



A OEE COMO BÚSSOLA DE MELHORIA EM UMA LINHA DE BLOCOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO COM SMED E A3

Discente: Cintia Cristina Costa do Prado

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ruy

Resumo:

Este estudo descreve a aplicação do indicador OEE em uma linha semiautomática de blocos de concreto instalada em Uberlândia-MG. Após mapear o processo em sete etapas, da dosagem à paletização, foram coletados dados diários de produção, qualidade, manutenção e ensaios externos, consolidados em planilhas mensais. A OEE foi calculada com base nos três pilares (disponibilidade, desempenho e qualidade), tendo como meta interna 83,7%. A análise de Pareto, Ishikawa e 5 Porquês indicou que a variação dimensional, a deformação e as rebarbas respondiam por 80% do refugo. As causas-raiz foram registradas em Relatórios A3 e atacadas por contramedidas como SMED, checklists de início de linha, calibração semanal de sensores e instalação de raspador superior. Entre 2021 e 2025, paradas não programadas caíram 35%, a troca de molde encurtou de 45 minutos para 28 minutos e o índice de peças fora de especificação recuou para 0,4%. A OEE evoluiu de 62% nas primeiras medições de 2020 para 90% em dezembro de 2023 e manteve-se em patamar próximo à meta interna até maio de 2025, indicando que ajustes simples e disciplinados elevam a eficiência operacional e a margem de contribuição.

Palavras-chave: OEE; Lean Manufacturing; SMED; Blocos de Concreto; Melhoria Contínua.

APPLYING OEE AS A STRATEGIC TOOL FOR PERFORMANCE IMPROVEMENT IN A CONCRETE BLOCK PRODUCTION LINE: A SMED AND A3 CASE STUDY

Abstract: *This study describes the application of the OEE indicator in a semi-automated concrete block production line located in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. After mapping the process into seven stages—from dosing to palletizing—daily data on production, quality, maintenance, and external testing were collected and consolidated into monthly spreadsheets. OEE was calculated based on its three pillars (availability, performance, and quality), using an internal target of 83.7%. Pareto, Ishikawa, and 5 Whys analyses showed that dimensional variation, deformation, and burrs accounted for 80% of scrap. Root causes were documented in A3 reports and addressed through countermeasures such as SMED, start-up checklists, weekly sensor calibration, and the installation of a top scraper. Between 2021 and 2025, unplanned downtime decreased by 35%, mold changeover time was reduced from 45 to 28 minutes, and the out-of-specification rate dropped to 0.4%. OEE improved from 62% in the first measurements of 2020 to 90% in December 2023 and remained at a level close to the internal target through May 2025, indicating that simple and disciplined adjustments increase operational efficiency and contribution margin.*

Keywords: *OEE; Lean Manufacturing; SMED; Concrete Blocks; Continuous Improvement.*



1. Introdução

Em um cenário competitivo, especialmente para pequenas indústrias, garantir alta eficiência operacional é essencial para a sustentabilidade e a competitividade no mercado. No setor de artefatos de concreto, problemas como falhas frequentes nos equipamentos e paradas não planejadas comprometem a produtividade e elevam os custos operacionais. O monitoramento contínuo, em tempo real, de indicadores de desempenho torna-se fundamental para avaliar e aperfeiçoar os processos produtivos.

A Eficiência Geral do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) destaca-se como uma ferramenta eficaz para mensurar a eficiência global dos equipamentos, considerando três pilares – disponibilidade, desempenho e qualidade – que correspondem, respectivamente, ao tempo efetivo de operação, à velocidade de produção em relação ao potencial máximo e à proporção de itens produzidos sem defeitos (Hansen, 2006).

Neste estudo, analisou-se uma empresa localizada em Uberlândia-MG, que enfrentava dificuldades na gestão da produção devido à falta de métodos estruturados. Para resolver esses desafios, aplicou-se a OEE associada às ferramentas da Lean Manufacturing, visando diagnosticar as perdas reais e implantar melhorias que impactassem diretamente os resultados produtivos da organização. A empresa adota como meta interna de excelência uma OEE de 83,7%, resultado da multiplicação-alvo de 89% de disponibilidade, 95% de desempenho e 99% de qualidade.

A demanda crescente por blocos de concreto exige rapidez na entrega, custos competitivos e conformidade rigorosa às normas técnicas. No entanto, pequenas indústrias geralmente operam com margens reduzidas e processos pouco padronizados, o que amplia o risco de perdas e ineficiências.

Diante desse cenário, o objetivo geral deste trabalho é avaliar, orientar e propor melhorias de desempenho ao processo produtivo de uma linha de blocos de concreto, aplicando a OEE e considerando seus três pilares: disponibilidade, desempenho e qualidade.

Os objetivos específicos são:

- Apresentar o conceito da OEE e sua fórmula.
- Relacionar o indicador aos fatores de qualidade, produtividade e rentabilidade da linha estudada.
- Mapear o processo produtivo dos blocos de concreto, destacando os pontos críticos.
- Comparar os resultados obtidos com parâmetros de referência adotados pela empresa.
- Identificar oportunidades de melhoria capazes de reduzir refugo, liberar horas produtivas e elevar a eficiência operacional.

