



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS RIO VERDE-GO

---

## **Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração**

POLIANE GOMES PEREIRA

### **TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE GESTÃO DAS UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS DA CIDADE DE RIO VERDE (GO)**

PTT integrado a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, do Instituto Federal Goiano, do Campus Rio Verde (IF Goiano), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Gestão Estratégica de Processos Inovadores

Linha de pesquisa: Gestão de Agronegócio

Orientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Gláucia Dourado Furquim

Coorientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende

RIO VERDE/GO

2026



## Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração

# COMPROVANTE DE CIÊNCIA DE CONTEÚDO EMITIDA PELO ORIENTADOR

Declaro que tenho ciência do conteúdo deste documento que está sendo depositado no repositório do IF Goiano foi aprovado pela Banca de Defesa de Dissertação e é de autoria do discente: POLIANE GOMES PEREIRA

DO

Assinatura do Orientador: \_\_\_\_\_

(Assinatura Digital)

Rio Verde - GO

2026



# Guia Modular de Modernização Tecnológica e Gestão Estratégica de Ativos em Unidades Armazenadoras de Grãos



## **Organizadores:**

Poliane Gomes Pereira  
Daniel Emanuel Cabral de Oliveira  
Maria Gláucia Dourado Furquim  
Oswaldo Resende



# Agradecimentos

A Deus, pela vida, pela força nos momentos de exaustão e por permitir a conclusão desta etapa fundamental na minha trajetória.

À minha família, pelo apoio incondicional, pela paciência durante as horas de ausência dedicadas a este estudo e por acreditarem nos meus sonhos mesmo quando o caminho parecia difícil. Vocês são a minha base e minha maior motivação.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira e Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Gláucia Dourado Furquim, pela orientação segura, pela partilha de conhecimento e pela confiança depositada neste projeto.

As Instituições por permitirem o acesso aos dados e abrir as portas para que este trabalho pudesse ter uma aplicação prática real, contribuindo para a modernização do setor de armazenagem.

Aos professores da banca examinadora, pelas valiosas contribuições e pelo tempo dedicado à avaliação deste trabalho, auxiliando no seu aprimoramento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este Guia de Modernização se tornasse realidade.

Meu muito obrigado.

# Sumário

APRESENTAÇÃO .....	4
PASSO 1: DIAGNÓSTICO DE OBSOLESCÊNCIA – IDENTIFICANDO GARGALOS E PERDAS .....	5
1.1. Por que diagnosticar? .....	5
1.2. A Ferramenta: Diagnóstico de Maturidade Tecnológica .....	5
1.3. Interpretando os Resultados .....	6
PASSO 2: O MAPA TECNOLÓGICO (O QUE IMPLEMENTAR) .....	7
2.1. PILAR A: GESTÃO E PROTEÇÃO DO ESTOQUE (O GRÃO).....	7
2.2. PILAR B: GESTÃO DE CONFIABILIDADE (A MÁQUINA).....	7
2.3. PILAR C: EFICIÊNCIA OPERACIONAL E CUSTOS (A ENERGIA).....	7
RESUMO DE INVESTIMENTO PARA O GESTOR .....	8
PASSO 3: PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO (O ROADMAP DE 6 MESES).....	8
PASSO 4: INDICADORES DE SUCESSO (GESTÃO E RESULTADOS).....	10
4.1. Indicadores Financeiros (O Bolso).....	10
4.2. Indicadores Operacionais (A Eficiência) .....	10
4.3. Dashboards de Gestão (A Tomada de Decisão).....	10
CONCLUSÃO DO GUIA.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

## Apresentação

Este **Guia Modular de Modernização Tecnológica e Gestão Estratégica de Ativos em Unidades Armazenadoras de Grãos** é o resultado de uma pesquisa aplicada no Mestrado Profissional de Administração, desenhado especificamente para enfrentar o desafio da obsolescência em unidades armazenadoras de grãos. No cenário do agronegócio atual, a armazenagem não pode mais ser vista apenas como um "depósito", mas sim como um centro de gestão de ativos e preservação de capital.

