



GERENCIAMENTO DE OEE NO LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Flávio Henrique de Santana

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. fhsantana@gmail.com

Gabriel El Jaliss Schuh

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. gabriel-schuh@hotmail.com

Gabriel Augusto Silva Cunha

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. eu_gabrielaugusto@hotmail.com

Márcio José Dias

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. marcio.dias@unievangelica.edu.br

Rosemberg Fortes Nunes Rodrigues

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. rosemberg.rodrigues@unievangelica.edu.br

Resumo

A indústria farmacêutica brasileira está situada entre as maiores do mundo e há muito tempo tem sido um mercado vasto para o domínio das farmacêuticas multinacionais. Porém, com a implementação dos medicamentos genéricos em meados 1999, o crescimento no número de indústrias acirrou a competição. O aumento de custos com insumos e em pesquisa e desenvolvimento fez com que a indústria farmacêutica buscasse cada vez mais melhorar seus processos e o desempenho de suas operações e equipamentos. Este artigo tem como objetivo demonstrar a implementação de uma sistemática de documentação, consolidação e demonstração dos dados em dashboard gerencial dos indicadores de OEE (Overall Equipment Effectiveness) nos equipamentos HPLC (High Performance Liquid Chromatography) no controle de Qualidade de Produto acabado de uma indústria farmacêutica. Para isso, foram desenvolvidas versões mais completas da planilha utilizada pela equipe anteriormente, no qual os dados gerados pelos apontamentos foram normalizados com o objetivo de gerar um banco de dados robusto. Essas informações foram usadas na criação de um *Dashboard Gerencial* para ajudar na identificação de oportunidades de melhoria e tomadas de decisão mais assertivas por parte da gestão. Como resultado, as informações geradas pelo dashboard deixaram mais claras as informações, os pontos de melhoria e os gargalos no processo de análise de produto acabado, fundamental para a liberação para a venda, tornando o processo de análise mais robusto e a programação dos equipamentos mais eficiente, com tempo mínimo de paradas desnecessárias.

Palavras-Chave: OEE; Análise; Indústria Farmacêutica; Controle de Qualidade; HPLC

1. Introdução

A indústria farmacêutica é um dos mercados que cresce constantemente em todo o mundo. Dados do guia 2020 da Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa (Interfarma) revelam que o Brasil oscila entre a 6ª e a 7ª posição no ranking mundial desse mercado, liderado atualmente pelos Estados Unidos. Nesse ritmo, estima-se que o país alcance a 5ª posição em 2023 [1].

Para que esse ritmo de crescimento permaneça constante e a indústria farmacêutica se mantenha competitiva no mercado oferecendo produtos seguros e com eficácia garantida, o setor de controle de qualidade de produto acabado precisa ter também um processo robusto, confiável e gerenciável, com recursos essenciais e confiáveis. Esse é o desafio para as indústrias que pretendem permanecer no mercado.

O controle de qualidade da indústria farmacêutica atua em praticamente todas as áreas do processo de fabricação dos medicamentos, desde a análise dos insumos e materiais de embalagem, pelos produtos intermediários da produção, produto acabado e na determinação das condições de transporte e armazenamento adequados para que a segurança, eficácia e qualidade dos medicamentos produzidos seja garantida.

As análises realizadas pelo controle de qualidade podem identificar desvios de processo, determinar se é necessário implementar mudanças e até mesmo interromper a fabricação, ou seja, o controle de qualidade tem impacto direto em diversos setores da indústria, podendo impactar diretamente no custo do produto final.

Para maximizar a rentabilidade dos negócios sanando falhas provenientes de quebras de equipamentos, reduzindo o tempo de setup, mantendo a velocidade do equipamento evitando pequenas paradas e melhorando a qualidade do resultado esperado, em meados da década de 70, surgiu no Japão a Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance) [2].

O OEE, indicador desenvolvido pelo Japan Institute of Plant Maintenance, teve origem no TPM parte integrante do TPS (Toyota Production System).

O criador do OEE, Seiichi Nakajima, desenvolveu a ferramenta como meio de qualificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também para medir a melhoria contínua dos “Processos Produtivos”.

