



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



NATHÁLIA MENEZES MEDEIROS
PAULO RICARDO RODRIGUES CAMARGO
TIAGO SILVIO RIBEIRO

ANÁLISE DO AUMENTO DO FATURAMENTO EM UMA GRANJA
AVÍCOLA EM CASTRO, PARANÁ

CURITIBA
2023

NATHÁLIA MENEZES MEDEIROS
PAULO RICARDO RODRIGUES CAMARGO
TIAGO SILVIO RIBEIRO

**ANÁLISE DO AUMENTO DO FATURAMENTO EM UMA GRANJA
AVÍCOLA EM CASTRO, PARANÁ**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificado Black Belt. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.a Dra. Carla Regina Mazia Rosa

**CURITIBA
2023**

RESUMO

Os produtores de aves de cortes necessitam adequar-se às exigências e demandas do mercado. A tecnologia torna-se indispensável para tanto e, por isso, diversas empresas têm importado inovações tecnológicas para as edificações avícolas, com o intuito de automatizar o processo. A ideia de controlar a ambiência e adequar o manejo possibilita uma melhor conversão alimentar, impactando diretamente na remuneração esperada pelo produtor, além de proporcionar entregas mais precoces e de qualidade às indústrias. Diante da insatisfação de um produtor sobre a remuneração esperada, buscou-se estudar as causas potenciais de seu rendimento e as soluções práticas que poderiam ser estruturadas em curto prazo. Melhorando o manejo e a observância dos indicadores, haveria uma melhora da conversão alimentar e, conseqüentemente, na remuneração do produtor. Para tanto, utilizou-se da metodologia Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Com base nas soluções propostas, houve melhora dos indicadores do produtor, mediante padronização de parâmetros de operação relacionados à temperatura e umidade ambiente, à umidade da cama, ao pH da água de alimentação e algumas condições estruturais. Posteriormente, o produtor obteve resultado superior ao esperado.

Palavras-Chave: DMAIC. Lean Six Sigma. Granja de aves. Conversão alimentar.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Resultado de um lote descrito no RIPI	10
FIGURA 2 - Benefícios alcançados após implantação de projeto com a metodologia Lean.	14
FIGURA 3 – Ganhos financeiros obtidos após implementação do Seis Sigma	15
FIGURA 4 – Integração entre Lean e Sigma.....	17
FIGURA 5 – Benefícios Lean Seis Sigma	17
FIGURA 6 - Foto interna da Dark House em funcionamento.....	21
FIGURA 7 - Histórico do problema.....	23
FIGURA 8 - Análise para definição da meta	24
FIGURA 9 - Project Charter	25
FIGURA 10 - Matriz SIPOC	26
FIGURA 11 - Análise de correlação linear entre fatores e remuneração do produtor	28
FIGURA 12 - Estratificação em formato de árvore de correlação.....	29
FIGURA 13 – Impacto da conversão alimentar na remuneração do produtor	30
FIGURA 14- Correlação entre a CAAF e a renda do produtor	31
FIGURA 15 - Fluxograma do processo	33
FIGURA 16 - Diagrama de causa e efeito.....	34
FIGURA 17- Exemplo de análise de comportamento do galpão em relação aos parâmetros esperados definidos pela literatura por fase de vida das aves	37
FIGURA 18 - Exemplos de textura da cama das aves	38
FIGURA 19 - Leitura do pH da água	39
FIGURA 20 – Bebedouros	39
FIGURA 21 - Tubo de distribuição de calor.....	40
FIGURA 22 – Prolongamento no tubo de distribuição de calor	43
FIGURA 23 – Amostragem de leitura do pH da água.....	44
FIGURA 24 - Comprovação da Meta Específica	44
FIGURA 25 - Comprovação da meta global.....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tabela prática para avaliação do ambiente de galpões de frangos de corte mediante Índice Entalpia de Conforto (IEC) na 1ª semana, relacionando temperatura e umidade.....	11
TABELA 2 - Cronograma de desenvolvimento do projeto	19
TABELA 3 - Dados históricos (Lotes de 2021)	23
TABELA 4 - Impactos financeiros, por motivos, nos resultados do lote.....	27
TABELA 5 - Valores de coeficiente de correlação por motivo de remuneração.....	29
TABELA 6 - Valores da CAAF por lote.....	31
TABELA 7 - Matriz de priorização	35
TABELA 8 - Causas confirmadas.....	36
TABELA 9 - Padrões literários de umidade e temperatura por dias de vida de aves.....	40
TABELA 10 - Desenho experimental de temperaturas e umidades nos galpões.....	41
TABELA 11 - Soluções propostas.....	42
TABELA 12 - Plano de ação 5W2H	42
TABELA 13 - Remuneração dos lotes na etapa de control	46

LISTA DE SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
CAAF	Conversão Alimentar de Aviário Fechado
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Esalq/USP
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i> / Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar
GPD	Ganho de peso diário
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
RB	Remuneração Básica
RIPI	Relatório de informações da produção integrada
R\$	Moeda Brasileira denominada Real

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	9
1.3. JUSTIFICATIVA	11
1.4. HIPÓTESE	11
1.5. OBJETIVO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. PRODUÇÃO ENXUTA (<i>LEAN MANUFACTURING</i>)	13
2.2. SEIS SIGMA (<i>SIX SIGMA</i>)	15
2.3. INTEGRAÇÃO <i>LEAN MANUFACTURING</i> E SEIS SIGMA	16
3. METODOLOGIA	19
3.1. FASE DEFINIR	20
3.1.1. Descrição do problema e objetivo do projeto	20
3.1.2. Descrição do indicador	22
3.1.3. Histórico do problema	22
3.1.4. Definição da meta e ganhos do projeto e justificativa	24
3.1.5. Fluxo do processo	26
3.2. FASE MEDIR	26
3.2.1. Fatores ou critérios de estratificação	26
3.2.2. Confiabilidade dos dados e coleta de dados	27
3.2.3. Focos do problema	27
3.2.4. Análise de variação dos focos	30
3.2.5. Descrição e comprovação das metas específicas	30
3.3. FASE ANALISAR	32
3.3.1. Processo gerador do problema	32
3.3.2. Possíveis causas do problema	33
3.3.3. Priorização das causas potenciais	35
3.3.4. Comprovação das causas priorizadas	36
3.4. FASE MELHORAR	40
3.4.1. Testes de soluções	40
3.4.2. Descrição e priorização das soluções	41
3.4.3. Plano de ação	42
3.4.4. Evidências	43

3.4.5. Comprovação da meta específica	44
3.5. FASE CONTROLAR.....	45
3.5.1. Comprovação da meta global	45
3.5.2. Comprovação do retorno financeiro	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

Constata-se, através de dados colhidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Esalq/USP, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), que a agropecuária vem contribuindo de forma significativa com o Produto Interno Bruto (PIB) do país, devendo corresponder a 24,4% em 2023. Ainda, de acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), no 1º semestre de 2023, as exportações de carne de frango fecharam em alta elevada (2,629 milhões de toneladas) com relação ao mesmo período do ano passado (2,423 milhões de toneladas). Com a crescente demanda, as exigências tanto na pecuária quanto nos frigoríficos de aves vêm aumentando.

Os produtores necessitam se adaptar às normas regulamentadoras do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e dos mercados específicos, de modo que a tecnologia se torna indispensável para atender a alta demanda dos frigoríficos. Diante disso, as empresas têm importado inovações tecnológicas para as edificações avícolas, como é o caso, por exemplo, dos controladores das condições de ambiência e da automatização da disponibilidade de alimentos.

Uma das inovações que foi implementada no país é o modelo *Dark House* para engorda de frango. Esse sistema possibilita maior controle sanitário e nutricional, buscando uma melhor performance da genética da ave que está alojada. Por outro lado, para atender essa demanda, os avicultores se depararam com dificuldades relacionadas à mão de obra qualificada, que tem influência direta no manejo dos galpões.

O manejo está relacionado ao conforto do frango, que, por sua vez, afeta a conversão alimentar. Isso porque quanto maior o conforto da ave, melhor é a conversão alimentar, que é um indicador que impacta no faturamento bruto esperado do avicultor. Baseado nisso, esse trabalho irá focar no indicador de renda bruta esperada e nos indicadores meios.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em visita à Chácara Palmitinho, localizada no interior de Castro/PR, de propriedade de Carlos Magno Costa, foi possível observar a insatisfação do

proprietário sobre os resultados financeiros dos lotes de engorda de frango face à renda bruta esperada. No imóvel, há 2 aviários que há cerca de 8 anos foram construídos no sistema *Dark House*, com capacidade aproximada para 83.000 aves por lote.

Nesse contexto, as granjas são integradas a uma empresa de grande porte. A empresa integradora fornece os pintainhos, a assistência técnica e a ração, mediante desconto sobre o valor do resultado do lote.

Ao final do período de alojamento, a integradora retira os frangos para abate e, posteriormente, entrega o resultado do lote mediante Relatório de Informações da Produção Integrada (RIPI), que detalha a renda bruta esperada, os descontos e as bonificações incidentes.

O produtor-integrado manifestou sua insatisfação com o percentual de atendimento em relação às metas de produção estabelecidas até aquele momento.

Com base nesse indicador, foram analisados os RIPI enviados pela integradora no período de janeiro a dezembro de 2021 para tentar identificar algumas lacunas que haviam entre a renda bruta esperada e o resultado final do lote (indicador fim) a fim de possibilitar o aumento do faturamento do produtor.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O RIPI aborda as informações gerais do local das granjas, os dados do lote de aves recebidos e os resultados gerais. A Remuneração Básica (RB), que representa a renda bruta esperada, é calculada com base na performance técnica do lote de aves alojadas. E, por fim, consta o resultado final do lote. Este resultado é calculado com base na RB e sofre incidência de penalizações e bonificações de acordo as regras estabelecidas pela integradora, como demonstrado na Figura 1.

FIGURA 1 - Resultado de um lote descrito no RIPI

DADOS DO LOTE:			
Pedide:	5700396334	Categoria:	FGO LV
Unidade:	8055 TH4	Kg/m²:	21,892
Material:	FLN-FGO VIV FEM LEV VEG ROSS TH4 DH	Aves/m²:	16,895
Cod Material:	0258961	Qtde Alojada:	81,094
Data Alojamento:	09/02/22	Qtde Abatida:	74,738
Hora Alojamento:	11:00	Mort. Total:	7,662
Data Aparilha:	10/03/22	Qtde Mortos:	3250
Hora Aparilha:	02:20	Qtde Eliminados:	1167
Data Abate:	10/03/22	Pintos Chegados Mortos:	45
Idade Abate:	28,6	Mortos Transporte:	67
Peso Méd. Pintos:	0,0468	Aves Faltantes:	1847
Peso Alojado:	3,791,98	Aves Consumidas:	0
Peso Médio:	1,3940	GPD:	0,047
Peso Total:	104,120	CAAF:	1,494
Ração Consumida:	154,970		
RESULTADOS DO LOTE:			
Valor do Frango Vivo por Kg em R\$:	3,1500		
Valor da Ração por Kg em R\$:	1,1868		
Valor do Pito em R\$:	0,8900		
	%	Kg	R\$
Percentual Básico:	7,1700	77,465,404	23,516,02
Aj Escala Produção:	0,0000	0,000	0,00
Aj Sazonalidade:	0,8700	965,844	2,853,41
Aj Sexo e Peso:	0,0000	0,000	0,00
Aj Genética:	0,4400	468,170	1,469,10
Remuneração Básica (RB):	8,4800	8.829,376	27.812,53
Aj Mortalidade:	0,0000	0,000	0,00
Aj Conv Alimentar:	-0,5885	-612,746	-1,930,15
Aj Meritocracia (MT):	-1,0945	-1.139,593	-3.589,72
Aj Cato Pata A:	0,0000	0,000	0,00
Aj Cato Pata B:	0,0000	0,000	0,00
Aj Cato Pata C:	0,0000	0,000	0,00
Aj Arranhadunas:	0,0000	0,000	0,00
Aj Paga Chemo:	0,0000	0,000	0,00
Aj Condições:	0,0000	0,000	0,00
Aj Acerto Peso:	0,1703	177,316	558,55
Aj Qualidade (QT):	0,1703	177,316	558,55
Aj Estrutural:	0,4240	441,469	1.390,63
Aj Procedimento:	0,4240	441,469	1.390,63
Aj Processos/Procedimentos (PP):	0,8480	887,938	2.781,76
Resultado Lote:	8,4038	8.750,037	27.562,62
Renda Bruta / Ave:	0,37	Renda Bruta/Ton:	264,7197
		Renda Bruta / m²:	5,34

FONTE: Os autores (2022)

Mesmo com os esforços do produtor, ele estava tendo prejuízo significativo em cada lote, pois as despesas das granjas não estavam sendo cobertas. Após a análise dos dados documentais, foram realizadas diversas visitas ao produtor durante os meses de novembro de 2022 a março de 2023. Durante esse período, observou-se o manejo das aves durante o período de engorda, desde o alojamento até a entrega para a integradora. Essa análise se fez necessária para verificar a possibilidade de melhorar os números da conversão alimentar. Isso porque há diversas variáveis críticas para análise que impactam na conversão alimentar, sendo que a fase que mais afeta o animal é a inicial, qual seja os primeiros 7 dias da ave.

