

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

GABRIEL COLELLA NAGEL

AVALIAÇÃO E AJUSTES DE DIETAS DE UMA
PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE SANTA CATARINA
COM O USO DO PROGRAMA INRAPORC®

FLORIANÓPOLIS – SC

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

GABRIEL COLELLA NAGEL

**AVALIAÇÃO E AJUSTES DE DIETAS DE UMA
PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE SANTA CATARINA COM O
USO DO PROGRAMA INRAPORC®**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como exigência para
obtenção da aprovação da disciplina de
Projeto de Conclusão de Curso, no curso
de Zootecnia, da Universidade Federal de
Santa Catarina.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Lucélia Hauptli

FLORIANÓPOLIS – SC

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Nagel, Gabriel Colella
Avaliação e ajustes de dietas de uma propriedade
suinicola de Santa Catarina com o uso do programa INRAPORC®
/ Gabriel Colella Nagel ; orientador, Lucélia Hauptli,
2021.
61 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. Suinocultura. 3. modelagem. I.
Hauptli, Lucélia. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Zootecnia. III. Título.

Gabriel Colella Nagel

AVALIAÇÃO E AJUSTES DE DIETAS DE UMA PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE SANTA CATARINA COM O USO DO PROGRAMA INRAPORC®

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 12 de Setembro de 2021.

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Lucelia Hauptli
Data: 29/09/2021 16:02:33-0300
CPF: 934.061.930-72
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a Lucélia Hauptli, Dr^a
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Priscila de Oliveira Moraes
Data: 29/09/2021 15:15:55-0300
CPF: 010.602.350-05
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a Priscila de Oliveira Moraes, Dr^a
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Sebastião Ferreira Magagnin
Data: 29/09/2021 22:54:05-0300
CPF: 055.950.159-50
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Engenheiro Agrônomo Sebastião Ferreira Magagnin
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a Professora Doutora Lucélia Hauptli, que mesmo nos momentos difíceis e anormais ocasionados pela pandemia do Covid-19, sempre esteve disposta a ajudar com seus conhecimentos e orientações. Obrigado por ter sido minha orientadora e ter auxiliado com as ótimas considerações ao longo do trabalho.

À Professora Doutora Priscila De Oliveira Moraes e ao produtor rural Fernando Esser, por terem fornecido e autorizado a utilização dos dados necessários para a realização das simulações deste trabalho.

Aos demais profissionais do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural e do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que sempre me apoiaram quando precisei.

À minha família que esteve sempre ao meu lado, me apoiando, aconselhando e incentivando em todas as minhas decisões. Obrigado pelo carinho e confiança.

E às amigas que fiz durante minha formação, obrigado pelos momentos de descontração e pela troca de conhecimento.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar estratégias nutricionais e propor ajustes de dietas utilizando a ferramenta INRAPORC® para suínos de fase inicial de uma granja comercial de Santa Catarina. O programa INRAPORC® foi alimentado com os dados da granja para as simulações: duas dietas da granja (Inicial 1 e Inicial 2), condições dos animais (leitões de 15 kg à 23,3 kg de peso vivo), consumindo ração à vontade. Foram comparados os dados de desempenho reais *versus* os estimados pelo INRAPORC®. Na Fase Inicial 1 a estimativa de consumo de ração médio diário (CRMD) do INRAPORC® foi maior que a obtida na granja pelos leitões (1,250 kg/dia *versus* 0,975 kg/dia), o mesmo ocorreu para ganho de peso médio diário (GPMD), que foi 0,529 kg/dia e 0,691 kg/dia, respectivamente na granja e na estimativa do Software, ficando a conversão alimentar (CA) em 1,84 (granja) e 1,80 (INRAPORC®). Na Fase Inicial 2, o CRMD (1,370 kg/dia *versus* 1,160 kg/dia), GPMD (0,869 kg/dia *versus* 0,749 kg/dia) também se mostraram superiores na estimativa do INRAPORC®, resultando na CA de 1,58 e 1,54; para INRAPORC e granja, respectivamente. As diferenças provavelmente ocorreram pelo fato da simulação não estimar possíveis perdas de ração ou situações de alterações de saúde dos leitões, o que mostrou maior eficiência dos animais na estimativa do software. De acordo com as simulações houve déficits de aminoácidos (lisina, metionina, treonina e triptofano) e de fósforo nas dietas ofertadas aos leitões, sendo possível reformular as dietas, buscando atender as necessidades nutricionais dos leitões de acordo com exigências nacionais. A nova fórmula, considerando os ingredientes da granja simulada no INRAPORC®, resultou em menor CRMD (1,25 kg/dia *versus* 1,24 kg/dia), melhor GPMD (0,691 kg/dia *versus* 0,770 kg/dia) e CA (1,80 *versus* 1,61) para os leitões consumindo a dieta Inicial 1, em relação as estimativas do programa com a fórmula original e a nova proposta de fórmula. Já para a Fase Inicial 2, o CRMD foi menor na dieta proposta (1,37 kg/dia *versus* 1,31 kg/dia) e também o GPMD (0,869 kg/dia *versus* 0,846 kg/dia), porém com melhor CA (1,58 *versus* 1,55 kg/dia), respectivamente, para a formulação antiga e nova proposta. O estudo mostrou que o software INRAPORC® foi eficaz em propor melhoria de estratégias nutricionais e de dietas para leitões nas fases Inicial 1 e 2, de 15 kg à 19,7 kg e de 19,7 kg a 23,3 kg de peso vivo, respectivamente, quando simulados a partir dos dados de composição de duas dietas e desempenho médio dos animais de uma propriedade suinícola de Santa Catarina, sem necessidade de avaliação in vivo.

Palavras-chave: creche, desempenho, leitões, modelagem.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Janela “*perfil animal*”, aba “*condições de granja*”, onde foi inserido o gênero “mixto” (machos e fêmeas), o “estado inicial” dos animais para simulação, com idade e peso e o “estado final” para simulação, com o período em dias.23
- Figura 2 - Janela “simulação suínos em crescimento” com um perfil animal denominado “*high performance*”; com programa de dietas, programa alimentar e dados de estado inicial e estado final, no programa INRAPORC®24
- Figura 3 - Janela “simulação”, aba “desempenhos”, onde foi simulado o ganho de peso (kg) ao longo do peso vivo (kg) dos suínos com o perfil animal “*high performance*”, com programa de dietas pré-definido “*biphase standard*” e com programa alimentar definido como “*ad libitum*”.25
- Figura 4 - Dados exportados do programa INRAPORC® para Excel®, avaliando o ganho de peso (g/d) em relação ao peso vivo do suíno.26
- Figura 5 – Partição de lisina (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.34
- Figura 6 - Partição de metionina (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.35
- Figura 7 - Partição de treonina (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.36
- Figura 8 - Partição de triptofano (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.37
- Figura 9 – Partição da energia metabolizável (%) originárias das dietas dos leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simulada a partir dos dados reais de uma granja.38
- Figura 10 - Partição do fósforo (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.39

Figura 11 - Partição do nitrogênio (%) na forma de rejeitos na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.	40
Figura 12 - Partição do fósforo (%) na forma de rejeitos na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.	41
Figura 13 - Partição de lisina (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	48
Figura 14 - Partição de metionina (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	49
Figura 15 - Partição de treonina (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	50
Figura 16 - Partição de triptofano (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	51
Figura 17 - Partição da Energia metabolizável (%) originárias das dietas reformuladas (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	52
Figura 18 - Partição do fósforo total (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	53
Figura 19 - Partição do nitrogênio (%) na forma de rejeitos nas dietas (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	54
Figura 20 - Partição do fósforo total (%) na forma de rejeitos nas dietas (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fase de vida e setores de produção comercial de suínos destinados ao abate.	16
Tabela 2 - Ingredientes e composição percentual dos nutrientes das dietas da Granja em estudo.....	19
Tabela 3 - Ingredientes e composição percentual dos nutrientes das dietas calculadas pelo programa.	21
Tabela 4 – Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da Dieta Inicial 1 entre a Granja em estudo e dados estimados pelo INRAPORC® e suas variações (%).	27
Tabela 5 - Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da Dieta Inicial 2 entre a Granja em estudo e dados estimados pelo INRAPORC® e suas variações (%).	29
Tabela 6 – Comparação do resultado do desempenho dos leitões consumindo as Dietas Inicial 1 e Inicial 2 na granja avaliada em relação aos dados estimados pelo INRAPORC®.....	30
Tabela 7 - Valores estimados pelo INRAPORC® de Energia Metabolizável (Kcal/kg) e nutrientes, utilizando uma dieta padrão de granja comercial para leitões nas Fases Inicial 1 (15 kg a 19,7 kg de peso vivo) e Inicial 2 (19,7 a 23,3 kg de peso vivo) comparando com as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2017)*.	42
Tabela 8 - Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da dieta Inicial 1 simulada pelo INRAPORC® em relação a Dieta INRAPORC® proposta e suas variações (%).	44
Tabela 9 - Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da dieta Inicial 2 simulada pelo INRAPORC® em relação a nova dieta INRAPORC® Proposta e suas variações (%).	45
Tabela 10 - Comparação do resultado da simulação do desempenho dos leitões consumindo as dietas reformuladas (INRAPORC® Proposta) nas fases Inicial 1 e Inicial 2 em relação as dietas da granja cadastradas no INRAPORC®.	46

Tabela 11 - Comparação dos "déficits" dos aminoácidos e do fósforo total da dieta simulada pelo INRAPORC®, nas fases Inicial 1 e Inicial 2 em relação as dietas reformuladas (INRAPORC® Proposta) e suas variações.56

SUMÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	1
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos Específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Panorama da Suinocultura Nacional e Catarinense	15
3.2. Suínos na Fase Inicial.....	16
3.3. Software INRAPORC®	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Alimentação dos dados no INRAPORC®	19
4.2. Simulação do modelo	23
4.3. Avaliação da predição do modelo nutricional INRAPORC®	26
4.4. Constatação da eficiência das dietas.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1. Avaliação da predição do modelo nutricional INRAPORC® em relação as dietas.	27
5.2. Avaliação comparativa do desempenho dos leitões.	30
5.3. Constatação da eficiência das dietas de acordo com o INRAPORC®	33
5.4. Proposta de ajustes das dietas para Simulação no INRAPORC®.....	42
6. CONCLUSÃO.....	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma das principais atividades econômicas do agronegócio brasileiro, atualmente o Brasil é o quarto maior produtor e exportador da carne suína do mundo (USDA, 2020), tendo um futuro promissor através de uma forte expansão do mercado interno. O aumento da produtividade nacional veio com a implantação de novos conhecimentos e tecnologias, tornando o estado de Santa Catarina o maior produtor de suínos (27,15%) e exportador (55,50%) da carne no Brasil (CIAS, 2020).

Os principais fatores que influenciam para elevar os índices zootécnicos da produção de suínos são o controle e manejo sanitário, bem-estar, melhoramento genético e nutrição (HECK, 2009). Na suinocultura, assim como em outros segmentos da produção animal, a alimentação é um dos fatores fundamentais de produção, representando, segundo Central de Inteligência de Aves e Suínos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CIAS, 2019), 76% dos custos totais de produção, e desses, mais de 60% dos custos são gerados no setor de crescimento e terminação (PEREIRA et al., 2014). Entretanto, com a atual redução da margem de lucro e conseqüente competitividade, faz-se necessária a adoção de manejos que reduzam a variabilidade de peso entre lotes, considerando-se esta talvez a maior oportunidade de ganhos zootécnicos, financeiros e sanitários num sistema de produção (ABCS, 2014).

Os suínos nascem com uma média de 1,5kg e até aproximadamente 25 kg, são considerados leitões, ou seja, jovens. A partir daí inicia a fase de crescimento, que vai dos 25 kg aos 70 kg de peso vivo, e dos 70 aos 98 dias de idade. A fase de terminação é a última fase do ciclo produtivo de animais destinados ao abate. A terminação vai até 100 a 130 kg de peso vivo dos suínos, onde estes apresentam uma média de 165 dias de idade (ROSTAGNO et al., 2017).

Na suinocultura há uma relação positiva entre o peso ao desmame e a eficiência de crescimento de suínos e qualidade de carcaça de animais abatidos. Além disso, existe um efeito multiplicador, que correlaciona o maior peso à saída da creche com o peso mais alto ao abate. Entretanto, um dos maiores problemas no sistema de produção dos leitões ocorre em função das alterações fisiológicas no início da fase de creche, principalmente de ordem enzimática relacionada à fisiologia digestiva dos leitões nos primeiros dias pós-desmame, no qual os leitões saíam de uma alimentação líquida para a sólida. Sendo assim, há grande preocupação com o desenvolvimento dos animais na creche, período que compreende do desmame até 63 ou 70 dias (idades que normalmente representam o final dessa fase), em que os principais objetivos de todo produtor ou agroindústria caminham em torno do alto

ganho de peso (entre 400 e 500 g/dia) e baixa conversão alimentar (entre 1,40 e 1,50) em lotes com boa uniformidade e baixa mortalidade (inferior a 1,0%) (ABCS, 2014).

Muitas ferramentas podem ser utilizadas no sentido de buscar alternativas para a redução de custos na alimentação dos suínos de produção. Um exemplo é uso da nutrição de precisão, que considera aspectos de variabilidade inter e intra-indivíduos (WATHES et al., 2008). É possível aplicar esse conceito nas formulações de ração, alojamento dos animais, fornecimento de ração individualizada; considerando que cada animal reage de diferente maneira a efeitos intrínsecos e de ambiente, este conceito busca reduzir a variabilidade entre os animais (WELLOCK et al., 2004).

Além deste conceito, existem ferramentas de modelagem, como o INRAPORC®, desenvolvido e distribuído pelo Institut National de La Recherche Agronomique (INRA) em associação com o INRA-CIRAD-AFZ (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement - Association Française de Zootechnie). O software integra de forma dinâmica, mecanicista e determinista, os fatores genéticos, nutricionais, ambientais, apresentando seus resultados de modo que permite visualizar as curvas de desempenho do animal, a utilização e necessidade dos nutrientes pelo mesmo (VAN MILGEN et al., 2008). Podendo ser utilizado para criar estratégias nutricionais que melhorem o desempenho dos suínos dos 15 a 150 kg de peso vivo, o software possui um conjunto de equações que descreve a resposta do animal relacionada ao fornecimento de nutrientes em condições não limitantes, onde é necessária a inserção dos dados pelo usuário para o funcionamento do modelo (VAN MILGEN, 2013). Logo, é possível utilizar banco de dados reais, para a simulação do crescimento dos suínos e, a partir dos resultados, realizar ajustes finos no fornecimento de nutrientes, possibilitando um melhor resultado na eficiência alimentar de suínos para aplicação em granjas.

O presente estudo tem a premissa de avaliar a eficiência do modelo nutricional INRAPORC® conforme o desempenho de leitões na Fase Inicial II, a partir dos 15 kg de peso vivo, na realidade de uma granja comercial de Santa Catarina, promovendo quando necessário, alterações nas dietas de acordo com as estimativas obtidas do software.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a eficiência do modelo nutricional INRAPORC® em validar o desempenho de um lote de suínos na fase Inicial (média de 15 kg de peso vivo) de uma granja de Santa Catarina.

2.2. Objetivos Específicos

- Alimentar o software de modelagem nutricional com dados de um lote de suínos na fase Inicial de uma granja de Santa Catarina (SC);
- Avaliar a estratégia nutricional a partir da simulação de desempenho dos suínos na fase Inicial.
- Propor ajustes nutricionais das dietas visando o ótimo desempenho dos animais da granja.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Panorama da Suinocultura Nacional e Catarinense

A suinocultura brasileira está consolidada como uma das atividades socioeconômicas mais importantes para o país. Além de gerar milhares de empregos, contribui de forma bastante positiva para o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro. A carne suína brasileira é exportada para mais de 70 países e internamente, é uma das proteínas mais consumidas. É uma cadeia que movimenta mais de 100 bilhões de reais por ano (SCHIMIDT, 2017). No ano de 2019 o Brasil abateu 4.124 mil toneladas de suínos, e logo no primeiro trimestre de 2020 foram cerca de 1.066 mil toneladas, resultando em um aumento de 7,6% no peso total de suínos abatidos em relação ao mesmo período do ano de 2019 (BRASIL, 2020a).

A suinocultura brasileira assume diferentes contornos quando se observa a escala de produção, o nível de adoção tecnológica e o arranjo produtivo entre o produtor e a empresa de processamento. O modelo produtivo, por exemplo, diferencia-se de acordo com a região do país. No Sul há predomínio de pequenos suinocultores integrados ou cooperados, especializados em determinada fase da produção, já a região sudeste é marcada por produtores independentes com produção de ciclo completo. Cada sistema está adaptado ao seu mercado e todos vêm ganhando eficiência e competitividade, mantendo um constante crescimento da produção nacional (ABCS, 2016).

A cadeia produtiva de suinocultura de Santa Catarina tem grande destaque no agronegócio brasileiro, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a região sul do Brasil abateu cerca de 2.720 mil toneladas de suínos no ano de 2019, correspondendo a 66% de todo abate do país. Santa Catarina lidera o *ranking* de maior produtor nacional (27,15%), seguido por Paraná e Rio Grande do Sul, (20,42%) e (18,45%) respectivamente, o estado também tem seu reconhecimento comercial por ser o maior exportador, com mais da metade (55,50%) de toda a exportação de carne suína do Brasil (BRASIL, 2020b).

