

# ANÁLISE DE CUSTOS DO FRANGO DE CORTE EM DIFERENTES NÍVEIS DE TECNOLOGIA DE AVIÁRIOS SOB A ÓTICA DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

ANALYSIS OF COSTS OF THE CUT CHICKEN IN DIFFERENT LEVELS OF AVIAN TECHNOLOGY UNDER THE OPTICS OF MONTE CARLO SIMULATION

Patrícia Regina da Silva Zaluski<sup>1</sup>

[patricia\\_zaluski@hotmail.com](mailto:patricia_zaluski@hotmail.com)

Maria José Pereira Dantas<sup>2</sup>

[mjpdantas@gmail.com](mailto:mjpdantas@gmail.com)

MEPROS – Mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas - Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC – GO<sup>1</sup> e Professora Doutora do Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas<sup>2</sup>.

## RESUMO

Neste artigo a Simulação de Monte Carlo (SMC) é aplicada de forma a exemplificar seu uso, avaliando o comportamento dos diferentes tipos de aviários em atender demandas simuladas, com base nas variáveis de preço e custo aplicados à indústria e produtor. O modelo foi implementado em Excel com o apoio do suplemento *Crystal Ball*. Ao final do artigo pode-se observar o comportamento dos subprodutos do frango de corte sob regime dos diferentes níveis de tecnologia de aviários. Concluiu-se que os aviários climatizados positivo e negativo apresentam semelhanças nos resultados alcançados na simulação, o que demonstra uma baixa relação custo/benefício no investimento em aviários climatizados negativos, pois necessitam de investimento inicial elevado. Este artigo considera uma análise superficial, contemplando apenas uma parcela do cenário real existente ao produtor.

**Palavras-chave:** Análise de Risco; Crystal Ball; Aviários.

## ABSTRACT

In this paper the Monte Carlo Simulation (SMC) is applied in order to exemplify its use, evaluating the behavior of different types of aviaries to meet simulated demands, based on the price and cost variables applied to the industry and producer. The model was implemented in Excel with the support of the Crystal Ball supplement. At the end of the article it is possible to observe the behavior of the by-products of the broiler chicken under different levels of poultry technology. It was concluded that the positive and negative air-conditioned poultry show similarities in the results obtained in the simulation, which shows a low cost / benefit ratio in the investment in negative air-conditioned aviaries, since they require high initial investment. This article considers a superficial analysis, contemplating only a portion of the real scenario existing to the producer.

**Keywords:** Risk analysis; Crystal Ball; Aviaries.

## 1. INTRODUÇÃO

Muitos sistemas de análise de dados necessitam estimar quantidades de observações desconhecidas. De acordo com Pask *et al.* (2016) a Simulação de Monte Carlo (SMC) é

utilizada para resolver numericamente um problema agregando informações de forma estocástica. A SMC utiliza números aleatórios que seguem uma distribuição de probabilidade pré-definida. Pode ser considerada também como estatística experimental, onde uma análise teórica complexa pode ser analisada em um teste experimental. Conforme Farrance e Frenkel (2014) uma das principais desvantagens da SMC é a necessidade de um número de ensaios elevado para estabilizar o desvio padrão de saída.

Na medicina, a SMC é aplicada a diversas atividades laboratoriais, podendo ser facilmente elaborada através de planilhas de Excel, e folhas de cálculo padrão (FARRANCE; FRENKEL, 2014). Os autores fornecem três exemplos representativos de cálculos de laboratório médico utilizando a SMC, onde são demonstrados a utilidade geral do método, sendo eles a simulação de aplicação de medicamentos, simulação da taxa de filtração renal, cálculo de níveis de testosterona no sangue. Pask *et al.* (2016) utilizou a metodologia híbrida, juntando conceitos da lógica Fuzzy e SMC para avaliar a sustentabilidade industrial dos investimentos do setor de fornos. Os autores analisaram um conjunto de operações e custos, objetivando aumentar a eficiência da indústria de transformação, avaliando a estratégia de risco do negócio. Os autores utilizaram a SMC para avaliar valores simultâneos e determinar qual a opção mais favorável quanto a incerteza nos resultados finais. Battke *et al.* (2013) fazem uma análise dos custos no ciclo de vida de quatro modelos de baterias descartáveis utilizando SMC, focando no custo e desempenho de vida, levando em consideração as incertezas como parâmetro de entrada. A simulação foi realizada com um total de 540 mil pontos simulados, sendo capaz de estimar os custos nivelados de eletricidade, sensibilidade e redução da taxa de desconto e otimização da capacidade de descarga. Os autores concluíram que não há vantagem significativa entre os modelos analisados.

A SMC aplicada à instrumentos de precificação financeiros complicados torna sua análise de convergência difícil de se obter, fazendo-se necessário que o erro padrão seja uma função decrescente. Wang e Kao (2015) propuseram um algoritmo de SMC visando procurar valores de parâmetros adequados para o preço de derivativos com o objetivo de obter maior precisão. Na gestão de risco em infraestrutura de energias renováveis, a SMC tem sido raramente utilizada devido a necessidade de tratamento dos dados considerável e funções densidade para variáveis de entrada Fuzzy, e até mesmo parâmetros incertos de previsão. Arnold e Yildiz (2015) comentam alguns exemplos da aplicação desta metodologia em pesquisas ligadas à produção de biocombustíveis e energia eólica. Os autores realizaram uma análise econômica

de risco em investimentos na área de energia descentralizada, sujeitando projetos de infraestrutura em bioenergia. O método SMC permitiu avaliar a volatilidade, risco e rendimento do investimento, demonstrando ser uma ferramenta útil na análise de projetos para investidores.

