EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

MASP aplicado à solução de problemas de transferência de líquidos viscosos: um estudo de caso em indústria de alimentos

Raphael Mansk
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Joseane Pontes
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Joao Luiz Kovaleski
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: A transferência de fluidos viscosos constitui um desafio nas indústrias de alimentos, uma vez que propriedades como viscosidade, concentração e temperatura podem influenciar as condições de escoamento e a eficiência do bombeamento. Este trabalho aborda um problema identificado na transferência de xarope concentrado de sacarose em uma indústria de alimentos, caracterizado pela variabilidade no tempo de transferência por batelada, entre 35 e 50 minutos, com impacto na eficiência produtiva. O objetivo foi aplicar o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) para investigar as causas associadas e estruturar ações de melhoria. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, aplicando o MASP, com apoio de ferramentas da qualidade, como Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e 5W2H. Após a implementação das ações, incluindo o monitoramento da concentração, o controle da temperatura e o aquecimento da tubulação, os resultados demonstraram que o tempo padrão de transferência foi reduzido de 35 para 30 minutos, resultando em redução de 14% no tempo e aumento de 16% da capacidade média de transferência. Além disso, as ocorrências de maior duração, que atingiam 50 minutos por batelada, deixaram de se repetir, representando redução de 40% do tempo de transferência e incremento de 66% na capacidade efetiva para estes casos. Considerando o impacto positivo em cinco dias de trabalho, ganha-se aproximadamente a um turno a mais de produção. Os resultados evidenciam a aplicabilidade do MASP na redução da variabilidade, recuperação de capacidade produtiva e melhoria da eficiência de processos envolvendo fluidos viscosos na indústria de alimentos.

Palavras-chave: MASP, Viscosidade, Indústria de Alimentos, Melhoria Contínua.

MASP applied to solving viscous liquid transfer problems: a case study in the food industry

Abstract: The transfer of viscous fluids represents a challenge in the food industry, since properties such as viscosity, concentration, and temperature can influence flow conditions and pumping efficiency. This study addresses a problem identified in the transfer of concentrated sucrose syrup in a food-processing industry, characterized by variability in batch transfer time, ranging from 35 to 50 minutes, with an impact on production efficiency. The objective was to apply the Problem Analysis and Solving Method (MASP) to investigate the associated causes and develop improvement actions. The research is characterized as a case study involving the application of MASP, supported by quality tools such as the Ishikawa Diagram, 5 Whys, and 5W2H. After implementing the improvement actions, including concentration monitoring, temperature control, and pipeline heating, the results

showed that the standard transfer time was reduced from 35 to 30 minutes, representing a 14% reduction in transfer time and a 16% increase in average transfer capacity. In addition, the longest transfer occurrences, which reached 50 minutes per batch, no longer occurred, representing a 40% reduction in transfer time and a 66% increase in effective capacity for these cases. Considering the positive impact over five working days, approximately one additional production shift was gained. The results demonstrate the applicability of MASP in reducing variability, recovering production capacity, and improving the efficiency of processes involving viscous fluids in the food industry

Keywords: MASP, Viscosity, Food Industry, Continuous Improvement.

1. Introdução

As ferramentas de gestão da qualidade vêm se consolidando como elementos estratégicos para as indústrias, sobretudo diante de um mercado que exige redução dos custos operacionais e aumento da eficiência (OLIVEIRA *et al*., 2021). No setor de alimentos, essa realidade não é diferente, uma vez que a competitividade está diretamente associada à capacidade das empresas de manter os processos padronizados, evitando desperdícios, paradas não programadas e foco na qualidade do produto final (WERKEMA, 2012).

Nesse contexto, processos que empregam a movimentação de fluidos viscosos representam um desafio na indústria de alimentos, visto que suas propriedades, como elevada viscosidade, densidade e o impacto da temperatura no processo, podem tornar as atividades de manipulação destes fluidos suscetível a falhas operacionais (SILVA *et al*., 2019). Entre os produtos que apresentam esse tipo de característica estão os xaropes concentrados de sacarose, obtidas a partir da dissolução de açúcar em água, cujo elevado °Brix confere ao fluido propriedades que dificultam seu escoamento. Nesse sentido, conhecer a viscosidade das soluções com alto teor de açúcar é um fator importante para o dimensionamento e seleção dos equipamentos utilizados no processo (GRATÃO *et al*., 2004), uma vez que variações nas condições de processo podem aumentar a resistência ao escoamento e favorecer paradas por obstruções, cristalização e perdas de produto (GOTSCHLICH, 2012).