De acordo com a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS, 2016), cerca de 60% das granjas de matrizes dos estados do Sul tem até 500 reprodutoras, com predomínio absoluto (81%) de produção integrada ou cooperada. A região concentra 96% das granjas de terminação, 95% das creches e 56% das granjas *wean to finish*, essas também vinculadas a agroindústrias ou cooperativas.

A suinocultura é uma atividade dinâmica, onde novas tecnologias e ferramentas de gestão surgem constantemente e em intervalos de tempo cada vez menores. Por outro lado, as crescentes exigências dos consumidores com o bem-estar animal e a sustentabilidade,

aliadas a escassez de mão de obra, tem se tornado outro desafio aos suinocultores (SCHIMIDT, 2017).

3.2. Suínos na Fase Inicial

Conforme Rostagno et al (2017), a fase Inicial de vida de um suíno se inicia aos 15 kg de peso vivo, a qual dura até aproximadamente 30 kg de peso vivo, onde em média a faixa etária dos suínos vai de 49 a 70 dias de idade. Neste período estima-se que os suínos consumam uma média de 1,036 kg de alimento por dia, com um ganho de peso diário em torno de 0,618 kg. Estas informações são referentes a suínos machos castrados de alto potencial genético com ganho regular médio (ROSTAGNO et al., 2017), esses dados podem variar de acordo com alguns fatores como: ambiência, potencial genético e qualidade nutricional da ração.

Na suinocultura é usual se trabalhar com setores de produção, além das fases de vida (pré-inicial, inicial, crescimento, etc). Logo, nos sistemas de produção a fase de creche é denominada como a fase de produção do suíno jovem (leitão) que vai do seu desmame (média de 24 dias de vida), perdurando por 42 dias, onde os suínos saem da fase com idade variando entre 63 a 70 dias (ABCS, 2014). O peso médio a desmame dos leitões está em 6,0 kg e na saída de creche o leitão pesa em torno de 25 kg de peso vivo (DE SOUZA et al., 2014; MAHAN et al., 1998). Na Tabela 1 é possível verificar as principais diferenças das médias de faixa de peso dos suínos em relação a sua fase de vida e os setores de produção comercial comumente utilizados para suínos destinados ao abate.

Tabela 1 - Fase de vida e setores de produção comercial de suínos destinados ao abate.

Fases de vida	Faixa de peso (kg de peso vivo)
Leitão Lactente	0 – 6 kg
Pré-inicial	6 – 15 kg
Inicial	15 – 30 kg
Crescimento	30 – 70 kg
Terminação	70 – 125 kg
Setores de Produção	
Creche	6 – 25 kg
Crescimento	25 – 70 kg
Terminação	70 – 125 kg

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A terminologia “creche” é utilizada pelo fato desse setor ter o diferencial de manejo aplicado a animais jovens, os quais tem particularidades em relação a ambiência (CAMPOS et al., 2009; NIEKAMP et al., 2007) e nutrição (PACE et al., 2020; TRINDADE NETO et al., 2002), principalmente. Na fase de desmame os leitões encontram uma mudança brusca na nutrição, devido a substituição da dieta praticamente exclusivamente de leite materno, por uma ração seca com inclusão de ingredientes vegetais. Com o desmame também ocorre a supressão da imunidade passiva fornecida através do leite que protege os leitões até seis semanas de vida. (KUMMER et al., 2009). Ao nascer até as duas primeiras semanas de vida, o trato digestivo dos leitões é ativo para a digestão dos componentes do leite: lactose, caseína e gordura (FERREIRA et al., 1988). Com o desmame em média aos 24 dias de vida, os leitões passam a consumir dietas com constituintes vegetais, como milho e soja, ocorrendo a necessidade de adaptação na produção de enzimas pancreáticas e dos órgãos auxiliares da digestão (MAKKINK et al., 1994), a qual ocorre de forma gradativa. Logo, para a formulação das dietas nessa fase devem ser considerados ingredientes de alta digestibilidade (proteínas de origem animal, fontes de lactose, aminoácidos industriais), pois a limitação digestiva, leva à queda da imunidade e redução do consumo alimentar, podendo resultar em doenças e redução na taxa de crescimento (QUADROS et al., 2002).

O consumo alimentar de um leitão na fase de creche representa uma baixa percentagem no total de ração até o abate, em torno de 2,6%, mas o desempenho na creche influencia até 30% o ganho de peso até o abate (COLE & VARLEY, 2000), evidenciando a importância de um bom manejo nutricional nesta fase e a possibilidade de um alto investimento nas dietas na fase de creche, com garantia de retorno.

Estudos evidenciam que existe uma correlação direta entre a taxa de crescimento dos leitões recém-desmamados e o número de dias necessários para atingirem o peso de abate, ou seja, quanto mais pesados e saudáveis os leitões saem da creche, mais cedo atingirão o peso de abate (FREITAS et al., 2014, SNELSON, 2000).

Muitos estudos são realizados na fase de creche, que inclui a fase Inicial dos suínos, visando melhorar a eficiência dos leitões e/ou redução nos custos de produção. Considerando que a alimentação tem grande impacto nos custos dessas fases produtivas, estudos específicos avaliando suplementação de aminoácidos (GIRÔTTO JÚNIOR et al., 2013; ZANGERONIMO et al., 2006), uso de aditivos (COSTA et al., 2011; JUNQUEIRA et al., 2009; SANTOS et al., 2016), adequação de exigências nutricionais (BISINOTO et al., 2006; KIEFER e DE QUADROS, 2009) mostram que é possível adotar algumas medidas especificamente nutricionais que viabilizem melhor custo/benefício na fase de creche.

Porém, boa parte dessas avaliações ocorre em instituições de pesquisa. São poucos os estudos que propõem soluções em granjas comerciais, avaliando os dados dessas no local (MARIMON, 2018; MORAES, 2008).

3.3. Software INRAPORC®

O INRAPORC® é desenvolvido e distribuído pelo Institut National de La Recherche Agronomique (INRA) em associação com o INRA-CIRAD-AFZ (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement - Association Française de Zootechnie). O software integra de forma dinâmica, mecanicista e determinista, os fatores genéticos, nutricionais, ambientais, apresentando seus resultados de modo que permite visualizar as curvas de desempenho do animal, a utilização e necessidade dos nutrientes pelo mesmo (VAN MILGEN et al., 2008).

Van Milgen et al. (2008) descreve o INRAPORC® como um sistema composto por três módulos, um é voltado para a nutrição em que é possível informar os níveis nutricionais de ingredientes, das dietas formuladas e estratégia nutricional (quantidade e período de fornecimento de cada dieta). O outro módulo é específico para porcas gestantes e lactantes, e o último caracteriza suínos em crescimento, em que é possível especificar o lote pelo gênero, idade e peso vivo inicial, peso final, e criar um perfil animal baseado em duas variáveis de estado: proteína corporal e lipídio corporal.

Os objetivos do modelo de crescimento INRAPORC® para suínos são: analisar a utilização dos nutrientes para perfis de animais específicos, avaliando os efeitos da adoção de diferentes estratégias nutricionais em relação à utilização dos nutrientes pelos animais, desempenho e características de carcaça (VAN MILGEN et al., 2008). De acordo com o software, pode ser adotada uma estratégia para caracterizar o perfil animal em condições reais de campo (HAUSCHILD, 2010), em que a utilização de nutrientes é baseada em conceitos de energia e proteína ideal. O modelo inclui também o consumo de alimento, a partição de energia em deposição de proteína e lipídios e a disponibilidade de proteína e aminoácidos da dieta (VAN MILGEN et al., 2008). Por tanto, o INRAPORC® além de avaliar os nutrientes também possibilita ao formulador ajustar à dieta de acordo com os excessos e os déficits observados no decorrer do período de alimentação, além de contribuir para a redução de custos nas fases de crescimento e terminação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural (DZDR) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O software INRAPORC® foi baixado diretamente do site do INRA UMR SENAH, pois o programa é gratuito para fins educacionais (van MILGEN, 2013). Os dados reais da granja para simulação no programa foram fornecidos pelo Fernando Esser, com sua autorização para utilização do banco de dados nas simulações. A composição das dietas foram obtidas a partir dos rótulos das rações utilizadas na granja.

4.1. Alimentação dos dados no INRAPORC®

Após a instalação do programa, este foi alimentado com dados de uma granja comercial de Santa Catarina em avaliação, originados das fases iniciais da produção. (Tabela 2).

No módulo “*Dietas*” do INRAPORC®, a janela de “Composição de Ingredientes” utiliza dados de ingredientes da Associação Francesa de Zootecnia (AFZ/INRA), no entanto, é também possível incluir ingredientes específicos que não constam nessa base. Neste contexto, foram cadastrados e atualizados no programa alguns ingredientes (milho, farelo de soja, plasma suíno, farinha de carne e ossos, núcleo e premix vitamínico/mineral) utilizados nas rações da granja de estudo, referentes a Fase Inicial 1 e Inicial 2.

Tabela 2 - Ingredientes e composição percentual dos nutrientes das dietas da Granja em estudo.

Ingredientes	Granja	
	Fase Inicial 1	Fase Inicial 2
Milho (7,86% de PB)	54,83	58,37
Farelo soja (45% de PB)	29,25	27,58
Núcleo ¹	10,00	-
Premix vitamínico/mineral ²	-	0,50
Farinha de carne e ossos (46% de PB)	-	8,00
Óleo de soja	2,91	3,65
L-Lisina HCl	0,03	0,40
L-Treonina	0,02	0,16
DL-Metionina	-	0,09
Plasma suíno <i>spray dried</i>	0,50	-
Calcário calcítico	1,65	0,17
Sal comum	0,11	0,38
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10
Inerte	0,60	0,60
	100,00	100,00

Nutrientes		
Proteína Bruta (%)	19,35	21,25
Lisina Total (%)	1,35	1,25
Metionina Total (%)	0,27	0,36
Treonina Total (%)	0,90	0,81
Triptofano Total (%)	0,23	0,22
Cálcio (%)	0,97	1,10
Fósforo Total (%)	0,30	0,57
Sódio (%)	0,22	0,23
Fibra bruta (%)	2,60	2,47
Energia Met. Kcal/kg	3375	3350

¹ Núcleo – níveis de garantia: Energia Metabolizável: 3450 kcal/kg; umidade (máx) 130g/kg; ácido fólico (mín.) 14mg/kg; ácido pantotênico 295mg/kg; biotina 1,0mg/kg; kg; cálcio (mín-máx) 25 - 45g; cobalto (mín.) 4.5mg/kg; cobre (mn.) 1200mg/kg; colina (mín.) 4500mg/kg; cloro (mín) 95g/kg; cromo (mín.) 2mg/kg; extrato etéreo (mín.) 1000 mg/kg; ferro (mín.) 800mg/kg; fibra bruta (máx.) 10g/kg; fósforo (mín.) 20g/kg; iodo (mín.) 13mg/kg; lisina (mín) 35g/kg; manganês (mín.) 650mg/kg; matéria mineral (máx.) 300g/kg; metionina (mín.) 10g/kg; niacina (mín.) 300mg/kg; proteína bruta (mín.) 40g/kg; sódio (mín.) 15g/kg; selênio (mín.) 4mg/kg; treonina (mín.) 16g/kg; triptofano (mín.) 30mg/kg; vitamina A (mín.) 120000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 18mg/kg; vitamina B12 (mín.) 280mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 50mg/kg; vitamina B6 (mín.) 50mg/kg; vitamina D3 (mín.) 19000 IU/kg; vitamina E (mín.) 850 IU/kg; zinco (mín.) 18.5g/kg. ² Premix vitamínico mineral – níveis de garantia: ácido fólico (mín.) 290mg/kg; ácido pantotênico 5900mg/kg; beta glucanase 5000mg/kg; biotina 19mg/kg; cobalto (mín.) 90mg/kg; cobre (mín.) 23g/kg; colina (mín.) 95g/kg; ferro (mín.) 16g/kg; iodo (mín.) 260mg/kg; manganês (mín.) 13g/kg; niacina (mín.) 5800mg/kg; selênio (mín.) 85mg/kg; vitamina A (mín.) 2400,000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 390mg/kg; vitamina B12 (mín) 5900mcg/kg; vitamina B2 (mín) 1000mg/kg; vitamina B6 (mín.) 950mg/kg; vitamina D3 (mín.) 380000 IU/kg; vitamina E (mín.) 17000 IU/kg; vitamina K3 (mín) 480 mg/kg; Xylanase 5000 mg/kg; zinco (mín.) 28g/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após a constatação da presença de todos os ingredientes necessários para formar a composição centesimal das dietas existentes na granja, estes foram cadastrados na janela “*Composição da Dieta*” que foi nomeada de acordo a fase, por exemplo “Inicial I”.

As composições centesimais dos ingredientes das rações foram utilizadas para a simulação do crescimento dos suínos. Conforme a composição da dieta formulada, o próprio programa estima os níveis nutricionais desta, através da composição de nutrientes presentes nos ingredientes. (Tabela 3). Cabe salientar que a composição nutricional dos ingredientes (milho, farelo de soja, plasma suíno, farinha de carne e ossos, núcleo e premix vitamínico/mineral) foram atualizada de acordo com tabelas nutricionais de referência nacionais.

Tabela 3 - Ingredientes e composição percentual dos nutrientes das dietas calculadas pelo programa.

Ingredientes	INRAPORC®	
	Fase Inicial 1	Fase Inicial 2
Milho (7,86% de PB)	54,83	58,37
Farelo soja (45% de PB)	29,25	27,58
Núcleo ¹	10,00	-
Premix vitamínico/mineral ²	-	0,50
Farinha de carne e ossos (46% de PB)	-	8,00
Óleo de soja	2,91	3,65
L-Lisina HCl	0,03	0,40
L-Treonina	0,02	0,16
DL-Metionina	-	0,09
Plasma suíno <i>spray dried</i>	0,50	-
Calcário calcítico	1,65	0,17
Sal comum	0,11	0,38
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10
Inerte	0,60	0,60
	100,00	100,00
Nutrientes		
Proteína Bruta (%)	19,35	21,23
Lisina Total (%)	1,35	1,39
Metionina Total (%)	0,30	0,41
Treonina Total (%)	0,89	0,93
Triptofano Total (%)	0,25	0,22
Cálcio (%)	0,66	1,13
Fósforo Total (%)	0,35	0,79
Sódio (%)	0,10	0,23
Fibra bruta (%)	2,99	2,97
Energia Met. Kcal/kg	3043	3258

¹ Núcleo – níveis de garantia: Energia Metabolizável: 3450 kcal/kg; umidade (máx) 130g/kg; ácido fólico (mín.) 14mg/kg; ácido pantotênico 295mg/kg; biotina 1,0mg/kg; cálcio (mín-máx) 25 - 45g; cobalto (mín.) 4.5mg/kg; cobre (mn.) 1200mg/kg; colina (mín.) 4500mg/kg; cloro (mín) 95g/kg; cromo (mín.) 2mg/kg; extrato etéreo (mín.) 1000 mg/kg; ferro (mín.) 800mg/kg; fibra bruta (máx.) 10g/kg; fósforo (mín.) 20g/kg; iodo (mín.) 13mg/kg; lisina (mín) 35g/kg; manganês (mín.) 650mg/kg; matéria mineral (máx.) 300g/kg; metionina (mín.) 10g/kg; niacina (mín.) 300mg/kg; proteína bruta (mín.) 40g/kg; sódio (mín.) 15g/kg; selênio (mín.) 4mg/kg; treonina (mín.) 16g/kg; triptofano (mín.) 30mg/kg; vitamina A (mín.) 120000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 18mg/kg; vitamina B12 (mín.) 280mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 50mg/kg; vitamina B6 (mín.) 50mg/kg; vitamina D3 (mín.) 19000 IU/kg; vitamina E (mín.) 850 IU/kg; zinco (mín.) 18.5g/kg. ² Premix vitamínico mineral – níveis de garantia: ácido fólico (mín.) 290mg/kg; ácido pantotênico 5900mg/kg; beta glucanase 5000mg/kg; biotina 19mg/kg; cobalto (mín.) 90mg/kg; cobre (mín.) 23g/kg; colina (mín.) 95g/kg; ferro (mín.) 16g/kg; iodo (mín.) 260mg/kg; manganês (mín.)

13g/kg; niacina (mín.) 5800mg/kg; selênio (mín.) 85mg/kg; vitamina A (mín.) 2400,000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 390mg/kg; vitamina B12 (mín.) 5900mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 1000mg/kg; vitamina B6 (mín.) 950mg/kg; vitamina D3 (mín.) 380000 IU/kg; vitamina E (mín.) 17000 IU/kg; vitamina K3 (mín.) 480 mg/kg; Xylanase 5000 mg/kg; zinco (mín.) 28g/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No módulo *Crescimento (Suínos em Crescimento)* foram inseridas, na Janela “*programa de dietas*”, as informações de como foi fornecida a dieta e quantas rações foram utilizadas no período em avaliação dos leitões, as quais foram inseridas como fornecimento à vontade, seguindo as informações da granja.

A ração Inicial 1 foi simulada no programa para atender os leitões com 15 kg de peso vivo até atingirem em média 19,7 kg, dos 49 até 58 dias de idades (9 dias), conforme ocorreu com a realidade da granja. A ração Inicial 2 foi simulada para atender os leitões dos 19,7 kg até média de 23,3 kg de peso vivo, totalizando cerca de 5 dias de oferta, dos 58 até 63 dias de idade.

