



## MELHORIA DE PROCESSO COM FOCO NA AUTOMATIZAÇÃO DA PREPARAÇÃO DE COLA DEXTRINA, ESTUDO DE CASO DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA

LIDSON BRAZ FILIZONA BANDEIRA

MATHEUS LUCAS PINHEIRO DE ALMEIDA

YGOR GEANN DOS SANTOS LEITE

### RESUMO

A indústria gráfica é essencial na produção de embalagens, onde a qualidade depende da adesão de componentes. A cola à base de dextrina, amplamente utilizada, enfrenta problemas de viscosidade devido ao controle inadequado da água, resultando em desperdício. Este projeto propõe um sistema automatizado de monitoramento do nível de água, utilizando boias eletrônicas e sensor ultrassônico, para melhorar a eficiência e qualidade do produto. Sendo assim essa implementação será desenvolvida e mensurada através de ferramentas gerenciais, que de forma mais precisa oferecem um levantamento de dados, onde este será aplicado para desenvolver o plano de ação agindo na causa raiz. O estudo experimental demonstrou que a automatização aumentou a precisão do monitoramento e reduziu custos operacionais. Com a implementação desse sistema permitiu que pudéssemos monitorar remotamente a previsão de algumas falhas possíveis no processo, além da prática eletrônica entre os colaboradores. Assim, o monitoramento automatizado apresenta como uma solução inovadora para a indústria de embalagens, otimizando processos e garantindo qualidade na cola e no produto a ser colado.

**Palavras-chaves:** Automação Industrial. Cola Dextrina. Controle de Processo

### 1. INTRODUÇÃO

A otimização dos processos produtivos é essencial para garantir eficiência, qualidade e competitividade nas indústrias modernas. No setor gráfico, a automação dos processos tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar a produtividade, reduzir desperdícios e assegurar a qualidade dos produtos finais. Um dos processos primordiais nesse contexto é a preparação da cola dextrina, que serve para a colagem de papéis em micro ondulados, cuja qualidade impacta diretamente o desempenho e a durabilidade dos produtos gráficos.

A indústria gráfica objeto deste estudo utiliza um sistema manual para a preparação da cola dextrina, buscando atender às demandas de produção. Contudo, desafios operacionais têm sido observados, como variações na viscosidade da cola, inconsistências na dosagem e falhas no controle de temperatura, que resultam em produtos finais com qualidade inferior e retrabalho, além de atrasos na linha de produção.

Diante desse cenário, a problemática central deste trabalho é: automatização da preparação da cola, e como o processo automatizado pode contribuir para a redução das falhas operacionais e a melhoria da qualidade na indústria gráfica?

O objetivo geral deste estudo é identificar o que causa variações e falhas no processo de preparação da cola, assim fazendo com que a cola não fique tão eficiente e atrapalhe a produtividade e a qualidade do produto que a cola vai ser utilizada, como objetivos específicos, pretende-se: realizar um diagnóstico detalhado do processo automatizado; coletar dados quantitativos sobre parâmetros críticos, como viscosidade, temperatura e tempo de preparo; e



desenvolver um plano de ação para corrigir as não conformidades e aprimorar o controle do processo. Para alcançar esses objetivos, o projeto utilizará métodos para analisar os dados coletados, apoiando-se em ferramentas da qualidade para identificar as causas raízes dos problemas.

A partir dessa análise, será elaborado um plano de ação focado na padronização e no controle processo automatizado. A teoria deste trabalho está estruturada em três partes: a primeira aborda a gestão da qualidade total, na importância da melhoria contínua e do controle de processos; a segunda trata da automação na formulação da cola na indústria gráfica; e a terceira apresenta as ferramentas da qualidade, destacando as técnicas para diagnóstico e solução de problemas. O presente projeto se propõe ao desenvolvimento de um sistema automatizado de monitoramento de nível de água.

O sistema será projetado para emitir um alerta sonoro quando o nível de água estiver próximo ao seu limite, essa automação visa aumentar a eficiência do processo e minimizar a variabilidade da viscosidade da cola, por meios de carta de controle e consequentemente, melhorar a aderência do papel no cartão.

Na condição de futuros Gestores, o trabalho irá contribuir para o desenvolvimento crítico, com a efetivação de estratégias consistentes e precisas. A relevância desta pesquisa reside na contribuição para a melhoria dos processos internos da indústria gráfica, promovendo a redução de falhas na preparação da cola dextrina, o aumento da produtividade e a garantia da qualidade dos produtos. Ao implementar soluções baseadas em ferramentas da qualidade, a empresa poderá atender com maior eficiência às exigências do cliente, fortalecer, confiança e assegurar a sustentabilidade de suas operações.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa objeto desta pesquisa é uma organização de grande porte localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM), consolidada no setor gráfico. Sua principal atividade é a fabricação e fornecimento de embalagens, cartelas e caixas atendendo grandes fabricantes nacionais. Com uma estrutura produtiva e uma tecnologia avançada e processos altamente padronizados, a empresa se propõe pela busca contínua de qualidade em seus produtos e serviços.

Com uma estrutura produtiva e uma tecnologia avançada e processos altamente padronizados, a empresa se propõe pela busca contínua de qualidade em seus produtos e serviços. Inserida em um ambiente de grande competitividade e regido por exigências e normas rigorosas, a organização enfrenta desafios relacionados à gestão eficiente da produção, cumprimento de prazos e atendimento aos padrões de qualidade estabelecidos pelos clientes.

Operando em um polo industrial estratégico, a empresa se beneficia de políticas de incentivos fiscais e de acesso facilitado à infraestrutura logística, essenciais para a distribuição de seus produtos. Entretanto, enfrenta também desafios típicos do setor gráfico, como a necessidade de adaptação a rápidas mudanças tecnológicas, otimização da produtividade e implementação de práticas sustentáveis que minimizem o impacto ambiental.