No final dos anos 80 e início dos anos 90, o OEE começou a ser reconhecido como um importante método de medição de desempenho nas indústrias. Neste período viu-se o surgimento do benchmarking em manutenção assim como a introdução da TPM nos Estados Unidos em importantes organizações [3].

Garantir os equipamentos em produção, no máximo tempo possível, tornou-se mais importante que o controle do tempo da mão-de-obra devido ao desenvolvimento de processos produtivos baseados no uso de equipamentos cada vez mais automatizados. Neste contexto, o tempo-máquina tornou-se um recurso fundamental para a produtividade juntamente com a definição de indicadores para essa perspectiva de gerenciamento. O OEE refere-se ao desempenho final da máquina sendo calculado como um índice relativo resultante da multiplicação dos índices parciais: ITO - Índice de Tempo Operacional, no qual remete a porcentagem de tempo utilizado do equipamento, IPO – Índice de Tempo Operacional, que remete a porcentagem de eficiência do equipamento na operação e IQ – Índice de Qualidade, que trata da porcentagem em conformidade nos resultados finais” [4].

O controle de qualidade é extremamente importante para a cadeia de produção dos medicamentos. Ele é o responsável por dar o parecer analítico sobre insumos e produto, precisa ter operações confiáveis e robustas, gerando resultados acima de qualquer suspeita. Por isso, a constante evolução tecnológica dos equipamentos e das metodologias, assim como das formas de controle e rastreabilidade, vem ocupando as agências reguladoras e os profissionais do mercado. Porém, é importante que os profissionais da qualidade tenham em consideração que os laboratórios, além gerar resultados confiáveis, precisam utilizar de forma racional os recursos destinados à sua operação, assim como precisam atender as expectativas do negócio (tempos de análise, custos de análises, etc). Neste contexto, o monitoramento contínuo e melhorias operacionais na gestão de pessoas, equipamentos e materiais é fundamental. [5]

A gestão das pessoas, equipamentos, materiais, instalações e métodos de trabalho é o principal ponto para o sucesso das operações de uma empresa. O profissional deve sempre saber qual o seu recurso limitante e trabalhar para eliminar a restrição. Quando a restrição é eliminada, outro recurso será limitante e precisará ser trabalhado, gerando o ciclo de melhoria contínua [5].

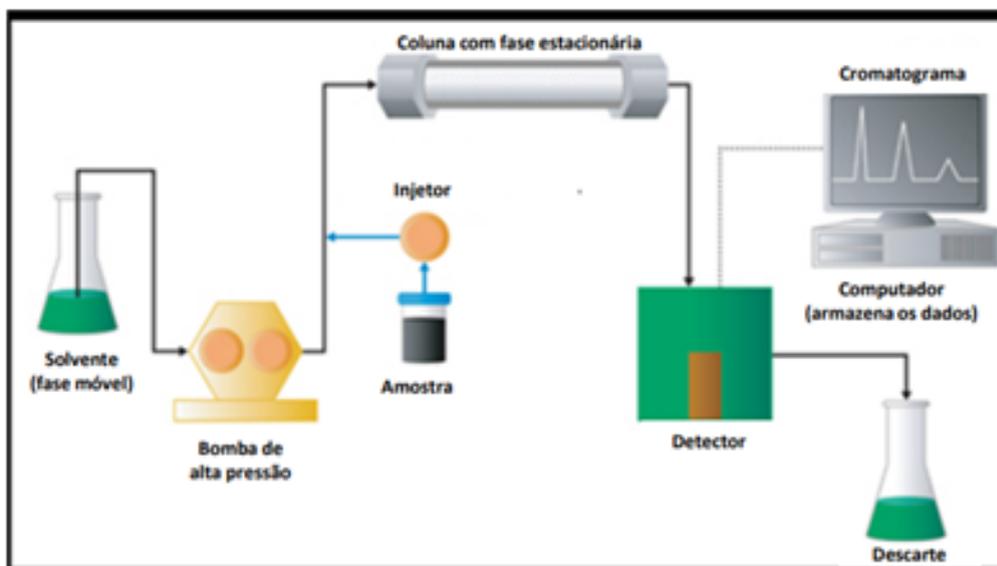
Conforme citado em [5], o HPLC é o equipamento mais utilizado e popular no laboratório de controle de qualidade. A grande maioria dos produtos tem no mínimo a metodologia de doseamento por esta técnica analítica, sem contar a crescente demanda por compostos de degradação. Com base no descrito anteriormente, é comum que este equipamento seja o gargalo nas operações, sendo que sua aquisição costuma ser onerosa e de grande impacto principalmente nas finanças de pequenos e médios laboratórios.