Na janela “*perfil animal*” que descreve o desempenho potencial dos suínos em crescimento determinado por uma aba chamada “*condições da granja*”, foi inserido: gênero, que no caso da granja é misto (machos e fêmeas); dados de estado inicial: idade inicial e peso vivo inicial; dados de estado final: período em dias e peso vivo (kg) e, em relação a genética, os leitões foram considerados como “*high performance*” por se tratar de linhagens genéticas melhoradas (híbridos comerciais), conforme Figura 1.

Figura 1 - Janela “*perfil animal*”, aba “*condições de granja*”, onde foi inserido o gênero “mixto” (machos e fêmeas), o “estado inicial” dos animais para simulação, com idade e peso e o “estado final” para simulação, com o período em dias.

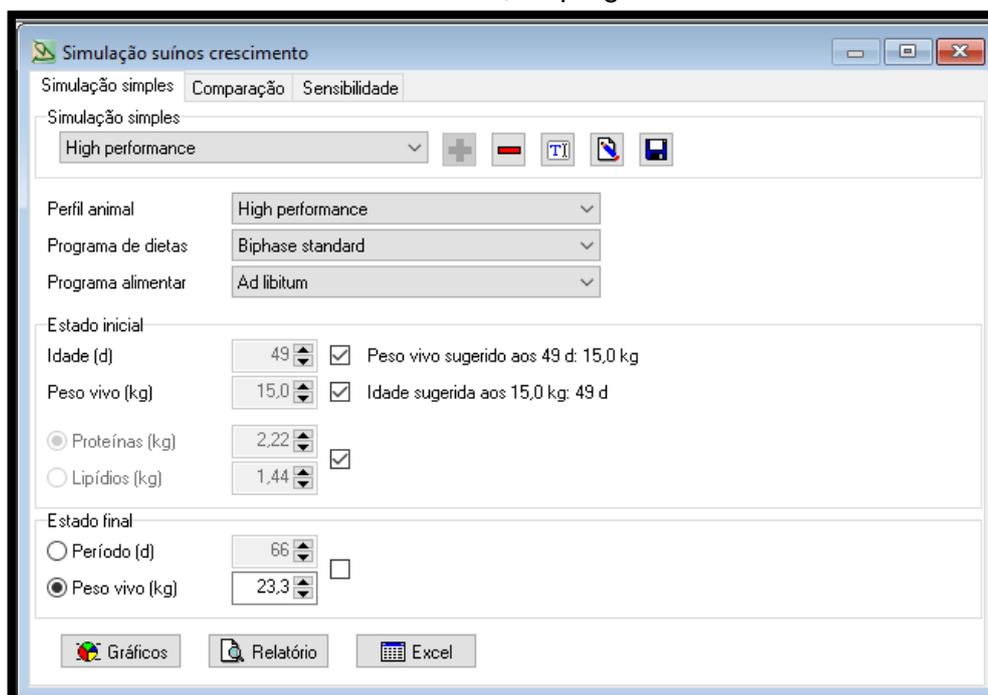
The screenshot shows a software window titled "Perfil suíno crescimento". At the top, there is a "Perfil animal" dropdown menu set to "High performance". Below this, there are several icons: a green plus sign, a red minus sign, a blue 'T' icon, a blue document icon, a blue folder icon, and a magnifying glass icon. The main area is divided into two tabs: "Condições da granja" (selected) and "Consumo à vontade e desempenho". Under the "Condições da granja" tab, there is a "Gênero" dropdown menu set to "Mixto". Below this, there are two sections: "Estado inicial" and "Estado final". In the "Estado inicial" section, there are three input fields: "Idade (d)" with the value 49, "Peso vivo (kg)" with the value 15,0, and "Proteínas (kg)" with the value 2,22. The "Proteínas (kg)" option is selected with a radio button. In the "Estado final" section, there are three input fields: "Período (d)" with the value 66, "Peso vivo (kg)" with the value 23,3, and "Rendimento -%" with the value 79,0. The "Peso vivo (kg)" option is selected with a radio button.

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

4.2. Simulação do modelo

Após a alimentação dos dados, foi realizada a simulação das informações de entrada da granja, utilizando a Janela “*simulação simples*”. Nesta janela foi determinado o perfil do animal a ser simulado. O perfil foi selecionado para a simulação a qual se refere, da mesma forma com o “*programa de dietas*” e “*programa alimentar*”, juntamente com as informações de “*estado inicial*” e “*estado final*”. (Figura 2).

Figura 2 - Janela “simulação suínos em crescimento” com um perfil animal denominado “*high performance*”; com programa de dietas, programa alimentar e dados de estado inicial e estado final, no programa INRAPORC®.

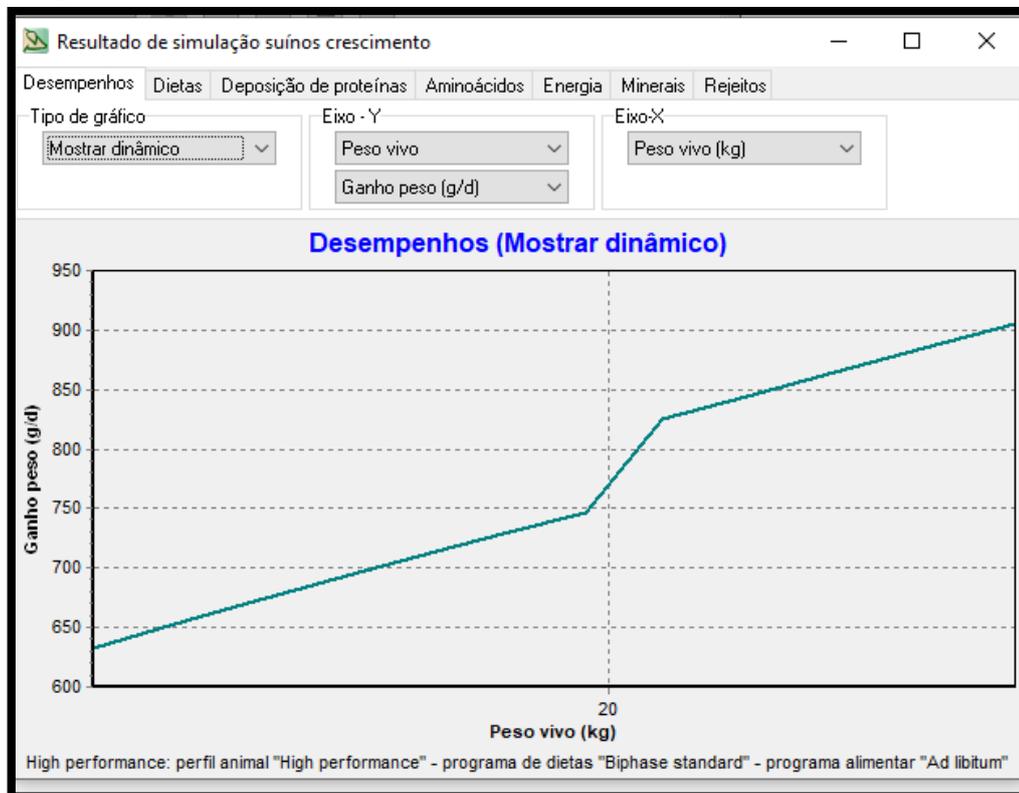


Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Com as informações inseridas, o botão “*gráficos*” trouxe uma janela ampla com abas que estimaram o crescimento do grupo de suínos cadastrados, dividido em abas, como: “*desempenhos*”, “*dietas*”, “*deposição de proteínas*”, “*aminoácidos*”, “*energia*”, “*minerais*” e “*rejeitos*”.

Para este estudo foram utilizadas as informações da aba “*desempenho*”, “*aminoácidos*”, “*energia*”, “*minerais*” e “*rejeitos*”, nutrientes que podem “sobrar” pelo desbalanceamento da dieta. Para os dados de desempenho o INRAPORC® apresenta um eixo “x” e um eixo “y” que determinam as informações de desempenho de acordo com os dados utilizados para a simulação (Figura 3).

Figura 3 - Janela “simulação”, aba “desempenhos”, onde foi simulado o ganho de peso (kg) ao longo do peso vivo (kg) dos suínos com o perfil animal “*high performance*”, com programa de dietas pré-definido “*biphase standard*” e com programa alimentar definido como “*ad libitum*”.



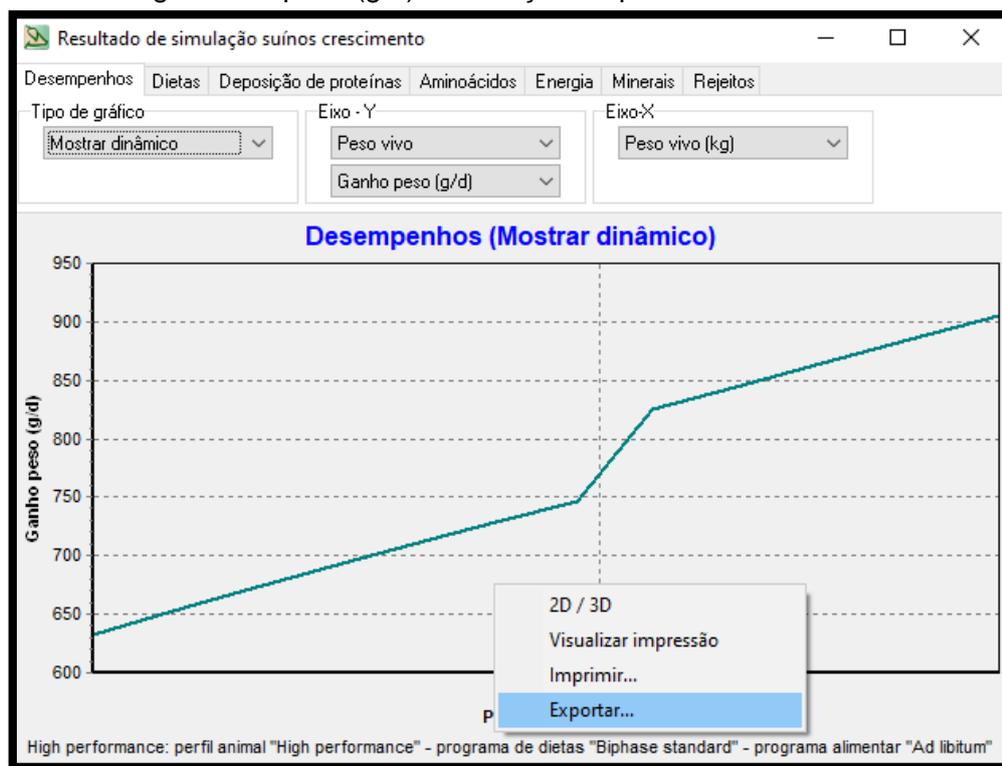
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

No presente estudo foram utilizados os seguintes dados: o ganho de peso em g/dia (eixo y) em relação ao peso vivo em kg (eixo x); o consumo de alimento em kg/dia (eixo y) em relação ao peso vivo em kg (eixo x); e o alimento:ganho, que corresponde à conversão alimentar, em kg:kg (eixo y) em relação ao peso vivo em kg (eixo x).

Estes dados de desempenho foram exportados do programa para posterior comparação com as médias apresentada pela granja, conforme Figura 4.

A partir do gráfico, os dados foram alinhados em duas colunas no Excel® e assim comparados com os dados coletados da granja, onde foi possível realizar uma comparação de similaridade entre as informações: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em relação a granja e ao programa INRAPORC®.

Figura 4 - Dados exportados do programa INRAPORC® para Excel®, avaliando o ganho de peso (g/d) em relação ao peso vivo do suíno.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

4.3. Avaliação da predição do modelo nutricional INRAPORC®

Após a exportação dos dados de desempenho gerado pelo programa INRAPORC® em cada dieta, foi realizada uma comparação entre os resultados de desempenho dos suínos reais, e os resultados de desempenho estimados pelo programa INRAPORC®.

4.4. Constatação da eficiência das dietas

Na Janela “simulação simples”, com as informações dos gráficos gerados foi possível avaliar as janelas de partição, de “aminoácidos”, “energia” e até de “rejeitos”. Portanto, foi possível comparar as diferentes dietas em relação ao desempenho dos animais, e ainda assim, avaliar os excessos e déficit de nutriente ao longo da fase de crescimento dos animais.

Esta etapa o programa costuma constatar se há algum desequilíbrio nas dietas cadastradas que podem vir a comprometer o máximo desempenho dos suínos em avaliação, emitindo um aviso em forma de texto definindo exatamente onde há o problema (se é energia, aminoácidos, cálcio, fósforo, etc). Havendo essa constatação, foi proposta nova dieta para equilibrar os possíveis déficits ou excessos de nutrientes. Desta forma, as rações foram reformuladas e informadas no programa para novamente estimar o desempenho sem a limitação nutricional constatada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação da predição do modelo nutricional INRAPORC® em relação as dietas.

Após a inclusão de ingredientes das rações da granja: Inicial 1 e Inicial 2, que não constavam na base de dados do INRAPORC®, estas foram exportadas do software para comparação dos dados da composição nutricional e de Energia Metabolizável (kcal/kg) com os dados das rações analisadas da granja. As comparações e variações percentuais da ração Inicial 1 comparando as análises da granja e os resultados do INRAPORC® são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da Dieta Inicial 1 entre a Granja em estudo e dados estimados pelo INRAPORC® e suas variações (%).

Ingredientes	Granja	INRAPORC®	
Milho (7,86% de PB)	54,83	54,83	
Farelo soja (45% de PB)	29,25	29,25	
Núcleo ¹	10,00	10,00	
Óleo de soja	2,91	2,91	
L-Lisina HCl	0,03	0,03	
L-Treonina	0,02	0,02	
Plasma suíno <i>spray dried</i>	0,50	0,50	
Calcário calcítico	1,65	1,65	
Sal comum	0,11	0,11	
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10	
Inerte	0,60	0,60	
Total	100,0	100,0	
Nutrientes			Variação
Proteína Bruta (%)	19,35	19,35	0,00%
Lisina Total (%)	1,35	1,35	0,00%
Metionina Total (%)	0,27	0,30	11,11%
Treonina Total (%)	0,90	0,89	-1,11%
Triptofano Total (%)	0,23	0,25	8,70%
Cálcio (%)	0,97	0,66	-31,96%
Fósforo Total (%)	0,30	0,35	16,67%
Sódio (%)	0,22	0,10	-54,55%
Fibra bruta (%)	2,60	2,99	15,00%
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3375	3043	-9,84%

¹ Núcleo – níveis de garantia: Energia Metabolizável: 3450 kcal/kg; umidade (máx) 130g/kg; ácido fólico (mín.) 14mg/kg; ácido pantotênico 295mg/kg; biotina 1,0mg/kg; kg; cálcio (mín-máx) 25 - 45g; cobalto (mín.) 4.5mg/kg; cobre (mn.) 1200mg/kg; colina (mín.) 4500mg/kg; cloro (mín) 95g/kg; cromo (mín.) 2mg/kg; extrato etéreo (mín.) 1000 mg/kg; ferro (min.) 800mg/kg; fibra bruta (máx.) 10g/kg; fósforo

(mín.) 20g/kg; iodo (mín.) 13mg/kg; lisina (min) 35g/kg; manganês (mín.) 650mg/kg; matéria mineral (máx.) 300g/kg; metionina (mín.) 10g/kg; niacina (min.) 300mg/kg; proteína bruta (mín.) 40g/kg; sódio (mín.) 15g/kg; selênio (mín.) 4mg/kg; treonina (mín.) 16g/kg; triptofano (mín.) 30mg/kg; vitamina A (mín.) 120000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 18mg/kg; vitamina B12 (mín.) 280mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 50mg/kg; vitamina B6 (mín.) 50mg/kg; vitamina D3 (mín.) 19000 IU/kg; vitamina E (min.) 850 IU/kg; zinco (min.) 18.5g/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O software estima os níveis nutricionais através da composição de nutrientes dos ingredientes existentes em seu banco de dados. Devido ao programa utilizado ser uma versão educacional, não é possível fazer os ajustes da composição nutricional de todos os ingredientes utilizados nas dietas. Portanto, podem ocorrer variações em relação aos tipos de ingredientes utilizados nas estimativas do programa e das dietas da granja.

Em relação a proteína bruta e a lisina, o programa INRAPORC® estimou valores exatamente iguais aqueles calculados na dieta da granja. Entretanto, foi possível observar que o software estimou pequenas variações em relação aos outros aminoácidos. A metionina variou em 11,11% a mais (0,27% *versus* 0,30%), o programa também estimou nível muito próximo em relação a treonina em que variou apenas 1,11% a menos (0,90% *versus* 0,89). Uma maior quantidade de triptofano foi observada na dieta Inicial 1 estimada pelo programa (0,25%) comparado ao analisado pela granja (0,23%), ficando 8,70% maior esta estimativa.

Grande variação ocorreu na quantidade de cálcio das dietas, em que o software estimulou 31,96% menos cálcio do que a dieta da granja (0,66% *versus* 0,97%). Entretanto, no software INRAPORC® não é possível visualizar a relação do cálcio com o desempenho dos animais, tendo apenas o fósforo como um mineral em que é possível realizar essa observação.

Para o fósforo, a ração da granja apresentou nível inferior frente ao estimado pelo software (0,30% *versus* 0,35%), uma maior estimativa em 16,67% para o INRAPORC®. Já para o sódio, a variação calculada pelo INRAPORC® é 54,55% inferior ao da granja (0,10% *versus* 0,22%), tornando este o nutriente com maior variação entre a dieta da granja e a estimativa do programa INRAPORC®. Porém, também não é avaliado a relação do sódio com a simulação do desempenho dos animais.