Para lidar com problemas dessa natureza, o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) apresenta-se como uma metodologia fundamentada no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) que auxiliam na identificação do problema até sua padronização e conclusão (CAMPOS, 2004; FALCONI, 2014). Por meio da integração de outras ferramentas, o MASP possibilita investigar sistematicamente as causas de um problema, favorecendo a tomada de decisão baseada em dados e o envolvimento das equipes diretamente relacionadas ao processo (OLIVEIRA; COSTA, 2024; BASTOS JÚNIOR, 2016). A literatura relata ganhos de eficiência e resolução de problemas a partir da utilização do MASP (XAVIER *et al*., 2025; MENEZES *et al*., 2023; MANSK; GAUDENCIO, 2021).

No estudo em questão, observou-se que a etapa de transferência do xarope concentrado entre os equipamentos de uma indústria de alimentos apresentava interrupções e elevada variabilidade no tempo de transferência. As ocorrências estavam associadas à dificuldade de bombeamento do fluido, em um processo no qual fatores como temperatura, concentração, condições de operação e características do sistema de transporte poderiam influenciar o comportamento do produto. Tais ocorrências resultavam em aumento do tempo de ciclo produtivo, perdas de produto e necessidade de intervenções operacionais, impactando diretamente a eficiência da linha.

Diante desse contexto, o presente estudo justifica-se pela necessidade de investigar, de forma sistemática, as causas associadas à variabilidade na transferência de líquidos viscosos em processos alimentícios, contribuindo para a discussão sobre a aplicabilidade do MASP em problemas relacionados ao comportamento reológico de fluidos. Assim, a pesquisa pretende responder a seguinte questão: quais são as causas associadas à

variabilidade no tempo de transferência de xarope concentrado de sacarose em uma indústria de alimentos, utilizando o método MASP para sua resolução?

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho consistiu em aplicar o MASP para identificar e solucionar as causas associadas à variabilidade no tempo de transferência do xarope concentrado de sacarose em uma indústria de alimentos. Os objetivos específicos foram: (i) identificar e priorizar o problema por meio de ferramentas da qualidade; (ii) investigar as causas associadas às propriedades do fluido e ao processo produtivo; (iii) propor e implementar um plano de ação corretivo; e (iv) verificar os resultados obtidos após a implementação e padronização das ações.

Para tanto, foi conduzida uma pesquisa aplicada, de abordagem quali-quantitativa, caracterizada como um estudo de caso desenvolvido em uma indústria de alimentos, por meio da aplicação sistemática das etapas do MASP e de ferramentas da qualidade, com base em observações diretas, dados operacionais e registros de ocorrências do processo produtivo.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira contextualiza o tema, apresenta o problema de pesquisa relacionado à transferência de líquidos viscosos na indústria de alimentos e estabelece os objetivos do estudo. A segunda seção apresenta a fundamentação teórica, abordando o MASP, as principais ferramentas da qualidade utilizadas na pesquisa e conceitos de reologia aplicados a fluidos viscosos. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos adotados. A quarta seção apresenta o estudo de caso, com a aplicação das etapas do MASP e a análise dos resultados obtidos. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais do trabalho.

2. Referencial Teórico

2.1 Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)

O MASP é uma metodologia estruturada, amplamente utilizada na gestão organizacional para identificar, analisar e solucionar problemas de forma sistemática (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Fundamentado no ciclo PDCA, o método segue uma sequência em oito etapas: identificação, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão (CAMPOS, 2004). Essa abordagem possibilita não apenas a solução de problemas, mas também o desenvolvimento de uma cultura organizacional orientada à melhoria contínua e ao aprendizado coletivo (FALCONI, 2014).