Leinonen *et.al* (2011) avaliaram o ciclo de vida dos aviários com um propósito de prever os impactos ambientais dos sistemas de produção de frango no Reino Unido. Os autores utilizaram o método da Simulação Monte Carlo para quantificar incertezas na saída do modelo. Os autores utilizaram um modelo linear onde foram incluídas variáveis que estimam a quantidade de alimento, composição de excrementos e crescimento das aves, incluindo variações na duração do ciclo de produção, composição alimentar, e energia utilizada para manutenção em diferentes condições ambientais. Na análise de risco em investimentos em aviários, Simões *et al.* (2015) abordam a SMC para avaliar o risco sob as incertezas do mercado produtor de frango de corte sob sistema de integração. Os autores avaliaram os diferentes níveis tecnológicos utilizados em aviários, concluíram através da simulação que os aviários com menor nível tecnológico são os mais rentáveis para os produtores.

Este artigo apresenta um exemplo de aplicação da SMC para o mercado de risco na produção de frango de corte, com base nos custos médios e preços de exportação praticados no Brasil. Para o alcance dos resultados será utilizado os *softwares Crystal ball* e planilhas de Excel, demonstrando a fácil aplicação do método.

## **2. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO**

O ato de simular trata da representação de um evento real em um ambiente controlado, de forma a estimar seu real desempenho. De acordo com Hillier e Lieberman (2010), um modelo de simulação pode ser construído com base nas seguintes etapas:

- 1- Definir o estado do sistema;
- 2- Identificar possíveis mudanças de estado do sistema;
- 3- Identificar possíveis eventos que podem alterar o estado do sistema;
- 4- Registrar o tempo simulado;
- 5- Definir um método para gerar eventos aleatoriamente de diversos tipos;
- 6- Definir uma fórmula para identificar transições de estados gerados pelos diversos tipos de eventos.

De acordo com os autores, uma característica marcante de um modelo matemático é sua capacidade de abstrair a essência do problema e fornecendo suas relações causa-efeito. A simulação é aplicada a sistemas complexos onde modelos matemáticos não são suficientes para alcançar resultados precisos.

Para Law (2007) a SMC pode ser aplicada a vários estudos estatísticos, como mensurar tamanho de amostras, cálculo de valores críticos para o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, medir a área ocupada em detrimento de alguma função, resolver problemas econômicos e auxiliar na tomada de decisão financeira, etc.

A SMC voltada para uma análise de risco utiliza números aleatórios para selecionar amostras de dados de entrada  $x_i$  com determinada densidade de probabilidade, realizando um grande número de simulações a fim de gerar valores de saída  $y_j$ . O processo de repetição de variáveis  $y_j$  podem ser analisados e transformados em funções densidade de probabilidade  $f_{dp}(y_j)$ . De acordo com Arnold e Yilldiz (2015) é necessário que os dados de entrada, para serem considerados aleatórios independentes, para que a análise de risco não conduza a erros de simulação. Farrance e Frenkel (2014) descrevem os requisitos para a implementação da SMC como:

- Modelo de medição definido, descrevendo o processo de medição das entradas;
- Equação que descreve a saída como uma função das entradas relevantes;
- Avaliação dos tipos de distribuição que se aplicam às incertezas da entrada. Se a incerteza for expandida, deve-se converter o valor constante para uma incerteza padrão. Esta incerteza deve compreender um intervalo de 95% de cobertura.

De acordo com Pereira *et al.* (2014), a SMC possui vantagens como permitir a correlação do modelo entre diferentes variáveis dependentes, possui simplicidade em sua aplicação sendo um método computacional, possui uma gama de *softwares* comerciais. Pode trabalhar com várias variáveis independentes simultaneamente, resulta em uma função de distribuição de variável de saída.

### **3. METODOLOGIA**

Os modelos econométricos, conforme Montgomery, Jennings e Kulahci (2015), fornecem uma compreensão de como o sistema econômico funciona, avaliando amplamente, através de diferentes políticas econômicas, quais os efeitos das variáveis estudadas sob a economia. Na econometria, dados temporais de PIB, ativos ou preços de commodities, ou

taxas de juros são caracterizados por correlação em série, onde são apresentados em períodos mensais, trimestrais, anuais.

Conforme Miguel (2012), a simulação computacional é um modelo de pesquisa operacional amplamente utilizado para analisar sistemas complexos. Representa operações do sistema real de acordo com a evolução deste ao longo do tempo, como também pode representar um instante do tempo em particular conforme suas relações lógicas. A Simulação de Monte Carlo se enquadra na tipologia definida pelo autor como modelo experimental, onde se emula o funcionamento do sistema para representar satisfatoriamente o sistema real.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, a SMC foi escolhida para avaliar o risco em investimento na produção de frango de corte destinada à exportação sob diferentes níveis de tecnologias. A subseção a seguir traz uma apresentação do objeto de estudo, delimitando as variáveis escolhidas para a análise econômica. O *software* escolhido para esta análise foi o *Crystal Ball*, versão estudante 11.1.2.4 para *Microsoft Office*.