A quantidade de fibra bruta da ração da granja é de 2,60%, e o calculado pelo INRAPORC® é 2,99%, ficando em 15% maior essa estimativa. Para a energia metabolizável, o programa estimou um nível inferior (9,84%) ao da ração formulada pela granja, onde o valor calculado pelo programa INRAPORC® foi de 3.043 kcal/kg e pela granja de 3.375 kcal/kg.

Na Tabela 5 estão apresentadas as comparações e variações percentuais da ração Inicial 2 comparando as análises da granja e os resultados do INRAPORC®.

Tabela 5 - Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da Dieta Inicial 2 entre a Granja em estudo e dados estimados pelo INRAPORC® e suas variações (%).

Ingredientes	Granja	INRAPORC®	
Milho (7,86% de PB)	58,37	58,37	
Farelo soja (45% de PB)	27,58	27,58	
Premix vitamínico/mineral ¹	0,50	0,50	
Farinha de carne e ossos (46% de PB)	8,00	8,00	
Óleo de soja	3,65	3,65	
L-Lisina HCl	0,40	0,40	
L-Treonina	0,16	0,16	
DL-Metionina	0,09	0,09	
Calcário calcítico	0,17	0,17	
Sal comum	0,38	0,38	
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10	
Inerte	0,60	0,60	
	100,00	100,00	
Nutrientes			Varição
Proteína Bruta (%)	21,25	21,23	-0,09%
Lisina Total (%)	1,25	1,39	11,20%
Metionina Total (%)	0,36	0,41	13,89%
Treonina Total (%)	0,81	0,93	14,81%
Triptofano Total (%)	0,22	0,22	0,00%
Cálcio (%)	1,10	1,13	2,73%
Fósforo Total (%)	0,57	0,79	38,60%
Sódio (%)	0,23	0,23	0,00%
Fibra bruta (%)	2,47	2,97	20,24%
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3350	3258	-2,75%

¹ Premix vitamínico mineral – níveis de garantia: ácido fólico (mín.) 290mg/kg; ácido pantotênico 5900mg/kg; beta glucanase 5000mg/kg; biotina 19mg/kg; cobalto (mín.) 90mg/kg; cobre (mín.) 23g/kg; colina (mín.) 95g/kg; ferro (mín.) 16g/kg; iodo (mín.) 260mg/kg; manganês (mín.) 13g/kg; niacina (mín.) 5800mg/kg; selênio (mín.) 85mg/kg; vitamina A (mín.) 2400,000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 390mg/kg; vitamina B12 (mín.) 5900mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 1000mg/kg; vitamina B6 (mín.) 950mg/kg; vitamina D3 (mín.) 380000 IU/kg; vitamina E (mín.) 17000 IU/kg; vitamina K3 (mín.) 480 mg/kg; Xylanase 5000 mg/kg; zinco (mín.) 28g/kg.

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

O nível estimado pelo INRAPORC® em relação a proteína bruta (21,23%) foi muito próximo ao da dieta da granja na ração Inicial 2 (21,25%), variando apenas em 0,09% inferior para o programa. Foi observado maiores quantidades de aminoácidos com a dieta estimada pelo INRAPORC®. A lisina variou 11,20% a mais (1,25% *versus* 1,39%). Também obteve

variação em 13,89% superior em relação a metionina (0,36% *versus* 0,41%) e de 14,81% superior para a treonina calculada pelo programa (0,81% *versus* 0,93%). O triptofano não teve variação entre as duas dietas da fase inicial 2.

O nível de cálcio teve uma pequena variação (2,73%), em que o valor estimado pelo software foi pouco superior ao da granja (1,13% *versus* 1,10%). Já em relação aos níveis de fósforo, houve grande variação em 38,60% em que o nível na dieta da granja foi de 0,57% e de 0,79% quando estimado pelo INRAPORC®. O sódio calculado pelo programa não revelou variação em relação a dieta da granja, com 0,23% em ambas as dietas.

A fibra bruta calculada pelo INRAPORC® se demonstrou superior em 5,70%, em que o programa estimou 2,97% e o nível da granja é de 2,47%. Os valores de energia metabolizável apresentaram uma variação de 2,75% inferior para os níveis calculados pelo programa (3258 Kcal/kg *versus* 3350 Kcal/kg) em relação à granja.

5.2. Avaliação comparativa do desempenho dos leitões.

Na Tabela 6 estão apresentadas as variáveis de desempenho: consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA); avaliadas pela granja e comparadas com os resultados estimados pelo INRAPORC®, nas fases Inicial 1 e Inicial 2.

Tabela 6 – Comparação do resultado do desempenho dos leitões consumindo as Dietas Inicial 1 e Inicial 2 na granja avaliada em relação aos dados estimados pelo INRAPORC®.

Variáveis	Fase Inicial 1		
	Granja	INRAPORC®	Variação (%)
Peso médio inicial (kg)	15,0	15,0	
Consumo (kg/d)	0,975	1,25	28,21%
Ganho de peso (kg/d)	0,529	0,691	30,62%
Conversão Alimentar	1,843	1,80	-2,33%
Período em dias	9	8	
Peso médio final (kg)	19,7	19,7	
Variáveis	Fase Inicial 2		
	Granja	INRAPORC®	Variação (%)
Consumo (kg/d)	1,160	1,37	18,10%
Ganho de peso (kg/d)	0,749	0,869	16,02%
Conversão Alimentar	1,548	1,58	2,07%
Período em dias	5	5	
Peso médio final (kg)	23,4	23,9	

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Na Fase Inicial 1 os leitões da granja apresentaram um consumo de ração médio diário (CRMD) de 0,975 kg/dia e o INRAPORC® estimou um consumo de 1,25 kg/dia, uma variação de 28,21% a mais para o software. Uma grande variação também foi observada no CRMD da Fase Inicial 2, em que os leitões na granja consumiram 1,160 kg/dia e o INRAPORC® estimou 1,37 kg/dia, um consumo 18,10% superior.

As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017) propõem que o CRMD esperado para a Fase Inicial de suínos (15 kg a 30 kg de PV) é de 1,024 kg/dia. Portanto, estando mais similar a média do CRMD observada na granja, que foi de 1,067 kg/dia. Em um estudo com leitões avaliados até 23 kg, as dietas a base de milho e farelo de soja, o CRMD foi de 1,258 kg/dia (OLIVEIRA et al., 2004), corroborando com o consumo estimado pelo software. Em outro estudo com leitões na creche na fase Inicial 2, dos 10 aos 22 kg de peso vivo, os leitões que consumiram ração a base de milho e farelo de soja, o CRMD foi de 0,971 kg, o que foi mais similar ao consumo de ração dos leitões na realidade da granja. Mostrando que, existem variações de consumo para a fase de creche.

Na simulação proposta no software, os dados de consumo de ração foram cadastrados como “ad libitum”. Logo, o INRAPORC® estima que o proposto como ofertado seja realmente a ração consumida pelos leitões. Porém, sabe-se que em granjas, dependendo da forma como a ração é fornecida e até tipo de comedouros, pode haver situações de desperdício de ração, como queda de ração no piso que não é consumida pelos leitões, situações de abastecimento do comedouro onde algumas gramas da ração caiam no piso externo do galpão. De acordo com Manzke et al. (2012), em granjas de suínos o desperdício de ração pode variar desde 2% até 20% do volume e, somente em comedouros pode ocorrer uma perda de 5% da ração fornecida. Ou seja, nem sempre a quantidade total de ração ofertada, será a ração realmente consumida. Logo, em situações reais, e não simuladas, a oferta nem sempre é igual ao consumo. E o fato do leitão consumir menos do que o ofertado pode trazer resultados diferentes nos demais dados de desempenho simulados pelo software: ganho de peso e conversão alimentar. Ainda, é possível inserir no programa uma estimativa de desperdício de ração (em porcentagem), porém ela deverá ser conhecida, para que não ocorram erros nessa informação.

Em relação ao ganho de peso médio diário (GPMD), na Fase Inicial 1 os leitões da granja obtiveram o GPMD de 0,529 kg, enquanto o programa INRAPORC® calculou 0,691 kg/dia, estimando um ganho 30,62% superior ao observado na granja. Na Fase Inicial 2 o GPMD apresentado na granja também foi inferior ao software (0,749 kg/dia *versus* 0,869 kg/dia), demonstrando uma variação de 16,02% superior frente a granja.

De acordo com as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017) o valor de GPMD preconizado para a fase é de 0,708 kg/dia. Oliveira et al. (2004) avaliando

diferentes dietas para leitões de até 23 kg de peso vivo, observaram que as dietas a base de milho e farelo de soja o GPMD dos leitões foi de 0,715 kg/dia, mais similar ao estimado pelo INRAPORC® na média geral estimada que foi de 0,780 kg de GPMD. Em estudo avaliando leitões entre 15 e 22 kg de peso vivo, o ganho de peso médio diário de ração considerada simples (a base de quirera de arroz e farelo de soja) foi de 0,520 kg (KIEFER et al., 2004), sendo inferior ao estimado pelo software na presente avaliação. O mesmo foi observado em outro estudo com leitões na creche na fase Inicial 2, dos 10 aos 22 kg de peso vivo, onde os leitões que consumiram ração a base de milho e farelo de soja, apresentaram um GPMD de 0,567kg/dia (BERTOL et al, 2000). Estes dois estudos (KEIFER et al., 2004 e BERTOL et al, 2000) mostram resultados mais similares ao observado pela granja que apresentou uma média geral de 0,639 kg/dia.

Cabe salientar que o programa INRAPORC® não estima problemas ambientais e de manejos que podem ocorrer na granja, tais como problemas sanitários e problemas de conforto térmico que podem influenciam negativamente no desempenho dos animais, principalmente no que se refere ao ganho de peso diário, fato que pode explicar tais diferenças entre os dados da granja e o estimado pelo programa.

Salienta-se, ainda, que as dietas ofertadas na granja em avaliação neste trabalho não contêm aditivos em sua composição, como: probióticos, prebióticos, óleos essenciais e enzimas, os quais proporcionam maiores taxas de desempenho de leitões na fase de creche (JUNQUEIRA et al., 2009 e RODRIGUES et al., 2002).

Ao comparar a conversão alimentar (CA) observou-se que os valores das rações da granja e os calculados pelo INRAPORC® foram bem similares. Na Fase Inicial 1 o INRAPORC® estimou um valor com variação inferior (2,33%) em relação a granja (1,80 *versus* 1,843). Uma similaridade maior foi observada na Fase Inicial 2, em que o INRAPORC® calculou valor 2,07% superior ao da granja (1,58 *versus* 1,548). Quando comparado com as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017) observa-se que a média do CA na Fase Inicial 2 (1,564) se aproxima mais ao preconizado para a fase que é de 1,494, em relação à média de CA na Fase Inicial 1 (1,821). Vários fatores relacionados a instalações, manejo, sanidade, genética e alimentação influenciam no desempenho e CA dos suínos (SILVA et al., 2016).

No presente estudo foi possível constatar que o programa INRAPORC® se mostrou mais eficiente em simular dados reais de crescimento de leitões dos 19,7 kg aos 23,3 kg de peso vivo, consumindo a dieta Inicial 2, apresentando algumas variações de desempenho que podem ser justificadas pelo fato do programa não considerar questões ambientais externas que podem comprometer o desempenho dos animais. Em relação a dieta Inicial 1, houve grande variação no CRMD (28,21%) e no GPMD (30,62%), o qual também pode ser justificado, além das questões ambientais e do menor consumo de ração da granja frente ao

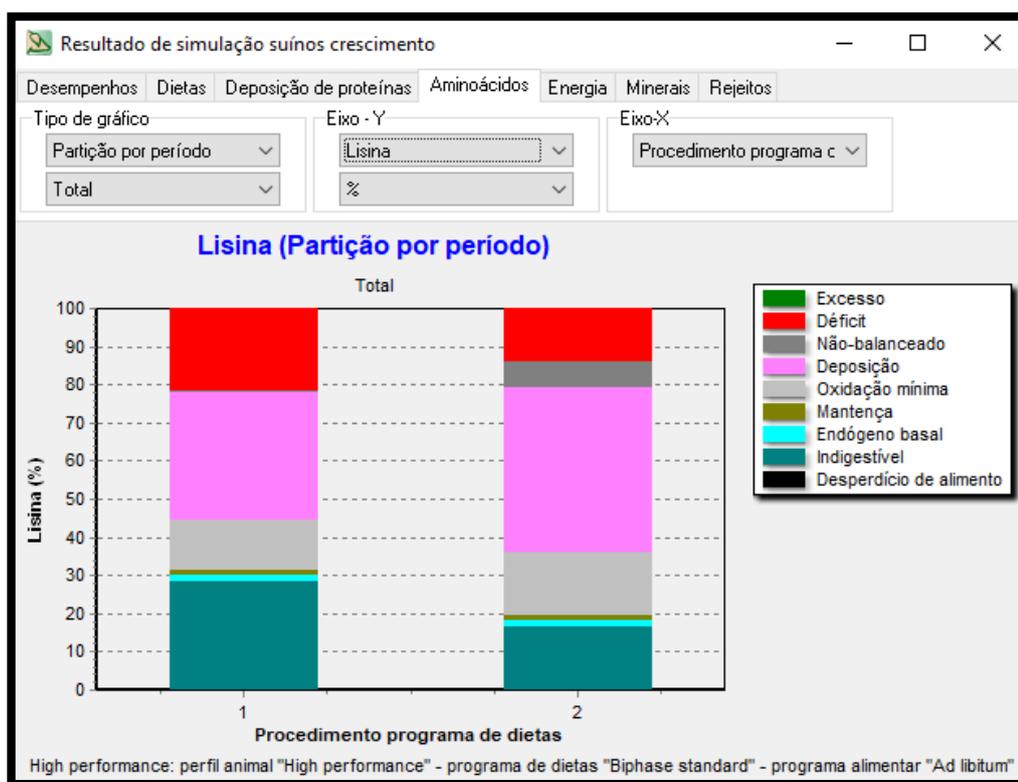
programa, problemas de manejo e sanidade dos leitões podem ter ocorrido nessa fase inicial, dos 15 kg aos 19,7 kg de PV, ocasionando essa diferença entre os dados de desempenho. Diante disto, foi possível constatar de forma exploratória a eficiência das dietas simulando o crescimento dos leitões no software.

5.3. Constatação da eficiência das dietas de acordo com o INRAPORC®

O INRAPORC® permitiu prever, através do resultado da simulação, a quantidade de nutriente que foi retida e utilizada para manutenção. O programa estima a necessidade de nutrientes de acordo com as exigências internacionais. Assim, foi possível determinar se houve excesso ou déficit de nutrientes ao longo da simulação, com as informações dos gráficos gerados avaliando a partição, de “aminoácidos”, “energia” e de “rejeitos”. Para constatar a eficiência das dietas de acordo com a simulação realizada pelo INRAPORC®, foram avaliadas as partições dos aminoácidos (Lisina, Metionina, Treonina e Triptofano), da partição da Energia Metabolizável e dos minerais Fósforo e Nitrogênio.

No presente estudo, na janela de partição de “aminoácidos” foi possível avaliar a lisina em ambas situações de fornecimento de ração, conforme exemplificado na Figura 5, em que apresenta um “déficit” de cerca de 20% na dieta Inicial 1 e cerca de 14% na dieta Inicial 2. Smozinski et al. (2017) relata em um estudo a eficácia do modelo INRAPORC® no ajuste de dietas com déficit de lisina, sendo este o primeiro aminoácido limitante da deposição proteica dos leitões.