De acordo com Bastos Júnior (2016), uma das características do MASP é sua flexibilidade, que permite sua aplicação em diferentes contextos e setores, desde indústrias à instituições de saúde e saneamento (OLIVEIRA; COSTA, 2024). A efetividade da metodologia está associada ao comprometimento da equipe envolvida, na qualidade dos dados coletados e a padronização (WERKEMA, 2012), incluindo aplicações voltadas à redução de retrabalhos e produtos não conformes no setor alimentício (MANSK; GAUDENCIO, 2021), de refugos em processos de envase industrial (MENEZES *et al.* 2023), de paradas de produção em indústrias de transformação (OLIVEIRA *et al.*, 2025) e de tempos de setup em processos têxteis (XAVIER *et al.* 2025).

2.2 Ferramentas da qualidade

Para apoiar as diferentes etapas do MASP, diversas ferramentas da qualidade podem ser utilizadas de forma sistematizada. O Diagrama de Ishikawa, também denominado Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe, permite organizar as possíveis causas de um problema de fatores como: Método, Mão de obra, Máquina, Material, Medida e Meio Ambiente (ISHIKAWA, 1985). A ferramenta favorece o mapeamento estruturado das causas e o envolvimento da equipe na investigação do problema.

A técnica dos 5 Porquês, por sua vez, consiste no questionamento sucessivo das causas de um problema, o aprofundando da investigação até alcançar uma causa fundamental, variando o número de etapas conforme a complexidade da situação analisada (BELOHLAVEK, 2006). Já o 5W2H é utilizada para estruturar planos de ação, organizando as atividades a partir da definição de: O quê realizar, Por quê, Quem, Onde, Quando, Como e Quanto custa. Dessa forma, a ferramenta contribui para a clareza das etapas a serem executadas fornecendo um panorama de execução, estabelecendo responsabilidades, prazos, métodos e recursos necessários para as ações propostas (TELLES, 2013).

2.3 Reologia de fluidos viscosos na indústria de alimentos

A reologia é definida como a ciência que estuda o comportamento de deformação e escoamento da matéria, incluindo propriedades como viscosidade, elasticidade e plasticidade (SILVA *et al*., 2019). Quanto ao comportamento, os fluidos podem ser classificados como newtonianos, quando a tensão de cisalhamento é diretamente proporcional à taxa de deformação, ou não newtonianos, quando essa relação não se mantém constante (SILVA *et al*., 2019). Cabe destacar que soluções concentradas de sacarose, apresentam comportamento newtoniano, com sua viscosidade não dependente da taxa de cisalhamento aplicada nas condições consideradas, mas apresenta forte dependência da temperatura e da concentração do fluido (VAN DER POEL *et al*., 1998).

Na indústria de alimentos, o conhecimento das propriedades reológicas dos fluidos processados é fundamental para o dimensionamento de bombas, tubulações e demais equipamentos envolvidos (GRATÃO *et al*., 2004). Fluidos com elevada concentração de sólidos solúveis, tendem a apresentar aumento significativo da viscosidade, o que pode impactar a perda de carga ao longo do escoamento e a potência necessária para o bombeamento (GOTSCHLICH, 2012).

Segundo Gratão *et al*., (2004), a viscosidade de soluções concentradas de sacarose apresenta forte dependência da temperatura aplicada, de modo que reduções na temperatura do fluido podem ocasionar aumento da resistência ao escoamento e também risco de cristalização, potencializando tanto a perda de carga quanto o entupimento das bombas. Esse comportamento reforça a necessidade de manter o controle térmico e estabilidade da concentração, reduzindo os eventuais impactos com paradas operacionais e perda de produto (GOTSCHLICH, 2012).

3. Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, por meio de um estudo de caso, que segundo Gil (2017), proporciona maior familiaridade com o problema e aprofundamento de forma que facilite ampliar o conhecimento do seu objeto de pesquisa. Quanto a abordagem, caracteriza-se como quantitativa, pois são mensuradas variáveis a partir de observações e foram elaborados tabelas, além de análises das informações produzidas.