Por estar inserida em um ambiente que valoriza inovação e sustentabilidade, a indústria gráfica busca aperfeiçoar continuamente seus processos internos. Conta com uma equipe de 190 colaboradores efetivos e 48 temporários, profissionais com recursos de tecnologia de ponta, alinhando suas estratégias organizacionais à dinâmica do mercado, o que assegura sua relevância e competitividade no cenário nacional.



Além disso, a empresa participa ativamente de iniciativas focadas na sustentabilidade e no desenvolvimento local, reforçando seu compromisso com a responsabilidade socioambiental, o que faz com que a organização se destaque em relação aos concorrentes no mercado gráfico, essa postura se reflete na adoção de práticas que reduzem desperdícios, otimizam o uso de recursos e garantem conformidade com as normas ambientais vigentes.

A proximidade com outras empresas do setor também favorece a troca de experiências e conhecimento, contribuindo para a implementação de soluções colaborativas diante dos desafios do mercado, e ampliando as perspectivas de inovação e crescimento.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Gestão da qualidade total na indústria gráfica

A indústria gráfica passou por transformações significativas impulsionadas pelas demandas de mercado, competitividade e exigências por produtos de maior qualidade. Dentro desse cenário, a gestão da qualidade total surgiu como uma resposta estratégica para garantir processos mais controlados, com foco na melhoria contínua e no atendimento das expectativas do cliente. De acordo com Akhmatova et al. (2022), a integração entre práticas da gestão da qualidade e tecnologias emergentes tem impulsionado o desempenho operacional das empresas inseridas na Indústria 4.0.

A abordagem da qualidade total enfatiza a padronização dos processos, a redução de falhas e o foco no cliente como elementos essenciais. Baran e Polat (2022) destacam que, ao adaptar os princípios da qualidade à realidade digital e automatizada, a indústria gráfica fortalece sua capacidade de resposta a problemas de produção e aprimora o controle estatístico. Esse alinhamento permite maior confiabilidade na entrega e reduz custos associados a retrabalhos.

A estruturação de uma cultura organizacional voltada para a qualidade total envolve a participação de todos os setores da empresa. Filippi et al. (2024) apontam que o benchmarking e os ciclos de melhoria colaboram para a disseminação de boas práticas internas, facilitando a incorporação de técnicas que elevam a performance dos sistemas de produção. Na prática, isso se traduz na otimização do tempo, minimização de desperdícios e aumento da eficiência nos fluxos produtivos.

Com a inserção de ferramentas tecnológicas no chão de fábrica, como sensores e sistemas automatizados, tornou-se mais viável acompanhar variáveis críticas como temperatura, viscosidade e quantidade de insumos. Alsaqer et al. (2024) observam que essa integração de práticas da qualidade com soluções digitais é determinante para alcançar a consistência dos resultados e a satisfação do cliente, especialmente em ambientes industriais de alta exigência.

Os pilares da gestão da qualidade aplicados à indústria gráfica se apoiam na prevenção de falhas, na análise de causas e na atuação proativa para eliminar não conformidades. Akhmatova et al. (2022) reforçam que a sinergia entre controle de processos e sistemas de informação permite decisões mais rápidas e assertivas, baseadas em dados em tempo real, o que fortalece a capacidade competitiva das empresas.

A consolidação da qualidade como valor institucional envolve não apenas a implementação de normas, mas também a mudança de mentalidade em todos os níveis organizacionais. Baran e Polat (2022) afirmam que a qualidade total só é efetiva quando sustentada por lideranças comprometidas e equipes capacitadas para diagnosticar problemas e aplicar soluções com



agilidade. Isso inclui treinamentos contínuos e incentivo à participação dos colaboradores nas decisões operacionais.

A indústria gráfica que adota a gestão da qualidade como base para sua atuação consegue reduzir variabilidade na produção, melhorar o aproveitamento dos recursos e elevar os padrões de entrega. Filippi et al. (2024) argumentam que esses ganhos só são possíveis com o uso de indicadores de desempenho bem definidos, que permitam avaliar o progresso das ações corretivas e preventivas aplicadas aos processos internos.

A busca pela excelência operacional exige também o uso de dados históricos e tendências do mercado para ajustar as estratégias de produção. Alsaqer et al. (2024) mostram que a análise dessas informações, combinada com ferramentas da qualidade, possibilita desenvolver produtos mais alinhados às necessidades dos consumidores, ao mesmo tempo que aumenta a confiabilidade da produção.

A gestão da qualidade total proporciona ainda benefícios indiretos, como o fortalecimento da reputação da marca e o estímulo à inovação contínua. Akhmatova et al. (2022) salientam que empresas que estruturam seus processos com base nessa filosofia se destacam pela capacidade de adaptação e pela redução de riscos operacionais, o que as posiciona com mais segurança em ambientes de alta concorrência.

A prática de identificar pontos fracos e agir sistematicamente sobre eles é uma das bases mais sólidas da melhoria contínua. Baran e Polat (2022) explicam que, quando isso é feito com consistência, o resultado é o fortalecimento dos processos, aumento do engajamento da equipe e melhoria significativa dos indicadores de qualidade e produtividade.

Na indústria gráfica, onde o controle de variáveis físicas e químicas é determinante para a qualidade final do produto, o uso da gestão da qualidade como estrutura orientadora tem permitido avanços consideráveis. Filippi et al. (2024) apontam que, ao integrar ações corretivas a diagnósticos bem estruturados, é possível transformar resultados operacionais e estabelecer um padrão mais estável de produção.