A proposta deste material é oferecer a você gestor ou tomador de decisão uma ferramenta consultiva que une a teoria da administração à prática tecnológica. O foco central não é a construção de novas e caras estruturas, mas a revitalização, modernização (retrofitting) do que já existe, utilizando a inteligência de dados para gerar economia e produtividade.

Ao utilizar este Guia, você terá acesso a uma estratégia baseada em três pilares fundamentais de gestão:

- 1. Proteção do Estoque (Gestão de Dados):** Como utilizar a automação e a medição técnica para evitar que o grão perca peso e valor comercial.
- 2. Continuidade Operacional (Gestão de Ativos):** Como o monitoramento preventivo evita quebras inesperadas, garantindo que a unidade opere sem paradas críticas na safra.
- 3. Eficiência Financeira (Sustentabilidade):** Como reduzir custos fixos, como a conta de energia, e minimizar perdas de matéria seca através de tecnologias acessíveis.

Este Guia foi estruturado de forma modular e simples. Ele permite que a modernização seja feita em etapas, respeitando o orçamento da organização e garantindo que cada investimento traga um retorno claro e mensurável.

Este é o seu roteiro para transformar a operação da sua unidade em uma gestão de alta performance.

Boa leitura e excelente implementação.

## PASSO 1: DIAGNÓSTICO DE OBSOLESCÊNCIA – IDENTIFICANDO GARGALOS E PERDAS

### 1.1. Por que diagnosticar?

Na gestão profissional, o que não é medido não pode ser melhorado. Muitas unidades armazenadoras operam no que chamamos de "cegueira operacional": o gestor acredita que a operação está indo bem porque o grão está entrando e saindo, mas não percebe as perdas invisíveis que ocorrem no meio do processo.

A obsolescência tecnológica não é apenas ter máquinas velhas; é ter processos que dependem exclusivamente da intuição humana, gerando:

- **Quebra Técnica Elevada:** Perda de peso real do produto por falta de controle de umidade.
- **Contas de Energia Ineficientes:** Motores rodando sem necessidade ou em horários de pico.
- **Risco Patrimonial:** Máquinas que param no momento em que a empresa mais precisa de agilidade.

De acordo com a **Teoria das Restrições** (LEAN PRODUCTION, 2026), todo sistema complexo possui ao menos um gargalo que determina seu ritmo máximo de produção. Em uma unidade de grãos, investir em um novo tombador de alta performance é inútil se a capacidade de secagem for insuficiente para processar o volume recebido. O esforço de modernização deve, portanto, focar no "elo mais fraco" da corrente.

### 1.2. A Ferramenta: Diagnóstico de Maturidade Tecnológica

Abaixo, apresentamos uma ferramenta simples para avaliar o estágio atual da sua unidade. Para cada item, marque se a tecnologia está **Inexistente/Manual, Parcial ou Automatizada/Digital**.

**Dica do Gestor:** Seja honesto nesta avaliação. O objetivo aqui não é julgar a operação atual, mas identificar as janelas de oportunidade para o aumento do lucro.

## CHECKLIST DE AVALIAÇÃO TÉCNICO-GERENCIAL

Área de Avaliação	Situação Atual (Descrição Simples)	Nível de Risco (Baixo/Médio/Alto)
Monitoramento do Grão	Como é lida a temperatura hoje? (Cabo manual ou sistema no PC?)	
Controle de Aeração	Quem decide ligar o ventilador? (O operador ou um sensor inteligente?)	
Saúde das Máquinas	Como sabemos que um motor vai quebrar? (Só quando ele para ou temos sensores?)	
Consumo Elétrico	Temos controle de quanto cada setor gasta de energia por tonelada?	
Segurança de Dados	As informações da unidade ficam em cadernos ou em sistemas em nuvem?	

### 1.3. Interpretando os Resultados

Se a maioria das suas respostas indicou processos **Manuais** ou de **Alto Risco**, sua unidade está perdendo competitividade. O custo de manter a tecnologia antiga (manutenções caras e desperdício de energia) já pode estar superando o custo de investir na modernização.