Entre os métodos modernos de análise, a cromatografia ocupa um lugar de destaque devido à facilidade com que efetua separação, identificação e quantificação das espécies químicas, por si mesma ou em conjunto com outras técnicas instrumentais de análise.

Explicando o funcionamento básico de um HPLC (High Performance Liquid Chromatography), uma das fases permanece estacionária, enquanto a outra se move através dela. Durante a passagem da fase móvel sobre a fase estacionária, os componentes da mistura são distribuídos pelas duas fases de tal forma que cada um deles é seletivamente retido pela fase estacionária, o que resulta em migrações diferenciais desses componentes [6].

Assim, as substâncias com maior afinidade com a FE movem-se mais lentamente e as substâncias com pouca afinidade com a FE movem-se mais rapidamente. Ao sair da coluna, os componentes passam por um detector que emite um sinal elétrico o qual é registrado, constituindo um cromatograma conforme diagrama da figura 1.

Figura 1: Diagrama de funcionamento do HPLC



Fonte: [7]

Na figura 2, segue o exemplo de um equipamento HPLC:

Figura 2: HPLC



Fonte: Autores

Ao ser o gargalo nas operações, qualquer ação para a melhoria da eficiência do HPLC, melhora a operação do laboratório como um todo. É comum no decorrer da melhoria, encontrar a ocupação desordenada de outros recursos como balanças, balões, banhos de ultrassom, colunas e reagentes.

O HPLC é um equipamento que pode apresentar longos tempos de set up (limpeza, estabilização da linha de base, injeção dos padrões de adequação) e tempos equivalentes de operação (injeção de amostras), sendo que esta relação em empresas com grande número de produtos e/ ou com poucas produções em campanha (lotes consecutivos) pode chegar a 1:1 em tempo. Portanto, é comum que devido ao balanceamento das operações, seja pela maneira de atribuir as análises (produto/analista, células de trabalho, etc) ou seja pela frequência de chegada de amostras, o gestor do laboratório tenha a falsa impressão que o equipamento esteja totalmente ocupado, e por conta disto não atenda as demandas da companhia [5].

2. Gestão da manutenção – Manutenção Produtiva Total (TPM)

As indústrias, em um outro contexto histórico, prezavam primordialmente com as ações corretivas, assim ocorriam desperdícios de mão de obra e tempo, retrabalhos e prejuízos financeiros. Analisando esse contexto de perdas, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva [8].

Com esse tipo de enfoque, a Manutenção Produtiva Total, sigla TPM, foi criada e aplicada a fim de criar programas de manutenção preventiva e preditiva.

O conceito de manutenção preventiva teve origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. As indústrias japonesas, até então, aplicavam somente o conceito de manutenção corretiva, ou seja, após a falha da máquina ou equipamento que se tomavam ações sendo isto desfavorável para o custo e melhoria da qualidade [8].

