Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ELEVADOR DE CANECA PARA MOVIMENTAÇÃO DE FARELO EM MOINHO DE TRIGO

OPTIMIZATION OF MAINTENANCE MANAGEMENT FOR THE BUCKET ELEVATOR USED TO TRANSPORT BRAN IN A WHEAT MILL

Bruna Paulino, Isabella Sardinha Bueno, Pedro Gabriel Ferreira da Silva, Rafael dos Santos Antunes, Carlos Alberto Amaral Moino

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia de Produção e Mecânica
E-mail para contato: ra214706@alunos.unisanta.br

RESUMO – A gestão da manutenção possui papel estratégico na continuidade dos processos industriais, principalmente em equipamentos cuja indisponibilidade pode comprometer etapas da produção. Este trabalho analisa a gestão da manutenção de um elevador de caneca destinado à movimentação de farelo em um moinho de trigo localizado na Baixada Santista. A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso de abordagem qualitativa e utiliza registros de ordens de serviço, análise de falhas, Diagrama de Ishikawa, Matriz de Criticidade, princípios de Lean Manufacturing e indicadores de desempenho. Os resultados indicaram disponibilidade de 93,33%, MTBF de 4.380 horas, MTTR de 4 horas e 20 minutos e cumprimento de 91,67% das manutenções preventivas, além da classificação do equipamento como Criticidade A.

Palavras-chave: Gestão da manutenção; Elevador de caneca; Manutenção preventiva; Indicadores de desempenho; Lean Manufacturing.

ABSTRACT – Maintenance management plays a strategic role in the continuity of industrial processes, especially for equipment whose unavailability may compromise production stages. This study analyzes the maintenance management of a bucket elevator used for bran handling in a wheat mill located in the Baixada Santista region. The research is characterized as a qualitative case study and uses work order records, failure analysis, Ishikawa Diagram, Criticality Matrix, Lean Manufacturing principles and performance indicators. The results indicated 93.33% availability, MTBF of 4,380 hours, MTTR of 4 hours and 20 minutes, and 91.67% compliance with preventive maintenance, in addition to the equipment being classified as Criticality A.

Keywords: Maintenance management; Bucket elevator; Preventive maintenance; Performance indicators; Lean Manufacturing.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

O moinho de trigo consiste em uma linha produtiva composta por um conjunto de máquinas projetadas para produção da farinha, a partir do grão do trigo, conforme a figura 1. Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Trigo (2021), o processo produtivo envolve etapas cíclicas e interdependentes, como a moagem, peneiração, transilagem e limpeza do trigo, que se repetem de forma contínua ao longo da produção.

Figura 1: Vista externa de um moinho.



No que se refere à estrutura operacional do moinho, destaca-se a utilização de diversos equipamentos essenciais para o funcionamento eficiente da linha produtiva. Dentre esses, podem ser mencionados o elevador de canecas, responsável pelo transporte vertical dos grãos; o transportador de corrente, utilizada pelo deslocamento horizontal dos grãos; o ventilador de aspiração, que auxilia na remoção de impurezas leves; o filtro, que atua na retenção de partículas indesejadas; e o soprador, que contribui para a movimentação e separação dos materiais ao longo do processo.

A manutenção é um conjunto de atividades técnicas e administrativas destinadas a garantir o funcionamento adequado de equipamentos, máquinas e sistemas ao longo do tempo. No contexto industrial, sua aplicação é fundamental para assegurar a confiabilidade, a disponibilidade e a produtividade dos ativos, contribuindo diretamente para a redução de custos operacionais e aumento da competitividade das organizações. Além disso, a manutenção deixou de ser vista apenas como uma atividade corretiva, passando a assumir um papel estratégico dentro dos processos produtivos (NASCIMENTO; ALMEIDA, 2021).