O exemplo de aplicação deste artigo pode ser replicado com facilidade em sala de aula, utilizando como objeto de estudo a análise de sensibilidade de preços de frango praticado para o mercado de exportação. Os dados de preços analisados foram retirados do IPEAdata – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2017) com base em séries históricas de 2010 à 2016. A base de dados conta com preços praticados ao produtor; frango congelado; frango resfriado.

### **3.1 Objeto de Estudo**

No comércio exterior, o frango de corte brasileiro tornou-se mais competitivo devido à desvalorização da moeda real combinado aos impactos da gripe aviária em diversos países do mercado mundial. Atualmente o país é capaz de exportar carne de frango para 158 países, e cerca de 70% de todo o mercado internacional de exportação de frango de corte (USDA, 2015). O Brasil é considerado o terceiro maior produtor de frango de corte no mundo e o principal exportador, até outubro de 2015 exportou o quantitativo de 3740 milhões de toneladas métricas do produto (USDA, 2016).

Simões *et al.* (2015) afirma que os investimentos financeiros dos produtores e das integradoras dependem do nível do mercado e das incertezas contratuais entre ambas as partes do sistema integrado de produção. Os autores apresentaram as características tecnológicas dos aviários na indústria de frango de corte, foram feitas três divisões apresentadas no Quadro 01.

**Quadro 01:** Tecnologias dos aviários na indústria de frango

Classificação	Requisitos
<b>Aves Convencionais</b>	Área de 1,680 m <sup>2</sup> , piso sólido, alimentador automático de 20 toneladas, bebedouros, aquecedor a lenha, ventiladores de pressão negativa, névoa de resfriamento, forro e cortina externa na cor amarela e azul, capacidade de 26 mil frangos por lote. Investimento necessário: R\$ 158.557,29
<b>Aves com Sistema Climatizado de Pressão Positiva</b>	Área de 2,100 m <sup>2</sup> , piso sólido, alimentador automático de 21 toneladas, bebedouros, aquecimento a lenha, exaustores de pressão positiva, névoa de resfriamento, teto na cor azul, cortina em azul, capacidade para 32 mil frangos por lote. Investimento necessário: R\$ 177.589,29.
<b>Aves com Sistema Climatizado de Pressão Negativa</b>	Área de 2,100 m <sup>2</sup> , piso sólido, 2 silos alimentadores automático com capacidade de 21 toneladas, bebedouros, aquecimento a lenha, exaustores de pressão negativa, névoa de resfriamento, <i>Pad Cooling</i> , forro na cor preta, gerador de energia, armadilha de luz na entrada e saída, <i>dimmer</i> para controlar o brilho e capacidade para 32 mil frangos por lote. Investimento necessário: R\$ 597.198,50.

**Fonte:** Adaptado de Simões *et al.* (2015, p. 241).

A tabela 01 apresenta a média de custos variáveis e fixos praticados em fevereiro de 2016, fornecido pela CONAB, conforme o tipo de tecnologia utilizada no aviário:

**Tabela 01:** Adaptado de CONAB (2016) – Custos de produção de frango de corte - \$/kg

TOTAL	Convencional	Climatizado positivo	Climatizado negativo
<b>Custo Variável (A + C)</b>	2,916557	2,84323	2,804843
<b>Custo Fixo (B + D)</b>	0,085029	0,09719	0,0778
<b>Custo Total (A + B + C + D)</b>	3,001557	2,940414	2,882657

em que: A=Custo Variável Produtor; B = Custo Fixo Produtor; C= Custo Variável Indústria; D= Custo Variável Indústria.

Os custos variáveis A; C são custos correspondentes à manutenção dos aviários, como ração, cama, água, energia, gastos com veterinários, transporte por parte da integradora, entre outros. Os custos fixos referem-se à depreciação e remuneração sobre capital médio. A figura

01 apresenta a divisão dos custos entre a indústria e produtor integrados de Santa Catarina em outubro de 2010:

**Figura 01** – Divisão de responsabilidades entre produtor e agroindústria na produção avícola

Item de custo	Produtor		Agroindústria	
	R\$/Lote	Participação	R\$/Lote	Participação
1. Custo variável	4.402	9%	44.086	91%
1.1 – Água	0	0%	23	100%
1.2 – Assistência Técnica	0	0%	418	100%
1.3 – Calefação	601	100%	0	0%
1.4 – Cama	708	100%	0	0%
1.5 – Energia Elétrica	364	100%	0	0%
1.6 – Funrural	128	100%	0	0%
1.7 – Licença Ambiental	20	100%	0	0%
1.8 – Manutenção	273	100%	0	0%
1.9 – Mão de Obra	1.536	100%	0	0%
1.10 – Outros	0	100%	0	0%
1.11 – Pintos	0	0%	10.295	100%
1.12 – Produtos Veterinários	0	0%	108	100%
1.13 – Ração	0	0%	30.670	100%
1.14 – Seguro	98	100%	0	0%
1.15 – Serviço de Apanha	518	40%	778	60%
1.16 – Transportes	0	0%	1.501	100%
1.17 – Despesas Financeiras	29	9%	295	91%
1.18 – Eventuais	127	100%	0	0%
2. Custo fixo	2.343	100%	0	0%
2.1 – Depreciação	1.441	100%	0	0%
2.2 – Remuneração sobre capital	902	100%	0	0%
3. Custo total	6.745	13%	44.086	87%

**Fonte:** Embrapa Suínos e Aves (2010)

Outra variável a ser analisada é taxa de mortalidade dos frangos nos aviários, fatores ambientais influenciam na produtividade e estão inter-relacionados. Entre os fatores ambientais que mais afetam as aves, a temperatura do aviário é a que mais exerce influência sob a taxa de mortalidade, principalmente na fase inicial de criação (STAUB, *et al.* 2016). De acordo com a Embrapa Suínos e Aves (2010) a taxa de mortalidade entre frangos situa-se entre 3 a 4% podendo chegar ao máximo de 5%.

