

## **Análise de investimento em segregação de milho: estudo de caso em agroindústria produtora de rações para frangos de corte**

Recebimento dos originais: 22/03/2016  
Aceitação para publicação: 09/01/2018

### **Alex Bernardi**

Mestrando em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Endereço: Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.

CEP 85.503-390.

E-mail: [engenheiroalex@hotmail.com](mailto:engenheiroalex@hotmail.com)

### **José Donizetti de Lima**

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)..

Endereço: Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.

CEP 85.503-390.

E-mail: [donizetti@utfpr.edu.br](mailto:donizetti@utfpr.edu.br)

### **Gilson Adamczuk Oliveira**

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Endereço: Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.

CEP 85.503-390.

E-mail: [gilson@utfpr.edu.br](mailto:gilson@utfpr.edu.br)

### **Marcelo Gonçalves Trentin**

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Endereço: Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR.

CEP 85.503-390.

E-mail: [marcelo@utfpr.edu.br](mailto:marcelo@utfpr.edu.br)

## **Resumo**

O objetivo principal desta pesquisa foi analisar a viabilidade econômica da implantação de uma estrutura de armazenagem e processo de segregação de milho em uma agroindústria de rações para frangos de corte. Inicialmente, descreveu-se os benefícios dessa implantação na empresa localizada no município de Cunha Porã/SC. Por meio da análise estatística quantificou-se a variação do teor de energia das amostras coletadas. Para tornar possível a análise de investimento, foram obtidos dados por meio de orçamentos de empresas e pesquisa de mercado no ano de 2015. Estimou-se os componentes do fluxo de caixa do projeto para um período de 10 anos. Na sequência, aplicou-se a análise de viabilidade econômica baseada no

fluxo de caixa projetado e em técnicas modernas de análise de investimentos. Por meio da Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA), sistematizou-se as informações referente às expectativas de retorno e de riscos do empreendimento. Conclui-se que, para a unidade da agroindústria em estudo, o investimento na segregação do milho em três faixas de teor de energia se apresenta como um meio eficaz de redução de custo de produção. Essa conclusão foi amparada nas expectativas de retorno de grau médio (68,23%) e de riscos de nível baixo, sendo minimizados pelos limites de elasticidade.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Ração Animal. Viabilidade Econômica. MMIA. \$AV€Π.

## 1. Introdução

A produção de rações no Brasil é um mercado que movimentou no ano de 2014 aproximadamente 65 milhões de toneladas de rações produzidas. A previsão é que em 2015 a produção de rações no Brasil alcance as 67,1 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo de 3,2% na produção de rações no país (SINDIRAÇÕES, 2015).

À medida que os custos dos alimentos aumentam, cresce a necessidade de novas alternativas que atendam às exigências nutricionais dos animais nas suas diferentes fases de produção. As dietas comumente utilizadas na avicultura de corte têm milho como principal ingrediente e fonte de energia. Segundo Albino *et al.* (2006) sob a ótica econômico, o milho representa aproximadamente 70% do custo das rações, sendo a principal fonte de energia para aves. No entanto, variações significativas são encontradas na composição química e no valor nutricional desse grão, dificultando assim, a formulação precisa das rações (SILVA, 2011).

Conforme Brum *et al.* (2000), na formulação de dietas é imprescindível o conhecimento dos componentes nutritivos e da energia metabolizável de cada ingrediente que será utilizado. Isso é importante, pois se a dieta estiver desbalanceada poderá causar aumento no consumo de ração, baixo ganho de peso, pior conversão alimentar e conseqüentemente menor eficiência de produção.

As variações na qualidade das rações, principalmente alterações dos níveis de nutrientes dos ingredientes, consistem na principal causa de desvios entre o desempenho planejado e o observado, em lotes de frangos de corte (FAWCET; WEBSTER, 1999). A importância do controle de qualidade de ingredientes da fábrica de rações para animais é que esses componentes afetam diretamente o desempenho e o bem-estar dos animais, devendo-se garantir um nível mínimo de qualidade durante sua produção (BELUCIO *et al.*, 2000).

Para se formular rações mais eficientes e atender adequadamente as exigências nutricionais dos animais, é necessário conhecer com maior precisão, entre outros, os valores energéticos dos alimentos, que podem ser determinados por meio de métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos ou convencionais requerem a utilização de uma bomba calorimétrica e ensaios metabólicos, sendo metodologias trabalhosas, demoradas e dispendiosas (ZONTA *et al.*, 2006; POZZA *et al.*, 2008). Em contrapartida, como método indireto, surgem as equações de predição, que são baseadas na composição proximal dos alimentos e obtidas rotineiramente em laboratórios (ZONTA *et al.*, 2006).

Stringhini *et al.* (2014) recomendam que, em uma situação ideal, todas as cargas de milho provenientes de fornecedores que tem similaridade na qualidade, deveriam ser armazenadas em silos próprios, de forma a serem diferenciados no momento da produção da ração. O conhecimento dos valores nutricionais do milho pode ser um excepcional meio de permitir uma formulação mais precisa.

Segundo Van kempen (1996) é imprescindível o monitoramento do perfil nutricional dos ingredientes no recebimento da fábrica de rações. Por meio da utilização da tecnologia *NIR* (*Near Infrared Spectroscopy*) é possível determinar os valores nutricionais dos ingredientes, com rapidez, redução de custo e com limite de precisão adequado. Com a implantação dos sistemas de avaliação imediata por *NIR*, esse processo torna mais fácil a análise na recepção e a estimativa dos valores nutricionais dos ingredientes. Contudo, é necessário que o nutricionista utilize essas informações de forma segura (VAN KEMPEN, 1996; RAO, 2012; TAHIR *et al.*, 2012).

Constata-se, entretanto, que apesar do elevado número de pesquisas relacionadas à utilização de equipamentos *NIR* para análise de ingredientes em ração, poucos estudos têm avaliado a viabilidade econômica da implantação do processo de análise via *NIR* associada a segregação de ingredientes na indústria. Diante do exposto, o presente estudo de caso foi desenvolvido em uma agroindústria produtora de rações para frangos de corte, analisando a viabilidade econômica da implantação de uma estrutura para segregação do milho recebido como matéria-prima com o objetivo de melhorar a qualidade e eficiência da produção de rações avícolas. Para a análise econômica será utilizada a Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA) proposta por Lima *et al.* (2015) via Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento (\$AV€II).

Partindo da introdução aqui apresentada, este artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta o referencial teórico; a seção 3 traz a metodologia da pesquisa, a

qual engloba o enquadramento metodológico; a seção 4 é destinada a análise dos resultados, iniciando pela análise estatística da matéria-prima, seguindo pela descrição dos custos de implantação do projeto, custos operacionais, rendimentos e finalizando com o estudo de viabilidade econômica via MMIA; na quinta seção são apresentadas as conclusões e considerações finais, e por fim, apresentam-se as referências dessa pesquisa.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Controle de qualidade na fábrica de rações**

Segundo Lázari (1992), dentre os fatores relativos à ração para frangos de corte, estão a qualidade do alimento, as técnicas de nutrição, sanidade e manejo. Porém, menor atenção tem sido destinada a qualidade das matérias-primas utilizadas na elaboração das rações, uma vez que empresas têm sido extremamente lentas na criação e desenvolvimento de sistemas de garantia da qualidade das matérias-primas. Logo, de modo geral, acabam não conhecendo a qualidade do material que estão adquirindo.