A satisfação do cliente, por sua vez, reflete o nível de controle que a empresa possui sobre suas etapas produtivas. Alsaqer et al. (2024) destacam que a consistência na entrega e o atendimento das exigências específicas de cada projeto gráfico são consequências diretas de uma estrutura sólida de gestão da qualidade. Isso reforça a fidelização e amplia a percepção de valor da empresa no mercado.

Ao se comprometer com os princípios da qualidade total, a empresa gráfica consegue transformar variabilidade em estabilidade, falhas em oportunidades de melhoria e desafios em inovações operacionais. Akhmatova et al. (2022) observam que essa abordagem integrada é essencial para que a empresa atue de forma mais estratégica, mesmo diante das incertezas do setor produtivo.

### **3.2 Automação na produção de cola dextrina**

A automação aplicada à preparação de cola dextrina tem contribuído de forma decisiva para padronizar processos e minimizar falhas operacionais no setor gráfico. A produção dessa cola, com base em amido vegetal, exige controle rigoroso de variáveis como viscosidade, temperatura e proporção de ingredientes. Santos et al. (2024) mostraram que o uso de sensores e placas Arduino permitiu melhorar o controle do nível de água e a homogeneização da mistura, gerando mais estabilidade no processo e reduzindo desperdícios.



A utilização de adesivos naturais, como os produzidos a partir de amido de milho e mandioca, traz vantagens econômicas e ecológicas. Fabrício e Mählmann (2014) demonstraram que esse tipo de cola apresenta boa aderência e baixo custo, mas sua aplicação exige precisão nas proporções, o que reforça a importância da automação. A automação garante a repetibilidade das etapas, elimina variações manuais e permite ajustes em tempo real durante a produção.

O controle digital das variáveis permite integrar sensores de nível e viscosidade ao sistema, proporcionando dados contínuos e acionamentos automáticos. Segundo Santos et al. (2024), a automação não apenas elevou a confiabilidade da produção, como também proporcionou a redução de retrabalho causado por colas mal preparadas. O ganho de produtividade foi acompanhado por uma melhora perceptível na qualidade final do produto colado, refletindo em menor taxa de devoluções.

A produção de cola a partir de mandioca é consolidada em diversos segmentos, mas exige controle preciso de temperatura e tempo de mistura para que a viscosidade atinja o ponto adequado. A Embrapa (2003) reforçou que o processo industrial do amido é altamente sensível à umidade e ao aquecimento, fatores que precisam ser controlados de forma automática para garantir adesivos consistentes. Esses controles manuais, quando substituídos por soluções digitais, aumentam a previsibilidade da produção.

A automação também facilita a rastreabilidade dos lotes de cola preparados, o que é essencial para garantir a qualidade dos produtos enviados aos clientes. Schneider Electric (2025) aponta que, ao integrar softwares industriais ao processo de produção de compostos químicos, é possível manter um histórico detalhado das operações, além de gerar alertas sobre desvios em tempo real. Esse tipo de monitoramento reduz paradas e perdas causadas por falhas humanas.

A digitalização do processo de mistura da cola promove maior agilidade nos ajustes de parâmetros durante a operação. Santos et al. (2024) observaram que, com o sistema automatizado, o operador consegue atuar preventivamente em casos de sobreaquecimento ou alteração de viscosidade, evitando que a cola fique inadequada para o acoplamento. Isso eleva a eficiência do processo e garante melhor aproveitamento dos insumos.

A produção automatizada de cola dextrina também contribui com a sustentabilidade, pois evita desperdícios de água e energia. Fabrício e Mählmann (2014) destacaram que as formulações naturais exigem cuidados específicos com a dosagem e o tempo de preparo, que, se forem mal executados, resultam em perda de material. Com o uso de automação, essas perdas são praticamente eliminadas, o que favorece práticas mais responsáveis ambientalmente.

No ambiente industrial, sistemas como Arduino se mostram acessíveis e eficazes para pequenos e médios produtores. A facilidade de adaptação às necessidades do processo permite o desenvolvimento de soluções sob medida para a realidade da empresa. Santos et al. (2024) explicaram que o sistema desenvolvido permitiu prever falhas operacionais e realizar ajustes sem interromper o fluxo de produção, demonstrando uma evolução significativa no controle de qualidade.

A automação da preparação da cola impacta diretamente na consistência do produto final, já que a viscosidade da cola determina a aderência entre os materiais. A Embrapa (2003) reforça que o ponto ideal do adesivo depende da correta gelatinização do amido, processo que requer controle preciso de temperatura e agitação. Tais parâmetros, quando automatizados, tornam-se mais confiáveis e menos suscetíveis a erros operacionais.

Soluções industriais que envolvem sensores, microcontroladores e integração com softwares de supervisão têm se mostrado cada vez mais acessíveis. Schneider Electric (2025) salienta que



essas tecnologias permitem que empresas monitorem e ajustem continuamente os processos, reduzindo variações e aumentando a padronização dos produtos. O impacto direto disso é o aumento da competitividade da empresa frente a mercados exigentes.

A automação da produção de cola dextrina viabiliza ainda a coleta e o armazenamento de dados históricos, o que permite análises preditivas. Santos et al. (2024) observaram que a análise de padrões operacionais possibilitou prever falhas de mistura e corrigir desvios antes que se tornassem problemas maiores. Essa capacidade de antecipação representa um avanço relevante para o controle da qualidade.

Com base nas características físico-químicas dos adesivos naturais, como os derivados de mandioca, torna-se evidente a importância de se utilizar controles automatizados. Fabrício e Mählmann (2014) apontaram que a eficiência desses compostos depende diretamente de processos térmicos e mecânicos bem calibrados. Por esse motivo, a automação promove estabilidade, segurança e repetibilidade, fundamentais para o desempenho do adesivo.