Esta abordagem se justifica pela crescente pressão por custos menores e entregas confiáveis que atinge sobretudo as indústrias de menor porte (Slack; Jones; Johnston, 2018). Ao demonstrar ganhos concretos obtidos a partir de dados operacionais coletados na rotina fabril, a pesquisa sinaliza caminhos práticos para tornar o processo mais enxuto e rentável (Womack; Jones, 2004).

O restante deste trabalho está organizado da seguinte maneira: na seção 2 é apresentado o referencial teórico que sustenta a pesquisa, incluindo os fundamentos da OEE, da Lean Manufacturing e das ferramentas utilizadas no diagnóstico das perdas. A seção 3 descreve a metodologia adotada, detalhando a coleta de dados, o cálculo do indicador e as etapas de análise



e implementação das melhorias. Na seção 4, são apresentados e discutidos os resultados obtidos, com destaque para o estudo das não conformidades na Qualidade de Blocos - Rebarba Superior e o desdobramento dos ganhos por pilar. Por fim, a seção 5 reúne as considerações finais, apontando as contribuições do estudo e possíveis caminhos para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Esta seção tem como objetivo apresentar o referencial teórico em que se fundamenta o trabalho. São discutidos os conceitos da Eficiência Geral do Equipamento (OEE), Lean Manufacturing e filosofia Kaizen, Manutenção Produtiva Total (TPM), bem como as principais ferramentas da qualidade utilizadas no diagnóstico das perdas e na estruturação de ações de melhoria no processo.

2.1. Ferramentas Lean e da Qualidade

A busca contemporânea por processos enxutos, confiáveis e rentáveis levou a indústria a adotar metodologias que combinem eficiência, eliminação de desperdícios e melhoria contínua. Entre essas abordagens, destacam-se a OEE, a Lean Manufacturing aliada à filosofia Kaizen e a Manutenção Produtiva Total (TPM), bem como um conjunto de ferramentas de diagnóstico que estruturam as ações corretivas e preventivas no chão de fábrica.

A OEE, criada no contexto da TPM, tornou-se um dos indicadores mais difundidos para medir o desempenho global de equipamentos, pois integra três perspectivas complementares: disponibilidade (tempo efetivo de operação em relação ao planejado), desempenho (velocidade real versus capacidade nominal) e qualidade (proporção de peças conformes). A multiplicação desses três fatores gera um índice único que, quando acima de 85%, já se aproxima do nível de classe mundial, servindo como “termômetro” para direcionar melhorias (Hansen, 2006).

A Eficiência Geral do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador expresso em percentual e utilizado para mensurar o desempenho global de um equipamento a partir da combinação de três dimensões: disponibilidade, desempenho (performance/produtividade) e qualidade. Na literatura associada à TPM, a OEE é obtida pelo produto desses três pilares, permitindo identificar, de forma integrada, perdas relacionadas a paradas, redução de velocidade e geração de itens não conformes, como apresentado na Equação (1) (Nakajima, 1989):

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

O pilar Disponibilidade representa o quanto do tempo planejado realmente esteve disponível para produzir, sendo sensível principalmente a paradas não programadas, como falhas, avarias e tempo de *setup*. Em termos práticos, a disponibilidade é calculada pela relação entre o tempo efetivo de operação e o tempo planejado, indicando a fração do período planejado em que o equipamento pode efetivamente operar. A fórmula para calcular a Disponibilidade é demonstrada na Equação (2) abaixo:

$$\text{Disponibilidade} = (\text{Tempo efetivo de operação}) / (\text{Tempo planejado}) \quad (2)$$

O pilar Desempenho, também tratado como performance/produtividade, expressa a capacidade do equipamento de produzir no ritmo esperado quando está operando. Esse índice tende a ser afetado por reduções de velocidade, pequenas paradas e outras restrições do processo, refletindo a diferença entre o que foi produzido e o que seria possível produzir na capacidade nominal. A Equação (3) a seguir demonstra o desempenho, expresso pela razão entre velocidade real e capacidade nominal:

$$\text{Desempenho} = (\text{Velocidade real}) / (\text{Capacidade nominal}) \quad (3)$$

O pilar Qualidade indica a proporção de itens produzidos que atendem às especificações, relacionando a produção referente às perdas por defeitos e avarias. Esse índice considera a taxa de produtos rejeitados e mostra o quanto da produção total é, de fato, aproveitável como produto conforme. A fórmula da Qualidade é apresentada na Equação (4) e é calculada pela razão entre a quantidade de produtos conformes e a quantidade total produzida:

$$\text{Qualidade} = (\text{Quantidade de produtos conformes}) / (\text{Quantidade de produtos produzidos}) \quad (4)$$

Enquanto a OEE mostra onde estão as perdas, a Lean Manufacturing oferece o caminho para eliminá-las. Nascido no Sistema Toyota de Produção, o pensamento enxuto prega a remoção das sete perdas clássicas: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoques, movimentos e defeitos (Ohno, 1997). A filosofia Kaizen, embutida nesse modelo, incentiva melhorias incrementais conduzidas por quem executa o trabalho, reforçando a dimensão humana do processo de mudança.