O milho tem elevada importância pelo amplo uso na fabricação de rações animais como fonte principal de energia, em especial para aves e suínos. Esse cereal tem expressiva participação nos custos de produção e no desempenho animal (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

As variações nas matérias-primas utilizadas na produção de frangos de corte, se não identificadas e ajustadas causam impactos no desempenho animal, gerando relevantes perdas econômicas. A falta de uniformidade e alterações da qualidade das matérias-primas existentes no mercado brasileiro são alguns dos principais problemas enfrentados pela indústria de alimentação animal no Brasil e, segundo Penz Jr. (1995), afetam a qualidade da ração, comprometendo o desempenho animal.

No Brasil, Lima (2001) relata que o mercado de milho, em geral, valoriza pouco a qualidade, pois o pagamento diferenciado premiando esse atributo é pouco acentuado. O que está à venda é a quantidade e não a qualidade (presença de certas características).

Segundo Campestrini (2005), para a indústria, os equipamentos *NIR* têm sido importantes na mensuração da qualidade de alguns ingredientes, isso porque essa ferramenta proporciona precisão e reprodutibilidade da análise, rapidez e baixo custo, podendo analisar vários nutrientes de forma concomitante. Isso resulta em maior controle de processo, o qual permite uma tomada de decisão imediata.

O princípio básico da espectroscopia *NIR* envolve a produção, gravação e interpretação dos espectros resultantes da interação de radiação electromagnética com a matéria orgânica. A radiação *NIR*, ao interagir com uma amostra, pode ser absorvida, transmitida ou refletida. Assim, existem modos diferentes de medições e aplicações em espectroscopia *NIR* (MANLEY *et al.*, 2008). Na prática, os modos comuns são transmitância, transfectância, transmissão difusa e reflectância difusa, com os dois últimos sendo os mais frequentemente utilizados (HUANG *et al.*, 2008).

Dados reportados por Tahir *et al.* (2012) mencionam sobre a implantação dos sistemas de avaliação imediata por esse equipamento, tornando viável o processo de análise das matérias-primas no momento da recepção da carga. Todavia, os mesmos autores ressaltam para que o nutricionista utilize essas informações de forma segura. Por outro lado, Soto *et al.* (2013) testaram dietas formuladas com aminoácidos digestíveis e energia metabolizável determinadas com o *NIR* e encontraram incremento no desempenho geral e da qualidade da carcaça de frangos em que o equipamento estimou os níveis nutricionais das dietas.

A utilização de metodologias que possibilitam a avaliação rápida dos ingredientes pode permitir a separação dos ingredientes e seu armazenamento em silos com partidas semelhantes de ingredientes, contribuindo para a redução da variabilidade na qualidade das rações. Assim, o nutricionista poderá formular a ração de uma maneira mais eficiente, na qual os níveis nutricionais da formulação da ração serão ajustados.

Segundo Penz Jr. (1994), as empresas interessadas em minimizar um dos principais problemas na área de produção animal, a variabilidade dos resultados zootécnicos, deverão investir em tecnologia, a qual permita acompanhar os ingredientes utilizados nas rações, separá-los por categoria e empregá-los nas formulações de forma criteriosa.

Segundo Barbarino Jr. (2001), as melhores rações são produzidas quanto melhor a qualidade e menor variabilidade dos ingredientes. Os ingredientes utilizados na produção de ração devem ser escolhidos e combinados de maneira que permitam uma formulação de ração que seja nutricionalmente equilibrada, palatável e econômica. Os fluxos de matérias-primas na empresa devem possibilitar que as mesmas apenas sejam utilizadas após serem aprovadas e liberadas pelo controle de qualidade.

Como as formulações atuais relacionam os níveis de nutrientes e de energia, qualquer erro na energia estabelecida para a dieta compromete o consumo dos demais nutrientes. Esse desbalanceamento entre os níveis de energia e de nutrientes encarece a ração, sem resultar em melhoria de desempenho dos animais, além de aumentar a excreção de nutrientes nos dejetos,

acentuando seu impacto ambiental e problemas decorrentes. Além disso, a qualidade dos produtos finais da produção animal também é afetada negativamente (PENZ JR., 1995).

## 2.2 Análise de investimentos usando a MMIA

Segundo Kreuz *et al.* (2008), a tomada de decisão para realizar um investimento de capital é parte de um processo que envolve a geração e a avaliação de diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos. Assim, somente após relacionadas as alternativas tecnicamente adequadas é que se analisam quais serão atrativas sob a ótica econômica (SOUZA e CLEMENTE, 2008; LIMA *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2015).

Ao se realizar um investimento, comparam-se os prováveis rendimentos alcançados pelo projeto com aplicações disponíveis no mercado financeiro. O valor mínimo de rentabilidade ou taxa de juros comparativa de um empreendimento é denominada Taxa Mínima de Atratividade (TMA). O empreendimento deve superar a TMA para que o Projeto de Investimento (PI) seja economicamente viável (SOUZA e CLEMENTE, 2008; RASOTO *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2015).

Para Souza e Clemente (2008), a TMA pode ser definida como a taxa de desconto resultante de uma política definida pelos dirigentes da empresa. Essa última definição é adotada no restante desse trabalho, pois a agroindústria foco desse estudo tem definido tal taxa para a aprovação de seus Projetos de investimento (PIs).

Segundo Souza e Clemente (2008), para analisar a viabilidade econômica e financeira de um PI, pode ser utilizado a Metodologia Multi-índice (MMI), a qual procura embasar o processo decisório quanto à aceitação do projeto por meio da utilização de vários indicadores, enquadrados em duas categorias, a saber: (i) retorno: Valor Presente (VP), Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), Índice Benefício Custo (IBC) ou Índice de Liquidez (IL), Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA), índice ROIA/TMA e Retorno sobre o Investimento (ROI) ou Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); e (ii) riscos: Taxa Interna de Retorno (TIR), índice TMA/TIR, *Payback* e índice *Payback/N*. Além disso, deve-se melhorar a percepção dos riscos associados ao empreendimento, por exemplo, por meio da Análise de Sensibilidade (AS) dos principais fatores intervenientes (LIMA *et al.*, 2015). Por outro lado, para uma abordagem estocástica, recomenda-se o uso da Simulação de Monte Carlo (SMC) (LIMA *et al.*, 2017a).