De acordo com **Silva et al. (2020)**, a tecnologia é o que garante a "integridade biológica" do grão. Sem um diagnóstico claro, a unidade está apenas "guardando" grãos, enquanto poderia estar "gerindo valor".

Com o diagnóstico feito no **Passo 1**, você gestor agora sabe onde estão as falhas. O **Passo 2** é o "cardápio de soluções".

## PASSO 2: O MAPA TECNOLÓGICO (O QUE IMPLEMENTAR)

Nesta etapa, apresentamos as tecnologias fundamentais para o processo de retrofitting (modernização de ativos existentes). Elas foram divididas em três pilares estratégicos para facilitar a visão de investimento e retorno.

### 2.1. PILAR A: GESTÃO E PROTEÇÃO DO ESTOQUE (O GRÃO)

O objetivo aqui é garantir que o grão que entrou com 60kg saia com 60kg e com a mesma qualidade.

- **Tecnologia: Termometria Digital com Telemetria**
  - **O que é:** Sensores inteligentes que enviam a temperatura dos silos direto para a nuvem.
  - **Visão do Administrador:** Elimina o erro humano da coleta manual e gera um histórico de dados para auditoria de qualidade.
- **Tecnologia: Automação Psicrométrica (Sistema Inteligente de Aeração)**
  - **O que é:** Um computador (CLP) que lê o clima externo e decide sozinho se liga ou desliga os ventiladores.
  - **Visão do Administrador:** Garante a conservação biológica conforme Silva et al. (2020), evitando a "quebra técnica" (perda de peso por evaporação indevida).

### 2.2. PILAR B: GESTÃO DE CONFIABILIDADE (A MÁQUINA)

O objetivo é garantir que a fábrica não pare. Máquina parada é capital ocioso e custo de oportunidade perdido.

- **Tecnologia: Sensores de Vibração e Temperatura (IoT)**
  - **O que é:** Dispositivos instalados nos motores e elevadores que detectam anomalias antes da quebra.
  - **Visão do Administrador:** Transição da manutenção corretiva para a Manutenção Preditiva, conforme defendido por Sousa (2024). Reduz gastos com peças de emergência e horas extras.

### 2.3. PILAR C: EFICIÊNCIA OPERACIONAL E CUSTOS (A ENERGIA)

O objetivo é reduzir o custo fixo mensal da unidade (OPEX).

- **Tecnologia: Inversores de Frequência.**

- **O que é:** Equipamentos que controlam a partida e a velocidade dos motores elétricos.
- **Visão do Administrador:** Reduz picos de demanda de energia e o desgaste mecânico. Um motor que roda na velocidade exata necessária consome até 30% menos energia.
- **Tecnologia: Monitoramento de Energia em Tempo Real**
  - **O que é:** Painéis digitais que mostram o consumo por setor.
  - **Visão do Administrador:** Identifica desperdícios e permite o rateio correto de custos por lote armazenado.

#### RESUMO DE INVESTIMENTO PARA O GESTOR

Tecnologia	Complexidade	Impacto no Lucro	Prioridade
Automação de Aeração	Média	Alto (reduz perda de peso)	Alta
Sensores de Vibração	Baixa	Alto (evita paradas)	Média
Inversores de Frequência	Baixa	Médio (reduz conta de luz)	Alta

### PASSO 3: PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO (O ROADMAP DE 6 MESES)

A modernização de uma unidade não ocorre da noite para o dia. Para o administrador, o desafio é coordenar o investimento financeiro com a disponibilidade técnica das máquinas. Este cronograma foi desenhado para ser executado de forma modular, permitindo que a unidade continue operando.

#### MESES 1 E 2: DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO FINANCEIRO -

- **Ação:** Realização do Checklist do Passo 1 e cotação das tecnologias do Passo 2.
- **Foco do Gestor:** Definir o orçamento e selecionar fornecedores que ofereçam suporte local em Rio Verde/GO.
- **Meta:** Aprovação do plano de investimento junto à diretoria/proprietários.

