

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOSÉ RODRIGO DUARTE DOS REIS

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE EM PROCESSO DE INCUBAÇÃO DE OVOS DE FRANGO**

São Leopoldo

2018

JOSÉ RODRIGO DUARTE DOS REIS

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE EM PROCESSO DE INCUBAÇÃO DE OVOS DE FRANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia, pelo Curso de Engenharia de
Produção da Universidade do Vale do Rio
dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Ms. Renato Luís Valente de Boer

São Leopoldo

2018

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a Deus, por me guiar pelos caminhos percorridos que me propiciaram crescimento pessoal e profissional. Pelas pessoas que encontrei nesta jornada e por todas mais que viram.

Quero agradecer à minha família, pelo apoio, preocupação e palavras de incentivo. Principalmente minha mãe.

Aos professores da Engenharia de Produção, grandes mestres e exemplos, quero agradecer por todo o aprendizado, lições e inspiração que carregarei para toda vida.

Agradeço em especial ao mestre Renato Luís Valente de Boer, pela inspiração, orientação deste trabalho e por permitir absorver uma pequena fração do seu conhecimento.

Agradeço a cada um dos meus colegas do Curso de Engenharia de Produção. Muitos cansados do trabalho, tirando força para chegar na Universidade à noite, aprender e dedicar um pouco de sua atenção aos colegas.

Agradeço à empresa Vibra, os meus gestores e os colegas de trabalho, pela oportunidade de experiência e aprendizado.

RESUMO

A utilização da metodologia Seis Sigma é importante para alavancar a competitividade das empresas pois acelera o aperfeiçoamento de processos, produtos ou serviços. Essa importância se deve à mudança dos conceitos dos índices de controle de produtividade. Isso porque os resultados que antes eram considerados satisfatórios para as empresas mudaram, e a constante busca pela eficiência produtiva é o que domina o mercado. Com isso, a confiabilidade dos dados de eficiência dos processos e a redução de custos exigem metodologias mais robustas. O objetivo deste trabalho, portanto, é apresentar um estudo da metodologia Seis Sigma, através do método DMAIC, em uma empresa do ramo da agroindústria, que fornece ao mercado interno e externo carne de frango e matrizes reprodutoras. Durante o projeto, a equipe avaliou o processo de incubação de ovos em um Incubatório que produz matrizes. Foram descobertas as causas para um *gap* de produtividade de 1% e também foram analisados os resultados históricos de eclosão, mortalidade embrionária, produto eliminado e refugos. O foco do trabalho foi avaliar o processo de incubação, detectando as variáveis que impactam esse processo e propondo ações de melhoria para alcançar a meta de eclosão. No desenvolver do projeto foi possível identificar oportunidades de ganho de produtividade, por meio da alteração de fatores controláveis do processo e da identificação e controle das saídas, o que aumentou a eclosão dos ovos em 1,15%, reduzindo a mortalidade embrionária e os refugos. Também se provou um ganho de aproximadamente 1,71% em produtividade, através da redução das sobras relativas à erros de previsão. Como resultado final do projeto, obteve-se um ganho acima do esperado em produtividade e uma melhoria nos métodos de análise e controle do processo de incubação.

Palavras-chave: Produtividade. Eclosão de ovos. DMAIC. Seis Sigma.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Gráfico da curva normal..... | 20 |
| Figura 2 - Exemplo de incubadora artificial | 30 |
| Figura 3 - Bandeja de incubação de ovos | 32 |
| Figura 4 - Fases do desenvolvimento embrionário de frangos..... | 34 |
| Figura 5 – Grupo Vibra: Área Genética | 38 |
| Figura 6 - Divisão de Negócios do Grupo Vibra | 39 |
| Figura 7 - Fluxo da produção de pintos..... | 40 |
| Figura 8 - Métricas do Projeto | 42 |
| Figura 9 - Diagrama de Causa e Efeito: Gap de Eclosão..... | 48 |
| Figura 10: Termômetro de mercúrio..... | 49 |
| Figura 11 - Diagrama de Causa e Efeito: Produto Eliminado..... | 50 |
| Figura 12 - Diagrama de Causa e Efeito: Mortalidade Embrionária | 52 |
| Figura 13 - Diagrama de Causa e Efeito: Refugo..... | 54 |
| Figura 14 - Exemplo de quadro com anotações..... | 56 |
| Figura 15 - Diagrama de Afinidades com Priorização | 60 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | |
|--|----|
| Fotografia 1 - Termômetro de verificação posicionado | 70 |
| Fotografia 2 - Termômetro de aferição posicionado | 71 |
| Fotografia 3 - Painel da Máquina Incubadora..... | 71 |
| Fotografia 4 – termômetro posicionado no equipamento | 72 |
| Fotografia 5 - Equipamento Fluke posicionado para o estudo ReR | 73 |
| Fotografia 6 - Embrião com três dias de incubação | 77 |
| Fotografia 7 - Ovo infértil..... | 78 |
| Fotografia 8 - Máquina Nascedouro com ovos eclodidos..... | 89 |
| Fotografia 9 - Bandeja de Eclosão | 89 |
| Fotografia 10 - Pintos contados e separados dos resíduos | 90 |
| Fotografia 11 - Ovoscopia | 94 |
| Fotografia 12 - Termômetro Digital..... | 96 |
| Fotografia 13 - Furo para inserção de termômetro..... | 96 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 - Gráfico Sequencial de Eclosão Anual..... | 15 |
| Gráfico 2 - Gráfico Sequencial de Eclosão Média dos Lotes | 41 |
| Gráfico 3 - Gráfico Sequencial do Índice de Produto Eliminado..... | 42 |
| Gráfico 4 - Gráfico Sequencial da Mortalidade Média Embrionária..... | 43 |
| Gráfico 5 - Gráfico Sequencial do Índice Semanal de Refugos..... | 44 |
| Gráfico 6 - Diagrama de Pareto..... | 61 |
| Gráfico 7 - Concordância com padrão..... | 65 |
| Gráfico 8 - Análise de Repetitividade e Reprodutibilidade | 76 |
| Gráfico 9 - Carta de Controle para Infertilidade..... | 78 |
| Gráfico 10 - Curva de Poder da Amostra de Infertilidade..... | 79 |
| Gráfico 11 - Carta de Controle para Mortalidade..... | 80 |
| Gráfico 12 - Curva de Poder da Amostra de Mortalidade..... | 81 |
| Gráfico 13 - Curva de Poder de Teste..... | 85 |
| Gráfico 14 - Curva de Poder para Amostra de 16800 | 86 |
| Gráfico 15 - Gráfico Sequencial: Eclosão Semanal..... | 99 |
| Gráfico 16 - Gráfico Sequencial: Mortalidade Semanal..... | 99 |
| Gráfico 17 - Gráfico Sequencial: Refugo Semanal..... | 100 |
| Gráfico 18 - Gráfico Sequencial: Fertilidade Semanal..... | 101 |
| Gráfico 19 - Gráfico Sequencial: Mortalidade Semanal..... | 102 |
| Gráfico 20 - Gráfico Sequencial: Eclosão Prevista X Real | 103 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Entradas, saídas, técnicas e ferramentas do DMAIC..... | 29 |
| Quadro 2 - Mapeamento através do SIPOCR | 45 |
| Quadro 3 - Mapa de Raias | 55 |
| Quadro 4 - Fluxograma para realização do Experimento..... | 84 |
| Quadro 5 - Ações propostas para melhoria..... | 97 |
| Quadro 6 - Relatório de Verificação | 98 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Gráfico de Gantt..... | 47 |
| Tabela 2 - Tabela de dados..... | 63 |
| Tabela 3 - Avaliação de Concordância..... | 64 |
| Tabela 4 - Concordância dos Avaliadores..... | 64 |
| Tabela 5 - Concordância com o <i>Standard</i> | 65 |
| Tabela 6 - Temperatura Ideal de Incubação | 67 |
| Tabela 7 - Tabela de Contingência | 68 |
| Tabela 8 - Teste Qui-Quadrado..... | 69 |
| Tabela 9 - Coleta de dados para estudo ReR | 74 |
| Tabela 10:Relatório do estudo de ReR | 75 |
| Tabela 11 - Poder da Amostra de Infertilidade | 80 |
| Tabela 12 - Poder da Amostra | 81 |
| Tabela 13 - Comparação dos dados de nascimentos | 82 |
| Tabela 14 - Teste de Duas Proporções..... | 83 |
| Tabela 15 - Poder e Tamanho da Amostra | 86 |
| Tabela 16 - Análise de Poder e Tamanho de Amostra..... | 87 |
| Tabela 17 - Dados coletados do experimento | 91 |
| Tabela 18 - Teste de Comparação para duas Proporções..... | 91 |
| Tabela 19 - Teste de Comparação para duas proporções | 92 |
| Tabela 20 - Valores Simulados | 93 |
| Tabela 21 - Tempos e Intervalo de Confiança para tipo de processo | 94 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| CP | Capacidade do Processo |
| DMAIC | <i>Define, Measure, Analyze Improve e Control</i> |
| DOE | <i>Design Of Experiments</i> |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| ERP | <i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento de Recurso Corporativo) |
| MAPA | Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento |
| MSA | Análise de Sistemas de Medição |
| SIPOCR | <i>Supplier, Input, Process, Output, Customer, Requirements</i> |
| TNG | Técnica Nominal de Grupo |
| UR | Umidade Relativa |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS | 13 |
| 1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA..... | 14 |
| 1.3 OBJETIVOS | 16 |
| 1.3.1 Objetivo geral | 16 |
| 1.3.2 Objetivo específico | 16 |
| 1.4 JUSTIFICATIVA | 16 |
| 1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO | 17 |
| 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 17 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 19 |
| 2.1 MODELO ESTATÍSTICO DO SEIS SIGMA | 19 |
| 2.2 METODOLOGIA SEIS SIGMA..... | 20 |
| 2.3 PARTICIPANTES DO PROJETO SEIS SIGMA | 21 |
| 2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE..... | 23 |
| 2.5 INCUBAÇÃO ARTIFICIAL DE OVOS | 30 |
| 2.5.1 Incubatório de ovos de frango | 31 |
| 2.5.2 Biossegurança em Incubatório de ovos | 32 |
| 2.5.3 Desenvolvimento embrionário | 33 |
| 3 METODOLOGIA | 36 |
| 3.1 MÉTODO DE PESQUISA | 36 |
| 3.2 MÉTODO DE TRABALHO | 37 |
| 4 ESTUDO DE CASO | 38 |
| 4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA: GRUPO VIBRA | 38 |
| 4.2 FASE DE DEFINIÇÃO (D)..... | 40 |
| 4.2.1 Business Case | 40 |
| 4.2.2 Métrica principal do projeto | 41 |
| 4.2.2.1. Métricas secundárias..... | 41 |
| 4.2.3 Mapeamento de alto nível | 44 |
| 4.2.4 Definição do Escopo do projeto | 45 |
| 4.2.5 Definição da Meta | 45 |
| 4.2.6 Restrições e suposições | 46 |
| 4.2.7 Equipe do projeto | 46 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.8 Cronograma do projeto..... | 46 |
| 4.3 FASE DE MEDIÇÃO (M)..... | 47 |
| 4.3.1 Descoberta do processo..... | 47 |
| 4.3.1.1 Descoberta das causas secundárias..... | 50 |
| 4.3.2 Mapa Detalhado..... | 55 |
| 4.3.2.1 Dados coletados da equipe do projeto e dos operadores do Incubatório..... | 57 |
| 4.3.2.2 Filtrando e Agrupando os dados por afinidade..... | 59 |
| 4.3.3 Diagrama de Pareto..... | 61 |
| 4.3.4 Análise do Sistema de medição..... | 62 |
| 4.4 FASE DE ANÁLISE..... | 66 |
| 4.4.1 Temperatura ideal de incubação de ovos..... | 66 |
| 4.4.2 Análise de variações entre os Lotes..... | 68 |
| 4.4.2.1 Tabela de Contingência..... | 68 |
| 4.4.3 Verificação das máquinas realizada com termômetros de mercúrio..... | 70 |
| 4.4.4 Valores amostrais ideais para análises de fertilidade e mortalidade..... | 77 |
| 4.5 FASE DE MELHORIA (M)..... | 83 |
| 4.5.1 REALIZAÇÃO DE UM EXPERIMENTO PARA AVALIAR A TEMPERATURA IDEAL DE INCUBAÇÃO..... | 84 |
| 4.5.1.2 Definição do lote para ser usado como amostra..... | 84 |
| 4.5.1.3 Definir a quantidade amostral..... | 85 |
| 4.5.1.4 Determinar os níveis do fator Temperatura..... | 87 |
| 4.5.1.5 Identificar os fatores não controlados..... | 87 |
| 4.5.1.6 Execução do experimento..... | 88 |
| 4.5.1.7 Analisar os dados..... | 90 |
| 4.5.1.8 Conclusões do experimento..... | 92 |
| 4.5.2 Definir quantidades amostrais ideais para fertilidade e mortalidade embrionária..... | 93 |
| 4.5.3 Substituição dos termômetros de mercúrio..... | 95 |
| 4.5.4 Resumo das melhorias sugeridas..... | 97 |
| 4.6 FASE DE CONTROLE..... | 97 |
| 5 CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO..... | 104 |
| 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 106 |
| REFERÊNCIAS..... | 107 |
| APÊNDICE A - MAPA DE RAIAS..... | 111 |

| | |
|--|------------|
| APÊNDICE B - TABELA PARA AVALIAÇÃO KAPPA..... | 112 |
| APÊNDICE C – CARTA DE PROJETO..... | 115 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Seis Sigma pode ser descrito como uma estratégia gerencial quantitativa e seu objetivo é aumentar a performance, a lucratividade e a competitividade das empresas. Ele atua de forma contínua na melhoria da qualidade de produtos e processos da empresa, de forma que são usadas ferramentas estatísticas conhecidas para mitigar os defeitos em todos os processos. O que o diferencia das outras metodologias é a abordagem e forma de implementação. (WERKEMA, 2002).

Essa metodologia tem sido adotada pela maioria das empresas que consta na lista da revista mundialmente conhecida “Fortune 500”. Seis Sigma baseia-se em métodos testados e utilizados há décadas, e utiliza um processo comprovado para desenvolver um grupo de líderes internos a fim de aplicar eficientemente as técnicas, visando o desempenho dos negócios com o mínimo de erros. (PYZDEK; KELLER, 2011).

A maioria dos sistemas de qualidade foca na detecção e correção de falhas, com o objetivo principal de padronizar e manter o estado atual. Já a metodologia Seis Sigma pode ser vista como um esforço de mudança cultural, que visa aumentar a satisfação do cliente perante a empresa. Isso porque ela utiliza métodos estatísticos para mitigar a variabilidade, os defeitos e os custos buscando, conseqüentemente, aproximar a empresa para resultados de classe mundial. (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2001).

A maioria das ferramentas e processos da metodologia Seis Sigma existe há mais de cinquenta anos, e muitos dos projetos não necessitam de sofisticação para serem executados. O resultado de melhoria vem, por sua vez, em um projeto de cada vez, de forma que o impacto total na organização surge a partir da execução de projetos específicos. (WATSON, 2004).

O Seis Sigma foi criado na Motorola, em 15 de janeiro de 1987, quando a empresa estava enfrentando uma concorrência estrangeira, que possuía produtos de melhor qualidade e com custos mais baixos. Após a implantação da metodologia, a Motorola ganhou o prêmio nacional de qualidade, denominado Malcom Baldrige, em 1988. Naquele momento, os créditos foram reconhecidos ao programa Seis Sigma (WERKEMA, 2002) e o modelo, a partir daí, foi aceito pela direção da

Motorola, que iniciou a disseminação em todas as suas atividades. Após isso, vários casos de aplicação da metodologia obtiveram bons resultados em relação a custos de produção, eliminação dos desperdícios e controle da variabilidade nos processos de vários tipos de empresas. (HENDERSON; EVANS, 2000; NONTHALEERAK; HENDRY, 2008).

A avicultura é um dos principais setores produtivos que integram o complexo de produção de carne mundial. Isso é decorrente do fortalecimento de características das próprias aves, que atingem taxas de crescimento iguais ou maiores que 60 gramas por dia, resultando em uma grande produtividade em curto espaço de tempo. (MURUKAMI; GARCIA, 2005).

Por muito tempo a incubação de ovos férteis foi tratada apenas como uma necessidade, pois sua gestão era exercida basicamente por práticas empíricas. Atualmente, a avicultura moderna se direciona com mais atenção para o tema incubação. Os fatores físicos básicos para uma correta incubação permanecem os mesmos desde o princípio da incubação industrial. O que foi modificado e deve ser de conhecimento dos profissionais é a forma como gerencia-se a temperatura, umidade, viragem e ventilação. (CALIL, 2008).

Os ovos de aves são como um sistema complexo para suportar a vida do embrião durante seu desenvolvimento e os meios necessários para manter sua vida estão dentro do ovo. Para o processo de incubação, os ovos embrionados necessitam de aquecimento adequado e um movimento periódico de mudança de posição. Além disso, requerem trocas constantes de dióxido de carbono, oxigênio, vapor de água e calor, através dos poros da casca com o ambiente, devido ao metabolismo durante o processo de desenvolvimento embrionário. (MACARI; GONZALES, 2003).

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Com a expansão da empresa, investimentos em novas unidades e tecnologias ofertadas no mercado, ficou mais evidente a dificuldade de avaliar o processo de incubação de ovos. Isso se deve ao fato de que a empresa, durante muitos anos, vem baseando seu desenvolvimento na área de incubação apenas em dados empíricos. E, apesar de ter conseguido bons resultados até o momento, esses dados não possuem uma base técnica para as relações de causa e efeito com

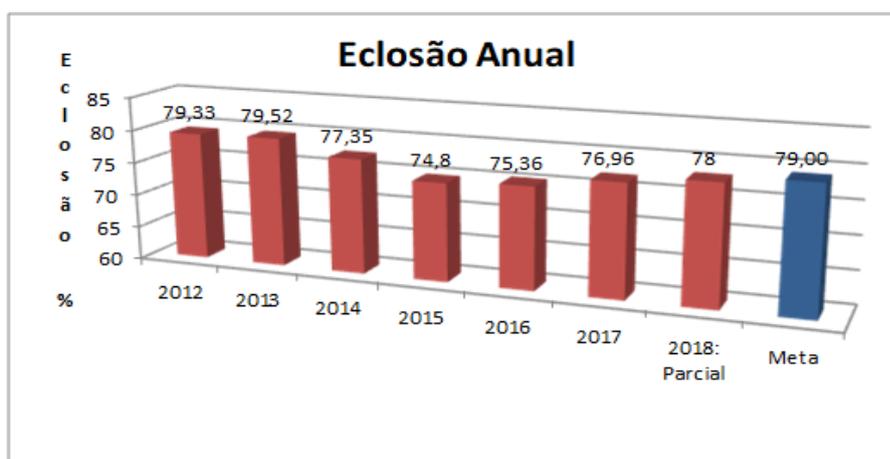
os parâmetros do processo, o que retarda ou impede a possível melhoria e a otimização dos resultados, tanto para as unidades antigas como para as novas construídas e adquiridas recentemente.

Desta forma, surge a necessidade de aplicar uma metodologia de análise que identifique e quantifique, de maneira confiável, os fatores controláveis e de ruído e, com isso, encontrar os níveis ideais dos principais parâmetros de incubação. Além disso, espera-se que essa mesma metodologia possa ser replicada em qualquer unidade de incubação.

Os níveis dos parâmetros de incubação atuais da empresa são conhecidos e utilizados há anos de forma empírica, estando totalmente vinculados a um processo de verificação antigo e específico para a unidade em questão. Em um processo de incubação, é possível alterar na máquina os níveis dos principais parâmetros de maneira controlada, para buscar mais eficiência produtiva. Desta forma, identificando os fatores controláveis e de ruído, será possível buscar um aumento na produtividade. Contudo, tem-se que cada unidade de incubação possui variáveis diferentes, além das clássicas que são temperatura, umidade e renovação de ar. Cita-se como exemplo um modelo de incubadora mais sofisticado que possui sistemas de medição diferentes, além de sistemas de climatização de ambientes, controles de pressão de ar, controle de nível de CO₂.

No Gráfico 1 estão demonstrados os resultados de eclosão média dos últimos anos do Incubatório de Montenegro e a meta estabelecida pela organização.

Gráfico 1 - Gráfico Sequencial de Eclosão Anual



Fonte: ERP da empresa.

A falta de uma metodologia estruturada para os ajustes dos parâmetros impede um aumento consistente nos níveis de produtividade e a sua replicação em diferentes equipamentos e unidades. Desta forma, surge a seguinte pergunta de pesquisa; como estabelecer parâmetros de processo que melhorem os níveis de produtividade?

1.3 OBJETIVOS

A seguir estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos desse trabalho.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é estabelecer níveis de ajuste do processo de incubação que melhore os índices de produtividade.

1.3.2 Objetivo específico

- Avaliar o processo atual de incubação;
- Identificar as variáveis que impactam o processo de incubação;
- Propor ações de melhoria no processo de incubação;
- Controlar e acompanhar os resultados.

1.4 JUSTIFICATIVA

As empresas podem obter vantagens competitivas através de ações de inovação, que promovem a inclusão de novas tecnologias e novas maneiras de fazer as coisas, em um segmento de mercado novo ou já trabalhado pela empresa (PORTER, 1990).

A aplicação da metodologia Seis Sigma neste trabalho, visa identificar e quantificar, com confiabilidade e padronização, as variáveis atuais que afetam o processo de incubação de ovos férteis e influenciam os resultados técnicos e de produtividade. A partir disso, a empresa poderá padronizar um modelo para a busca de melhores níveis das variáveis de incubação, gerando resultados ainda mais significativos com um padrão para replicar em outras plantas de incubação.

O uso da metodologia também trará conhecimento às pessoas envolvidas, promovendo a possível difusão no setor e podendo se expandir a mais setores. Atualmente não há projetos Seis Sigma rodando nas unidades de incubação da empresa.

Diante disso, a realização do presente trabalho alavancará os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Produção, ao aplicar uma metodologia mundialmente difundida que tem como objetivo aumentar a performance, lucratividade e a competitividade das empresas.

A metodologia Seis Sigma abordada neste estudo de caso será de grande importância, pois poderá contribuir para outros estudos na área acadêmica onde este assunto é pouco difundido.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está focado em um estudo de caso, que utiliza a metodologia Seis Sigma, realizado em um Incubatório do Grupo Vibra, na cidade de Montenegro no Rio Grande do Sul.

A meta é aplicar as ações propostas através da metodologia para obter retorno em produtividade no Incubatório em questão.

Para aplicação da metodologia e análise dos resultados será trabalhado apenas com lotes de produção de maior volume de ovos e de produtividade, que são os que possuem idades entre 35 e 45 semanas.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, sua justificativa e delimitações do estudo. O capítulo 2 apresenta o referencial teórico, com os seguintes assuntos: o histórico da metodologia Seis Sigma, desde o seu nascimento; o seu conceito e o método DMAIC; o processo de incubação de ovos para produção de pintos. No capítulo 3 está explicada a metodologia aplicada ao trabalho. No capítulo 4 descreve-se o estudo de caso, em que consta a identificação da empresa onde foi realizado o estudo, além da implementação da metodologia Seis Sigma através do DMAIC para estabelecer parâmetros de processo de incubação que garantam os níveis de produtividade. Já no capítulo 5 estão as

conclusões derivadas deste estudo de caso. Por fim, o capítulo 6 apresenta sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico que sustenta o assunto abordado neste trabalho. Serão tratados temas referentes à metodologia Seis Sigma e alguns conhecimentos de incubação de ovos de frango.

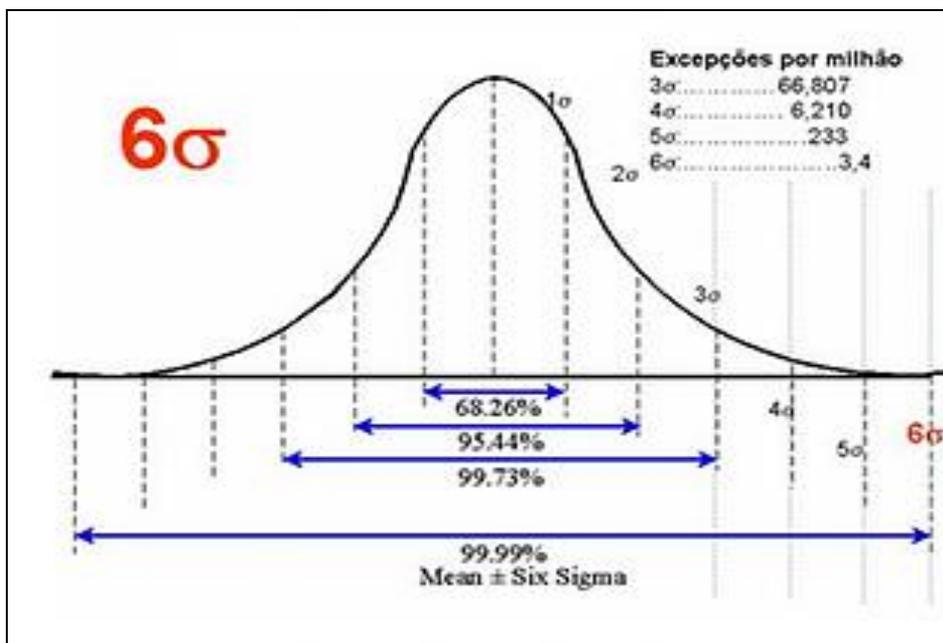
2.1 MODELO ESTATÍSTICO DO SEIS SIGMA

Abraham DeMoivre, em 1733, desenvolveu a equação matemática da curva normal. Ele criou uma base a partir da qual se explica grande parte da teoria da estatística indutiva. A distribuição normal é, em vezes, divulgada como a distribuição gaussiana, em homenagem a Karl Friedrich Gauss e possui dois indicadores distintos: o centro da distribuição que é a média, representado pela letra grega μ (mi), e a variação da distribuição, que é o desvio padrão, representada pela letra grega σ (sigma). Cada intervalo de um desvio padrão (σ) representa uma área debaixo da curva da distribuição normal, sendo capaz de obter a proporção equivalente sobre a área total da curva. Uma vez que μ e σ são especificados, a curva normal é completamente determinada. (WALPOLE *et al.*, 2011).

A distribuição normal representa 100% do que está sendo medido. Apresenta simetria e o pico representa a média dos dados que pode ser dividida em uma série de segmentos com base no desvio padrão. Um processo com nível de qualidade Seis Sigma tem a probabilidade de gerar 3,4 PPM (partes por milhão) de não conformidades. Portanto, o mesmo possui um desempenho de 99,99966% de conformidade. (ECKES, 2001).

A Figura 1 representa uma curva normal com a contagem das unidades por milhão de acordo com cada nível Sigma.

Figura 1 - Gráfico da curva normal



Fonte: Eckes (2001).

2.2 METODOLOGIA SEIS SIGMA

O modelo DMAIC (*Define, Measure, Analyze Improve e control*) fornece uma base estruturada para a criação de um processo com abertura para o controle do processo. As especificações para a conclusão de uma determinada fase são definidas, e os projetos são revistos para determinar se todos os critérios foram atendidos antes de iniciar a próxima fase. (PYZDEK; KELLER, 2011).

O método DMAIC está estruturado em cinco etapas, que são elas:

- *Define* (D): Na fase 'definir', é definida a equipe de trabalho, incluindo os membros de diferentes departamentos afetados direta ou indiretamente pelo problema. A equipe descreve claramente o problema e quantifica o impacto financeiro e de qualidade, identificando as ferramentas para avaliar o impacto do problema no passado e para documentar as melhorias para que o problema seja solucionado. A definição deve ser específica, mensurável e não prematura. (ECKES, 2001; WERKEMA, 2002);
- *Measure* (M): Na fase de Medição, a equipe discute o processo e as medidas ligadas ao problema, bem como produz mapas de processos e verifica a exatidão e precisão dos sistemas de medição. Também são

estabelecidas novas formas de medir e identificar as principais causas potenciais para o problema, através da aplicação de uma variedade de ferramentas. Além disso, é importante ter um plano de coleta de dados que possibilite uma visão mais clara de quem realizará as medições, bem como um estudo do sistema de medição para assim comprovar a confiabilidade dos dados medidos. (DETONI; BALESTRASSI, 2004);

- *Analyse (A)*: Nesta fase da análise a equipe determina as causas dos problemas priorizados na fase anterior. Assim, é aplicada uma variedade de ferramentas estatísticas para testar hipóteses e fazer experiências sobre o processo. Após a relação entre as causas e efeitos, a equipe determinará a melhor forma para aprimorar o processo. É a fase mais importante do DMAIC, e tem o objetivo de identificar as relações causais, fontes de variabilidade e de desempenho ruim do processo. (HENDERSON; EVANS, 2000; PANDE *et al.*, 2001);
- *Improve (I)*: Nesta fase de melhoria, a equipe implementa mudanças e ideias, usando o *Brainstorming* para melhorar o desempenho do processo. O time envolvido confirma a causa principal, calcula os efeitos nas características de qualidade e define a melhor solução para reduzir o nível de defeitos. (WERKEMA, 2002);
- *Control (C)*: Nesta fase de controle, a equipe seleciona e implementa os métodos para controlar e trabalhar na variação do processo futuro. Estes métodos particulares poderiam incluir procedimentos documentados ou métodos de controle estatístico do processo. Este importante passo garante que um mesmo problema não volte a ocorrer no futuro. (ECKES, 2001).