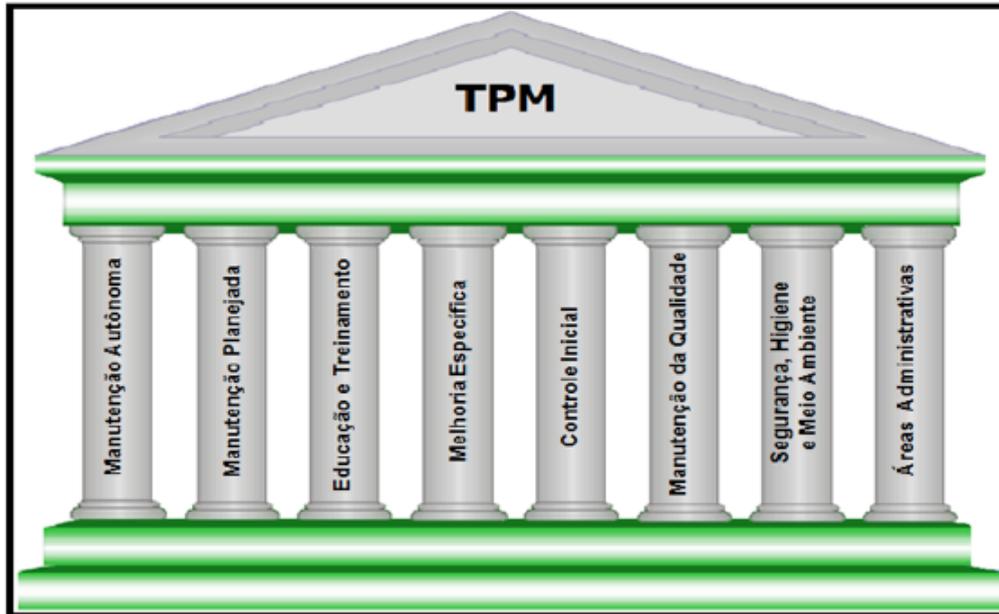
Surgiu então, na década de 1970 a TPM no Japão para maior eficiência da manutenção produtiva. A programação de manutenção de equipamentos é um componente importante na estratégia eficaz para a redução de custos, pois equipamentos parados para reparo reduzem a produtividade de seis maneiras básicas, denominadas como Seis Grandes Perdas:

- Quebra
- Setups e Ajustes
- Ociosidade e pequenas paradas
- Redução de velocidade
- Defeitos e retrabalhos
- Perdas de início de produção

A Manutenção produtiva Total (TPM) busca eliminar essas seis grandes perdas [8].

A metodologia TPM é sustentada por oito pilares (Figura 3), no qual contribuem para o avanço da automação das empresas, melhoria da qualidade, aplicação do sistema “Just-in-time”, gestão participativa e surgimento do operador polivalente:

Figura 3: Pilares TPM



Fonte: [9]

1º - Manutenção Autônoma e Espontânea: elimina as grandes perdas e eleva a eficácia geral dos equipamentos fazendo com que os operadores estejam melhor habilitados e dominam melhor o equipamento através de capacitação para supervisionarem e atuarem como mantenedores imediatos. Os mantenedores específicos (eletricistas e mecânicos) só são chamados caso os mantenedores imediatos não consigam solucionar o problema [10].

2º- Planejamento da Manutenção: Cria um sistema de planejamento, programação e controle de manutenção de acordo com o perfil de cada empresa.

Para o Planejamento deve-se observar: a separação dos serviços, conforme prazo ou periodicidade; a verificação das tarefas para diagnosticar os melhores métodos e sequências das operações; indicar as funções técnicas que serão necessárias, ferramentas e materiais técnicos; necessário que os tempos planejados estejam próximo da realidade; atribuições de responsabilidades pelos serviços a serem executados [10].

Para a Programação devem-se ter bem definidos: data de início e término para execução; suporte de ferramentas e materiais necessários; escalação dos funcionários necessários para execução; coordenar, supervisionar e entender com a produção; comportamento da execução para que o programa seja cumprido e/ou ajustado [10].

Para o Controle: verificação do desempenho real, comparando com o estabelecido; cálculo dos desvios; elaborar procedimentos para algum tipo de correção; providências para serem feitas as correções; define métodos para verificar o que está sendo realizado; cálculo de produtividade, eficiência; transforma dados em informação; estabelecer sistema de documentação da manutenção feita nos

equipamentos e instalações; realizar o registro de custo com manutenção de cada equipamento; utilizar métodos para identificação de custos altos; elaborar uma política que regulamente a substituição de equipamentos obsoletos [10].

3º- Melhorias Individuais e Específicas: Elimina as grandes perdas e aumenta a eficácia geral dos equipamentos. Realiza grandes melhorias, mudanças e métodos para maximizar a eficiência dos equipamentos [10].

4º- Educação, treinamento, integração e reciclagem: Fornece recursos e apoio para que as áreas possam desenvolver, qualificar e certificar seus profissionais. Funcionários qualificados são a chave da metodologia TPM, pois eles poderão antever problemas através da inspeção sistêmica. Eles saberão diferenciar uma situação normal de uma anormal, propor melhorias para ganhos de rendimentos e produtividade [10].