A automação da produção de cola representa mais que uma atualização tecnológica, trata-se de uma mudança estratégica. A Embrapa (2003) mostrou que processos artesanais são instáveis, e a adoção de tecnologias industriais corrige essa limitação. A automação, ao substituir a sensibilidade humana por sensores e sistemas programáveis, promove qualidade contínua com menor variação nos resultados.

### 3.3 Ferramentas da qualidade no monitoramento de processos industriais

A aplicação das ferramentas da qualidade no monitoramento de processos industriais representa um avanço estratégico na gestão da produção. Elas permitem identificar causas de falhas, analisar dados e promover melhorias contínuas. Segundo Silva e Junior (2024), ferramentas como diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto, matriz GUT, análise SWOT e 5W2H são essenciais para o controle e correção de desvios, proporcionando decisões mais acertadas e eficientes na rotina industrial.

A análise SWOT tem sido usada para mapear cenários internos e externos, organizando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Paiva (2024) explicou que essa ferramenta ajuda a entender o ambiente do processo produtivo e define estratégias mais assertivas para eliminar gargalos. Quando aplicada no monitoramento da preparação da cola, permite visualizar fatores que influenciam diretamente na variação da viscosidade e no tempo de preparo.

O gráfico de Pareto contribui para priorizar problemas que impactam significativamente a qualidade. Paula e Gambi (2023) observaram que essa ferramenta concentra o foco em poucos fatores vitais que geram a maior parte das falhas, permitindo ações mais eficazes. No contexto da produção de cola, o uso do gráfico permite identificar quais variáveis mais influenciam os desvios nos parâmetros ideais de viscosidade, promovendo correções rápidas e direcionadas.

O diagrama de Ishikawa se destaca pela clareza com que expõe as causas de um problema. Costa et al. (2023) destacaram que ele facilita a análise de diferentes categorias como métodos, materiais, mão de obra e máquinas. Essa visualização favorece o mapeamento dos fatores que provocam variações na mistura da cola, otimizando o controle sobre tempo, temperatura e proporções da fórmula utilizada no processo.

A matriz GUT permite avaliar a gravidade, urgência e tendência de um problema, classificando e priorizando os mais críticos. Silva e Junior (2024) afirmaram que essa ferramenta orienta a tomada de decisão para atuar nos pontos que oferecem maior risco ao processo. Na produção



de cola, ela pode ser usada para identificar os fatores que mais ameaçam a estabilidade da mistura, ajudando a definir planos de ação imediatos.

A ferramenta 5W2H é aplicada na elaboração e detalhamento de planos de ação. Paiva (2024) ressaltou que seu uso no ambiente industrial garante clareza e objetividade na implementação de soluções. Ao estruturar uma ação corretiva para falhas na preparação da cola, essa ferramenta detalha o que será feito, por quem, quando, onde, como, por que e com qual custo, promovendo organização e controle.

O uso combinado dessas ferramentas fortalece o sistema de monitoramento dos processos industriais. Paula e Gambi (2023) defenderam que sua integração permite identificar padrões, antecipar falhas e agir com base em dados, e não por intuição. Isso torna o processo mais robusto e melhora a qualidade final do produto, como a cola dextrina, que precisa de parâmetros específicos e estáveis.

A coleta de dados, base do controle estatístico de processos, é fundamental para alimentar essas ferramentas com informações reais. Costa et al. (2023) destacaram que gráficos de controle permitem acompanhar variações e tomar decisões corretivas com base em fatos. Isso é indispensável na indústria gráfica, onde alterações mínimas na cola podem comprometer a adesão e provocar retrabalhos.

Silva e Junior (2024) reforçaram que o uso sistemático das ferramentas promove uma cultura de melhoria contínua e engajamento dos colaboradores. Ao aplicá-las, os profissionais se tornam mais atentos aos detalhes do processo e contribuem com ideias para aperfeiçoamento. Isso fortalece a gestão participativa e aumenta a eficiência do controle de qualidade.

As ferramentas da qualidade também se mostram acessíveis e adaptáveis a diferentes realidades produtivas. Paula e Gambi (2023) afirmaram que podem ser aplicadas tanto em grandes indústrias quanto em pequenas operações, com ajustes conforme as necessidades do processo. Essa flexibilidade as torna ideais para o monitoramento da preparação de cola automatizada, seja com Arduino ou outro sistema.

A implementação dessas ferramentas exige capacitação técnica e uma cultura voltada para resultados. Paiva (2024) apontou que empresas que investem em qualificação conseguem aplicar as ferramentas de forma mais estratégica, com maior retorno sobre o esforço. No caso da indústria gráfica, essa capacitação pode ser o diferencial para garantir padronização e melhorar a entrega ao cliente.

Com o uso contínuo das ferramentas, é possível transformar dados coletados em conhecimento aplicado. Costa et al. (2023) defenderam que o maior valor dessas metodologias está na sua aplicação prática para resolver problemas reais, o que reforça sua importância no controle do processo. Isso se traduz em ganhos de qualidade, produtividade e redução de perdas.

#### 4. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida neste estudo adota uma abordagem mista, combinando procedimentos quantitativos e qualitativos para ampliar a compreensão do fenômeno analisado. Segundo diversos autores, o método misto permite articular medições objetivas e interpretações contextualizadas, resultando em uma avaliação mais abrangente e coerente do ambiente investigado (Creswell e Plano Clark, 2020). Essa opção metodológica mostra-se pertinente ao contexto industrial, no qual o processo manual pode ter observações diretas sobre os fatores humanos e operacionais que influenciam no desempenho do processo.