2.3 PARTICIPANTES DO PROJETO SEIS SIGMA

A composição da equipe Seis Sigma é um elemento fundamental no sucesso do programa, pois ele é desenvolvido basicamente por pessoas. Cada empresa pode montar sua equipe da forma que melhor se adapte às suas condições. O importante é que as pessoas tenham o tempo necessário para estudar e trabalhar nos grupos Seis Sigma. (ROTONDARO *et al.*, 2011).

São essenciais para o projeto Seis Sigma: os *Champions*, *Master Black Belts*, os *Black Belts* e ainda os *Green Belts*. Apesar de se tratar de um modelo que implica no desdobramento a toda a organização, para a implementação deste modelo é necessária a criação de uma equipe responsável, cujos participantes possuam papéis bem definidos dentro do projeto. (BANUELAS, 2002; PYZDEK; KELLER, 2011; WERKEMA, 2002).

Os papéis de cada ator do programa Seis Sigma são:

- *Sponsor*: Também conhecido como patrocinador do projeto, é o principal executivo da empresa atuante no projeto. Está altamente interessado no resultado do projeto e deve proporcionar as condições necessárias em termos de recursos para que o projeto tenha sucesso;
- *Champions*: Possui cargo de alta gerência ou diretoria e tem a finalidade de apoiar os projetos e motivar o programa, removendo as barreiras organizacionais para o desenvolvimento e gestão do programa Seis Sigma. Esta função existe normalmente em empresas grandes com várias divisões;
- *Master Black Belt*: Representa o nível mais alto de competência técnica e organizacional e lidera o programa, desenvolvendo e ajustando as ferramentas, a partir da teoria dos métodos estatísticos. Também é responsável pelo treinamento de *Black Belts* e *Green Belts*, com dedicação integral de seu tempo ao programa;
- *Black Belt*: lidera projetos e está ativamente envolvido no processo de mudança e desenvolvimento organizacional, devendo ter dedicação integral ao programa. É importante que o *Black Belt* seja um profissional de competência técnica reconhecida entre os colaboradores da empresa, e ainda com conhecimento gerencial para lidar com a gestão de mudanças e situações ambíguas;
- *Green Belt*: Pode ser um líder de projeto Seis Sigma e é capaz de formar grupos, facilitar as equipes e administrar os projetos do conceito à conclusão. Deve ter dedicação parcial de tempo ao programa, pois terá que manter suas atribuições funcionais originais. Pode apoiar os *Black Belts* em projetos maiores, auxiliando na coleta e análise de dados.

Além do comprometimento da alta gerência, para ter sucesso com o modelo de referência citado, o projeto Seis Sigma necessita do bom alinhamento de dois

fatores: conhecimentos técnicos fornecidos pela metodologia e as pessoas que operacionalizam o trabalho. Esses dois fatores precisam trabalhar em sincronia e a forma para que isso aconteça é por meio de uma equipe selecionada e treinada para o projeto em questão. (ROTONDARO *et al.*, 2011; HAHN; DOGANAKSOY; HOERL, 2000).

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Algumas técnicas utilizadas como ferramentas em sistemas de gestão da qualidade ou em projetos Seis Sigma estão descritas a seguir e embasadas nos estudos de Pyzdek; Keller (2011); Deming (1993); Rotondaro *Et Al.* (2011); Werkema (1995); Siqueira (1997) e Campos (1999):

- *Brainstorming*: O *brainstorming* (ou “tempestade de ideias”) é uma técnica de dinâmica de grupo que é desenvolvida para explorar a potencialidade criativa do indivíduo, sendo utilizada para buscar um objetivo em comum. A técnica de *brainstorming* funciona para problemas que têm muitas soluções possíveis e durante a geração de ideias para o seu modelo, é necessário coletar toda a informação que pode relacionar-se com o problema. Além disso, há a geração de ideias por *brainstorming* na busca por soluções criativas que impulsionem a participação de todos os envolvidos. Esse processo também pode ser descrito, sucintamente, como um método que permite à equipe gerar de modo rápido, criativo e eficaz um grande número de ideias, relacionadas à solução de um problema ou a um projeto de melhoria;
- *Estratificação*: Consiste na coleta da informação (dados) sob vários pontos de vista de modo a evidenciar a ação. Os fatores equipamento, material, operador, tempo, entre outros, são categorias naturais para a estratificação dos dados. É utilizada nos casos em que os dados mascaram os fatos reais. Isto geralmente ocorre quando os dados registrados vieram de diferentes fontes, mas são tratados igualmente sem distinção;
- *Folha de Verificação*: É um formulário no qual os itens a serem verificados para a análise do problema já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados. O modelo de folha de verificação depende do objetivo da coleta de dados e normalmente é construído após a

definição dos padrões para a estratificação dos dados. Tal método permite que a equipe registre e compile dados coletados de fontes históricas ou de observações realizadas durante a ocorrência dos processos ou fenômenos, possibilitando que padrões e tendências possam ser claramente detectados e apresentados;

- Gráfico de Pareto: Consiste em um gráfico de barras verticais que serve para priorizar os recursos sobre os problemas que oferecem os maiores potenciais de melhoria, além de demonstrar a importância relativa dos problemas em um formato visual de simples e rápida interpretação. A informação assim disposta também permite a indicação de metas numéricas viáveis de serem alcançadas e o princípio de Pareto classifica os problemas relacionados à qualidade em duas categorias: os poucos relevantes e os muito triviais. Pelo princípio de Pareto, em um primeiro momento, a atenção deve-se sobre os pontos muito relevantes, já que estes resultam em grandes perdas para a empresa, apesar de representarem um pequeno número de problemas;
- Diagrama de Causa e Efeito: Utilizado para sinalizar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam influenciar no resultado considerado. É empregado nas sessões de “*brainstorming*” realizadas nos trabalhos em grupo e utilizado para juntar e apresentar as possíveis causas do problema considerado, atuando como um guia para a identificação da causa principal deste problema e a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas. Ele permite à equipe identificar, explorar e graficamente demonstrar em detalhes todos os possíveis fatores (causas) relacionados a um problema ou condição (efeito);
- Histograma: Gráfico de barras que mostra as informações de uma forma em que é possível a visualização do modo de distribuição de um conjunto de dados, além da percepção da localização do valor central e da dispersão dos dados em torno do mesmo. A comparação de histogramas com os limites de especificação permite avaliar se um processo está centrado no valor nominal e se é necessário adotar alguma medida para reduzir a variabilidade do processo;

- Medidas de Localização e Variabilidade: Estas medidas organizam a informação de modo a fornecer um sumário dos dados sob a forma numérica. Este sumário quantifica a localização do centro da distribuição dos dados e a variabilidade (dispersão dos dados em torno do centro). O cálculo destas medidas é o ponto de partida para a avaliação da capacidade de um processo em atender às especificações estabelecidas pelos clientes internos e externos;
- Índice de Capacidade de Processos (CP e CPK): Avalia se um processo é capaz, com base na sua variabilidade e centralização. Os índices de capacidade processam as informações de forma que seja possível indicar que um processo é capaz de gerar produtos que atendam às especificações provenientes de clientes internos e externos;
- Diagrama de Dispersão: Gráfico utilizado para indicar o tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. Estas variáveis podem ser duas causas de um processo, uma causa e um defeito do processo ou dois defeitos do processo. O diagrama determina se existe uma relação de dependência entre as duas variáveis, ou seja, se o que acontece com uma variável depende do que acontece com outra;
- Gráficos de Controle: Ferramenta que dispõe os dados de modo a permitir a visualização dos limites de controle estatístico de um processo e o monitoramento, quanto à posição e à dispersão, de itens de controle do processo. É importante verificar a estabilidade dos processos, já que processos instáveis não podem ser classificados como controlados e, provavelmente, irão resultar em produtos defeituosos, além de haver a perda de produção, baixa qualidade e de modo geral, a perda da confiança do cliente;
- Amostragem: As técnicas de amostragem permitem que sejam coletados dados de forma eficiente, através de tamanhos ideais de amostras, para representarem a totalidade dos elementos que constituem o universo de interesse (população). A coleta dos dados deve ser realizada observando uma metodologia adequada para que os resultados possam ser utilizados para a população como um todo;
- Intervalos de Confiança, Testes de Hipóteses, Análise de Variância: Estas ferramentas permitem um processamento mais detalhado das informações

contidas nos dados, de modo que seja possível controlar, dentro de limites de valores máximos pré-estabelecidos, os erros que possam ser cometidos no estabelecimento das conclusões sobre as questões que estão sendo avaliadas;

- **Avaliação de Sistemas de Medição (MSA):** Estas técnicas permitem a avaliação do grau de confiabilidade dos dados gerados pelos sistemas de medição utilizados, e serve para compreender as fontes de variação que podem influenciar nos resultados de medição. Desta forma, antes de analisar um processo é preciso avaliar, sob os pontos de vista da Estatística e da Engenharia, os métodos de medição utilizados. Tem de indicar um sistema que é capaz de detectar e definir confiavelmente qualquer mudança nas características medidas. A repetitividade de um sistema de medição pressupõe que a variabilidade do sistema é consistente. Isso porque ela exprime a variação nas medidas obtidas com um instrumento de medição quando usados várias vezes pelo mesmo avaliador, medindo as mesmas características na mesma peça. A reprodutividade de um sistema de medição é a variação na média das medidas obtidas quando diferentes operadores utilizam o mesmo instrumento para medir repetidas vezes a característica de interesse na mesma peça;
- **Diagrama de Afinidades:** O objetivo é agrupar um grande número de ideias, opiniões e informações em grupos, conforme a afinidade que apresentam entre si. Utiliza as similaridades entre dados não numéricos para facilitar o entendimento, de forma sucinta, da estrutura de um problema. Esta ferramenta é usada para mostrar a direção adequada a ser seguida em um processo de soluções de problemas, pois organiza as informações disponíveis para a solução de um problema, demonstra situações futuras e direciona as ideias provenientes de alguma avaliação;
- **Técnica Nominal de Grupo (NGT):** A NGT se torna efetiva quando utilizada nos casos em que se pretende identificar, analisar e avaliar problemas, selecionando e priorizando, através de uma escala de importância, todas as soluções possíveis. Aqui, há o envolvimento de pessoas em níveis diferenciados na tomada de decisão do processo, para gerar a credibilidade e apoio do que foi decidido. Essa técnica consiste em cada

participante ter direito a votar secretamente em cinco itens. Cada voto tem um valor, que vai de um a cinco neste caso e, no final, é possível verificar quais itens tem maior significância, segundo a avaliação da equipe, somando as notas de cada item e expondo em uma tabela;

- Diagrama de Priorização (DP): Esta ferramenta processa as informações contidas em um conjunto de dados compostos por um grande número de variáveis, de forma que estas variáveis possam ser representadas por apenas duas ou três características gerais. O DP estabelece uma classificação numérica de prioridade entre as opções e define a priorização dos fatores componentes de um problema, sendo utilizado quando os pontos-chaves do mesmo forem identificados, mas sua quantidade tem que ser diminuída. O DP também é utilizado quando existe concordância sobre os fatores, mas discordância sobre a ordem de abordagem destes fatores, e quando existem limitações de recursos humanos e financeiros e uma grande quantidade de problemas. Nestes casos, é necessário que as opções para solução do problema estejam bem correlacionadas;
- Projeto de experimentos (*Design Of Experiments* – DOE): Em projetos de experimentos usam-se as técnicas ANOVA (Análise de Variância) para separar a variação em uma resposta contra as possíveis fontes de variação. O objetivo é confirmar quais as poucas entradas do processo que causam impacto em sua saída. O delineamento de experimentos são testes coordenados de forma planejada, em que as entradas são modificadas também de modo planejado, para avaliar seu impacto sobre uma saída (também chamada de resposta). Um experimento projetado é um experimento onde um ou mais fatores, chamados de variáveis independentes, têm um efeito sobre o resultado experimental e são identificados e manipulados de acordo com um plano pré-estabelecido. Esta metodologia procura identificar os fatores que afetam a média, fatores com efeito de localização, e os fatores que afetam a variabilidade do processo. Em outros casos também se busca encontrar uma combinação ótima que aproxima ao máximo a média do processo ao valor a ser atingido e, ao mesmo tempo, minimiza a variabilidade. Uma forma eficiente de combinar os níveis dos diversos fatores consiste em cruzá-los de tal maneira que cada nível de um fator seja combinado com todos os níveis dos outros

fatores, caracterizando os chamados projetos fatoriais. Com a realização de um único projeto fatorial, é possível avaliar os efeitos sobre a resposta de cada fator e das interações entre fatores. Quando cada um dos K fatores de um projeto fatorial é aplicado em apenas dois níveis, o projeto experimental é dito do tipo $2K$. Esse tipo de projeto exige um número relativamente pequeno de ensaios e é adequado quando a quantidade de fatores é elevada. Um projeto $2K$ costuma servir de base para outros projetos mais complexos. Na análise dos dados de um experimento, os bons resultados podem ser obtidos se as técnicas clássicas da experimentação incorporarem as ideias de Taguchi, que relacionam qualidade com variabilidade;

- Estatística Kappa: A estatística Kappa é utilizada para estimar a concordância entre o grupo e dentro do grupo de avaliadores para estudos de confiabilidade dos mesmos. A principal vantagem do Kappa é sua simplicidade e aplicabilidade geral a muitos tipos de problemas. (CZODROWSKI, 2014);
- Teste de Hipótese: O objetivo desta ferramenta é resolver se uma afirmação sobre um parâmetro de certa população é coerente ou não. Quando se realiza teste de hipóteses, dois tipos de erros são possíveis, o tipo um e o tipo dois. Os riscos desses dois erros são determinados pelo nível de significância e o poder do teste. o responsável pelo teste deve determinar qual o nível de significância e qual o poder que deseja para o teste. Quando a hipótese nula é verdadeira e é rejeita, acontece o erro do tipo um. A probabilidade de cometer um erro do tipo um é indicada pelo símbolo alfa (α), que é o nível de significância definido para o teste de hipóteses. Um α de 0,05 indica que será aceito uma chance de 5% de que está errado rejeitar a hipótese nula. Para reduzir este risco, deve ser usado um valor inferior para α , porem, usar um valor inferior para alfa significa que probabilidade de detectar uma diferença verdadeira será menor, quando existir uma realmente. Quando a hipótese nula é falsa e não é rejeitada, acontece o erro de tipo dois. A probabilidade de cometer um erro de tipo 2 é indicada pelo símbolo beta (β), que depende do poder do teste. o risco de cometer um erro do tipo 2 será menor quando é assegurado que o teste tenha potência suficiente. Para isso é necessário garantir que o

tamanho amostral seja grande o suficiente para identificar uma diferença quando ela realmente existir. A potência do teste é a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa, isso é identificado como $1-\beta$.

O valor-p é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao identificado. Tipicamente, o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, isso significa que, quando não há nenhuma diferença, um valor tão afastado para a estatística de teste é previsto em menos de 5% das vezes.

Após a apresentação de técnicas e ferramentas que podem ser utilizadas, são mostrados no Quadro 1, sugestões de como podem ser trabalhadas as fases do DMAIC, descrevendo sucintamente cada etapa, as saídas de cada uma e as respectivas técnicas e ferramentas de auxílio.

Quadro 1 - Entradas, saídas, técnicas e ferramentas do DMAIC

| Fase | Descrição | Saídas | Técnicas e ferramentas |
|-----------|--|--|--|
| Definição | Identificação e descrição do problema. Demonstração do desempenho atual. Definição das metas e objetivos. Definição do impacto financeiro. Definição da equipe do projeto. | Cronograma de realizações do projeto. Identificado os membros da equipe. Criada a carta de projeto. Impacto financeiro com o investimento no projeto. Identificado a métrica principal do projeto. | Carta de Projeto. Diagrama de Gantt. SPOCR. Diagrama de Pareto. Gráfico de Barras. Brainstorming. Análise Econômica. Gráfico Sequencial. |
| Medição | Realizar a coleta de dados sobre a situação atual. Identificar as possíveis causas do problema. Estudar o sistema de medição. | Plano de coleta de dados. Métricas primária e secundárias. Avaliação do sistema de medição. Priorização das causas. | Mapa detalhado. Diagrama de Causa e Efeito. Diagrama de Afinidades. Avaliação do Sistema de Medição (MSE). Plano para Coleta de dados. Matriz de Priorização. Técnica Nominal de Grupo (NGT) |
| Análise | Analisar as causas principais apontadas na fase anterior. São determinados os níveis de variações no processo. São definidas as melhorias a se realizar na próxima fase. | Definição das melhorias que serão aplicadas. | Carta de Controle. Teste de Hipóteses. Histograma. Análise de Variância. Fluxograma. Matriz de Priorização. Planejamento de Experimentos (DOE). |
| Melhora | Aplicar as melhorias definidas na fase anterior. Avaliar o resultado das melhorias implementadas. | Plano de ações corretivas. Padronização de processos. | Gráfico de Barras. 5W2H Simulação. Análise de Variância. |
| Controle | Quantificar as melhorias do projeto. Desenvolver modelos de controle para os processos melhorados. | Gráficos para controle de processos. Plano de monitoramento das ações de melhoria. | Gráfico Sequencial. Gráficos de controle. Estatísticas descritivas. |

Fonte: Adaptado de Garrido-Veja, Sacristán-Diáz e Magana-Ramírez (2016) e Thakore et al. (2014).

2.5 INCUBAÇÃO ARTIFICIAL DE OVOS

Uma incubadora é um equipamento para chocar ovos, que imita o que a natureza faz através da galinha. A galinha constrói o ninho no chão e aquece os ovos, cobrindo os mesmos com seu corpo que possui uma temperatura de aproximadamente 39,4°C (103°F). A temperatura do chão, abaixo do ninho, geralmente é menor que a do corpo da galinha e isso influencia a temperatura dos ovos. Por isso a galinha vira os ovos frequentemente durante o processo de chocagem. (DONALD, 1986).

Na Figura 2 consta um modelo de incubadora artificial de ovos.

Figura 2 - Exemplo de incubadora artificial



Fonte: Incuba News (2014)

Segundo Gustin (2003), as evoluções dos resultados zootécnicos de incubação e qualidade de pintos de um dia começaram quando o manejo e os equipamentos de incubação se desenvolveram, gerando projetos mais avançados, criando domínio tecnológico suficiente para popularizar o conhecimento da incubação. Isso tudo sustentado nos seguintes pilares:

- Biologia embrionária;
- Fisiologia aviária;

- Nutrição animal;
- Engenharia de equipamentos.

Um grande desafio para operar uma planta de incubação é manter os padrões de eclosão (nascimento de ovos) das diferentes linhagens de frangos existentes no mercado. Cada Incubatório tem características próprias de operação, independente de pertencer à mesma empresa, estar na mesma região ou possuir equipamentos semelhantes. Diante disso, formar um lote de incubação composto por mais de um lote com idades diferentes, estoque regulador, higiene do lote, sanidade e máquinas, é um desafio.

2.5.1 Incubatório de ovos de frango

A eclosão dos ovos e a qualidade do pinto de um dia são índices utilizados como indicadores do desempenho de Incubatório. Inicialmente, a responsabilidade sobre os resultados do Incubatório é da granja, onde práticas de manejo, como preservação do status sanitário do lote, manejo de ninho, frequência de coleta e desinfecção dos ovos devem ser padronizadas com o objetivo de reduzir a presença de microrganismos patogênicos nos ovos que forem enviados para o Incubatório. (SCHIMIDAT, 2002).

Quando os ovos chegam no Incubatório, eles devem ser acondicionados em bandejas próprias adaptadas aos carrinhos para incubação. Na sala de estocagem de ovos, a temperatura e umidade relativa (UR) devem ser monitoradas, respectivamente a 20°C e 65-75%. Também deve ser realizada a ovoscopia nos ovos para a eliminação de trincados e outros problemas não percebidos na granja. Comumente, em Incubatórios comerciais de ovos para pintos de corte, o período de armazenamento dos ovos varia de três a cinco dias dentro da sala de armazenamento. Havendo a necessidade de armazenar os ovos por um período maior, deve-se diminuir a temperatura de armazenamento para 16° - 17°C. Também considera-se que um maior tempo de armazenamento provocará uma redução dos índices de incubação. (EMBRAPA).

Figura 3 - Bandeja de incubação de ovos



Fonte: Petersime

A Figura 3 apresenta um modelo de bandeja de incubação ideal. Nela os ovos são bem acomodados evitando que se movimentem, além de serem mantidos na posição vertical, o que possibilita uma ventilação homogênea entre todos os ovos.

2.5.2 Biossegurança em Incubatório de ovos

O programa de biosseguridade é de grande importância na produção de alimentos a nível mundial. Além disso, há uma busca constante pelo emprego de procedimentos que garantam a saúde animal, sendo revisados e modificados sempre que necessário. (SESTI, 2001).

Os programas de biosseguridade em Incubatório devem ser personalizados e caracterizados de acordo com a realidade de cada unidade de incubação, na qual o foco e a dimensão das ações devem ser em nível e medida necessários para o equilíbrio biológico da incubação, buscando a sanidade dos embriões e pintos recém-eclodidos. (GUSTIN, 2003).

No Incubatório, o principal componente do programa de Biosseguridade são os padrões pré-estabelecidos de limpeza e desinfecção, que buscam mitigar ou eliminar a disseminação de doenças. Os processos de limpeza e desinfecção, quando corretamente implementados e padronizados, acabam sendo o único meio econômico de reduzir os microrganismos patogênicos. Assim sendo, essa é uma parte integrante de programas de biosseguridade. (GREZZI, 2007).

2.5.3 Desenvolvimento embrionário

Durante um processo de incubação, que dura 21 dias, o embrião utiliza os componentes do ovo para formar seu corpo e é necessária energia para este processo. Esta energia é fornecida através do consumo de carboidratos e proteínas e, durante este processo, são liberados subprodutos como dióxido de carbono, água e calor.

O tempo ideal de incubação até o nascimento varia de 496 a 510 horas. Esse tempo varia em função da época do ano, estoque de ovos, tipo de sistema de ventilação para renovação de ar, isolamento térmico das salas e demais parâmetros de incubação, além do modelo das máquinas incubadoras. (MURAROLI; MENDES, 2003).

A Figura 4 apresenta uma classificação de fases do desenvolvimento embrionário. A escala é em dias e descreve os acontecimentos específicos no desenvolvimento diário do embrião, para facilitar a classificação do mesmo no momento de uma análise.

Figura 4 - Fases do desenvolvimento embrionário de frangos



Fonte: Guia de manejo de incubação Coob (2012)

Ao definir os parâmetros de incubação, pode-se influenciar a transferência do conteúdo do ovo para o embrião. Depois da eclosão, uma quantidade substancial de energia e nutrientes ficam armazenadas na gema residual no abdômen do pintinho. Essa energia é usada pelo embrião para manutenção dos seus primeiros dias de vida. (LOURENS *et al.*, 2005).

Experimentos demonstram que condições incorretas de incubação, principalmente relacionadas à temperatura, forçam o embrião a queimar proteínas dos músculos, refletindo em uma redução do tamanho de órgãos, como coração e influenciando negativamente na qualidade e capacidade de eclodibilidade do lote de ovos. (MEIJERHOF, 2009).

A temperatura é um fator-chave que afeta o desenvolvimento do embrião, a eclodibilidade e o desempenho do frango pós-eclosão e na fase reprodutiva. Em um processo de incubação, a temperatura do ar é programada para manter a temperatura do ovo em um nível ideal, fazendo com que a temperatura do ovo esteja mais próxima da temperatura interna do embrião. O desenvolvimento embrionário e a eclodibilidade são mais influenciados pela temperatura do embrião do que pela temperatura do ar, de forma que uma maior eclodibilidade e um melhor desenvolvimento são alcançados com temperatura de 37,8°C (100,04°F) constantemente durante toda a incubação. (LOURENS *et al.*, 2005; MEIJERHOF; VAN BEEK, 1993; COOB, 2017; DECUYPERE; MICHELS, 1992; HULET *et al.*, 2007).

A umidade também é um mecanismo-chave para a incubação. A umidade é o agente da transferência de calor, tanto para transferir calor para os embriões na fase inicial da incubação, quando eles precisam de calor, como para remover o calor dos embriões no período tardio da incubação, quando eles produzem muito calor. A qualidade do ar, do ponto de vista de transferência de calor, é extremamente importante. (HILL, 2004).

A absorção e a transferência da gema para o embrião são variáveis e muito dependentes das condições de incubação. Se a temperatura durante o processo de incubação não for ideal, principalmente se for alta, a formação do embrião fica retardada e a massa corporal fica menor, tornando ele menos viável para eclosão. (LOURENS *et al.*, 2007).

3 METODOLOGIA

A metodologia é o estudo do método. O método, por sua vez, é o conjunto de etapas a serem vencidas para alcançar um determinado objetivo. Já a ciência, neste contexto, passa a ser o conjunto de conhecimentos metodicamente ordenados referentes a algum domínio do saber. Portanto, a metodologia científica trata de normas técnicas a serem seguidas para a realização de pesquisas científicas, que nada mais são do que investigações em relação a uma determinada área ou fenômeno. (RAMPAZZO, 2011). Dessa forma, a seguir, são apresentadas as etapas para a execução da pesquisa e forma de abordagem da mesma.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa aplicada refere-se à elaboração de estudos com a finalidade de resolver problemas específicos. (GIL, 2010). Portanto, esta pesquisa classifica-se pela sua finalidade como aplicada, uma vez que é focada na solução de problemas internos relacionados ao processo de incubação de ovos de reprodutoras de frango.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória. A pesquisa exploratória tem o propósito de proporcionar familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito. (GIL, 2010). Isso ocorre uma vez que o problema será investigado considerando os diversos aspectos que o compõe, envolvendo coleta de dados através da bibliografia existente e de observações nos processos da organização.

A pesquisa classifica-se quanto à natureza de seus dados como quantitativa. Na pesquisa quantitativa é realizado um estudo de certo número de casos individuais, quantificando fatores segundo um estudo típico, servindo-se frequentemente de dados estatísticos, e generalizando o que foi encontrado nos casos particulares. (RAMPAZZO, 2011). Dessa forma, para identificar a necessidade de intervenção na empresa, foram observados e coletados dados de casos específicos.

O procedimento técnico da pesquisa é o estudo de caso. De acordo com Marconi e Lakatos (2010), a técnica é um conjunto de processos utilizados pela ciência, sendo necessária a habilidade de usá-los para a prática da mesma, sendo o estudo de caso uma das técnicas. O estudo de caso, segundo Gil (2010), estabelece

o conhecimento profundo de poucos objetos, permitindo o conhecimento detalhado dos mesmos. Severino (2007) ressalta que o estudo de caso se concentra em um caso particular considerado significativamente representativo do agrupamento de casos análogos. Dessa forma, o trabalho em questão se propõe a analisar o processo de incubação de ovos de reprodutoras de frango, em uma unidade de produção específica.

3.2 METODO DE TRABALHO

Este trabalho foi planejado conforme a estrutura a seguir:

- a) Pesquisa da Literatura: na primeira etapa do trabalho, foi elaborado o referencial teórico com objetivo de aprofundar o conhecimento sobre a metodologia Seis Sigma e o método DMAIC;
- b) Análise do cenário atual da empresa sobre o desempenho de eclosão dos ovos;
- c) Implantação de um novo padrão para fatores controláveis do processo de incubação descoberto através da metodologia DMAIC;
- d) A última etapa apresenta uma avaliação dos resultados obtidos através da análise dos dados gerados por meio do estudo de caso. Esta fase determina a viabilidade de aplicação de tal metodologia em Incubatório.

4 ESTUDO DE CASO

Este trabalho foi realizado na empresa Grupo Vibra. A empresa comercializa matrizes de aves reprodutoras e produtos à base de carne de frango. Será abordada a aplicação da metodologia Seis Sigma para melhorar o processo de incubação de ovos de frango. O projeto foi desenvolvido utilizando as fases do DMAIC.

4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA: GRUPO VIBRA

O Grupo Vibra foi fundado por um grupo familiar que iniciou suas atividades em 1934. O sistema produtivo é composto por 18 unidades, que propiciam um controle total da cadeia de produção. Essa cadeia de produção é composta por Granjas, Incubatório, Laboratórios, Fábricas de ração e Frigoríficos.

A empresa possui 5 mil funcionários, 150 tipos de produtos, 7000 clientes, produz 25 mil toneladas de alimentos por mês e está presente em mais de 40 países.

Na comercialização de matrizes reprodutoras (genética), a empresa possui a capacidade de produção de 14 milhões de matrizes por ano. Desde 1997, trabalha em parceria com a empresa Americana Cobb Vantress, líder mundial especializada no desenvolvimento das melhores matrizes do mundo.