5º- Engenharia e Controle na Aquisição e Manutenção dos Ativos: Elabora a especificação técnica das máquinas e equipamentos, levando em consideração os requisitos e especificações utilizadas pela manutenção produtiva total e também ser o mediador das necessidades dos demais pilares do programa, levando aos nossos fornecedores o conhecimento daquilo que estamos buscando em termos de especificação de acessórios, componentes e melhorias de acesso para limpeza, inspeção e reparos. Age principalmente em parceria com o pilar Melhorias Individuais, levando em conta os desejos dos responsáveis pelos outros pilares e máquinas TPM [10].

6º- Manutenção da Qualidade e Confiabilidade: Dá suporte às áreas para que possam produzir mais peças e com qualidade, “Quebra Zero” no equipamento e “Zero Defeito” no produto. Atua na área auxiliando na solução de problemas relacionados com a qualidade dos produtos e processos [10].

7º- Meio Ambiente, Higiene e Segurança: Implementa princípios de gestão ambiental na produção (fábrica), buscando controlar todos os aspectos ambientais, minimizando os impactos, promovendo melhorias e eliminando desperdícios. Também objetiva a busca através de relação ótima entre o homem, a máquina e a produção, o que trará ganhos de produtividade e zero acidentes. A prioridade deste item é voltada para a segurança, saúde e meio ambiente através de equipamentos confiáveis, prevenção de erros humanos, processo e equipamentos que não afetem negativamente o meio ambiente.

A segurança, a proteção ambiental e o controle da poluição são de grande importância para o gerenciamento da fábrica. As atividades de Manutenção Preventiva em um processo produtivo devem ter foco no gerenciamento de áreas críticas com relação a riscos [10].

8º- Manutenção nos Escritórios: Atua na solução dos problemas relacionados com processos administrativos, bem como divulgar para o pessoal de chão de fábrica, informações necessárias para utilização das ferramentas para controle, planejamento de estoque e produção [10].

2.1. TQC (Controle da Qualidade Total)

A definição de processo, de acordo com o programa de Total Quality Control, baseado no modelo japonês de gerenciamento, baseia-se em um conjunto de causas que provocam um ou mais efeitos. Enquanto houver causas e efeitos haverá processos, portanto é possível a divisão de um processo em vários processos menores assim sendo viável controlá-los individualmente cada um deles conduzindo um controle eficaz sobre todo o processo. O controle sobre processos menores facilita localizar e agir eficazmente sobre a causa do problema.

O programa TQC é voltado com o foco no cliente, podendo este ser interno (empregados, acionistas) ou externo (usuários e meio ambiente). Este baseia-se também no gerenciamento da rotina, atuando nos processos e melhorando-os. Assim, a padronização é aplicada para a melhoria contínua [11].

O TQC conta com a difusão dos métodos gerenciais por todos na empresa, pois o processo produtivo abrange todas as pessoas que, direta e indiretamente, participam da organização, de forma a

produzir o desenvolvimento de um clima que conduza ao envolvimento pelo trabalho. O programa de qualidade baseia-se em treinamento e educação, com o intuito de mudar a visão de cada um no qual este possa identificar a sua importância no conjunto, ou seja, o foco são as pessoas, pois a organização depende delas. Portanto, é fundamental, a nova orientação do comportamento dos funcionários e de todos envolvidos no processo produtivo para que o programa de qualidade tenha sucesso [11].

A política do programa TQC para o aprimoramento do sistema de manufatura é o Kaizen, ou seja, incentiva a realização de melhorias contínuas. Esta dinâmica de melhoria é representada pelo ciclo PDCA no qual se resume em:

- **Planejar:** Determinar analítica e quantitativamente os problemas principais em um processo ou atividade e como poderiam ser solucionados;
- **Executar:** Implementar o plano;
- **Verificar:** Confirmar quantitativo e analiticamente que o plano funciona e resulta em melhor desempenho;
- **Atuar:** Modificar o processo anterior, documentar o processo e revisá-lo [12].