A TPM complementa a Lean Manufacturing ao engajar operadores na conservação dos ativos e ao estruturar oito pilares – da manutenção autônoma à segurança e meio ambiente – que visam maximizar disponibilidade, desempenho e qualidade (Furtado et al., 2013; JIPM, 2001). Nessa lógica, a OEE funciona como indicador-guia que revela as perdas diárias e valida a eficácia das ações de manutenção e de melhoria contínua.

Para transformar diagnóstico em ação, recorrem-se às ferramentas clássicas da qualidade. O Diagrama de Ishikawa, ou espinha de peixe, agrupa as causas potenciais nos “6 M”, facilitando discussões rápidas e visuais (Paladini, 2012). Quando se busca a causa raiz, os 5 Porquês aprofundam o questionamento até descartar explicações superficiais (Ohno, 1997). O Gráfico de Pareto ajuda a priorizar esforços, evidenciando os fatores-chave responsáveis pela maior parte das perdas (Juran; Godfrey, 2004). Fechado o diagnóstico, o plano de ação é sintetizado em um Relatório A3, uma página que narra toda a história do problema, da análise ao acompanhamento dos resultados (Rother; Shook, 2003), o qual é detalhado pela matriz 5W2H, que define o que será feito, por que, onde, quando, quem executará, como e quanto custará (Slack; Chambers; Johnston, 2015).

Por fim, compreender a cadeia de valor específica dos blocos de concreto, desde a dosagem automatizada até a cura e paletização, é fundamental para interpretar a OEE à luz das particularidades do processo. Nessas linhas, a produtividade depende não somente da vibro-prensa ou do misturador, mas também da constância de umidade dos agregados, do desgaste dos moldes e do planejamento de manutenção que evite paradas prolongadas. Integrar a OEE, Lean, TPM e essas ferramentas de diagnóstico, portanto, oferece um alicerce firme para atingir os objetivos traçados: identificar gargalos, propor ações de melhoria e sustentar ganhos de eficiência em uma fábrica de blocos de concreto.

2.2. Processo de Produção de Blocos de Concreto

A linha de produção de blocos de concreto inicia-se pelo recebimento e armazenamento de matérias-primas. Cimento, areia, brita e aditivos chegam em lotes rastreados; depois de conferidos, permanecem em silos ou baías cobertas, protegidos da umidade.

Em seguida, vem a dosagem automática: painéis eletrônicos liberam a proporção exata de agregados, água e aditivo, corrigindo a umidade em tempo real. A mistura resultante segue para um misturador vertical planetário, onde um ciclo de poucos minutos garante massa homogênea.

Ao fim da mistura, a massa cai na vibro-prensa hidráulica, comandada por CLP (Controlador

Lógico Programável). Vibração e pressão calibradas moldam cada bloco, assegurando dimensões e resistência uniformes. Ainda frescos, os blocos passam por cura controlada em duas fases: 24 h em ambiente saturado de umidade (Cura I) e, na sequência, período de secagem natural (Cura II) para completar o ganho de resistência.

Durante todo o processo, há transporte interno mecanizado por empilhadeiras, que conduzem paletes entre moldagem, câmaras de cura e estoque, evitando impactos que provocariam microfissuras.

Por fim, os blocos curados entram na etapa de armazenamento e paletização. Empilhados em área nivelada e sinalizada por tipo de produto, eles ficam prontos para expedição. Cada uma das sete etapas é monitorada por tempo de ciclo, velocidade e defeitos; juntos, esses dados alimentam a OEE, indicador que orienta as decisões diárias de manutenção e melhoria contínua.

A conformidade dimensional e de resistência seguem os limites estabelecidos pela ABNT NBR 6136:2016 para blocos de concreto. Além disso, o controle visual e a conferência por amostragem permitem identificar variações antes que afetem grandes lotes, garantindo estabilidade no processo. Esse acompanhamento sistemático reduz retrabalho, melhora a previsibilidade da produção e fortalece a padronização necessária para manter a qualidade ao longo de todo o fluxo.

A seguir, a figura 1 apresenta o fluxograma simplificado do processo produtivo descrito. Esse fluxograma destaca as sete fases críticas monitoradas pela OEE, servindo como referência visual para a análise apresentada nas seções seguintes.