Lima *et al.* (2015), ampliaram a Metodologia Multi-índice (MMI) proposta por Souza e Clemente (2008), denominando-a MMIA (MMI Ampliada). A MMIA incorpora na MMI índices para a Análise de Sensibilidade (AS) sobre os principais fatores impactantes no desempenho econômico do projeto avaliado. Esses índices são denominados Limites de Elasticidades (LEs). Desta forma, Lima *et al.* (2017a) aplicaram a Simulação de Monte Carlo (SMC) na MMIA. Já Lima *et al.* (2017b) desenvolveram um aplicativo web, denominado \$AV€Π (Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento), o qual automatiza parcialmente a análise econômica utilizando a MMIA sob as abordagens determinística e estocástica.

### 3. Metodologia

Esta pesquisa do ponto de vista da natureza é caracterizada como estudo de caso (CAUCHICK MIGUEL, 2007) e foi desenvolvida em uma agroindústria produtora de ração para frangos de corte. Os dados referentes as análises de matéria-prima foram coletados no período de setembro de 2013 a dezembro de 2015.

Como refere Cervo *et al.* (2007), o estudo de caso caracteriza-se como sendo um estudo em profundidade, baseado em uma análise empreendida em uma única organização. O estudo de caso é um tipo de pesquisa que apresenta como características fundamentais objetivar a descoberta, enfatizar a interpretação em contexto, buscando retratar uma realidade específica (CAUCHICK MIGUEL, 2007).

O enquadramento da pesquisa com base nos seus objetivos se caracteriza como de natureza exploratória, pois conforme Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Adicionalmente, pode-se caracterizar a pesquisa como de natureza descritiva, pois os dados foram analisados, tendo como maior objetivo detalhar e quantificar características de uma população ou fenômeno (GIL, 2002).

Com relação à abordagem do problema, esta pesquisa é caracterizada como quantitativa, pois está relacionada no levantamento de dados para aprofundar conhecimento sobre o tema. Sobre o aspecto da natureza da pesquisa pode-se citar essa pesquisa como sendo de natureza aplicada (GIL, 2002), pois propõe análises da implantação do projeto de inovação de processo para segregação do milho na fábrica de rações.

Como ponto de partida, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica. O objetivo foi agregar conhecimento científico com relação ao processo produtivo de rações, conhecimento relacionado à nutrição animal e análise de investimentos em ativos reais.

Para a concretização dessa pesquisa foi necessário realizar duas fases. A fase de Análise Estatística (AE) ou fase preliminar e a Análise de Viabilidade Econômica do Projeto de Investimento (AVEPI) em estudo. A AE foi necessária para o conhecimento e a quantificação das variações da matéria-prima recebida. A primeira etapa dessa fase consistiu na coleta de dados. Para o estudo estatístico foi utilizado o *software* Statgraphics Centurion XVI<sup>®</sup>. Nesse aplicativo foi gerado o histograma de frequência, a curva normal, gráficos de dispersão e também foi determinado a média, o desvio-padrão, o coeficiente de variação e a amplitude do teor de energia das amostras de milho avaliadas. Os resultados encontrados são apresentados e discutidos seção 4.1

O setor de nutrição da empresa realizou a classificação do milho em três faixas pelo teor de energia. De posse dos resultados da análise estatística da matéria-prima e do enquadramento das amostras, realizou-se o estudo de viabilidade econômica.

Os custos para a aquisição de máquinas e equipamentos necessários para o projeto de segregação do milho foram determinados por intermédio de orçamentos realizados junto a fornecedores, realizados no ano de 2015. Os cálculos relativos à construção civil, adequação de *layout* e instalações elétricas foram elaborados por meio de orçamentos junto aos fornecedores das respectivas áreas.

A atual Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é definida em 20% ao ano, valor que a empresa tem adotado como determinação para a realização de Projetos de investimento (PIs). O horizonte de planejamento adotado para essa análise é de 10 anos, ou seja, 120 meses. Por se tratar de uma cooperativa, não há obrigatoriedade na declaração do Imposto de Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ) no tocante às receitas das vendas realizadas para os cooperados. Nesse sentido, desconsiderou-se a depreciação contábil (ou fiscal) dos equipamentos.

Para a implantação e manutenção do PI em estudo, as fontes de financiamentos do ativo são unicamente capital próprio. O valor residual é a quantia que se espera para revenda. Nesse estudo, o valor residual do PI foi considerado nulo.

O estudo da viabilidade econômica foi desenvolvido utilizando a Metodologia Multi-índice Ampliada (MMIA) proposta por Souza e Clemente (2008) e ampliada por Lima *et al.* (2015) por intermédio do aplicativo web \$AVEPI (LIMA *et al.*, 2017b).



No processo de avaliação de um PI elabora-se uma análise econômica fazendo o cálculo do volume de investimentos necessários para a instalação do processo de segregação do milho seguido das receitas e das despesas que ocorrem ao longo de um determinado tempo. As receitas foram estimadas avaliando a diferença de custo da formulação da ração produzida utilizando o sistema de segregação no qual serão formuladas rações em decorrência de três padrões de milho, diferenciados pela Energia Metabolizável Aparente, corrigida pelo balanço de Nitrogênio, nesta pesquisa denominada de (EMAn).

De posse das estimativas de custos e das receitas, gerou-se o Fluxo de Caixa (FC) para cada período considerando um horizonte de planejamento equivalente a 10 anos. A avaliação da viabilidade econômica foi feita considerando os indicadores de retorno: VPL, VPLA, IBC, ROIA e índice ROIA/TMA. Os riscos do projeto foram avaliados a partir dos indicadores TIR, *Payback*, índice *Payback/N* e o índice TMA/TIR. Além disso, foram estimados os Limites de Elasticidade (LEs) para as principais variáveis intervenientes (LIMA *et al.*, 2015). O objetivo dessa análise é aprofundar a percepção do risco que está sujeito o PI.

#### **4. Resultados e Discussão**

O presente estudo considerou a instalação de um sistema de segregação de milho na unidade da fábrica de rações de frangos de corte, localizada no município de Cunha Porã, região Oeste do estado de Santa Catarina. A unidade na qual ocorreu a pesquisa é atualmente uma das maiores fábricas de rações para frangos de corte do país com uma produção aproximada de 1.900 toneladas de ração por dia.

Um dos problemas que a unidade enfrenta é a elevada variabilidade do conteúdo energético do milho, o qual é a principal matéria-prima utilizada no processo de produção de ração para frangos de corte. Uma maneira de minimizar a variação no teor de energia é a instalação de estrutura de armazenagem e processo de segregação do milho, no qual o produto é estocado nos silos respectivos, atendendo as faixas de teor de EMAn (energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio) presente na carga recebida.