3. Ferramentas da Qualidade

Para que as empresas estejam efetivamente no mercado em que atuam é importante se ter uma gestão da qualidade. Existem diversas técnicas disponíveis para a aplicação dos conceitos de qualidade dentro de uma organização.

Na aplicação da qualidade total, é necessário identificar, observar, analisar e agir sobre as causas dos diferentes problemas existentes. Assim, como exposto anteriormente em TQC (Controle da Qualidade Total) é necessário que todos os colaboradores hajam de maneira coletiva, deixando de lado o objetivo individual e focalizando o objetivo geral da organização.

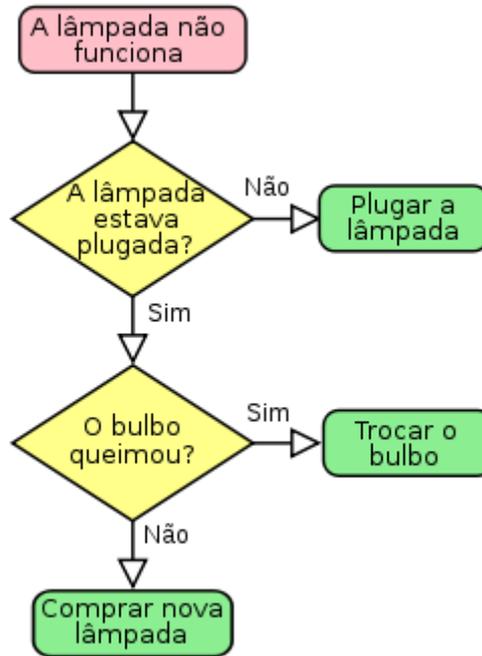
Vários especialistas introduziram as técnicas de qualidade nas empresas. Para citar alguns, tempos: W. Edwards Deming, Valter A. Shewhart, Joseph M. Juran, Armand Feigenbaum, Phillip B. Crosby, Kaoru Ishikawa e Genichi Taguchi. As técnicas modificaram radicalmente a visão relacionada a administração da qualidade, revolucionando as formas de gestão.

As sete ferramentas da qualidade são: Fluxograma, Diagrama Ishikawa (Espinha-de-Peixe), Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de Dispersão e Cartas de Controle, que serão brevemente apresentadas abaixo:

3.1. Fluxograma

Representação gráfica das diversas etapas que constituem um determinado processo, apresentando uma visão generalista das etapas que devem ser realizadas nas diversas áreas organizacionais, conforme demonstra a figura 4.

Figura 4: Fluxograma



Fonte: [13]

Descreve um processo existente; projeta um novo processo; ajuda a identificar desvios nos processos; oferece aos membros da equipe pontos de referência comuns, padronizando a interpretação do processo ou projeto; facilita ou permite aos funcionários que percebam melhor a importância de seu papel, evidenciando as relações clientes e fornecedores internos ou externos e como o seu trabalho influi no resultado final; apresenta a todas ou a maior parte das etapas de um processo ou projeto, incluindo os ciclos causados por retrabalho e auxiliar no treinamento de novos funcionários [14].

3.2. Diagrama Ishikawa

Permite diagnosticar os desvios de dados ou informações, possibilitando a identificação das possíveis causas de um problema ou efeito, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de peixe, em virtude de seu formato. Esta ferramenta analisa criteriosamente e expõe as relações de um determinado problema focalizando a discussão em grupo e estimulando a participação de todos e aproveitando ao máximo o conhecimento de cada pessoa.

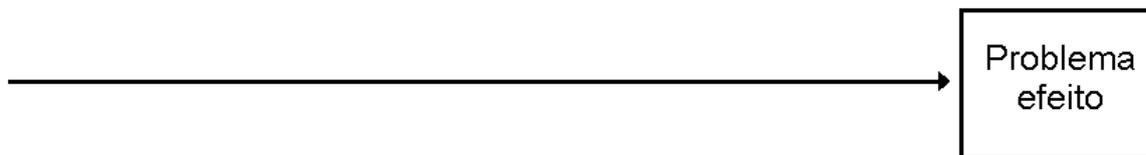
Os passos para elaboração deste diagrama iniciam-se na identificação e definição do problema, tomando cuidado para que esteja claramente entendido por todos os envolvidos. Recomenda-se utilizar os seguintes grupos de causas, bastante abrangentes: (MO) mão-de-obra, (MQ) máquina, (MP) matéria-prima, (MA) meio ambiente, (MT) método, (MM) meio de medição.