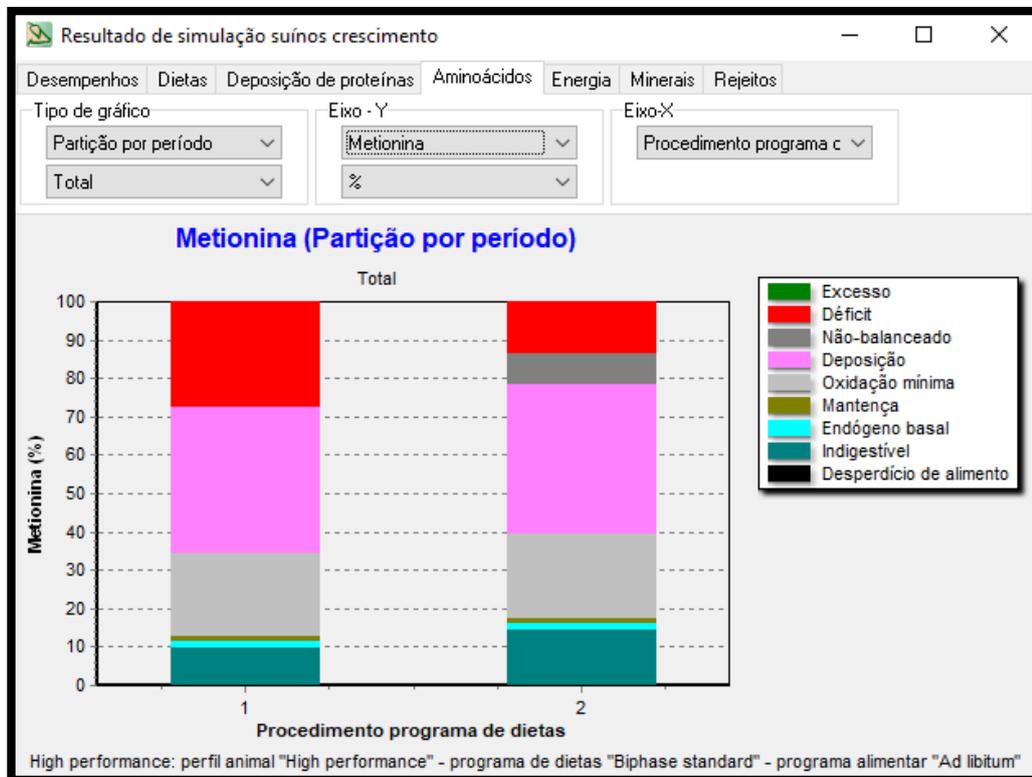
Figura 5 – Partição de lisina (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

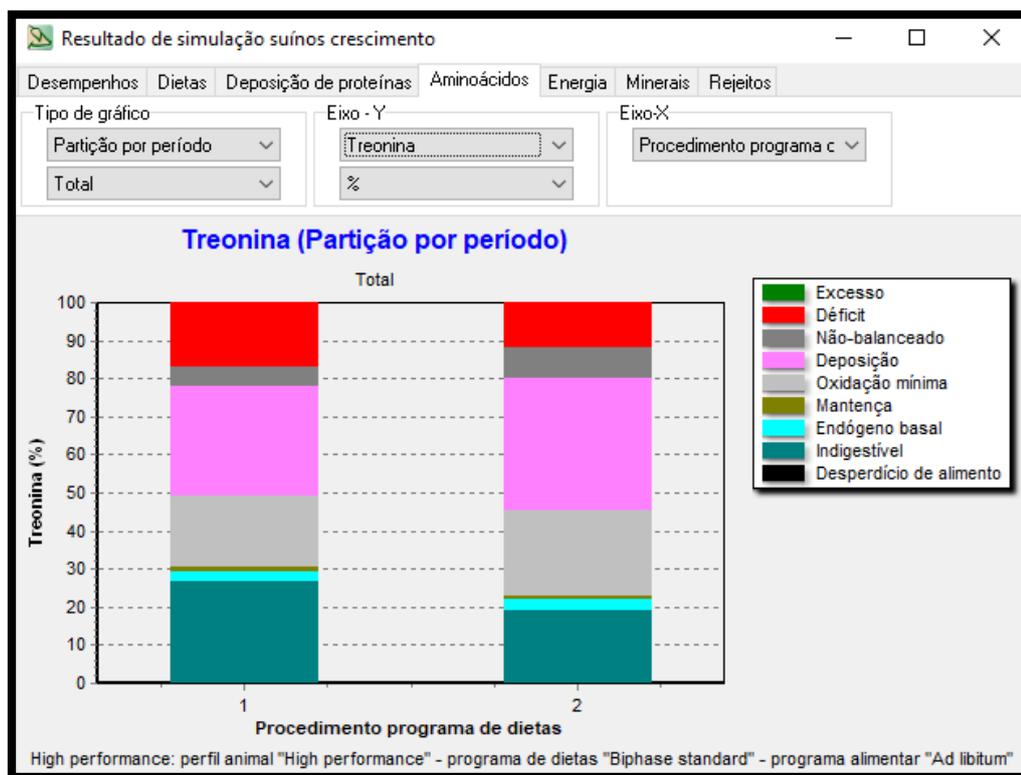
Também foram observados “déficits” para os outros aminoácidos. A metionina com déficit em cerca de 27% e 14% nas dietas Inicial 1 e Inicial 2, respectivamente (Figura 6). A treonina apresentou déficit de 16% na dieta Inicial 1 e cerca de 11% na Inicial 2 (Figura 7). Já para o triptofano, o maior déficit está na dieta Inicial 2 (cerca de 10% *versus* 20%), representado na figura 8.

Figura 6 - Partição de metionina (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



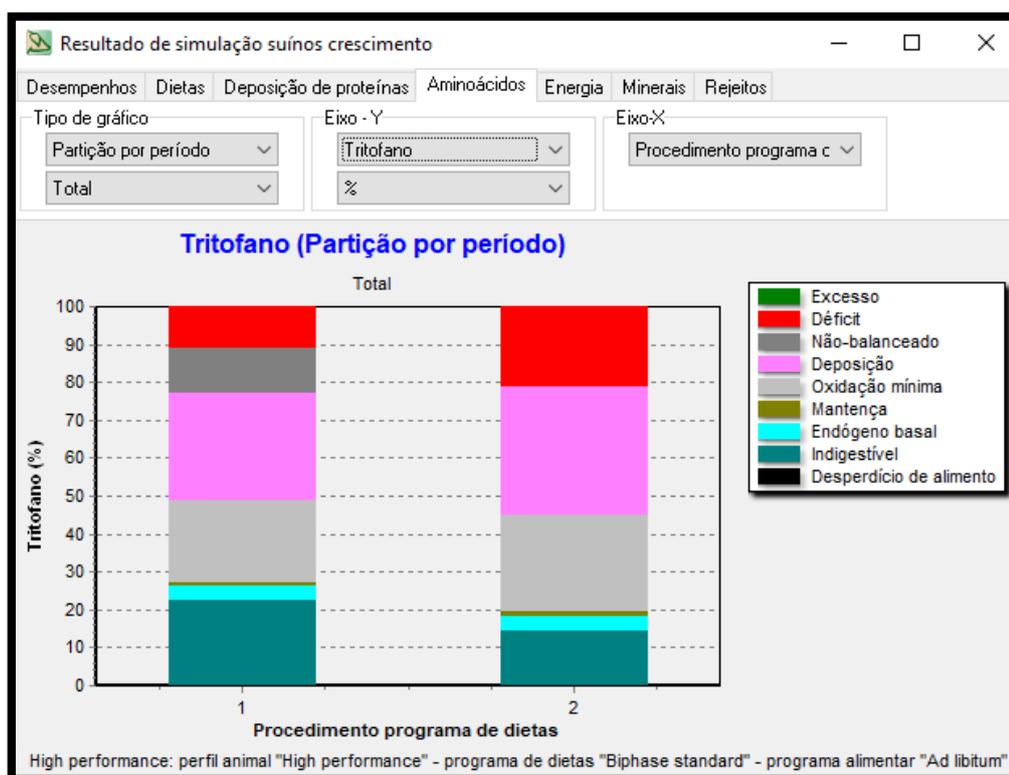
Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Figura 7 - Partição de treonina (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

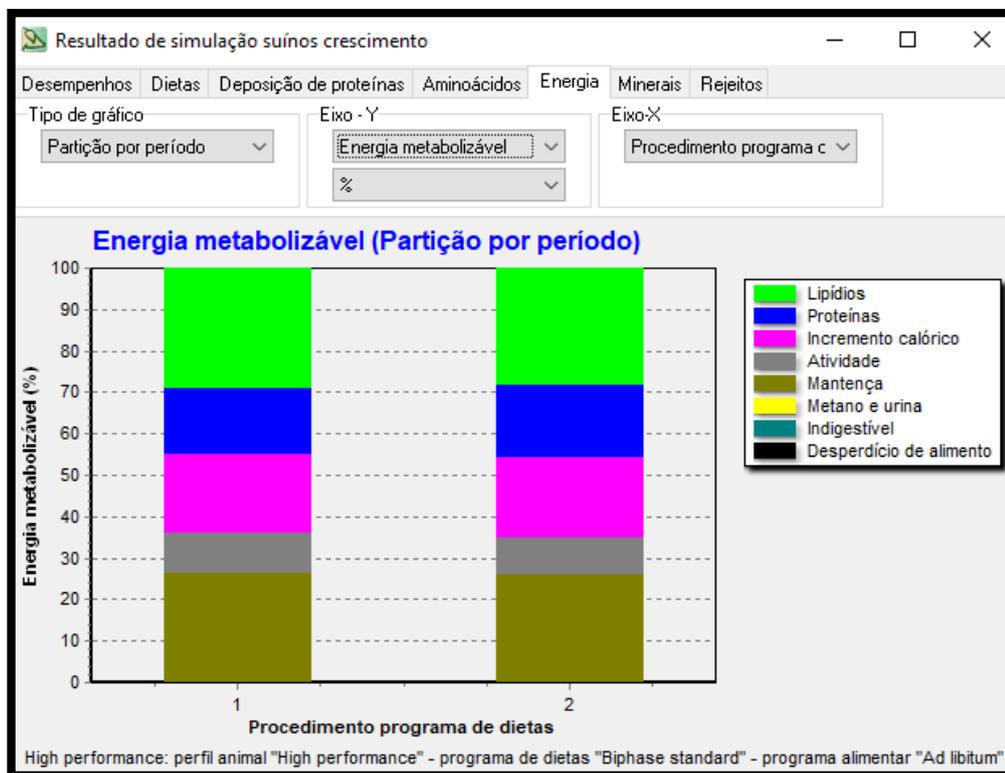
Figura 8 - Partição de triptofano (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Na dieta Inicial 1 os valores dos aminoácidos estimados pelo INRAPORC® apresentaram maiores déficit em relação a dieta Inicial 2, com exceção do triptofano. Na aba “energia” foi analisado a energia metabolizável, através do gráfico de partição por período (Figura 9). Onde foi possível verificar um equilíbrio entre as partições da energia em ambas as dietas simuladas (inicial 1 e 2). A relação entre aminoácidos e energia deve ser balanceada corretamente. Conforme De Oliveira e Da Silva Formigoni. (2015), os constituintes orgânicos de um alimento (carboidratos, lipídios e proteínas), além de desempenhar suas funções nutricionais, representam a energia química a ser utilizada pelo animal. Essa energia química se transforma em energia mecânica (atividade muscular), calorífera (regulação da temperatura corporal), e ainda, passa de uma forma para outra (síntese de gordura a partir de carboidratos). Entretanto, nem toda energia consumida no alimento é utilizada na produção animal, parte dela é perdida, pois, seu aproveitamento só ocorre com as frações orgânicas digestíveis. Assim, a eficiência de utilização da energia para produção consiste em como a energia contida nos alimentos é retida na forma de produto animal (RESENDE et al., 2006).

Figura 9 – Partição da energia metabolizável (%) originárias das dietas dos leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simulada a partir dos dados reais de uma granja.

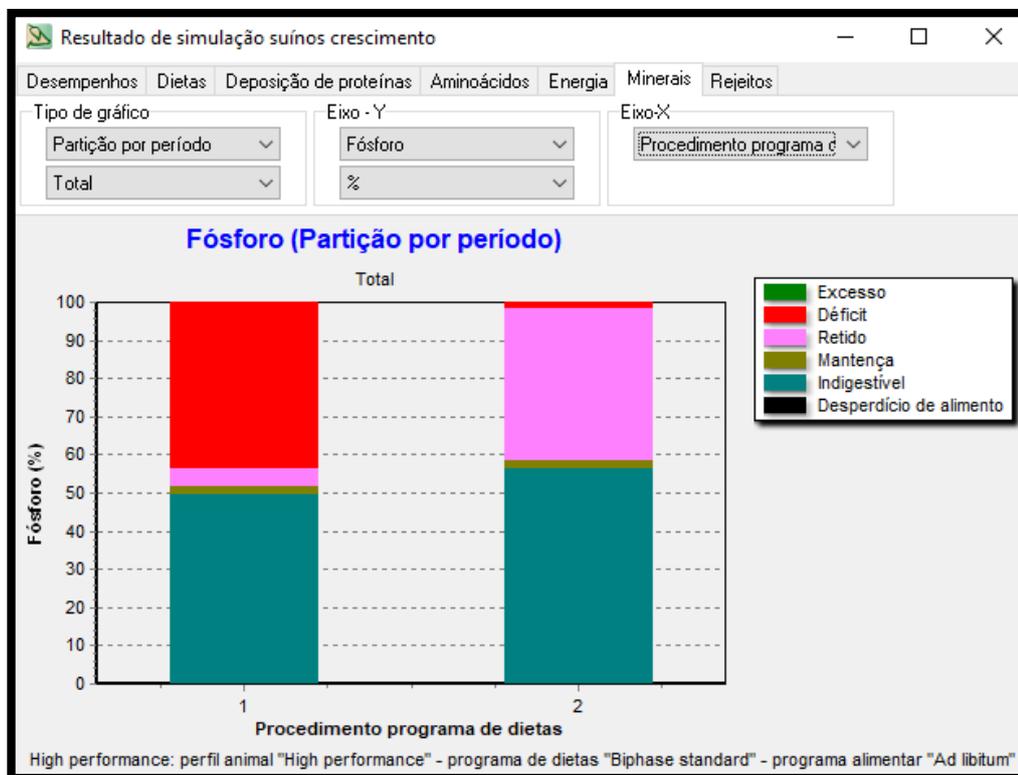


Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Na aba "Minerais" foi avaliado o fósforo total (Figura 10). O INRAPORC® estimou um grande déficit para o fósforo na dieta Inicial 1 com cerca de 34%, bem diferente do estimado para a dieta Inicial 2 que teve apenas 2% de déficit. Sabe-se que para suínos a dieta é baseada em alimentos de origem vegetal em que mais da metade do fósforo presente encontra-se sob a forma de fitatos, pouco utilizáveis por esses animais (PEELER, 1972).

As dietas fornecidas na granja não possuem a enzima fitase em sua composição, a qual torna o fitato presente nos ingredientes disponível para o processo metabólico dos animais, gerando efeito positivo no desempenho dos leitões na fase de creche (ROCHA et al., 2008). Portanto, essa disparidade nos resultados pode ser explicada por causa da fonte de fósforo dos ingredientes, onde foi observado que os ingredientes da dieta Inicial 1 apresentam fósforo de origem vegetal, já a dieta Inicial 2 possibilitou maior quantidade de fósforo retido pelo animal, pois contem 8% de farinha de carne e ossos.

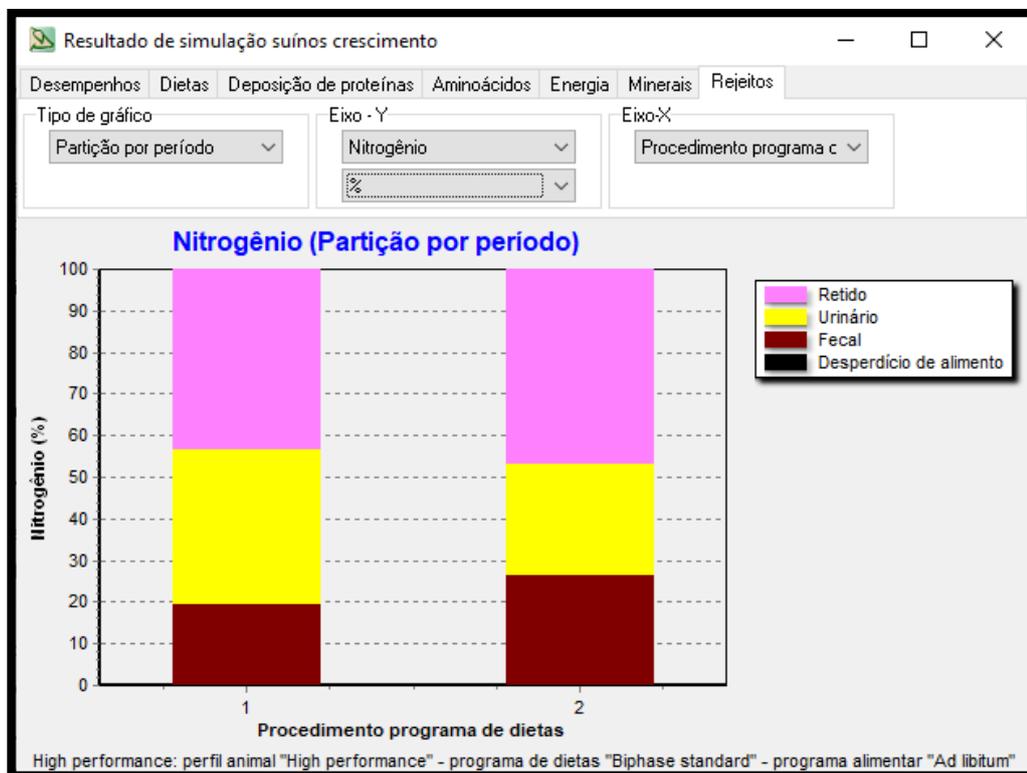
Figura 10 - Partição do fósforo (%) consumida na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Na aba "Rejeitos" foi possível avaliar o conteúdo excretado, assim como a quantidade retida de parte dos nutrientes no decorrer da simulação do crescimento dos leitões e conforme o programa das dietas (Inicial 1 e Inicial 2). O nitrogênio tem grande parte excretada via urinária, além disso teve um leve aumento na quantidade retida quando os leitões foram alimentados com a dieta Inicial 2 (Figura 11). Isso pode ser resultado da menor quantidade de déficits de aminoácidos apresentados na dieta Inicial 2, pois conforme Moreira et al., (2001) o nitrogênio dos dejetos dos suínos é resultado da desaminação dos aminoácidos não utilizados para a síntese proteica, quando há excesso ou desbalanço de aminoácidos nas rações.