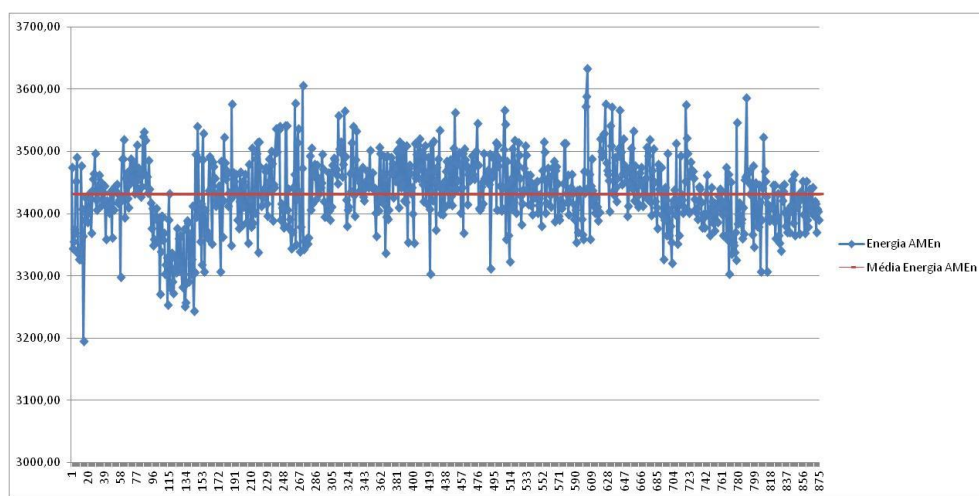
##### **4.1 Qualidade da Matéria-Prima**

Um fator primordial é a qualidade da matéria-prima, variações em suas composições nutricionais se não identificadas e ajustadas causam impacto no desempenho do animal com

elevadas perdas econômicas. Nesta pesquisa, foram analisados os resultados das análises laboratoriais realizadas nas cargas de milho de diversos fornecedores recebidas pela fábrica de rações no período de setembro de 2013 a dezembro de 2015.

As amostras de milho foram coletadas de cargas aleatórias durante o período, no qual buscaram englobar o maior número de fornecedores de milho para a indústria. A análise estatística é necessária para o conhecimento e a quantificação das variações no teor de EMAn do milho e são de extrema importância para o desenvolvimento das formulações das dietas dos frangos.

As coletas do milho nas cargas foram realizadas conforme norma de boas práticas de fabricação da empresa, aprovada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015). As amostras foram analisadas em laboratório externo credenciado junto aos órgãos oficiais. A metodologia de análise da EMAn utilizada foi via método de predição por meio do equipamento *NIR*. A distribuição dos resultados das análises de energia (EMAn) das cargas de milho está apresentada na Figura 1. Os resultados apresentados estão expressos na unidade de kcal/kg.

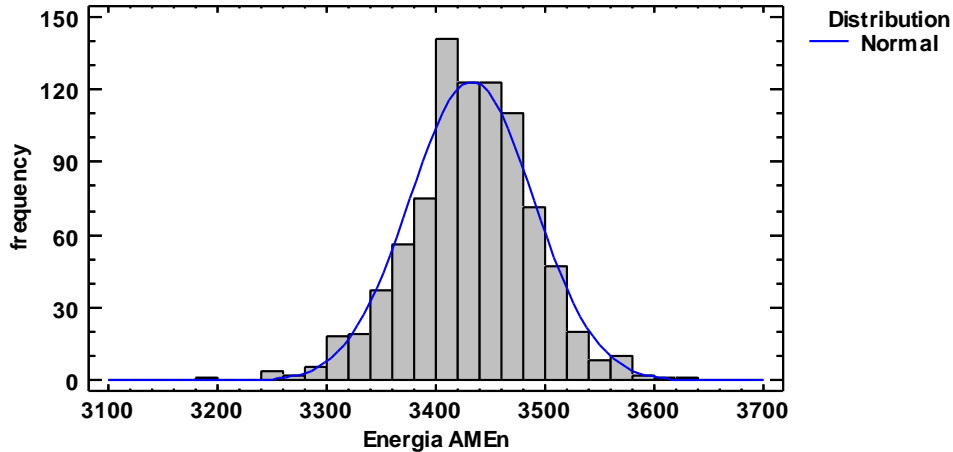


**Figura 1: Valores energéticos das diferentes amostras de milho (9/2013 – 12/2015)**  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme a Figura 1, os resultados de EMAn das amostras sofrem variação quando comparado à linha da média. Nos resultados apresentados se observa amostras com oscilação entre 3.196 kcal/kg e 3.633 kcal/kg, ou seja, uma amplitude de 437 kcal/kg (13,675%), evidenciando a importância da segregação para minimizar essa variação.

Por meio do uso do *software* estatístico utilizado foi gerado o histograma de frequência, a curva normal e também foi determinado a média, o desvio-padrão, o coeficiente

de variação e a amplitude do teor de EMAn das amostras avaliadas. Na Figura 2, observa-se o histograma de frequência para a distribuição de EMAn das amostras de milho e a sua distribuição normal.



**Figura 2: Histograma de frequência para os resultados de EMAn das amostras de milho**

Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise estatística das amostras de milho resultou em uma média igual a 3.432,76 kcal/kg. Os valores de EMAn mostraram-se superiores daquele citado por Vieira *et al.* (2007) e por Silva *et al.* (2005), que foi respectivamente de 3.251,33 kcal/kg e 3.275 kcal/kg, ambos corrigidos para matéria seca. Os valores obtidos são mais próximos aos observados por Leeson e Summers (1997), que foi de 3.329 kcal/kg de EMAn.

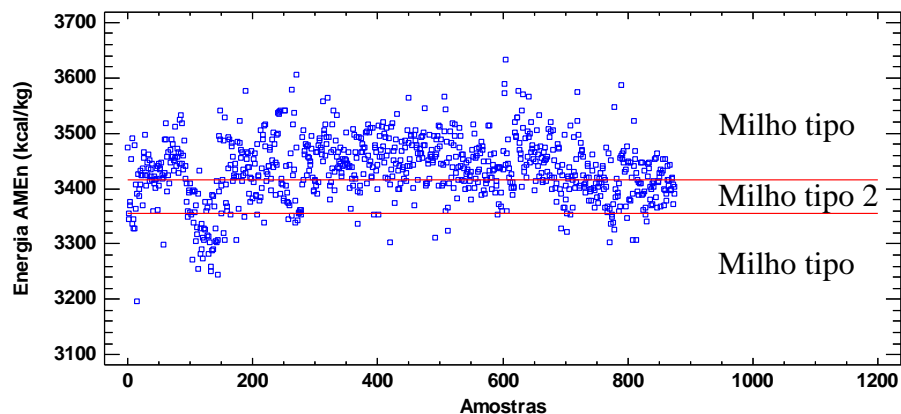
O desvio-padrão encontrado para os resultados de EMAn das 875 amostras foi de 56,72 kcal/kg e o coeficiente de variação igual a 9,8%. Os valores do coeficiente de variação foram superiores aos encontrados por Eyng *et al.* (2009) e por Vieira *et al.* (2007), os quais foram de 6,24% e 3,19%, respectivamente.