Os 6 M's acima não devem ser fator limitante, pode-se utilizar outros grupos de possíveis causas, em função da complexidade do processo, como por exemplo: clima organizacional, gerenciamento de processos, manutenção preventiva ou corretiva, medições, entre outras.

As etapas para que se possa elaborar um diagrama de causa e efeito, deve-se seguir os seguintes tópicos:

a) Elabore o diagrama para soluções de problemas descrevendo o problema definido no lado direito e desenhe uma longa flecha apontada para ele (figura 5).

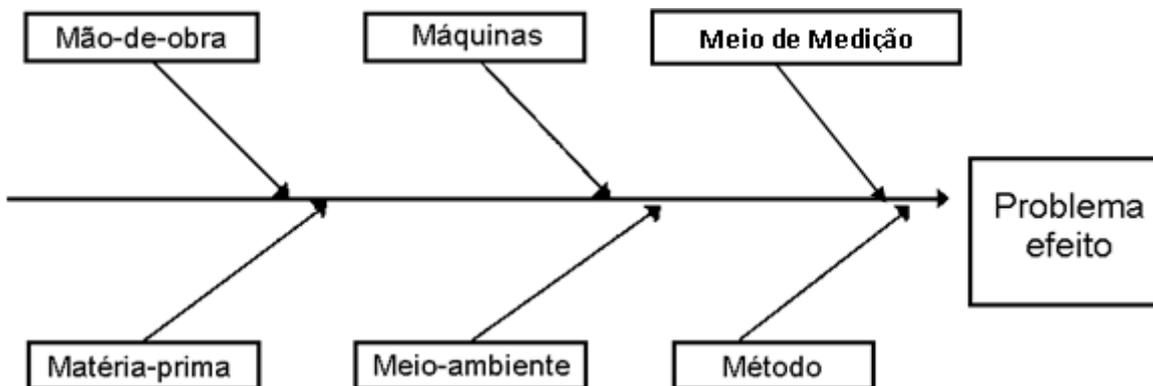
Figura 5: Diagrama de Ishikawa



Fonte: [14]

b) Disponha os grupos identificados conforme a figura 6:

Figura 6: Diagrama de Ishikawa



Fonte: [14]

c) Realize um *Brainstorming*, identificando as causas prováveis relacionadas aos grupos básicos dos 6 M's, conforme figura 7.

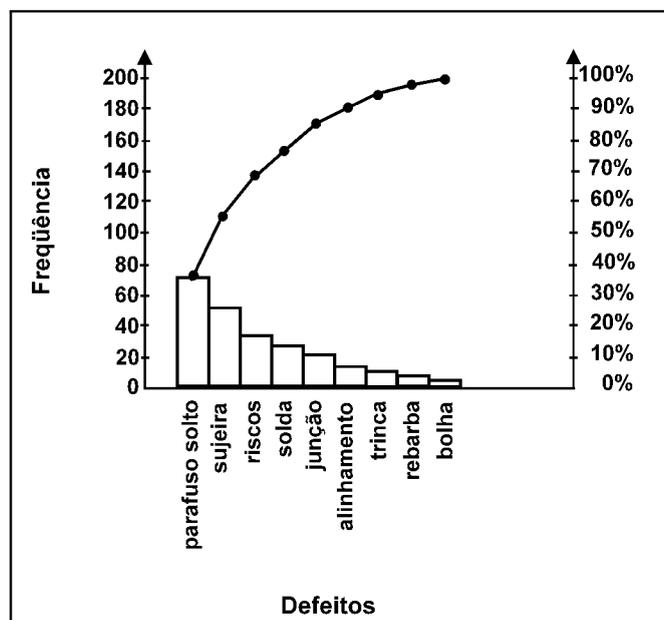
Fonte: [14]

Para preparar a folha de verificação, primeiramente deve-se buscar o objetivo que se espera alcançar, descrever os dados que deseja captar, definir responsáveis para registrar os dados, formatar em um documento simples e claro o suficiente, de forma que não gere dúvidas. É importantíssimo validar o formulário antes de sua aplicação, fazendo uma análise crítica para corrigir, se necessário, o formulário para que se torne mais específico para um uso adequado [14].