A pesquisa foi conduzida com base nas etapas do MASP. Foram desenvolvidas as etapas de identificação do problema, observação, análise, elaboração e implementação do plano de ação, verificação dos resultados e padronização das melhorias implementadas.

A pesquisa foi aplicada em uma indústria de alimentos localizada no interior do estado do Espírito Santo, que se enquadra em agroindústria. A empresa conta com um setor dedicado a manipulação e transferência de xaropes concentrados de sacarose. Para a coleta de dados, foram utilizadas observação direta do processo, conversas com os operadores responsáveis pela linha, além de levantamentos a partir dos registros operacionais como histórico de paradas não programadas.

Na etapa de identificação do problema, foram utilizados registros eletrônicos para identificar os tempos de transferência e às ocorrências de paradas na etapa, permitindo caracterizar a frequência e a magnitude das ocorrências. Na etapa de observação, buscou-se compreender as características do processo, incluindo as tubulações utilizadas, os parâmetros de temperatura e pressão, barreiras na trajetória do fluido, além do comportamento ao longo da linha.

Na fase de análise, foram aplicadas ferramentas para identificar e priorizar as causas associadas ao problema. Utilizou-se o Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês para aprofundar a investigação das causas junto à equipe operacional.

A partir das causas identificadas, foi estruturado um plano de ação por meio do 5W1H, definindo as ações corretivas, os responsáveis, os prazos e os métodos. Foi utilizado o 5W1H, em adaptação ao 5W2H, devido à ausência de dados consolidados de custo para todas analisadas.

Por fim, a análise comparativa dos resultados iniciais e após a execução do plano de ação, com a padronização das rotinas. A tabela 1 apresenta as etapas do MASP realizadas.

Tabela 1 – Etapas do MASP

Etapa do MASP	Ação	Objetivo
Identificação do problema	Levantamento de informação nos registros operacionais	Caracterizar a frequência e o impacto das falhas
Observação	Observação direta e conversa com operação	Compreender o processo e levantar possíveis causas
Análise	Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês	Identificar e priorizar as causas associadas ao problema
Plano de ação	5W1H	Estruturar as ações
Ação	Implementação das ações elaboradas	Executar as medidas corretivas
Verificação	Análise comparativa dos resultados	Avaliar os efeitos das ações sobre o desempenho do processo
Padronização	Revisão do POP e treinamento da equipe	Padronizar as melhorias e evitar a reincidência dos problemas

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4. Resultados e Discussões

4.1 Identificação e Observação do Problema

O processo é composto por um tanque de preparo com capacidade para 1.000 kg a cada batelada de xarope concentrado de sacarose, conectado a uma tubulação de transferência com diâmetro de 3 polegadas, com extensão total de 15 metros até o ponto de destino. A concentração do xarope é determinada em 80°Brix e mantida a uma temperatura de processo de 90 °C. A movimentação do fluido é realizada por meio de uma bomba de deslocamento positivo do tipo parafuso helicoidal, devido à sua capacidade de operar com produtos de elevada viscosidade e proporcionar transferência com baixo cisalhamento.

Considerando a densidade de uma solução de sacarose a 80°Brix (1.412,2 kg/m³, a 20°C), conforme dados de Van der Poel *et al*. (1998), o volume total transferido a cada batelada corresponde a aproximadamente 708 litros (0,708 m³).