Utilizando os resultados das análises das 875 amostras, com o uso de um *software* específico para cálculo nutricional das dietas de frangos de corte, dividiu o milho em três faixas pelo teor de EMAn presente na carga. A carga que obtivesse resultado de EMAn abaixo de 3.356 kcal/kg, era denominada carga de milho tipo 3. Caso apresentasse EMAn entre 3.356 kcal/kg até 3.416 kcal/kg, era considerada carga de milho tipo 2. Finalizando, a carga de milho que apresentasse resultado de EMAn maior que 3.416 kcal/kg era denominado de milho tipo 1.

Com os resultados das amostras e utilizando os limites para as três faixas de milho determinadas pelo setor de nutrição da empresa, foi plotado o gráfico de dispersão das

amostras indicando os limites de EMAN das faixas de milho. Na Figura 3 pode-se visualizar as amostras e suas respectivas faixas de milho.

Na Figura 3, observa-se as linhas limites para as faixas de milho, na qual foram calculados os percentuais de amostras pertencentes a cada faixa. Da análise do teor de EMAN das 875 amostras de milho, resultou em 64% das amostras estão presentes no grupo considerado milho tipo 1, seguindo de 28% das amostras pertencem ao grupo considerado milho tipo 2, finalizando, obteve-se 8% das amostras consideradas como milho tipo 3.



**Figura 3: Gráfico de dispersão dos resultados de EMAN das amostras**  
Fonte: Elaborada pelos autores.

## 4.2 Custos de Implantação

Na Figura 4 é detalhado o fluxograma de recebimento de milho na indústria. Destacou-se o processo de análise via *NIR* o qual foi inserido e é necessário para a segregação do milho, fundamental na tomada de decisão para o local no qual o milho será destinado no momento da armazenagem. Além disso, também é necessária a instalação de estrutura de transporte de grãos e a construção de três silos de concreto com capacidade de 1.000 toneladas cada silo, denominados de silos pulmão.



**Figura 4: Fluxograma do recebimento e estocagem de milho na fábrica de rações**  
Fonte: Elaborada pelos autores.

A descrição dos investimentos para a implantação do processo de segregação do milho está detalhada na Tabela 1 e são relativos à implantação de processo de segregação no

recebimento do milho por teor de EMAn, ou seja, são investimentos apenas de adequação ao que existe atualmente na agroindústria em estudo. Assim, a capacidade de estocagem de milho atual não foi modificada. Além disso, não foi necessária a contratação de empregados, pois as atividades foram realizadas pelo atual quadro de funcionários da empresa.

**Tabela 1: Custos com instalação de equipamentos e obra civil**

Obra Civil	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Silo de concreto (capacidade para 1.000 ton)	3	621.265,00	1.863.795,00
<b>Equipamentos (inclui serviços)</b>			
Transportador de corrente (capacidade 300 ton/h)	2	143.478,00	286.956,00
Espalhador de Grãos (capacidade 300 ton/h)	3	3.400,00	10.200,00
Espectrômetro de infravermelho – NIR e acessórios	1	419.326,00	419.326,00
Moinho para amostras	1	32.210,00	32.210,00
Adequação na instalação pneumática	1	15.600,00	15.600,00
Adequação na instalação elétrica	1	1.100,00	1.100,00
Adequação no sistema de automação	1	25.000,00	25.000,00
<b>Total</b>			<b>2.654.187,00</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 4.3 Custos Operacionais

A discriminação dos custos operacionais para a funcionamento do processo de segregação do milho está detalhada na Tabela 2. Os gastos com energia elétrica foram estimados com base nos históricos de consumo de energia dos equipamentos no ano de 2015.

Os custos com manutenção dos equipamentos foram estimados considerando a manutenção preventiva e lubrificação, não incluindo possíveis ações corretivas devido a problemas operacionais. O valor descrito para a atualização de curvas NIR foi estimado baseado na confecção de curva utilizando análises de laboratório externo como referência.

**Tabela 2: Despesas operacionais**

Despesas	Valor mensal (R\$)
Atualização curvas NIR	1.850,00
Energia elétrica	1.350,00
Manutenção de equipamentos	300,00
<b>Total</b>	<b>3.500,00</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 4.4 Rendimentos

Para dar sequência na análise de investimento, foram levantados os rendimentos relativos ao processo de segregação do milho utilizado na fábrica de rações. O cálculo do rendimento mensal está relacionado ao emprego de três formulações diferenciadas para a

produção de rações empregadas na fase de crescimento dos frangos de corte, denominada pela empresa de “ração crescimento”.

A escolha dessa ração foi em virtude de o volume de produção ser o maior comparado a rações empregadas na fase inicial e terminação. As três formulações, considerando as diferentes matrizes nutricionais, apresentaram diferenças nos custos e dependendo do preço das matérias-primas, podem ser pequenas ou até expressivas.

As fórmulas das dietas utilizadas para o cálculo do custo de ração foram fornecidas pelo setor de nutrição da empresa e foram calculadas com base nos valores de EMAn do milho apresentados na Figura 3. Devido a confidencialidade exigida pela empresa, não serão apresentadas as formulações em uso, somente está disponível nessa pesquisa os custos de cada formulação utilizadas no cálculo da viabilidade econômica do PI. Os custos das fórmulas podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3: Custo das formulações da ração crescimento**

<b>Formulação</b>	<b>Custo (R\$/kg)</b>
Utilizando milho tipo 1	0,932
Utilizando milho tipo 2	0,944
Utilizando milho tipo 3	0,951

Fonte: Departamento de nutrição da empresa.

O cálculo do rendimento anual teve como base a média de produção de “ração crescimento” expedida pela fábrica de rações no ano de 2015. A quantidade mensal desse tipo de ração produzida na fábrica no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2015 foi de 23.877,50 toneladas e serviu para o cálculo da viabilidade econômica do empreendimento.

Partindo das informações de energia metabolizável das 875 amostras analisadas e apresentadas na Figura 2, pôde-se de forma didática, extrapolar os resultados de energia metabolizável para as cargas de milho recebidas na fábrica. Por meio desse valor, estimou-se um custo mensal na produção de ração crescimento com segregação do milho, para obter um valor aproximado de rendimento por meio do uso de formulações específicas.

O cálculo do rendimento mensal foi baseado na utilização de três formulações específicas, comparando-as com a utilização de uma formulação base, sem segregação, na qual o teor de energia do milho utilizado para a formulação base é a faixa intermediária, no nosso caso, o milho tipo 2.

Na Tabela 4, estão apresentadas as quantidades produzidas de ração utilizando as diferentes formulações, levando em consideração o volume de milho recebido por faixa, ou seja, a produção da formulação utilizando o milho tipo 1 deve ser proporcional à quantidade

de milho tipo 1 recebida na unidade, conforme histórico de análises. Na última linha da Tabela 4, é apresentado o volume de produção mensal utilizando a formulação base.