Os lotes variam de acordo com o tipo de aviário, galpões com pressão negativa possuem um quantitativo de 6,5 lotes por ano, com duração de 40 dias entre cada lote; galpões

com pressão positiva e convencionais possuem igualdade entre os quantitativos, lotes com intervalo de 42 dias e um total de 6,27 lotes por ano (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2010).

### 3.2 Modelagem em Excel com Crystal Ball

Para configurar o modelo, deve-se considerar as entradas (*inputs*), valores de decisão, e valores preditores (*outputs*). No *software*, as entradas são noemadas como pressupostos e são representadas pela cor verde; os valores de decisão são valores que norteiam a simulação, geralmente são valores com distribuição uniforme, são representadas pela cor amarela; as saídas são os previsores do modelo, representados pela cor azul. Os previsores possuem fórmulas em sua composição. A figura 02 apresenta a visão geral do modelo criado no *software Crystal ball*.

**Figura 02** - modelo proposto

	B	C	D	E	F
1	Demanda simulada			mínimo	máximo
2	Demanda arredondada	0		32500	90000
3		Convencional	Climatizado Positivo	Climatizado negativo	
4	capacidade do lote	65000	80000	80000	
5			Custos Conv.	Clim p	clim n
6	Preço Cong.	0	0	0	0
7	Preço atac.	0	0	0	0
8	Preço Vivo	0	0	0	0
9		Convencional			
10	Lucro Cong. CONVENCIONAL	0			
11	Lucro Atac. CONVENCIONAL	0		taxa de mortalidade	
12	Lucro vivo CONVENCIONAL	0			
13		Climatizado positivo			
14	Lucro Cong. CLIM. P.	0			
15	Lucro Atac. CLIM. P.	0			
16	Lucro vivo CLIM. P.	0			
17		Climatizado negativo			
18	Lucro Cong. CLIM. N.	0			
19	Lucro Atac. CLIM. N.	0			
20	Lucro vivo CLIM. N.	0			

A figura 03 apresenta as fórmulas aplicadas para o cálculo do lucro para as diferentes tecnologias de aviários existentes. Os lucros foram definidos como previsores do modelo.

**Figura 03** – fórmulas aplicadas no modelo

	B	C
1	Demanda simulada	
2	Demanda arredondada	=ARRED(C1; 0)
3		Convencional
4	capacidade do lote	65000
5		
6	Preço Cong.	0
7	Preço atac.	0
8	Preço Vivo	0
9		Convencional
10	Lucro Cong. CONVENCIONAL	=SE(\$C\$1<\$C\$4;(C6-D6)*(\$C\$1-(\$C\$4*\$F\$11));(C6-D6)*(\$C\$4-(\$C\$4*\$F\$11)))
11	Lucro Atac. CONVENCIONAL	=SE(\$C\$1<\$C\$4;(C7-D7)*(\$C\$1-(\$C\$4*\$F\$11));(C7-D7)*(\$C\$4-(\$C\$4*\$F\$11)))
12	Lucro vivo CONVENCIONAL	=SE(\$C\$1<\$C\$4;(C8-D8)*(\$C\$1-(\$C\$4*\$F\$11));(C8-D8)*(\$C\$4-(\$C\$4*\$F\$11)))
13		Climatizado positivo
14	Lucro Cong. CLIM. P.	=SE(\$C\$1<\$D\$4;(C6-E6)*(\$C\$1-(\$D\$4*\$F\$11));(C6-E6)*(\$D\$4-(\$D\$4*\$F\$11)))
15	Lucro Atac. CLIM. P.	=SE(\$C\$1<\$D\$4;(C7-E7)*(\$C\$1-(\$D\$4*\$F\$11));(C7-E7)*(\$D\$4-(\$D\$4*\$F\$11)))
16	Lucro vivo CLIM. P.	=SE(\$C\$1<\$D\$4;(C8-E8)*(\$C\$1-(\$D\$4*\$F\$11));(C8-E8)*(\$D\$4-(\$D\$4*\$F\$11)))
17		Climatizado negativo
18	Lucro Cong. CLIM. N.	=SE(\$C\$1<\$E\$4;(C6-F6)*(\$C\$1-(\$E\$4*\$F\$11));(C6-F6)*(\$E\$4-(\$E\$4*\$F\$11)))
19	Lucro Atac. CLIM. N.	=SE(\$C\$1<\$E\$4;(C7-F7)*(\$C\$1-(\$E\$4*\$F\$11));(C7-F7)*(\$E\$4-(\$E\$4*\$F\$11)))
20	Lucro vivo CLIM. N.	=SE(\$C\$1<\$E\$4;(C8-F8)*(\$C\$1-(\$E\$4*\$F\$11));(C8-F8)*(\$E\$4-(\$E\$4*\$F\$11)))