ISSN 2317-1316

O presente trabalho tem como objetivo analisar o funcionamento do elevador de canecas, aplicando um estudo baseado nas principais técnicas de manutenção, a fim de realizar uma avaliação do equipamento, visando garantir confiabilidade operacional, prevenindo falhas que possam comprometer a continuidade da produção. Além disso, os dados obtidos serão coletados, armazenados e analisados, possibilitando a identificação de possíveis gargalos e a implementação de melhorias que contribuam para o desempenho eficiente do moinho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada consistiu na realização de um estudo de caso, de abordagem qualitativa, em um elevador de caneca responsável pelo transporte de farelo em um moinho de trigo localizado na Baixada Santista. O equipamento foi selecionado devido à sua elevada criticidade para o processo produtivo, uma vez que sua indisponibilidade provoca interrupção da alimentação dos diagramas de moagem, comprometendo diretamente a produção de farinha.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO

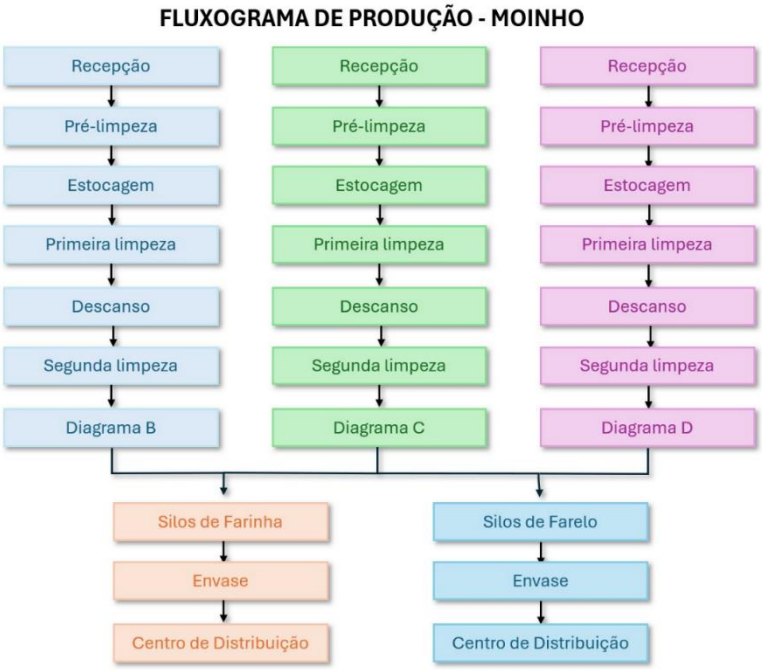
O elevador de caneca analisado é utilizado no transporte vertical de farelo em um moinho de trigo localizado na Baixada Santista, apresentando capacidade nominal de 300 toneladas por hora (t/h). Sua função está diretamente relacionada à continuidade do fluxo produtivo, uma vez que sua indisponibilidade pode comprometer o transporte do material e as etapas subsequentes do processo de moagem (ABITRIGO, 2019).

2.2 LEVANTAMENTO HISTÓRICO

Para a realização do estudo, foram levantados os registros de manutenção do elevador de caneca por meio de um software de manutenção utilizado pela empresa. Foram analisadas as Ordens de Serviço (OS) relacionadas ao equipamento, considerando informações referentes à quantidade de serviços, status de conclusão e classificação das intervenções entre manutenções preventivas e corretivas, conforme apresentado na Figura 2.

ISSN 2317-1316

Figura 2: Fluxograma de produção



2.3 ANÁLISE DE FALHAS

As ocorrências corretivas registradas em 2025 foram analisadas considerando suas características e os componentes envolvidos. Para identificar as possíveis causas das falhas, utilizou-se o Diagrama de Ishikawa, estruturado nas categorias máquina, método, mão de obra, material, medição e meio ambiente (RAMOS BENANCIO; SUAREZ MANDUJANO; TRISTÁN CHANCA, 2024).