**Tabela 4: Quantidade de ração crescimento produzida em função da disponibilidade de milho segregado**

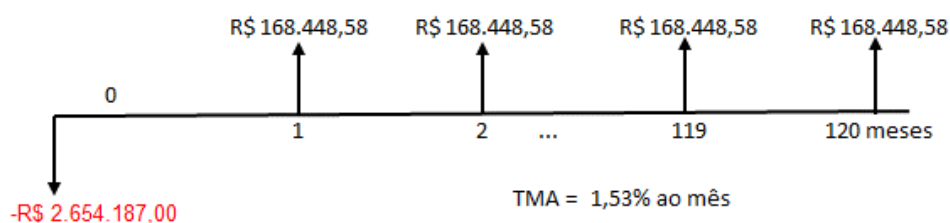
Formulação	Produção (ton/mês)	Custo da ração (R\$/ton)	Custo Total (R\$)
Fórmula com milho tipo 1	15.199,58	932,00	14.166.008,56
Fórmula com milho tipo 2	6.685,58	944,00	6.311.187,52
Fórmula com milho tipo 3	1.992,34	951,00	1.894.715,34
<b>Total Segregação</b>	<b>23.877,50</b>	-	<b>22.371.911,42</b>
<b>Fórmula Base</b>	<b>23.877,50</b>	<b>944,00</b>	<b>22.540.360,00</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 4, se observa ainda a variação no custo da ração produzida utilizando fórmulas ajustadas pelo teor de EMAn do milho, comparadas a utilização da fórmula base sem segregação. No caso de a indústria utilizar a formulação base para a produção de ração conforme produção mensal de 23.877,50 toneladas, contabiliza-se um custo mensal de aproximadamente R\$ 22.540.360,00. No caso de a indústria optar pela segregação do milho e utilização de fórmulas específicas, ocorrerá um gasto mensal de cerca de R\$ 22.371.911,42. Isso resulta em uma economia mensal estimada em R\$ 168.448,58. Destaca-se, que ao produzir com uma única fórmula base sem segregação, toda vez que o milho tipo três for utilizado, haverá queda no desempenho das aves a campo.

#### 4.5 Viabilidade Econômica

De posse desse conjunto de dados, elaborou-se o Fluxo de Caixa (FC) projetado apresentado na Figura 5, destacando o investimento inicial e os benefícios financeiros resultantes da implantação desse projeto. Esse FC serviu de base para o levantamento dos indicadores de viabilidade econômico do empreendimento em estudo. Por outro lado, a Figura 6 apresenta a tela inicial da ferramenta web \$AV€II com os dados de entrada do PI em estudo.



**Figura 5: Fluxo de Caixa (FC) do Projeto de Investimento (PI) em estudo**

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Figura 6: Tela de entrada dos dados do PI no \$AVEII**

Fonte: Elaborada pelos autores.

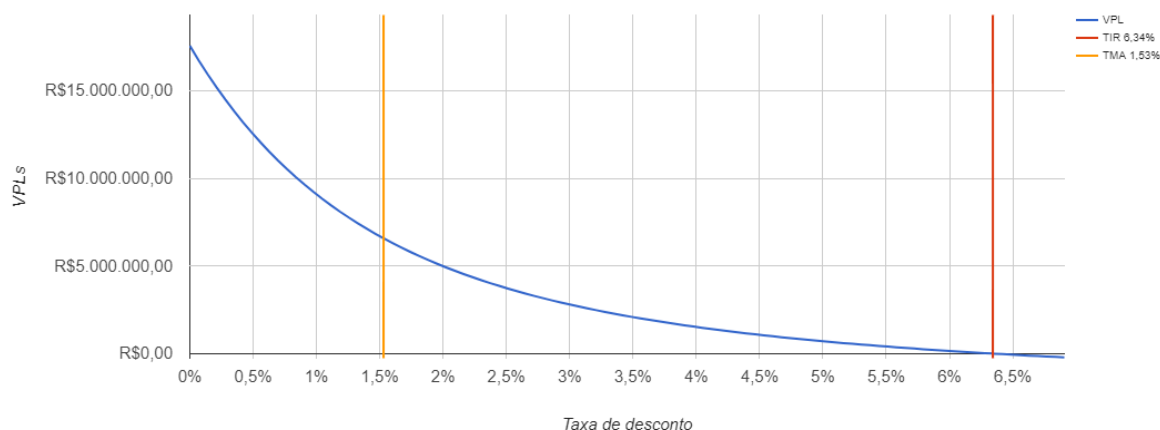
A Figura 7 disponibiliza os resultados econômicos encontrados para o PI na segregação do milho utilizado na fábrica de rações para frangos a partir dos dados fornecidos pela agroindústria e da aplicação da metodologia de análise de investimento MMIA via \$AVEII. Por outro lado, a Figura 8 exibe o espectro de validade da decisão.

DIMENSÃO	INDICADOR	VALOR ESPERADO
RETORNO	VP	R\$ 9.229.589,87
	VPL	R\$ 6.575.402,87
	VPLA	R\$ 120.007,20
	IBC	3,4774
	ROIA	1,04%
	Índice ROIA/TMA	68,23%
RISCOS	Payback (meses)	19
	TIR	6,34%
	Payback/N	15,83%
	TMA/TIR	24,12%
LIMITES DE ELASTICIDADE	$\Delta\%TMA$	314,54%
	$\Delta\%FC_0$	247,74%
	$\Delta\%FC_j$	71,24%
	$\Delta\%FC_0$ e $FC_j$	55,33%
	$\Delta\%TMA$ e $FC_0$	138,59%
	$\Delta\%TMA$ e $FC_j$	58,09%
	$\Delta\%TMA$ e $FC_0$ e $FC_j$	47,05%

**Figura 7: Dimensões e Indicadores da MMIA**

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AVEII.



**Figura 8: Espectro de validade da decisão: VPLs x TMAs**

Fonte: Elaborada pelos autores no \$AV€II.

No aspecto econômico, o PI na segregação do milho na indústria de nutrição animal, descrito nesta pesquisa, torna-se economicamente viável, pois são recuperados os investimentos iniciais de aporte de capital à TMA de 20% ao ano. Assim, estima-se que o PI em estudo, no horizonte de tempo avaliado (120 meses), gere recursos equivalentes àquele imobilizado inicialmente, acrescido do que se teria ganhado se o capital tivesse sido aplicado na melhor alternativa de investimento de baixo risco disponível no momento do investimento.

Além disso, espera-se que gere um excedente de caixa igual a R\$ 6.575.402,87 (VPL) ou R\$ 120.007,20 por mês (VPLA). O fato do VPL e, por conseguinte o VPLA, ser positivo indica que o PI na segregação de milho merece continuar sendo analisado. O resultado para o IBC destaca que a cada R\$ 1,00 investido no PI haverá um retorno de cerca de R\$ 3,48. O ROIA que mede o retorno sobre o investimento, ou seja, a riqueza gerada pelo PI, além da TMA. Nesse caso, está estimado em 1,04% ao mês, evidenciando assim a melhor expectativa de retorno sobre o PI em estudo (SOUZA e CLEMENTE, 2008). Outro índice de retorno é o ROIA/TMA, no qual é exibido o retorno sobre o investimento dividido pela TMA, resultando em 68,23%. Esse valor permite classificar esse PI na categoria de retorno de grau médio (LIMA, 2017).