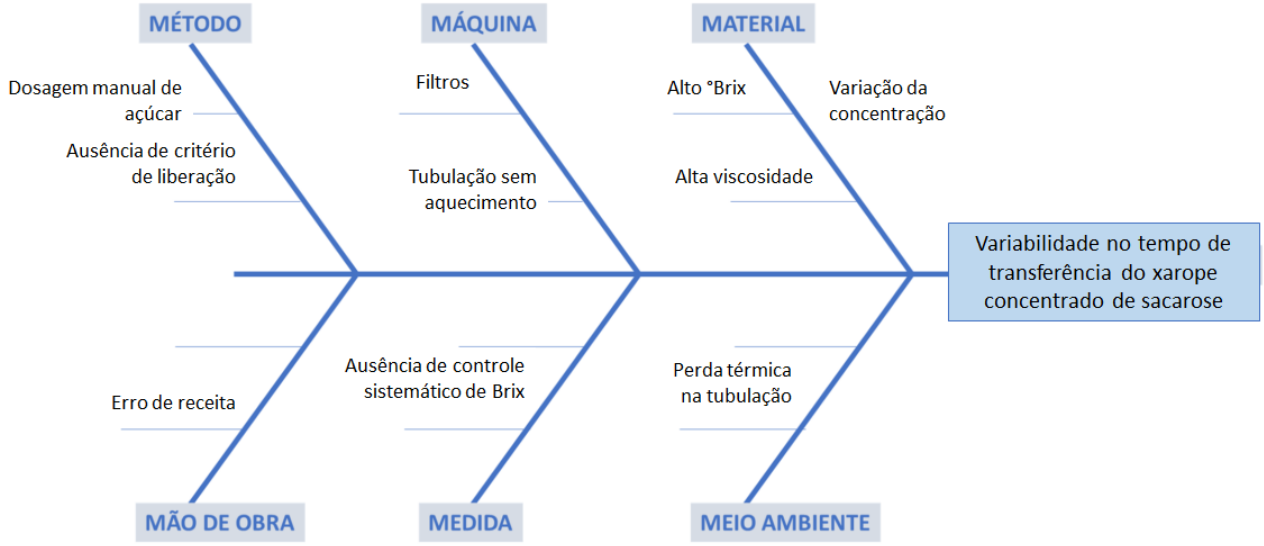
A partir da observação do processo, verificou-se que o tempo de transferência de uma batelada apresentava variação entre os turnos de trabalho. O tempo médio de transferência padronizado nesta etapa era de 35 minutos, resultando em uma vazão média de aproximadamente 20,2 L/min. A presença de elementos adicionais no sistema, como filtro tipo cesto, contribui para a perda de carga do conjunto e pode aumentar a sensibilidade do processo às variações de viscosidade.

Entretanto, em determinados turnos, o tempo de transferência chegava a 50 minutos, correspondendo a uma vazão efetiva de aproximadamente 14,2 L/min. Essa condição representa uma redução de aproximadamente 29% em relação à vazão observada na condição padrão. A variabilidade identificada, motivou a investigação das possíveis causas relacionadas ao comportamento do fluido, considerando que soluções concentradas de sacarose apresentam forte dependência da viscosidade em relação à temperatura e à concentração (GRATÃO *et al*., 2004).

4.2 Análise das Causas

Após a identificação do problema, inicialmente foi realizado um *brainstorming* com a equipe de operação, com o objetivo de levantar possíveis causas dos problemas apresentados. As causas levantadas foram organizadas no Diagrama de Ishikawa, conforme figura 1, e posteriormente analisadas por meio do método dos 5 Porquês.

Figura 1 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Na etapa do método, identificou-se que a adição de açúcar ao tanque era realizada manualmente pela operação, mediante contagem unitária de sacos de açúcar até o limite documentado na receita padrão disponível, procedimento suscetível a erros de contagem e, consequentemente, a variações na concentração final da solução concentrada. A adição de água, por sua vez, era controlada por meio da relação entre vazão e tempo, sem verificação direta do volume efetivamente adicionado.

Na mão de obra, verificou-se que os operadores identificavam empiricamente o aumento do tempo de transferência ao longo do turno, porém não realizavam uma verificação sistemática das possíveis causas, o que dificultava a adoção de intervenções corretivas durante a operação.

Na dimensão medida, constatou-se a ausência de verificação de amostras para aferição da concentração do xarope por meio de refratômetro, antes da transferência. Também não havia monitoramento da temperatura durante o processo de dissolução do açúcar, nem controle sistemático da condição térmica ao longo da transferência.

A análise das causas indicou que a ausência de mecanismos sistemáticos de controle da concentração e da temperatura representava um fator relevante para a variabilidade no tempo de transferência. Essas variáveis apresentam relação direta com a viscosidade de soluções concentradas de sacarose e, consequentemente, com as condições de escoamento do fluido (GRATÃO *et al*., 2004; GOTSCHLICH, 2012).