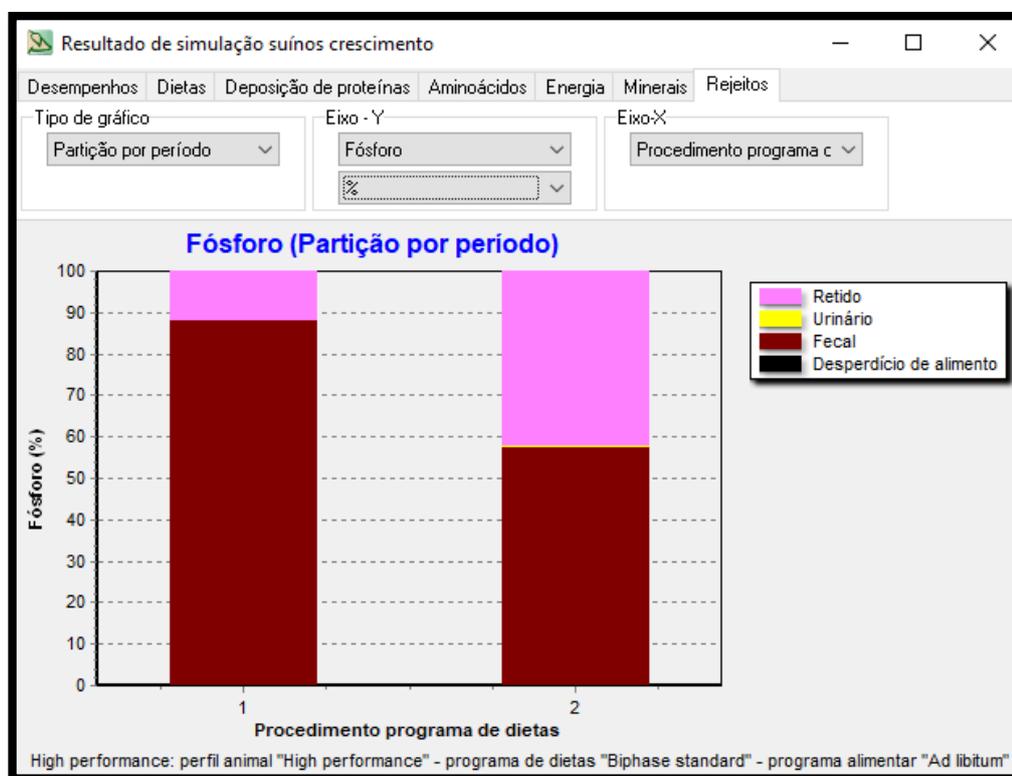
Figura 11 - Partição do nitrogênio (%) na forma de rejeitos na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Houve maior retenção de fósforo na dieta Inicial 2, além de ter uma redução na quantidade excretada (Figura 12). Pois como já citado acima, os ingredientes da dieta Inicial 2 que não são de origem vegetal, possibilitam maior retenção de fósforo pelo animal, diminuindo assim, a sua quantidade excretada. De acordo com Rostagno et al., (2017), devem ser evitados altos níveis de fósforo nas rações de suínos, que além de afetar o desempenho dos animais, aumentam a contaminação do meio ambiente.

Figura 12 - Partição do fósforo (%) na forma de rejeitos na dieta de leitões, por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 simuladas a partir dos dados reais de uma granja.



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Os programas de modelagem em nutrição animal conseguem descrever de forma dinâmica e mais precisa a exigência dos nutrientes e energia, sendo que com o modelo INRAPORC® é possível caracterizar e mensurar determinadas frações de nutrientes que, ao longo do tempo de crescimento animal, são retidas, utilizadas para manutenção, desperdiçadas e excretadas, além da porção indigestível que é eliminada nas fezes e na urina. A aplicação e avaliação do programa auxilia no desenvolvimento de estratégias nutricionais ajustadas as exigências dos animais sem que haja excesso ou déficit de nutrientes.

Diante das simulações foi possível detectar que houve déficits de aminoácidos ao longo da simulação, bem como um desbalanço no fósforo ocasionando em grande excreção deste. Em relação ao nitrogênio, também ocorreu desbalanço pelo fato da ocorrência de déficits do grupo dos quatro aminoácidos essenciais analisados, o que pode ter comprometido a retenção dos demais aminoácidos essenciais. A proteína ideal é definida como o balanço de aminoácidos que atende as exigências para manutenção e produção dos animais, sem deficiência ou excesso (TOLEDO et al., 2017). A aplicação do conceito da proteína ideal tem

permitido aos nutricionistas formular rações mais adequadas às exigências nutricionais de cada categoria animal. Além disso, de acordo com um estudo de De la Llata et al., (2002) a redução do nível de proteína bruta e a suplementação de aminoácidos sintéticos, mantendo-se a relação aminoacídica de uma dieta (proteína ideal), podem reduzir a emissão de nitrogênio nos dejetos sem prejudicar o desempenho dos animais. O balanço de aminoácidos das dietas também pode possibilitar a redução da quantidade total de dejetos produzidos, por meio da redução do consumo de água e da melhora da eficiência alimentar (MOURA et al., 2006).

Com estas constatações é possível propor um ajuste das dietas, considerando as observações simuladas pelo programa INRAPORC® e considerando as exigências nutricionais dos leitões para as fases avaliadas.

5.4. Proposta de ajustes das dietas para Simulação no INRAPORC®

As recomendações nutricionais deste estudo são baseadas em tabelas de exigências nacionais (Rostagno et al., 2017). Diante disso, as exigências nutricionais dos leitões machos castrados de alto potencial genético com desempenho médio-superior na fase Inicial correspondem a faixa de peso de 15 kg a 30 kg de peso vivo (PV), podendo ser comparada em relação a faixa de peso utilizada para a dieta da fase Inicial 1 (15 kg a 19,7 kg de PV) e fase Inicial 2 (19,7 kg a 23,3 kg de PV).

Na Tabela 7 estão apresentados os valores estimados pelo INRAPORC® e recomendadas por Rostagno et al., (2017), onde as Tabelas serão utilizadas como referência para reformulação das dietas, e nova simulação no software.

Tabela 7 - Valores estimados pelo INRAPORC® de Energia Metabolizável (Kcal/kg) e nutrientes, utilizando uma dieta padrão de granja comercial para leitões nas Fases Inicial 1 15 kg a 19,7 kg de peso vivo) e Inicial 2 (19,7 a 23,3 kg de peso vivo) comparando com as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2017)*.

Nutrientes	Exigências ¹	Estimado pelo INRAPORC®			
		Fase Inicial 1	% diferença	Fase Inicial 2	% diferença
Proteína Bruta (%)	18,19	19,35	6,38%	21,23	16,71%
Lisina Total (%)	1,422	1,35	-5,06%	1,39	-2,25%
Metionina Total (%)	0,412	0,3	-27,18%	0,41	-0,49%
Treonina Total (%)	0,924	0,89	-3,68%	0,93	0,65%
Triptofano Total (%)	0,27	0,25	-7,41%	0,22	-18,52%

Cálcio (%)	0,879	0,66	-24,91%	1,13	28,56%
Fósforo Total (%)	0,435	0,35	-19,54%	0,79	81,61%
Sódio (%)	0,205	0,1	-51,22%	0,23	12,20%
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3350	3043	-9,16%	3258	-2,75%

* exigências nutricionais dos leitões machos castrados de alto potencial genético com desempenho médio-superior na fase Inicial correspondem a faixa de peso de 15 kg a 30 kg de peso vivo (PV)

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

A proteína bruta tem a quantidade recomendada de 18,19% nas rações para leitões de 15kg a 30kg (ROSTAGNO et al., 2017). Na dieta Fase Inicial 1 o INRAPORC® estimou 19,35%, obtendo uma diferença superior de 6,38% em relação a exigência. Na Fase Inicial 2 a quantidade de proteína bruta calculada pelo INRAPORC® foi de 21,23%, sendo assim, 16,71% superior à exigência preconizada para a fase.

Quando avaliado os aminoácidos de ambas as dietas (Fase Inicial 1 e Fase Inicial 2), verificou-se que apenas os valores simulados para a metionina e triptofano não estão próximos aos preconizados por Rostagno et al., (2017). A metionina calculada na Fase Inicial 1 apresenta um déficit de 27,18% pois o nível recomendado para a fase é de 0,41% e o nível estimado pelo INRAPORC® foi de 0,30%. Já na Fase Inicial 2 os valores estão praticamente idênticos ao preconizado. A exigência de triptofano preconizada para a fase é de 0,27%, na Fase Inicial 1 o INRAPORC® estimou 0,25%, obtendo uma variação de 7,41% inferior em relação ao nível preconizado. Conforme a dieta Fase Inicial 2, em que o triptofano variou 18,52% inferior à exigência, pois o nível calculado pelo software foi de 0,22%.

Em relação aos minerais, as recomendações da quantidade de cálcio nas dietas são de 0,87% (ROSTAGNO et al., 2017), o nível calculado pelo programa INRAPORC® na Fase Inicial 1 foi de 0,66%, já na Fase Inicial 2 o INRAPORC® estimou nível de 1,13%, havendo um excesso de cálcio nessa fase (28,56%) quando os níveis foram estimados pelo software. Para o fósforo total o INRAPORC® estimou conteúdo ligeiramente inferior (19,54%) na Fase Inicial 1 em relação ao recomendado (0,35% versus 0,43%). Variação maior ainda quando comparado com o nível de fósforo total calculado pelo INRAPORC® para a dieta Fase Inicial 2 (0,79%), predizendo um excesso de 81,61% frente ao recomendado. O Sódio estimado pelo programa (0,10%) apresentou bastante diferença (51,22%) com as recomendações para a fase que é de 0,205%. Tendo valor mais próximo para a Fase Inicial 2 (0,23%), variando em 12,20% superior para essa estimativa.

As exigências recomendadas de energia metabolizável conforme Rostagno et al., (2017) é de 3.350 kcal/kg, superior ao estimado na dieta Fase Inicial 1 pelo INRAPORC® que foi de 3.043 kcal/kg. Na Fase Inicial 2 o software apresentou quantidade de energia

metabolizável maior do que a fase anterior (3.258 kcal/kg), entretanto, ainda demonstra um déficit (2,75%) quando comparado ao recomendado para a fase.

Através destas constatações foi possível ajustar as dietas, usando os mesmos ingredientes da granja, incluindo o Fosfato Bicálcico 18%, para que atendessem as exigências nutricionais para a fase. As duas novas dietas propostas foram reformuladas em Software de formulação (OPTIMIX®).

Na Tabela 8 estão apresentadas a composição da nova dieta denominada “INRAPORC® Proposta” para a Fase Inicial 1 e as variações (%) dos nutrientes em comparação com a dieta da granja cadastrada no INRAPORC®.

Tabela 8 - Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da dieta Inicial 1 simulada pelo INRAPORC® em relação a Dieta INRAPORC® proposta e suas variações (%).

Ingredientes	INRAPORC®	INRAPORC® Proposta	
Milho (7,86% de PB)	54,83	56,50	
Farelo soja (45% de PB)	29,25	26,27	
Núcleo ¹	10,00	10,00	
Óleo de soja	2,91	3,00	
L-Lisina HCl	0,03	0,266	
L-Treonina	0,02	0,128	
DL-Metionina	-	0,137	
L-Triptofano	-	0,046	
Plasma suíno <i>spray dried</i>	0,50	-	
Calcário calcítico	1,65	1,95	
Fosfato Bicálcico (18%)	-	0,59	
Sal comum	0,11	0,416	
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10	
Inerte	0,60	0,60	
Total	100,0	100,0	
Nutrientes			Variação
Proteína Bruta (%)	19,35	18,21	-5,89%
Lisina Total (%)	1,35	1,43	5,93%
Metionina Total (%)	0,3	0,41	36,67%
Treonina Total (%)	0,89	0,93	4,49%
Triptofano Total (%)	0,25	0,27	8,00%
Cálcio (%)	0,66	0,89	34,85%
Fósforo Total (%)	0,35	0,44	25,71%
Sódio (%)	0,1	0,20	100,00%
Fibra bruta (%)	2,99	2,85	-4,68%
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3043	3017	-0,85%

¹ Núcleo – níveis de garantia: Energia Metabolizável: 3450 kcal/kg; umidade (máx) 130g/kg; ácido fólico (mín.) 14mg/kg; ácido pantotênico 295mg/kg; biotina 1,0mg/kg; kg; cálcio (mín-máx) 25 - 45g; cobalto

(mín.) 4.5mg/kg; cobre (mn.) 1200mg/kg; colina (mín.) 4500mg/kg; cloro (mín) 95g/kg; cromo (mín.) 2mg/kg; extrato etéreo (mín.) 1000 mg/kg; ferro (min.) 800mg/kg; fibra bruta (máx.) 10g/kg; fósforo (mín.) 20g/kg; iodo (mín.) 13mg/kg; lisina (min) 35g/kg; manganês (mín.) 650mg/kg; matéria mineral (máx.) 300g/kg; metionina (mín.) 10g/kg; niacina (min.) 300mg/kg; proteína bruta (mín.) 40g/kg; sódio (mín.) 15g/kg; selênio (mín.) 4mg/kg; treonina (mín.) 16g/kg; triptofano (mín.) 30mg/kg; vitamina A (mín.) 120000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 18mg/kg; vitamina B12 (mín.) 280mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 50mg/kg; vitamina B6 (mín.) 50mg/kg; vitamina D3 (mín.) 19000 IU/kg; vitamina E (min.) 850 IU/kg; zinco (min.) 18.5g/kg.

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

A comparação entre a dieta da Fase Inicial 2 da granja, cadastrada no INRAPORC® e a nova dieta reformulada “INRAPORC® Proposta”, e as variações (%) da composição dos nutrientes e energia são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Comparação da composição percentual de nutrientes e Energia Metabolizável da dieta Inicial 2 simulada pelo INRAPORC® em relação a nova dieta INRAPORC® Proposta e suas variações (%).

Ingredientes	INRAPORC®	INRAPORC® Proposta	
Milho (7,86% de PB)	58,37	65,705	
Farelo soja (45% de PB)	27,58	24,58	
Premix vitamínico/ mineral ¹	0,50	0,50	
Farinha de carne e ossos (46% de PB)	8,00	1,956	
Óleo de soja	3,65	3,30	
L-Lisina HCl	0,40	0,698	
L-Treonina	0,16	0,266	
DL-Metionina	0,09	0,131	
Calcário calcítico	0,17	1,746	
Sal comum	0,38	0,418	
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10	
Inerte	0,60	0,60	
Total	100,00	100,00	
Nutrientes			Variação
Proteína Bruta (%)	21,23	18,18	-14,37%
Lisina Total (%)	1,39	1,43	2,88%
Metionina Total (%)	0,41	0,41	0,00%
Treonina Total (%)	0,93	0,93	0,00%
Triptofano Total (%)	0,22	0,19	-13,64%
Cálcio (%)	1,13	0,89	-21,24%
Fósforo Total (%)	0,79	0,44	-44,30%
Sódio (%)	0,23	0,20	-13,04%
Fibra bruta (%)	2,97	2,94	-1,01%
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3258	3339	2,49%

¹Premix vitamínico mineral – níveis de garantia: ácido fólico (mín.) 290mg/kg; ácido pantotênico 5900mg/kg; beta glucanase 5000mg/kg; biotina 19mg/kg; cobalto (mín.) 90mg/kg; cobre (mín.) 23g/kg; colina (mín.) 95g/kg; ferro (mín.) 16g/kg; iodo (mín.) 260mg/kg; manganês (mín.) 13g/kg; niacina (mín.) 5800mg/kg; selênio (mín.) 85mg/kg; vitamina A (mín.) 2400,000 IU/kg; vitamina B1 (mín.) 390mg/kg; vitamina B12 (mín.) 5900mcg/kg; vitamina B2 (mín.) 1000mg/kg; vitamina B6 (mín.) 950mg/kg; vitamina D3 (mín.) 380000 IU/kg; vitamina E (mín.) 17000 IU/kg; vitamina K3 (mín.) 480 mg/kg; Xylanase 5000 mg/kg; zinco (mín.) 28g/kg.

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Com estas reformulações e a introdução das novas dietas (INRAPORC® Proposta) no software simulando o crescimento dos leitões, foi observado que houve uma estimativa de melhores valores de desempenho dos leitões, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Comparação do resultado da simulação do desempenho dos leitões consumindo as dietas reformuladas (INRAPORC® Proposta) nas fases Inicial 1 e Inicial 2 em relação as dietas da granja cadastradas no INRAPORC®.