A coleta de dados foi realizada com base em estudos de caso, análises de processos industriais e artigos técnicos que abordaram a implementação de sistemas como Arduino, sensores de temperatura e umidade, além de softwares para monitoramento e controle de processos. A análise dos dados foi qualitativa, buscando identificar padrões e resultados que pudessem ser extrapolados para o contexto da produção de cola dextrina. Durante a pesquisa, foram aplicadas ferramentas da qualidade, como a Análise SWOT, o Gráfico de Pareto, o Diagrama de Ishikawa, a Matriz GUT e o 5W2H, para apoiar a identificação e a resolução de problemas no processo.

A aplicação da análise SWOT será realizada durante a observação direta do processo manual, permitindo organizar informações sobre a execução das atividades e identificar fatores internos e externos que influenciam o desempenho operacional. A pesquisa utilizará acompanhamento em campo, registros das etapas manuais e conversas breves com os operadores para mapear pontos fortes, fragilidades e elementos ambientais que afetam a qualidade das tarefas executadas. Essa fase servirá como um diagnóstico inicial para orientar futuras ações de aperfeiçoamento.

Após o levantamento dos problemas identificados durante a observação, a matriz GUT será empregada como ferramenta de priorização das falhas que comprometem a eficiência e a padronização do processo manual. A avaliação será conduzida com o apoio do responsável pela área e dos líderes operacionais, que atribuirão níveis de gravidade, urgência e tendência a cada problema encontrado. Essa análise permitirá estabelecer uma sequência lógica de intervenções, evitando a dispersão de esforços e concentrando ações nas causas mais relevantes.

O diagrama de Pareto será aplicado a partir dos dados quantitativos disponibilizados pelo setor de qualidade ou pelos registros de produção, possibilitando organizar as ocorrências de erros manuais de acordo com sua frequência. Os dados coletados serão classificados e analisados para identificar os tipos de falhas mais recorrentes, aqueles que concentram a maior parte dos retrabalhos ou perdas. Esse instrumento fornecerá uma base objetiva para definir quais problemas deverão ser aprofundados na etapa de investigação das causas.

Em seguida, o diagrama de Ishikawa será utilizado para analisar as causas que contribuem para os erros mais críticos do processo manual. A elaboração do diagrama será realizada com a participação dos operadores, supervisores e equipe de apoio técnico, garantindo múltiplas perspectivas sobre as atividades. Essa ferramenta auxiliará na organização das possíveis origens dos desvios e na identificação dos fatores que realmente influenciam os problemas observados.

O plano de ação será estruturado com auxílio da metodologia 5W2H, permitindo detalhar de forma clara as medidas necessárias para corrigir as deficiências do processo manual. Serão definidos o que deve ser feito, quem será responsável, os prazos, o local em que as ações serão aplicadas, os métodos utilizados, além do custo estimado e a justificativa de cada atividade. Essa etapa assegurará que as soluções propostas sejam práticas, acompanháveis e alinhadas às necessidades reais do processo operacional.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir foram obtidos com a aplicação de ferramentas da qualidade no processo de automatização da produção de cola dextrina. A Análise SWOT identificou as forças e fraquezas do processo, destacando a precisão no controle de viscosidade e a necessidade de atualização tecnológica. O Gráfico de Pareto permitiu priorizar as causas principais das falhas,



como a dosagem errada de água. O Diagrama de Ishikawa detalhou as causas da variação de viscosidade, organizando-as por categoria. A Matriz GUT ajudou a priorizar os problemas mais críticos, e o 5W2H estruturou um plano de ação claro para implementar a automação do controle de temperatura. Esses resultados evidenciam a eficácia da automação e das ferramentas da qualidade na melhoria do processo.

A análise da automatização da produção de cola dextrina, realizada com a ferramenta Análise SWOT, permitiu identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do processo. As principais forças foram a melhoria na precisão do controle de viscosidade e a redução de erros humanos, enquanto as fraquezas envolvem a dependência de tecnologias e a necessidade de capacitação constante. As oportunidades incluem a integração de novos sensores e monitoramento remoto, e a ameaça vem da concorrência que utiliza tecnologias mais avançadas. Essa análise orientou ações focadas na melhoria do treinamento e atualização tecnológica (Leite; Costa, 2024).

Tabela 01. Análise SWOT

<b>Forças</b>	<b>Fraquezas</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
1. Marca reconhecida no mercado: A empresa tem uma forte presença no mercado e é confiável.	1. Altos índices de retrabalho: A falta de treinamento leva ao aumento de retrabalhos e perda de tempo.	1. Crescimento do mercado de automóveis: A demanda por peças de alta qualidade e inovação está em ascensão.	1. Riscos econômicos: Instabilidade econômica pode afetar a produção e vendas.
2. Produtos de alta qualidade: A empresa é conhecida pela qualidade dos produtos oferecidos aos clientes.	2. Falta de treinamento e capacitação: A deficiência na formação da equipe leva a falhas no processo.	2. Inovação no processo de fabricação: Implementação de novas tecnologias e melhorias de processo.	2. Concorrência intensa: Concorrentes estão investindo em inovações e estratégias de qualidade.
3. Mão de obra qualificada: Colaboradores altamente qualificados garantem a qualidade e eficiência dos processos.	3. Problemas de comunicação: Falta de comunicação eficaz entre os departamentos impacta a produção.	3. Aumento de oportunidades de emprego: O crescimento do mercado pode gerar mais oportunidades para contratação.	3. Problemas logísticos: Dificuldades no transporte e entrega podem afetar a pontualidade.
4. Aliança com grandes clientes: Relacionamentos sólidos com clientes-chave aumentam a estabilidade.	4. Acúmulo de pedidos do cliente: Processos ineficazes podem gerar atrasos na produção e acúmulo de pedidos.	4. Formação de novas parcerias: Expansão de parcerias comerciais e colaborativas no mercado.	4. Desastres naturais: Fenômenos como secas ou desastres podem impactar a produção.