Figura 5 – Grupo Vibra: Área Genética

DIRETORIA DE ORIGINAÇÃO Genética - Visão Geral

O Grupo Vibra é um dos líderes de mercado na multiplicação genética de matrizes de aves **no Brasil**, com capacidade de produção de **14 milhões de matrizes/ano**. Em 2015, foram produzidos **12,5 milhões de matrizes**

Desde 1997, trabalha em parceria com a norte-americana **Cobb-Vantress**, líder mundial e especializada no desenvolvimento das **melhores matrizes de aves do mundo**.

Fonte: Arquivo da empresa.

Os frigoríficos estão localizados em Sete Lagoas MG, Itapejara D' oeste PR e Pato Branco PR. Juntos, possuíam em 2017, uma capacidade de abate de 700 mil aves por dia.

O grupo atua no mercado interno com a marca Nat, contendo mais de 150 tipos de produtos. No mercado externo atua com as marcas Nat e Avia.

A figura 6 apresenta a divisão de negócios da empresa e a marca comercial dos produtos.

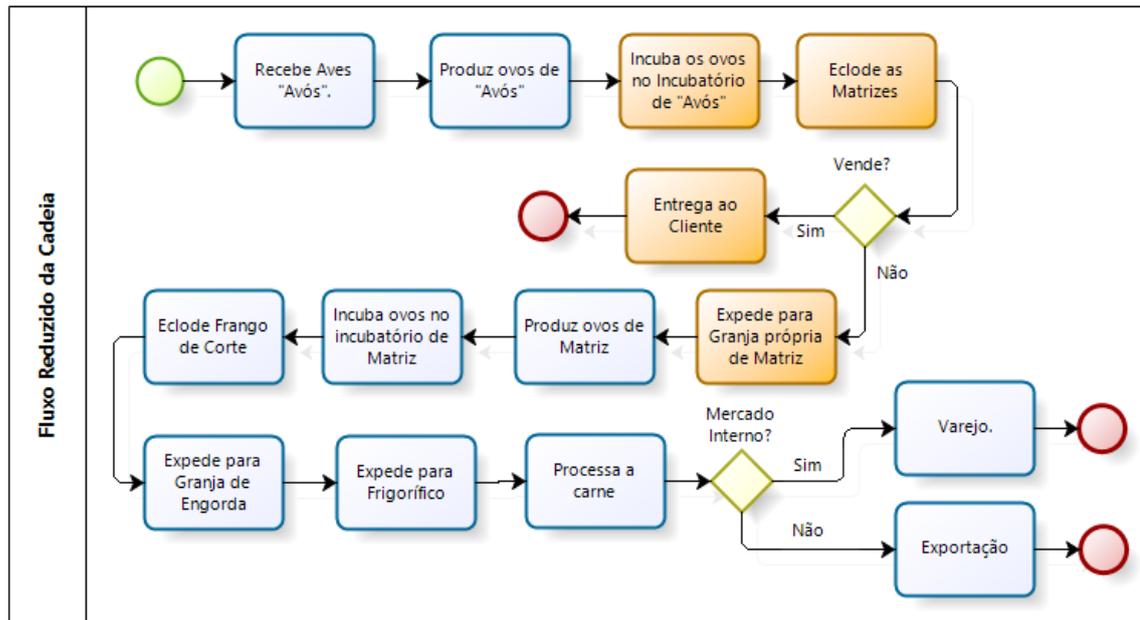
Figura 6 - Divisão de Negócios do Grupo Vibra



Fonte: Arquivo da empresa.

A Figura 7 apresenta um fluxograma simplificado da cadeia produtiva da empresa. Os processos indicados com cor laranja se referem ao setor de incubação abordado neste trabalho. Tanto o fornecimento da genética pela empresa Americana Coob Vanter, até o produto final que é composto por carne e alimentos à base de frango, são destinados ao mercado interno ou mercado externo.

Figura 7 - Fluxo da produção de pintos



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 FASE DE DEFINIÇÃO (D)

Durante a fase de definição do DMAIC são estabelecidas as oportunidades de melhoria ligadas aos processos. Nesta fase são definidas as metas e o escopo do projeto.

4.2.1 Business Case

No início do projeto foi desenvolvido o *Business Case*, que representa uma oportunidade de negócio, apresentando a motivação para o desenvolvimento do projeto.

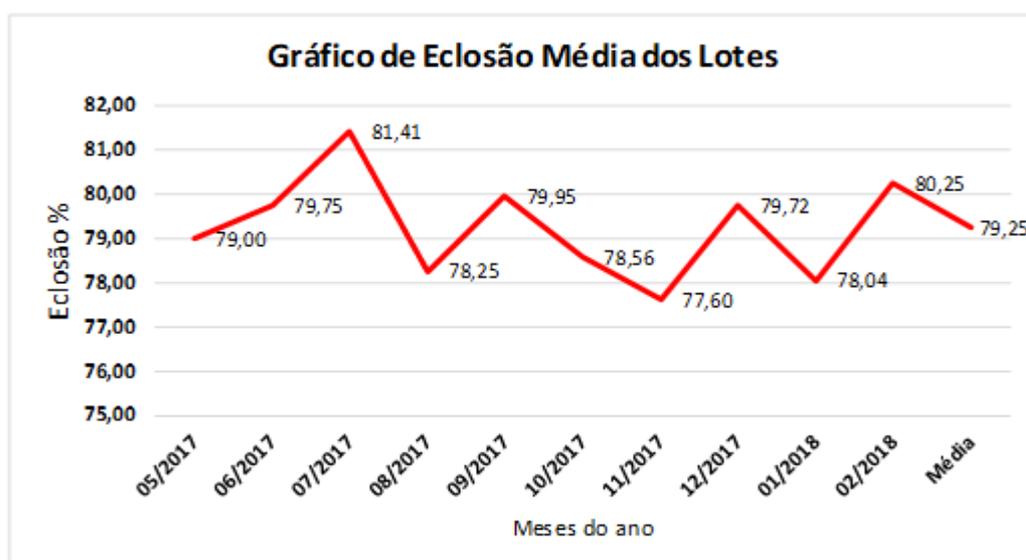
O processo a ser estudado é uma planta de incubação com capacidade de 487.200 ovos por semana. A eclosão média parcial, do ano de 2018, de todos os lotes da linhagem com maior volume de produção está 1% abaixo da meta da empresa que é de 79%. A eclosão média atual dos lotes em pico de produção, 35 a 45 semanas de idade, é de 79,25% (considerando um período de 10 meses, entre 05/2017 e 02/2018). Esse valor representa um gap de 1% em relação à meta da gerência, para os lotes em pico de produção, que é de 80,25% de eclosão. Atingindo

a meta dos lotes em pico de produção, a empresa terá um ganho médio anual de, aproximadamente, R\$ 800.000,00.

4.2.2 Métrica principal do projeto

A métrica principal do projeto é a produtividade do Incubatório, que é representada pelo termo técnico eclosão (porcentagem de pintos nascidos por ovos incubados).

Gráfico 2 - Gráfico Sequencial de Eclosão Média dos Lotes



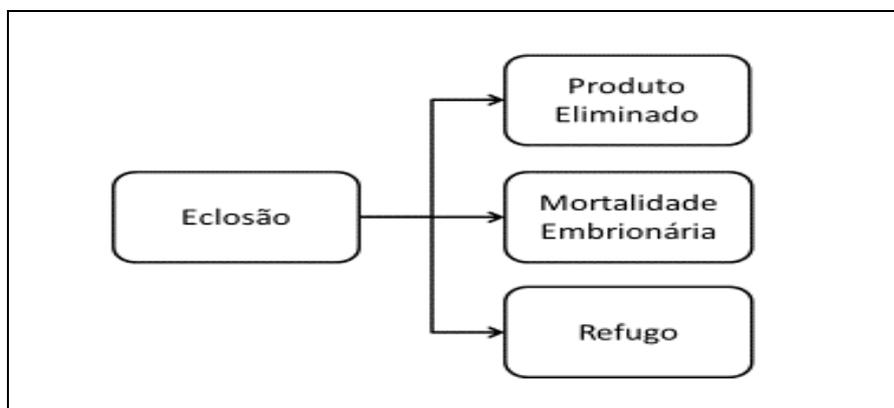
Fonte: Dados do ERP da empresa.

O Gráfico 2 mostra a média de eclosão dos últimos lotes entre as idades de maior capacidade produtiva: 35 a 45 semanas. O período de abrangência é do mês de maio de 2017 até o mês de fevereiro de 2018. O valor da eclosão média no período analisado é de 79,25%.

4.2.2.1. Métricas secundárias

A Figura 8 apresenta as métricas secundárias que serão abordadas devido ao grau de importância para os resultados de produtividade da empresa.

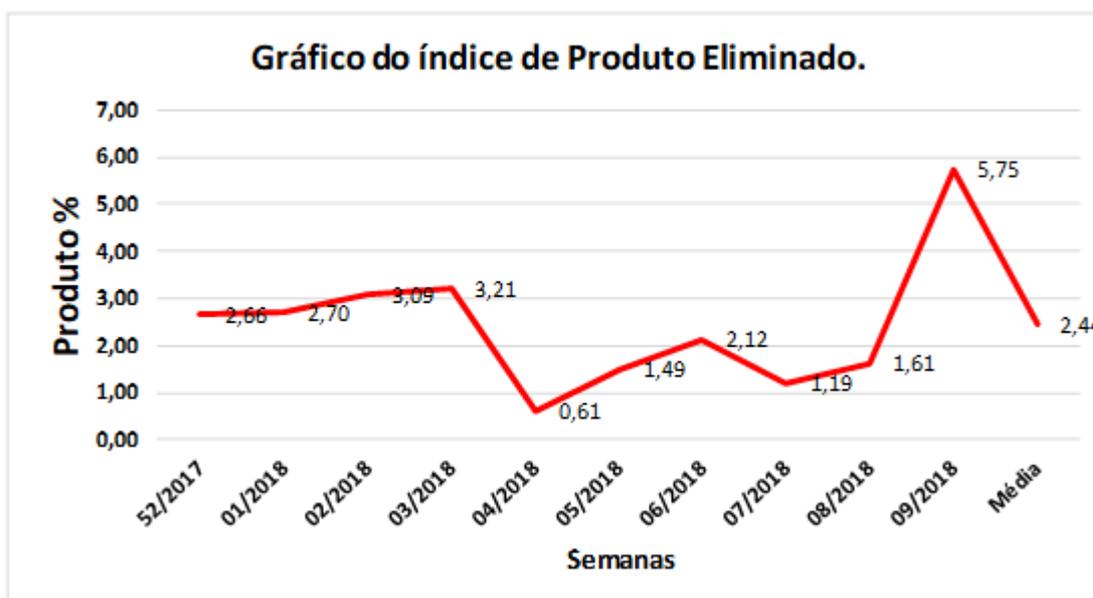
Figura 8 - Métricas do Projeto



Fonte: Elaborado pelo autor.

A métrica secundária, chamada tecnicamente pela empresa de produto eliminado, se refere a pintos de qualidade que sobram normalmente por erros de previsão de eclosão e são eliminados. O índice de produto eliminado faz parte dos relatórios gerados pelo ERP da empresa e está diretamente ligado à produtividade do Incubatório.

Gráfico 3 - Gráfico Sequencial do Índice de Produto Eliminado



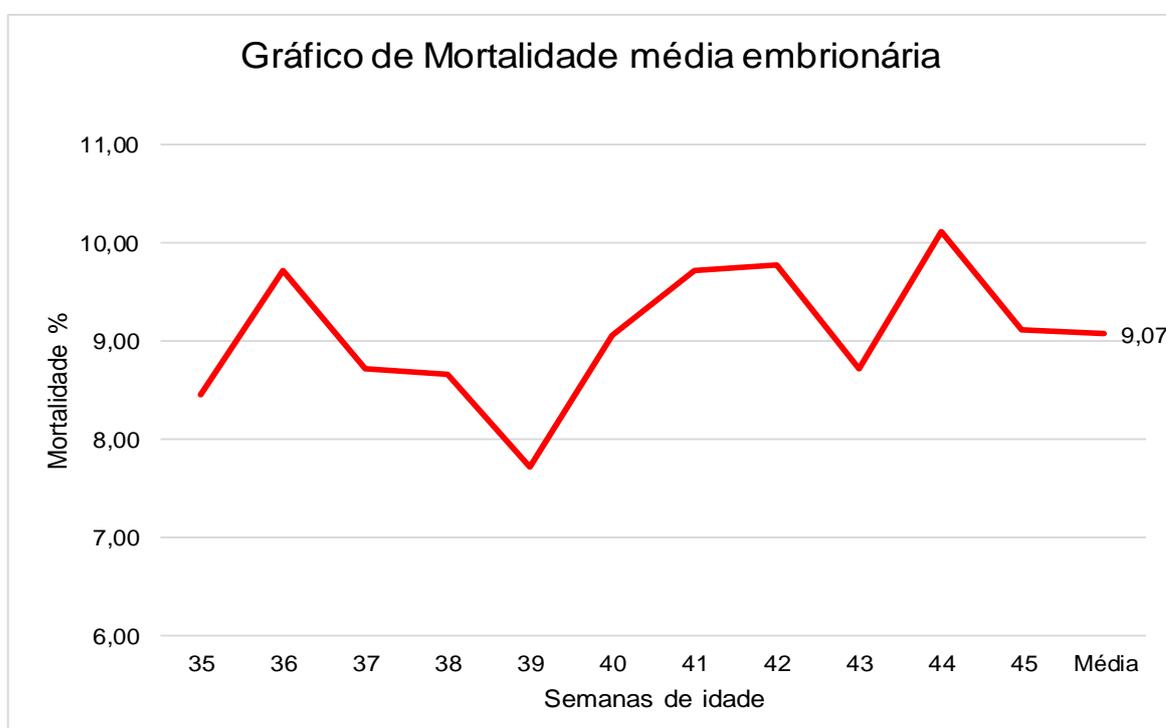
Fonte: Dados do ERP da empresa.

O Gráfico 3 apresenta os índices das últimas 10 semanas do total de produto eliminado, extraídos do ERP da empresa. Na quinta semana de 2018 houve uma redução na eclosão dos lotes em virtude de falhas no processo. A média destes dados fica em 2,44%.

Outra métrica secundária importante a ser analisada em Incubatório, paralela à métrica principal, é a mortalidade embrionária. Essa mortalidade é mensurada pelos pintos que morreram dentro do ovo e conseqüentemente não eclodiram. Essa métrica faz parte do controle de qualidade da empresa. As causas podem estar vinculadas em parte a processos internos da planta de incubação, mas também a processos externos ao Incubatório que afetam a qualidade da matéria-prima (ovo), como manejo de granjas e logística dos ovos até o Incubatório.

O Gráfico 4 apresenta a mortalidade média, semana a semana, dos últimos seis lotes entre 35 e 45 semanas de idade. O índice representa a mortalidade de embriões que é analisada realizando a abertura de uma amostra por semana de cada lote.

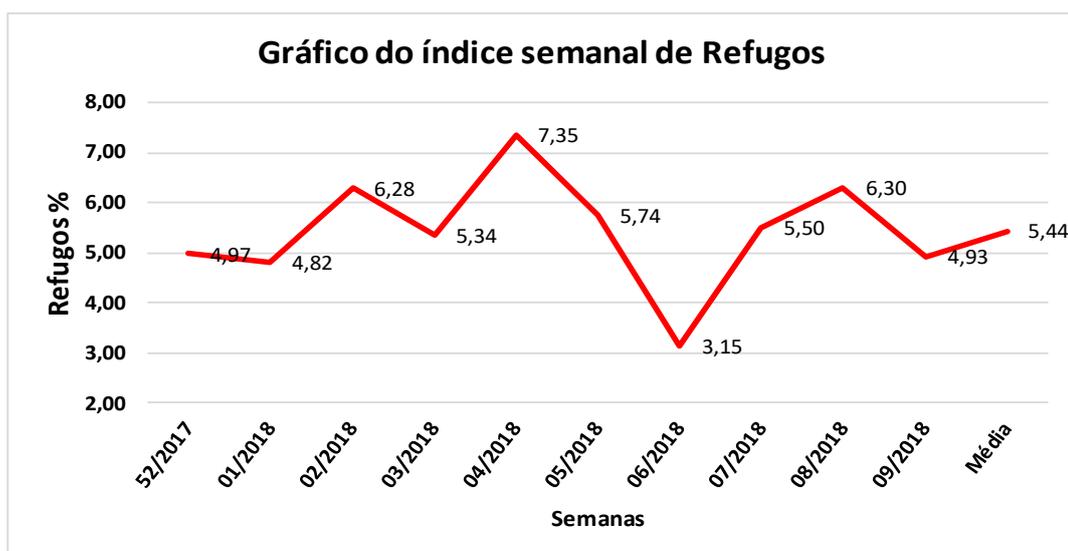
Gráfico 4 - Gráfico Sequencial da Mortalidade Média Embrionária



Fonte: Dados do ERP da empresa.

Outra métrica secundária importante é o índice de refugo. Refugo é todo o pinto que apresenta problemas de qualidade e não pode ser entregue ao cliente. São eliminados sempre que identificados no processo. O número de refugos está relacionado a uma série de variáveis. Os refugos são rigorosamente separados do produto bom e lançados no ERP da empresa.

Gráfico 5 - Gráfico Sequencial do Índice Semanal de Refugos



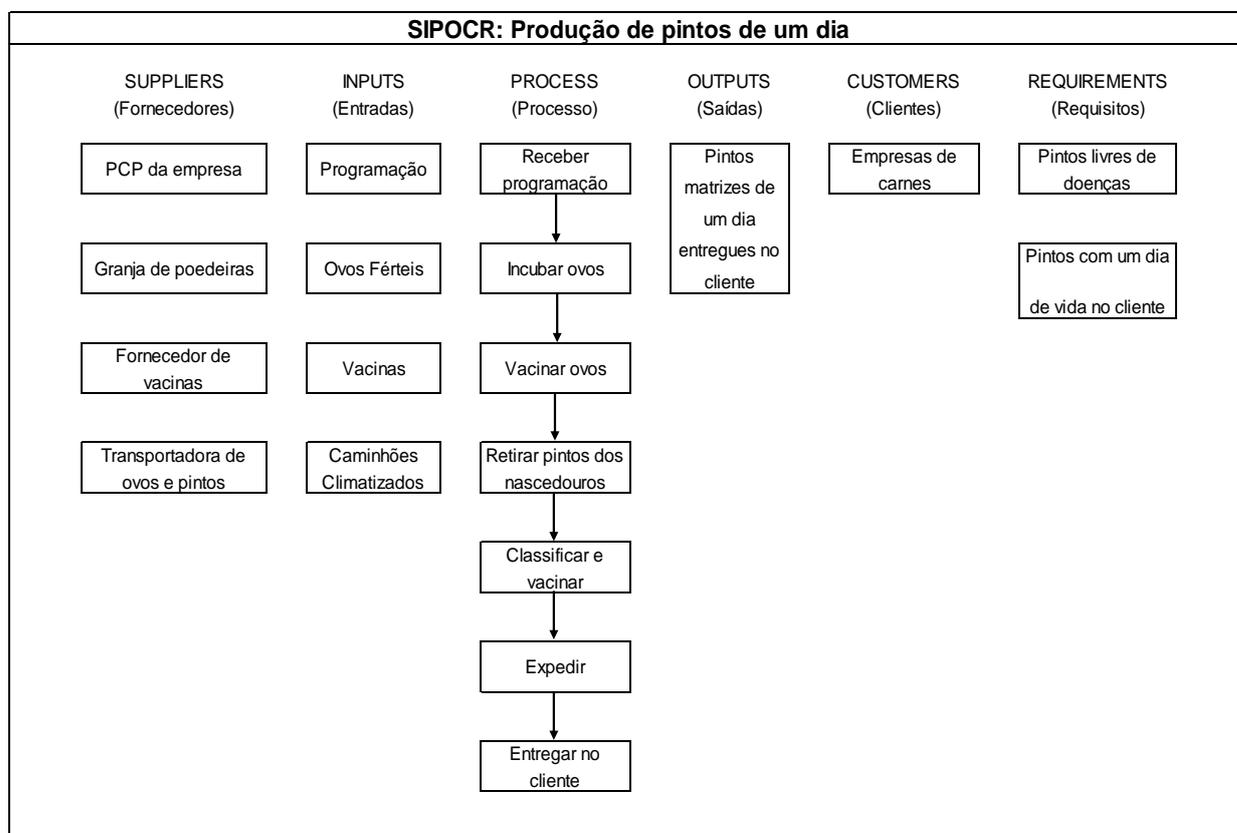
Fonte: Dados do ERP da empresa.

O Gráfico 5 apresenta o índice semanal de refugo. O gráfico mostra o resultado médio dos lotes nas últimas 10 semanas, desde a última semana de 2017 até a 09ª semana de 2018.

4.2.3 Mapeamento de alto nível

O Quadro 3 apresenta, de forma macro, informações operacionais e administrativas do processo de produção de pintos. No item processo, está demonstrado um fluxo das atividades de maior criticidade. São atividades que atuam, em seus momentos, diretamente na matéria-prima. O ovo possui uma embalagem natural, que é a casca, mas ainda assim ele é naturalmente muito frágil. As atividades descritas no processo englobam tanto tecnologias, a exemplo da vacinação de ovos, como atividades manuais.

Quadro 2 - Mapeamento através do SIPOCR



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.4 Definição do Escopo do projeto

O projeto será executado em um processo de incubação de ovos de frango, desde a programação até a expedição. Serão abordados apenas lotes da linhagem de maior volume, que geram as matrizes fêmeas. As matrizes “macho” são de outra linhagem e o volume de produção é de 14% em relação às matrizes fêmeas. Os lotes estão dentro dos limites de idades reprodutivas de 35 a 45 semanas. Esse período de idade é o mais significativo porque tem maior rendimento produtivo.

4.2.5 Definição da Meta

A meta do projeto é obter um ganho de produtividade de 1%, mantendo a qualidade do produto e gerando um resultado econômico anual de aproximadamente R\$800.000,00.

4.2.6 Restrições e suposições

O índice de eclosão dos lotes é calculado dividindo o número de pintos nascidos pelo número de ovos incubados, sendo realizado de maneira diária e contempla a produção total (população). A análise técnica dos resultados de mortalidade e avaliação de fertilidade dos lotes é realizada através da abertura de amostras de ovos. Para mortalidade são abertos ovos não eclodidos (nascidos) e para a fertilidade são abertas amostras de ovos bons, ou, ainda, é realizada ovoscopia em ovos já incubados. Esse trabalho é realizado de maneira manual e visual, por um profissional com experiência para analisar o período embrionário (dias de incubação) em que ocorreu a mortalidade do embrião, identificar a fertilidade da amostra em questão e comparar com padrões preestabelecidos através de tabelas da empresa fornecedora da genética. Os padrões variam de acordo com a idade do lote reprodutor.

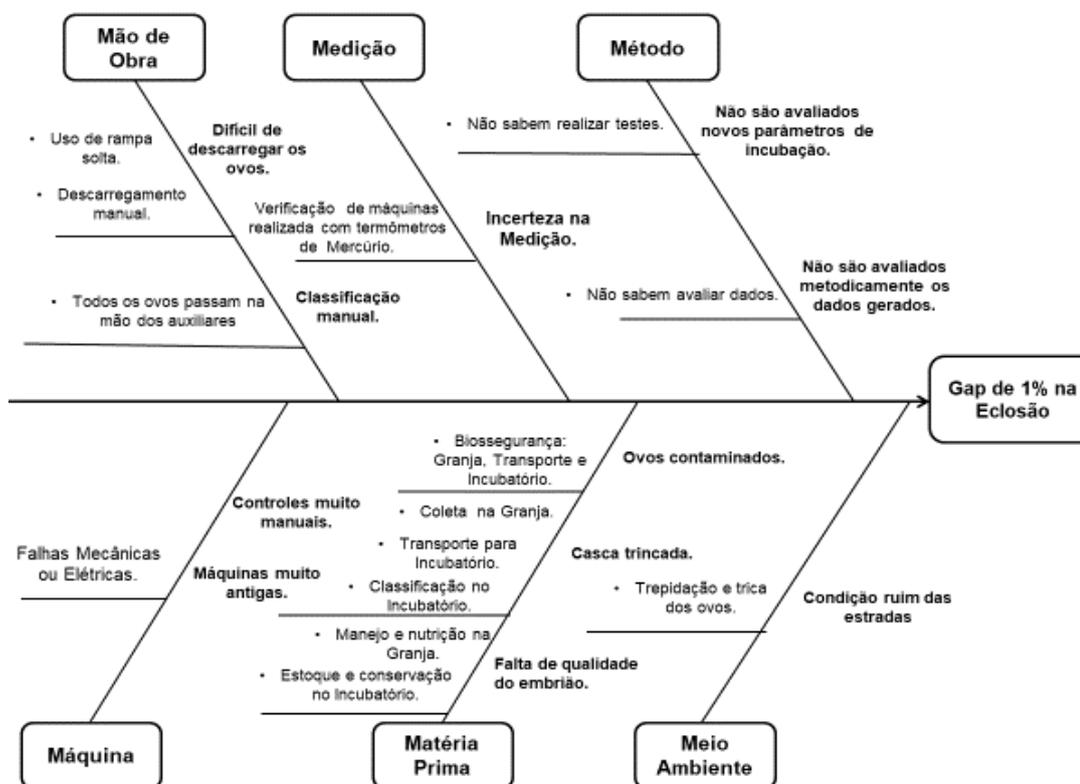
4.2.7 Equipe do projeto

A equipe de trabalho está composta por um *Green-Belt* (líder da equipe), por três líderes de setor, um técnico agrícola responsável por toda parte de análises do Incubatório e o *Champion*, coordenador de Incubatório da empresa.

4.2.8 Cronograma do projeto

A Tabela 1 apresenta, através da ferramenta do Gráfico de Gantt, os prazos e entregas realizadas, alteradas e a realizar para finalização do projeto.

Figura 9 - Diagrama de Causa e Efeito: Gap de Eclosão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em mão de obra foram apontados fatores que geram perdas por falta de cuidado e falta de equipamentos adequados para o manuseio da matéria-prima. O ovo é muito frágil e sua manipulação para o descarregamento e a classificação é realizada de forma totalmente manual. Pequenos gestos descuidados e a falta de sensibilidade geram pequenas perdas de qualidade invisíveis a olho nu, como exemplo das batidas e trepidações excessivas. Nesses casos, o embrião morre durante o processo de incubação.

No item máquinas foi mencionada a questão de que as mesmas possuíam quase 30 anos. Apesar da existência de um programa de manutenção preventiva, atualmente as máquinas se encontram com a estrutura velha e um sistema de software e controles ultrapassados, o que limita os níveis de programação.

No item matéria-prima foram apontadas as questões de biossegurança, sempre muito importantes para os resultados e confiabilidade da empresa perante os clientes e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os controles existem, mas os riscos também, devido à complexidade das questões

biológicas envolvidas em toda a cadeia. A questão da logística também é fundamental, pois a matéria-prima é muito frágil e manuseada manualmente.

A questão das estradas levantada em relação ao Meio Ambiente é um item crítico, pois afeta diretamente a qualidade da logística da empresa e, conseqüentemente, a qualidade da matéria-prima. As granjas de postura, em virtude da segurança sanitária, se localizam a quilômetros de distância do Incubatório. E, como demandam de muita área construída e da criação de grandes lotes de aves, estão sempre localizadas nos interiores das cidades ou em municípios vizinhos. O transporte da matéria-prima é sempre feito com modal rodoviário e as estradas possuem grandes trechos sem pavimentação. A qualidade do transporte está dependente da perícia do motorista terceirizado.

No item medição, a questão de os equipamentos utilizados para a verificação das máquinas estarem ultrapassados fica evidenciada, pois são utilizados basicamente termômetros de mercúrio. Apesar de ter uma boa precisão, a temperatura nesse tipo de termômetro é de difícil visualização que depende da capacidade de visão e concentração do operador que o utiliza.

Figura 10: Termômetro de mercúrio



Fonte: G1 (2014)

Apesar dos termômetros da empresa serem importados e possuírem qualidade superior, eles ainda possuem características básicas. Além disso, a temperatura é de difícil visualização, sua calibração só pode ser realizada por laboratórios específicos e geram custo. Outro ponto fraco é a fragilidade. Qualquer

queda, mesmo que não se visualize nada, pode acarretar na perda da calibração por danificar o mercúrio interno.