Para gerar o modelo, inicialmente foram definidos os pressupostos. No caso estudado, o pressuposto é a demanda, em que foi atribuída uma distribuição uniforme entre 32.500 e 90.000, considerando a capacidade produtiva de cada aviário. Os valores de decisão foram estabelecidos conforme a capacidade produtiva, em que:

- Capacidade de produção Aviário Convencional: 26.000 frangos x 2,5 kg (média kg/frango) = 65.000 kg
- Capacidade de produção Aviário Climatizado Positivo: 32.000 frangos x 2,5 kg (média kg/frango) = 80.000 kg
- Capacidade de produção Aviário Climatizado Negativo: 32.000 frangos x 2,5 kg (média kg/frango) = 80.000 kg

Os Preços pressupostos foram estabelecidos conforme o ajuste da distribuição normal da série temporal onde os preços para frango Congelado possuíram média 3,79 e desvio padrão 0,5; os preços Atacado com média 3,73 e desvio padrão 0,6; e preços para Frango vivo com média 2,11 e desvio padrão 0,29. As estatísticas dos testes fornecidas pelo *software* são apresentadas na tabela 02.

**Tabela 02:** Estatísticas para preços praticados em cada modalidade de produto

	Congelado	Atacado	Vivo
<b>Média</b>	3,79308	3,728829231	2,110798462
<b>Erro padrão</b>	0,062109183	0,074208412	0,036351825
<b>Mediana</b>	3,7888	3,8412	2,1899
<b>Desvio padrão</b>	0,500740246	0,598287343	0,293077786
<b>Variância da amostra</b>	0,250740794	0,357947745	0,085894589

<b>Curtose</b>	-0,178540843	-0,486883354	-1,145534598
<b>Assimetria</b>	0,410094749	0,087629401	-0,01375824
<b>Intervalo</b>	1,9886	2,4	1,0339
<b>Mínimo</b>	2,98	2,59	1,65
<b>Máximo</b>	4,9686	4,99	2,6839
<b>Soma</b>	246,5502	242,3739	137,2019
<b>Contagem</b>	65	65	65
<b>Nível de confiança (95,0%)</b>	0,124077358	0,148248345	0,07262112

Os custos utilizados foram retirados do CONAB praticados em fevereiro de 2016. Foram atribuídos distribuição uniforme conforme o quadro 02 apresentado na subseção anterior. A taxa de mortalidade foi adicionada como uma variável de decisão entre 3 e 5%. Foram geradas um total de 50.000 simulações para alcançar uma distribuição estabilizada.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conhecendo a capacidade produtiva dos aviários, foram simuladas demandas aleatórias para os diferentes tipos de produtos do frango:

- a. No aviário convencional o preço do frango atacado obteve um desvio padrão de R\$ 52.340,17; no aviário climatizado positivo e negativo R\$ 68.229,81 respectivamente. O frango atacado possuiu maior desvio padrão nos aviários climatizados em comparação aos demais produtos, demonstrando possuir maior rentabilidade.
- b. O preço do frango congelado obteve um desvio padrão de R\$ 49.454,48 no aviário convencional; R\$ 65.935,95 nos aviários climatizados positivo e negativo.
- c. O preço do frango vivo obteve desvio padrão de R\$ 27.949,55 no aviário convencional; R\$ 37.137,29 nos aviários climatizados positivo e negativo.

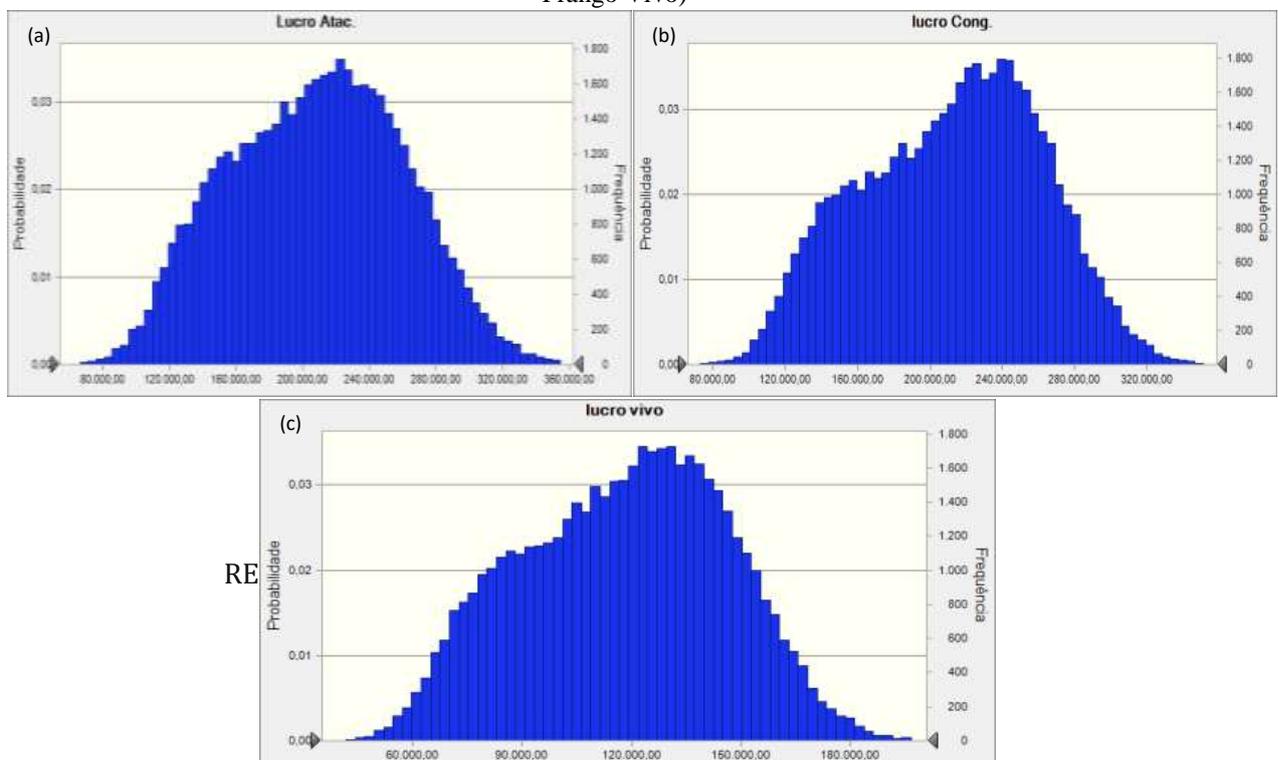
A tabela 03 apresenta os resultados dos valores de percentis de previsão para 50.000 simulações. Nota-se que os aviários climatizados positivos e negativos não apresentam diferença em seus valores, devido à diferença entre os custos operacionais serem aproximados.