5. Uso de novas tecnologias: A empresa adota novas tecnologias para melhorar a produção e qualidade.

5. Falhas operacionais: Deficiências nos processos internos causam baixa eficiência e aumento de custos.

5. Sustentabilidade: A crescente demanda por práticas sustentáveis pode beneficiar a imagem da empresa.

5. Mudanças regulatórias: Novas regulamentações podem exigir ajustes nos processos e aumentar os custos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

A Matriz GUT foi usada para priorizar os problemas encontrados no processo de preparação da cola. Cada causa de falha foi avaliada com base em três critérios: gravidade, urgência e tendência. Por exemplo, a variação na viscosidade foi classificada com alta gravidade e urgência, pois afetava diretamente a qualidade do produto final. O desperdício de material também foi classificado como grave, mas com menor urgência, pois não impedia a produção, embora representasse uma oportunidade para otimização de recursos. A matriz ajudou a focar nas questões mais críticas, garantindo que as ações corretivas fossem tomadas de maneira eficiente e com maior impacto no processo.

Quadro 02. MATRIZ GUT

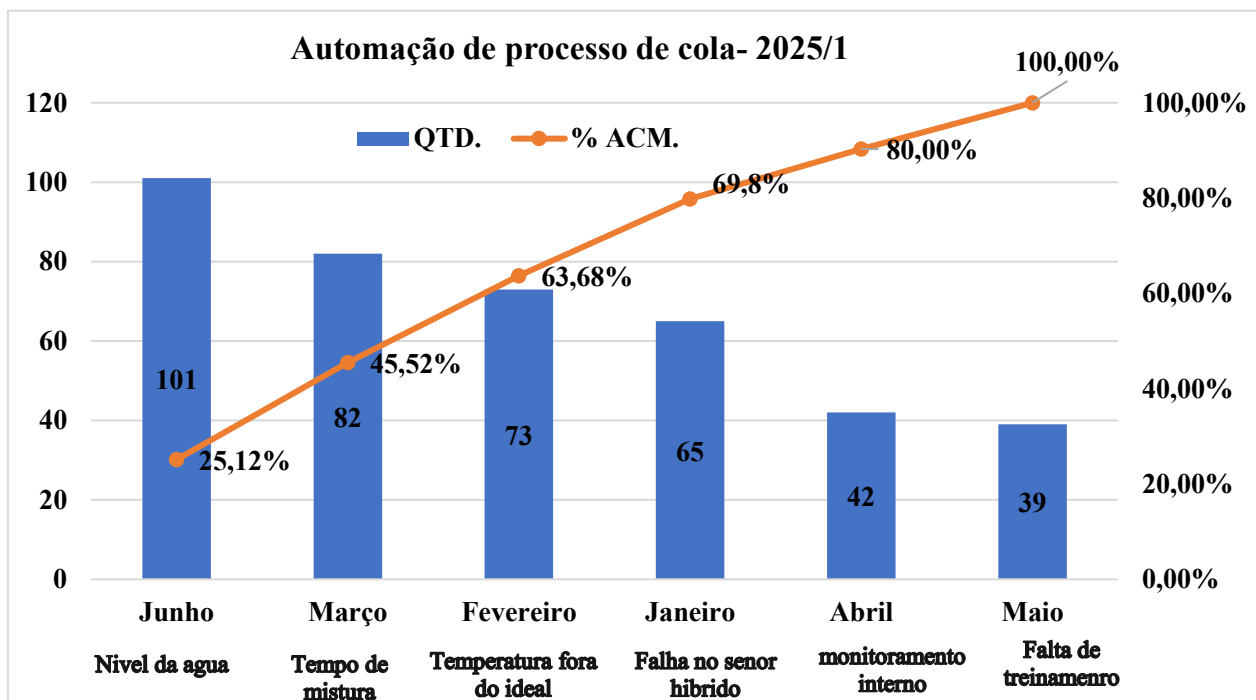
Lista de Problemas	G	U	T	Pontuação	Prioridade
A falta de treinamento aumenta o retrabalho e gera perda de tempo.	4	4	4	64	3°
A falta de capacitação da equipe causa falhas no processo.	5	5	5	125	1°
A má comunicação entre departamentos afeta a produção.	3	4	3	36	5°
Processos falhos geram atrasos e acumulam pedidos.	3	4	4	48	4°
Falhas internas reduzem a eficiência e elevam os custos.	4	5	5	100	2°

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Durante a análise do processo de preparação da cola, o Gráfico de Pareto foi aplicado para identificar quais fatores mais contribuem para as falhas no processo de produção. Através da identificação das causas mais frequentes, como a proporção errada de água e o tempo de mistura inadequado, o gráfico permitiu priorizar as ações corretivas. A análise demonstrou que 80% dos problemas na viscosidade da cola estavam relacionados a apenas 20% das causas identificadas. Com isso, foi possível focar nas melhorias dessas causas primárias, como ajustes na dosagem de água e no controle do tempo de agitação, para reduzir significativamente os defeitos e otimizar a produção.



Figura 01. Gráfico de Pareto



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

O Diagrama de Ishikawa foi utilizado para detalhar as possíveis causas da variação na viscosidade da cola, sendo organizado em categorias principais como "Método", "Máquina", "Material" e "Mão de Obra". Cada uma dessas categorias foi analisada para identificar pontos críticos. No caso do "Método", identificamos que a receita não estava bem definida e o tempo de mistura era irregular. Para "Máquina", a falha nos sensores e o aquecimento instável foram problemas importantes. Em "Material", a qualidade da dextrina e o excesso de água foram fatores decisivos. Por fim, em "Mão de Obra", a falta de capacitação e os erros na operação manual também foram causas significativas. O diagrama ajudou a visualizar claramente o que deveria ser corrigido no processo.