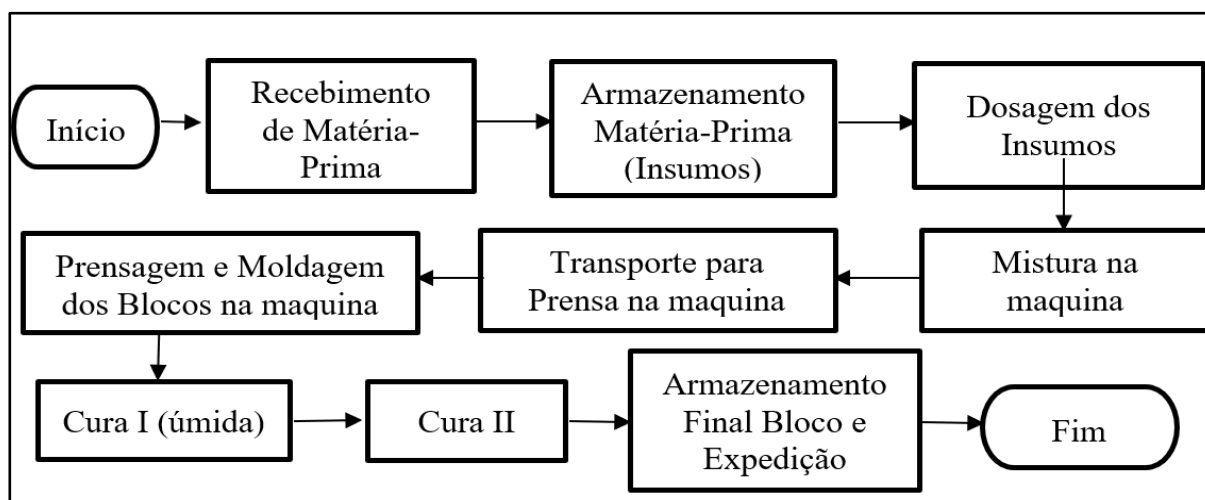


Figura 1: Fluxo de Produção. *Fonte:* Dados da Pesquisa.

3. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso exploratório-descritivo, cujo foco da análise de dados se refere ao período de janeiro de 2020 e maio de 2025, em uma empresa certificada pela norma ISO 9001 e pelo selo ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), que opera prensas automáticas para a fabricação de blocos de concreto. Essa abordagem foi escolhida por permitir a investigação aprofundada de um fenômeno dentro de seu contexto real, especialmente útil quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos (Yin, 2015). A condução do estudo seguiu as sete etapas resumidas na figura 2.

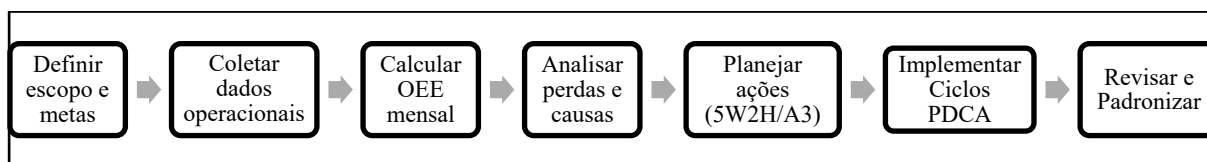


Figura 2: Fluxograma metodológico da Pesquisa. *Fonte:* Dados da Pesquisa.

O trabalho começou com a definição do escopo e das metas, delimitando a linha de blocos como objeto de análise e fixando a OEE como indicador-chave. Na sequência, procedeu-se à coleta de dados, com predominância quantitativa, conduzida por três procedimentos complementares: entrevistas, observação participante e análise da documentação.

As entrevistas foram realizadas com o diretor de produção e líderes de turno; a observação participante ocorreu ao longo das rotinas da fábrica; e a análise documental envolveu a documentação disponível. Esse acompanhamento presencial permitiu compreender o funcionamento da linha, a dinâmica das paradas e a forma como os registros são produzidos e utilizados pela equipe.

A coleta documental foi organizada em cinco frentes de dados, todas provenientes de documentos gerados diariamente pelos colaboradores. A primeira refere-se aos registros de produção, que incluem horários dos lotes, quantidades produzidas e anotações sobre interrupções. A segunda compreende o controle dimensional, baseado em medições de altura, largura e comprimento realizadas a cada troca de molde e classificadas segundo critérios da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A terceira frente reúne o monitoramento da umidade da massa, registrado por sensor acoplado ao misturador e acompanhado das correções feitas pelos operadores. A quarta frente é composta pelos registros de manutenção, que documentam intervenções preventivas e corretivas nos principais equipamentos. A quinta envolve os ensaios de resistência mecânica, realizados por laboratório terceirizado conforme a ABNT NBR 12118:2012, com resultados integrados ao lote e ao traço correspondente.

Esses registros são apresentados em formulários manuais, planilhas e documentos técnicos, armazenados em pasta restrita da empresa e passam por conferência das áreas de PCP (planejamento e controle da produção), logística e liderança de turno antes do fechamento diário. Para fins deste estudo, os arquivos foram disponibilizados à pesquisadora e posteriormente tratados em Python, etapa voltada exclusivamente à limpeza, padronização e organização dos dados necessários ao cálculo dos indicadores.

O cálculo da OEE seguiu a formulação apresentada por (Hansen, 2006), considerando os pilares de disponibilidade, desempenho e qualidade em relação às metas internas da empresa. A estruturação das séries facilitou a identificação de padrões e orientou a etapa seguinte, dedicada ao diagnóstico das perdas.