- **O que é:** Equipamentos que controlam a partida e a velocidade dos motores elétricos.
- **Visão do Administrador:** Reduz picos de demanda de energia e o desgaste mecânico. Um motor que roda na velocidade exata necessária consome até 30% menos energia.
- **Tecnologia: Monitoramento de Energia em Tempo Real**
  - **O que é:** Painéis digitais que mostram o consumo por setor.
  - **Visão do Administrador:** Identifica desperdícios e permite o rateio correto de custos por lote armazenado.

#### RESUMO DE INVESTIMENTO PARA O GESTOR

Tecnologia	Complexidade	Impacto no Lucro	Prioridade
Automação de Aeração	Média	Alto (reduz perda de peso)	Alta
Sensores de Vibração	Baixa	Alto (evita paradas)	Média
Inversores de Frequência	Baixa	Médio (reduz conta de luz)	Alta

### PASSO 3: PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO (O ROADMAP DE 6 MESES)

A modernização de uma unidade não ocorre da noite para o dia. Para o administrador, o desafio é coordenar o investimento financeiro com a disponibilidade técnica das máquinas. Este cronograma foi desenhado para ser executado de forma modular, permitindo que a unidade continue operando.

#### MESES 1 E 2: DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO FINANCEIRO -

- **Ação:** Realização do Checklist do Passo 1 e cotação das tecnologias do Passo 2.
- **Foco do Gestor:** Definir o orçamento e selecionar fornecedores que ofereçam suporte local em Rio Verde/GO.
- **Meta:** Aprovação do plano de investimento junto à diretoria/proprietários.

## MESES 3 E 4: EXECUÇÃO DO PILAR "ESTOQUE E CUSTOS"

- **Ação:** Instalação dos Inversores de Frequência e do Sistema de Automação de Aeração.
- **Foco do Gestor:** Aproveitar o período de menor volume nos silos para instalar os sensores de termometria e os controladores.
- **Meta:** Iniciar a safra seguinte já com controle de energia e proteção contra a "quebra técnica".

## MÊS 5: EXECUÇÃO DO PILAR "CONFIABILIDADE"

- **Ação:** Instalação dos Sensores de Vibração e Temperatura (IoT) nos principais motores e elevadores.
- **Foco do Gestor:** Treinamento da equipe operacional para ler os novos dashboards de manutenção.
- **Meta:** Eliminar a manutenção corretiva "de surpresa" durante o pico de recepção.

## MÊS 6: CALIBRAÇÃO, TREINAMENTO E RESULTADOS

- **Ação:** Ajuste fino dos algoritmos psicrométricos conforme as condições climáticas reais.
- **Foco do Gestor:** Análise dos primeiros indicadores. Comparar a conta de luz e a conservação do grão com o ano anterior.
- **Meta:** Consolidação da unidade no conceito de Armazenagem 4.0

TABELA DE ACOMPANHAMENTO PARA O ADMINISTRADOR

Fase	Atividade Crítica	Responsável	Status
Pilar A	Instalação de Sensores e Automação	TI / Engenharia	[ ]
Pilar A	Monitoramento de Ativos (Motores)	Manutenção	[ ]
Pilar A	Configuração de Inversores (Energia)	Elétrica	[ ]
Pilar A	Treinamento da Equipe e Dashboards	Administrador	[ ]

## Dica de Gestão:

Como defende Sousa (2024), o sucesso da implementação não está apenas na compra do equipamento, mas na capacitação das pessoas para utilizarem os dados gerados pela tecnologia. Sem treinamento, a tecnologia é apenas um custo; com treinamento, ela é um ativo.

## PASSO 4: INDICADORES DE SUCESSO (GESTÃO E RESULTADOS)

Após a implementação das tecnologias, o administrador deve monitorar indicadores chave de desempenho (KPIs) para validar a eficiência da modernização. De nada adianta gerar dados se eles não forem transformados em decisões gerenciais.