**Tabela 03:** Resultados de previsão

Valores de previsão - Aviário convencional			Climatizado Positivo			Climatizado Negativo			
Percentis:	Atacado	Vivo	Congelado	Atacado	Vivo	Congelado	Atacado	Vivo	Congelado
0%	54.906,06	32.582,50	68.052,71	54.906,06	32.582,50	68.052,71	54.906,06	32.582,50	68.052,71
10%	137.226,49	78.640,59	141.658,48	137.527,94	78.688,80	141.699,40	137.527,94	78.688,80	141.699,40
20%	158.434,57	90.811,46	163.871,10	159.510,51	91.094,32	164.214,07	159.510,51	91.094,32	164.214,07
30%	177.595,78	101.930,26	183.751,82	180.496,89	103.118,25	185.344,35	180.496,89	103.118,25	185.344,35
40%	194.581,32	111.186,60	201.357,91	201.483,47	114.578,37	206.872,13	201.483,47	114.578,37	206.872,13
50%	209.840,94	119.781,18	216.428,03	222.002,68	126.284,85	228.307,89	222.002,68	126.284,85	228.307,89
60%	224.050,14	127.464,04	229.630,25	242.898,31	137.896,32	249.399,85	242.898,31	137.896,32	249.399,85
70%	238.793,78	135.126,71	242.789,59	264.054,89	149.894,78	269.723,82	264.054,89	149.894,78	269.723,82
80%	254.746,92	143.210,09	256.432,27	287.686,83	162.564,04	291.312,59	287.686,83	162.564,04	291.312,59
90%	275.686,87	153.695,49	274.340,70	317.259,76	178.095,43	318.863,13	317.259,76	178.095,43	318.863,13
100%	405.864,93	209.147,80	396.492,35	469.478,44	257.412,68	456.645,05	469.478,44	257.412,68	456.645,05