Variáveis	Fase Inicial 1		
	INRAPORC®	INRAPORC® Proposta	Variação (%)
Peso médio inicial (kg)	15,0	15,0	
Consumo (kg/d)	1,25	1,24	-0,80%
Ganho de peso (kg/d)	0,691	0,770	11,43%
Conversão Alimentar	1,80	1,61	-10,56%
Período em dias	8	7	
Peso médio final (kg)	19,7	19,6	
Variáveis	Fase Inicial 2		
	INRAPORC®	INRAPORC® Proposta	Variação (%)
Consumo (kg/d)	1,37	1,31	-4,38%
Ganho de peso (kg/d)	0,869	0,846	-2,65%
Conversão Alimentar	1,58	1,55	-1,90%
Período em dias	5	5	
Peso médio final (kg)	23,9	23,7	

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Na simulação do crescimento dos leitões no Software INRAPORC®, a nova dieta proposta para a Fase Inicial 1 estimou que o consumo de ração dos leitões será menor em 0,80% (1,24 kg/dia) em relação a estimativa de consumo da dieta anterior (1,25 kg/dia). Entretanto, o software estimou que o ganho de peso será superior em 11,43%, onde a antiga dieta estimou um ganho de peso de 0,691 kg/dia, enquanto a dieta proposta apresentou 0,770

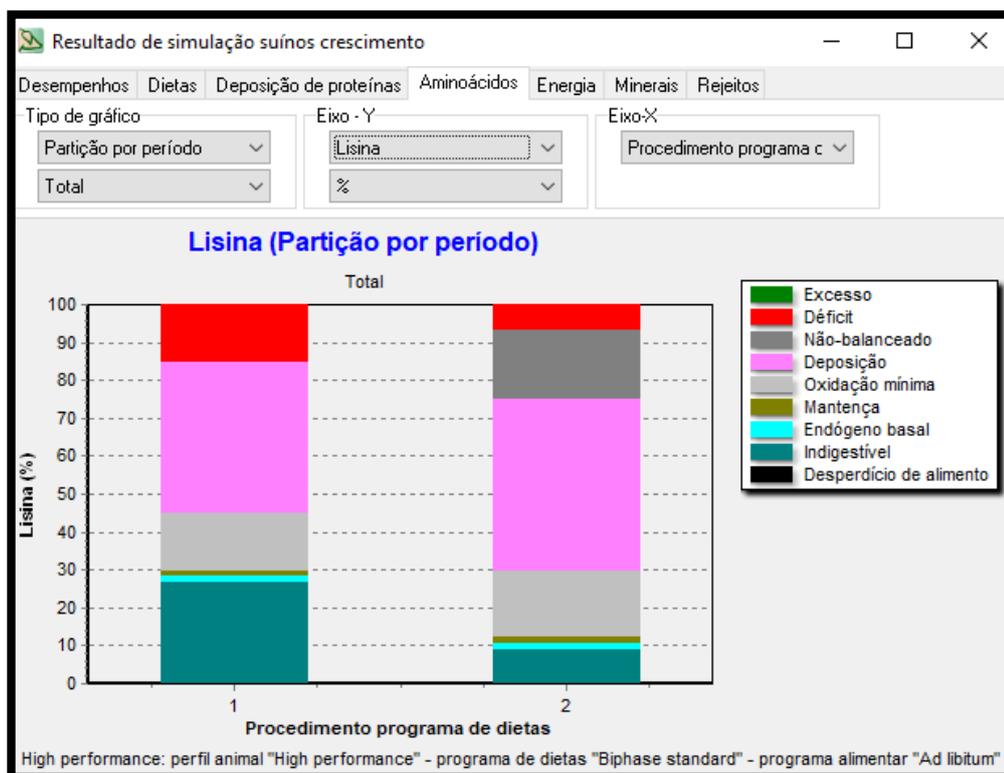
kg/dia. Portanto, a dieta “INRAPORC® Proposta” estimou uma melhor conversão alimentar em relação à dieta simulada anteriormente (1,61 *versus* 1,80).

Para a Fase Inicial 2, a simulação do crescimento dos leitões com a nova proposta de dieta mostra que haverá um menor consumo de ração (de 1,37 para 1,31 kg/dia) em relação ao consumo da dieta INRAPORC®. Assim, o ganho de peso diário dos leitões também será um pouco menor com a dieta reformulada, onde foi estimado 0,846 kg/dia, um ganho 2,65% inferior ao valor estimado com a dieta da granja cadastrada no INRAPORC® (0,869 kg/dia). Entretanto, os valores da conversão alimentar serão melhores para a dieta reformulada em 1,90% (de 1,58 para 1,55).

As novas dietas propostas foram baseadas nos resultados dos níveis nutricionais do perfil animal “*high performance*” do INRAPORC®. Para as novas dietas reformuladas foi proposto ajustes nas quantidades de aminoácidos e minerais para atender as exigências nacionais conforme Rostagno et al., (2017). Cabe salientar que as exigências nutricionais utilizadas pelo INRAPORC® são internacionais, com maiores níveis de nutrientes preconizados, ocorrendo diferenças em relação as exigências nacionais, o que justifica o menor ganho de peso na dieta proposta na Fase Inicial 2 e os déficits observados nos nutrientes avaliados (aminoácidos e minerais) mesmo estando de acordo com as necessidades preconizadas por Rostagno et al., (2017) nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos.

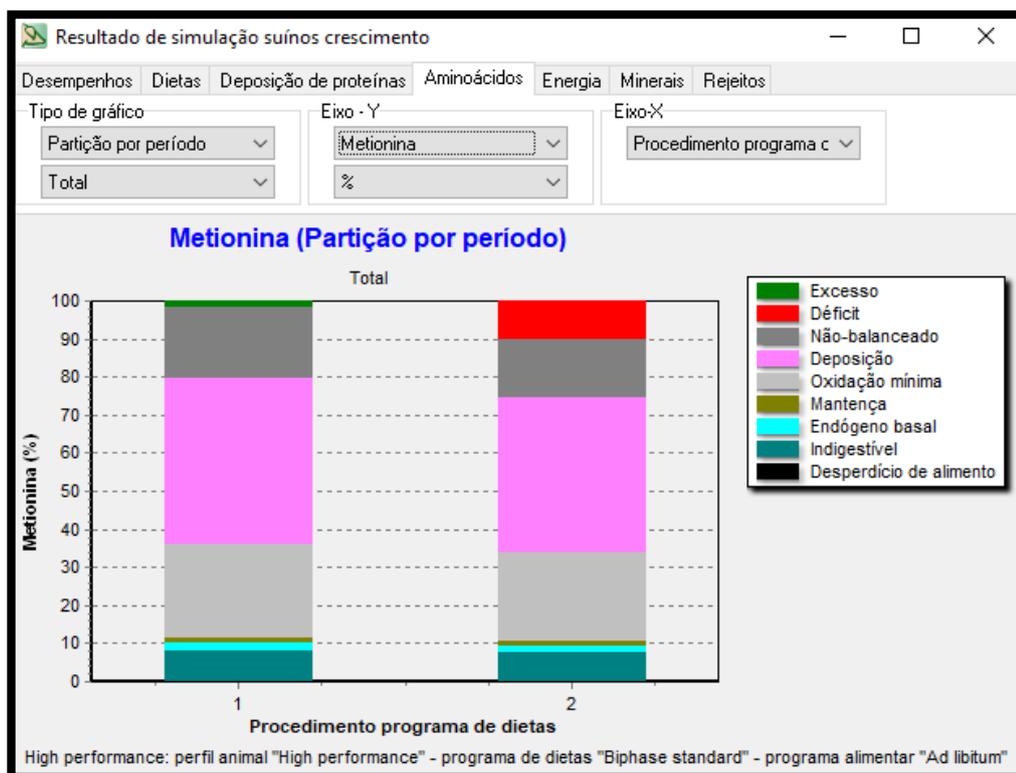
Após os ajustes necessários nas dietas, foram avaliados os resultados estimados das partições dos aminoácidos. Foi observado que a dieta “INRAPORC® Proposta” obteve melhores resultados nas partições. Ainda assim, foram observados déficits para a partição de Lisina (Figura 13), Metionina (Figura 14), Treonina (Figura 15) e Triptofano (Figura 16).

Figura 13 - Partição de lisina (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



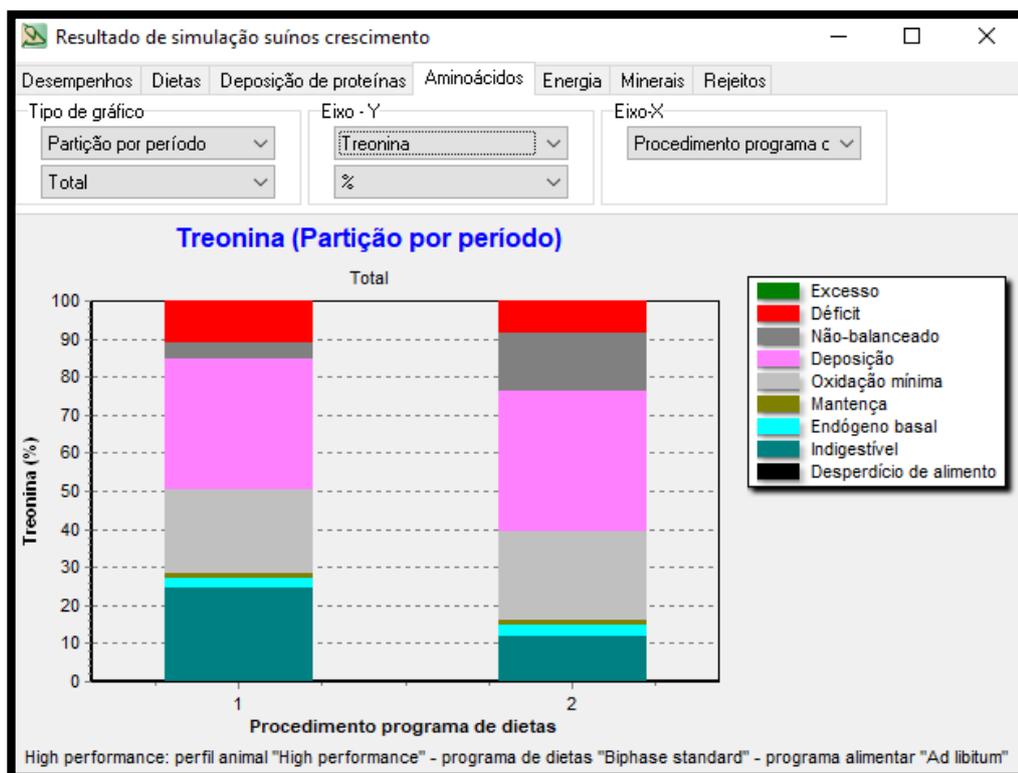
Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Figura 14 - Partição de metionina (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



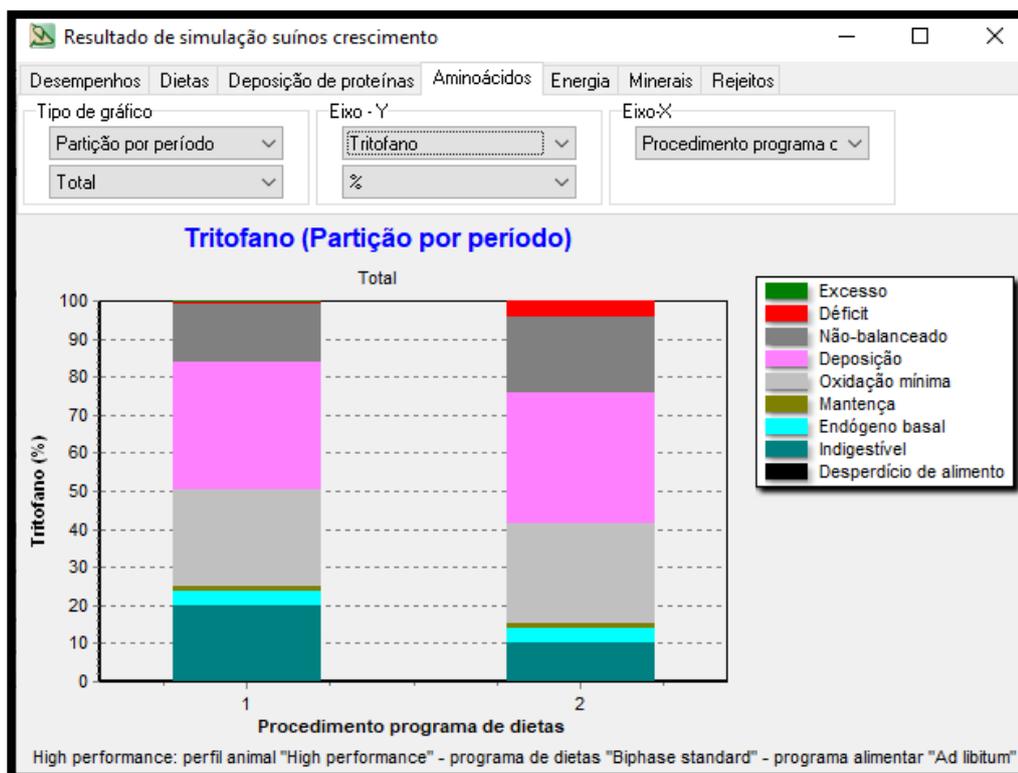
Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Figura 15 - Partição de treonina (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

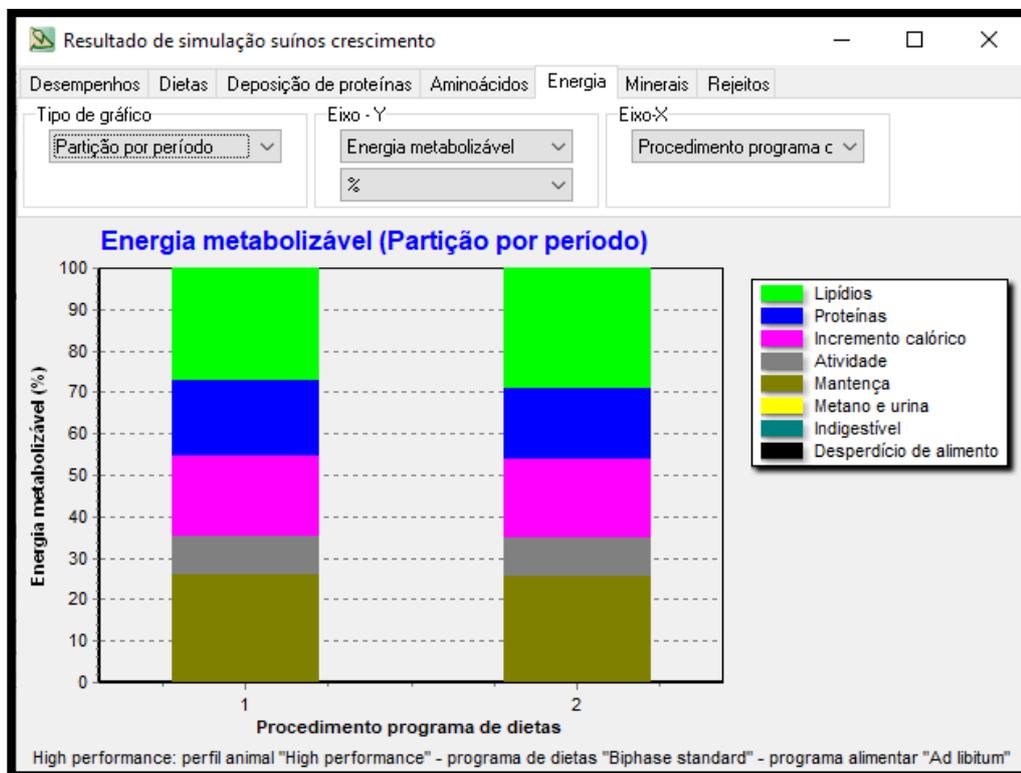
Figura 16 - Partição de triptofano (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Na aba "Energia" foi observado as partições da energia metabolizável que foram resultadas da simulação da dieta "INRAPORC® Proposta", nas Fases Inicial 1 e Inicial 2 (Figura 17). Estas se mostraram semelhantes em relação à avaliação anterior.

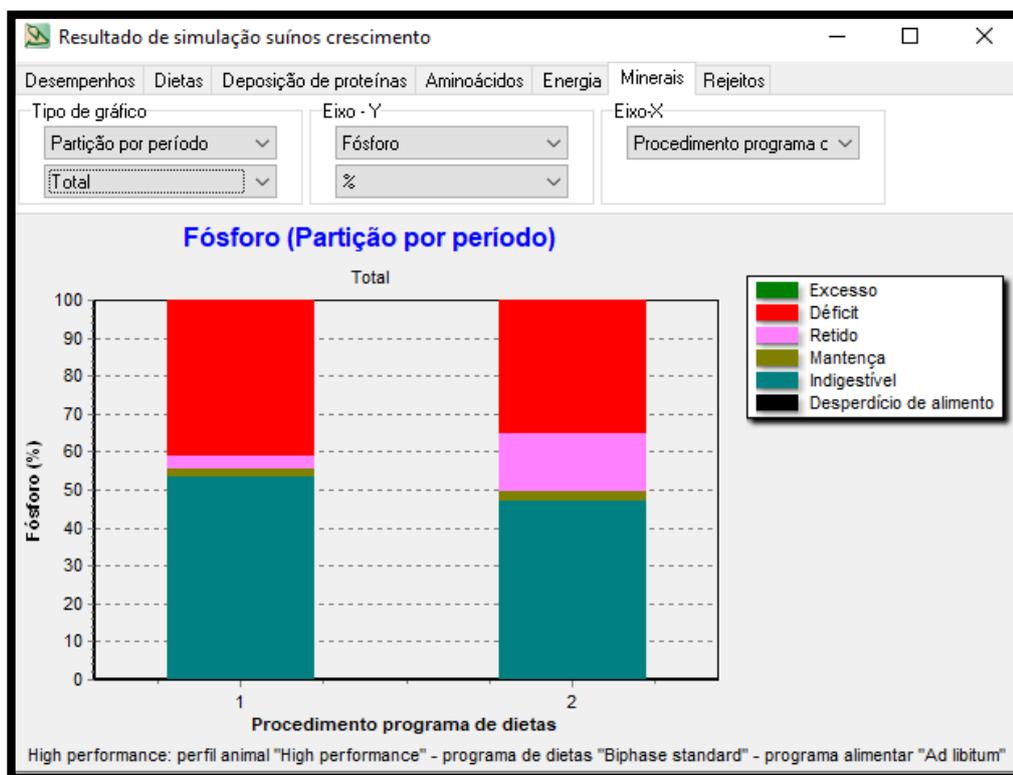
Figura 17 - Partição da Energia metabolizável (%) originárias das dietas reformuladas (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Na Figura 18 foi avaliada na aba “minerais” a partição de fósforo total estimado através da dieta reformulada, esse mineral apresentou redução de déficits com a dieta Inicial 1 “INRAPORC® Proposta”, entretanto, na dieta reformulada Inicial 2 “INRAPORC® Proposta” houve um aumento do déficit, mesmo sendo utilizado o nível preconizado para a Fase de acordo com as Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais (Rostagno et al., 2017).