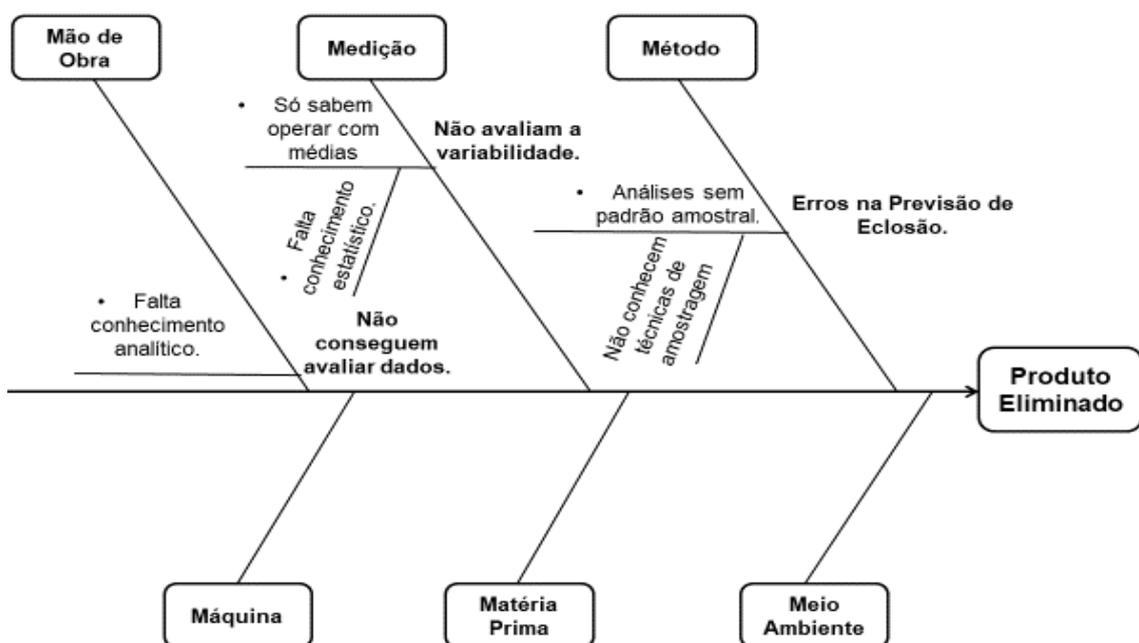
No item método, foi apontada a questão de como são analisados os dados. Não há um padrão de tolerância para os dados de eclosão, produto eliminado e refugos para confrontar com os dados gerados semanalmente. Desta forma, não há um plano de ação para resultados que, por comparação, ficam abaixo da capacidade do processo.

Outro fator apontado no método é a questão de que não são avaliados novos parâmetros de incubação. Poder testar programas diferentes nas máquinas pode gerar um aumento na produtividade e resolver algumas dúvidas em relação ao que se sabe atualmente sobre os parâmetros de incubação. Portanto, surge a necessidade de aplicar experimentos controlados para desenvolver novos programas de incubação em busca de um nível mais otimizado.

4.3.1.1 Descoberta das causas secundárias

A Figura 11 apresenta um Diagrama de Causa e Efeito para descobrir as causas da falha representada por produto eliminado.

Figura 11 - Diagrama de Causa e Efeito: Produto Eliminado



Fonte: Elaborado pelo autor.

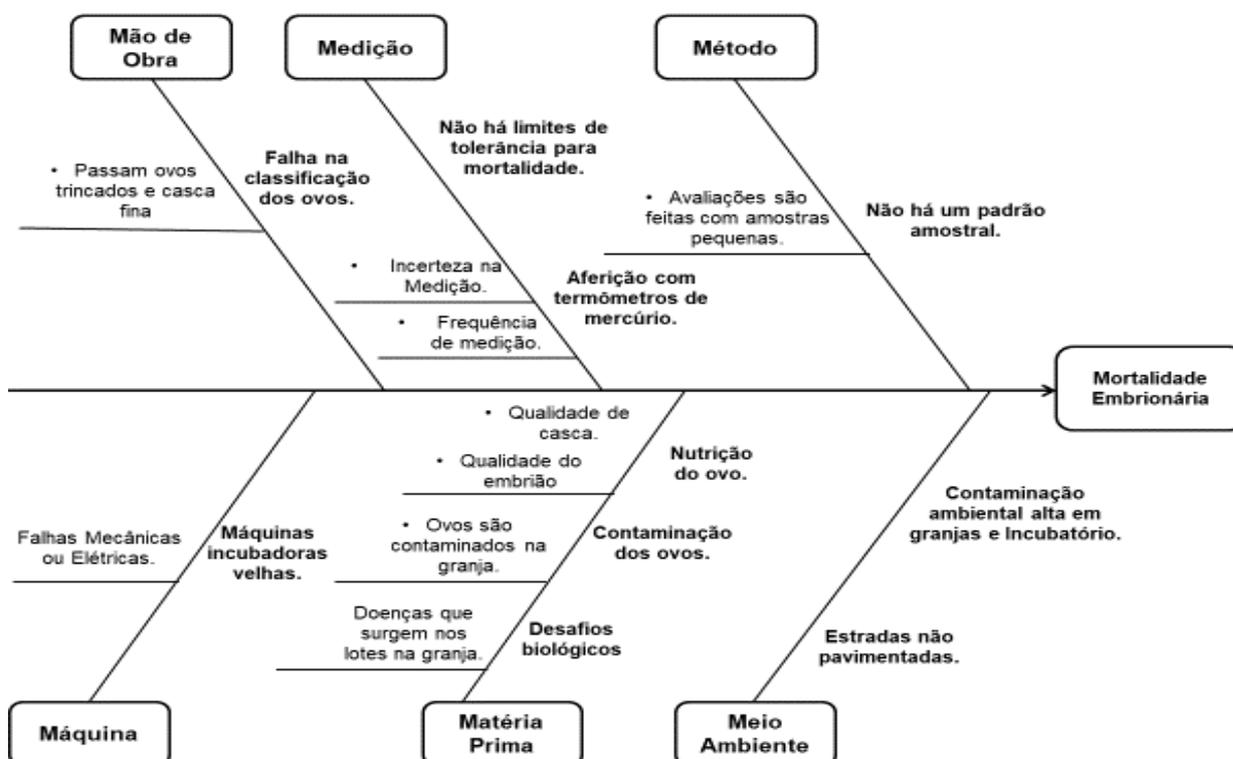
No item método são apontados os erros na previsão de eclosão. De acordo com a equipe, os erros são causados pelo número amostral usado para definir o índice de fertilidade semanal de cada lote e o mesmo acontece na previsão do índice de mortalidade de cada lote. Através dos índices de fertilidade e mortalidade se define o índice de eclosão, que é utilizado durante uma semana de produção. Da forma como é realizado o processo de previsão, a equipe entende que não há confiabilidade nos dados em virtude de sua instabilidade ao longo das semanas. Para minimizar o efeito do erro, se tem como padrão ignorar os resultados suspeitos e acolher o que se entende como o mais razoável, segundo a experiência.

No item medição, a causa apontada é a questão de que, para todas as dúvidas relativas a variabilidades no processo, se considera a média histórica como resposta mais coerente. Desta forma, até que se perceba uma diferença no comportamento de um lote, relativa a fertilidade e mortalidade, muitas semanas de produção já foram comprometidas.

Para a mão de obra responsável pelo processo de controle e previsão falta conhecimento sobre ferramentas analíticas. Esta falta traz excessos de produção por alocar margens de segurança nas previsões de eclosão, devido à preocupação relativa ao erro gerado pela falta de confiabilidade e excesso de variação da amostragem.

A Figura 12 apresenta um Diagrama de Causa e Efeito para identificar as causas do defeito identificado como mortalidade embrionária.

Figura 12 - Diagrama de Causa e Efeito: Mortalidade Embrionária



Fonte: Elaborado pelo autor.

No item método, a equipe levantou como causa o mesmo mostrado anteriormente. A questão de o número amostral não estar definido com bases estatísticas está gerando muita variação ao longo das semanas. Analisando a mortalidade embrionária de cada lote, a questão da amostragem correta garante números mais confiáveis, e aumenta o controle sobre o comportamento da mesma, além de gerar planos de ação mais rápidos. Um aumento repentino na mortalidade de um lote, se for percebido tardiamente, compromete muitas semanas de produção. Isso pode acontecer por sobras de produto, que é o mais comum, ou por falta de produto.

No item medição foi apontado como uma das causas a falta de limites de tolerância para a mortalidade. Não há um padrão definido de mortalidade dos lotes, em virtude da alta variação dos dados. Sem padrão não há como elaborar planos de ação rápidos para minimizar perdas.

Outra causa apontada no item medição é a utilização de termômetros de mercúrio para realizar a verificação das máquinas e a frequência de verificação. Diferenças de calibração na temperatura programada da máquina causadas por

pequenos erros de paralaxe, 0,5°C por exemplo, durante vinte e um dias, causam problemas de falta de produto por aumento de mortalidade ou de refugo. O cronograma de verificação das máquinas tem uma frequência muito baixa, se restringindo a uma verificação durante todo o período de incubação. Tendo em vista a idade dos equipamentos, a garantia de que as máquinas mantêm a calibração correta diminui.

Outro item apontado é na mão de obra. Durante a classificação dos ovos, onde acontece a troca das bandejas de carregamento dos ovos para as de incubação, passam muitos ovos com qualidade de casca inferior ou trincados. Esse embrião, durante a incubação, acaba não resistindo ao processo de perda de umidade, por excesso de desidratação, e morre em períodos variados do processo.

No item máquinas, a causa apontada foi a idade das mesmas. As máquinas possuem 30 anos. Desta forma, problemas relacionados à mecânica e elétrica se tornam frequentes, exigindo cada vez mais atenção do operador e da equipe de manutenção.

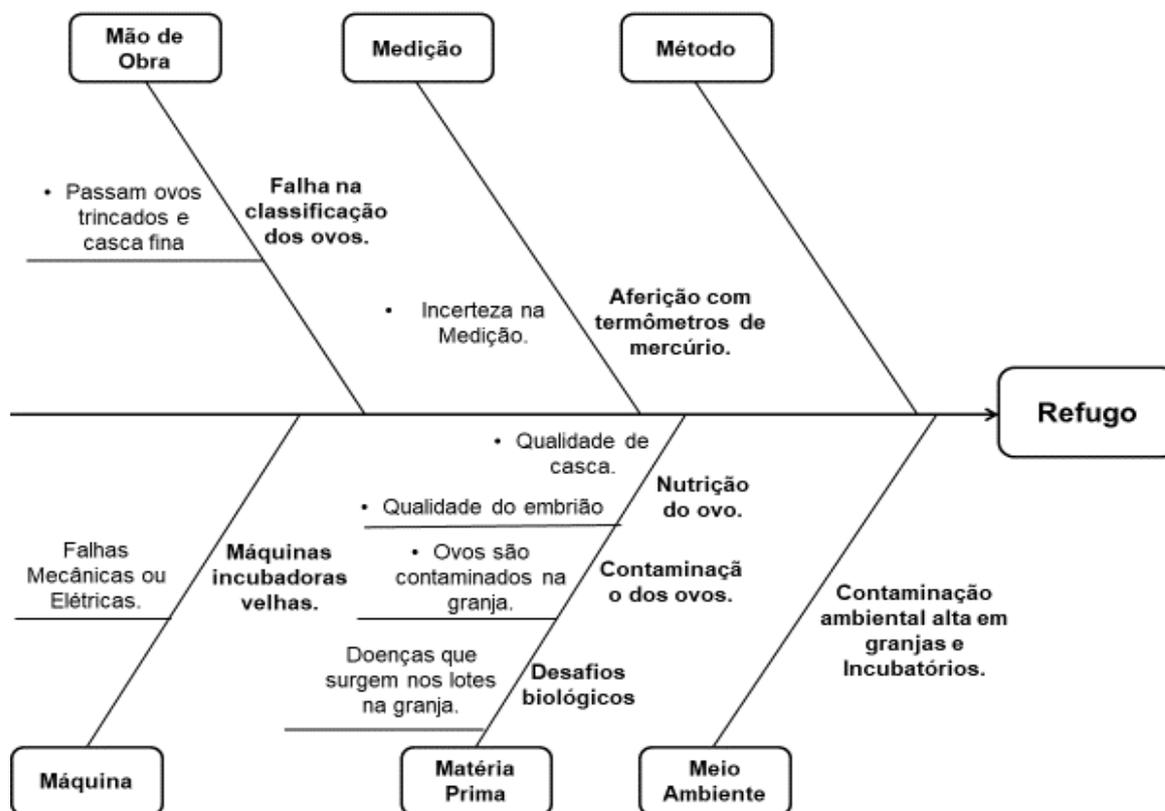
No item relativo à matéria-prima, fatores como nutrição, contaminação e desafios biológicos, ligados aqui a doenças nos lotes, são apontados como causas da mortalidade embrionária. Todos afetam negativamente a qualidade dos ovos, aumentando a mortalidade dos embriões. Seja por uma qualidade de casca inferior ou pela doença nos lotes que afetam a viabilidade do mesmo, isso causa uma mortalidade superior ao padrão natural do processo.

No item meio ambiente estão apontadas como causa raiz as estradas não pavimentadas que são um problema no transporte dos ovos da granja ao Incubatório. Esse problema está relacionado à trepidação e quebra ou trinca nos ovos que, na maioria das vezes é muito difícil de ser percebida a olho nu.

Outra causa apontada no item meio ambiente é a contaminação ambiental, tanto em granjas como em Incubatório. A contaminação é um desafio constante que afeta diretamente a mortalidade. E, apesar do monitoramento também constante, ela pode ser pontual e não perceptível, sendo sempre uma causa provável a ser considerada.

A Figura 13 apresenta um diagrama de Causa e Efeito das causas relacionadas ao problema de refugos na produção.

Figura 13 - Diagrama de Causa e Efeito: Refugo



Fonte: Elaborado pelo autor.

No item medição, como mostrado anteriormente, a verificação com termômetros de mercúrio gera incerteza na temperatura de incubação. Temperaturas variando, tanto para mais como para menos em relação ao ideal, geram um maior índice de refugo.

No item mão de obra, como também mostrado anteriormente, as falhas na classificação dos ovos geram um maior índice de refugos por passar ovos com cascas impróprias para a incubação. Dependendo da característica na falha da casca, o embrião sobrevive até virar um pinto, mas acaba perdendo qualidade e é descartado como refugo.

No item máquinas, a idade das mesmas é apontada, novamente, como uma causa do índice de refugos. As falhas derivadas de problemas mecânicos e elétricos, que acontecem mais frequentemente por incidência da idade das mesmas, muitas vezes não geram mortalidade, mas aumentam o índice de refugos por afetarem a qualidade do pinto.

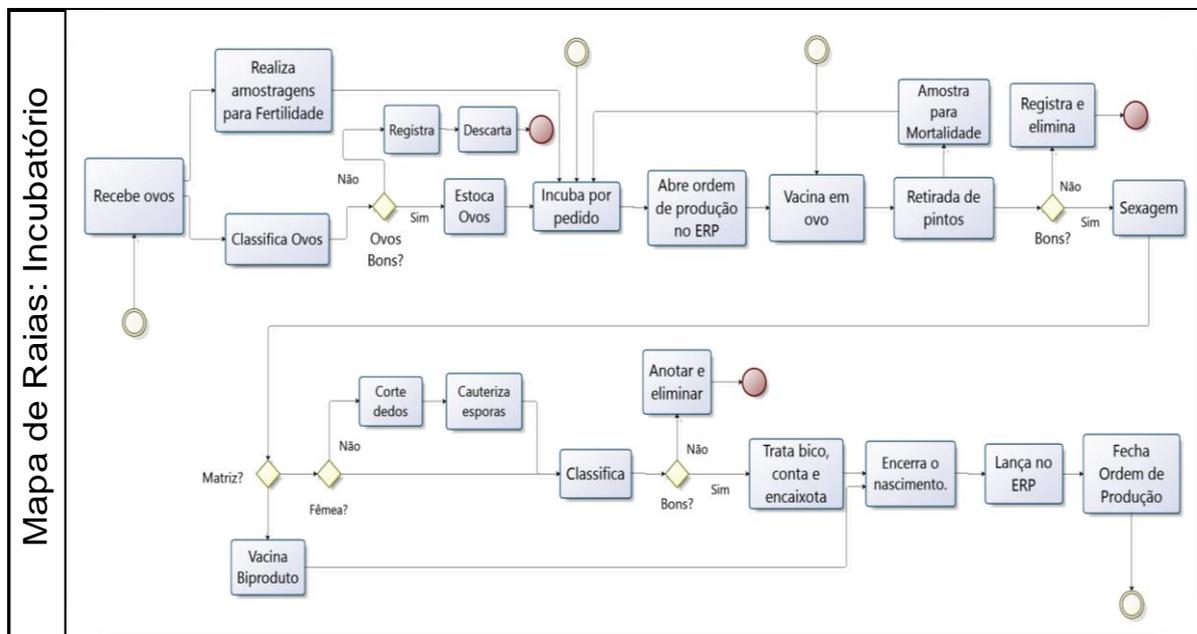
No item matéria-prima, como apontado anteriormente, a nutrição, a contaminação e os desafios biológicos do ovo geram maiores índices de mortalidade embrionária e de refugos.

No item meio ambiente, como apontado também na Figura 15, outra causa listada é a contaminação ambiental, tanto em granjas, como em Incubatório que, assim como gera aumento na mortalidade também gera aumento no índice de refugos.

4.3.2 Mapa Detalhado

O Quadro 4 (Apêndice A) apresenta, através da ferramenta Mapa de Raias, as ligações macro entre setores e agentes que fazem rodar o processo de produção de frangos de um dia. Ele demonstra as ligações entre os setores fundamentais para a produção de pintos matrizes reprodutoras de um dia, sendo possível observar algumas características do processo que estão gerando ineficiência.

Quadro 3 - Mapa de Raias



Fonte: Elaborado pelo autor.

As entradas de ovos férteis são controladas pelo Incubatório. Após o trabalho de conferência das entradas, as mesmas são repassadas para o PCP realizar o lançamento no ERP.

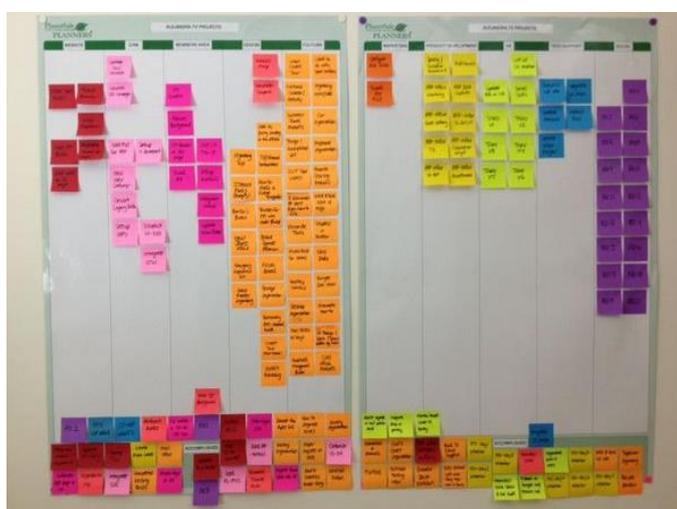
Os lançamentos e encerramentos das ordens de produção são realizados pelo Incubatório, assim como todos os fechamentos de produção diários de todos os lotes. Fica claro no mapa as inúmeras funções que o setor de produção realiza para atender às demandas. O setor está, diariamente, sobrecarregado de dados técnicos e gerenciais.

Durante a etapa de elaboração do mapa detalhado, iniciou-se a discussão das ideias com a equipe do projeto de todas as possíveis causas que possam estar retardando o desempenho do Incubatório. As ideias levantadas foram anotadas pelos participantes. Posteriormente, a equipe identificou a necessidade de incluir as opiniões dos operadores do Incubatório, que trabalham diretamente com a matéria-prima, processo e produto.

Após uma reunião com os operadores, em que foi apresentado brevemente o objetivo do projeto, os mesmos foram solicitados a pontuar e descrever, segundo seu conhecimento e experiência, possíveis causas que podem interferir no resultado do processo. Para a coleta dos apontamentos, no corredor central, onde todos podem transitar livremente, fora colocado um quadro branco onde, através de adesivos pequenos de papel, os participantes poderiam escrever qualquer apontamento, dentro do prazo estabelecido e colar no quadro, deixando junto seu nome para identificação.

No prazo solicitado de cinco dias, todos haviam pontuado o que percebiam de mais importante no processo que poderia estar interferindo nos resultados.

Figura 14 - Exemplo de quadro com anotações



Fonte: Operflex

Na Figura 14 está o exemplo de como os participantes puderam pontuar suas ideias. Ao passar dos dias, os participantes continuaram acrescentando informações e podendo verificar o que já havia sido descrito pelos colegas.

Após o prazo de cinco dias foram organizadas e separadas todas as informações segundo a sua fonte.

4.3.2.1 Dados coletados da equipe do projeto e dos operadores do Incubatório

Os responsáveis pela operação identificaram uma série de possíveis causas que geram perdas:

- Dificuldade de descarregar os ovos do caminhão por causa do peso;
- Caixas de ovos velhas e com engates quebrados;
- Aparecimento de ovos caídos das bandejas dentro das caixas;
- Identificação ruim dos lotes;
- Carros de incubação velhos e ruins de engatar, é preciso forçar no sistema de viragem.

O líder responsável pela sala de ovos listou as seguintes causas:

- Operadores erram a conferência dos ovos;
- Erro de anotações de classificação;
- Erro no estoque devido à mistura na sala pelas caixas de mesma cor;
- Chegam ovos “dormidos” da granja;
- Baú do caminhão de transporte de ovos está velho;
- Todo dia é necessário confirmar a incubação;
- Máquinas velhas de incubação quebrando o sistema de viragem;
- Carrinhos velhos de incubação;
- Bandejas velhas e tortas de incubação;
- Caixas de transporte de ovos velhas e quebradas;
- Máquina de lavar material não limpa bem;
- Muitas pessoas com deficiência na sala de ovos;

O líder da sala de pintos e expedição listou as seguintes causas:

- Máquinas de nascedouros velhos e difíceis de lavar e higienizar;
- Máquinas ruins de fazer leitura de temperatura e umidade;
- Cheiro forte de formol nas salas de nascedouro;
- Contagem manual dos pintinhos;

- Muita variação no volume diário de produção. Um dia tem muito e no outro pouco;
- Operadores lentos e não interessados;
- Muito ruído na sala de pintos;
- Não há padrão para avaliar a qualidade;
- Muita correria e pouco tempo para planejar e organizar a produção;

O Técnico de qualidade listou as causas a seguir:

- Lotes mal identificados pela granja;
- Precariedade das caixas de armazenamento de ovos;
- Carrinho de descarregamento de ovos inadequado;
- Processo e contagem de pintinhos manual;
- Máquinas e nascedouros velhos e difíceis de higienizar;
- Há diferença na qualidade dos ovos entre os lotes.

O Líder de produção do Incubatório listou as seguintes causas para a perda de desempenho:

- Caminhão de transporte de ovos velho;
- Rampa de descarregamento de ovos não está na altura do baú do caminhão e pode ocasionar muita trepidação;
- Caixas de carregamento de ovos são muito velhas;
- Bandejas de incubação são velhas e tortas, deixando alguns ovos deitados;
- Carrinhos de incubação são velhos e podem dar solavancos e trancarem durante a incubação, prejudicando a eclosão dos pintinhos;
- Procedimento de aferição das máquinas é realizado com termômetros de mercúrio e de forma muito visual;
- O mesmo programa de incubação é usado há muitos anos sem alteração.
- Não se opera com a temperatura ideal de incubação;
- Não há supervisão e retorno em relação às principais atividades dos operadores da noite;
- As análises de fertilidade e mortalidade são realizadas com amostras muito pequenas.

4.3.2.2 Filtrando e Agrupando os dados por afinidade

Para a organização dos dados, primeiramente foram expostas todas as ideias para o grupo do projeto observar sobre uma mesa. Após a observação foi solicitado que todas fossem agrupadas segundo suas afinidades. Todos os presentes ajudaram nesta etapa. Após, foram revisando coluna por coluna, realocando as ideias entre colunas, descartando as repetidas e algumas incoerências. O próximo passo foi criar subtítulos para cada grupo de afinidade:

1. Logística dos ovos;
2. Pessoas e processos;
3. Controle do processo de incubação;
4. Estrutura;
5. Biossegurança;
6. Qualidade da matéria-prima;
7. Capacidade de produção.

Depois de elaborado o Diagrama de Afinidades, foi desenvolvida uma Técnica Nominal de Grupo (NGT). O objetivo da técnica é gerar um consenso entre o grupo para que haja a tomada de decisão em relação a priorizar as causas mais importantes geradoras de problemas no Incubatório. A técnica consistiu em cada membro da equipe votar secretamente em cinco causas que julgasse mais importantes. Cada membro possuía direito a cinco votos com uma escala de valor de 1 a 5 e poderia dar um voto para cada causa que escolher. Os votos eram escritos em papel e colados na causa escolhida.

Na Figura 15 é apresentado o Diagrama de Afinidades com a priorização das causas mais importantes, através da votação e soma dos votos.

Figura 15 - Diagrama de Afinidades com Priorização



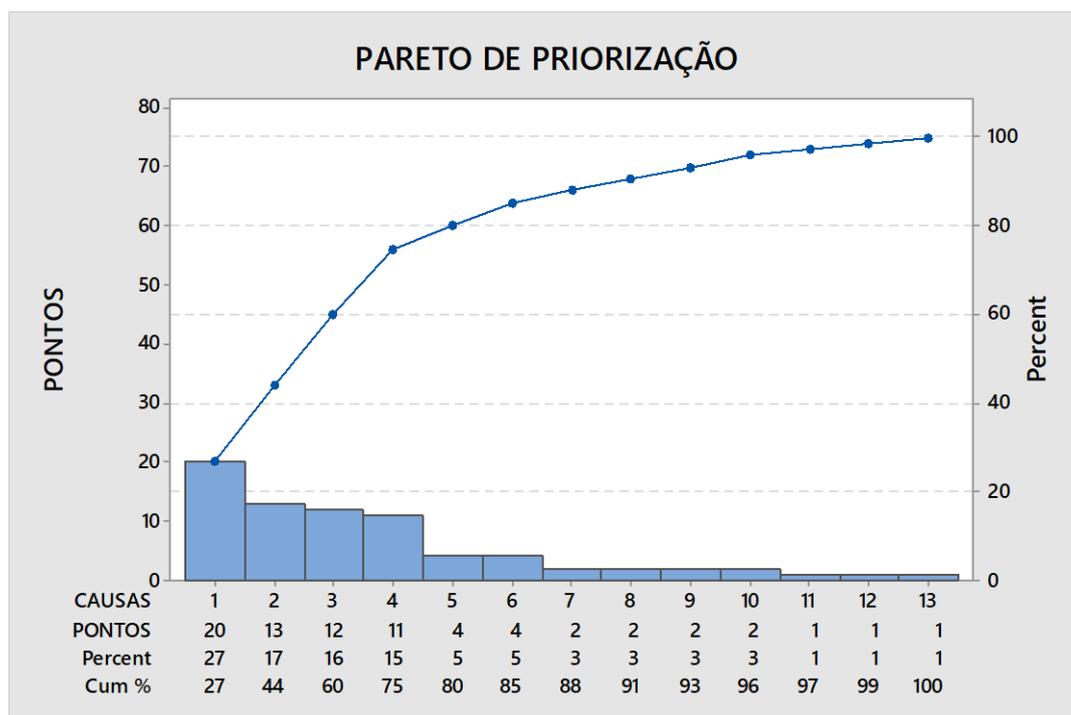
Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o Diagrama de Afinidades e a soma dos pontos gerados através da TNG, é possível identificar algumas causas prioritárias que impedem ou diminuem a eficiência do processo de incubação e podem ser melhoradas.

4.3.3 Diagrama de Pareto

Após a elaboração do Diagrama de Afinidades, foi criado um Diagrama de Pareto para melhor visualização das causas e seus respectivos níveis de prioridade elencados pela equipe do projeto.

Gráfico 6 - Diagrama de Pareto



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o apresentado pelo Diagrama de Pareto, no Gráfico 6, é possível observar alguns pontos mais importantes, segundo os participantes do projeto. Os pontos avaliados como mais significativos se distribuem entre os itens um a quatro. Desta forma, é elaborado um estudo de melhoria para os mesmos, abrangendo uma porcentagem de aproximadamente 75% dos fatores que interferem na melhoria de resultados. Os itens priorizados e descritos de forma mais enxuta são:

1. Temperatura ideal de incubação;
2. Diferenças na qualidade dos ovos entre os lotes;
3. Verificação das máquinas realizada com termômetros de mercúrio;
4. Amostras não são estatisticamente confiáveis.

4.3.4 Análise do Sistema de medição

Para análise do sistema de medição, a equipe concordou que, para a eclosão dos lotes, os dados gerados e armazenados no ERP são confiáveis, porque não são derivados de amostragem, são dados da eclosão (produção) total. O mesmo acontece para o valor de produto eliminado e refugo. Para o índice de mortalidade se faz necessário testar a capacidade de análise, porque é gerado através de amostragem e exige perícia do avaliador.

Para análise do sistema de medição, foi selecionada uma amostra de 1.200 ovos, dos quais 80,25% eclodiram (nasceram pintos), sobrando uma quantidade de 237 ovos não eclodidos. Partiu-se da observação através de abertura de todos os ovos, de forma que um auxiliar abre um por um, perante quatro avaliadores treinados para realizar a análise. Cada um identifica em sua planilha o que julga ser a classificação correta para cada ovo. Ovos bicados foram desconsiderados por serem de fácil observação tornando-se irrelevantes para a análise.

Para a análise de concordância por atributos entre os avaliadores, a que se refere o trabalho executado, foi utilizado um *software* estatístico para realizar a mesma e obter o índice Kappa por categoria e global.