No tratamento e na visualização dos dados, utilizou-se a linguagem Python com a biblioteca Matplotlib (módulo `matplotlib.pyplot`). As séries foram estruturadas em listas/vetores por mês e por ano e representadas em gráficos de linhas, com padronização de elementos visuais (tamanho da figura, marcadores, limites de eixo, grade, legenda e ajuste de layout). Foram elaborados gráficos para o acompanhamento mensal da OEE e de seus pilares (disponibilidade, desempenho e qualidade) ao longo do ano, bem como a evolução da média anual consolidada da OEE no período de jan/2020 a mai/2025. Essa estratégia facilitou a leitura dos indicadores, a comparação entre períodos e a identificação de tendências.

Para essa análise, foram utilizadas ferramentas como o Gráfico de Pareto, o Diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 Porquês, que ajudaram a ordenar as causas investigadas e fundamentar o raciocínio analítico. As informações foram consolidadas em Relatórios A3,

elaborados com apoio da matriz 5W2H, que registrou responsabilidades, prazos e ações planejadas.

A implementação das ações ocorreu por meio de ciclos mensais de PDCA, acompanhados em reuniões periódicas e registrados nos controles internos da empresa. Esse processo permitiu monitorar a execução das atividades, revisar práticas e padronizar procedimentos que demonstraram bom desempenho. Assim, a metodologia integra definição de escopo, coleta estruturada de dados, tratamento sistemático das informações, análise de causas e implementação de melhorias contínuas, compondo um percurso coerente com os objetivos do estudo e com a natureza do caso analisado.

4. Resultados e Discussão

A meta corporativa de 83,7% da OEE guiou toda a jornada de melhoria entre janeiro de 2020 e maio de 2025. Para evidenciar o caminho percorrido, dois gráficos são apresentados a seguir: o primeiro (figura 3) detalha, mês a mês, o comportamento dos três pilares e da OEE em 2020; o segundo gráfico (figura 4) apresenta o consolidado anual da OEE de janeiro de 2020 a maio de 2025, permitindo a análise de longo prazo.