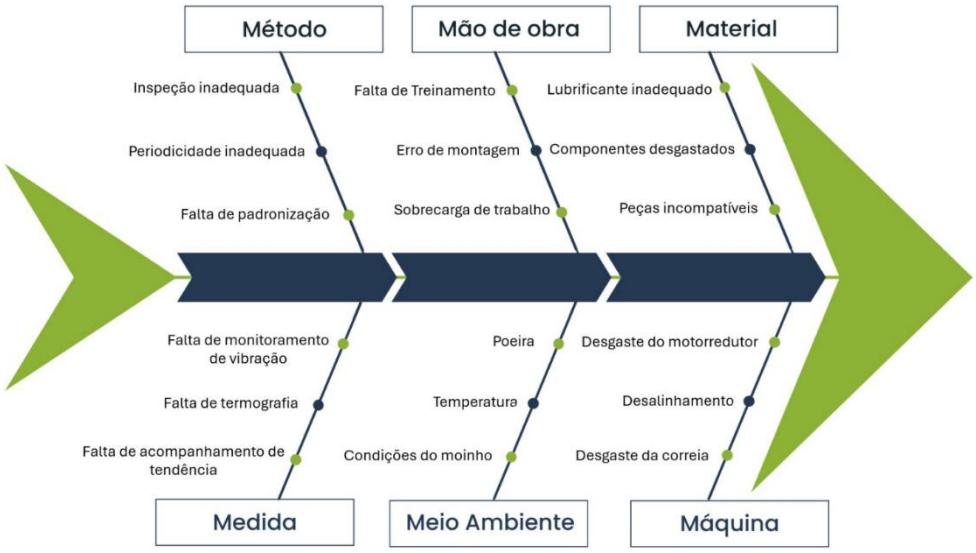
Após a identificação das possíveis causas, foi realizado o levantamento do impacto produtivo das paradas, relacionando o tempo de indisponibilidade do elevador à sua capacidade nominal de movimentação e aos dados de produção considerados no estudo. Essa etapa permitiu avaliar as consequências das paradas sobre a continuidade do processo e demonstrar a importância da redução das intervenções não planejadas (AZLINA; NASUTION; HUDA, 2025).

ISSN 2317-1316

2.4 MATRIZ DE CRITICIDADE DO EQUIPAMENTO

A análise de criticidade foi utilizada como ferramenta para avaliar o nível de importância do equipamento e identificar o potencial impacto de sua indisponibilidade sobre o processo produtivo, como ilustrado na figura 3.

Figura 3: Diagrama espinha de peixe do processo



Para determinar a criticidade do elevador de caneca, foram avaliados cinco critérios, com pontuações atribuídas conforme a gravidade das consequências de uma eventual falha. O equipamento recebeu 8 pontos em segurança e meio ambiente, 15 em produção, 1 em qualidade, 2 em custo de manutenção e 2 em backup/bypass. A soma resultou em 28 pontos, classificando o equipamento como Criticidade A (Alta). Esse resultado evidencia sua relevância para a continuidade do processo produtivo e fundamenta a priorização das atividades de manutenção.

A criticidade não deve ser determinada exclusivamente pela frequência de ocorrência das falhas, mas também pela magnitude de suas consequências. Dessa forma, a utilização da matriz permite estabelecer prioridades para as atividades de manutenção e direcionar os recursos para os ativos com maior impacto potencial sobre a operação, como mostra a figura 4.

ISSN 2317-1316

Figura 4: Frequência de ocorrência de falhas

TAG	FAR06ELC01 - ELEVADOR FARELO
SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE	Caso o equipamento falhe, pode causar danos de forma grave ou afetará o meio ambiente.
PRODUÇÃO	Caso o equipamento falhe, interrompe o processo produtivo ou reduz a capacidade produtiva de maneira recuperável.
QUALIDADE	Caso o equipamento falhe, afetará a qualidade do produto de forma recuperável.
CUSTO DE MANUTENÇÃO	Caso o equipamento falhe, o seu reparo representará menos que 10% dos custos de manutenção.
BACK-UP / BY-PASS	Não existe backup.
CRITICIDADE	A

2.5 ESTRATÉGIA E PLANO DE MANUTENÇÃO

Para a análise das práticas de manutenção preventiva, foi considerado o plano utilizado pela empresa, contemplando inspeções com o equipamento parado e em operação. Com base nas análises realizadas, foi desenvolvido um plano específico para os principais componentes do elevador de caneca, incluindo motor elétrico, redutor, mancais, correia, canecas, tambores, fundo móvel e janelas de inspeção. As atividades propostas abrangem inspeção, limpeza, lubrificação, reaperto, alinhamento e verificação de desgaste, visando padronizar as intervenções e prevenir falhas.