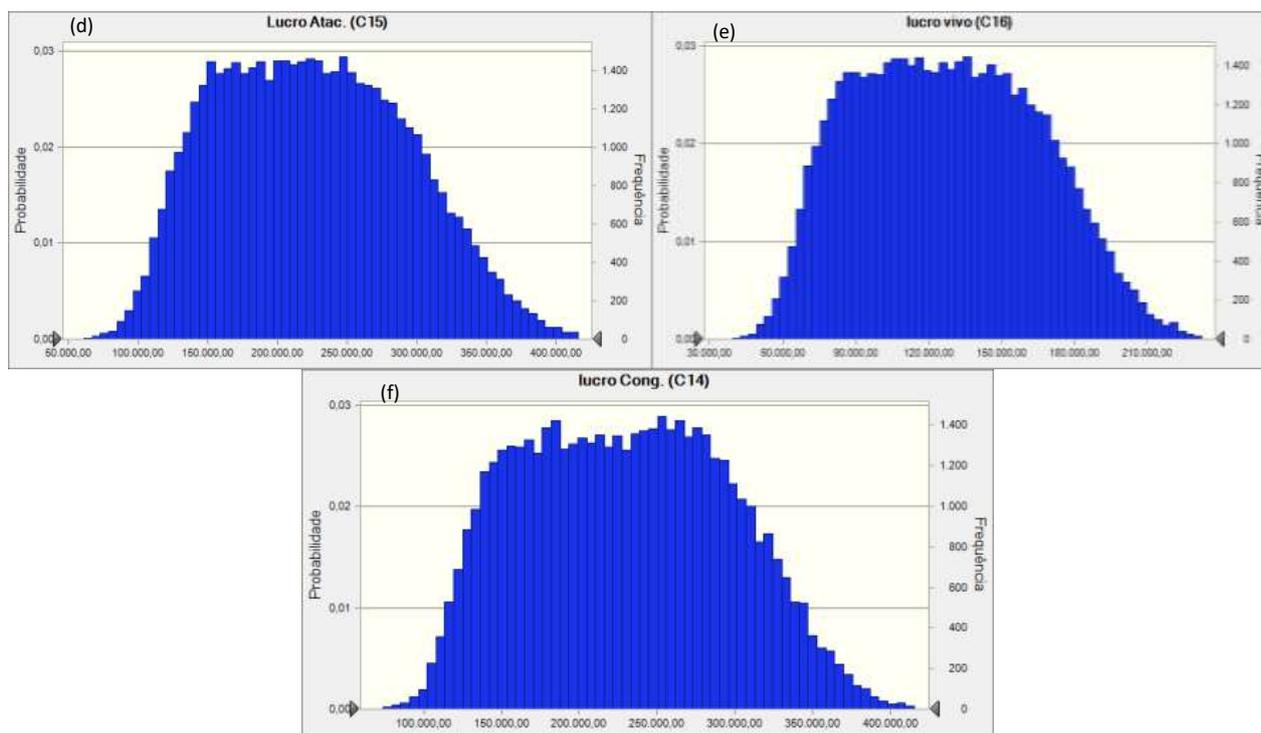
As Figuras 04, 05 e 06 apresentam as rentabilidades obtidas sob os diferentes produtos do frango. Nota-se que os aviários climatizados possuem as mesmas probabilidades de rentabilidade e um desempenho maior em comparação ao Convencional. Porém o aviário Convencional apresenta maior frequência e probabilidade de alcançar rendimentos entre 200 mil e 250 mil.

**Figura 04** – Gráfico de Rendimento – Aviário Convencional (a – Lucro Atacado; b- Lucro Congelado; c- Lucro Frango Vivo)



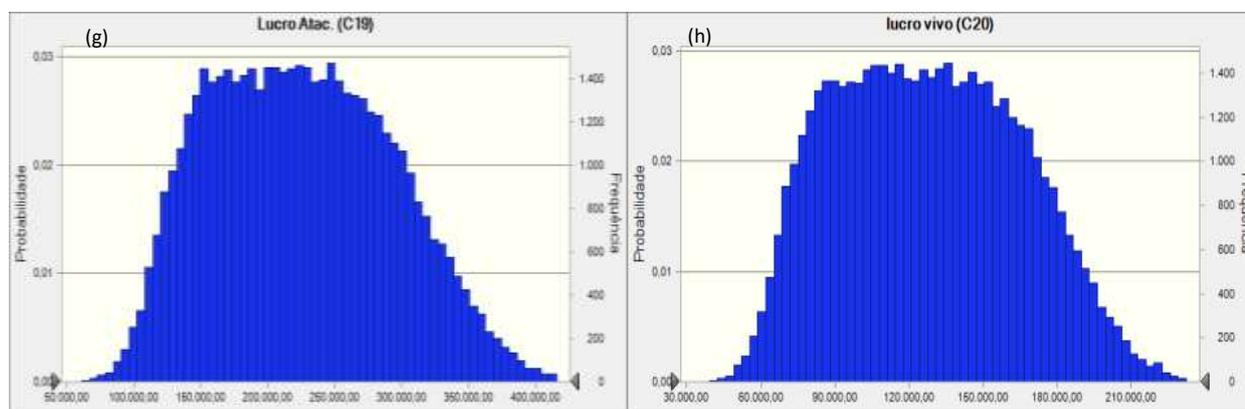
Fonte: Os Autores da pesquisa (2017)

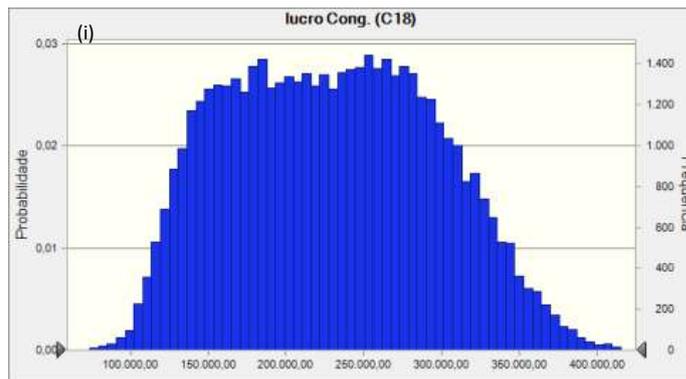
Figura 05 Gráfico de Rendimento – Aviário Climatizado Positivo (e – Lucro Atacado; f- Lucro Congelado; g- Lucro Frango Vivo)



Fonte: Os Autores da pesquisa (2017)

Figura 06 – Gráfico de Rendimento – Climatizado Negativo (g – Lucro Atacado; h- Lucro Congelado; i- Lucro Frango Vivo)





**Fonte:** Os Autores da pesquisa (2017)

Em relação à sensibilidade do lucro em frente a demanda simulada, o aviário convencional apresentou maior índice de sensibilidade em todas as categorias de produtos. Ressalta-se que a produtividade desta modalidade de aviário é menor, com restrições na quantidade de frangos por lote. Os aviários positivos e negativos possuem resultados semelhantes, apesar dos aviários climatizados negativos possuírem custos menores de produção, o que torna mais demorado o retorno sob investimento frente ao aviário climatizado positivo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de Simulação de Monte Carlo possui simplicidade e praticidade em sua aplicação com planilhas Excel. Neste artigo a ferramenta foi utilizada de forma a exemplificar seu uso, avaliando o comportamento dos diferentes tipos de aviários em atender demandas simuladas com base nas variáveis de preço e custo. Ao final do artigo pode-se observar o comportamento dos subprodutos do Frango de corte sob regime dos diferentes níveis de tecnologia de aviários.