Tabela 2 - Tabela de dados

| Tabela de Dados | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Ovos Avaliados | Avaliador A | Avaliador B | Avaliador C | Avaliador D | Padrão |
| 1 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 2 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 3 | 15a18 | 15a18 | 8a14 | 15a18 | 15a18 |
| 4 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 5 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 6 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 7 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 8 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 |
| 9 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 10 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 11 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 12 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 13 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 14 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 15 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 16 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 17 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 18 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 19 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 20 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 21 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 22 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 23 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 24 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 25 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 26 | Infértil | 0a3 | Infértil | 0a3 | Infértil |
| 27 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 28 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 29 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 30 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 31 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 32 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 33 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 34 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 35 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 36 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 37 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 38 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 2 (Apêndice B) apresenta uma fração de 38 unidades avaliadas, de um total de 237, para posterior realização da avaliação de concordância.

Tabela 3 - Avaliação de Concordância

| Análise de Concordância por Atributo. | | | | |
|--|--------------|-------------|-------------|----------------|
| Avaliador | Inspecionado | Coincidente | Percentagem | IC de 95% |
| Avaliador A | 237 | 236 | 99,58 | (97,67; 99,99) |
| Avaliador B | 237 | 228 | 96,20 | (92,91; 98,25) |
| Avaliador C | 237 | 232 | 97,89 | (95,15; 99,31) |
| Avaliador D | 237 | 235 | 99,16 | (96,99; 99,90) |

Todos os avaliadores estão de acordo com o padrão conhecido.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 3 apresenta uma avaliação do índice Kappa, feita através do software Minitab. Todos os avaliadores foram comparados com o padrão correto. Todos eles obtiveram um índice ótimo, acima de 75%.

Tabela 4 - Concordância dos Avaliadores

| Análise Entre os Avaliadores | | | | |
|-------------------------------------|--------------|-------------|---------------|-----------|
| Avaliador | Inspecionado | Coincidente | Percentagem | IC de 95% |
| 237 | 228 | 96,2 | (92,91;98,25) | |

Todas as avaliações dos avaliadores concordam entre sí.

| Resposta | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs>0) |
|----------|-------|-----------|---------|---------|
| 0a3 | 0,97 | 0,0265186 | 36,5776 | 0,0000 |
| 4a7 | 0,93 | 0,0265186 | 36,6398 | 0,0000 |
| 8a14 | 0,85 | 0,0265186 | 36,2284 | 0,0000 |
| 15a18 | 0,97 | 0,0265186 | 35,2554 | 0,0000 |
| 19a21 | 0,96 | 0,0265186 | 32,0289 | 0,0000 |
| Infértil | 0,99 | 0,0265186 | 37,338 | 0,0000 |
| Geral | 0,97 | 0,0150787 | 64,1669 | 0,0000 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 4 apresenta o resultado da análise entre o grupo de avaliadores. O software indicou total concordância entre os avaliadores.

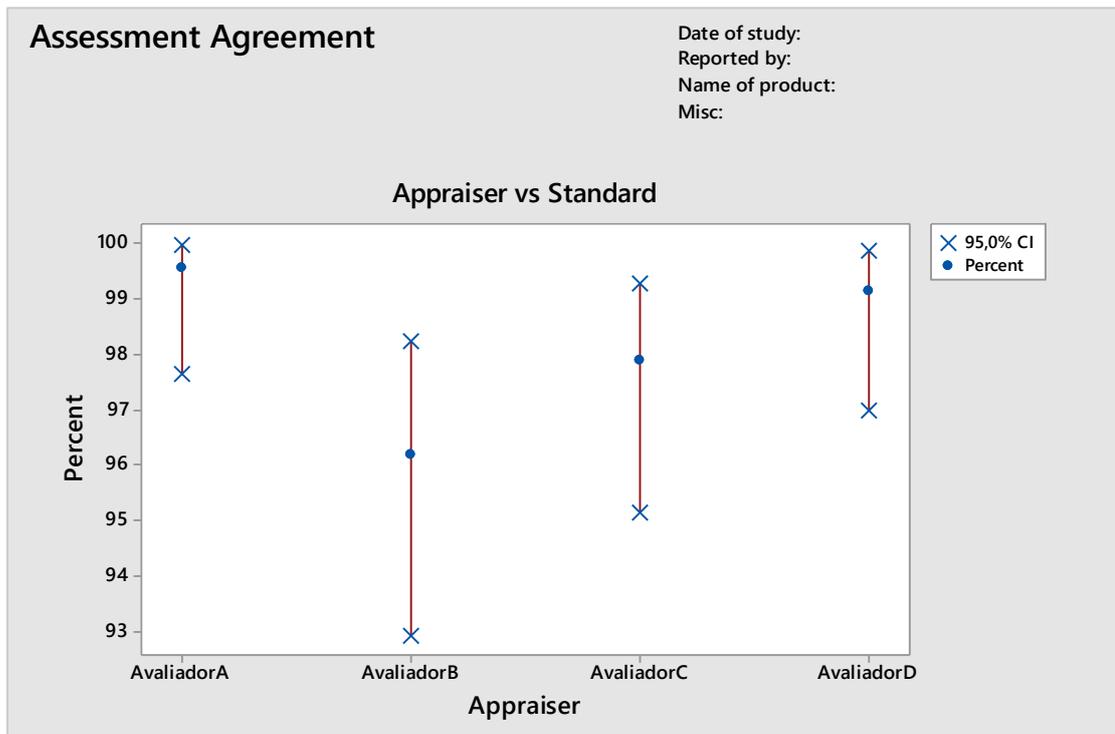
Tabela 5 - Concordância com o *Standard*

| Todos avaliadores versus o standard | | | | |
|---|---------------|-------------|---------------|---------|
| Avaliador | Inspeccionado | Porcentagem | IC 95% | |
| 237 | 227 | 95,78 | (92,38;97,96) | |
| Todas as avaliações dos avaliadores concordam com o padrão. | | | | |
| Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs>0) |
| 0a3 | 0,9807 | 0,03248 | 30,19 | 0,0000 |
| 4a7 | 0,9818 | 0,03248 | 30,23 | 0,0000 |
| 8a14 | 0,8326 | 0,03248 | 25,64 | 0,0000 |
| 15a18 | 0,9352 | 0,03248 | 28,79 | 0,0000 |
| 19a21 | 0,9797 | 0,03248 | 30,16 | 0,0000 |
| Infértil | 0,9937 | 0,03248 | 30,59 | 0,0000 |
| Geral | 0,9733 | | 52,82 | 0,0000 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 5 apresenta a análise de concordância comparando todos os avaliadores *versus* o *standard*. Segundo resultado do *software* todas as avaliações, independentes de cada avaliador concordam com o padrão.

Gráfico 7 - Concordância com padrão



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os resultados obtidos no *software* e visualizados também no Gráfico 7, os avaliadores quando comparados individualmente com o padrão, geraram um resultado ótimo. O menor índice Kappa médio nesta avaliação foi de 96,20%, no avaliador B.

Na avaliação de variação dentro do grupo de avaliadores, o índice Kappa médio foi de 96,20%, sendo que entre duplas o menor foi de 92,91%. Todos os índices gerados demonstram uma concordância quase perfeita entre o grupo de avaliadores. Desta forma, considera-se o sistema de inspeção da mortalidade embrionária capaz.

4.4 FASE DE ANÁLISE

Nesta fase serão analisadas as causas dos problemas priorizados na fase de medição, através do uso de ferramentas estatísticas e da qualidade, para determinar se existe relação das causas com os efeitos.

4.4.1 Temperatura ideal de incubação de ovos

Como priorizado pela equipe do projeto, um nível mais adequado do fator temperatura de incubação traria resultados expressivos em eclosão, através da redução da mortalidade embrionária. Para isso, a equipe identificou qual o valor de temperatura poderia ser programado na máquina para proporcionar ao embrião, através do ar que circula com velocidade, a temperatura ideal de conforto térmico. A forma encontrada de definir a temperatura é através da pesquisa de estudo relacionados ao assunto.

A Tabela 6 apresenta um teste de níveis de temperatura de ovos durante a incubação. Nela são expostos os resultados de Eclosão, através da análise de 2 lotes diferentes incubados a 98,06°F e 100,04°F de temperatura na semana 1, 100,04°F na semana 2, 100,04°F e 102,02°F na semana 3.

Tabela 6 - Temperatura Ideal de Incubação

| Resultados do Experimento | | | |
|----------------------------------|-----------|-----------------|---------------|
| Amostra | Programa | | Resultado |
| | Período | Temperatura | Eclosão |
| Lote 1 | 1º Semana | 98,06ºF | 86,70% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 100,04ºF | |
| | 1º Semana | 98,06ºF | 87,10% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 102,02ºF | |
| | 1º Semana | 100,04ºF | 89,80% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 100,04ºF | |
| | 1º Semana | 100,04ºF | 85,20% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 102,02ºF | |
| Lote 2 | 1º Semana | 98,06ºF | 72,20% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 100,04ºF | |
| | 1º Semana | 98,06ºF | 68,50% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 102,02ºF | |
| | 1º Semana | 100,04ºF | 79,70% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 100,04ºF | |
| | 1º Semana | 100,04ºF | 69,90% |
| | 2º Semana | 100,04ºF | |
| | 3º Semana | 102,02ºF | |

Fonte: Adaptado de Lourens et al. (2005).

Os autores do respectivo trabalho demonstram que uma temperatura constante de 100,4ºF do ovo, durante todo período de incubação, gera mais eclosão aos dois tipos de lotes apresentados.

Atualmente o Incubatório trabalha com temperatura programada no processo de incubação de 99,5ºF nos primeiros dias de incubação, sendo alterada durante o processo para que a temperatura do embrião se mantenha constante. Por experiência empírica da gestão do Incubatório, essa programação era considerada o mais próximo possível de um programa ideal de incubação, considerando alguns fatores como o modelo de equipamento, os equipamentos de medição disponíveis e os resultados alcançados ao longo do tempo.

A partir do que foi analisado e demonstrado através de pesquisa, a equipe do projeto identifica uma diferença de -5,04ºF em relação ao que é proposto atualmente por pesquisadores da área. Levando em consideração a variável modelo de

máquina e o nível de diferença da temperatura, a equipe concorda que é necessário testar a nova temperatura de incubação sem comprometer o produto final.

4.4.2 Análise de variações entre os Lotes

Através da ferramenta Tabela de Contingência será analisada a variação dos dois fatores de qualidade dos lotes que afetam o resultado de eclosão do Incubatório.

4.4.2.1 Tabela de Contingência

A Tabela 7 apresenta números extraídos do ERP da empresa para elaborar uma análise onde possam ser verificadas as diferenças nos resultados entre os lotes. Para efeito de análise, os dados dos lotes foram extraídos em uma mesma faixa de idade produtiva que abrange 11 semanas. Para o respectivo número de lotes avaliados, os dados são de lotes que produziram entre o ano de 2017 até o início de 2018. As semanas observadas são de 35 a 45 semanas de idade conforme delimitação do trabalho. Para cada semana de cada lote, a amostragem é de 300 ovos. Desta forma, a amostragem total por lote analisado é de 3.300 ovos.

Tabela 7 - Tabela de Contingência

| Tabela de Dados | | |
|------------------------|---------|---------------|
| Lote | Férteis | FérteisMortos |
| A | 2949 | 322 |
| B | 3026 | 359 |
| C | 2991 | 367 |
| D | 3003 | 358 |
| E | 2948 | 337 |
| F | 2997 | 336 |
| G | 2998 | 370 |
| H | 3036 | 380 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 - Teste Qui-Quadrado

| Teste de qui-quadrado para associação: linhas de planilha; Colunas da planilha | | | |
|--|----------------|--------------|-------|
| Linhas: colunas de linhas de planilha: colunas de planilha | | | |
| | Férteis | Mortos | Todos |
| 1 | 2949 2963 | 322 308 | 3271 |
| 2 | 3026 3066,3 | 359 318,7 | 3385 |
| 3 | 2991 2987,5 | 307 310,5 | 3298 |
| 4 | 3003 3007,4 | 317 312,6 | 3320 |
| 5 | 2948 2948,5 | 307 306,5 | 3255 |
| 6 | 2997 2992,0 | 306 311,0 | 3303 |
| 7 | 2998 2960,3 | 270 307,7 | 3268 |
| 8 | 3036 3022,8 | 301 314,2 | 3337 |
| Todos | 23948 | 2489 | 26437 |

Qui-quadrado de Pearson = 12.239; DF = 7; Valor P = 0,093
 Quociente de Razão de Probabilidade = 12.237; DF = 7; Valor P = 0,093

Fonte: Elaborado pelo autor

Através da análise da Tabela 8 é possível chegar à conclusão de que não há variações de resultado entre os lotes avaliados.

O Valor de P resultante do teste confirma que não há diferenças entre os lotes com 5% de significância. Desta forma, rejeita-se a hipótese de que lotes diferentes possam influenciar os resultados. As variações identificadas pela equipe nos resultados dos lotes não são geradas por fatores de qualidade dos mesmos.

4.4.3 Verificação das máquinas realizada com termômetros de mercúrio

O sistema de controle de temperatura e umidade das máquinas de incubação se constitui de sensores. Esse tipo de sistema garante uma grande confiabilidade na medição, mas que gerou preocupação por parte da equipe é que a verificação dos sensores é realizada com termômetros de mercúrio que são de difícil visualização e dependem de atenção total do observador. A escala para visualização é muito pequena, aumentando as chances de erro.

A Fotografia 1 mostra o posicionamento do termômetro utilizado para verificação das máquinas. O mesmo está posicionado na parte superior da máquina onde, através de um furo, fica posicionado ao lado dos sensores internos da mesma.

Fotografia 1 - Termômetro de verificação posicionado



Fonte: Registro do autor.

O operador de verificação necessita subir na máquina, por uma escada, e deitar com rosto próximo do termômetro de verificação para poder visualizar a temperatura que o mesmo está marcando.

A Fotografia 2 apresenta o posicionamento do termômetro de verificação dentro da máquina incubadora. Com a máquina em funcionamento e estabilizada a temperatura, é realizada a verificação dos sensores.

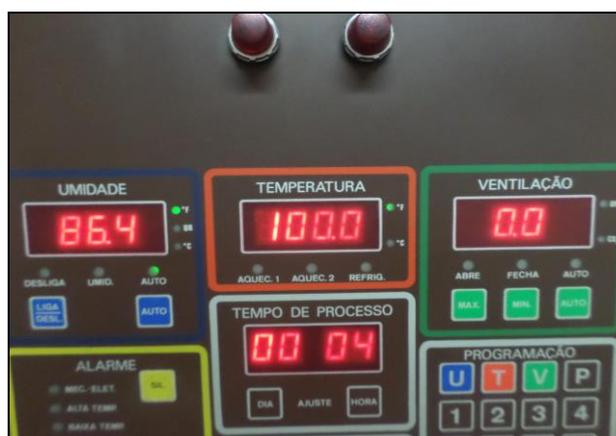
Fotografia 2 - Termômetro de aferição posicionado



Fonte: Registro do autor.

A Fotografia 3 apresenta o painel da máquina incubadora. A partir de um mecanismo interno, após averiguar a temperatura no termômetro de mercúrio, o técnico de manutenção realiza a verificação ajustando para mais ou para menos a temperatura da máquina.

Fotografia 3 - Painel da Máquina Incubadora



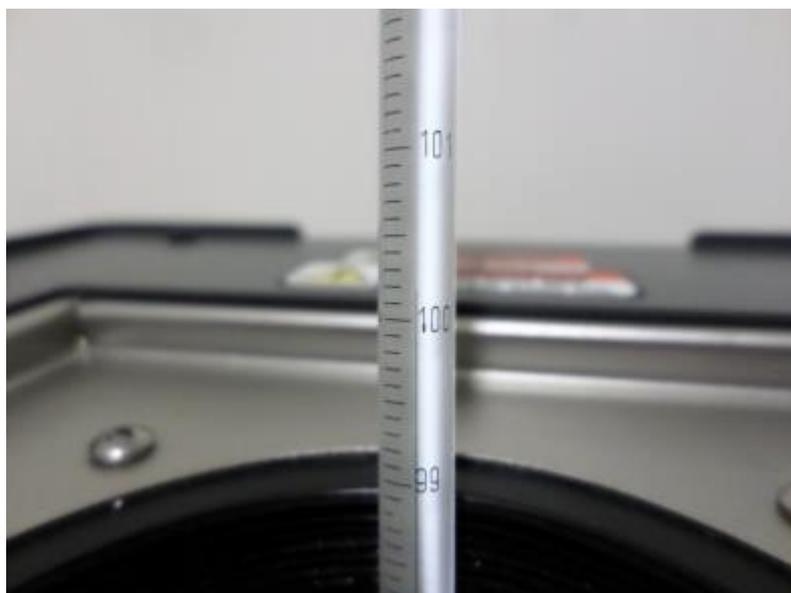
Fonte: Registro do autor.

O erro mais comum quando se utiliza termômetros de mercúrio é o de paralaxe. Esse erro consiste quando a posição do olho é alterada. Para evitar o erro, o olho deve sempre estar em ângulo reto com a escala. A maneira correta de fazer isso é manter o termômetro vertical. Um nível de confiança de 95%, em torno de um

quinto de uma divisão de escala, pode ser alcançado com a prática. (NICHOLAS; WHITE, 2002).

Para o estudo foi utilizado o equipamento de verificação da empresa para posicionamento do termômetro. O nome comercial de Fluke 7103. Esse controlador usa um detector resistivo de temperatura (RTD) de platina de alta precisão como um sensor, e controla a temperatura do óleo com dispositivos elétricos térmicos (TED). Com uma temperatura ambiente de 23 ° C (74 ° F), as calibrações podem ser feitas em limites de -30 a 125°C (-22 a 257°F). A resolução da tela de temperatura do Fluke 7103 é 0,01 graus (0,01°F) e o erro da máquina fica em +- 0,02°C e +-0,02°F.

Fotografia 4 – termômetro posicionado no equipamento

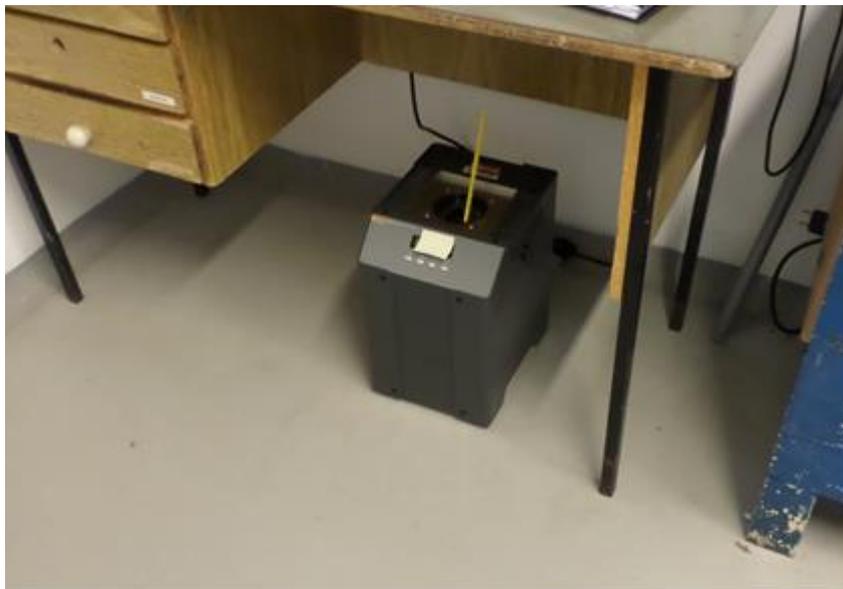


Fonte: Registro do autor.

O equipamento de verificação Fluke 7103 necessita em média de dez minutos para a estabilidade da temperatura programada. Ele opera em graus celsius ou graus Fahrenheit.

Para o estudo, o equipamento será colocado no chão, simulando a condição do operador em cima da máquina durante o processo de verificação da mesma. Nesta situação o operador precisa ficar de joelhos e abaixar a cabeça para visualizar a temperatura que está indicando no termômetro de mercúrio.

Fotografia 5 - Equipamento Fluke posicionado para o estudo ReR



Fonte: Registro do autor.

Para consistência do estudo foram utilizados cinco níveis de temperatura e três repetições por operador para cada nível. Inicialmente o equipamento foi programado em uma das cinco temperaturas especificadas para o estudo e após estar estabilizado, seu visor era tapado para que não fosse possível enxergar o que estava indicando. Na primeira rodada cada operador em separado fazia sua avaliação da temperatura indicada no termômetro e o dado era registrado pelo organizador. Após os três operadores terem realizado sua avaliação da primeira temperatura, o equipamento era reprogramado para outra temperatura. Depois da estabilização do equipamento, era realizado a segunda rodada de avaliação. Quando terminado a sequência das cinco temperaturas, e uma avaliação por operador para cada uma, iniciava-se uma nova sequência das temperaturas para repetição das avaliações dos operadores.

A tabela 9 apresenta a organização da coleta dos dados para posterior avaliação com software.

Tabela 9 - Coleta de dados para estudo ReR

| Tabela de Coleta de Dados | | | | |
|---------------------------|-------------|------------|----------------|--------|
| Ordem de Execução | Temperatura | Operadores | Valor Avaliado | Padrão |
| 1 | 1 | 1 | 99,1 | 99,1 |
| 2 | 1 | 2 | 99,1 | 99,1 |
| 3 | 1 | 3 | 99,1 | 99,1 |
| 4 | 2 | 1 | 99,8 | 99,7 |
| 5 | 2 | 2 | 99,7 | 99,7 |
| 6 | 2 | 3 | 99,7 | 99,7 |
| 7 | 3 | 1 | 100,2 | 100,1 |
| 8 | 3 | 2 | 100,2 | 100,1 |
| 9 | 3 | 3 | 100,2 | 100,1 |
| 10 | 4 | 1 | 100,8 | 100,7 |
| 11 | 4 | 2 | 100,7 | 100,7 |
| 12 | 4 | 3 | 100,8 | 100,7 |
| 13 | 5 | 1 | 101,3 | 101,3 |
| 14 | 5 | 2 | 101,4 | 101,3 |
| 15 | 5 | 3 | 101,4 | 101,3 |
| 16 | 1 | 1 | 99,1 | 99,1 |
| 17 | 1 | 2 | 99,1 | 99,1 |
| 18 | 1 | 3 | 99 | 99,1 |
| 19 | 2 | 1 | 99,7 | 99,7 |
| 20 | 2 | 2 | 99,7 | 99,7 |
| 21 | 2 | 3 | 99,7 | 99,7 |
| 22 | 3 | 1 | 100,1 | 100,1 |
| 23 | 3 | 2 | 100,2 | 100,1 |
| 24 | 3 | 3 | 100,1 | 100,1 |
| 25 | 4 | 1 | 100,8 | 100,7 |
| 26 | 4 | 2 | 100,8 | 100,7 |
| 27 | 4 | 3 | 100,8 | 100,7 |
| 28 | 5 | 1 | 101,3 | 101,3 |
| 29 | 5 | 2 | 101,4 | 101,3 |
| 30 | 5 | 3 | 101,4 | 101,3 |
| 31 | 1 | 1 | 99,1 | 99,1 |
| 32 | 1 | 2 | 99,1 | 99,1 |
| 33 | 1 | 3 | 99,1 | 99,1 |
| 34 | 2 | 1 | 99,7 | 99,7 |
| 35 | 2 | 2 | 99,7 | 99,7 |
| 36 | 2 | 3 | 99,8 | 99,7 |
| 37 | 3 | 1 | 100,1 | 100,1 |
| 38 | 3 | 2 | 100,2 | 100,1 |
| 39 | 3 | 3 | 100,2 | 100,1 |
| 40 | 4 | 1 | 100,7 | 100,7 |
| 41 | 4 | 2 | 100,7 | 100,7 |
| 42 | 4 | 3 | 100,8 | 100,7 |
| 43 | 5 | 1 | 101,2 | 101,3 |
| 44 | 5 | 2 | 101,3 | 101,3 |
| 45 | 5 | 3 | 101,3 | 101,3 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 10 apresenta o relatório gerado através de software dos dados do estudo.

| Tabela ANOVA Bidirecional Sem Interação | | | | | |
|--|----|---------|---------|---------|-------|
| Fonte | DF | SS | MS | F | P |
| Avaliação | 4 | 27,6147 | 6,90367 | 2658,84 | 0,000 |
| Operadores | 2 | 0,0058 | 0,00289 | 1,11 | 0,339 |
| Repetibilidade | 38 | 0,0987 | 0,00260 | | |
| Total | 44 | 27,7191 | | | |

| Gage R&R | | |
|---------------------|-----------|--------------------------|
| | Var.Comp. | %Contribuição da VarComp |
| Total Gage R&R | 0,002616 | 0,34 |
| Repetibilidade | 0,002596 | 0,34 |
| Reprodutibilidade | 0,000019 | 0,00 |
| Operador | 0,000019 | 0,00 |
| Parte-a-Parte | 0,766786 | 99,66 |
| Variação Total | 0,769402 | 100,00 |

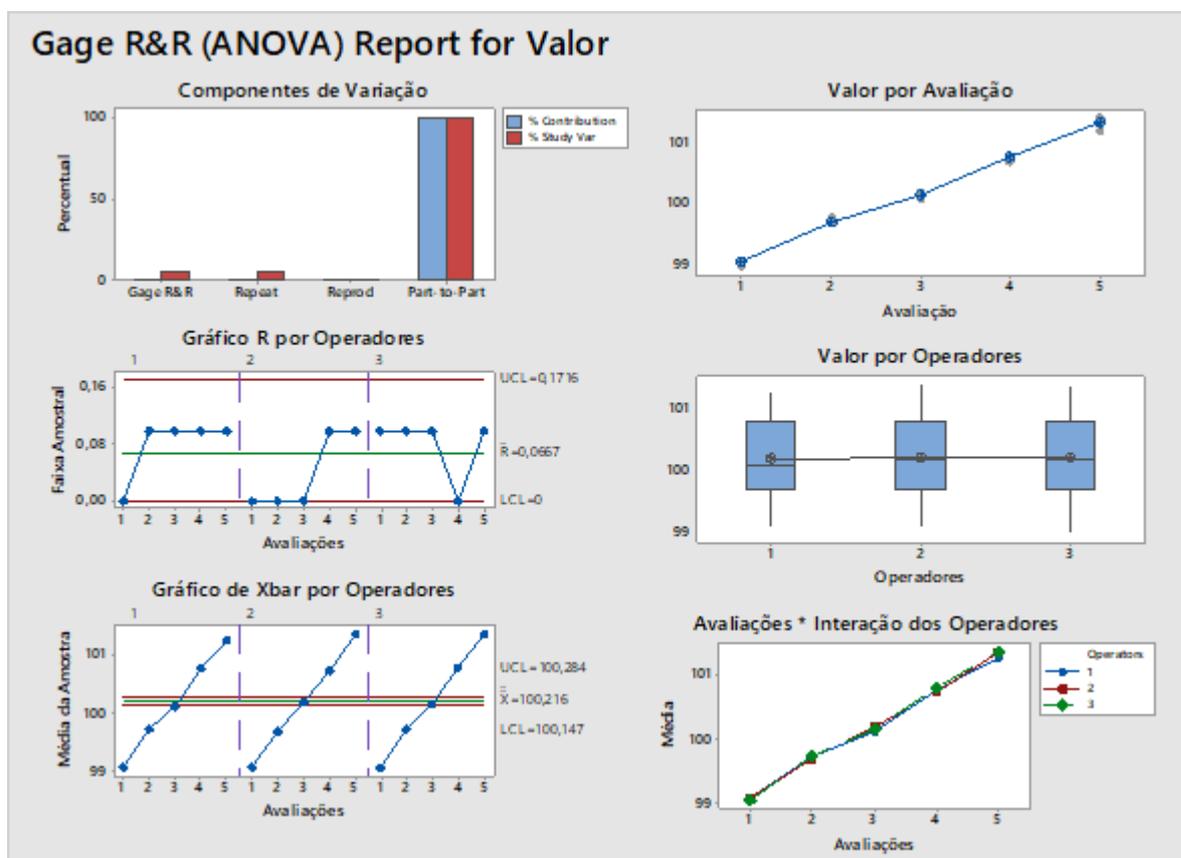
| | Study Var | (6xSD) | %Study Var |
|-------------------|-----------|---------|------------|
| Total Gage R&R | 0,051147 | 0,30688 | 5,83 |
| Repetibilidade | 0,050956 | 0,30573 | 5,81 |
| Reprodutibilidade | 0,004415 | 0,02649 | 0,50 |
| Operador | 0,004415 | 0,02649 | 0,50 |
| Parte-a-Parte | 0,875663 | 5,25398 | 99,83 |
| Variação Total | 0,877155 | 5,26293 | 100,00 |

Número de Categorias Distintas = 24

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 8 apresenta o relatório do estudo gerado no software, onde é possível analisar o desempenho dos três participantes do teste.