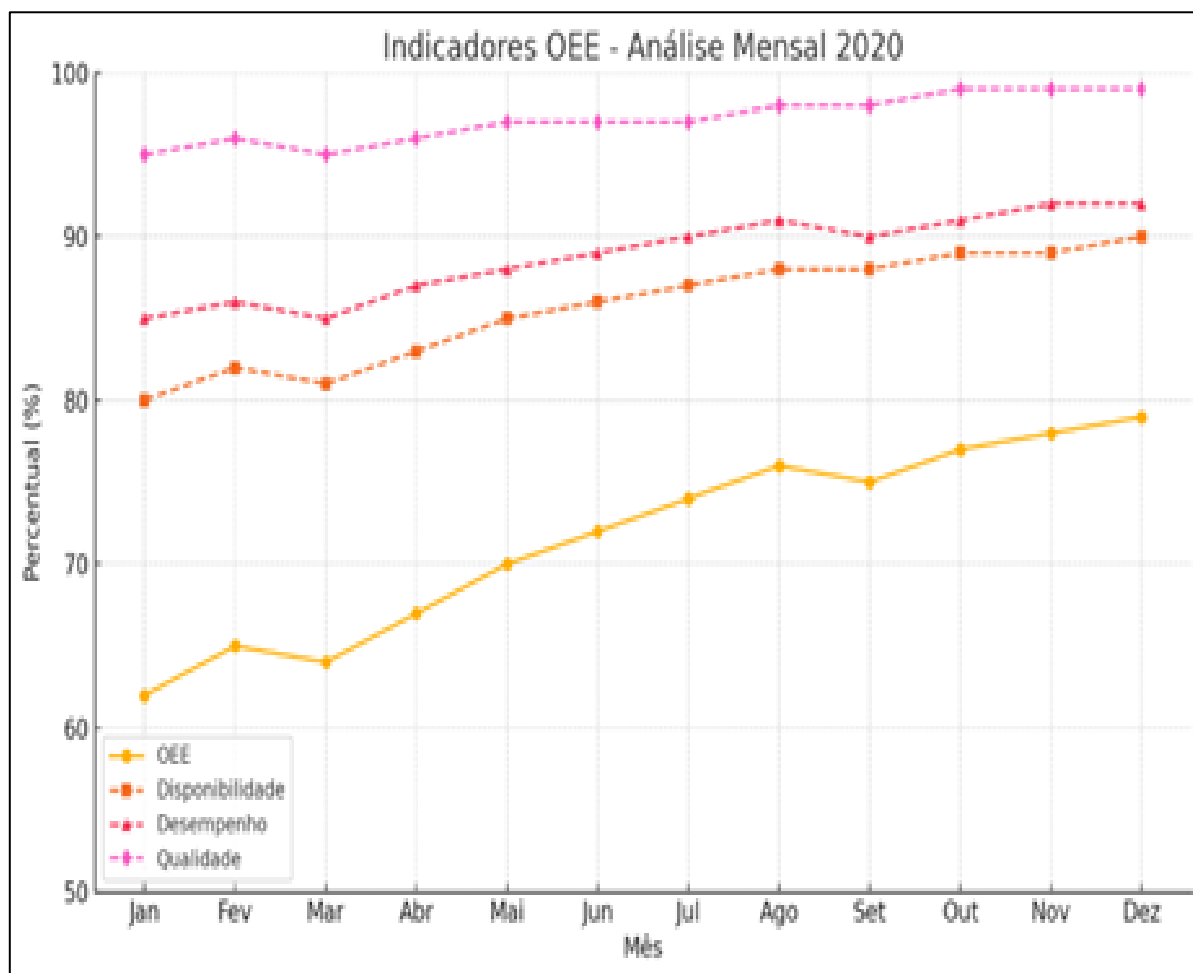


Figura 3: Curva Mensal da OEE no Ano de 2020. *Fonte:* Dados da Pesquisa.

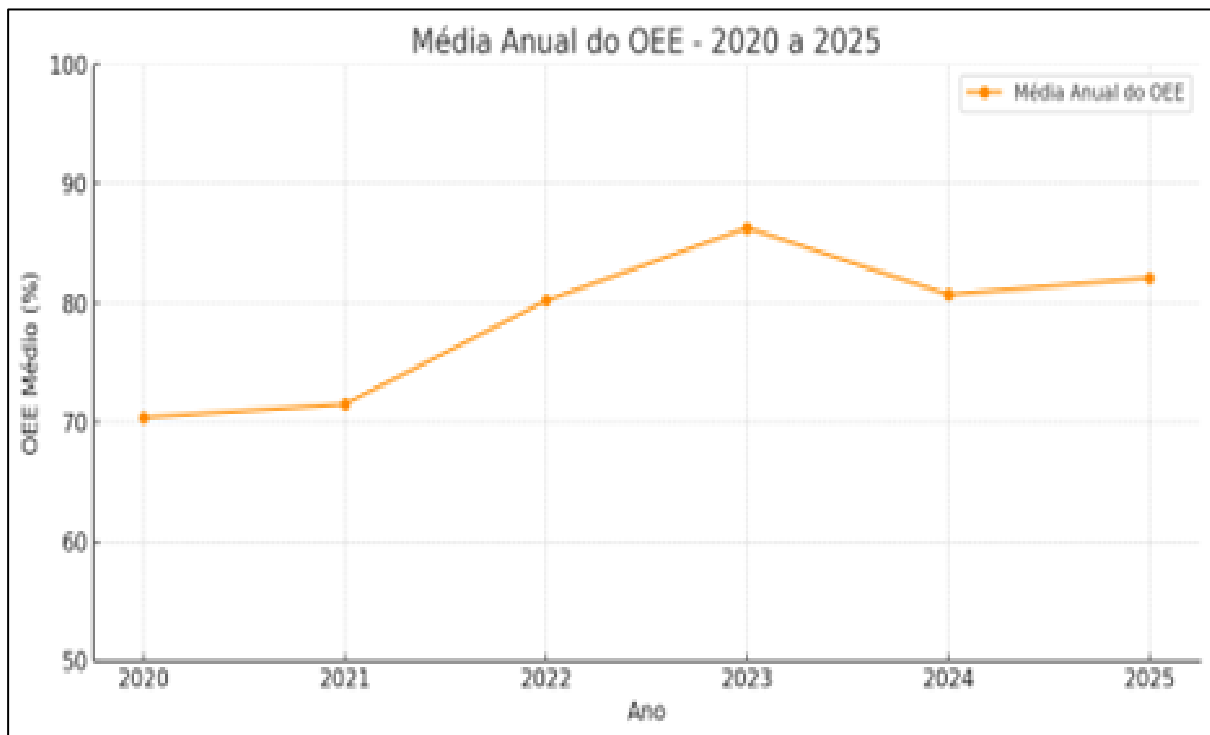


Figura 4: OEE Anual Consolidado no Período 2020–2025. *Fonte:* Dados da Pesquisa.

A figura 4 evidencia a curva ascendente da maturidade operacional e o efeito duradouro das contramedidas A3. A curva anual revela quatro marcos:

- Período de 2020 a 2022: a OEE subiu de 70,4% para 80,2% com manutenção preventiva básica e padronização de *setups*.
- Ano de 2023: a introdução sistemática do A3 levou o índice a 86,3%, superando a meta de 83,7%.
- Ano de 2024: problemas recorrentes ao longo do ano, como oscilações no fluxo interno e no abastecimento, comprometeram a disponibilidade, com atrasos de insumos, falta de paletes e panes na empilhadeira, somados a falhas de sincronização entre produção, PCP e logística, como reprogramações de última hora, divergências no sequenciamento e janelas de abastecimento desalinhadas com o ritmo das linhas. Além disso, a rotatividade e a atualização do quadro operacional (substituições e treinamento de novos colaboradores) reduziram a estabilidade das rotinas, aumentando os tempos de resposta e as paradas para ajuste. Esses fatores travaram o escoamento e a reposição de materiais, impondo interrupções para aguardar abastecimento ou liberar espaço. Com isso, a OEE encerrou o ano em 80,7%, abaixo da meta interna de 83,7%.
- Período de janeiro a maio de 2025: a retomada da disponibilidade fez a OEE se estabilizar em 82,1%, confirmando a evolução das contramedidas.