2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho permitem mensurar e acompanhar o comportamento dos equipamentos, fornecendo informações para avaliação e melhoria dos processos (ISO, 2014). No contexto da manutenção, indicadores como Disponibilidade, MTBF (Mean Time Between Failures – Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Mean Time To Repair – Tempo Médio para Reparo) possibilitam avaliar a disponibilidade, confiabilidade e eficiência das intervenções (MUCHIRI et al., 2011). Para o presente estudo, os indicadores foram utilizados para estabelecer uma referência atual do desempenho do elevador de caneca, permitindo que os resultados sejam posteriormente comparados após a implementação das ações propostas.

A disponibilidade poderá ser calculada pela relação entre o tempo disponível para operação e o tempo total considerado no período, conforme fórmula 1:

ISSN 2317-1316

$$Disponibilidade\ (\%) = \frac{Tempo\ Disponível}{Tempo\ Total\ Planejado} \times 100\% \quad (1)$$

Para o cálculo da disponibilidade, considerou-se o período anual de 8.760 horas, incluindo 576 horas de paradas preventivas programadas em 2025, correspondentes a 48 horas mensais.

Além da disponibilidade, foram determinados o MTBF, utilizado para representar o tempo médio entre as falhas, conforme fórmula 2:

$$MTBF = \frac{Tempo\ de\ operação}{Número\ de\ falhas} \quad (2)$$

E o MTTR, empregado para avaliar o tempo médio necessário para a realização dos reparos, conforme fórmula 3:

$$MTTR = \frac{Tempo\ total\ de\ reparo}{Número\ de\ reparos} \quad (3)$$

Também foi analisado o percentual de cumprimento das manutenções preventivas programadas, permitindo avaliar o nível de execução do planejamento estabelecido, conforme fórmula 4:

$$Manutenção\ preventiva\ (\%) = \frac{Realizadas}{Programadas} \times 100 \quad (4)$$

2.7 AVALIAÇÃO ECONÔMICA

A avaliação econômica foi utilizada como complemento à análise técnica, buscando demonstrar o potencial impacto da indisponibilidade do equipamento sobre o processo produtivo. Para o estudo foi considerada a capacidade nominal do elevador de 300 toneladas por hora e o valor de referência de R$ 3.000,00 por tonelada. A capacidade potencial afetada foi determinada a partir da relação entre o tempo de indisponibilidade e a capacidade nominal do equipamento.

A análise deve ser interpretada como uma estimativa de impacto potencial, e não necessariamente como perda financeira efetiva, uma vez que fatores como sistema de backup, estoques intermediários e possibilidade de recuperação posterior da produção podem reduzir ou compensar parte do impacto provocado pela indisponibilidade.

ISSN 2317-1316

2.8 LEAN MANUFACTURING

O Lean Manufacturing foi utilizado como abordagem de melhoria contínua, por meio do Kaizen, visando identificar oportunidades de redução de falhas, paradas e desperdícios na manutenção do elevador. Para isso, foram integrados o Diagrama de Ishikawa, a Matriz de Criticidade e os indicadores de desempenho, permitindo identificar possíveis causas, estabelecer prioridades e acompanhar a evolução das condições operacionais do equipamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período analisado, foram registradas 20 Ordens de Serviço, todas concluídas, correspondendo a um índice de conclusão de 100%. Dentre essas ordens, 11 foram referentes a manutenções preventivas, duas a manutenções corretivas e sete a serviços de suporte operacional. Considerando exclusivamente as intervenções classificadas como manutenção, as atividades preventivas corresponderam a 84,62%, enquanto as corretivas representaram 15,38%, evidenciando a predominância de intervenções programadas no equipamento.