Gráfico 8 - Análise de Repetitividade e Reprodutibilidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

O estudo foi aprovado. O R&R foi de 5,83% (0,34% da variação total), com número de 24 categorias distintas (NDC) (o critério é R&R \leq 10% e NDC $>$ 5). A variação é proveniente da Repetibilidade (5,83%). Não foi identificada variação entre os avaliadores (Reprodutibilidade = 0%). Concluiu-se que o processo de verificação com termômetros de mercúrio é estável. Os operadores desse processo não apresentam variações críticas nos seus resultados, garantindo uma correta verificação das máquinas de incubação.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou, em março de 2018, uma resolução que proíbe a fabricação, importação e comercialização de termômetros e medidores de pressão que utilizam mercúrio que entra em vigor a partir de 2019. Segundo a agência, já existem no mercado outras opções de equipamentos com a mesma finalidade e que não utilizam a coluna de mercúrio. O mercúrio é uma substância tóxica para os humanos e para o meio ambiente.

4.4.4 Valores amostrais ideais para análises de fertilidade e mortalidade

Devido ao grande volume de produção e à necessidade de mão de obra, o Incubatório avalia alguns indicadores-chave através de amostragem.

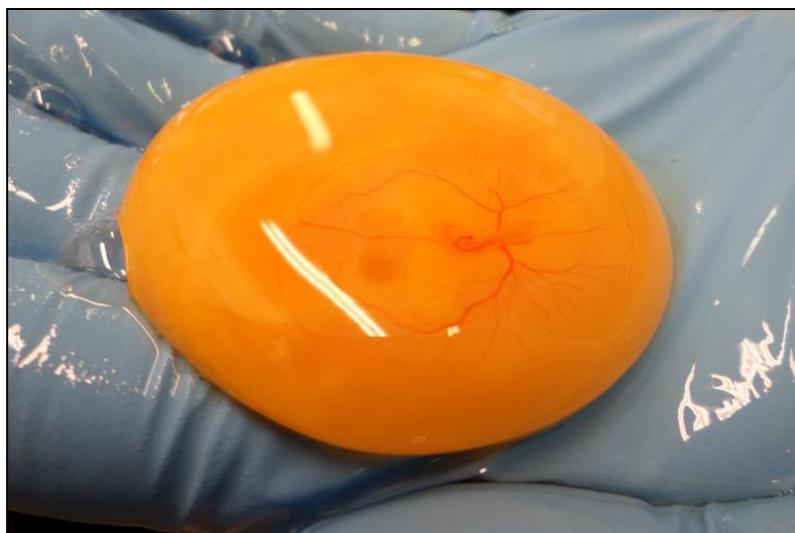
Os métodos para a coleta das amostras a serem avaliadas são determinados pela liderança do setor, sem que haja uma avaliação estatística para determinar o grau de confiabilidade dos resultados obtidos. No momento em que os dados são avaliados, quando o responsável visualiza um número que julga muito alto ou baixo, ele compensa essa variação ignorando o valor e utilizando um valor que julgar mais coerente com a média histórica. Esses ajustes de previsão da mortalidade e fertilidade são feitos semanalmente, com base na experiência e conhecimento empírico do responsável e sem padrão específico.

A equipe concorda que ajustes nas previsões sem qualquer padrão estatístico mascara possíveis alterações na fertilidade e mortalidade dos lotes, tornando mais lenta a identificação dos problemas nesses dois índices de qualidade dos lotes.

Como o atendimento ao cliente é primordial para a empresa, o Incubatório trabalha com margens de produção para compensar os erros de previsão. Essas margens giram em torno de 2% sobre cada pedido.

Atualmente a amostragem para fertilidade é realizada semanalmente através da análise de 100 ovos. Após três dias incubados, os ovos são abertos para visualizar o índice de fertilidade.

Fotografia 6 - Embrião com três dias de incubação



Fonte: Registro do autor.

A Fotografia 6 mostra um embrião de frango com três dias de incubação, nesta condição o ovo é considerado fértil.

A Fotografia 7 apresenta um ovo infértil com três dias de incubação. Não há desenvolvimento visível.

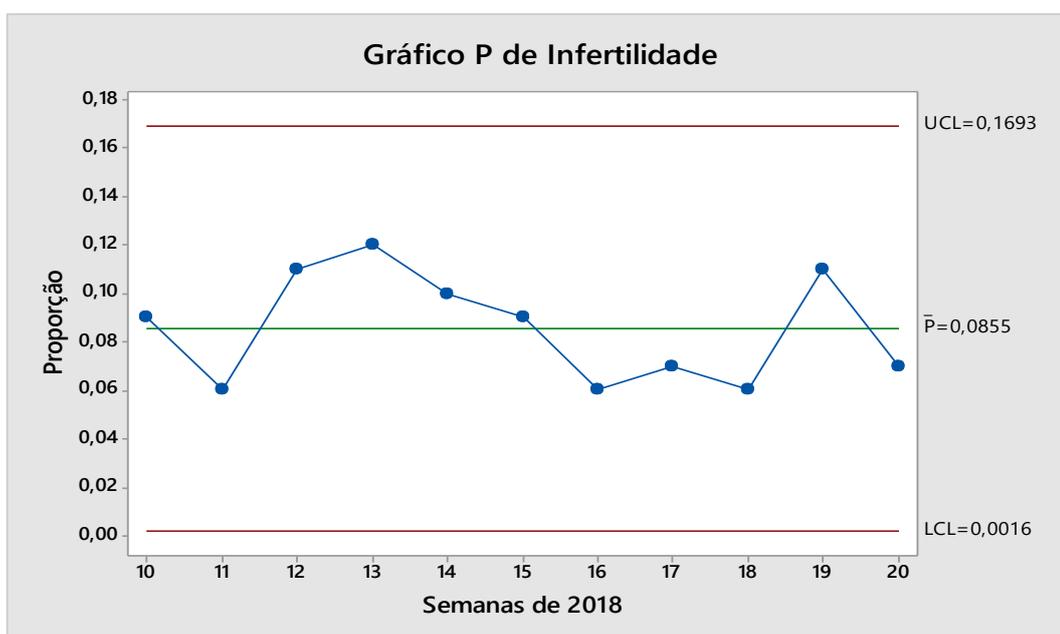
Fotografia 7 - Ovo infértil



Fonte: Registro do autor.

O Gráfico 9 mostra o nível de variabilidade do processo de avaliação, semana a semana, da infertilidade.

Gráfico 9 - Carta de Controle para Infertilidade



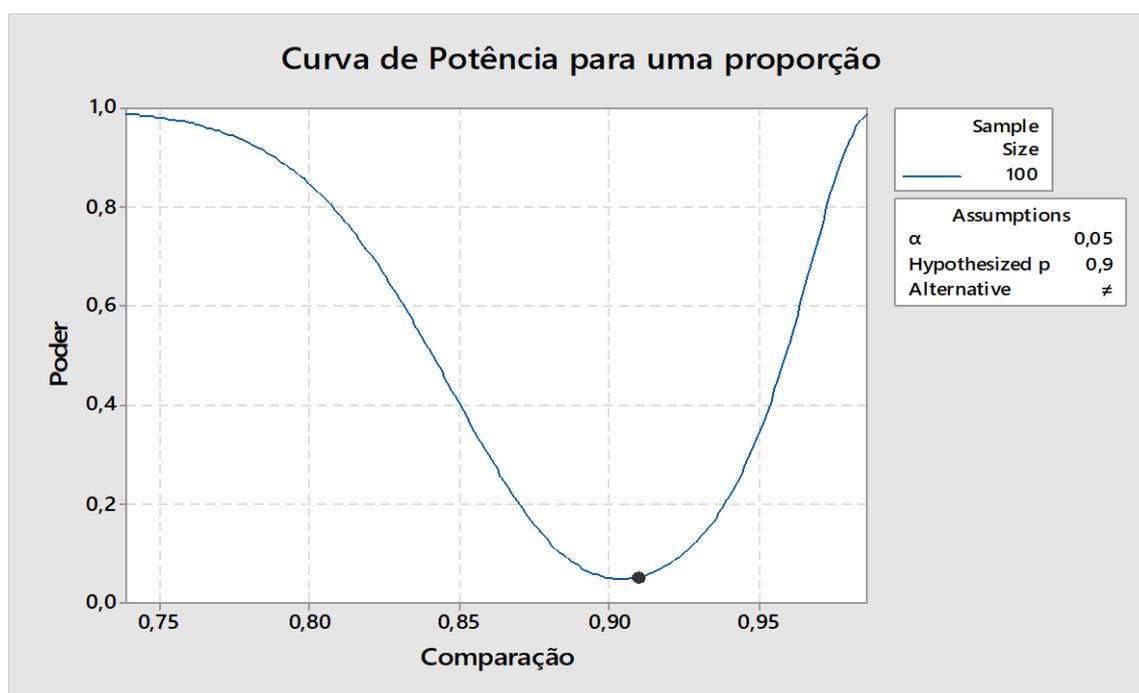
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 9 mostra que o processo de análise de infertilidade se encontra estável. Isso confirma que as variações não ocorrem por causas especiais. São decorrentes do erro amostral e da própria variabilidade do processo. Para diminuir a alta variação da fertilidade deve ser ajustado estatisticamente o número amostral.

O índice de fertilidade, assim como de mortalidade, são os indicadores para previsão de eclosão dos lotes. Na grande maioria dos casos há sobra de produto. A partir daí será analisado o grau de confiabilidade deste modo de trabalho.

O Gráfico 10 apresenta uma curva indicando o nível de poder da amostra de 100 ovos. Além disso, a equipe definiu que o erro máximo aceitável é de 1%. Desta forma, foram comparadas as duas proporções: a que seria padrão dos lotes, 90% de fertilidade, e uma com diferença de 1%.

Gráfico 10 - Curva de Poder da Amostra de Infertilidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 11 apresenta de maneira descritiva o nível de poder que foi gerado, com grau de significância predeterminado de 5%. Como indicado, o nível de poder é de 0,0521889, tornando a confiabilidade dos dados muito baixa.

Tabela 11 - Poder da Amostra de Infertilidade

| Potência para uma Proporção | | |
|---|------|-----------|
| Potência e tamanho da amostra | | |
| Teste para uma proporção | | |
| Testando $p = 0,9$ (versus $\neq 0,9$) | | |
| $\alpha = 0,05$ | | |
| Amostra | | |
| Comparison p | Size | Power |
| 0,91 | 100 | 0,0521889 |

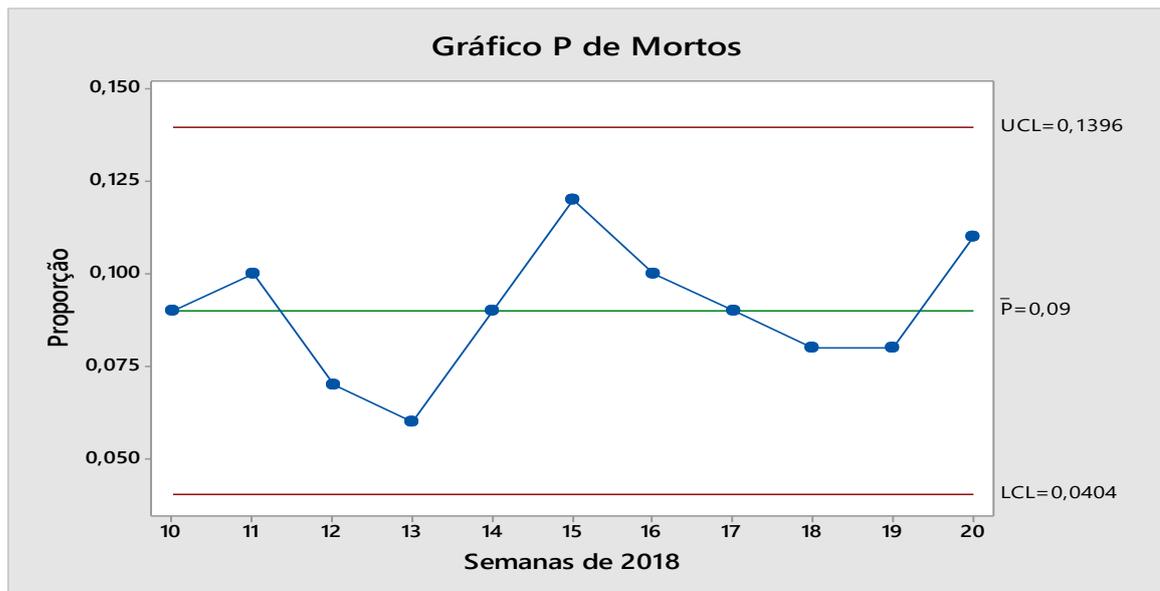
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para análises de mortalidade embrionária dos lotes são realizadas avaliações em amostras de 300 ovos. A periodicidade também é semanal. O processo é o mesmo da análise de fertilidade.

Para a amostragem de mortalidade, são retirados ovos não eclodidos após o nascimento. A mortalidade precisa compreender todo o período de incubação.

O Gráfico 11 mostra que o processo de análise de mortalidade se encontra estável. As variações são de causas normais do processo.

Gráfico 11 - Carta de Controle para Mortalidade

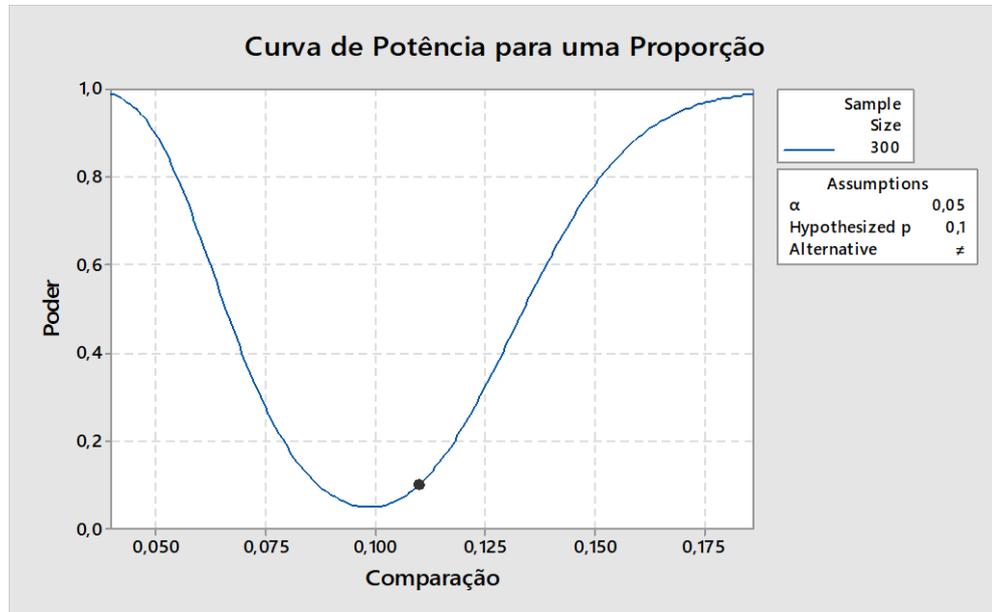


Fonte: Adaptado de dados do ERP da empresa.

A partir daí será analisado o grau de confiabilidade deste modo de trabalho.

O Gráfico 12 indica o nível de poder da amostra de 300 ovos para mortalidade, comparando o previsto de 10% com um valor de diferença de 1%.

Gráfico 12 - Curva de Poder da Amostra de Mortalidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 12 apresenta, de maneira descritiva, o nível de poder da amostra. Com grau de significância predeterminado em 5%; o erro máximo estipulado em 1% e o número amostral de 300. Como indicado na tabela, o nível de poder é de 0,0999684, tornando a confiabilidade dos dados muito baixa.

Tabela 12 - Poder da Amostra

| Potência para uma Proporção | | |
|--|------|-----------|
| Potência e tamanho da amostra | | |
| Teste para uma proporção | | |
| Testando $p = 0,1$ (versus $\neq 0,09$) | | |
| $\alpha = 0,05$ | | |
| Amostra | | |
| Comparison p | Size | Power |
| 0,11 | 300 | 0,0999684 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 13 apresenta um levantamento de dados dos últimos vinte nascimentos do Incubatório. A coluna 'ovos' indica o total de ovos incubados para o nascimento e a eclosão prevista, realizada com amostragens padrão do Incubatório, indica o total previsto de pintos eclodidos. A eclosão real indica o total de pintos que efetivamente nasceram. A diferença compara o previsto com o real em porcentagem.

Tabela 13 - Comparação dos dados de nascimentos

| Tabela de Dados de Nascimentos | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|
| Nascimento Semana | Ovos Incubados | Pintos Previstos | Pintos Nascidos | Diferença | % da Diferença |
| 14/2018 | 96400 | 71140,32 | 76247 | 5106,6752 | 5,30% |
| 14/2018 | 21000 | 16238,55 | 16774 | 535,4476 | 2,55% |
| 14/2018 | 19800 | 15932,39 | 16126 | 193,6132 | 0,98% |
| 15/2018 | 54600 | 41338,24 | 43151 | 1812,7562 | 3,32% |
| 15/2018 | 12600 | 10138,79 | 10386 | 247,2084 | 1,96% |
| 15/2018 | 35100 | 26512,76 | 27971 | 1458,2366 | 4,15% |
| 15/2018 | 32700 | 25220,39 | 25037 | -183,3913 | -0,56% |
| 16/2018 | 12600 | 10015,15 | 10324 | 308,8522 | 2,45% |
| 16/2018 | 44400 | 33112,99 | 35396 | 2283,0128 | 5,14% |
| 16/2018 | 51600 | 40602,27 | 41861 | 1258,7312 | 2,44% |
| 16/2018 | 39600 | 30563,57 | 31499 | 935,4302 | 2,36% |
| 17/2018 | 60000 | 47019,97 | 47330 | 310,0292 | 0,52% |
| 17/2018 | 29400 | 23203,82 | 23852 | 648,1802 | 2,20% |
| 17/2018 | 37800 | 29633,30 | 30210 | 576,7026 | 1,53% |
| 18/2018 | 20700 | 16194,39 | 16693 | 498,6061 | 2,41% |
| 18/2018 | 16800 | 13147,46 | 13518 | 370,5426 | 2,21% |
| 18/2018 | 21600 | 16532,94 | 17380 | 847,0576 | 3,92% |
| 19/2018 | 50400 | 39813,30 | 40307 | 493,6964 | 0,98% |
| 19/2018 | 16800 | 13353,53 | 13683 | 329,4696 | 1,96% |
| 19/2018 | 65700 | 51792,03 | 52805 | 1012,9673 | 1,54% |
| Total | 739600 | 571506,18 | 590550 | 19043,824 | 2,57% |

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Tabela 13 está indicado que, em apenas um dos vinte nascimentos, houve um erro para menos. O erro foi de -0,56%, gerado por uma falha de máquina que reduziu de forma significativa o percentual de eclosão neste dia.

A Tabela 14 apresenta uma comparação entre as proporções de eclosão prevista com eclosão real realizada no software.

Tabela 14 - Teste de Duas Proporções

| Teste e IC para Duas Proporções | | | |
|---|---------|--------|-----------------|
| | Amostra | X | N Amostra p |
| | 1 | 590550 | 739600 0,798472 |
| | 2 | 571506 | 739600 0,772723 |
| Diferença = p (1) - p (2) | | | |
| Estimativa da Diferença: 0,0257491 | | | |
| 95% CI Para Diferença: (0,0244269; 0,0270712) | | | |
| Teste para Diferença = 0 (vs ≠ 0): Z = -38,17 P-Value = 0,000 | | | |
| Teste Exato de Fisher: P-Value = 0,000 | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado indica que há, com 5% de significância, diferença entre a eclosão prevista e a eclosão real. A diferença média é de aproximadamente 2,56% para mais. Metade deste índice indica a proporção de produto eliminado no Incubatório (aproximadamente 1,3%) e a outra metade é subproduto. Normalmente se aproveita a sobra de subproduto, pois é de consumo próprio dos frigoríficos da empresa após o crescimento.

A partir das avaliações realizadas com rigor estatístico através de *software*, a equipe concorda com a ineficiência do padrão atual de análise da fertilidade e mortalidade dos lotes. O erro desses dois índices gera o erro de previsão de eclosão, sendo estimado em, aproximadamente, 2,56%.

4.5 FASE DE MELHORIA (M)

Nesta etapa foram testadas e executadas as soluções para o problema. Para cada causa analisada e comprovada na fase de análise, a equipe identificou uma solução adequada que foi implementada, verificando o impacto e os resultados obtidos.

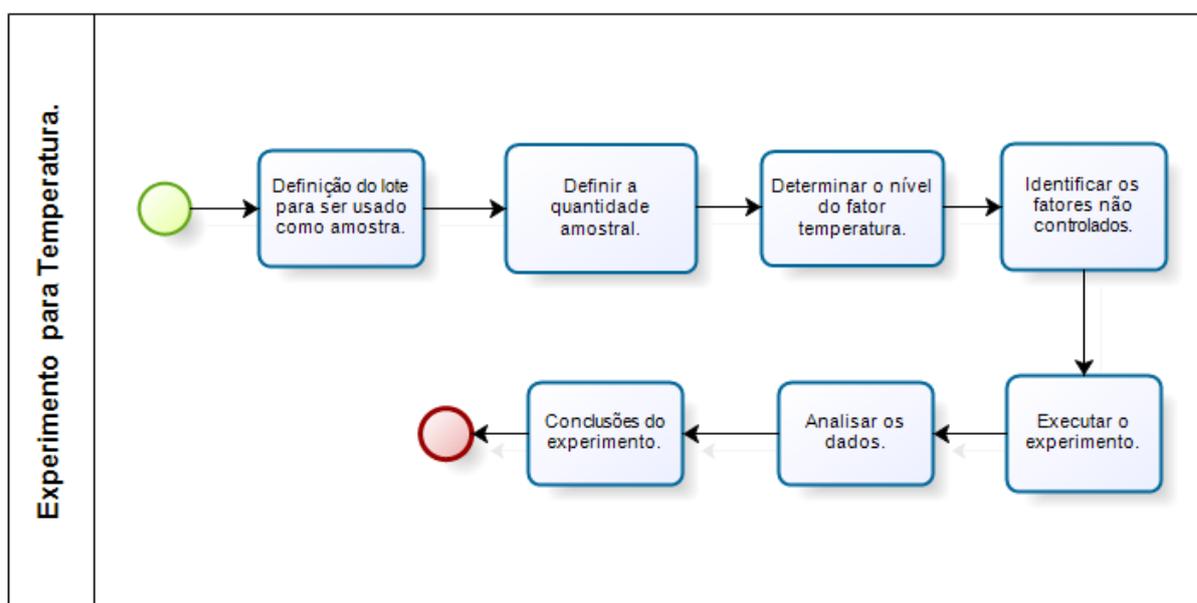
4.5.1 REALIZAÇÃO DE UM EXPERIMENTO PARA AVALIAR A TEMPERATURA IDEAL DE INCUBAÇÃO

Com base no que foi analisado pela equipe, um teste para adequar a temperatura ideal de incubação foi necessário. Em virtude da capacidade de produção da planta de incubação, não é viável realizar experimentos com mais de um fator, tendo em vista que se utiliza no máximo duas máquinas por incubação em um dia. Como a equipe concorda que o fator temperatura é o mais relevante em incubação de ovos, ele foi priorizado.

Para realizar um experimento e definir a temperatura ideal de incubação, foi desenvolvido pela equipe um passo a passo e montado um fluxograma.

O Quadro 5 apresenta o processo a ser seguido para realizar o experimento e chegar à definição de qual é a temperatura ideal para incubação. Esse processo pode ser utilizado em qualquer Incubatório, independentemente da sua estrutura.

Quadro 4 - Fluxograma para realização do Experimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.1.2 Definição do lote para ser usado como amostra

A definição do lote foi realizada pela equipe levando em consideração que lotes em pico máximo de produção são os de maior significância e estão no escopo

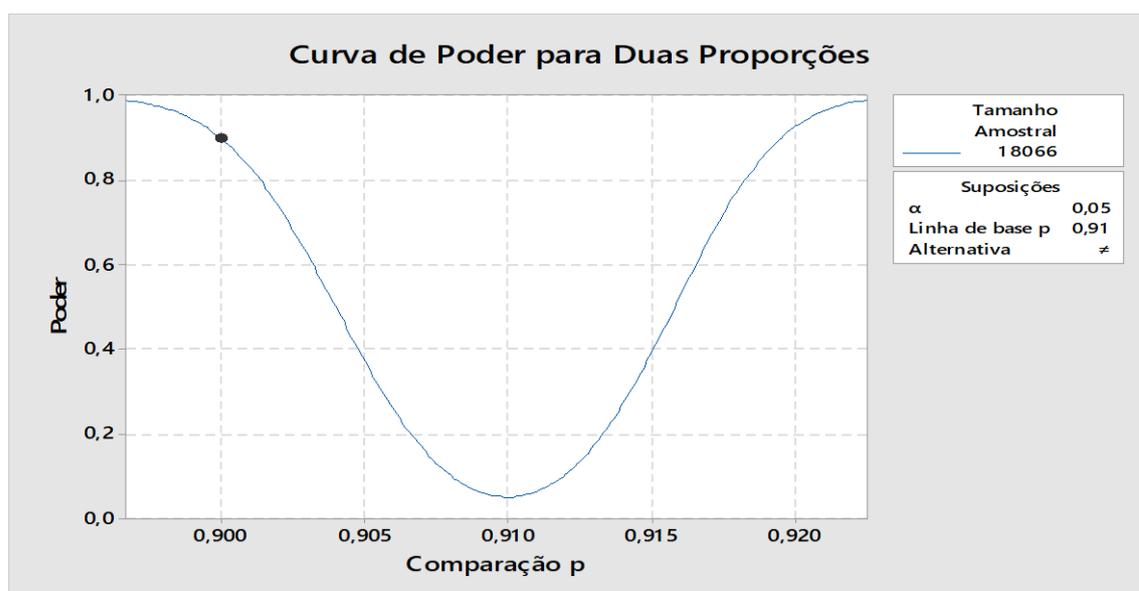
do projeto. A partir daí definiu-se a utilização de dois lotes que estão com idades entre 35 a 45 semanas.

4.5.1.3 Definir a quantidade amostral

Para definição da quantidade amostral, utilizou-se um *software* estatístico para garantir o poder do teste.

O Gráfico 13 apresenta uma simulação de poder de teste, com valor de poder de teste de 0,9, e comparando 2 proporções: 0,90 e 0,91. As proporções foram definidas levando em consideração a eclosão dos ovos férteis, considerando uma eclosão média de 91%. O software indicou um valor amostral ideal.

Gráfico 13 - Curva de Poder de Teste



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 14 apresenta o relatório indicando um valor amostral de 18.066 ovos. Este valor amostral garante uma força de teste de 90%.

Tabela 15 - Poder e Tamanho da Amostra

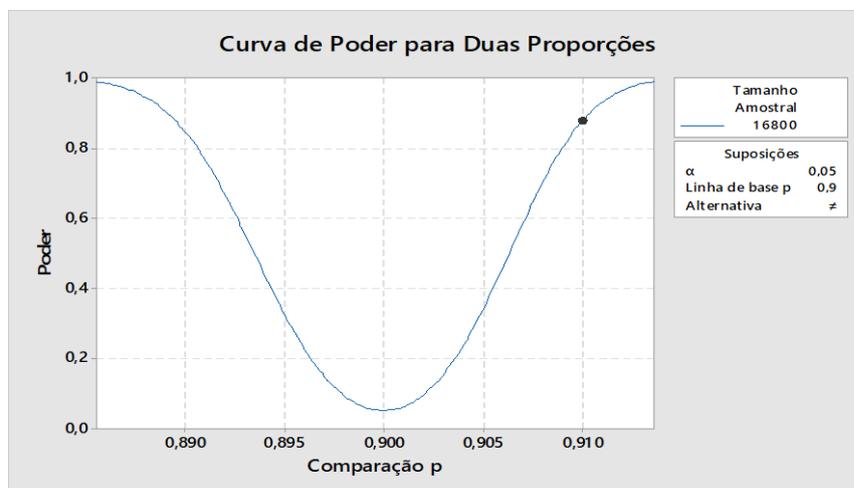
| Poder para Duas Proporções | | | |
|---|---------|-------|-------------|
| Potência e tamanho da amostra | | | |
| Teste para duas proporções | | | |
| Comparação de Teste $p = \text{baseline } p$ (versus \neq) | | | |
| Poder de cálculo para a linha de base $p = 0,9$ | | | |
| Alvo da amostra | | | |
| Comparação p | Tamanho | Poder | Poder Atual |
| 0,91 | 18066 | 0,90 | 0,90 |
| O tamanho da amostra é para cada grupo. | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para maior padronização do teste no Incubatório, a equipe sugere trabalhar com amostragens iguais ou múltiplas de 4.200 ovos. Esse valor representa 1 carro de incubação completo com ovos. A partir desta conclusão, o próximo passo foi simular o valor amostral de 16.800 para obter a força de teste resultante. Desta maneira, cada amostra contaria com 4 carros completos de ovos.

A partir do Gráfico 14 é possível observar um poder de teste também superior a 80%. Indicando a possibilidade de se trabalhar com o valor amostral proposto.