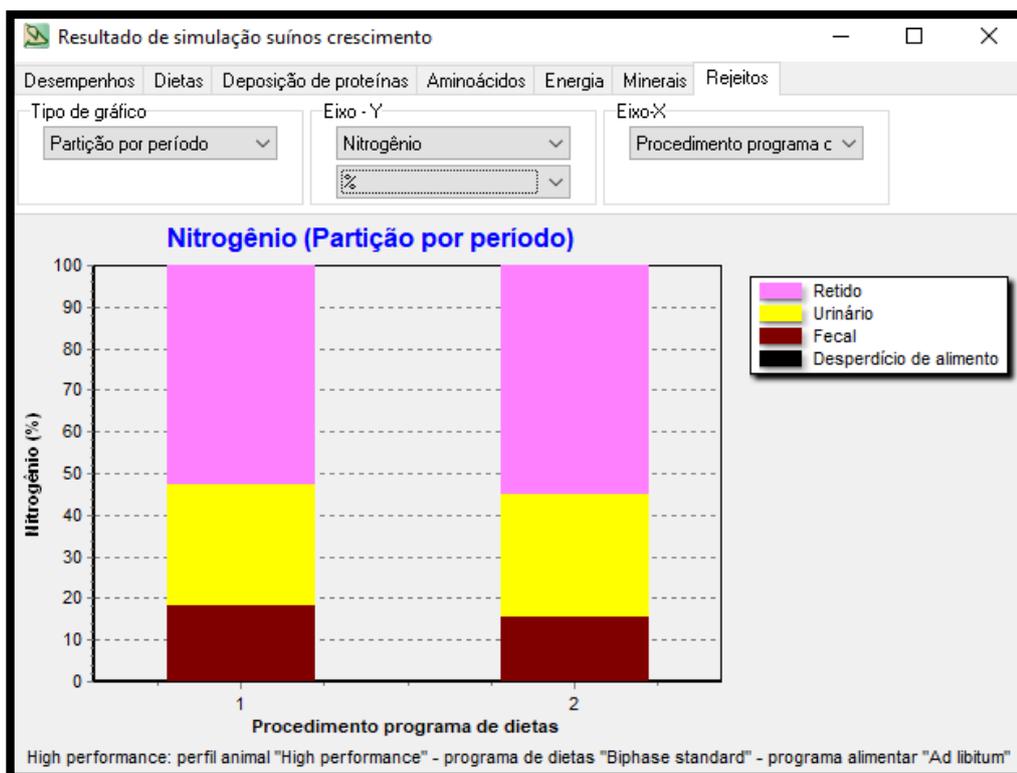
Figura 18 - Partição do fósforo total (%) consumida na dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

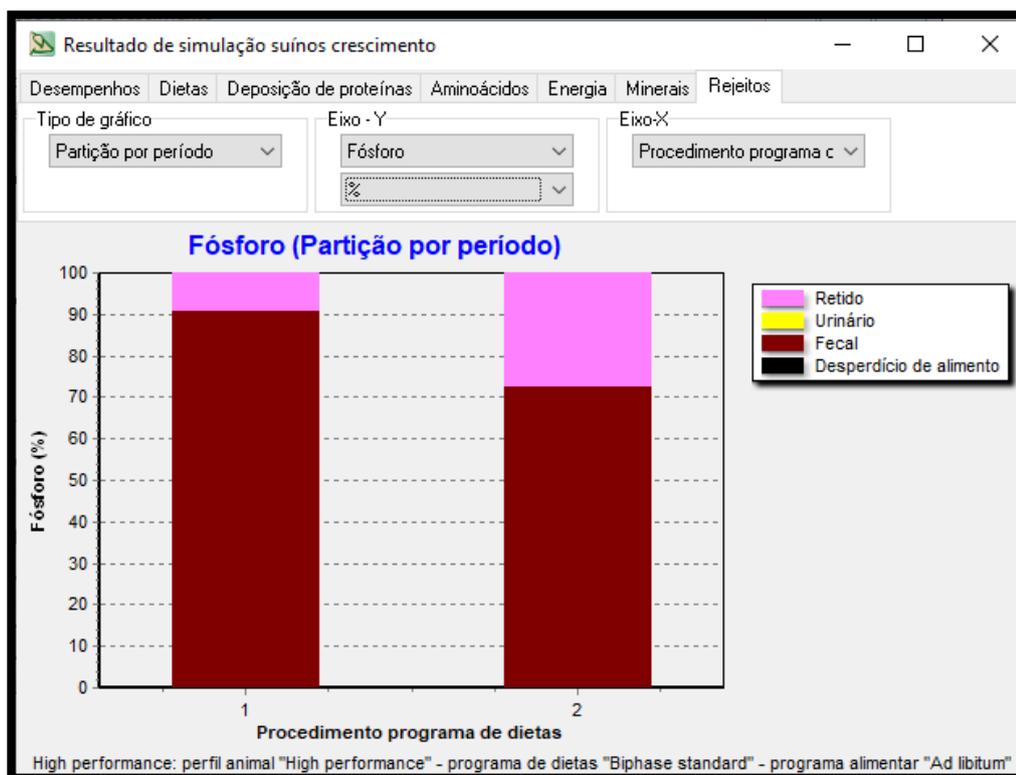
Também foi possível avaliar na aba “rejeitos” as partições do nitrogênio (Figura 19) e do fósforo total (Figura 20). Ambos nutrientes não obtiveram grandes variações, com exceção do fósforo total da dieta Fase Inicial 2 reformulada. O qual apresentou menor quantidade na fração “retida” da partição, provavelmente devido à redução da quantidade desse mineral em relação à dieta simulada anteriormente.

Figura 19 - Partição do nitrogênio (%) na forma de rejeitos nas dietas (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Figura 20 - Partição do fósforo total (%) na forma de rejeitos nas dietas (INRAPORC® Proposta), por período, nas Fases Inicial 1 e Inicial 2.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Na Tabela 11 estão apresentadas as porcentagens de “déficits” estimados dos nutrientes que foram observados nas figuras anteriores, assim como a variação (%) desses “déficits” quando simulados a partir da nova dieta (INRAPORC® Proposta) em relação a dieta originalmente simulada, em ambas as fases (Inicial 1 e Inicial 2).

Tabela 11 - Comparação dos "déficits" dos aminoácidos e do fósforo total da dieta simulada pelo INRAPORC®, nas fases Inicial 1 e Inicial 2 em relação as dietas reformuladas (INRAPORC® Proposta) e suas variações.

Nutrientes	"Déficits" Fase Inicial 1		
	INRAPORC®		Variação
	INRAPORC®	Proposta	
Lisina	20%	25%	5%
Metionina	27%	0%	-27%
Treonina	16%	10%	-6%
Triptofano	10%	1%	-9%
Fósforo total	44%	41%	-3%

Nutrientes	"Déficits" Fase Inicial 2		
	INRAPORC®		Variação
	INRAPORC®	Proposta	
Lisina	14%	6%	-8%
Metionina	14%	10%	-4%
Treonina	11%	8%	-3%
Triptofano	20%	4%	-16%
Fósforo total	2%	35%	33%

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Ao estimar a partição da lisina com a dieta reformulada (INRAPORC® Proposta), obteve cerca de 5% de aumento do déficit desse aminoácido na fase Inicial 1 (de 20% para 25%) e diminuição de 8% na fase Inicial 2 (de 14% para 6%), em relação a dieta original simulada. O déficit da metionina também diminuiu com a nova dieta proposta, com redução de cerca de 27% na fase Inicial 1 (de 27% para 0%) e 4% na fase Inicial 2 (de 14% para 10%). O mesmo ocorreu para a treonina, na fase Inicial 1 (de 16% para 10%), reduzindo o déficit em cerca de 6%, e na fase Inicial 2 (de 11% para 8%), obtendo uma redução de cerca de 3% do déficit quando comparado com a dieta anteriormente simulada. Na fase Inicial 1 o triptofano diminuiu cerca de 9% de déficit na fase Inicial 1 (de 10% para 1%) e redução de 16% na fase Inicial 2 (de 20% para 4%) em ambas as dietas (INRAPORC® e INRAPORC® Proposta).

Na dieta INRAPORC® Proposta na fase Inicial 1, o fósforo total reduziu seu déficit em cerca de 3% quando comparado com a dieta anteriormente simulada (de 44% para 41%). Já na fase Inicial 2 o déficit desse mineral aumentou em cerca de 33% (de 2% para 35%) quando estimado na dieta reformulada, em relação a dieta anterior, devido a redução da quantidade desse mineral afim de atender à exigência nacional na reformulação da dieta.

6. CONCLUSÃO

O software INRAPORC® quando utilizado para simular o crescimento de leitões na fase Inicial 1 e 2, de 15 kg à 19,7 kg e de 19,7 kg a 23,3 kg de peso vivo, respectivamente, com os dados de composição de duas dietas de uma propriedade suinícola de Santa Catarina, mostrou-se uma boa ferramenta de proposta de melhoria de estratégias nutricionais e de dietas. Com base nas avaliações dos dados de desempenho médio dos animais observados e simulados pelo software, sem necessidade de avaliação in vivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. **Mapeamento da suinocultura brasileira = Mapping of Brazilian Pork Chain/** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília, DF, 2016. 376p.

ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de suínos: teoria e prática.** Coordenação editorial: Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal. Brasília (DF): ABCS, 2014. 908p. Versão online. Disponível em < http://www.abcs.org.br/attachments/1823_Livro%20Produ%C3%A7%C3%A3o.pdf > Acesso em 20 de fevereiro de 2021.

BERTOL, Teresinha Marisa; LUDKE, Jorge Vítor; MORES, Nelson. Efeito de diferentes fontes protéicas sobre desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1735-1742, 2000.

BISINOTO, Kátia Sardinha et al. Exigências de triptofano para leitões (6 kg a 11 kg) com base no conceito da proteína ideal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 2, p. 197-202, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estatísticas. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. 2020a.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 02 de jul. de 2020.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Número de animais abatidos e peso total das carcaças por espécie e variação, segundo os meses - Brasil - 2019 – 2020.** 2020b. Pesquisa Trimestral do Abate de Animais – Tabelas. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=resultados>> Acesso em: 22 de jun de 2020.

CAMPOS, Josiane A. et al. Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho de suínos criados em creches com dimensões diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 339-347, 2009.

CIAS – Central de Inteligência de aves e suínos - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).** Custos de produção – ICP. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos>>. 2019. Acesso em: 16 de jun de 2020.

CIAS – Central de Inteligência de aves e suínos - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).** Estatísticas, Brasil, Suínos. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/brasil>>. Acesso em: 13 de jun. de 2020.

COSTA, L. B. et al. Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como promotores de crescimento de leitões desmamados. **Archivos de zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 687-698, 2011.

DANTAS, Waleska de Melo Ferreira et al. Perfil metabólico e ponderal de leitões submetidos a dietas com diferentes teores de fósforo em ambientes térmicos distintos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 901-910, 2014.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean mealbased diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.9, p.2420-2432, 2002.

DE OLIVEIRA, Fernanda Aparecida; DA SILVA FORMIGONI, Andressa. Produção de calor em suínos e suas formas de determinação. in: anais da ximostira científica famez / ufms, campo grande (2018), 2015.

DE OLIVEIRA, Ricardo Pinto et al. Valor Nutritivo e Desempenho de Leitões Alimentados com Rações Contendo Silagem de Grãos Úmidos de Milho¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 146-156, 2004.

DE SOUZA, Júlio César et al. Estudo do peso ao nascimento, desmame e ganho de peso de suínos criados no oeste do estado do Paraná. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 2, n. 1, p. 35-40, 2004.

FERREIRA, A.S.; COSTA, P.M.A.; GOMES, J.C.; et al. Desaparecimento da ingesta, pH estomacal e duodenal e formação de coágulos de leites de porca e de vaca e de extrato de soja no estômago e intestino delgado de leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17(supl. 3), p.308-316, 1988.

FRAGA, B. N.; LOVATTO, P. A.; RORATO, P. R. N.; OLIVEIRA, V.; ROSSI, C. A. R.; LEHNEN, C. R. Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. **Ciência Rural** v. 45, p. 1841-1847, 2015.

GIRÔTTO JÚNIOR, C. J. et al. Suplementação de aminoácidos para redução da proteína bruta em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1131-1138, 2013.

JUNQUEIRA, Otto Mack et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2394-2400, 2009.

HAUSCHILD, L. **Modelagem Individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento**. 142 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

HECK, A. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos leitões na recria e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. Supplement 1, 2009.

JUNQUEIRA, Otto Mack et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2394-2400, 2009.

KIEFER, Charles; DE QUADROS, Arlei Rodrigues Bonet. Planos nutricionais, com diferentes níveis protéicos, para suínos nas fases inicial e crescimento/terminação. **Agrarian**, v.2, n.3, p 123-134, 2009.

KUMMER, Rafael et al. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 1, p. 195-209, 2009.

MAHAN, D. C. et al. Evaluation of the feeding duration of a phase 1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. **Journal of animal science**, v. 76, n. 2, p. 578-583, 1998.

MAKKINK, C.A.; BERNTSEN, P.J.M.; KAMP, B.M.L. et al. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to different dietary protein sources in newly weaned pigs. **Journal Animal Science**, v.72, p.2843-2850, 1994.

MANZKE, Naiana Einhardt; DALLA COSTA, Osmar Antonio; DE LIMA, Gustavo Julio Mello Monteiro. Atualidades e desafios nas fases de crescimento e terminação: 1) sistemas de alimentação. In: **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In:

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS-AVESUI, 11., 2012, São Paulo, SP. Anais... Florianópolis: Gessulli, 2012.

MARIMON, Bruno Teixeira. Desempenho de leitões submetidos a diferentes densidades durante a fase de creche. 2018. 51 f. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

MORAES, Katia Maria Cano Munhoz Toccheton de. Probióticos para leitões lactentes e na fase de creche. 2008. 34f. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Botucatu, SP, 2008.

MOREIRA, I.; KUTSCHENKO, M.; FURLAN, A.C. et al. Exigência de lisina para suínos em crescimento, alimentados com baixo teor de proteína, baseado no conceito de proteína ideal. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p.770-771

MOURA, Jaqueline de Oliveira et al. Exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados e fêmeas de 15 a 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1085-1090, 2006.

NIEKAMP, S. R. et al. Immune responses of piglets to weaning stress: impacts of photoperiod. **Journal of animal science**, v. 85, n. 1, p. 93-100, 2007.

PACE, Fernanda Ascencio et al. Interactive effects between sugar source and pelleting temperature on processing, digestibility and blood metabolites in nursery piglets. **Livestock Science**, v. 240, p. 104182, 2020.

PEELER, H. T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. **Journal of Animal Science**, v. 35, n. 3, p. 695-712, 1972.

PEREIRA, Francisco Alves. Curvas de alimentação e crescimento na fase de terminação. In: **Produção de Suínos: Teoria e Prática**, 1º edição. Brasília: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, p.664 - 667, 2014.

QUADROS, A. B.; KIEFER, C.; HENN, J. D.; SCARIOT, G.; SILVA, J. H. S.; Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. **Ciência Rural**, v. 32, p. 109-114, 2002.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: **Nutrição de Ruminantes** (ed) Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006. p.311-332.

ROCHA, E. V. H. et al. Utilização de ácidos orgânicos e fitase em dietas para leitões na creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 719-724, 2008.

RODRIGUES, Paulo Borges et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 02, 2002.

ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª Edição. **Viçosa/Departamento de Zootecnia, UFV, Viçosa, Brazil**, 2017.

SANTOS, Asdrubal Viana et al. Aditivos antibiótico, probiótico e prebiótico em rações para leitões desmamados precocemente. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2016.

SCHIMIDT, Nádia Solange. Embrapa Suínos e Aves. Questão em foco. **Demandas atuais e futuras da cadeia produtiva de suínos**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/CIAS+-+Agropensa+-+Demandas+atuais+e+futuras+da+cadeia+produtiva+de+su%C3%ADnos.pdf>> Acesso em: 02 de jul de 2020.

SILVA, Caio Abércio da et al. Fatores que afetam o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1780-1788, 2016.

SIQUEIRA, Simona Miléo. Modelagem nutricional com o inraporc® para produção de suínos pesados. 2016.

SMOZINSKI, Nicole Gritti et al. Leitões alimentados na fase inicial com rações contendo proteína concentrada de soja: validação de dados através do modelo INRAPORC®. 2017.

SNELSON, H. Managing lightweight pigs-a case report. In: **American Association of Swine Practitioners**. 2000. p. 299-304.

USDA - United States Department of Agriculture. Estatísticas, Mundo, Suínos. **Embrapa**, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo>>. Acesso em: 13 de jun. de 2020.

TRINDADE NETO, Messias Alves da et al. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 687-695, 2002.

TOLEDO, Juliana Beatriz; HUEPA, Laura Marcela Diaz; DE OLIVEIRA GRIESER, Daiane. Suplementação de aminoácidos essenciais em dietas de baixo nível proteico para leitões: Revisão. **PUBVET**, v. 11, p. 1074-1187, 2017.

VAN MILGEN, J. et al. INRAPORC®: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 143,p. 387–405, 2008.

VAN MILGEN, J.; et al. INRAPORC®: where do we come from and where do we want to go? In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: MODELLING IN PIG AND POULTRY PRODUCTION, 2013. **Proceedings...**, p.1-17, 2013, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

VAN MILGEN, J. et al. Using InraPorc to reduce nitrogen and phosphorus excretion. **Recent Advances in Animal Nutrition**, [S.l.], v. 2008, n. 1, p. 179- 194, 2009.

WATHES, Christopher 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.

ZANGERONIMO, Márcio Gilberto et al. Redução do nível de proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 849-856, 2006.