As duas ocorrências corretivas registradas apresentaram características distintas, sendo uma classificada como planejada, relacionada à desmontagem do motorredutor, e outra como emergencial, referente à abertura e fechamento da tubulação de entrada do elevador de farelo. Apesar do número reduzido de ocorrências, verificou-se que as falhas possuem relevância para o processo devido à função exercida pelo equipamento no transporte do material e na continuidade da produção.

O Diagrama de Ishikawa possibilitou identificar diferentes fatores capazes de contribuir para a ocorrência de falhas no elevador. Entre os fatores levantados destacaram-se aspectos relacionados à falta de treinamento, erros de montagem, componentes desgastados, ausência de monitoramento, temperatura, desalinhamento e desgaste da correia. Esses fatores foram distribuídos entre as categorias método, mão de obra, material, medida, meio ambiente e máquina.

A aplicação da Matriz de Criticidade resultou em uma pontuação total de 28 pontos, classificando o elevador de farelo como equipamento de Criticidade A (Alta). Essa classificação demonstra que mesmo uma quantidade reduzida de falhas pode representar riscos significativos

ISSN 2317-1316

ao processo, devido à função desempenhada pelo equipamento no transporte de farelo e à sua relação com a continuidade dos diagramas de moagem. Dessa forma, a priorização das atividades de manutenção no elevador mostra-se necessária para reduzir a possibilidade de ocorrências capazes de comprometer o desempenho operacional.

Em relação aos indicadores de desempenho, a disponibilidade obtida foi de 93,33%, considerando o período total anual de 8.760 horas e o tempo efetivamente disponibilizado para operação de 8.175,33 horas. Durante o período estudado, as duas falhas registradas corresponderam a 8,67 horas de parada.

Em relação à confiabilidade operacional, o MTBF (Mean Time Between Failures) calculado foi de 4.380 horas, indicando que, durante o período analisado, o equipamento apresentou em média uma falha a cada 4.380 horas de operação.

O MTTR (Mean Time To Repair) foi calculado a partir das duas intervenções corretivas. A desmontagem do motor redutor resultou em 5 horas de parada, enquanto a intervenção relacionada à abertura e fechamento da tubulação de entrada apresentou duração de 3 horas e 40 minutos. Dessa forma, o tempo total de parada decorrente das falhas foi de 8 horas e 40 minutos, resultando em um tempo médio de reparo de aproximadamente 4 horas e 20 minutos por falha.

Quanto ao cumprimento das manutenções preventivas, estavam previstas 12 atividades ao longo do período de um ano, correspondendo a uma intervenção mensal. Foram executadas 11 das 12 atividades programadas, resultando em um índice de cumprimento de 91,67%. A única manutenção não executada correspondeu a 8,33% das atividades previstas. Esses resultados estão consolidados na Tabela 1.

Os indicadores obtidos constituem uma linha de base para avaliar futuramente a evolução da confiabilidade e da disponibilidade do elevador após a implementação das melhorias propostas.

Embora o cumprimento das manutenções preventivas tenha sido elevado, a existência de uma atividade não executada evidencia uma oportunidade de melhoria. Considerando a elevada criticidade do equipamento, o cumprimento integral do planejamento é relevante para reduzir a possibilidade de falhas não planejadas.

ISSN 2317-1316

O plano de manutenção proposto busca padronizar as intervenções preventivas, enquanto o acompanhamento dos indicadores permitirá avaliar sua efetividade e identificar novas oportunidades de melhoria.

A análise econômica também reforça a importância da disponibilidade do equipamento. Considerando a capacidade nominal de 300 t/h, o valor de referência de R$ 3.000,00 por tonelada e as 48 horas de indisponibilidade consideradas na avaliação, foi estimada uma capacidade potencial afetada de 14.400 toneladas, correspondente a um impacto econômico potencial de R$ 43,2 milhões.

Tabela 1. Resultados dos indicadores (Elaborado pelos autores (2026)).