Gráfico 14 - Curva de Poder para Amostra de 16800



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 16 apresenta o relatório gerado através do *software*, em que é possível observar que a força do teste, gerada pelo número amostral indicado pela equipe, é de 87,82%. Com este dado, fica comprovado o poder do teste aprovando a utilização de 16.800 ovos como número amostral.

Tabela 16 - Análise de Poder e Tamanho de Amostra

| Poder para Duas Proporções | | |
|---|---------|---------|
| Potência e tamanho da amostra | | |
| Teste para duas proporções | | |
| Comparação de Teste $p = \text{baseline } p$ (versus \neq) | | |
| Poder de cálculo para a linha de base $p = 0,9$ | | |
| Alvo da amostra | | |
| Comparação p | Tamanho | Poder |
| 0,91 | 16800 | 0878183 |
| O tamanho da amostra é para cada grupo. | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.1.4 Determinar os níveis do fator Temperatura

Por definição da equipe, o fator temperatura será analisado em dois níveis. A equipe determinou que o nível a ser analisado é o que está identificado na literatura especializada que foi consultada durante o trabalho. A temperatura identificada como ideal é a de 100,04°F. Desta forma, os dois níveis do fator temperatura serão 99,5°F, utilizado atualmente e 100,04°F.

4.5.1.5 Identificar os fatores não controlados

O próximo passo foi identificar os fatores não controlados. Através da participação dos integrantes da equipe, realizou-se um levantamento dos seguintes fatores:

- Falhas mecânicas ou elétricas nas máquinas incubadoras, durante o período de 18 dias de incubação;
- Falhas mecânicas ou elétricas nas máquinas nascedouros, durante os 3 dias finais de incubação;

- Possíveis diferenças entre as duas máquinas incubadoras utilizadas no teste;
- Desenvolvimento de contaminação por fungos ou bactérias nas máquinas que comprometam de maneira significativa à eclosão e qualidade dos pintos.

4.5.1.6 Execução do experimento

Seguindo o cronograma, o passo seguinte foi a execução do teste. O teste foi incubado no dia seguindo uma programação normal de pedido. Toda produção das máquinas utilizadas no teste fazem parte da entrega a ser feita para o cliente no final do processo. As máquinas do teste receberam um acompanhamento diferenciado durante todo o processo. Isso foi realizado por membros da equipe apenas observando com mais frequência as mesmas.

No 20º dia de incubação, que antecede a retirada dos pintos, a equipe se organizou para um membro participar pessoalmente da retirada e contagem dos pintos nascidos das amostras do teste. A contagem se iniciou às 00:00 do 21º dia. Um operador experiente e o líder de produção executaram a contagem total dos 8 carros do teste.

A Fotografia 8 apresenta 4 carros de nascimento dentro de uma máquina nascedouro prontos para a retirada e contagem dos pintos. Para o trabalho em questão, ficaram uma proporção amostral em um nascedouro e outra proporção no em outro.

Fotografia 8 - Máquina Nascedouro com ovos eclodidos



Fonte: Arquivo da empresa.

Na Fotografia 9 está demonstrado como ficam dispostos os pintos para contagem. Eles são extraídos da bandeja de eclosão e colocados, durante a contagem, em uma caixa para transporte e manuseio. Junto a este processo, também são separados os refugos para comparação do nível de qualidade junto ao experimento. Os oito carros utilizados no experimento somam 224 bandejas. Cada bandeja comporta 150 ovos que formam o número total de 33.600 ovos nas duas amostras.

Fotografia 9 - Bandeja de Eclosão



Fonte: Arquivo da empresa.

A Fotografia 10 apresenta os pintos contados, separados do resíduo e colocados na caixa para serem processados. Esse processo segue até que todos os carros sejam

contados e registrados. Para garantir a correta contagem, são separados os pintos dos ovos não eclodidos. Desta forma, somando o total de pintos bons com o total de refugos e mais o total de ovos não eclodidos, se obtém o número padrão de 150 unidades, comprovando a correta contagem da bandeja. Qualquer número diferente do padrão indica a necessidade de recontagem da bandeja.

Fotografia 10 - Pintos contados e separados dos resíduos



Fonte: Arquivo da empresa.

4.5.1.7 Analisar os dados

A partir da contagem e registro de todos os pintos bons, refugos e do resíduo de ovos, de cada amostra individualmente, os dados podem ser analisados para efeito de comparação.

A Tabela 17 apresenta os dados coletados do experimento. A coluna Amostra, apresenta a identificação da temperatura utilizada. A coluna Lote, indica os lotes que compõem as amostras. O símbolo A11 significa lote A carro 1, incubado na máquina 1. O símbolo A112 significa lote A carro 11, incubado na máquina 2. Todos seguem a mesma lógica. As demais colunas são autoexplicativas.

Tabela 17 - Dados coletados do experimento

| Dados do Experimento | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|------|-------------|---------|
| Amostras | Carro | Lotes | Ovos | Pintos Bons | Refugos |
| Temperatura de 99,50°F. | 1 | A11 | 4200 | 3323 | 83 |
| | 2 | A21 | 4200 | 3397 | 62 |
| | 3 | B31 | 4200 | 3245 | 39 |
| | 4 | B41 | 4200 | 3387 | 36 |
| Temperatura de 100,04°F. | 11 | A112 | 4200 | 3411 | 42 |
| | 12 | A122 | 4200 | 3413 | 52 |
| | 13 | B132 | 4200 | 3322 | 27 |
| | 14 | B142 | 4200 | 3400 | 35 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da coleta de dados foi realizada uma análise detalhada dos números com auxílio de *software*. Os dados de interesse são os de pintos bons e refugos.

A Tabela 18 apresenta o resultado gerado no *software* comparando o total de pintos bons gerados na amostra 1, com temperatura de 99,5°F, com o total de pintos bons gerados na amostra 2, com temperatura de 100,04°F. O nível de confiança proposto na avaliação foi de 95%.

Tabela 18 - Teste de Comparação para duas Proporções

| Teste e IC para duas proporções | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-----------|
| Amostra | X | N | Amostra P |
| 1 | 13546 | 16800 | 0,806310 |
| 2 | 13352 | 16800 | 0,794762 |

Diferença = $p(1) - p(2)$

Estimativa da diferença: 0,0115476

95% CI para diferença: (0,00300313; 0,0200921)

Teste para diferença = 0 (vs $\neq 0$): $Z = 2,65$ P-Value = 0,008

Teste exato de Fisher: P-Valor = 0,008

Fonte: Elaborado pelo autor.

O valor "P" encontrado ($P=0,008$) indica, com 5% de significância, que há diferença entre as amostras. A temperatura de 100,04°F gerou mais pintos bons, sendo que a eclosão de pintos bons foi de 80,63%, em comparação com a

temperatura de 99,5°F que foi de 79,48%. A diferença entre as duas amostras foi de 1,15%.

Para comprovar a diferença na geração de refugos produzidos, utilizou-se o mesmo método anterior. Foi aplicado uma análise de duas proporções para o total de refugos.

A Tabela 19 está comparando a diferença no número de refugos gerados nas amostras. O valor “P” encontrado ($P=0,001$) indica, com 5% de significância, que há diferença entre as amostras. A amostra com temperatura de 99,5°F gerou mais refugos e a porcentagem foi de 1,3%. Na amostra com temperatura de 100,04°F a porcentagem de refugos foi de 0,93%. A diferença fica em 0,37%.

Tabela 19 - Teste de Comparação para duas proporções

| Teste e IC para duas proporções | | | |
|---------------------------------|-----|-------|-----------|
| Amostra | X | N | Amostra P |
| 1 | 156 | 16800 | 0,009286 |
| 2 | 220 | 16800 | 0,013095 |

Diferença = $p(1) - p(2)$
 Estimativa da diferença: -0,00380952
 IC de 95% para diferença: (0,00300313; 0,0200921)
 Teste para diferença = 0 (vs $\neq 0$): $Z = -3,32$ P-Value = 0,001

Teste exato de Fisher: P-Valor = 0,001

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.1.8 Conclusões do experimento

Seguindo o cronograma do experimento e, a partir da análise dos dados, a conclusão é de que a temperatura de 100,04°F traz mais retorno em produtividade que a de 99,5°F. A temperatura de incubação mais alta gerou um ganho de 1,15% em pintos bons nascidos. Isso derivou de uma diminuição dos refugos em 0,37% somado a um ganho de eclosão de 0,78%.

A partir do resultado do experimento, o novo nível de temperatura inicial foi aplicado em todas as máquinas. Para isso, o procedimento de operação de incubação foi atualizado, constando a modificação no campo de programação de temperatura.

4.5.2 Definir quantidades amostrais ideais para fertilidade e mortalidade embrionária

No próximo passo foram simulados vários cenários no *software* para análise do tamanho de amostra ideal que garanta um nível satisfatório de confiança.

A Tabela 20 apresenta uma série de valores testados no *software* para identificar qual tamanho amostral apresenta um poder de teste satisfatório. As condições eram valores experimentados com nível de significância constante de 5%, e o erro máximo de 1%. A equipe considerou que a amostra de 7.000 ovos era a mais adequada para o novo padrão. O tamanho amostral será o mesmo para as duas análises, tendo em vista que o erro máximo e o índice de significância considerados são os mesmos.

Tabela 20 - Valores Simulados

| Poder do Teste | | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Amostra | Nível de Significância | Erro Máximo | Poder do Teste |
| 4200 | 0,05 | 1 | 0,5462 |
| 4800 | 0,05 | 1 | 0,6046 |
| 6400 | 0,05 | 1 | 0,7332 |
| 7000 | 0,05 | 1 | 0,7717 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que fosse possível e viável a coleta de uma amostra de 7.000 ovos para análise de fertilidade de um lote, a equipe adaptou o processo de ovoscopia, onde não há perdas de ovos embrionados. A ovoscopia é comum em Incubatórios, mas para outros fins aplicáveis. A ferramenta necessária é uma lanterna pequena e potente.

A Fotografia 11 mostra a realização de uma ovoscopia. A imagem da esquerda mostra um ovo infértil e a da direita um ovo fértil com embrião. O processo consiste em selecionar amostra de ovos dos lotes dentro das incubadoras e, com auxílio de uma lanterna é possível visualizar, rapidamente, em virtude da transparência da casca, ovos que não contenham embrião desenvolvido. São removidas da máquina uma bandeja por vez para ovoscopia, desta forma, não se prejudica os embriões. Os ovos constatados como inférteis são extraídos da máquina e levados para abertura. A abertura separa ovos inférteis de ovos com

mortalidades iniciais, onde o embrião está morto e muito pequeno para ser visto através da luz.

Fotografia 11 - Ovoscopia



Fonte: Arquivo da empresa

No final do processo se tem o índice de fertilidade do lote. Este processo pode ser realizado com auxílio de uma lanterna potente a partir de quatro dias de incubação. Períodos menores de incubação acarretam em muita dificuldade de visualização e risco de erros e períodos maiores acarretam ovos de postura (dia em que foi colocado pela galinha) mais antiga.

A Tabela 21 apresenta os tempos necessários e intervalos de confiança para cada processo que seja adotado. Os tempos foram calculados pela equipe do projeto.

Tabela 21 - Tempos e Intervalo de Confiança para tipo de processo

| Comparação por Opções | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|------------------|---------------|------------|-------------|---|-----------------|
| Quantidade de lotes | Tipo de Análise | Tamanho Amostral | Tempo | Tempo | Tempo total | IC aproximado com 5% de Significância. Proporção Hipotética de 10%. | Amplitude do IC |
| | | | aproximado de | para | | | |
| | | | Ovoscopia | abertura | | | |
| 1 | Fertilidade | 100 | 10 minutos | 10 minutos | 0,33 horas | (0,049005; 0,176223) | 0,127218 |
| 1 | Mortalidade | 300 | 10 Minutos | 15 minutos | 0,58 horas | (0,068492; 0,139673) | 0,071181 |
| 1 | Fertilidade | 7000 | 1 hora | 1 hora | 2 horas | (0,093068; 0,107267) | 0,014199 |
| 1 | Mortalidade | 7000 | 30 minutos | 1 hora | 1,5 horas | (0,093068; 0,107267) | 0,014199 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como apresentado na tabela, com tamanhos amostrais baixos, o tempo de execução da atividade é bem inferior. Em contrapartida o intervalo de confiança é muito maior gerando uma alta amplitude nos dados.

Após a verificação da condição do novo modelo amostral, a equipe avaliou os ganhos para a empresa. Levando em consideração que haverá um maior acerto nas previsões em relação ao modelo antigo de aproximadamente 1%, trazendo benefícios financeiros por diminuir o índice de produto eliminado nesta mesma proporção. A economia semanal de ovos seria de aproximadamente 4.870, caso o incubatório estivesse produzindo com toda a capacidade. A perspectiva é de manter uma produção de 75% da capacidade até junho de 2019.

Relacionando o número de ovos economizados à uma eclosão média de 78% de todos os lotes, o rendimento em matrizes de 47% e 75% de capacidade de produção, aumentaria a produtividade em, aproximadamente, 1.350 matrizes semanais. Em um ano, de aproximadamente 50 semanas, a produção aumentaria em 67.500 matrizes. A partir desta análise, seria justificável o investimento em uma pessoa técnica a mais para executar este novo padrão de trabalho, tendo em vista um aumento no faturamento anual de aproximadamente R\$1.200.000 reais.

Atualmente há uma baixa demanda no mercado, o que acarreta na sobra de matéria-prima. Em virtude desta situação, a gerência sinalizou para a equipe que não haverá contratações. Neste cenário, para aplicar a melhoria proposta e se adaptar para um melhor cenário futuro, será trabalhado em apenas um lote que esteja em pico de produção, entre 35 e 45 semanas de idade. Este trabalho se iniciou na 15ª semana do ano. Desta forma, o Incubatório atenderá esta nova demanda de trabalho com os colaboradores que já estão no quadro.

4.5.3 Substituição dos termômetros de mercúrio

Para substituição dos termômetros de mercúrio a equipe levantou formas de substituir os mesmos por termômetros digitais. Em novas plantas de incubação o mesmo já vem de fábrica. Isso tornou o processo de melhoria mais simples através da compra do equipamento.

A Fotografia 12 apresenta um modelo adquirido pela empresa para substituir os termômetros de mercúrio. O mesmo é de simples utilização e elimina os riscos de erros de paralaxe.

Fotografia 12 - Termômetro Digital



Fonte: Arquivo da empresa.

Como as máquinas da planta são antigas, houve a necessidade de uma adaptação. Ela consiste em abrir um pequeno orifício para que o sensor do termômetro digital seja inserido na máquina.

A Fotografia 13 mostra a única adaptação necessária para o uso do novo equipamento que consistiu de um furo com diâmetro de 10 mm, onde foi colocado um tampão. Através da nova ferramenta, não há a necessidade de o operador subir em uma máquina de incubação e se deitar no chão para visualizar o termômetro. O valor total do investimento é apenas o custo do equipamento, no valor de R\$ 550,00.

Fotografia 13 - Furo para inserção de termômetro



Fonte: Arquivo da empresa.

4.5.4 Resumo das melhorias sugeridas

O Quadro 5 apresenta todas as melhorias sugeridas para cada processo mapeado.

Quadro 5 - Ações propostas para melhoria

| Processo | Melhoria | Investimento | Ação | Retorno |
|--|--|--|--|---|
| Incubação. | Usar nova temperatura inicial. 100,04°F. | Sem custo. | Atualizar o Procedimento Operacional de Incubação. | Aumento de 1% na Eclosão. |
| Amostragem de Fertilidade e Mortalidade. | Definição de quantidades amostrais ideais através de estudos estatísticos. | Momentaneamente sem custo. Após contratar um auxiliar. | Criar Procedimento Operacional de amostragem para fertilidade e mortalidade. | Diminuição aproximada de 1% no índice de produto eliminado. |
| Verificação de máquinas. | Novo equipamento de verificação. | Aproximadamente R\$ 500,00. | Realizar pedido de compra. | Mais segurança ergonômica para o operador. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 FASE DE CONTROLE

Após as melhorias implementadas e durante fase de controle a equipe do projeto desenvolveu métodos de controle para assegurar a manutenção das melhorias do que foram realizadas. Foram implementados os seguintes controles para a nova programação de temperatura:

- Aumento na frequência de calibração das máquinas, passando de uma aferição aos sete dias de incubação para três aferições. A primeira aferição acontece no primeiro dia de incubação, a segunda aos sete dias e a terceira aos 14 dias;
- Criação de um relatório de verificação, onde terá o registro de todas as máquinas individualmente para comparar as variações de cada uma ao longo do tempo.

Quadro 6 - Relatório de Verificação

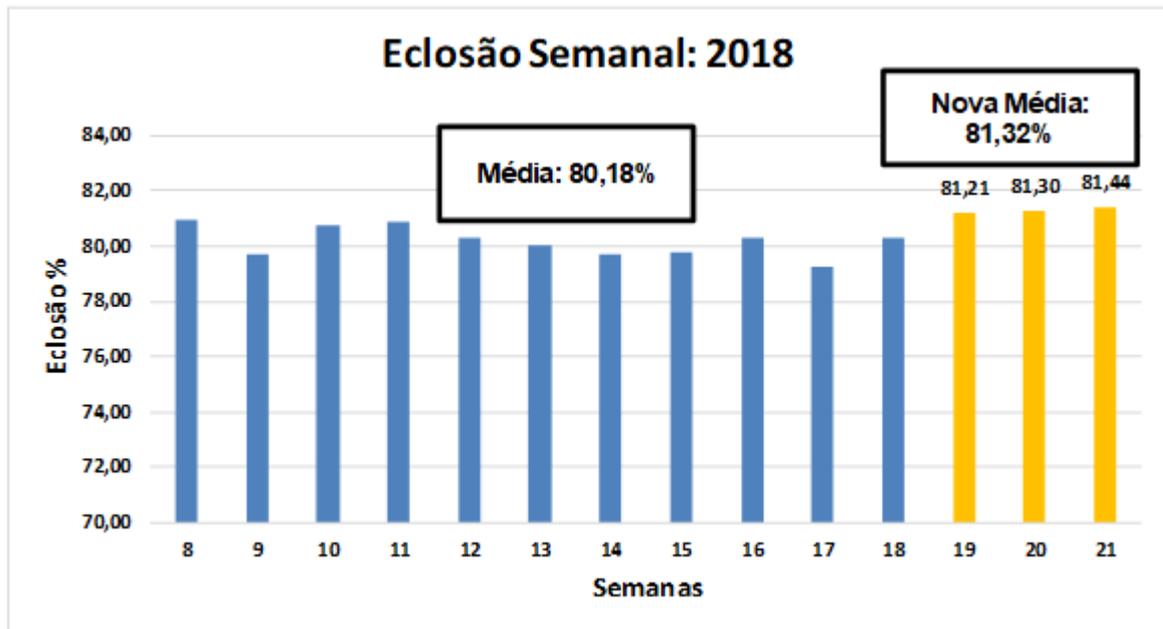
| Relatorio de Verificação Individual das Incubadoras | | | |
|---|--|----------------------------|--|
| Número da máquina: | <input style="width: 90%;" type="text"/> | Responsável: | <input style="width: 90%;" type="text"/> |
| Data: | | Tempertaura Máquina | Temperatura Calibrador |
| <input style="width: 80%;" type="text"/> | Verificação: 1º dia | | Difrença |
| | Verificação: 7º dia | | |
| | Verificação: 14º dia | | |
| Data: | | Tempertaura Máquina | Temperatura Calibrador |
| <input style="width: 80%;" type="text"/> | Verificação: 1º dia | | Difrença |
| | Verificação: 7º dia | | |
| | Verificação: 14º dia | | |
| Data: | | Tempertaura Máquina | Temperatura Calibrador |
| <input style="width: 80%;" type="text"/> | Verificação: 1º dia | | Difrença |
| | Verificação: 7º dia | | |
| | Verificação: 14º dia | | |
| Data: | | Tempertaura Máquina | Temperatura Calibrador |
| <input style="width: 80%;" type="text"/> | Verificação: 1º dia | | Difrença |
| | Verificação: 7º dia | | |
| | Verificação: 14º dia | | |

Fonte: Equipe do projeto.

Com a implementação da melhoria na temperatura de incubação, resultados melhores de eclosão, mortalidade embrionária e refugos foram alcançados.

O Gráfico 15 mostra a eclosão semanal dos lotes entre 35 e 45 semanas, antes e após a implantação da melhoria. As colunas na cor azul são os dados antes da implantação da nova temperatura de incubação. A diferença da média das eclosões anteriores para os novos resultados de eclosões é de 1,14%.

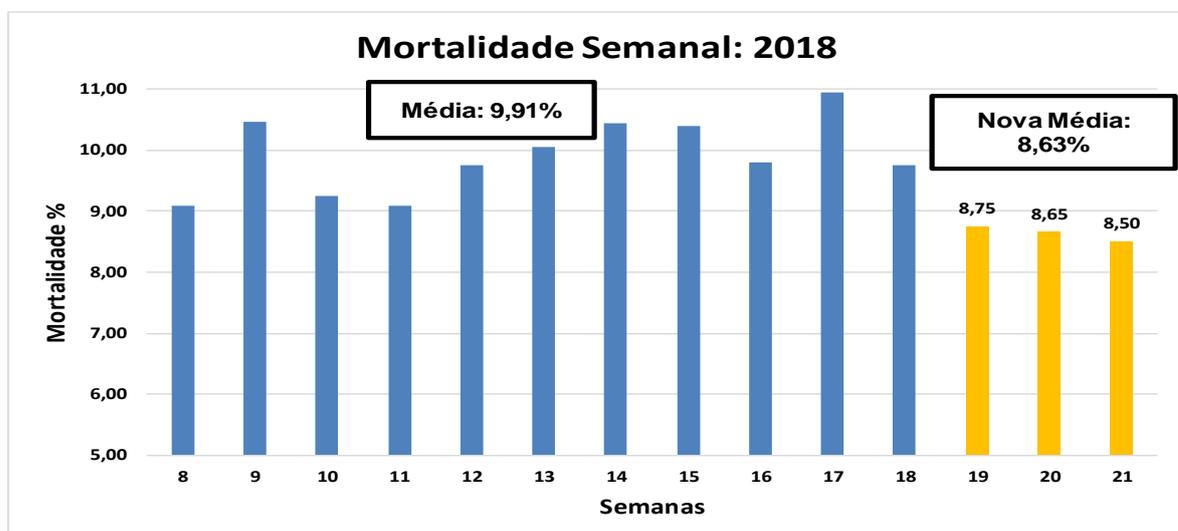
Gráfico 15 - Gráfico Sequencial: Eclosão Semanal



Fonte: Adaptado do ERP da empresa.

O Gráfico 16 apresenta a mortalidade semanal dos lotes com idades entre 35 e 45 semanas. A partir da implantação da nova programação de temperatura, houve a redução na mortalidade dos embriões, gerando aumento na eclosão. A diferença entre a média das mortalidades anteriores e as mortalidades atuais é de 1,28%. As análises de mortalidade são realizadas através de amostragens.

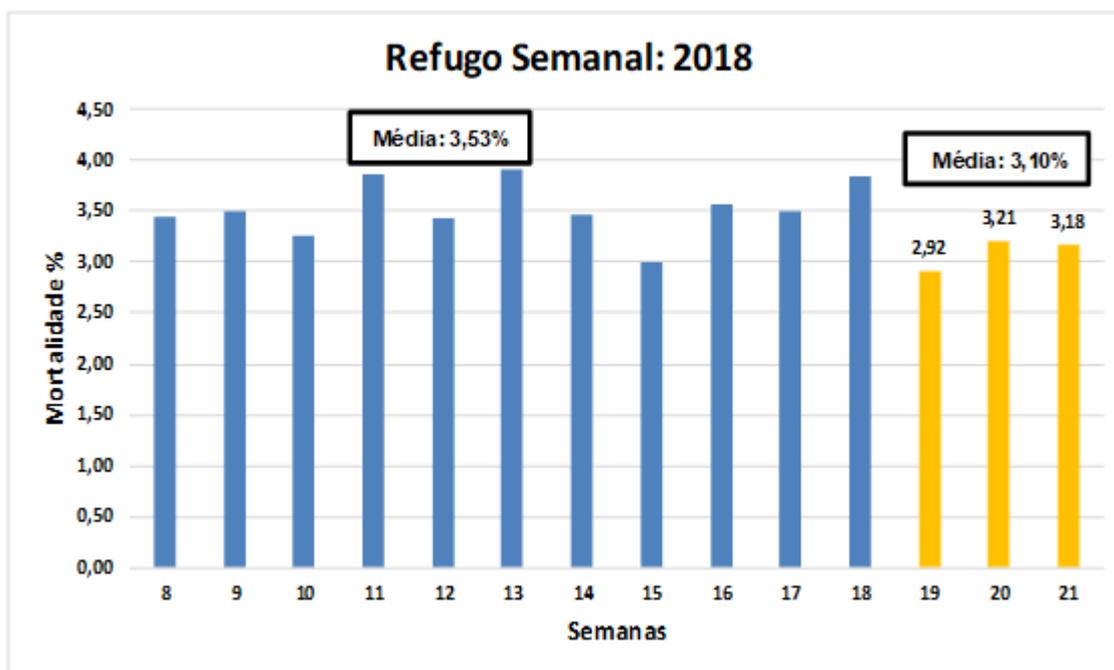
Gráfico 16 - Gráfico Sequencial: Mortalidade Semanal



Fonte: Adaptado do ERP da empresa.

O Gráfico 17 apresenta o índice semanal de refugos dos lotes entre 35 e 45 semanas. A partir da implantação da nova programação de temperatura, houve a redução dos refugos. A diferença entre a média dos refugos anteriores e os refugos atuais é de 0,43%.

Gráfico 17 - Gráfico Sequencial: Refugo Semanal



Fonte: Adaptado do ERP da empresa.

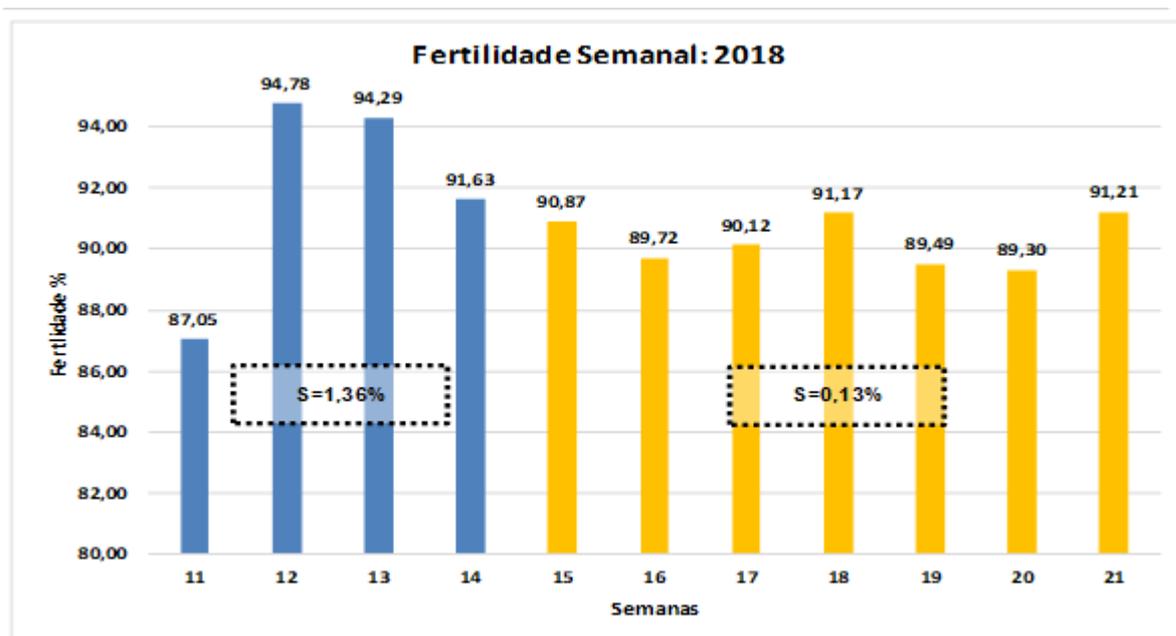
Para o novo processo de amostragem para fertilidade e mortalidade, foram definidos os seguintes controles e ajustes:

- Um auxiliar de Incubatório acompanhará o técnico de qualidade durante a ovoscopia para acelerar o processo e diminuir o tempo de abrir e fechar a máquina;
- O mesmo auxiliar acompanhará o técnico de qualidade durante a análise de mortalidade;
- Os carros selecionados que comportarão as amostras de fertilidade estarão dispostos, quando incubados, dentro das máquinas na parte da frente para facilitar o acesso.

A partir do novo padrão de amostragem, criado com rigor estatístico para a fertilidade e mortalidade embrionária, as variações nos dados diminuiram, tornando o processo de previsão de eclosão mais robusto.

O Gráfico 18 mostra o comportamento da fertilidade do lote que está sendo trabalhado com o novo padrão de amostragem, realizado através de análises estatísticas, desde a 15^o semana de 2018.