4.3 Plano de Ação e Bloqueio

A partir da etapa de análise, foi elaborado um plano de ação com o objetivo de estabelecer mecanismos de controle e monitoramento capazes de reduzir a variabilidade no tempo de transferência do xarope concentrado de sacarose. As ações definidas concentraram-se principalmente no controle da concentração e temperatura do produto, parâmetros diretamente associados ao comportamento reológico do fluido.

Como não havia dados consolidados de custo para todas as intervenções propostas no momento da elaboração do plano, optou-se pela adaptação da ferramenta 5W2H, reduzindo o campo referente ao investimento (*How Much*), de modo a manter a consistência e a confiabilidade das informações apresentadas, assim como definido na tabela 2.

Tabela 2 – Plano de ação para o controle da transferência do xarope

O quê	Por quê	Quem	Onde	Quando	Como
Realizar medição de °Brix na primeira calda de cada turno	Acompanhar a concentração do produto no início do turno e utilizá-la como referência para monitorar o desempenho das demais bateladas	Operador de turno	Tanque de preparo	Início de cada turno	Coleta de amostra e leitura em refratômetro
Instalar sensor de temperatura no tanque dissolutor	Monitorar a temperatura da calda durante a dissolução do açúcar, etapa crítica para o controle da viscosidade	Operador de turno	Tanque de dissolução	Imediato	Instalação do sensor e integração ao sistema de supervisório
Instalar medidor de °Brix em linha na tubulação de transferência	Permitir a verificação da concentração do produto durante a transferência e possibilitar correções ainda no início do processo	Setor de engenharia	Tubulação de transferência	Médio prazo	Aquisição, instalação, calibração e validação do instrumento
Encamisar a tubulação de transferência	Reduzir o resfriamento do fluido ao longo do percurso, evitando aumento da viscosidade e perda de capacidade de escoamento	Setor de engenharia	Tubulação de transferência	Médio prazo	Instalação de camisa de aquecimento ao longo da tubulação, com circulação de fluido de aquecimento

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A execução do plano teve acompanhamento pleno, primeiramente através de reuniões com os envolvidos para informar as ações a serem executadas, direcionamento das lideranças e monitoramento dos prazos. Os dados para conclusão foram coletados ao longo de uma semana após a conclusão de todas as ações.

4.4 Verificação

Após a implementação das ações corretivas voltadas ao controle da concentração e da temperatura do xarope, verificou-se uma redução de 5 minutos no tempo padrão de

transferência, reduzindo dos iniciais 35 minutos para 30 minutos por batelada. Esse resultado representa uma redução de aproximadamente 14% no tempo de transferência.

Considerando o volume médio de aproximadamente 708 litros por batelada, a vazão média do processo passou de aproximadamente 20,2 L/min para 23,6 L/min. Esse resultado representa um aumento de aproximadamente 16% na capacidade média de transferência.

O ganho torna-se ainda mais expressivo quando comparado às ocorrências em que o tempo chegava a 50 minutos. Após a implementação das ações, esses problemas pontuais foram eliminados, resultando em uma redução de 20 minutos por batelada, equivalente a 40% do tempo observado nestes casos específicos. Para este cenário, em relação à vazão, o aumento da grandeza representa um incremento de 66% na capacidade efetiva de transferência em comparação com o tempo observado. A tabela 3 sintetiza os resultados obtidos antes e depois da implementação das ações corretivas.

Tabela 3 – Comparativo de desempenho antes e depois da implementação do plano de ação

Cenário	Tempo de transferência (min)	Vazão média (L/min)	Redução de tempo	Ganho de vazão
Condição padrão inicial	35	20,2	—	—
Pior caso inicial	50	14,1	—	—
Após implementação	30	23,6	14,3% (vs. padrão) / 40% (vs. pior caso)	16,8% (vs. padrão) / 66,7% (vs. pior caso)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.5 Padronização

Com os resultados obtidos, seguiu-se para a padronização do processo por meio da revisão dos procedimentos operacionais da área. Foram inseridas as novas práticas de controle implementadas, incluindo a coleta e medição de °Brix na primeira batelada de cada turno, o monitoramento da temperatura por meio de PT-100 durante a dissolução, a verificação em linha da concentração durante a transferência e a manutenção da temperatura do fluido ao longo da tubulação encamisada.