### 4.1. Indicadores Financeiros (O Bolso)

- **Redução do Custo de Energia (kWh/Tonelada):** Comparar o gasto de energia por tonelada movimentada antes e depois dos inversores.
- **ROI (Retorno sobre Investimento):** Calcular em quanto tempo a economia gerada (energia + preservação de grãos) pagou o custo dos equipamentos.
- **Redução de Gastos com Manutenção Corretiva:** Medir a queda na compra de peças de emergência e no pagamento de horas extras por quebras inesperadas.

### 4.2. Indicadores Operacionais (A Eficiência)

- **Índice de Quebra Técnica (Preservação de Peso):** Monitorar se a perda de massa seca do grão diminuiu com a aeração inteligente. De acordo com a **Embrapa (2023)**, cada 0,5% de peso preservado pode representar milhões em faturamento em grandes volumes.
- **MTBF (Tempo Médio entre Falhas):** Aumentar o tempo que as máquinas trabalham sem parar. Graças à gestão de ativos (**SOUSA, 2024**), a unidade se torna mais confiável.
- **Disponibilidade da Planta:** Percentual de tempo que a unidade esteve pronta para receber grãos durante a safra (Meta: > 98%).

### 4.3. Dashboards de Gestão (A Tomada de Decisão)

O administrador não deve olhar para tabelas complexas, mas para um **Painel de Controle (Dashboard)** simplificado que mostre:

1. **Status do Grão:** Verde (Conservado), Amarelo (Atenção), Vermelho (Risco).
2. **Saúde dos Motores:** Alerta precoce de vibração.
3. **Consumo de Energia:** Comparativo com a meta mensal.
4. **Perspectiva Financeira:** Saving de Energia (R\$/Ton); Payback do Projeto.
5. **Perspectiva de Processos Internos:** Índice de Disponibilidade de Ativos; Eficácia da Aeração.
6. **Perspectiva de Aprendizado e Crescimento:** Nível de Proficiência Digital da Equipe.

## CONCLUSÃO DO GUIA

Modernizar uma unidade armazenadora através do *retrofitting* é uma decisão estratégica de **Gestão de Ativos**. Como vimos ao longo deste roteiro, a transição para a **Armazenagem 4.0** em Rio Verde e região é o caminho para transformar custos operacionais em margem de lucro.

Ao aplicar este Guia, a organização deixa de ser um simples depósito de commodities para se tornar um elo tecnológico de alta performance, garantindo sustentabilidade econômica, social e ambiental para o agronegócio brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPÓS – Associação Brasileira de Pós-Colheita. Manual de treinamento NUNES, R. S. Automação de sistemas de aeração baseada em modelos psicrométricos e inteligência de dados. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023.

FERREIRA JUNIOR, WEDER NUNES. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, setembro de 2022. Uso de sensores digitais para monitoramento da massa de grãos armazenados. Orientador: Dr. Osvaldo Resende.

GOLDRATT, Eliyahu M.A Meta: um processo de melhoria contínua. 2. ed. São Paulo: Educator, 2002.

LEAN PRODUCTION.Theory of Constraints (TOC): Methodology for Identifying the Most Important Limiting Factor. Disponível em: <https://www.leanproduction.com/theory-of-constraints/>. Acesso em: 22 mar. 2026.

SILVA, A. S.; SANTOS, J. P.; FARONI, L. R. D. Qualidade de grãos armazenados: o impacto da tecnologia de precisão. Revista Brasileira de Armazenamento, v. 45, n. 2, p. 112-125, 2020.

SOUSA, M. M. Gestão Estratégica de Ativos e Manutenção Preditiva na Indústria 4.0. São Luís: EDUFMA, 2024.





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS RIO VERDE-GO

---

## **Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração**

POLIANE GOMES PEREIRA

### **TECNOLOGIAS EFICIENTES NOS PROCESSOS DE GESTÃO DAS UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS DA CIDADE DE RIO VERDE (GO)**

Orientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel  
Cabral de Oliveira  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Gláucia  
Dourado Furquim  
Coorientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende

Link demonstrativo do Guia Modular :

RIO VERDE/GO  
2026