Segundo Penz Junior (2018), nessa fase os pintinhos não possuem imunidade, não têm o sistema de termorregulação desenvolvido e necessitam desenvolver a estrutura digestiva e muscular, haja vista terem saído de uma condição embrionária, cuja base energética era a gordura da gema e a proteína da clara. Da mesma forma, Mendonça (2021) aponta que esse período influencia o desempenho das aves nas fases subsequentes em razão do frango de corte passar por grandes transições fisiológicas na primeira semana de vida.

Diante da importância dessa fase na vida do animal, foram observadas algumas variáveis que poderiam ser adequadas nas granjas estudadas e, conseqüentemente, promover melhora no desenvolvimento da ave. Isso porque é evidente que se esses indicadores comprometem o desenvolvimento do animal, isso impactará na conversão alimentar.

1.3. JUSTIFICATIVA

A proposta deste trabalho está relacionada à busca de oportunidades de melhora da conversão alimentar dos lotes de aves para engorda. Isso não apenas aumentaria o faturamento do produtor integrado, mas também proporcionaria condições para cobrir os custos fixos e variáveis das granjas, garantindo uma margem de lucro satisfatória. Com a melhora da conversão alimentar dos lotes e um resultado substancial em favor do produtor, amenizaria sua insatisfação e daria abertura para novos investimentos nas edificações avícolas.

1.4. HIPÓTESE

As amplitudes de temperatura e umidade do ambiente são captadas através de um painel eletrônico, cujos indicadores são regulados pelo produtor integrado, conforme orientações da Tabela 1 de entalpia e pelo extensionista.

TABELA 1 - Tabela prática para avaliação do ambiente de galpões de frangos de corte mediante Índice Entalpia de Conforto (IEC) na 1ª semana, relacionando temperatura e umidade

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
1 SEMANA	77,0	88,3	88,6	106,5	106,6	122,0	122,4	145,8

FONTE: NEAMBE (2021)

De acordo com os registros obtidos no painel, percebeu-se que a temperatura estava sendo programada com maior flexibilidade, ocasionando picos com maior amplitude do que as indicadas. Por exemplo, quando a temperatura ideal deveria ser de 30°C, constatou-se que estava sendo registrados 4°C a mais e 4°C a menos, a fim de para evitar disparos no alarme no dispositivo.

Quanto à umidade, o próprio software faz a regulação automática, ligando o sistema de refrigeração e aquecimento da granja de acordo com os parâmetros

definidos. Por outro lado, foi verificado excesso de umidade na cama dos aviários em razão do gotejamento por falha na regulação da pressão da coluna de água.

Sobre o consumo de água, conforme pontua Penz Junior (2018), os pintinhos necessitam de água para estimular o consumo de alimentos por produzirem pouca saliva. Para tanto, o produtor é orientado pelo extensionista a regular a altura dos bebedouros e a pressão da água. Contudo, a regulação da altura dos bebedouros e a pressão da água, apesar de acompanhadas pelo produtor, não estavam sendo observadas com a frequência e o cuidado necessários.

Observou-se, ainda, que as análises de pH da água que estavam na rotina do integrado indicavam que era alcalina. Entretanto, consoante esclarece Ravagnani (2022), a água com pH mais alcalino ou com excesso de matéria orgânica “pode inibir o consumo de água pelos animais, tendo um efeito negativo sobre o desempenho”. Verificou-se, nesse ponto, que não estavam sendo adotadas medidas de controle para corrigir o pH alcalino da água.

1.5. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é organizar a rotina do integrado no manejo dos aviários e, com isso, melhorar a conversão alimentar dos lotes, propiciando a satisfação do produtor com o resultado final.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A partir da identificação e contextualização do problema, tornou-se necessário um aprofundamento nos processos relacionados ao manejo de engorda de frango de corte, bem como nas ferramentas Lean e Seis Sigma. Neste capítulo, será apresentado o embasamento teórico utilizado durante a elaboração da solução do problema relacionado ao baixo ganho financeiro na atividade de engorda de frangos na Chácara Palmitinho.

2.1. PRODUÇÃO ENXUTA (*LEAN MANUFACTURING*)

A metodologia Lean tem suas raízes no período pós-guerra, período esse que o Japão estava em reconstrução e buscava aumentar sua eficiência produtiva para competir internacionalmente no mercado de bens de consumo. Nesse contexto, Taichii Ohno, um executivo da Toyota, desenvolveu um sistema com o objetivo de produzir mais com menos, eliminando os desperdícios no processo (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Ohno (1997) identificou cinco tipos de desperdícios:

1. Superprodução: produzir mais do que o necessário é considerado um desperdício;
2. Tempo de espera: qualquer tempo em que o produto está parado sem ser processado é considerado desperdício;
3. Transporte: movimentar produtos de um lugar para outro sem adicionar valor é um desperdício;
4. Processamento excessivo: fazer mais do que o necessário para atender às necessidades do cliente é uma forma de desperdício;
5. Estoques: manter grandes quantidades de estoque pode ser prejudicial, ocultando problemas e aumentando os custos associados.

Diante de tais desperdícios, surgiu o *Lean*, que visa produzir apenas o que é necessário, quando é necessário.

Além da eliminação dos desperdícios, segundo o *Lean Institute Brasil*, o pensamento *Lean* abrange os seguintes conceitos (2023):

- Criação de valor: é fundamental identificar e entender o que é realmente valioso para o cliente, focando na entrega de valor percebido;
- Fluxo contínuo: visa ter um fluxo contínuo de trabalho, sem interrupções ou gargalos, reduzindo o tempo de produção e melhorando a eficiência;
- Produção puxada: esforça-se para produzir somente o que é demandado pelo cliente, evitando superprodução e acúmulo desnecessário de inventário;
- Perfeição (*Kaizen*): promove a busca contínua pela melhoria, incentivando todos na identificação e implementação de melhorias constantes nos processos;
- Envolvimento dos funcionários: os funcionários são valorizados como contribuintes para a melhoria contínua, incentivados a sugerir melhorias e resolver problemas.
- Flexibilidade e resposta rápida (*heijunka*): busca ser flexível para se adaptar a mudanças na demanda do cliente, nivelando a produção para atender à demanda de forma constante;
- Qualidade em primeiro lugar (*jidoka*): garante a qualidade desde o início interrompendo a produção imediatamente ao detectar problemas.

Uma vez que a cultura *Lean* é implementada e os desperdícios são eliminados, os benefícios incluem aumento da eficiência, redução de custos, melhoria da qualidade e maior satisfação do cliente, apresentados na Figura 2 a seguir.

FIGURA 2 - Benefícios alcançados após implantação de projeto com a metodologia Lean



FONTE: Werkema (2012)

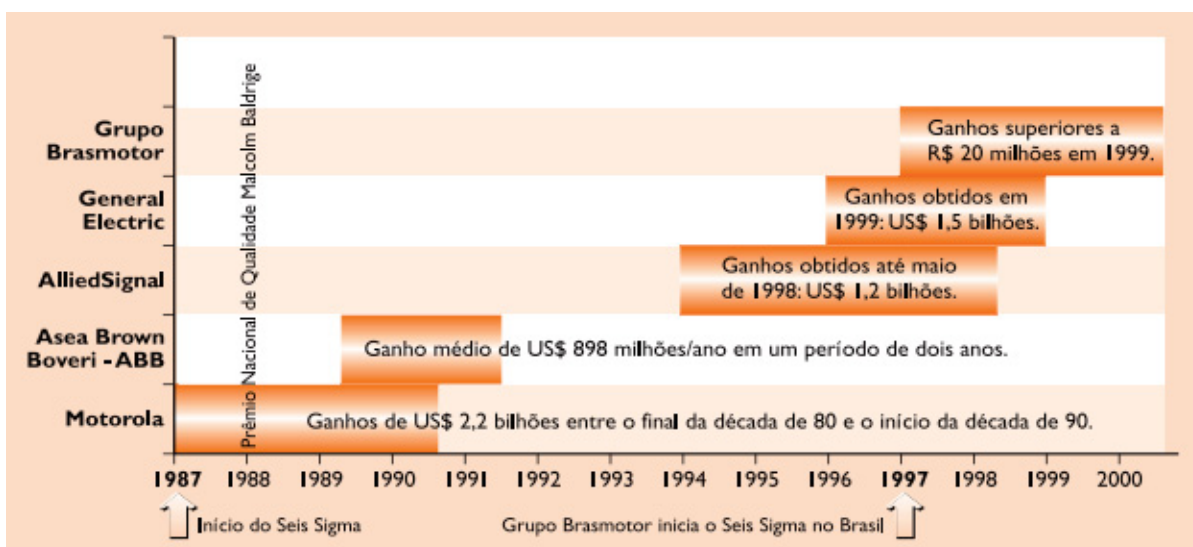
A Figura 2 mencionada indica que o aumento da competitividade da companhia ocorre a partir do investimento de energia no que realmente agrega valor ao cliente. Isso implica em entregar o que ele deseja com custo baixo, da maneira e no tempo que ele espera.

2.2. SEIS SIGMA (*SIX SIGMA*)

A metodologia Seis Sigma, desenvolvida pelo engenheiro da Motorola, Bill Smith, representa uma abordagem robusta para a melhoria de processos. Ele introduziu uma ferramenta de decisão por meio de análises estatísticas voltadas para a entender as necessidades dos clientes e assim atendê-los de forma eficiente e econômica. Esse método foi fundamental para a Motorola Inc., um lucro de 2,2 bilhões de dólares entre a década de 80 e 90 (SNEE, 2010).

A partir do sucesso da Motorola e da conquista do Prêmio Nacional de Qualidade *Malcolm Baldrige*, outras empresas como Sony, Allied Signal e GE passaram a adotar o Seis Sigma em seus processos, obtendo significativos ganhos financeiros, como demonstrado na Figura 3. O resultado atingido pela Brasmotor, primeira empresa brasileira a implementar a metodologia Seis Sigma, também é destacado nessa Figura (WERKEMA, 2012).

FIGURA 3 – Ganhos financeiros obtidos após implementação do Seis Sigma



FONTE: Werkema (2012)

A metodologia Seis Sigma, apesar de não trazer novidade relacionada às ferramentas estatísticas utilizadas para resolver problemas, sua inovação reside na estrutura aplicada nessa solução. Isso inclui a mensuração dos ganhos financeiros, a aplicação da metodologia em todos os níveis da organização e o método de cinco etapas conhecido como DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control* / Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) (WERKEMA, 2012).

De acordo com Rodrigues (2006), o método DMAIC possui a seguinte definição:

D: Etapa em que o escopo do projeto é precisamente definido, constituindo uma equipe multidisciplinar para entender as necessidades do cliente.

M: Etapa para determinar a localização ou foco do problema, avaliando a confiabilidade dos dados disponíveis ou coletando novos dados, se necessário.

A: Etapa para determinar as causas dos problemas prioritários identificados após a estratificação do foco do problema.

I: Inicia-se a implementação das soluções para os problemas prioritários, avaliando se as metas estão sendo alcançadas.

C: Etapa para verificar a sustentabilidade a longo prazo do alcance das metas propostas.