Além da revisão documental, foi realizado treinamento com a equipe de operadores, com o objetivo de assegurar a correta execução do novo procedimento e contribuir para a manutenção dos resultados obtidos. A padronização constitui etapa fundamental do MASP, pois permite incorporar as ações corretivas à rotina operacional e reduzir a possibilidade de reincidência das causas anteriormente identificadas (CAMPOS, 2004; WERKEMA, 2012).

4.6 Resultados Consolidados

Considerando uma operação com aproximadamente seis bateladas por turno, a redução de 5 minutos por transferência obtida após a implementação do plano de ação representa uma redução de aproximadamente 30 minutos no tempo da batelada por turno. Em uma operação com três turnos diários, esse ganho corresponde a aproximadamente 90 minutos por dia.

Com este resultado, ao longo de uma semana de trabalho com 5 dias efetivos, ganha-se aproximadamente um turno a mais de produção. Esse dado representa uma oportunidade relevante de aumento da disponibilidade da linha, seja para a realização de bateladas adicionais, seja para atendimento a programação de produção mensal.

Além do ganho de tempo, a redução da variabilidade associada às ocorrências de pior caso contribuiu para aumentar a previsibilidade do processo, reduzindo a probabilidade de impactos em etapas subsequentes que dependem do abastecimento do xarope concentrado de sacarose.

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que o controle das variáveis de concentração e temperatura, associadas ao comportamento reológico do fluido, contribuiu para a redução do tempo de transferência e para a maior estabilidade do processo. Nesse contexto, a aplicação estruturada do MASP, alinhada com os estudos disponíveis, mostrou-se adequada para organizar a investigação das causas, direcionar as ações corretivas e acompanhar os resultados obtidos.

5. Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo aplicar o MASP para identificar e solucionar as causas associadas à variabilidade no tempo de transferência de xarope concentrado de sacarose em uma indústria de alimentos. Por meio da aplicação sistemática das etapas do método, foi possível identificar que a variação no tempo, de 35 a 50 minutos por batelada, estava associada principalmente à ausência de mecanismos sistemáticos de controle do processo, especialmente concentração e temperatura.

A utilização de ferramentas da qualidade, como *brainstorming*, Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês, potencializam a análise e contribuiu para levantar, organizar e priorizar as causas associadas ao problema, evidenciando fragilidades nos mecanismos de medição e controle. A partir dessas causas, foi estruturado um plano de ação com foco no monitoramento da concentração e da temperatura, na melhoria das condições térmicas da tubulação e na padronização das atividades operacionais.

Os resultados obtidos demonstraram melhoria no desempenho do processo após a implementação das ações. O tempo padrão de transferência foi reduzido de 35 para 30 minutos por batelada, correspondendo a uma redução de aproximadamente 14%. Consequentemente, a vazão média representou um ganho de aproximadamente 16%. Quando comparado ao pior caso, de 50 minutos por batelada, o novo desempenho representa redução de 40% no tempo médio de transferência.

Quando projetada para uma rotina de seis bateladas por turno, três turnos diários e cinco dias de operação, o impacto positivo corresponde a um ganho de aproximadamente um turno a mais de produção. Além do ganho quantitativo, a redução da variabilidade contribuiu para aumentar a previsibilidade operacional e reduzir a possibilidade de impactos nas etapas subsequentes do processo.

Conclui-se que o MASP mostrou-se adequado para estruturar a investigação e o tratamento do problema estudado, permitindo integrar ferramentas da qualidade a resolução de problemas cotidianos na indústria. A experiência evidencia que problemas associados à transferência de líquidos viscosos podem demandar uma abordagem interdisciplinar, na qual conhecimentos da gestão da produção, gestão da qualidade e engenharia de processos são combinados para identificar causas, definir ações e sustentar melhorias operacionais.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar o estudo para outras linhas de produção que envolvam fluidos de elevada viscosidade, bem como realizar acompanhamento de médio e longo prazo dos indicadores de desempenho implementados. Recomenda-se também avaliar quantitativamente os ganhos econômicos decorrentes da redução do tempo de transferência, das perdas de produto e das paradas não programadas, permitindo complementar a análise operacional.