A leitura conjunta dos gráficos e dos A3 confirma que a OEE não apenas monitora a linha, mas também dispara diagnósticos estruturados, orienta planos de ação e mede o efeito das correções, fechando assim o ciclo da melhoria contínua.

O comportamento apresentado nas figuras 3 e 4 se explica pelo modo como o indicador foi acompanhado ao longo do período. A cada mês, com os registros devidamente validados, aplicava-se a formulação proposta por (Hansen, 2006), na qual a disponibilidade representa o quanto a linha operou em relação ao tempo planejado; o desempenho compara a produção real



com a produção esperada com base no tempo-padrão do ciclo; e a qualidade indica a proporção de peças conformes. A empresa adotava metas internas de 89% para disponibilidade, 95% para desempenho e 99% para qualidade, combinação que projeta uma OEE de referência próxima de 83,7%. Esses parâmetros eram complementados por um ciclo máximo de 50 segundos e um limite de 0,5% de refugos. A multiplicação dos três pilares estruturava a OEE mensal e facilitava a identificação dos períodos em que a eficiência se afastava do esperado.

As primeiras medições demonstraram uma OEE média de 62%, distante da meta estabelecida, e revelaram que o maior desvio estava concentrado na Qualidade. Problemas como variação dimensional, deformações, presença de rebarbas e resistência abaixo do previsto respondiam por grande parte do refugo. A partir desse diagnóstico, foi formada uma célula de melhoria reunindo direção de produção, líderes de turno, manutenção e qualidade. O grupo iniciou o trabalho com um Gráfico de Pareto, que deixou claro que poucos tipos de defeito concentravam a maior parte das perdas. Em seguida, os envolvidos aplicaram o Diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 Porquês, reconstruindo a cadeia de causas até chegar ao núcleo dos problemas. Todo esse raciocínio foi sintetizado em um A3 elaborado com suporte de uma matriz 5W2H, o que favoreceu clareza e alinhamento das ações propostas.

A execução das melhorias ocorreu em etapas. Primeiro, foram padronizados os métodos de medição, revisados componentes sensíveis como sensores e ajustados os procedimentos de troca de molde. Em seguida, avançou-se para intervenções definitivas: calibração semanal do sensor de altura, uso de gabaritos metálicos para controle dimensional, instalação de raspador superior para reduzir rebarbas, ajuste da curva de vibração, padronização da umidade da massa e realização de ensaios rápidos sempre que o traço era modificado. Algumas dessas ações mostraram efeitos rápidos. A instalação do raspador, por exemplo, reduziu em 40% a ocorrência de rebarbas no primeiro mês, sem impacto negativo na cadência da linha. Três meses depois, o refugo dimensional havia diminuído cerca de 50%, e as reclamações de clientes caíram aproximadamente 80%. O pilar Qualidade subiu de 95% para 97%, agregando dois pontos à OEE global. Cada medida era acompanhada por responsáveis, prazos e revisões periódicas em reuniões de PDCA, assegurando disciplina na execução e visibilidade dos resultados.

4.1. Estudo das não conformidades na Qualidade de Blocos Rebarba Superior

Entre as anomalias levantadas pela OEE em 2023, a rebarba na face superior do bloco revelou-se um dos principais focos de perda: sozinha, respondia por 17% do refugo total do ano. O A3 “Bloco deformado” ajudou a decompor o problema. Os 5 Porquês levaram a duas causas-raiz: desgaste do batente metálico e leve variação na altura de prensagem ao longo do turno. A solução combinou duas medidas simples: instalação de um raspador ajustável na saída da vibroprensa e calibração semanal do sensor de altura. O resultado foi imediato. Em trinta dias, a taxa de rebarba caiu 40%; em termos da OEE, o pilar Qualidade subiu dois pontos e se aproximou da meta interna de 99% de peças conformes. Em um ano de forte demanda, a queda no refugo representou mais de 60 mil blocos aproveitados, que antes virariam descarte.

4.2. Desdobramento dos Ganhos por Pilar

A sistematização das ações de melhoria ao longo do período analisado evidenciou avanços consistentes nos pilares que compõem o desempenho da linha. Cada pilar apresentou contribuições específicas para o resultado global, refletindo ajustes operacionais e mudanças de rotina incorporadas ao processo produtivo. Para fins de clareza e organização da análise, os principais ganhos são apresentados a seguir, distribuídos por pilar, destacando o efeito direto de cada iniciativa sobre o indicador.