Os aviários de tecnologia Climatizados positivo e negativo possuem pouca diferença nos custos totais de manutenção, vale ressaltar que o valor dos investimentos em instalações em aviários climatizados negativos é mais elevado que os outros níveis concorrentes. Apesar de possuir custos menores, os valores obtidos na simulação mostram que este nível não é vantajoso ao produtor em relação ao Custo/Benefício quando comparado ao nível Climatizado positivo. Porém deve-se levar em conta que esta pesquisa avaliou apenas dados relativos à custos de produção e preços praticados, não considerando as taxas de mortalidade existentes em cada tipo de aviário e outros fatores que possam influenciar diretamente nos resultados.

Como pesquisa futura, sugere-se a aplicação da Simulação de Monte Carlo à novas variáveis influentes na produtividade do mercado de Frango de Corte, tais como taxas de mortalidade específicas, análise da demanda real, preços praticados no mercado interno e externo. Sugere-se também um estudo específico para os preços e custos praticados aos produtores integrados, analisando a viabilidade econômica de cada nível tecnológico em regiões do Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS

- ARNOLD, U; YILDIZ, O. Economic risk analysis of decentralized renewable energy infrastructures - A Monte Carlo Simulation approach *Renewable Energy*, Volume 77, Pages 227-239, May 2015
- BATTKE; B; SCHMIDT, T. S; GROSSPIETSCH, D; HOFFMANN, V. H. A review and probabilistic model of lifecycle costs of stationary batteries in multiple applications *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 25, 2013
- DAL ZOT, W; CASTRO, M. L. *Matemática Financeira: Fundamentos e Aplicações*. Porto alegre: Bookman, 2015.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de frango de corte, 2010 *Informe Técnico*, Concórdia - SC, Dezembro, 2010
- FARRANCE, I; FRENKEL, R. Uncertainty in Measurement: A Review of Monte Carlo Simulation Using Microsoft Excel for the Calculation of Uncertainties Through Functional Relationships, Including Uncertainties in Empirically Derived Constants *Clinical Biochemist Reviews* 35(1), 2014
- FIGUEIREDO, A. M; SANTOS, P. A; SANTOLIN, R; REIS, B. S. Integração na criação de frangos de corte na microrregião de Viçosa – MG: viabilidade econômica e análise de risco, *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, 44(04), pages 713-730, 2006
- HILLIER F. S; LIEBERMAN, G. J. *Introdução à pesquisa operacional* 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill 2006
- IPEAdata – Instituto de Pesquisa Aplicada. Preço frango de corte. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em: fev 2017.
- LAW, AVERILL M. *Simulation Modeling & Analysis*. 4. ed. Boston: Ed. McGraw-Hill, 2007.

LEINONEN I., WILLIAMS A.G., WISEMAN J., GUY J., KYRIAZAKIS I. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems *Poultry Science*, 91 (1) pages 8-25. 2012

MIGUEL, P. A. C. *Metodologia de Pesquisa Produção E Gestão De Operações – 2. Ed.* Rio de Janeiro: Elsevier – Campus: 2011

MONTGOMERY, D. C., JENNINGS, C. L., KULAHCI, M., *Introduction to Time Series Analysis And Forecasting* John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2ed. 2015.

PASK, F; LAKE, P; YANG, A; TOKOS, H; SADHUKHAN, J. Sustainability indicators for industrial ovens and assessment using Fuzzy set theory and Monte Carlo simulation, *Journal of Cleaner Production* 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.038>

PEREIRA, E. J. S; PINHO, J. T; GALHARDO, M. A. B; MACEDO, W. N. Methodology of risk analysis by Monte Carlo Method applied to power generation with renewable energy *Renewable Energy* 69 pages 347-355, 2014

SIMÕES, D; RIBEIRO, J. P; GOUVEIA, P. R; SANTOS, J. C. Economical and financial Analysis of aviaries for the integration of broilers under conditions of risk. *Ciênc. agrotec., Lavras* v. 39, n. 3, p. 240-247, June 2015

STAUB, L., DE MORAES, M. D. G., DOS SANTOS, M. G., KOMIYAMA, C. M., GONÇALVES, N. S., JUNIOR, R. B. F., & ROQUE, F. A. Ambiência interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. *Nativa*, 4(3), pages 128-133. 2016.

USDA – United States Department of Agriculture. BRAZIL: Poultry and Products Annual *Annual Poultry Report*, USDA, 2016.

USDA – United States Department of Agriculture. *Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Production and Trade of All Meats to Expand in 2016*, USDA, oct 2015.

WANG, C-J; KAO, M. Y. Optimal Search for Parameters in Monte Carlo Simulation for Derivative Pricing, *European Journal of Operational Research*, 2015