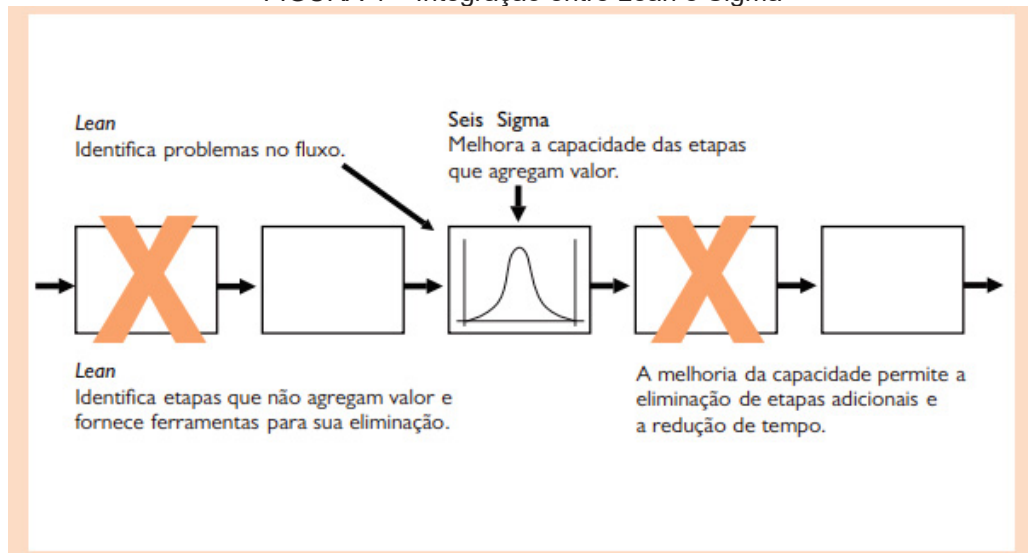
Por meio da metodologia DMAIC, o Seis Sigma não apenas otimiza processos e reduz falhas, mas também promove uma cultura de excelência e melhoria contínua em toda a empresa, ao priorizar a mensuração dos ganhos financeiros e a formação de equipes multidisciplinares focadas nas necessidades do cliente. Ao combinar ferramentas estatísticas com uma abordagem estruturada e orientada para resultados tangíveis, o Seis Sigma destaca-se como uma metodologia poderosa para impulsionar a eficiência operacional e a competitividade no mercado atual.

2.3. INTEGRAÇÃO *LEAN MANUFACTURING* E SEIS SIGMA

Considerando os conceitos anteriormente abordados, as metodologias *Lean* e Seis Sigma são implementadas a fim de reduzir os custos operacionais de uma empresa. Enquanto o *Lean Manufacturing* visa diminuir o *lead time* e reduzir etapas

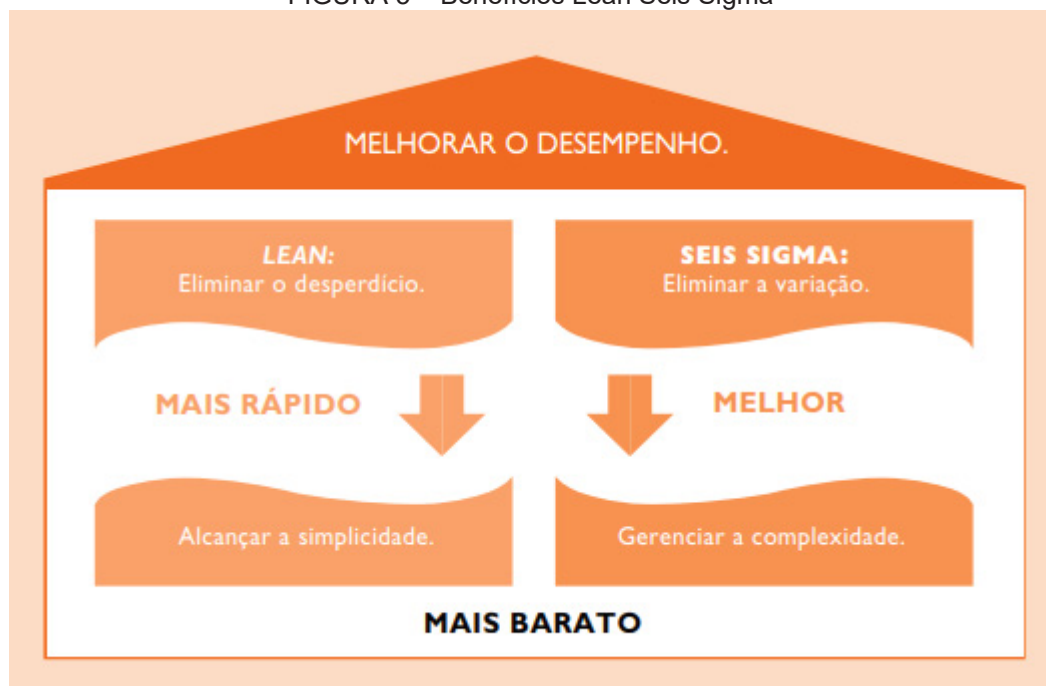
que não agregam valor ao processo, o Seis Sigma concentra-se na redução da variabilidade para atingir um menor custo. No entanto, essas metodologias não se excluem, podem ser utilizadas de forma complementar ou paralela (Werkema, 2012), como ilustrado nas Figuras 4 e 5.

FIGURA 4 – Integração entre Lean e Sigma



FONTE: Werkema (2012)

FIGURA 5 – Benefícios Lean Seis Sigma



FONTE: Werkema (2012)

Por meio da economia financeira e do aumento da satisfação do cliente, empresas vêm aproveitando os benefícios da implementação da estratégia *Lean Seis Sigma* em seus processos.

Em estudos compilados no livro organizado por Renata Ferreira (2018), observar-se a utilização da metodologia *Lean Seis Sigma* em diferentes setores e processos, tais como: hospitais, metalúrgicas, fábricas de doces e, até mesmo, no processo de contratação pública. Em diversos momentos, fica evidente que a aplicação dessa cultura visa o controle do processo produto e seu desenvolvimento. Portanto, além de possibilitar ganhos financeiros significativos, essa metodologia demonstra ser versátil ao ponto de ser implementada em diferentes setores.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto foi iniciado no mês de setembro de 2022 com previsão de conclusão para novembro de 2023. De acordo com o cronograma, que pode ser evidenciado na Tabela 2, os meses iniciais do projeto (setembro e outubro de 2022) foram dedicados ao mapeamento dos processos da granja para definição dos problemas macro e, também, dos problemas específicos, bem como da meta na etapa *Define*. Além disso, realizou-se pesquisas bibliográficas com o objetivo de aprofundamento da metodologia *Lean Six Sigma*, além de conteúdos relacionados ao manejo técnico de granja de aves.

Nos meses sequenciais, deu-se início à coleta e à validação de dados na etapa *Measure*, sendo as principais fontes os documentos identificados como RIPI. Isso porque é esse o documento que demonstra a remuneração do produtor, na medida em que, consoante se extrai da Figura 1, consta dados do lote e respectivos valores de bonificação e descontos considerados para cálculo da remuneração ao final de cada lote. Para estudo deste caso, considerou-se o histórico dos lotes de aves alojadas no período de janeiro a dezembro de 2021.

Os dados dos RIPI também foram utilizados na etapa *Analyze*, para estratificação das fontes e/ou causas dos custos e bônus e seu impacto na remuneração do produtor. Essa etapa iniciou em dezembro de 2022 e se estendeu até março de 2023. Em seguida, até o final do mês de junho de 2023, foram trabalhadas as ações sobre as causas identificadas anteriormente e sobre a padronização do processo, com o objetivo de desenvolver a etapa *Improve*. Por fim, entrou-se no período de controle, que perdurou de julho até novembro de 2023. Na etapa *Control*, foram monitorados cinco lotes de aves para confirmação dos resultados do projeto.

TABELA 2 - Cronograma de desenvolvimento do projeto

ETAPAS DO PROJETO	2022				2023							
	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto
Define												
Measure												
Analyze												
Improve												
Control												

FONTE: Os autores (2022)

A comissão do projeto foi composta pelos autores, pela professora orientadora e contou com apoio da equipe de gestão da granja. Nesse cenário, como sendo o *Sponsor* do projeto tem-se o próprio dono, como *Champion* do projeto tem-se o encarregado da granja. Como líderes *black belts* têm-se os três orientados.

Foram realizadas reuniões digitais e inúmeras visitas técnicas ao local dos processos. Nessas visitas, a equipe teve acesso aos documentos referentes à remuneração do produtor, aos padrões de processo e, com a autorização dos gestores, foram coletados dados, realizados testes, fotografadas as estruturas da granja e desenvolvidos os delineamentos experimentais.

Foram realizadas reuniões digitais e inúmeras visitas técnicas ao local dos processos. Nessas visitas, a equipe teve acesso aos documentos referentes à remuneração do produtor, aos padrões de processo e, com a autorização dos gestores, foram coletados dados, realizados testes, fotografadas as estruturas da granja e desenvolvidos os delineamentos experimentais.

Nos tópicos a seguir, será detalhado o desenvolvimento da metodologia DMAIC com aplicação em uma granja de aves com o objetivo macro de aumentar o faturamento do produtor.

3.1. FASE DEFINIR

3.1.1. Descrição do problema e objetivo do projeto

O projeto teve como base os dois aviários existentes na Chácara Palmitinho, localizada no interior de Castro/PR, de propriedade de Carlos Magno Costa, tendo seu filho, Alexandre Magno Costa, como encarregado. Foram analisadas a produção familiar e a dinâmica de trabalho nos aviários.

O proprietário iniciou a avicultura de corte de perus no ano de 2001, com manejo tradicional, ou seja, sem automação, mediante vínculo com determinada empresa integradora. Por volta do ano de 2011, a integradora, por mudança estratégica, alterou a produção de perus para frango. Desse modo, o proprietário deixou de alojar perus e adequou suas granjas para receber frangos, mas ainda com manejo tradicional.

No ano de 2013, o produtor iniciou a construção de duas granjas no sistema *Dark House* e, no ano de 2015, com a finalização da construção, as granjas passaram a ter sistemas de automação, com tecnologia mais avançada para controle sanitário, de ambiência e alimentar. Em abril daquele ano, o produtor iniciou as atividades nas granjas, as quais passaram a receber os pintainhos, conforme apresentado Figura 6.

FIGURA 6 - Foto interna da *Dark House* em funcionamento



FONTE: Os autores (2021)

Com o início do alojamento há cerca de 8 anos e com as informações obtidas pelos RIPI a partir desse período, o produtor começou a montar seu histórico de indicadores, observando, contudo, a ausência de constância destes. Ao Avaliar esse histórico de indicadores de desempenho da granja, foram evidenciadas oportunidades para aumentar o faturamento do produtor.

Nessa avaliação inicial, percebeu-se que o produtor vinha sendo bonificado e/ou penalizado no pagamento com base no atendimento de alguns critérios pré-definidos. Com isso, a equipe decidiu trabalhar para que tais critérios fossem atendidos de forma a maximizar as bonificações e reduzir as penalizações. Diante disso, foi definido o problema a ser abordado no estudo de caso: deficiência de atendimento de indicadores (ou critérios pré-definidos) pela integração impactando negativamente na remuneração da granja (indicador final).

3.1.2. Descrição do indicador

A métrica definida para mensurar os resultados do trabalho consiste em um percentual de atendimento entre o valor pago ao produtor ao final do lote e o valor da renda bruta esperada para aquele lote. Detalhadamente:

- Percentual de atendimento: a relação entre o resultado do lote e a renda bruta esperada.
- Resultado do lote: o valor, em reais, que o produtor realmente recebe pela entrega do lote após aplicadas as penalizações e bonificações.
- Renda bruta esperada: o valor, em reais, que o produtor deveria receber pelo lote caso não houvesse nenhuma penalização nem bonificação pelos critérios determinados.

O cálculo do indicador principal do projeto é dado pela seguinte fórmula:

$$\text{Atendimento (\%)} = \frac{\text{Resultado do lote (R\$)}}{\text{Renda bruta esperada (R\$)}} \times 100$$

3.1.3. Histórico do problema

Inicialmente, foram obtidos os dados de faturamento, lote a lote, do ano de 2021 para análise. As análises forneceram as informações necessárias para entender o comportamento do problema em questão, incluindo situações de sazonalidade, que são muito relevantes em relação ao problema. A base de dados geral do projeto foi construída levando em consideração o histórico de dados obtidos dos RIPI.