Quadro 02. Diagrama de Ishikawa

Problema	Análise de viscosidade de cola dextrina.
Mão de Obra	Falta de treinamento e supervisão inadequada
Máquina	Problema de calibração e falhas de manutenção
Medida	Instrumentos de medição sem calibração
Meio Ambiente	Umidade no setor de preparação
Material	Condições de armazenamento e Variações de qualidade
Método	Falta de padronização e procedimentos inconsistentes.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025



## 6. PLANEJAMENTO DA PROPOSTA

O 5W2H foi fundamental para estruturar um plano de ação claro e objetivo para a automatização do controle de viscosidade da cola. Com a ferramenta, foi possível detalhar o que seria feito (instalar sensores de temperatura), por que seria feito (para melhorar a precisão do processo e evitar variações), onde (no tanque de preparação da cola), quando (em duas semanas), quem (a equipe de manutenção), como (com a implementação de um sistema Arduino), e quanto custaria (aproximadamente R\$ 700,00). Isso garantiu um planejamento bem estruturado, com todos os detalhes organizados, o que facilitou a execução e acompanhamento das etapas do projeto.

Quadro 03 Plano de Ação 5W2H

O QUÊ?	POR QUÊ?	QUEM?	QUANDO?	ONDE?	COMO?	QUANTO?
A falta de capacitação da equipe causa falhas no processo.	Afeta a processo de preparação da cola dextrina.	Gestor do Processo	Início: 01/02/26 Fim: 01/03/26	Setor de acoplamento	Capacitando toda a equipe com treinamentos para evitar falhas.	R\$1000,00, sendo R\$700,00 destinados a empresas capacitadas para treinamentos e R\$300,00 para compra de material para o treinamento.
Falhas internas reduzem a eficiência e elevam os custos.	Rotatividade de operadores preparando a cola manual.	Gestor do processo / operador	Início: 01/02/26 Fim: 01/03/26	Setor de acoplamento	revisar o procedimento atual, criar uma instrução de trabalho única e treinar toda a equipe de solda para aplicação uniforme.	Não especificado.
A falta de treinamento aumenta o retrabalho e gera perda de tempo.	Não ter experiência no processo determinado.	Gestor de produção / instrutor capacitado	Início: 01/02/26 Fim: 01/03/26	Setor de acoplamento	Realizar treinamentos operacionais para a função.	. Não especificado

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

A automação na produção de cola dextrina demonstrou melhorias significativas no processo, como destacado por Silva e Junior (2024), que ressaltam a importância de ferramentas de qualidade para o diagnóstico e correção de falhas. A análise SWOT revelou que, apesar dos avanços, a dependência de tecnologias e a necessidade constante de capacitação da equipe são desafios importantes. Isso reflete o que Baran e Polat (2022) apontam sobre a integração de ferramentas digitais e a adaptação contínua das equipes, um aspecto crucial para o sucesso da automação.

A aplicação do Gráfico de Pareto, conforme sugerido por Paula e Gambi (2023), foi essencial para identificar as causas principais das falhas no processo, como a dosagem errada de água e o tempo de mistura inadequado. Isso permitiu priorizar ações corretivas, alinhando-se ao que



Costa et al. (2023) mencionam sobre a necessidade de focar nas causas que mais impactam a produção, maximizando a eficiência.

No caso do Diagrama de Ishikawa, a estruturação das causas por categorias como "Método", "Máquina" e "Material" seguiu a recomendação de Paiva (2024), que defende a análise detalhada das causas para uma melhor identificação e correção de problemas. Isso facilitou a compreensão dos pontos críticos, como a falha nos sensores e a variação na temperatura, que afetavam a viscosidade da cola.

A Matriz GUT foi usada para priorizar as falhas mais críticas, como a variação da viscosidade, que, segundo Alsaqer et al. (2024), pode comprometer diretamente a qualidade do produto final. A priorização dessas questões ajudou a concentrar os esforços nas áreas que mais impactam a eficiência do processo, como a redução de desperdícios e a melhora da qualidade da cola.

Por fim, a utilização do 5W2H, conforme indicado por Paiva (2024), estruturou o plano de ação de forma clara, detalhando as etapas para a automação do controle de temperatura. Isso garantiu a implementação eficiente das melhorias necessárias, respeitando o custo e o tempo estabelecidos, e contribuindo para a otimização do processo produtivo.

## 7. RESULTADOS ESPERADOS

A implementação da automatização leva a redução de erros humanos e desperdícios, já que os parâmetros com a quantidade de água adicionada e tempo de mistura são monitorados e ajustados automaticamente, com isso a maior consistência da qualidade do produto preparado, evitando variações indesejadas na viscosidade, assim melhorando a aderência entre as superfícies, o que temos o resultado de menos rejeitos e retrabalhos.

O resultado esperado é o aumento de produtividade, pois o controle automatizado agiliza todo o processo e o tempo de preparação e ainda libera os operadores para outra tarefa de ajustes com maior valor agregado, diminuindo custos internos.

Com a padronização das etapas de trabalho todos os operadores passam a seguir os mesmos procedimentos por meio de equipamentos automáticos, garantindo a rastreabilidade e melhor controle sobre os resultados. Com a automatização o ambiente de trabalho se torna mais seguro e controlado, diminuindo a dependência do operador e elevando o nível de autonomia dos profissionais.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da automação na preparação da cola dextrina em uma indústria gráfica, com foco na melhoria da qualidade e redução de falhas operacionais. Através da implementação de um sistema automatizado de monitoramento do nível de água e controle de variáveis críticas, como viscosidade e temperatura, a pesquisa demonstrou que a automação pode reduzir significativamente os desperdícios e aumentar a precisão do processo produtivo.