- Disponibilidade: entre janeiro de 2021 e maio de 2025, as paradas não programadas recuaram 35%. O *checklist* de início de linha, aplicado rigorosamente em cada turno, antecipou problemas de lubrificação e folga, enquanto a manutenção preditiva, agendada no domingo à noite, substituiu consertos de emergência por intervenções planejadas.
- Desempenho: no mesmo período, a principal alavanca foi a abordagem de Troca Rápida de Ferramenta (SMED – *Single-Minute Exchange of Dies*). Na prática, a equipe mapeou cada movimento feito durante a troca de molde: soltar parafusos, retirar o conjunto antigo, posicionar o novo, ajustar sensores e testar a primeira batelada. Os preparativos que antes eram deixados para o momento da parada passaram a ser realizados antecipadamente. A equipe passou a separar as ferramentas com antecedência, ajustar previamente o gabarito e verificar o aperto dos parafusos enquanto a linha ainda estava em operação. Essa mudança reduziu o tempo improdutivo e tornou o *setup* mais previsível. Durante a parada, permaneceram apenas os passos estritamente necessários (etapas internas). Essa separação, somada a suportes alinhadores e parafusos de aperto rápido, encurtou a troca de 45 minutos para 28 minutos. O ganho se refletiu diretamente no pilar Desempenho: o ritmo efetivo da linha subiu de 85% para 92%, sem investimento em novos equipamentos.
- Qualidade: ainda entre 2021 e 2023, a introdução de gabaritos metálicos por classe (A, B, C) e o ensaio de resistência terceirizado e certificado pela ABNT deram retorno rápido: reclamações externas diminuíram 80% em seis meses, e o índice de peças fora de especificação caiu para 0,4%, abaixo do limite interno de 0,5%.

Em síntese, as correções elevaram a OEE a 86,3% em 2023. Mesmo com o recuo para 80,7% em 2024, provocado por gargalos logísticos, a rápida retomada para o patamar de 82,1% até maio de 2025 mostra que intervenções bem direcionadas geram ganhos tangíveis e passíveis de recuperação, mantendo a linha num patamar de alta eficiência.

5. Considerações Finais

O presente estudo mostrou que, mesmo uma linha de blocos de concreto, tipicamente vista como “produção pesada”, responde fortemente ao uso disciplinado da OEE combinada a rotinas Lean. A partir de um ponto inicial de 62% em janeiro de 2020, a fábrica ultrapassou a meta interna de 83,7% em meados de 2023 e se manteve acima desse patamar até maio de 2025.

Os resultados mais consistentes vieram de três frentes: (i) disponibilidade, com paradas não programadas 35% menores graças a *checklists* objetivos e manutenção preditiva agendada; (ii) desempenho elevado de 85% para 92% após a aplicação prática do SMED, que encurtou a troca de molde de 45 para 28 minutos; e (iii) qualidade, cujo salto de 95% para 99% foi sustentado pelo controle dimensional por classe e por ensaios de resistência certificados pela ABNT.

Essa redução refugo, estimada em cerca de 60.000 unidades ao longo do período analisado, é um indicativo claro de que ajustes operacionais relativamente simples podem gerar impactos significativos na redução de perdas e na eficiência produtiva da empresa.

Embora o ganho operacional seja inequívoco, três limitações merecem registro: (i) a coleta de dados ainda depende de planilhas manuais, o que impõe risco de atraso ou erro de transcrição; (ii) fatores externos, como clima e fornecimento de agregados (areia, brita e pó de brita), não foram modelados; (iii) a análise financeira foi apenas indicativa e carece de aprofundamento.

Como desenvolvimentos futuros, recomendam-se a integração de sensores IoT para captura automática de tempo de parada e condições de processo e a conversão sistemática dos ganhos



da OEE em indicadores monetários, fechando o ciclo entre eficiência operacional e rentabilidade. A OEE permanece como um indicador relevante para a empresa, entretanto cabe à diretoria avaliar se ele deve continuar compondo o painel estratégico. Caso seja mantido, a proposta é que não figure de forma isolada, mas sim integrado a um painel único que também contemple paradas não programadas, reclamações de clientes e margem por linha. Com isso, as perdas de disponibilidade deixam de ser tratadas de forma reativa e passam a orientar prioridades claras para manutenção e para seleção de projetos de melhoria.

Em síntese, a pesquisa demonstrou que pequenos ajustes bem direcionados, amparados por medição confiável, análise estruturada e execução disciplinada podem transformar uma linha tradicional em referência de eficiência, mesmo sob as restrições de uma indústria de menor porte.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12118:2012. Blocos vazados de concreto simples – Método de ensaio.* Rio de Janeiro, 2012.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6136:2016. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos.* Rio de Janeiro, 2016.

FURTADO, José Carlos; SILVA, Daniel de Oliveira e; LEITE, André. **Manutenção produtiva total e OEE: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2013.

HANSEN, Robert C. **Overall Equipment Effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits.** New York: Industrial Press, 2006.

JIPM – JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **TPM: Total Productive Maintenance.** Tokyo: JIPM, 2001.

JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Manual da qualidade de Juran: o guia completo para desempenho de excelência.** 5. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance.** São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

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

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e casos.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.



WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.