Gráfico 18 - Gráfico Sequencial: Fertilidade Semanal



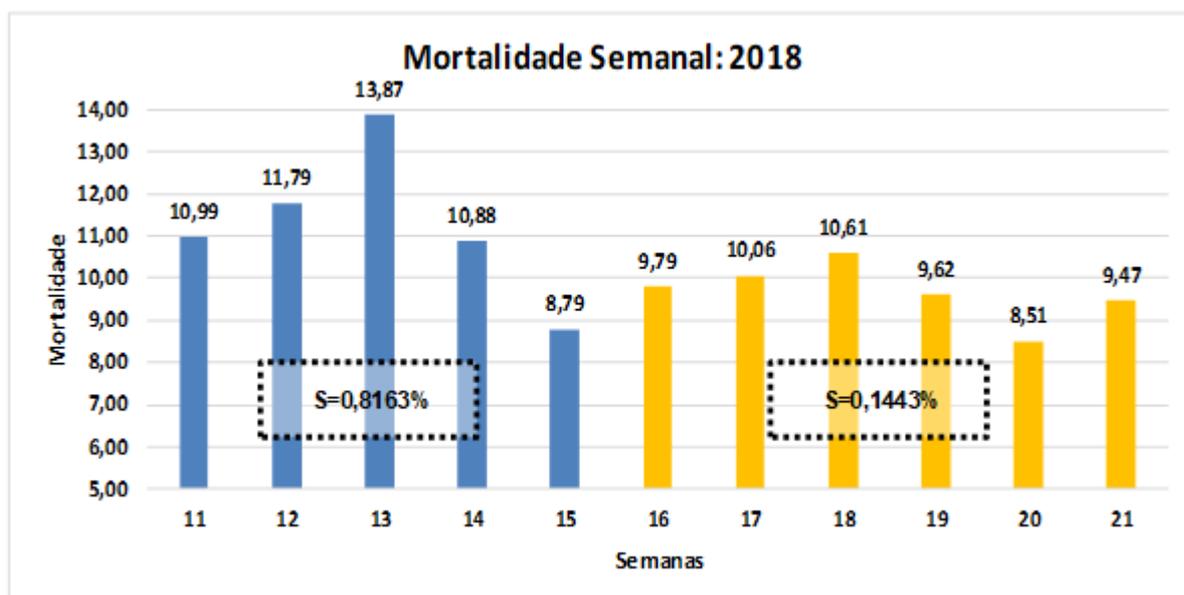
Fonte: Elaborado pelo autor.

As colunas em azul são os dados do lote antes do novo padrão amostral e as colunas amarelas são os dados com novo padrão amostral. A redução do erro amostral fica evidente através da diferença entre o desvio padrão de um grupo e o de outro, que está exposto no gráfico. Todos os dados apresentados não sofreram ajustes manualmente como acontece com o padrão anterior de análise. São resultados reais, derivados dos cálculos sobre as amostras. Todos os dados de fertilidade são derivados de amostragem.

Em situações normais, os dados anteriores seriam ajustados conforme os responsáveis julgassem mais coerente antes do lançamento no ERP. Como está sendo realizado um trabalho de melhoria, os dados não foram alterados, seguindo rigorosamente o que foi encontrado nas amostras.

O Gráfico 19 mostra o comportamento dos dados de mortalidade do lote que está sendo trabalhado também com novo padrão de amostragem.

Gráfico 19 - Gráfico Sequencial: Mortalidade Semanal



Fonte: Adaptado do ERP da empresa.

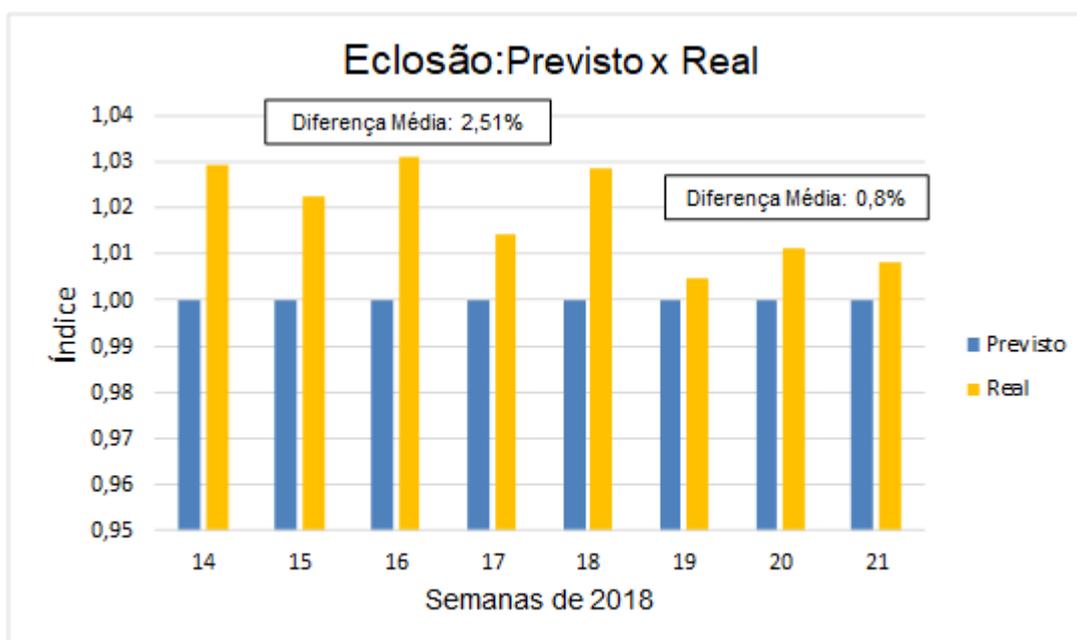
As colunas em azul são os dados do lote antes do novo padrão amostral. O novo padrão iniciou na 16^o semana de 2018. Como mostrado, através da diferença do desvio padrão de um período com o outro, a partir do novo padrão amostral a variação diminuiu de forma significativa.

Os dados do gráfico sofreram influência a partir da 19^o semana. Neste período, a mortalidade diminuiu em virtude da aplicação da nova temperatura de incubação. Mas a mudança não afetou de maneira significativa a análise inicial dos dados, relativas as variabilidades antes e depois do novo padrão amostral.

Isso garante maior confiabilidade nos dados de mortalidade e fertilidade e as previsões de nascimento se tornam mais assertivas. Desta forma, o índice de produto eliminado será menor, através da redução das sobras de segurança que existem para garantir a entrega da quantidade exata ao cliente.

O Gráfico 20 mostra o comportamento do índice de variação entre a previsão de eclosão e o real eclodido.

Gráfico 20 - Gráfico Sequencial: Eclosão Prevista X Real



Fonte: Adaptado do ERP da empresa.

As colunas em azul representam o índice de previsão de eclosão e as colunas em amarelo representam o índice de eclosão real, para efeito de comparação. Os lotes avaliados estão entre as idades de 35 a 45 semanas. A partir da semana 19, o índice de eclosão real representa a eclosão apenas do lote que está operando com o novo padrão amostral e está sendo comparado ao índice de eclosão prevista para o mesmo.

Como pode ser visualizado no Gráfico 20, a variação existente entre a previsão de eclosão e o real eclodido diminuiu a partir da utilização do novo padrão amostral. A diferença média entre o previsto e o real eclodido passou de 2,51% para 0,8%. Essa diferença representa 1,71% a menos de sobra. Como 50% desse valor é matriz (produto), e os outros 50% são frangos de corte(engorda), o índice de produto eliminado diminuiu aproximadamente 0,86%.

A melhoria com a troca do termômetro de mercúrio pelo digital é controlada paralelamente durante o processo de verificação das máquinas. As variações de temperatura encontradas serão lançadas no item de controle de verificação. O retorno positivo com a melhoria está na questão ergonômica do operador que executa o processo.

5 CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO

A partir do desenvolvimento do projeto foi possível atingir o objetivo de estabelecer os níveis de um processo de incubação para gerar melhores índices de produtividade. Para buscar a meta, os objetivos específicos foram estabelecidos e alcançados. Através da metodologia DMAIC, foi possível identificar detalhadamente variáveis que impactam o processo incubação. Partindo dessas premissas, o projeto se desenvolveu e atingiu a meta de aumentar a produtividade. A meta foi definida em 1%, para gerar um retorno para a empresa na margem aproximadamente de R\$ 800.000 por ano.

A partir da fase de análise do DMAIC, a equipe identificou e propôs ações de melhoria a serem realizadas. Na fase de melhoria, através de definições estatísticas e parâmetros estabelecidos com a equipe, foi realizado um ajuste em um fator controlável: temperatura de incubação. O resultado foi um ganho em eclosão de 1,15%, observado pela alteração de três fatores de saída; eclosão, refugo e mortalidade embrionária.

Ao decorrer do projeto, também se alterou um processo que comprovou um ganho aproximado de 1,7% em produtividade através da redução das sobras de produto. Durante a fase de análise se confirmou estatisticamente o quão insuficiente era o processo de previsão da fertilidade e mortalidade dos lotes. O ganho com a readequação do processo se deu pelo aumento da assertividade na previsão de eclosão, que conseqüentemente reduziu o índice de outra métrica do projeto, o produto eliminado, ocasionado por erros de previsão. Isso foi possível através de uma alteração nos valores de amostragem, embasada em análises estatísticas, para previsão de fertilidade e mortalidade dos lotes.

Através de um pequeno investimento foi solucionado o problema de verificar máquinas com termômetros de mercúrio, depois da sua substituição por um modelo digital. Como comprovado no projeto durante a fase de análise, o processo de verificação das máquinas era estável, mas por questões ergonômicas e legais, houve a necessidade de readequação por causa do mercúrio contido nos termômetros ser uma substância altamente tóxica.

O desenvolvimento do projeto propiciou uma grande sinergia entre os membros da equipe, motivada pela troca de conhecimentos e ideias, que envolveu o

pessoal da operação na fase de definição. A participação em um projeto totalmente quantificável aguçou a busca por conhecimentos e a curiosidade em relação ao assunto também em momentos fora do projeto. Tendo em vista que apenas o Champion do projeto (coordenador da unidade), já havia participado de algo similar, para o restante da equipe agregou muito conhecimento.

Além da participação da equipe, foi essencial para o projeto os conhecimentos do curso de Engenharia de Produção, principalmente os relacionados ao entendimento da metodologia Seis Sigma, desenvolvimento do método DMAIC e operação com software estatístico.

Alguns aspectos negativos surgiram no decorrer do projeto. Variações de demanda de mercado geraram ociosidade e sobra de matéria-prima. A sobra de matéria-prima fez com que os esforços para melhorar a produtividade não representassem algo importante para a equipe, pois nestes períodos as incubações eram realizadas com margens grandes de sobra e era comum eliminar muito produto. Nestes momentos a equipe se distanciava da meta do projeto e focava a atenção para suas rotinas diárias na empresa, dificultando as reuniões necessárias para trabalhar no projeto.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Pode ser sugerida a aplicação da metodologia Seis Sigma a granjas que produzem ovos para Incubatório. Isso porque muitos processos são realizados durante toda a vida do lote, como os processos de avaliação por amostragem devido ao grande número de aves. Além disso, toda a parte de arraçãoamento (programa para alimentação dos animais) e nutrição são baseadas no desenvolvimento dos indivíduos e em análise por amostragem e normalmente se tomam a média como referência para avaliar o efeito de um ou mais fatores. Desta forma, existe uma lacuna nas análises para estudar as variabilidades e confiabilidades dos processos utilizados para a tomada de decisão.

Também se sugere um trabalho com escopo focado ao sistema de medição. As unidades de produção, granja e Incubatório, possuem muitos controles para temperatura, umidade e pressão. Equipamentos cada vez mais avançados tecnologicamente são ofertados no mercado. Tendo em vista que os produtos são animais com carga genética avançada, cada vez mais sensíveis a esses fatores, se faz necessário um controle mais robusto em termos estatísticos para potencializar os resultados.

REFERÊNCIAS

- ANTONY, J., BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, v.6, n.4,p.20-27,2002.
- BASU, R. **Implementing Quality – A Practical Guide to Tools and Techniques**, Cengage Learning, London, 2013.
- CALIL, T. A. C. Princípios básicos de incubação. In: **Anais da 26ª Conferência Facta 2008**. Porto Alegre, RS: Ed. FACTA, 2008, pag. 200- 210.
- CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total (no Estilo Japonês)**. 9. ed. Falconi, 2014. Livro Eletrônico.
- CAMPOS, V. F. **TQC – Controle Total de Qualidade (no Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- CZODROWSKI, P. **Count on kappa**. Springer International Publishing Switzerland. J. Comput Aided Mol Des, 2014. Disponível em: <<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=687fb0a8-a9af-4dbe-8787-349d35f30c72%40sessionmgr4008>>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- DECUYPERE, K.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.48, n.1, p.27-38, 1992.
- DETONI, D.; BALESTRASSI, P. P. Avaliação de treinamento para a metodologia seis sigma. In: **XI SIMPEP – SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2004, Bauru.
- ECKES, G. **A revolução seis sigma**. 4. ed. São Paulo: Campus, 2001. 270 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. [2018?]. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>.
- G1. **Anvisa propõe proibir uso de termômetros de mercúrio na saúde**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2016/06/anvisa-propoe-proibir-uso-de-termometros-de-mercuro-na-saude.html>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- GARRIDO-VEGA, P.; SACRISTÁN-DÍAZ, M.; MAGANA-RAMÍREZ, L. M. Six Sigma in SMEs with low production volumes. A successful experience in aeronautics. In **Universia Business Review**, no. 51, 2016. pp. 51–71. (In Spanish: Seis Sigma en PYMES con bajo volumen de producción. Una experiencia de éxito en aeronáutica).
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas. 2010.
- GREZZI, G. Limpeza e desinfecção na avicultura. In: **Anais da Conferência Apinco**. Simpósio sobre incubação, 2007, Campinas. Anais. Campinas: Ed. FACTA, 2007, p. 161 - 182.

GUSTIN, P. C. Biossegurança no incubatório. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas, SP: Ed. FACTA, 2003. Cap. 3, p. 297 - 349.

GUSTIN, P. C. Manejo dos pintos no incubatório, expedição, transporte e alojamento na granja. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas, SP: Ed. FACTA, 2003. Cap. 3, p. 199 - 266.

HAHN, G.; DOGANAKSOY, N.; HOERL, R. W. The evolution of six sigma. **Quality Engineering**, New York, v.12, n.3, p.317-326, 2000.

HENDERSON, M. H.; EVANS, J. R. Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company. **Benchmarkng An International Journal**, v. 7, n. 4, p. 260-281, 2000.

HILL, D. Perdas no desempenho de incubação e aquecimento: pontos críticos e práticos de manejo. In: 5º SIMPÓSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, 2004, Balneário Camboriú. **Anais...Balneário Camboriú**, 2004.

Hulet R, Gladys G, Hill D, Meijerhof R, El Shiekh T. **Influence of eggshell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics**. Poultry Science 2007;86:408-412. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/86/2/408/1529654>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

INCUBA NEWS. **Comprobación de la calibración: ¿por qué y cómo?** Espanha, 2014. Disponível em: <<https://agrinews.es/2014/04/01/comprobacion-de-la-calibracion-por-que-y-como/>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

INCUBAÇÃO. **Guia de Manejo de Incubação Coob**. 2012. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Guia_incuba%C3%A7%C3%A3o_Coob.pdf>. Acesso em 30 jun. 2017.

J.V. Nicholas and D.R.White. Traceable Temperatures: An Introduction to Temperature Measurement and Calibration. **Traceable Temperatures. John Wiley & Sons, Ltd.Pag. 255 a 293. Disponível em:** <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/0470846151.ch7>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

LOURENS, A. et al. **Effect of Eggshell Temperature During Incubation on Embryo Development, Hatchability, and Posthatch Development**. Poultry Science 84, 2005. Disponível em: <https://oup.silverchair-cdn.com/oup/backfile/Content_public/Journal/ps/84/6/10.1093/ps/84.6.914/2/poultrysci840914.pdf?Expires=1496717123&Signature=bhNCRw14hld1i3yaoKthIVZEYUutElIR7~H5k-7cACF1mMBw9AvGduEqxghqNmzXrBCA-eCozDOjdxHNIwATL~DJCjf2X~~MMu3fwymIRPDxurBksbBSm5yHOVB8QXEZ2FSWMST6R1tORQhHIJdm0cUgel23A29loEno2jvEOITvtdrbpcpMsUb8GWsV8GILPpxDkkW3qlvXc~pgQWBg7yoslpKd0YnwkIfdt4gqIXM-ieOK9wW0B56mLyBTFh2YloOn0lzeG0tcRd2ZpoDqu~mRy0eph~XTKsjTxY9mSR2Ojv4gDzPXJiLgS4z7DAy4-R2Vfk9EgqxLKoidAWzg__&Key-Pair-Id=APKAIUCZBIA4LVPVW3Q>. Acesso em: 01 Jun. 2017.

LOURENS, A. et al. **Effects of Eggshell Temperature and Oxygen Concentration on Embryo Growth and Metabolism During Incubation**. Poultry Science 86, 2007. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/86/10/2194/1551166>> Acesso em 01 jun. 2017.

MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas, SP: Ed. FACTA, 2003. Cap. 3, p. 199 - 266.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M.. **Fundamentos de metodologia científica**. In: Fundamentos de metodologia científica. MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M.. Atlas, 2010.

MARQUES, D. **Manual do Incubador**. Ed. Casp. 1986.

MEIJERHOF, R. Inovações no processo de incubação: alimentação in ovo e pós-eclosão. In: **Anais da 27ª Conferência Facta 2009**. Porto Alegre, RS: Ed. FACTA, 2009, pag. 255- 260.

MEIJERHOF, R.; VAN BEEK, G. **Mathematical modelling of temperature and moisture loss of hatching eggs**. J. Theor. Biol. 165. 1993. Pág. 27–41. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0022519383711756/1-s2.0-S0022519383711756-main.pdf?_tid=ae7b78a4-6dbc-42e6-b79b5ee34a11fab1&acdnat=1524088964_c47f06a0510843362d14d964a563f965> Acesso em 01 mar. 2018.

MURAROLI, A.; MENDES, A. A. Manejo da incubação, transferência e nascimento do pinto. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas, SP: Ed. FACTA, 2003. Cap. 3, p. 180 - 198.

NONTHALEERAK, P.; HENDRY, L. Exploring the six sigma phenomenon using multiple case study evidence. **International Journal of Operations and Production Management**, v 28, n. 3, p. 279 – 303, 2008.

OPERFLEX. **20 ideias criativas para você deixar seu escritório organizado**. [2018?]. Disponível em: <<http://www.operflex.com.br/20-ideias-criativas-para-voce-deixar-seu-escritorio-organizado/>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

PANDE, P. NEUMAN, R. CAVANAGH, R. **Estratégia Six Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando o seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. **Estratégia Six Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando o seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PETERSIME. Incubação com uma maior densidade de ovos. [2018?]. Disponível em: <<http://www.petersime.com/pt-BR/departamento-de-desenvolvimento-do-incubatorio/incubacao-com-uma-maior-densidade-de-ovos/>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

PORTER, M. E. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campos, 1990.

PYZDEK, T.; KELLER, P. A. **Seis Sigma**: um guia completo para Green Belts, Black Belts e gerentes em todos os níveis. Alta Books, 2011.

RAMPAZZO, L. Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Loyola, 2010. 142. **Revista EDICIC**, v. 1, n. 3, p. 127-142, 2011.

ROTONDARO, R. G. et al. **Seis Sigma**:Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. Atlas, 2011.

SCHIMIDT, G. S; FIGUEIREIDO, E. A. P; ÁVILA, V. S. **Fatores que afetam a Qualidade do pinto de corte. Informe Embrapa Suínos e Aves**. In: Avicultura Industrial. Gessulli Agribusiness. Paro Feliz, ano 94, edição 1105, n. 9, 2002.

SESTI, L. A. C. Filosofias e conceitos de biosseguridade e doenças com potencial de risco para a avicultura brasileira. In: **Conferência Apinco 2001**. Campinas, SP: Ed. FACTA, 2001.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**: 23ª Edição revista e atualizada 2ª reimpressão. 2007.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle Estatístico do Processo**. Equipe Grifo. São Paulo: Pioneira, 1997.

THAKORE, R. et al. A review: Six Sigma implementation practice in manufacturing industries. In: **International Journal of Engineering Research and Applications**, v. 4, no. 1, 2014. pp. 63–69.

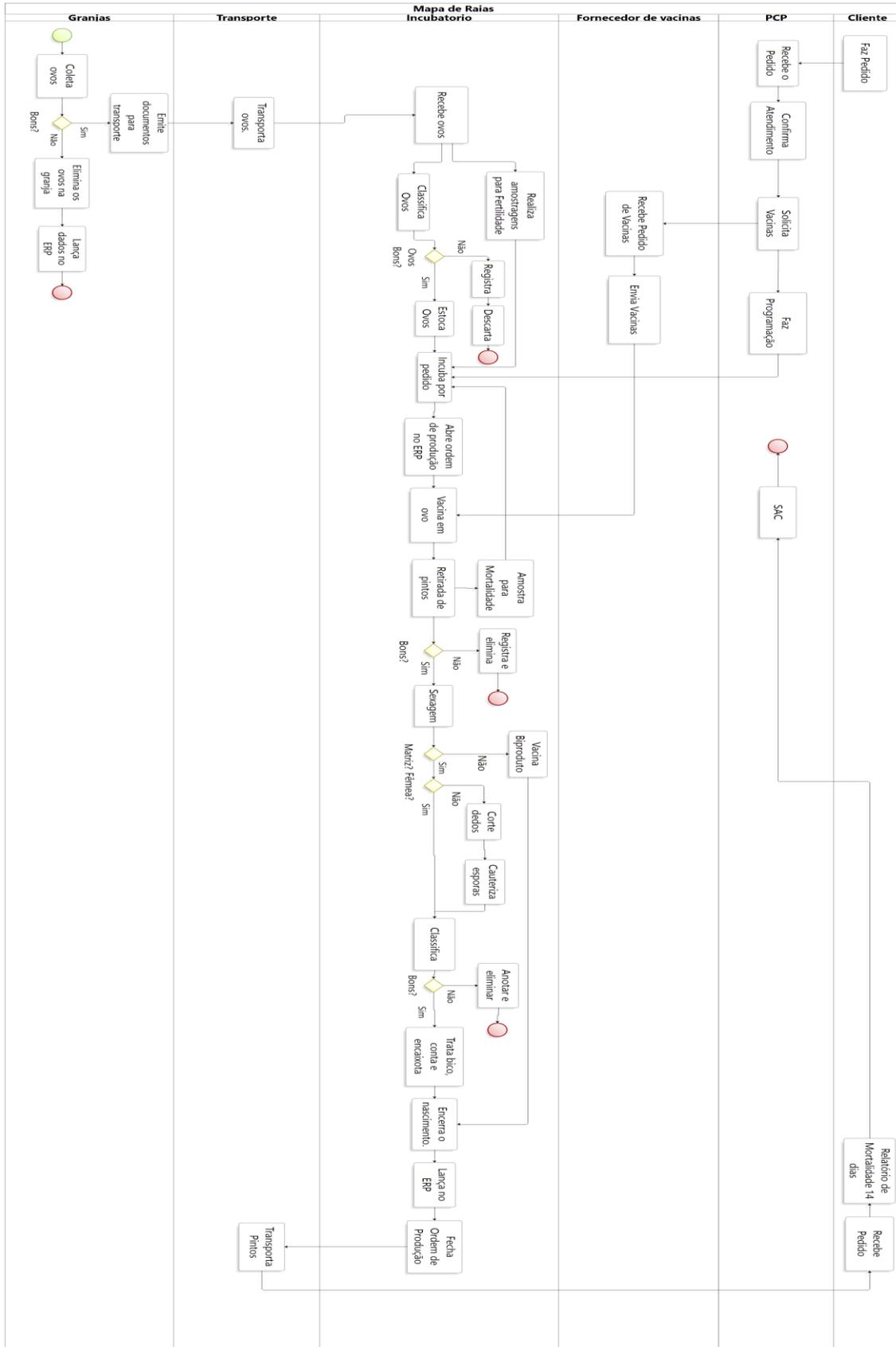
W.E. Deming, **The new Economics for Industry**. MIT, Center for Advanced Engineering Study, Massachusetts, 1993, p 248. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/57199969/6/Abordagem-Seis-Sigma>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

WALPOLE, R. et al. **Probability & statistics for engineers & scientists**. 9. ed. Boston, USA: Pearson, 2011. (ISBN 978-0-321-62911-1).

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Campos, 2012. Livro eletrônico.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

APÊNDICE A - MAPA DE RAIAS



APÊNDICE B - TABELA PARA AVALIAÇÃO KAPPA

| Ovos Avaliados | Avaliador A | Avaliador B | Avaliador C | Avaliador D | Padrão |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 1 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 2 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 3 | 15a18 | 15a18 | 8a14 | 15a18 | 15a18 |
| 4 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 5 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 6 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 7 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 8 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 |
| 9 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 10 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 11 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 12 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 13 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 14 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 15 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 16 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 17 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 18 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 19 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 20 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 21 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 22 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 23 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 24 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 25 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 26 | Infértil | 0a3 | Infértil | 0a3 | Infértil |
| 27 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 28 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 29 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 30 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 31 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 32 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 33 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 34 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 35 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 36 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 37 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 38 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 39 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 40 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 41 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 42 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 43 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 44 | 8a14 | 15a18 | 15a18 | 8a14 | 8a14 |
| 45 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 46 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 47 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 48 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 49 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 50 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 51 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 52 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 53 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 54 | Infértil | 0a3 | Infértil | Infértil | Infértil |
| 55 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 56 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 57 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 58 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 59 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 60 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 61 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 62 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 63 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 64 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 65 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 66 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 67 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 68 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 69 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 |
| 70 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 71 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 72 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 73 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 74 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 75 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 76 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 77 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 |
| 78 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 79 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 80 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |

| Ovos Avaliados | Avaliador A | Avaliador B | Avaliador C | Avaliador D | Padrão |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 81 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 82 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 8a14 |
| 83 | 19a21 | 15a18 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 84 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 85 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 86 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 87 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 88 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 89 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 90 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 91 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 92 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 93 | 0a3 | 4a7 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 94 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 95 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 96 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 97 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 98 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 99 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 100 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 101 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 102 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 103 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 104 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 105 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 106 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 107 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 108 | 0a3 | 4a7 | 4a7 | 0a3 | 0a3 |
| 109 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 110 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 111 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 112 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 113 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 114 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 115 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 116 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 117 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 118 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 119 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 120 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 121 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 122 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 123 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 124 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 125 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 126 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 127 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 128 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 129 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 130 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 131 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 132 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 133 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 134 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 135 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 136 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 137 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 138 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 139 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 140 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 141 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 142 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 143 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 144 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 145 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 146 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 147 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 148 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 149 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 |
| 150 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 151 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 152 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 153 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 154 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 155 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 156 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 157 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 158 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 159 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 160 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |

| Ovos Avaliados | Avaliador A | Avaliador B | Avaliador C | Avaliador D | Padrão |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 161 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 162 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 163 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 164 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 165 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 166 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 167 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 168 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 169 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 170 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 171 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 172 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 173 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 174 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 175 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 176 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 177 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 178 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 179 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 180 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 181 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 182 | 8a14 | 15a18 | 15a18 | 8a14 | 8a14 |
| 183 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 184 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 185 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 186 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 187 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 188 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 189 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 190 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 191 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 192 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 193 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 194 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 195 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 196 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 197 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 198 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 199 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 200 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 201 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 202 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 203 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 204 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 205 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 206 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 207 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 208 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 209 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 210 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 211 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 212 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 213 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 214 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 215 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 216 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 217 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 218 | 19a21 | 15a18 | 19a21 | 19a21 | 19a21 |
| 219 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 220 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 221 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 222 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 223 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 | 15a18 |
| 224 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 225 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 226 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 227 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 | 8a14 |
| 228 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 229 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 230 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 231 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 232 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 | 4a7 |
| 233 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |
| 234 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 235 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 236 | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil | Infértil |
| 237 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 | 0a3 |

APÊNDICE C – CARTA DE PROJETO

| Carta de Projeto | | Data: | 5/ mar 18 |
|--------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| Título do Projeto | APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE EM PROCESSO DE INCUBAÇÃO DE OVOS DE FRANGO | | |
| | Data de Início: | 10/mar/18 | Data de Entrega |
| | | | 11/jun/18 |
| Champion | Nome/Função | Departamento: | |
| | Coordenador de Incubatório | Coordenação de Incubatorio de Avós | |
| Time | Nome/Função | Departamento: | Carga horária Comprometida |
| | Líder do processo | Coordenador de Incubatório | Coordenação de Incubatorio de Avós |
| Black/Greenbelt | José Rodrigo D. dos Reis | Supervisor de Incubatorio | 10% |
| Master Blackbelt | Renato Valente de Boer | | |
| Membros | Líder de Setor | Líder da sala de pintos | 5% |
| | Líder de Setor | Líder da sala de ovos | 5% |
| | Líder de Setor | Líder de Vacinação em ovos | 5% |
| | Técnica Agrícola | Técnica de qualidade | 5% |
| Grupo de Suporte. | Eletrotécnico | Líder de manutenção | |
| | Eletrotécnico | Técnico de manutenção | |