As ferramentas de qualidade, como a Análise SWOT, Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e 5W2H, foram fundamentais para a análise e diagnóstico das falhas no processo de preparação da cola. A Análise SWOT permitiu entender as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças associadas ao processo, enquanto o Gráfico de Pareto ajudou a priorizar as causas principais das falhas. O Diagrama de Ishikawa forneceu uma estrutura clara para identificar as



raízes dos problemas, e a Matriz GUT possibilitou a priorização de ações corretivas de forma eficaz. O uso do 5W2H, por sua vez, estruturou o plano de ação para a implementação das melhorias.

A automação não apenas melhorou a consistência da cola produzida, mas também proporcionou a possibilidade de monitoramento remoto, permitindo a previsão e a prevenção de falhas operacionais. Isso resultou em uma produção mais eficiente, com menos retrabalho e maior controle sobre a qualidade final do produto. A pesquisa também contribuiu para a capacitação dos colaboradores da empresa, integrando práticas de eletrônica e automação ao processo produtivo.

Além disso, o estudo evidenciou a importância de se adotar uma abordagem sistemática e estratégica para a implementação de tecnologias na indústria gráfica, especialmente no que se refere à gestão da qualidade total. Ao aplicar ferramentas gerenciais e tecnológicas, a empresa pode melhorar seus processos internos, aumentar a competitividade no mercado e atender melhor às exigências de seus clientes.

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que a automação na preparação da cola dextrina é uma solução inovadora que pode ser estendida para outras áreas da indústria gráfica, com o potencial de otimizar ainda mais os processos produtivos e garantir a qualidade dos produtos finais. A adoção de tecnologias como sensores e sistemas de monitoramento contínuo contribuirá para a eficiência operacional e para a sustentabilidade das operações industriais.

## REFERÊNCIAS

AKHMATOVA, Malika-Sofi; *et al.* Integração de sistemas de gestão da qualidade (TQM) na era digital da indústria 4.0 de sistemas inteligentes de transporte. **Transportation Research Procedia**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.163>. Acesso em nov. 2025.

ALSAQER, Saud; *et al.* O papel da gestão da qualidade total no aumento da satisfação do cliente nos países do Conselho de Cooperação do Golfo (CCG). **MétodosX**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102854>. Acesso em nov. 2025.

BARAN, Erhan; POLAT, Tulay Korkusuz. Classificação da Indústria 4.0 para a Gestão da Qualidade Total: uma revisão. **Sustainability**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14063329>. Acesso em nov. 2025.

COSTA, Carlos Eduardo Silva *et al.* Aplicação das Ferramentas de Qualidade-Controlle Estatísticos de Processos e Diagrama de Ishikawa na determinação da Qualidade de um processo produtivo de Limão. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 5, p. 1794-1819, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/9916>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA. A indústria do amido de mandioca. **Documentos – Embrapa**, n. 6, 2003. Disponível em: <https://infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/109712/1/Industriaamidomandioca.pdf>. Acesso em nov. 2025.

FABRÍCIO, Rosane Furtado; MÄHLMANN, Cláudia Mendes. Desenvolvimento de adesivo à base de amido de milho e de mandioca. **Tecno-Lógica**, 2014. Disponível em:



<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/3836/3338>. Acesso em nov. 2025.

FILIPPI, Emília; *et al.* Aproveitando os elementos tangíveis e intangíveis da Gestão da Qualidade Total: a interação entre benchmarking e processos de melhoria. **The TQM Journal**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2022-0045>. Acesso em nov. 2025.

LEITE, Ygor Geann dos Santos; COSTA, Rejane Flores da (Orgs.). Tópicos em Gestão da Qualidade: Modelos de Gerenciamento de Resultados - Volume 4. Belo Horizonte: **Editora Poisson**, 2024.

PAIVA, Beatriz Cristina Santos<sup>1</sup>. Análise de processos e utilização das ferramentas de qualidade. **Relatos de Experiência: QUALIDADE EM PAUTA**, p. 19, 2024. Disponível em: [https://editoraescolhacerta.com.br/livros2024/Qualidade\\_em\\_pauta.pdf#page=23](https://editoraescolhacerta.com.br/livros2024/Qualidade_em_pauta.pdf#page=23). Acesso em: nov. 2025.

PAULA, Alex; GAMBI, Lillian. Aplicação de Ferramentas da Qualidade: Estudo de Caso em um Laticínio. **Revista FSA**, v. 20, n. 1, 2023. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=18066356&AN=161569695&h=sphHR2ClnJzdxEzYPBSipYu6%2Ff7H6e3cu60mDl6fliFHDLVw%2BuWdTB1k79GDw1%2BSOKK36Ib30KV%2FFsswMWEwSQ%3D%3D&crl=c>. Acesso em: nov. 2025.

SANTOS, Wendel da Silva *et al.* Monitoramento automatizado do nível e viscosidade na preparação de cola na indústria gráfica com Arduino. **Revista FT**, v. 29, ed. 141, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/monitoramento-automatizado-do-nivel-e-viscosidade-na-preparacao-de-cola-na-industria-grafica-com-arduino/>. Acesso em nov. 2025.

SCHNEIDER ELECTRIC. Soluções de automação para os produtos das indústrias químicas e químicas finas. **ProLeiT**, 2025. Disponível em: [https://www.proleit.com.br/industrias/quimica/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.proleit.com.br/industrias/quimica/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em nov. 2025.

SILVA, Ederson José; JUNIOR, Edvaldo Luiz Rando. Aplicação das ferramentas da qualidade no setor industrial. **Caderno Progressus**, v. 4, n. 8, p. 123-133, 2024. Disponível em: <https://mail.cadernosuninter.com/index.php/progressus/article/view/3476>. Acesso em: nov. 2025.