Ao analisar os RIPI enviados pela integradora no período de janeiro a dezembro de 2021, observou-se um resultado negativo de R\$ - 17.782,90, detalhado mês a mês na Tabela 3. Pode-se notar que, mesmo com os esforços do produtor, ele estava tendo prejuízo significativo em cada lote por não estar cobrindo as despesas das granjas.

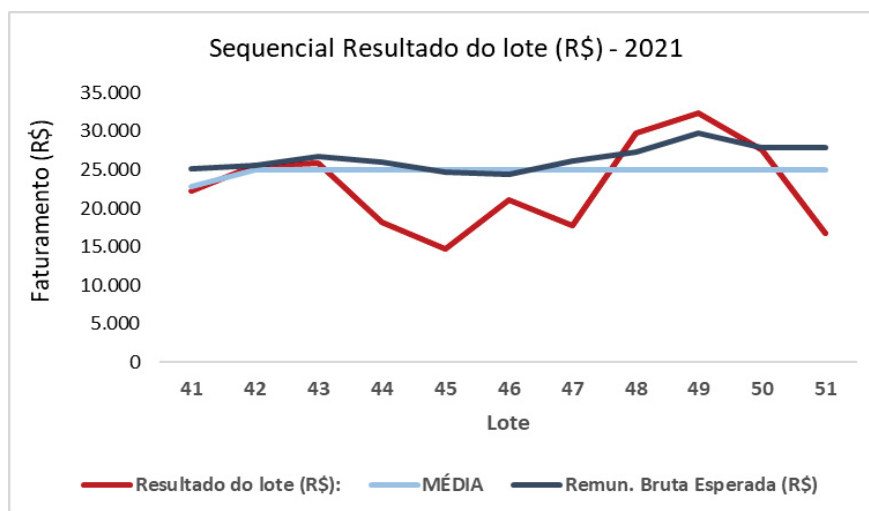
TABELA 3 - Dados históricos (Lotes de 2021)

Lote	Resultado do lote	Remun. Bruta Esperada	Diferença
41	R\$ 22.231	R\$ 25.064	-R\$ 2.833
42	R\$ 25.559	R\$ 25.596	-R\$ 38
43	R\$ 25.890	R\$ 26.665	-R\$ 775
44	R\$ 18.184	R\$ 26.002	-R\$ 7.818
45	R\$ 14.703	R\$ 24.729	-R\$ 10.026
46	R\$ 21.100	R\$ 24.459	-R\$ 3.359
47	R\$ 17.709	R\$ 26.214	-R\$ 8.505
48	R\$ 29.689	R\$ 27.290	R\$ 2.399
49	R\$ 32.408	R\$ 29.737	R\$ 2.671
50	R\$ 27.563	R\$ 27.813	-R\$ 250
51	R\$ 16.709	R\$ 27.925	-R\$ 11.216

FONTE: Os autores (2022)

Na Figura 7, é possível confirmar os indícios da ocorrência do problema, visto que há oportunidade de captura financeira (diferença entre o valor de renda esperada para o lote e o valor real recebido pelo produtor) em mais de 80% dos lotes avaliados.

FIGURA 7 - Histórico do problema



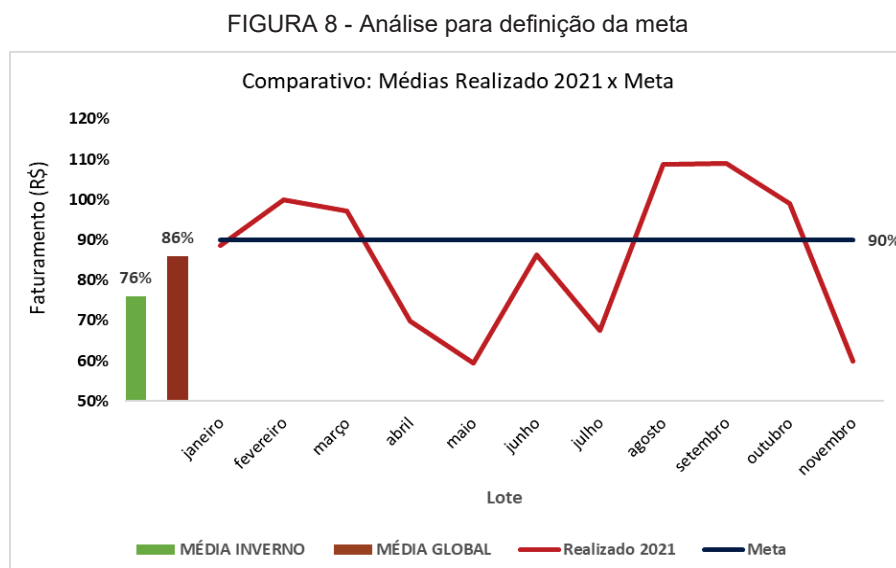
FONTE: Os autores (2022)

Então, quanto menor o resultado do lote, menor o resultado do indicador avaliado no projeto.

3.1.4. Definição da meta e ganhos do projeto e justificativa

Como a equipe de gestão da granja não estava conseguindo identificar as causas que impediam o alcance do faturamento esperado, o grupo de especialização vislumbrou a oportunidade de desenvolver o projeto, através da metodologia DMAIC, a fim de ajudar o produtor a melhorar seu faturamento. Isso se deve ao fato de que, como descrito no histórico do problema, a granja apresentava dificuldades na manutenção de suas atividades.

Ao comparar a média dos meses de inverno de 2021 (76% de atendimento) e a média global do mesmo ano (86%), observou-se que nos períodos mais frios há um desvio maior da renda esperada. Essa análise pode ser evidenciada na Figura 8.



FONTE: Os autores (2022)

Esse fator foi levado em consideração na definição da meta, a fim de evitar a proposição de uma meta inalcançável nos meses de inverno, período em que há fatores sazonais que não podem ser controlados pelo produtor. Assim, definiu-se como meta um percentual de 90% de atendimento, o que representa uma lacuna de apenas 4% em relação à média global histórica. Todavia, nos meses frios, essa lacuna representa 14% para o produtor, o que, no entendimento do grupo, torna a meta desafiadora.

Para a simulação de ganhos, considerou-se como base o histórico dos lotes de 2021, em que a remuneração bruta esperada ao produtor naquele ano foi de R\$

291.494,00. Com base nesse valor e considerando esse que a meta corresponde a 90% deste, espera-se que o produtor alcance um faturamento de R\$ 262.344,00 (90% de R\$ 291.494,00/ano).

Diante da situação acima exposta, foi elaborado o documento chamado *Project Charter*, que representa o contrato entre os responsáveis por desenvolver o projeto e os responsáveis pela empresa. Tal contrato, que pode ser observado na Figura 9, contém todas as informações relevantes ao projeto e é assinado por todas as partes interessadas.

FIGURA 9 - *Project Charter*

 Projeto Lean Seis Sigma Project charter	
Champion Responsável:	Carlos Magno Costa
Empresa:	Chácara Palmitinho
Título do Projeto:	Aumento de faturamento de uma granja de aves
Descrição do Problema/Oportunidade: Avaliando o histórico de indicadores de desempenho da granja de aves alojada na Chácara Palmitinho, em Castro - PR, evidenciou-se oportunidades de melhoria (nos indicadores meio), com o objetivo de aumentar o faturamento do produtor, ou seja, o valor do resultado final do lote (indicador fim).	
Definição da Meta Aumentar de 86% para 90% o valor médio do indicador de atendimento (%) do Resultado do Lote em relação a Renda Bruta Esperada até Agosto de 2023.	
Avaliação do Histórico do Problema	
	Conclusão: Para o período em estudo, evidenciou-se que 80% dos resultado do lote (R\$) estão abaixo da Remuneração Bruta Esperada (R\$). Isto indica que o integrado está performando abaixo do esperado.
Restrições e Suposições Não serão avaliadas influências relacionadas à integradora, tais como, raça, ração, idade das matrizes, entre outros.	
Equipe de Trabalho Paulo Ricardo Rodrigues Camargo Nathália Menezes Medeiros Tiago Silvio Ribeiro Orientação: Carla Regina Mazia Rosa	
Cronograma Preliminar	
Define Measure	out/22 dez/22
Analyse Improve	mar/23 jun/23
Control	ago/23
 Assinatura Champion	
 Assinatura integrante equipe	

FONTE: Os autores (2023)

3.1.5. Fluxo do processo

Com o intuito de definir o escopo do projeto, uma matriz SIPOC foi estabelecida conforme Figura 10, na qual é possível identificar os fornecedores, os insumos, os produtos, os consumidores e, principalmente, o processo gerador do problema.

FIGURA 10 - Matriz SIPOC

Fornecedores Suppliers	Insumos Inputs	Processo Process	Produtos Outputs	Consumidores Customers
Fornecedor de insumos	Maravalha/Peletes	Limpeza e preparo da granja	Granja limpa e preparada	Granja
Incubatório	Pintainhos	Recebimento de pintainhos	Pintainhos recebidos	Granja
Incubatório	Pintainhos	Alojamento de pintainhos	Pintainhos alojados	Granja
Fábrica de Ração/Granja	Alimentação/água	Manejo das fases de crescimento	Acompanhamento da engorda	Granja
Granja	Amostragem de peso	Apanha de aves	Frango com peso de corte	Transportadora
Transportadora	Frangos com peso de corte	Transporte das aves	Deslocamento das aves	BRF

FONTE: Os autores (2023)

A equipe focou-se, com base em análises críticas, nas etapas do processamento em si e dos produtos entregues em cada etapa, já que, em sua grande maioria, os demais elementos da matriz (tais como insumos, fornecedores e clientes) estavam fora do alcance do trabalho.

3.2. FASE MEDIR

3.2.1. Fatores ou critérios de estratificação

Com base nos RIPI, foram estratificadas as principais bonificações e penalizações financeiras que o produtor sofreu da empresa integradora ao longo do tempo em estudo. O resumo do histórico de remuneração dos produtos por fatores de impacto em 2021 pode ser observado na Tabela 4:

TABELA 4 - Impactos financeiros, por motivos, nos resultados do lote

Lote	Mortalidade (R\$):	Conversão (R\$):	Calo Pata A (R\$):	Calo Pata B (R\$):	Calo Pata C (R\$):	Arranhaduras (R\$):	Papo cheio (R\$):	Condenações (R\$):	Acerto de peso (R\$):	Estrutural (R\$):	Procedimento (R\$):	Resultado do lote (R\$):
41	-963,48	-3389,26	-1066,47	0	0	0	0	0	129,97	1253,21	1202,96	22231,18
42	340,22	-3478,74	0	0	0	0	0	0	592,34	1279,82	1228,56	25558,57
43	52,61	-2101,94	-1161,28	0	0	0	0	0	-177,55	1333,23	1279,97	25889,68
44	-1452,17	-7421,84	-1223,45	0	0	0	0	0	-268,97	1300,12	1248,05	18184,05
45	-913,79	-11596,31	0	0	0	0	0	0	60,54	1236,45	1187,11	14703,02
46	-410,43	-5509,18	0	0	0	0	0	0	163,75	1222,94	1174,02	21099,84
47	34,5	-11231,67	0	0	0	0	0	0	122,65	1310,78	1258,36	17708,91
48	-371,52	-480,61	0	0	0	0	0	0	576,87	1364,48	1309,77	29688,62
49	764,9	879,27	0	0	0	0	0	0	-1947,16	1486,85	1486,85	32407,79
50	-1659,57	-1930,15	0	0	0	0	0	0	558,55	1390,63	1390,63	27562,62
51	-671,03	-11876,04	0	0	0	0	0	0	-1182,27	1396,13	1116,91	16708,79

FONTE: Os autores (2023)

As penalizações são apontadas pelos sinais negativos, indicando a perda financeira do produtor em decorrência do não atendimento aos requisitos técnicos de manejo. Por outro lado, as bonificações são registradas positivamente, em razão do ganho financeiro do produtor.