Indicador	Resultado
Ordens de serviço registradas	20
Ordens de serviço concluídas	100%
Manutenções preventivas	11
Manutenções corretivas	2
Participação das preventivas	84,62%
Participação das corretivas	15,38%
Disponibilidade	93,33%
MTBF	4.380h
MTTR	4h 20 min
Preventivas realizadas	11 de 12
Cumprimento das preventivas	91,67%
Criticidade do equipamento	A – Alta

Entretanto, esse valor não deve ser interpretado diretamente como perda financeira efetiva, uma vez que fatores como a existência de sistema de backup, estoques intermediários e a possibilidade de recuperação posterior da produção podem reduzir o impacto real das paradas.

Sob a perspectiva do Lean Manufacturing, a redução das intervenções não planejadas e dos períodos de indisponibilidade está relacionada à eliminação de desperdícios e à melhoria contínua do processo. A utilização do Kaizen, em conjunto com o Diagrama de Ishikawa, a Matriz de Criticidade e os indicadores de manutenção, permite direcionar as ações para as

ISSN 2317-1316

causas e componentes de maior relevância, contribuindo para uma gestão de manutenção baseada em análise e acompanhamento de desempenho.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu analisar a gestão da manutenção de um elevador de caneca destinado à movimentação de farelo em um moinho de trigo, identificando oportunidades de melhoria para sua confiabilidade operacional. O levantamento das Ordens de Serviço demonstrou predominância das intervenções preventivas, enquanto a Matriz de Criticidade classificou o equipamento como Criticidade A (Alta), evidenciando a importância da priorização de sua manutenção. Os indicadores obtidos, com disponibilidade de 93,33%, MTBF de 4.380 horas, MTTR de 4 horas e 20 minutos e cumprimento de 91,67% das preventivas, estabeleceram uma referência para o acompanhamento do equipamento. A avaliação econômica também demonstrou a relevância de sua disponibilidade, considerando o impacto produtivo e econômico potencial das paradas, sem caracterizá-lo como perda financeira efetiva. A aplicação integrada do Diagrama de Ishikawa, da Matriz de Criticidade, dos indicadores de desempenho e dos princípios de melhoria contínua possibilitou estruturar uma proposta de otimização da manutenção, incluindo um plano de atividades preventivas. Conclui-se que o planejamento e o acompanhamento sistemático da manutenção são fundamentais para a confiabilidade do equipamento, sendo recomendado avaliar os indicadores após a implementação das ações propostas para verificar sua efetividade.

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta ChatGPT, para auxílio na organização e adequação do conteúdo ao formato do artigo científico. O conteúdo gerado foi revisado, adaptado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

ISSN 2317-1316

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. *Do grão ao pão*. São Paulo: ABITRIGO, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. Panorama do setor de moagem de trigo no Brasil. São Paulo: Abitrigo, 2021.

AZLINA, Nur Azlina; NASUTION, Harmein; HUDA, Listiani Nurul. Systematic literature review: application of work system from Lean Maintenance and its methodology. Jurnal Sistem Teknik Industri, v. 27, n. 1, p. 21-27, 2025. DOI: 10.32734/jsti.v27i1.18203. Disponível em: Jurnal Sistem Teknik Industri.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 22400-1:2014: Automation systems and integration — Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management — Part 1: Overview, concepts and terminology. Geneva: ISO, 2014.

MUCHIRI, Peter; PINTELON, Liliane; GELDERS, Ludo; MARTIN, Harry. Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, v. 131, n. 1, p. 295-302, 2011. DOI: 10.1016/j.ijpe.2010.04.039.

NASCIMENTO, João Pedro; ALMEIDA, Marcela Midori Yada de. Manutenção industrial: um estudo de sua importância na competitividade em uma empresa do ramo metalúrgico. Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, v. 18, n. 1, p. 416–425, 2021.

RAMOS BENANCIO, N. F.; SUAREZ MANDUJANO, M. E.; TRISTÁN CHANCA, H. Impact on waste reduction when applying Lean Manufacturing tools in SMEs: systematic literature review. LACCEI, v. 2, n. 11, 2024. DOI: 10.18687/LEIRD2024.1.1.626. Disponível em: LACCEI – Impact on waste reduction.