A TIR é estimada em 6,34% ao mês, apresentando um risco baixo, medido pela distância entre a TIR e a TMA. No tocante ao tempo de recuperação do capital investido, a análise da projeção do Fluxo de Caixa (FC) resultou em um *Payback* descontado de 19 meses ou 15,83% do horizonte de análise (120 meses). Logo, para o *Payback* calculado, há viabilidade econômica do PI em estudo, dentro do horizonte de análise estabelecido e para a

TMA considerada. Esses valores permitem classificar esse PI na categoria de riscos de nível baixo (LIMA, 2017).

Com relação aos Limites de Elasticidade (LEs), é possível verificar que o índice  $\Delta\%TMA$ , o qual demonstra o aumento máximo admitido à TMA antes de tornar o PI inviável do ponto de vista econômico, fechou em 314,52%, evidenciando assim um risco baixo para o projeto em estudo. Já o índice  $\Delta\%FC_0$ , que demonstra o aumento máximo admitido nos custos de implantação desse PI antes de tornar-se economicamente inviável, fechou em 247,74%, ou seja, o investimento inicial poderia aumentar até esse patamar. Outro indicador de sensibilidade que pode ser observado é a  $\Delta\%FC_j$ , que resultou em 71,24%, demonstrando que essa seria a redução máxima que poderia acontecer com o FC para cada unidade de tempo avaliada, antes do PI ser inviável.

Com relação ao indicador  $\Delta\%FC_0$  e  $FC_j$  obteve-se 55,33% evidenciando o aumento máximo nos custos iniciais de implantação e a redução máxima no FC periódico, antes de inviabilizar economicamente o PI. Já o indicador  $\Delta\%TMA$  e  $FC_0$ , que demonstra o aumento máximo na TMA utilizada e o aumento no investimento inicial, de forma conjunta, antes de inviabilizar o PI, resultou em 138,59%. Outro indicador da análise de sensibilidade é a  $\Delta\%TMA$  e  $FC_j$  que fechou em 58,09% e demonstra o aumento máximo na TMA utilizada e a redução máxima no FC periódico esperado, de forma concomitante.

Para finalizar essa análise, por meio da identificação dos LEs, o indicador  $\Delta\%TMA$  e  $FC_0$  e  $FC_j$  resultou em 47,05%. Esse valor indica o aumento máximo na TMA utilizada e nos custos iniciais de implantação estimados e a redução máxima no FC esperado por unidade de tempo, de forma conjunta, antes de inviabilizar o PI em estudo.

Assim, o processo de segregação de milho na agroindústria de nutrição animal pode ser caracterizado com um negócio sustentável do ponto de vista econômico, visto que se espera um bom retorno e um baixo risco, sendo que essa última dimensão também apresenta boa margem de variação para os LEs avaliados. Nesse contexto, recomenda-se a sua implantação e monitoramento para verificar se o previsto se aproxima do realizado.

## 5. Conclusão

Novas tendências de nutrição, assim como o controle de qualidade efetivo acompanhadas de ferramentas como o *NIR* e atualizações das matrizes nutricionais, mostram

ser fundamentais para alcançar eficiência produtiva e redução de custos de produção de rações para frangos de corte. Nesse contexto, esse artigo avaliou a viabilidade econômica da implantação de uma estrutura para segregação do milho recebido como matéria-prima com o objetivo de melhorar a qualidade e eficiência da produção de rações avícolas. Para a análise econômica foi utilizada a MMIA proposta por Lima *et al.* (2015) via  $\Delta V \text{€PI}$ .

Analisar os dados nutricionais e trabalhar as informações de forma a obter os dados necessários para formulação de rações é primordial para a busca da nutrição precisa. Assim, a segregação de ingredientes objetivando a redução da variação nutricional das rações foi avaliada sob o aspecto econômico como uma forma de reduzir os custos de produção e o ajuste na formulação se faz necessário para que a ração produzida tenha uma menor variação nutricional, contribuindo para o aumento da eficiência na produção avícola.

Em suma, sob a ótica econômica, o PI na segregação do milho na indústria de nutrição animal, descrito nesta pesquisa, torna-se economicamente viável, pois são recuperados os investimentos iniciais de aporte de capital à TMA de 20% ao ano, amparada nas expectativas de retorno de grau médio (67,08%) e de riscos de nível baixo, sendo minimizados pelos limites de elasticidade. Assim, estima-se que o PI em estudo, no horizonte de 120 meses, gere recursos equivalentes àquele imobilizado inicialmente, acrescido do que se teria ganhado se o capital tivesse sido aplicado na TMA. Por outro lado, considerando o estudo sob a perspectiva técnica, as vantagens observadas do projeto de segregação do milho se referem ao maior controle da qualidade nutricional da matéria-prima utilizada, proporcionando um melhor ajuste na formulação da ração.

A pesquisa colabora para que novos estudos de viabilidade econômica sejam realizados em agroindústrias produtoras de ração para frangos de corte com diferentes capacidades de produção. A segregação de matérias-primas na indústria de nutrição animal deve ser um projeto a ser considerado em instalações industriais e a análise de viabilidade econômica contribui para a tomada de decisão.

## 6. Referências

ALBINO, L.F.T.; NERY, L.R.; ROSTAGNO, H.S.; MESSIAS, R.K.G.; BARROCA, C.C.; CARVALHO, T.A. Valores energéticos e composição química de alguns alimentos à base de soja usados na alimentação de frangos de corte. In: *Conferência de Ciência e Tecnologia Avícolas*, 2006, Santos. *Anais...* Santos: APINCO, 2006. p.117.

BARBARINO JR, P. *Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas*. 2001. 158f Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2001.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; SPILLARI, V.E. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.5, p.995-1002, 2000.

CAMPESTRINI, E. Utilização de Equipamento *NIRS* nos Estudos de Valores Nutricionais de Alimentos para Não Ruminantes. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.2, n.5, p.240-251, 2005.

CAUCHICK MIGUEL, P.A. *Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução*. Produção, v. 17, n. 1, 2007. p. 216-229.

CERVO, A L.; BERVIAN, P.A.; DA SILVA, R. *Metodologia científica*. 6a ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2007.

EYNG, C; NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; POZZA, M.S.S.; NUNES, C.G.V.; NAVARINI, F.C.; SILVA, W.T.M., APPELT, M.D. Composição química e valores energéticos de cultivares de milho para aves. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, n.1: p.60-72, 2009.

