAGA, B. N., FERNANDES, D. N., SANTOS, J. S., Silva, M. F. R.; Modelagem da transposição para a suinocultura gaúcha do IPF (Intelligent Precision Feeder) In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, 2010, Santa Maria. **Anais 25ª JAI**, 2010.

5. DEMORI, A. B., LOVATTO, P. A., FRAGA, B. N., REMUS, A., CERON, M. S., OLIVEIRA, L. X.; Relação das aflatoxinas com variáveis de desempenho e peso de órgãos em frangos de corte: uma meta-análise. In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, 2010, Santa Maria. **Anais 25ª JAI**, 2010.

6. OLIVEIRA, L. X., GARCIA, G. G., Silva, M. F. R., FRAGA, B. N., RIFFEL, R. E., SANTOS, J. S.; Vulvometria e peso de órgãos de leitoas alimentadas com zearalenona. In: 25ª Jornada Acadêmica Integrada, 2010, Santa Maria. **Anais 25ª JAI**, 2010.

7. TASSINARI, R., GARCIA, G. G., LEHNEN, C. R., ZALTRON, C. M., MATOZO, I., FRAGA, B. N.; Alimentação de leitões em creche com dietas contendo ou não ácido cólico In: XXIV Jornada Acadêmica Integrada, 2009, Santa Maria - RS. **Anais da XXIV Jornada Acadêmica Integrada**, 2009.

8. BROCH, J., GARCIA, G. G., FRAGA, B. N., MATOZO, I., CERON, M. S.,

MELCHIOR, R.; Alimentação de leitões em creche com dietas contendo óxido de zinco In: XXIV Jornada Acadêmica Integrada, 2009, Santa Maria - RS. **Anais da XXIV Jornada Acadêmica Integrada**, 2009.

9. TAFFAREL, T. R., LOVATTO, P. A., FRAGA, B. N., ROSSI, C. A. R., LANFERDINE, E., RIFFEL, R. E.; Desempenho e espessura de toucinho em suínos alimentados In: XXIV Jornada Acadêmica Integrada, 2009, Santa Maria - RS. **Anais da XXIV Jornada Acadêmica Integrada**, 2009.

10. LANFERDINE, E., LOVATTO, P. A., FRAGA, B. N., KLEIN, C. C., ANDRETTA, I., MATOZO, I.; Lisina na alimentação de leitões em creche: uma méta-análise In: XXIV Jornada Acadêmica Integrada, 2009, Santa Maria - RS. **Anais da XXIV Jornada Acadêmica Integrada**, 2009.

11. FERNANDES, D. N., LOVATTO, P. A., FRAGA, B. N., Porolnik, G. V., LOVATO, G. D., CERON, M. S.; Qualidade de carcaça e de carne em suínos alimentados com dietas contendo complexos enzimáticos In: XXIV Jornada Acadêmica Integrada, 2009, Santa Maria - RS. **Anais da XXIV Jornada Acadêmica Integrada**, 2009.

12. FRAGA, B. N., GARCIA, G. G., ROSSI, C. A. R., ANDRETTA, I., CERON, M. S., RIFFEL, R. E.; Uso de levedura desidratada na dieta de leitões desmamados em substituição ao farelo de soja: meta-análise sobre morfologia intestinal In: XXIV Jornada Acadêmica Integrada, 2009, Santa Maria - RS. **Anais da XXIV Jornada Acadêmica Integrada**, 2009.

Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo expandido)

1. KLEIN, C. C., GARCIA, G. G., FRAGA, B. N., LANFERDINE, E., FERNANDES, D. N., Silva, M. F. R.; Alimentação de leitões em creche com dietas contendo milho e farelo de soja submetidos a diferentes processamentos In: Congresso de Iniciação Científica e Pós-Graduação - Sul do Brasil, 2010, Florianópolis. **Anais do I CICPG Congresso de Iniciação Científica e Pós-Graduação**; 2010.

2. LOVATO, G. D., LOVATTO, P. A., ROSSI, C. A. R., CERON, M. S., STIVANIN, S. C. B., FRAGA, B. N.; Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e ractopamina: características químicas do músculo *Longissimus dorsi* In: I Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável (I ANISUS), 2010, Chapecó. **I ANISUS**, 2010.

3. CERON, M. S., LOVATTO, P. A., ROSSI, C. A. R., LOVATO, G. D., FRAGA, B. N., ZALTRON, C. M.; Avaliação sensorial de salame elaborado com carne de suínos alimentados com dietas contendo ractopamina e extratos cítrico In: I Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável (I ANISUS), 2010, Chapecó-SC. **I ANISUS**, 2010.

4. LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., KIPPER, M. S., LEHNEN, C. R., FRAGA, B. N.; Efeitos de bactérias, coccídeos, vírus e micotoxinas sobre o desempenho de frangos de corte: estudo meta-analítico In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de

Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais da 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.**

5. ZALTRON, C. M., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., LANFERDINE, E., KIPPER, M. S., FRAGA, B. N.; Estudo meta-analítico do desempenho de frangos de corte em função do estresse por calor In: XX Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2010, Palmas. **Anais do Zootec 2010, 2010.**

6. LANFERDINE, E., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., MELCHIOR, R., FRAGA, B. N.; Ácido fumárico na alimentação de leitões em creche: uma meta-análise In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT, 2009.**

7. TAFFAREL, T. R., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., FRAGA, B. N., LANFERDINE, E.; Adição de enzimas em dietas para suínos em crescimento e terminação In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT, 2009.**

8. LEHNEN, C. R., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., HAUSCHILD, L., FRAGA, B. N., LOVATO, G. D.; Alimentação de suínos em crescimento e terminação com dietas contendo enzimas: meta-análise sobre o balanço do nitrogênio e digestibilidade do fósforo In: 46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá. **Anais dos resumos, 2009.**

9. CERON, M. S., LOVATTO, P. A., ROSSI, C. A. R., FRAGA, B. N., MELCHIOR, R.; Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e ractopamina: características de carcaça In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT, 2009.**

10. MELCHIOR, R., GARCIA, G. G., ANDRETTA, I., LANFERDINE, E., FRAGA, B. N.; Alimentação e frequência de diarreia de leitões alimentados com dietas contendo extratos cítricos In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT, 2009.**

11. ZALTRON, C. M., LOVATTO, P. A., LANFERDINE, E., ANDRETTA, I., MELCHIOR, R., FRAGA, B. N., LEHNEN, C. R., GARCIA, G. G.; Digestibilidade e metabolismo de dietas de suínos contendo extratos cítricos In: XI Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2009, Águas de Lindóia. **Anais da Zootec, 2009.**

12. FRAGA, B. N., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I., LANFERDINE, E., TAFFAREL, T. R.; Meta-análise da relação da levedura desidratada com desempenho de suínos em crescimento In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT, 2009.**

13. KIPPER, M. S., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., LEHNEN, C. R., FRAGA, B. N.; Meta-análise da relação entre infecção por coccídeos com desempenho de frangos de corte In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT, 2009.**

14. LEHNEN, C. R., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., FRAGA, B. N., KIPPER, M. S.; Níveis de lisina total e respostas zootécnicas para suínos em crescimento e terminação In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT**, 2009.
15. LEHNEN, C. R., LOVATTO, P. A., LOVATO, G. D., ANDRETTA, I., HAUSCHILD, L., FRAGA, B. N., ZALTRON, C. M.; Níveis de lisina total para suínos em crescimento e terminação: meta-análise dos componentes nutricionais e corporais In: 46° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá. **Anais dos resumos**, 2009.
16. ZALTRON, C. M., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., FRAGA, B. N., CERON, M. S., KLEIN, C. C., LOVATO, G. D.; Ractopamina na alimentação de suínos: meta-análise da relação com variáveis nutricionais e de desempenho In: XI Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2009, Águas de Lindóia. **Anais do ZOOTEC 2009**, 2009.
17. FRAGA, B. N., LEHNEN, C. R., ANDRETTA, I., CERON, M. S., MELCHIOR, R.; Relação da levedura desidratada com desempenho de suínos em creche: uma meta-análise In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT**, 2009.
18. ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., KIPPER, M. S., FRAGA, B. N.; Relação do ácido linoléico conjugado com a qualidade de carne em suínos: uma meta-análise In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT**, 2009.
19. ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., LEHNEN, C. R., HAUSCHILD, L., CARVALHO, A. D., FRAGA, B. N.; Relação do uso de enzimas em dietas para suínos com desempenho e a ingestão de nutrientes : uma meta-análise In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT**, 2009.
20. KIPPER, M. S., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., LEHNEN, C. R., FRAGA, B. N.; Relação entre infecção por coccídeos com dados epidemiológicos e clínicos em frangos de corte: uma meta-análise In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT**, 2009.
21. LEHNEN, C. R., LOVATTO, P. A., ANDRETTA, I., FRAGA, B. N., KIPPER, M. S.; Relações entre níveis de lisina total e componentes corporais em suínos em crescimento e terminação In: Exposição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009, Dois Vizinhos-PR. **Anais da ExpoUT**, 2009.