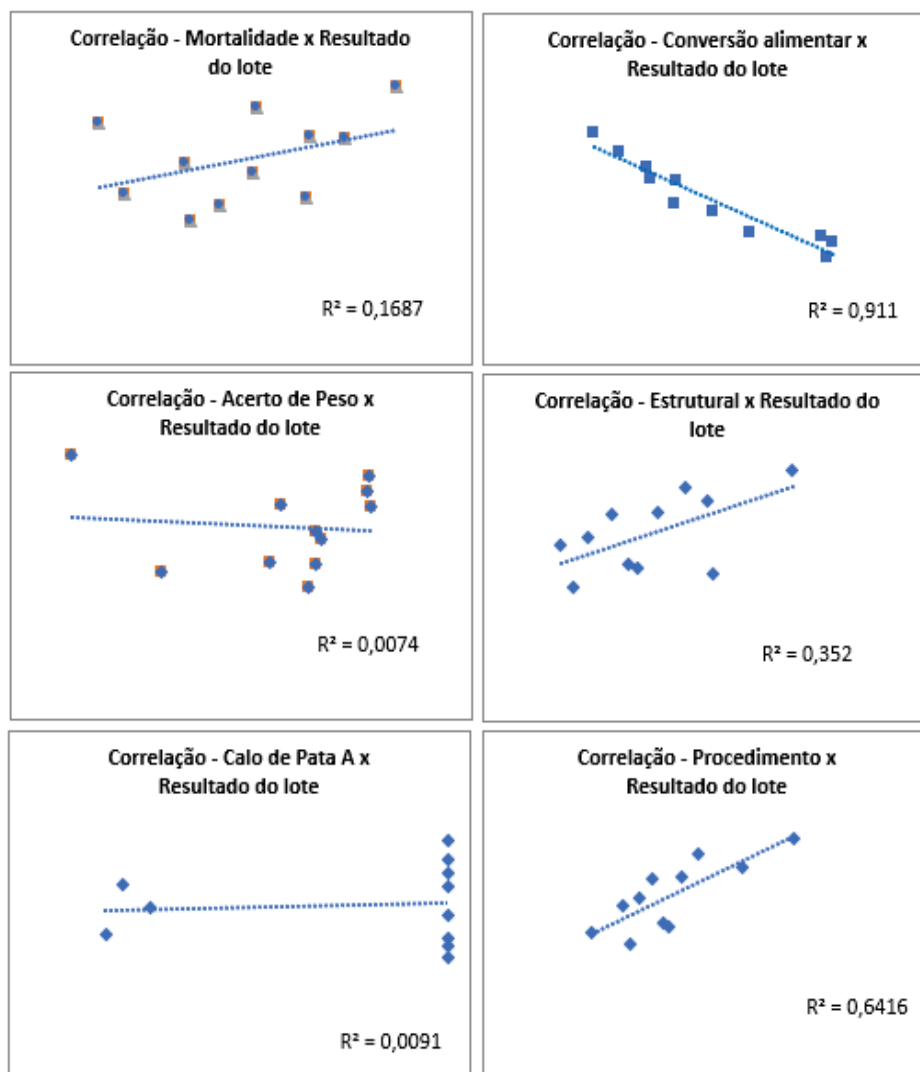
3.2.2. Confiabilidade dos dados e coleta de dados

A principal fonte de dados para a estratificação do problema foram as planilhas RIPI, semelhante à Figura 1. Nesse documento, a própria empresa expõe os indicadores que impactaram na remuneração do produtor, tendo como base critérios pré-definidos e valores de referência determinados por fatores técnicos. Diante disso, ponderou-se a respeito da confiabilidade desses dados, de modo que todas as análises foram realizadas de acordo com os RIPI, não sendo necessária nova coleta de dados para a estratificação.

3.2.3. Focos do problema

A equipe avaliou estatisticamente a correlação entre cada indicador do RIPI e o resultado final do lote, traçando, assim, a regressão linear, através da qual foram obtidas as linhas de tendência (correlação) contidas na Figura 11.

FIGURA 11 - Análise de correlação linear entre fatores e remuneração do produtor



FONTE: Os autores (2023)

Pontue-se que os fatores calo de pata B, calo de pata C, arranhadura, papo cheio e condenações não foram considerados para a análise de correlação, uma vez que não impactaram no resultado em nenhum dos lotes avaliados historicamente.

Com base nos valores obtidos a título de regressão, foram calculados os coeficientes de correlação linear de cada fator em relação à remuneração do produtor. Assim, foi possível estabelecer os coeficientes de correlação indicados na Tabela 5, em ordem da maior para a menor correlação.

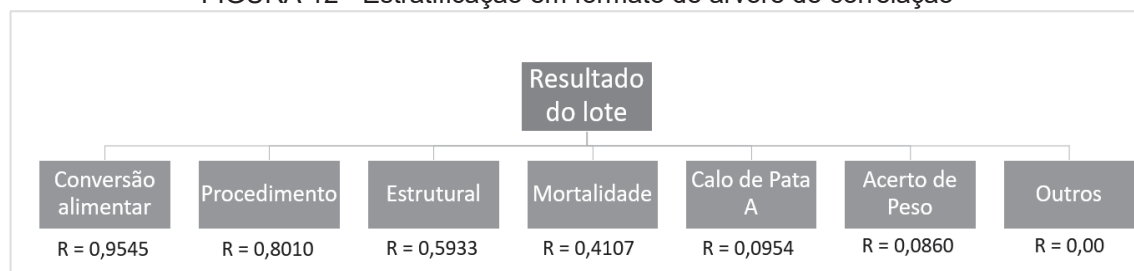
TABELA 5 - Valores de coeficiente de correlação por motivo de remuneração

Fator	Valores de R - Coeficientes de correlação
Conversão alimentar	95,45%
Procedimento	80,10%
Estrutural	59,33%
Mortalidade	41,07%
Calo de pata A	9,54%
Acerto de peso	8,60%

FONTE: Os autores (2023)

Também é possível estabelecer correlação no formato de árvore de estratificação, conforme ilustrado na Figura 12.

FIGURA 12 - Estratificação em formato de árvore de correlação



FONTE: Os autores (2023)

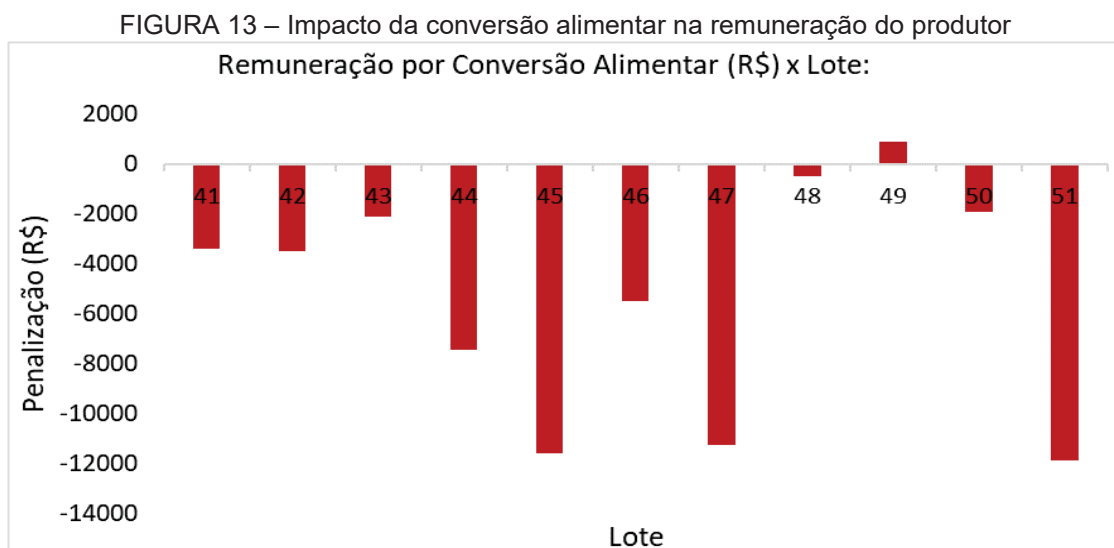
Considerando tais dados, pode-se concluir que os fatores que produzem maior impacto na remuneração do produtor em estudo são, respectivamente: a conversão alimentar, o procedimento e o indicador estrutural, que se refere às instalações. Diante disso, passou-se a considerar que o principal foco do problema seria a conversão alimentar, que pode ser influenciada pelo procedimento e pela própria estrutura dos aviários.

A conversão alimentar está fortemente relacionada com a remuneração, mas de forma a penalizar o produtor, o que será possível confirmar nas seções seguintes. Portanto, medidas de controle de manejo podem ser adotadas sobre este indicador.

Os fatores de procedimento e estrutural, que também estão fortemente relacionados com a remuneração, visam beneficiar o produtor. Contudo, exigem a apreciação de indicadores que não serão analisados neste projeto. Assim, o problema específico para seguimento nas demais fases do projeto considerará principalmente o valor referente às penalizações financeiras do produtor por conversão alimentar.

3.2.4. Análise de variação dos focos

A Figura 13 mostra o comportamento do principal foco do problema abordado pelo grupo: a influência da conversão alimentar na remuneração do produtor. Vislumbra-se que, na maioria dos lotes, o impacto da conversão alimentar foi negativo no resultado.



FONTE: Os autores (2023)

Além disso, percebe-se que, durante o período avaliado, houve grande variação das penalizações relacionadas à conversão alimentar na remuneração do produtor por cada um dos lotes, o que será melhor averiguado no decorrer deste trabalho.

3.2.5. Descrição e comprovação das metas específicas

Definido o problema específico como sendo a conversão alimentar, fez-se necessário a meta específica para este indicador, a fim de permitir ao produtor atingir 90% da renda bruta esperada para cada lote.

Após constatação da correlação entre a remuneração do produtor e as penalizações financeiras provocadas pelo resultado de conversão alimentar de determinado lote, buscou-se observar o comportamento do resultado do lote em relação à Conversão Alimentar de Aviário Fechado (CAAF). Através dos RIPI, foram

obtidos os resultados de conversão alimentar e foram relacionados na Tabela 6 com a remuneração esperada, o resultado do lote e o percentual de atendimento.

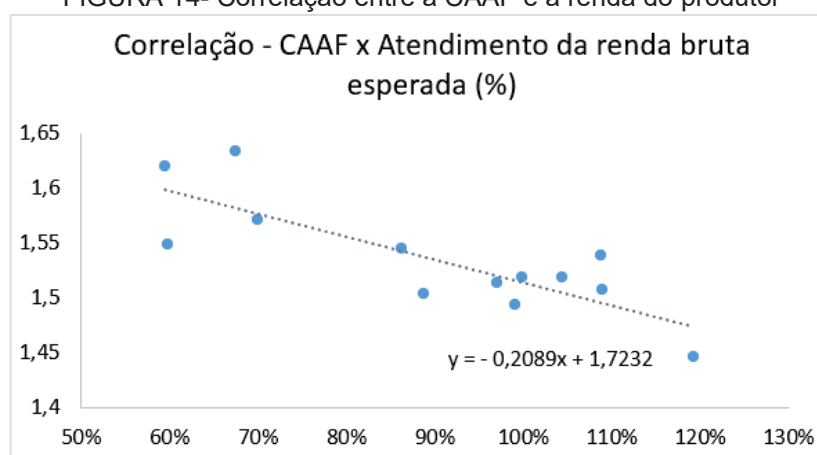
TABELA 6 - Valores da CAAF por lote

Lote	Remuneração Bruta Esperada (R\$):	Resultado do lote (R\$):	Atendimento (%)	CAAF (kg de ração/kg ganho):
41	R\$ 25.064,25	R\$ 22.231,18	89%	1,504
42	R\$ 25.596,37	R\$ 25.558,57	100%	1,518
43	R\$ 26.664,63	R\$ 25.889,68	97%	1,514
44	R\$ 26.002,31	R\$ 18.184,05	70%	1,571
45	R\$ 24.729,02	R\$ 14.703,02	59%	1,62
46	R\$ 24.458,74	R\$ 21.099,84	86%	1,545
47	R\$ 26.214,19	R\$ 17.708,91	68%	1,634
48	R\$ 27.289,63	R\$ 29.688,62	109%	1,538
49	R\$ 29.737,07	R\$ 32.407,79	109%	1,507
50	R\$ 27.812,53	R\$ 27.562,62	99%	1,494
51	R\$ 27.925,08	R\$ 16.708,79	60%	1,549
52	R\$ 33.997,89	R\$ 40.536,81	119%	1,446
53	R\$ 31.428,50	R\$ 32.837,46	104%	1,518

FONTE: Os autores (2023)

Sendo assim, é possível definir a correlação linear entre o rendimento financeiro do lote em percentual e a renda bruta esperada, bem como com a própria conversão alimentar conforme demonstrado na Figura 14.