FAWCETT, R. H.; WEBSTER, M. Variabilidade de alimento e dos ingredientes do alimento: impacto na performance de frangos de corte e lucro. Simpósio Internacional ACAVEMBRAPA sobre Nutrição de Aves, p. 59-68, 1999.

GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

HUANG, H., YU, H., XU, H., YING, Y. Near infrared spectroscopy for on/in line monitoring of quality in foods and beverages: A review. *Journal of Food Engineering*. 87: 303-313. 2008.

KREUZ, C.L.; SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio mel no planalto norte de Santa Catarina. *Custos e @gronegócio on line* - v. 4, n. 1 - Jan/Abr. - 2008.

LÁZZARI, F.A. *Qualidade da matéria-prima de rações para aves: umidade, fungos e micotoxinas*. In: Mini simpósio do colégio Brasileiro de nutrição animal, 7, Campinas, 1992. *Anais...* Campinas: CBNA, 1992. p. 77-83.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Comercial poultry nutrition*. 2. ed. Ontario: University Books, 1997. 350p.

LIMA, G.J.M.M. Grãos de Alto Valor Nutricional para a produção de Aves e Suínos: oportunidades e perspectivas. In: *A Produção Animal na Visão dos Brasileiros*. Piracicaba, SP. *Anais...*, SBZ, p.178-194; 2001.

LIMA, J.D. de. *Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos (MAVEPI): abordagens determinística e estocástica*. Textos para discussão. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Câmpus Pato Branco). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS). 2017. Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/materialDeApoio.php>>. Acesso em: dez. 2017.

LIMA, J.D. de; BENNMANN, M.; SOUTHER, L. F. P.; BATISTUS, D. R.; OLIVEIRA, G. A. \$AV€II – Web System to Support the Teaching and Learning Process in Engineering

Economics. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, v. 14, 2017b. p. 469-485. DOI: 10.14488/BJOPM.2017.v14.n4.a4.

LIMA, J.D. de; SCHEITT, L.C.; DE BOSCHI, T.F.; DA SILVA, N.J.; DE MEIRA, A.A.; DIAS, G.H. Propostas de Ajuste no Cálculo do Payback de Projetos de Investimentos Financiados, *Custos e @gronegocio online*, v. 9, No. 4, pp.162-180, 2013.

LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; OLIVEIRA, G.A.; BATISTUS, D.R.; SETTI, D. A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects. *Int. J. Engineering Management and Economics*. v. 5, 1/2. n. 3. 2015. p. 19-34.

LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; OLIVEIRA, G.A.; BATISTUS, D.R.; SETTI, D. *Systematic Analysis of Economic Viability with Stochastic Approach: A Proposal for Investment*. In: *Engineering Systems and Networks: The Way Ahead for Industrial Engineering and Operations Management*. Amorim, M.; Ferreira, C.; Vieira Junior, M.; Prado, C. (Org.). Volume 10, Série 11786: *Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*. 1ed.Switzerland: Springer International Publishing, 2017a, v. 10, p. 317-325. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-45748-2>.

MANLEY, M.; DOWNEY, G.; BAETEN, V., Spectroscopic technique: Near-Infrared (NIR) spectroscopy. In: *Modern techniques for food authentication*. Da-Wen Sun 1st ed., Amsterdam; Boston: Elsevier/Academic Press. Pp 65-115. 2008.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 15/12/2015.

NRC - National Research Council, *Nutrient requirements of poultry*, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.

PENZ JR., A.M. Digestão e absorção de proteínas e aminoácidos. In: Fisiologia da digestão e absorção das aves. Campinas: APINCO, 1994. p.59-69.

PENZ JR., A.M. Importância do equilíbrio nutricional da ração. In: Simpósio Goiano de avicultura, 1, Goiânia, 1995. *Anais...* Goiânia: AGA, p.23-32. 1995

POZZA, P.C.; GOMES, P. C.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; POZZA, M.S.S.; NUNES, R.V. Composição química, digestibilidade e predição dos valores energéticos da farinha de carne e ossos para suínos. *Acta. Sci. Anim. Sci. Maringá*, v. 30, n. 1, p. 33-40, 2008.

RAO, S. Practical Utilization of NIR Technology in Poultry Feed Formulation. <http://www.thepoultryfederation.com/public/userfiles/files/Practical%20utilization%20of%20NIR%20technology%20in%20poultry%20feed%20formulation%20Rao.pdf>

RASOTO, A.; GNOATTO, A.A.; OLIVEIRA, G.A. de; ROSA, F.C. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, A.H. de; LIMA, A.I. de; LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; RASOTO, I.V., *Gestão Financeira: enfoque em inovação*. 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. v. 6. 140p.

ROSTAGNO, H.S.; BUNZEN, S.; SAKOMURA, N.K.; ALBINO, L.F.T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: Funesp, 2007. 283p.

SILVA, C.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; NERY, L.R.; MESSIAS, R.K.G.; VIANA, M.T.S. Valores energéticos de alguns alimentos usados na alimentação de frangos de

corde. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. *Anais...* Santos: APINCO, 2005. p.75.

SILVA, C.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; SANTAROSA, J.; PEREIRA, P.W.Z. Avaliação de milhos de diferentes densidades para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.7, p.1554-1561, 2011.

SINDIRAÇÕES - Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Brasil. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 22/12/2015.

SOTO, C.; AVILA, E., ARCE, J.; ROSAS, F.; MCINTYRE, D. Evaluation of different strategies for broiler feed formulation using near infrared reflectance spectroscopy as a source of information for determination of amino acids and metabolizable energy. *The Journal of Applied Poultry Research*, n.22, p.730-737.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 186p.

STRINGHINI, J.H.; MCMANUS, C.; ARNHOLD, E.; CARVALHO, F.B. de Alternativas para Ajuste das Matrizes Nutricionais de Ingredientes para Formulação de Rações. In: VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, setembro de 2014, São Paulo. *Anais...* Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. São Paulo, 2014.

TAHIR, M.; SHIM, M.Y.; WARD, N.E.; WESTERHAUS, M.O.; PESTI, G.M. Evaluation of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) techniques for total and phytate phosphorus of common poultry feed ingredients. *Poultry Science*, v.91, p.2540–2547, 2012.

VAN KEMPEN, T. NIR technology: Can we measure amino acid digestibility and energy values? Proceedings of the 12th Annual Carolina Swine Nutrition Conference, 1996.



VIEIRA, R.O.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; NASCIMENTO G.A.J.; SILVA, E.L.; HESPANHOL, R. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.832-838, 2007.

ZONTA, M.C. de M. *et al.* Energia metabolizável de farinhas de soja ou produtos de soja, determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. *Archivos de zootecnia*, 55 (209): 21-30, 2006.

### **Agradecimentos**

Especial agradecimento a empresa, a qual gentilmente forneceu os dados para o desenvolvimento da pesquisa e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCTI/CNPQ – chamada universal 14/2014, processo n. 457.473/2014-2) por seu suporte financeiro, o qual financiou parcialmente o desenvolvimento dessa pesquisa.