Referências

BASTOS JÚNIOR, L. C. S. Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) apoiado no ciclo PDCA: um estudo bibliográfico. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 7, n. 1, p. 6-13, 2016.

BELOHLAVEK, P. **Como manejar problemas complexos**: uma abordagem ontológica unicista. [S.l.]: Blue Eagle Group, 2006.

CAMPOS, V. F. **TQC**: controle de qualidade total (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima: INDG, 2004.

FALCONI, V. **TQC**: controle da qualidade total no estilo japonês. 11. ed. Nova Lima: Falconi Consultores de Resultado, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas. 6ª ed. São Paulo, 2017. 192p. 2017.

GOTSCHLICH, M. F. L. **Escoamento de fluidos não newtonianos**: revisão da literatura e análise de correlações para o fator de atrito e coeficientes de perda localizada. Florianópolis, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina.

GRATÃO, A. C. A.; BERTO, M. I.; SILVEIRA JÚNIOR, V. Reologia do açúcar líquido invertido: influência da temperatura na viscosidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 652-656, 2004.

ISHIKAWA, K. **What is total quality control?** The Japanese way. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

MANSK, R.; GAUDENCIO, J. H. D. Aplicação da metodologia MASP para redução de retrabalhos em produtos não conformes: estudo de caso em uma empresa do setor alimentício. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2021, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: SIMPEP, 2021.

MENEZES, G. A. G.; DINIZ, H. H. L.; SOUZA NETO, A. M. de. Aplicação do MASP e ferramentas da qualidade para redução de refugos e retrabalhos no processo de envase de botijões P13 no período da pandemia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11., 2023, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: SIMEP, 2023.

OLIVEIRA, B. C. de; PINTO, F. R.; SOUZA, M. C. A. de; ALENCAR, D. B. de. MASP methodology as an effective tool for improving organizational processes. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 9, n. 7, p. 48-55, 2021.

OLIVEIRA, J. C. da S.; SANTOS, W. L. F.; CALLEFI, M. H. B. M.; SHIRAMIZU, C. S.; SHIRAMIZU, S. Y. Um estudo de redução de paradas de produção em uma indústria de embalagens no município de Maringá – PR. **REFAS – Revista Fatec Zona Sul**, v. 11, n. 4, p. [informar páginas], fev. 2025. DOI: 10.26853/Refas_ISSN-2359-182X_v11n04_03.

OLIVEIRA, I. R.; COSTA, J. F. Reestruturação do processo de socialização organizacional: aplicando a metodologia MASP em uma instituição do setor de saneamento básico. In: ENCONTRO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAIS EM ADMINISTRAÇÃO, 10., São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: EMPRAD, 2024.

SILVA, C. M. da; SILVA JÚNIOR, T. L. e; PINTO JÚNIOR, I. M. Caracterização reológica de fluidos não newtonianos e sua aplicabilidade na indústria. **Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas**, Alagoas, v. 5, n. 2, p. 285-300, maio 2019.

TELLES, A. **O empreendedor viável**: uma mentoria para empresas na época da cultura startup. Rio de Janeiro: LeYa, 2013.

VAN DER POEL, P. W.; SCHIWECK, H.; SCHWARTZ, T. **Sugar Technology**: beet and cane sugar manufacture. Berlin: Bartens, 1998.

XAVIER, A. S.; COSTA, J. L. L. da; COSTA JÚNIOR, J. F. da. Aplicação do MASP para redução do tempo de setup e padronização operacional em uma indústria têxtil. In: ENCONTRO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAIS EM ADMINISTRAÇÃO, 11., 2025, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: EMPRAD, 2025.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e Demaic e suas ferramentas analíticas**. São Paulo: Gen Atlas, 2012.