FIGURA 14- Correlação entre a CAAF e a renda do produtor



FONTE: Os autores (2023)

Através dessa correlação, obteve-se a equação da regressão relacionada à CAAF. Com base nela e diante do percentual de atendimento mínimo de 90% (representado por “x” na equação), foi calculada a meta específica de conversão

alimentar (representado por o “y” na equação) como sendo inferior a 1,53519 kg de ração por kg de peso ganho, conforme demonstrado pelo cálculo abaixo:

$$\begin{aligned}y &= -0,2089 x + 1,7232 \\y &= -0,2089 (0,9) + 1,7232 \\y &= 1,53519 \text{ kg de ração/kg de peso}\end{aligned}$$

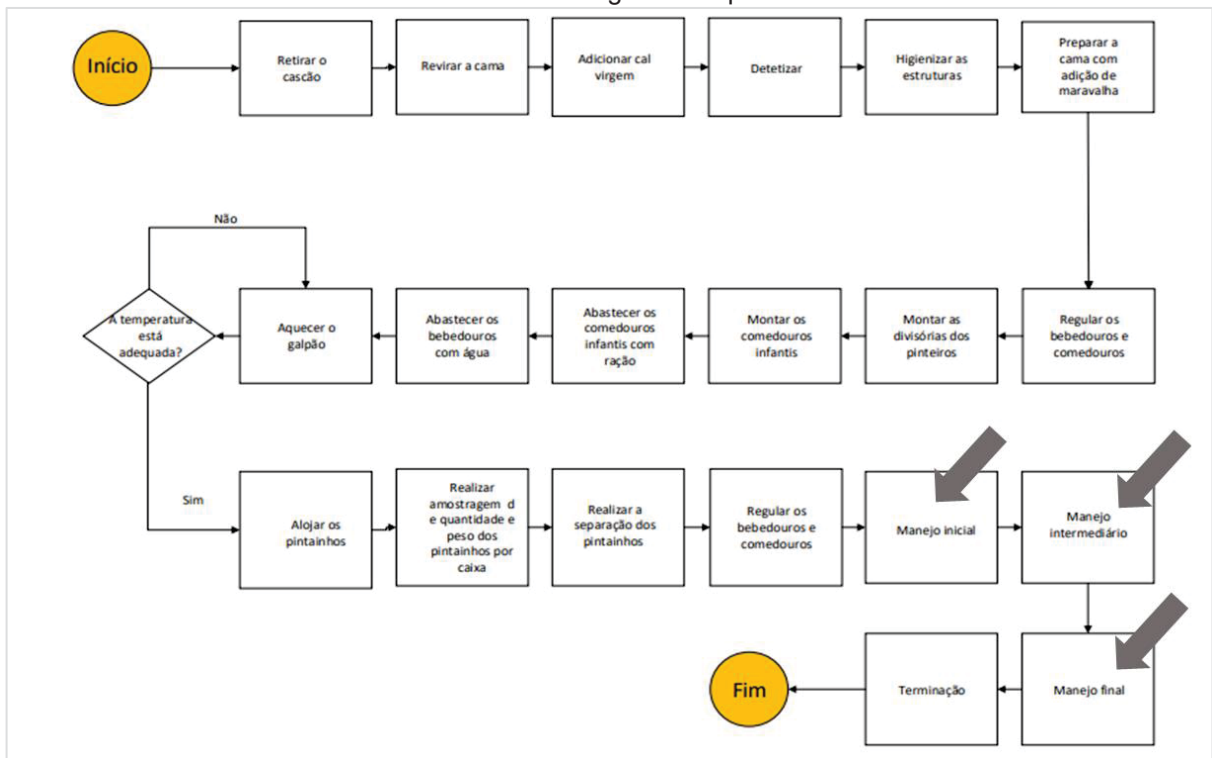
Dessa forma, espera-se que, conseguindo reduzir a conversão alimentar abaixo do valor calculado, o produtor deverá alcançar a meta proposta (quanto menor, melhor). Com a meta estabelecida, foram iniciadas as etapas de manejo, com o intuito de atender a esse indicador e possibilitar sua conclusão.

3.3. FASE ANALISAR

3.3.1. Processo gerador do problema

Para iniciar a etapa de análise, o primeiro passo consistiu em identificar as principais etapas do processo e quais seriam as mais relevantes para o estudo e a resolução do problema específico. Com base nisso, buscou-se elaborar o fluxograma de todo o processo realizado na granja, conforme Figura 15, para então extrair as principais etapas com o objetivo de melhorar a conversão alimentar.

FIGURA 15 - Fluxograma do processo



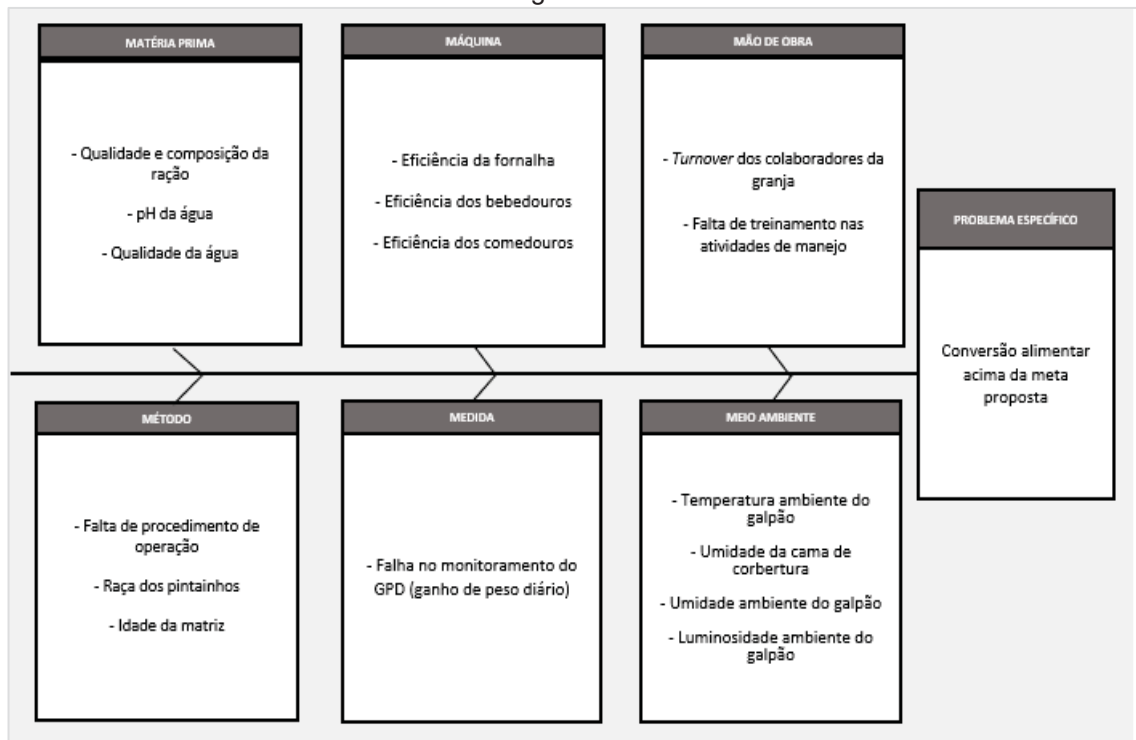
FONTE: Os autores (2023)

Após estabelecidas as etapas mencionadas anteriormente, concluiu-se que as principais etapas a serem trabalhadas são manejo inicial, o manejo intermediário e o manejo final. Essas etapas foram identificadas com as mais relevantes para alcançar o resultado esperado no projeto.

3.3.2. Possíveis causas do problema

Aplicou-se a metodologia de *brainstorming* para identificar das causas potenciais. Durante um encontro, toda a equipe e colaboradores da granja se reuniram para selecionar, em um diagrama de causa e efeito, conforme Figura 16, os principais fatores causadores do problema de conversão alimentar, segundo suas opiniões.

FIGURA 16 - Diagrama de causa e efeito



FONTE: Os autores (2023)

Cada sugestão foi registrada para ser testada, confirmada e, em seguida, priorizada. A seguir estão listadas as causas potenciais identificadas pelos membros da comissão multidisciplinar:

- Eficiência da fôrnilha reduzida;
- Eficiência dos bebedouros reduzida;
- Eficiência dos comedouros;
- Falha no monitoramento do GPD (Ganho de Peso Diário);
- Falta de procedimento de operação;
- Falta de treinamento nas atividades;
- Idade da matriz;
- luminosidade ambiente do galpão;
- PH da água fora do padrão;
- Qualidade da água;
- Qualidade e composição da ração;
- Raça dos pintinhos;
- Temperatura ambiente do galpão fora do padrão;

- *Turnover*;
- Umidade ambiente do galpão;
- Umidade da cama de cobertura elevada.

3.3.3. Priorização das causas potenciais

No processo de priorização das causas potenciais, foi adotada a metodologia da matriz de priorização ou matriz GUT (acrônimo para Gravidade, Urgência e Tendência). Para isso, foi estabelecido um padrão de pontuação de 1 a 5, respectivamente, para representar a menor para maior relevância da causa potencial.

Cada membro da equipe atribuiu uma pontuação à possível causa conforme sua opinião sobre o impacto dessa causa no efeito. Seguindo essa metodologia, maiores notas representam maior relevância da possível causa. Após receber as pontuações de cada membro, calculou-se um resultado final multiplicando todas as pontuações, conforme consta na Tabela 7.

TABELA 7 - Matriz de priorização

POSSÍVEL CAUSA	Nathália	Paulo	Tiago	Alexandre	Nota Multiplica
Falta de treinamento nas atividades	5	5	5	5	625
Temperatura ambiente do galpão fora do padrão	5	5	5	5	625
Umidade da cama de cobertura elevada	5	5	5	5	625
pH da água fora do padrão	3	5	5	5	375
Eficiência dos bebedouros reduzida	5	3	4	5	300
Eficiência da fornalha reduzida	4	4	3	3	144
Falta de procedimento de operação	2	3	2	1	12
Qualidade e composição da ração	5	5	5	5	625
Raça dos pintinhos	5	5	5	5	625
Idade da matriz	4	5	4	3	240
Eficiência dos comedouros	3	3	3	3	81
Qualidade da água	4	3	2	3	72
Umidade ambiente do galpão	3	3	2	3	54
Turnover	2	3	2	2	24
Falha no monitoramento do GPD	2	3	2	1	12
Luminosidade ambiente do galpão	1	2	2	2	8

FONTE: Os autores (2023)

Algumas causas potenciais que tiveram notas multiplicadas relevantes não foram consideradas para a atuação do trabalho devido a impossibilidade de atuação sobre elas. Assim, conforme a Tabela mencionada, as causas potenciais foram separadas na última coluna em cor amarela e cor verde.

As causas identificadas em verde são as causas priorizadas pela equipe para investigação e tratativas. Por outro lado, as causas identificadas em amarelo não

foram tratadas, seja por não serem consideradas relevantes pela equipe ou por não ser possível adotar nenhuma ação sobre elas.

Portanto, as causas priorizadas pela equipe neste trabalho são:

- A falta de treinamento dos trabalhadores nas atividades da granja;
- A temperatura ambiente do galpão fora do padrão;
- A umidade da cama de cobertura elevada;
- O pH da água fora do padrão;
- A eficiência dos bebedouros reduzida;
- A eficiência da fofnalha reduzida.

3.3.4. Comprovação das causas priorizadas

Escolhidas as seis causas potenciais a serem priorizadas, a equipe realizou a investigação dessas no *gemba*. Nesse processo de investigação, foram coletadas informações dos colaboradores, avaliados os registros dos controles de temperatura/umidade existentes, assim como as condições do local e o comportamento das aves. Para isso, foram utilizadas ferramentas empíricas métodos de observação, os quais foram otimizados conforme demonstrado na Tabela 8.

TABELA 8 - Causas confirmadas

CAUSA PRIORIZADA	DESCRIÇÃO DA CAUSA	TESTE REALIZADO PARA COMPROVAÇÃO DA CAUSA	CAUSA COMPROVADA?
Falta de treinamento nas atividades	Colaboradores não apresentam conhecimento suficiente sobre os fatores que impactam na conversão alimentar	Entrevistados os colaboradores da granja e não encontrado evidências de treinamento operacional	SIM
Temperatura ambiente do galpão fora do padrão	Grande oscilação e amplitude de temperaturas, fora do intervalo recomendado pelas cartas de entalpia, pode provocar uma piora da conversão alimentar	Consultados os históricos de registros de temperaturas ambientes dos galpões ao longo do tempo e comprovadas as oscilações fora da faixa ideal	SIM
Umidade da cama de cobertura elevada	Alta umidade da cama de cobertura impacta negativamente no conforto das aves, implicando em redução do consumo de ração, e consequente conversão de peso	Avaliada a textura da cama das aves e identificada a textura de terrão, de material compactado	SIM
pH da água fora do padrão	A ingestão de água de pH básico é reduzida em relação à água de pH neutro; dessa forma, reduzindo o consumo de ração por consequência	Avaliado o pH da água dos bebedouros	SIM
Eficiência dos bebedouros reduzida	A altura e regulagem dos bebedouros impactam na quantidade de água que o pintinho bebe	Observado comportamento dos pintinhos	SIM
Eficiência da fofnalha reduzida	A distribuição de calor no galpão não é uniforme	Medição de temperatura em pontos diversos do galpão	SIM

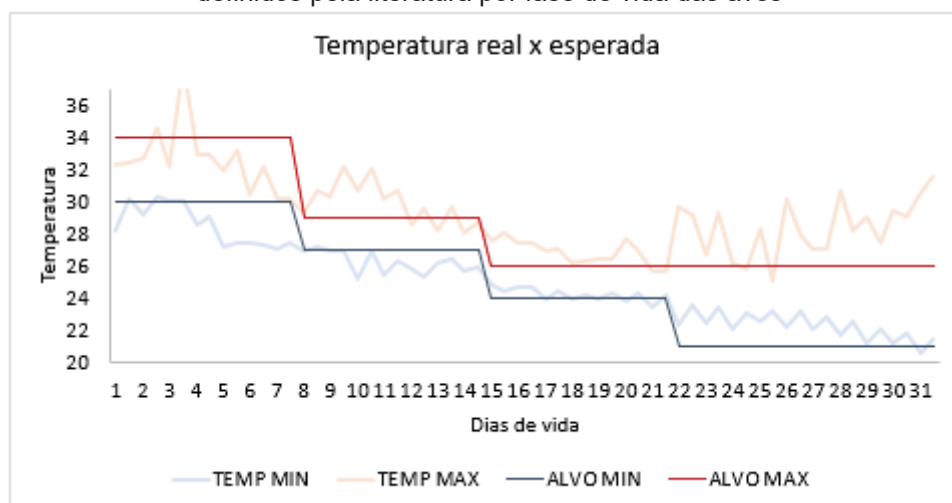
FONTE: Os autores (2023)

De acordo com os registros obtidos no painel de controle de cada uma das granjas, percebeu-se que a temperatura das granjas estava sendo programada com maior elasticidade, ocasionando picos com maior amplitude do que as indicadas. Por

exemplo, quando a temperatura ideal seria de 30°C, estava sendo registrado um intervalo de 4°C acima e 4°C abaixo desse valor para evitar o acionamento do alarme do dispositivo. Todavia, essa variação não propiciava o conforto necessário aos pintainhos, causando estresse térmico e afetando o desenvolvimento desejado das aves.

Foram realizadas análises comparativas entre o real e o esperado, considerando como esperado os valores consultados em tabelas de entalpia, as quais definem os padrões ideais desse fator para cada fase da vida das aves. Isso é exemplificado essa no gráfico elaborado na Figura 17, na qual é possível observar como o estado real se comporta em relação ao estado desejável.

FIGURA 17- Exemplo de análise de comportamento do galpão em relação aos parâmetros esperados definidos pela literatura por fase de vida das aves



FONTE: Os autores (2023)

As análises de temperatura de todos os lotes avaliados foram realizadas com base na Tabela 1. Em seguida, esses dados foram relacionados com o desempenho de cada lote com o objetivo de definir empiricamente um *range* para o desenvolvimento de experimentos nos galpões.

Quanto à umidade das camas, o próprio *software* realiza a regulação automática, ligando o sistema de refrigeração e aquecimento da granja. Dessa forma, é possível manter os parâmetros indicados no painel eletrônico. Conforme evidenciado na figura 18, é possível observar a diferença entre uma cama padrão (seca) e uma cama com umidade elevada (úmida).

FIGURA 18 - Exemplos de textura da cama das aves



FONTE: Os autores (2023)

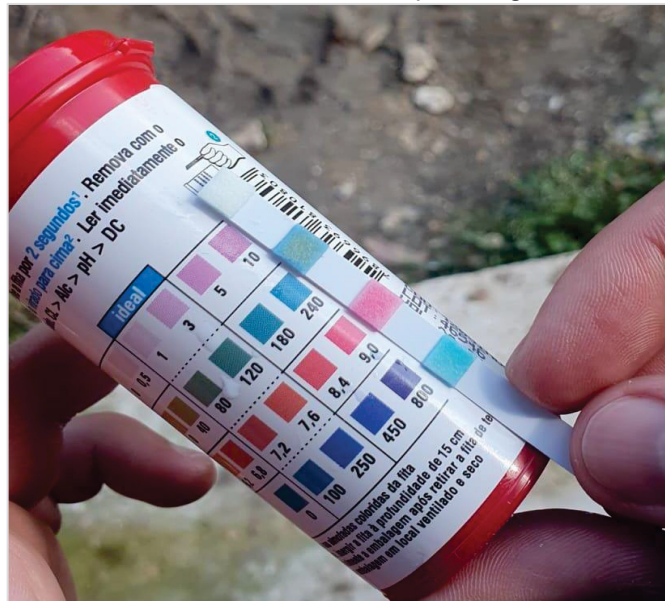
Por outro lado, também foi identificado um excesso de umidade na cama dos aviários devido ao gotejamento causado por falha na regulagem da pressão da coluna de água. Ocorria um excesso de pressão, resultando em desconforto térmico e sanitário para as aves.

Quanto ao consumo de água, conforme pontua Penz Junior (2018), os pintinhos necessitam de água para estimular o consumo de alimentos, uma vez que produzem pouca saliva. Portanto, é fundamental que o produtor regule a altura dos bebedouros e a pressão da água. No entanto, apesar de acompanhada pelo produtor, essa questão não estava sendo observada com a frequência e o cuidado necessários.

No que diz respeito ao pH da água, conforme explicado por Ravagnani (2022), um pH mais alcalino ou com excesso de matéria orgânica pode inibir o consumo de água pelas aves, tendo um efeito negativo sobre o desempenho.

Para analisar o pH da água de alimentação das aves, foi utilizado o método de fitas de papel, conforme ilustrado na Figura 19. Todavia, evidenciou-se que o pH da água estava compatível com o valor máximo da tabela, ou seja, estava tão alcalino quanto possível, o que contribuía negativamente para o consumo de água e o ganho de peso dos animais.

FIGURA 19 - Leitura do pH da água



FONTE: Os autores (2023)

Em relação à altura dos bebedouros conforme Figura 20, observou-se que os bicos estavam ligeiramente acima da altura dos pintinhos, quando o ideal é que estejam alinhados à altura dos olhos dos animais. Dessa forma, a falta de ajuste na altura dos bebedouros estava dificultando a ingestão de água pelos pintinhos, o que consequentemente prejudicava o ganho de peso.

FIGURA 20 – Bebedouros



FONTE: Os autores (2023)

Por fim, quanto aos *déficits* de temperatura em vários pontos do galpão em razão da respectiva fornalha, percebeu-se que a tubulação de distribuição de calor dentro da granja era deficiente em relação ao tamanho do mesmo, conforme pode se observar na Figura 21.

FIGURA 21 - Tubo de distribuição de calor



FONTE: Os autores (2023)

Comprovadas as causas potenciais, com auxílio do integrado, passou-se à análise de soluções possíveis.

3.4. FASE MELHORAR

3.4.1. Testes de soluções

Dentre as maiores notas multiplicadas para causas potenciais, um dos problemas mais relevantes evidentemente foi a temperatura ambiente do galpão. Este fator tem relação direta com o ganho de peso do animal, que reflete diretamente no problema específico de conversão alimentar. Assim, buscou-se a referência técnica dos padrões ideais de ambientação dos galpões para otimizar a conversão, cujos padrões ideais de temperatura foram dispostos na Tabela 9.

TABELA 9 - Padrões literários de umidade e temperatura por dias de vida de aves

Temperatura ambiente e de umidade do ar ideais em relação a idade das aves		
Idade das Aves	Graus Centígrados	Umidade do Ar (%)
1 a 7 dias	31 - 35 °C	60 - 70
8 a 14 dias	29 - 32 °C	60 - 70
15 a 21 dias	26 - 29 °C	60 - 70
22 a 28 dias	23 - 26 °C	60 - 70
A partir dos 28 dias	20 - 23 °C	60 - 70

FONTE: ABREU (2005) citada por BTA ADD INNOVATION (2023)

Em seguida, foi realizada uma comparação entre o cenário ideal e o cenário real da granja. Para isso, os galpões foram divididos em grupos experimentais e os animais foram submetidos às condições de temperatura e umidade desejadas, variando dentro dos intervalos ideais. Simultaneamente, o GPD dos animais de cada grupo era medido, de forma a relacionar com os padrões da condição ambiental imposta.

Com base nesse experimento e na análise do GPD (quanto maior o ganho, melhor), foram definidos padrões ideais de umidade e temperatura ambiente para os galpões. O desenho experimental pode ser resumido na Tabela 10.

TABELA 10 - Desenho experimental de temperaturas e umidades nos galpões

Galpão	Dia de vida	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Umidade mínima	Umidade máxima
1	1	32	34	50	73
1	2	30	34	50	80
1	3	32	34	50	80
1	4	30	34	70	73
1	5	30	34	50	73
1	6	32	34	70	73
1	7	32	36	70	80
1	8	30	36	70	73
2	1	30	36	70	80
2	2	32	36	50	80
2	3	32	36	50	73
2	4	30	36	50	73
2	5	30	36	50	80
2	6	32	34	70	80
2	7	30	34	70	80
2	8	32	36	70	73

FONTE: Os autores (2023)

Além disso, outras soluções foram propostas para reduzir o gradiente de temperatura indesejado, que atrapalhava a manutenção da temperatura do galpão dentro dos padrões definidos.

3.4.2. Descrição e priorização das soluções

As demais causas potenciais não exigiram a realização de testes para formulação de soluções, pois dependem apenas de regulação. Por isso, foram elencadas na Tabela 11 as causas fundamentais e suas respectivas soluções propostas.

TABELA 11 - Soluções propostas

CAUSA FUNDAMENTAIS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
Falta de treinamento nas atividades	Treinar os colaboradores no procedimento correto para a execução das atividades
	Desenvolver procedimento visual de atividades críticas
Temperatura ambiente do galpão fora do padrão	Melhorar sistema de distribuição de ar quente (ventilação)
	Aumentar a frequência de monitoramento das temperaturas
Umidade da cama de cobertura elevada	Reduzir vazamentos de água nos bebedouros
pH da água básico	Regular pH da água
Eficiência dos bebedouros reduzida	Regular altura dos bebedouros
	Regular vazão dos niples
Eficiência da fôrnilha reduzida	Aumentar o comprimento do tubo de saída da fôrnilha
	Implementar furos no prolongamento do tubo de saída

FONTE: Os autores (2023)

Entre as soluções citadas, verificou-se que a maioria das ações seriam de curto prazo e baixo custo, portanto, não demandariam priorização. Optou-se, assim, pela execução de todas as soluções acima elencadas.

3.4.3. Plano de ação

Identificadas as principais soluções, foi necessário definir o prazo para execução, a forma de execução, os responsáveis pela execução e o custo das implantações, conforme estabelecido na Tabela 12.

TABELA 12 - Plano de ação 5W2H

What	Why	Where	Who	When	How	How much
Treinar os colaboradores no procedimento correto para a execução das atividades	Para padronizar a operação	Galpão de alojamento	Nathália	14/01/2023	Reunindo colaboradores e repassando procedimento	-
Desenvolver procedimento visual de atividades críticas	Para tornar mais eficiente o monitoramento das	Sala dos operadores	Nathália	17/01/2023	Imprimindo banners com os procedimentos	R\$ 650,00
Melhorar sistema de distribuição de ar quente (ventilação)	Para reduzir gradientes de temperaturas do galpão	Galpão de alojamento	Alexandre	03/06/2023	Colocando um tubo de lona na saída dos ventiladores	R\$ 545,00
Aumentar a frequência de monitoramento das temperaturas	Para reduzir gradientes de temperaturas do galpão	Galpão de alojamento	Alexandre	03/06/2023	Coletando as informações do supervisor a cada 2 horas	-
Implementar furos no prolongamento do tubo de saída	Para reduzir gradientes de temperaturas do galpão	Galpão de alojamento	Alexandre	03/06/2023	Furando o tubo de lona da saída dos ventiladores	-
Reduzir vazamentos de água nos bebedouros	Para reduzir a umidade da cama dos pintainhos	Galpão de alojamento	Alexandre	03/06/2023	Reduzindo a pressão no sistema de alimentação dos bebedouros	-
Regular pH da água	Para aumentar o consumo de água dos pintainhos	Caixa d'água	Alexandre	03/06/2023	Adicionando ácido orgânico para reduzir a basicidade da água	-
Regular altura dos bebedouros	Para aumentar o consumo de água dos pintainhos	Galpão de alojamento	Alexandre	03/06/2023	Padronizando a altura dos bebedouros	-

FONTE: Os autores (2023)

O plano de ação, portanto, foi estipulado para ser concretizado no primeiro semestre do ano de 2023, e foi cumprido dentro do prazo estabelecido.

3.4.4. Evidências

Diante das soluções apresentadas, foram realizados treinamentos dos colaboradores para que verificassem com frequência o painel de controle de cada granja, observassem os indicadores no *software* e executassem as atividades necessárias para que haja conformidade no manejo.

Para melhorar o sistema de distribuição de ar quente, foram feitas adaptações nos conduítes de ar, com prolongamento nas extremidades, conforme ilustrado na Figura 22.

FIGURA 22 – Prolongamento no tubo de distribuição de calor



FONTE: Os autores (2023)

Padronizou-se a altura dos *nipples* de acordo com a idade da ave, facilitando o consumo de água e evitando o desperdício que antes umedecia a cama. Essa padronização foi possível por meio de orientações aos colaboradores.

Quanto ao pH da água, foram utilizados ácidos orgânicos para regular acidez. Buscou-se padronizar essa regulagem, como evidenciado na Figura 23.

FIGURA 23 – Amostragem de leitura do pH da água



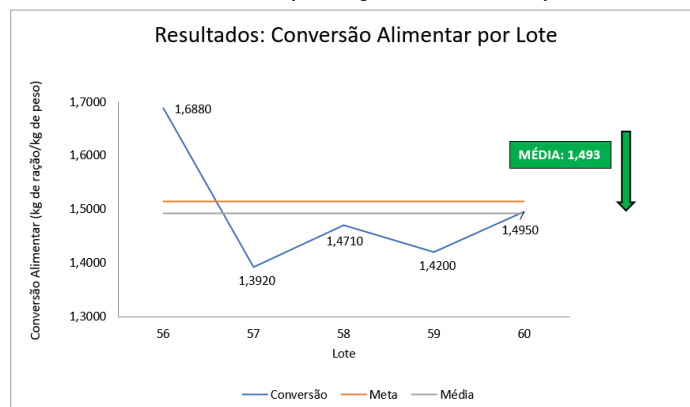
FONTE: Os autores (2023)

Percebeu-se que as soluções propostas e implementadas seriam, portanto, capazes de contribuir para alcançar o resultado esperado.

3.4.5. Comprovação da meta específica

Após o início da implantação das medidas, iniciou-se o monitoramento do problema específico já mencionado, a conversão alimentar. Isso pode ser comprovado pelo comportamento desse indicador ao longo do ano de 2023, conforme ilustrado na Figura 24.

FIGURA 24 - Comprovação da Meta Específica



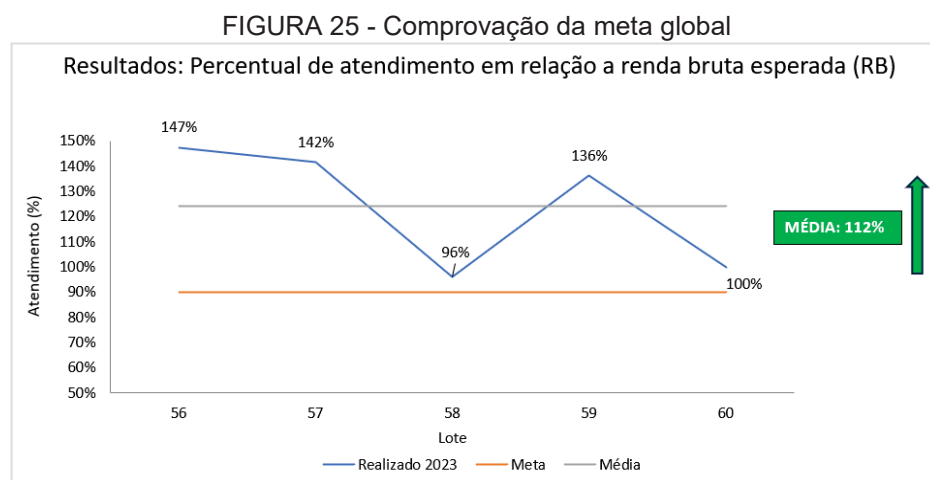
FONTE: Os autores (2023)

Quanto à meta do indicador, que foi calculada com base em correlação linear, esperava-se um valor abaixo de 1,53519 Kg de ração/Kg de peso. Dessa forma, considerando o gráfico acima, comprova-se que as ações implantadas foram eficazes para garantir o cumprimento da meta específica.

3.5. FASE CONTROLAR

3.5.1. Comprovação da meta global

Medindo-se o desempenho do produtor em relação ao atendimento financeiro dos lotes de fevereiro a setembro de 2023, observou-se que ele atingiu a meta em todos os lotes avaliados. Na média de todos os lotes avaliados na etapa de controle, o produtor superou a meta em 22%, conforme pode ser deduzido da Figura 25.



FONTE: Os autores (2023)

Percebe-se, portanto, que com a adoção das soluções propostas, foi possível observar uma adequação do manejo, uma melhora na conversão alimentar e, conseqüentemente, um aumentando significativo da RB.

3.5.2. Comprovação do retorno financeiro

Avaliando a remuneração do produtor lote a lote na fase de controle, verificou-se que a remuneração média por lote corresponde a R\$ 46.592,81, conforme Tabela 13.

TABELA 13 - Remuneração dos lotes na etapa de *control*

Lote	Resultado do lote (R\$):
56	R\$ 75.565,46
57	R\$ 46.153,46
58	R\$ 32.660,72
59	R\$ 42.431,45
60	R\$ 36.152,94
Média/lote	R\$ 46.592,81

FONTE: Os autores (2023)

Fazendo uma projeção para os 11 lotes ao longo do ano, que é a média de lotes alojados pelo produtor, espera-se uma remuneração anual correspondente a R\$ 559.113,67, superando a meta proposta que era de R\$ 262.344,00 por ano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de resultados e discussão do projeto Black Belt na granja, é importante destacar o papel fundamental desempenhado pela metodologia DMAIC e pelos princípios *Lean Six Sigma* na obtenção dos resultados. Essas abordagens proporcionaram uma estrutura sistemática para identificar, analisar e resolver problemas, bem como otimizar os processos envolvidos na criação de aves.

Os resultados obtidos tiveram um impacto significativo no desempenho geral da operação da granja. Houve melhorias mensuráveis na conversão alimentar, na rentabilidade bruta, na remuneração do produtor e em outros aspectos operacionais e financeiros. Por exemplo, observou-se um aumento na eficiência da conversão de ração em peso de ave produzido, uma redução nos custos operacionais associados a práticas de manejo ineficientes e um aumento na receita devido à melhoria na qualidade do produto final.

Além disso, é importante mencionar como as mudanças implementadas afetaram a operação como um todo. Isso inclui *insights* sobre a eficácia das soluções propostas, os desafios encontrados durante a implementação e como foram superados, bem como as lições aprendidas ao longo do processo.

Por fim, é fundamental ressaltar que o projeto foi bem-sucedido em sua proposta de melhorar o desempenho da granja de aves, beneficiando não apenas o produtor, mas também fornecendo uma base sólida para a otimização de operações similares.

5. CONCLUSÕES

O trabalho teve como objetivo desenvolver um projeto aplicando a metodologia DMAIC e os conceitos de *Lean Six Sigma* em uma granja de aves, visando melhorar o faturamento do produtor.

A maior parte do trabalho concentrou-se no DMAIC, mas a metodologia *Lean Six Sigma* desempenhou um papel fundamental ao mapear os processos e identificar os desperdícios que afetavam o indicador.

A abordagem enxuta foi essencial para conceber soluções durante a fase de melhoria, as quais foram posteriormente traduzidas em um plano de ação, resultando nos indicadores apresentados. A integração das metodologias estudadas gerou um recurso robusto para otimizar processos na criação de aves de granja, alcançando a meta estabelecida e gerando retorno financeiro. Os objetivos propostos foram alcançados.

Para a etapa *define*, foi importante dedicar tempo para analisar o problema do produtor e definir onde atuar. Os possíveis ganhos ao produtor foram identificados, e a equipe demonstrou interesse real no desenvolvimento do projeto. Na fase de *measure*, a equipe utilizou dados históricos fornecidos pela empresa integradora, considerando-os confiáveis para compreender o problema. Os relatórios continham dados compatíveis com as análises a serem realizadas nas etapas seguintes em razão de serem utilizados para métrica de pagamento do integrado.

Na etapa *analyse*, uma investigação detalhada do processo subjacente ao problema de conversão alimentar deficiente foi realizada, identificando e explorando suas possíveis origens. As causas foram classificadas por prioridade, e as que estavam fora do alcance foram descartadas.

Na etapa *improve*, um plano de ação foi elaborado e a maioria das ações foi implementada, no prazo previsto.

Na etapa *control*, avaliou-se o resultado da implementação das ações e o comportamento do processo.

Com base nos resultados obtidos, foi possível padronizar os parâmetros de operação, principalmente relacionados à temperatura e umidade ambiente, umidade da cama, pH da água de alimentação e algumas condições estruturais. O trabalho foi de grande relevância para o produtor, principalmente no ganho de remuneração,

contribuindo para a sustentabilidade do negócio. Além disso, o processo padronizado pode ser replicado em outras granjas da região com clima semelhante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Exportações de carne de frango fecham 1º semestre com alta de 8,5%.** Disponível em: <https://abpa-br.org/>, acesso em: 23/11/2023.

BTA ADD INNOVATION. **Cuidados essenciais no controle de temperatura dos aviários em dias de calor.** Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/cuidados-essenciais-no-controle-de-temperatura-dos-aviarios-em-dias-de-calor/115/>, acesso em: 23/11/2023.

FERREIRA, Renata (org.). **Sistemas Lean.** Belo Horizonte, Poisson, 2018. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/lean/volume1/Sistemas_Lean_vol1.pdf, acesso em 10/01/2024.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Os 5 princípios do lean thinking (mentalidade enxuta).** Disponível em: <https://leansixsigmabrasil.com.br/lean-thinking-mentalidade-enxuta/>, acesso em: 05/12/2023.

MENDONÇA, Maite Vidal. Particularidades da nutrição de frangos na primeira semana de vida. **AviNews.com.** Agrocere Multimix, edição de junho, 2021. Disponível em: <https://avinews.com/pt-br/nutricao-de-frangos-primeira-semana-de-vida/>, acesso em: 29/11/2023.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre, Bookman, 1997.

PENZ JUNIOR, Antônio Mario. Nutrição de frangos durante a primeira e última semana. **AviNews.com.** XIII Seminário Internacional de Patologia e Produção Aviária, AMEVEA, Universidade da Geórgia, Cargill Nutrição Animal, edição de abril, 2018. Disponível em: <https://avinews.com/pt-br/nutricion-del-pollo-durante-la-primera-y-la-ultima-semana/>, acesso em: 29/11/2023.

RAVAGNANI, Gisele. Qualidade da água e seus efeitos na avicultura. **AviNews.com.** Lanxess Biosecurity Solutions, edição de dezembro, 2022. Disponível em: <https://avinews.com/pt-br/qualidade-da-agua-e-seus-efeitos-na-avicultura/>, acesso em: 29/11/2023.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo, Desenvolvendo: Qualidade Padrão Seis Sigma.** Rio de Janeiro, Qualitymark, 2006.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROSS, Daniel. **A Máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.