3.4. Diagrama de Pareto

Gráfico de barras verticais, que dispõe os itens analisados desde o mais frequente, até o menos frequente, estabelece prioridades na tomada de decisão, a partir de uma abordagem estatística, ressaltando a importância relativa entre problemas ou condições, no sentido de escolher ponto de partida para a solução de problemas, avaliando o progresso de um processo e identificando a causa básica de um problema, conforme mostrado na figura 9.

Figura 9: Exemplo de diagrama de Pareto



Fonte: [14]

Os passos para estabelecer um diagrama de Pareto, devem ser iniciados com o objetivo que desejamos analisar a partir de uma série de dados coletados.

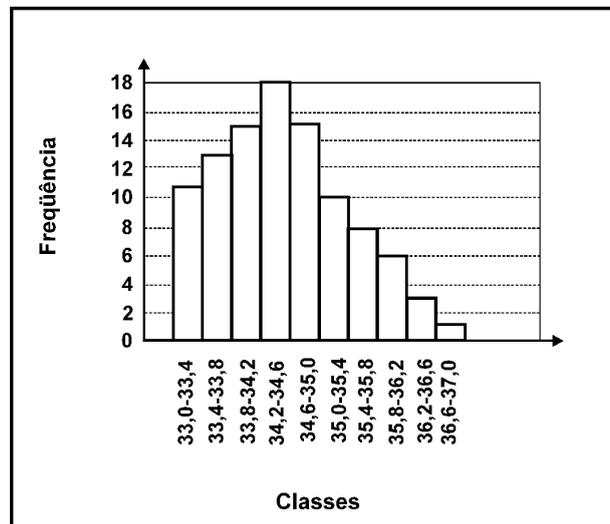
Em seguida é necessário estratificar o objeto a ser analisado, utilizando uma folha de verificação, calcular a porcentagem individual de cada dado, coloca-los em ordem decrescente e estabelecer uma curva das porcentagens acumuladas após cada coluna no gráfico.

Segue abaixo exemplo de gráfico de Pareto:

3.5. Histograma

Gráficos de barras que demonstra o comportamento de uma coleta de dados (figura 10).

Figura 10: Exemplo de Histograma



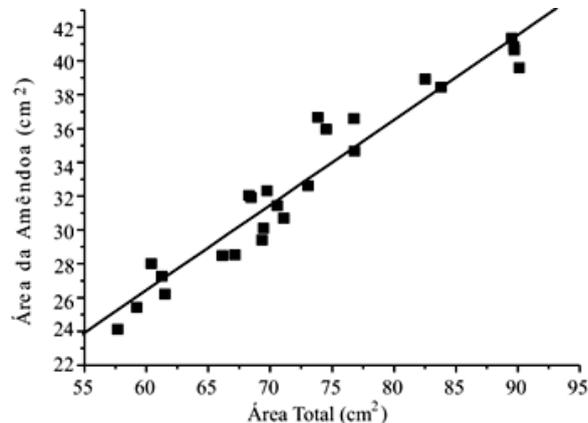
Fonte: [14]

Sua função principal é demonstrar como está a variação de uma determinada atividade e o comportamento de um processo produtivo, além de permitir uma análise de resultados contra padrões de especificação auxiliando na tomada de decisões gerenciais [15].

3.6. Diagrama de Dispersão

O diagrama ou gráfico de dispersão permite visualizar a correlação entre duas grandezas (figura 11). Tal correlação poderá:

Figura 11: Exemplo de Gráfico de dispersão



Fonte: [14]

- a) inexistir — no caso, não será possível identificar qualquer tipo de comportamento típico no gráfico;
- b) caracterizar-se como uma correlação linear — no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma reta;
- c) caracterizar-se como uma correlação não linear — no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma curva, ou de várias curvas similares que se repetem periodicamente;
- d) caracterizar outras distribuições, como, por exemplo, em agrupamentos bem definidos [15].

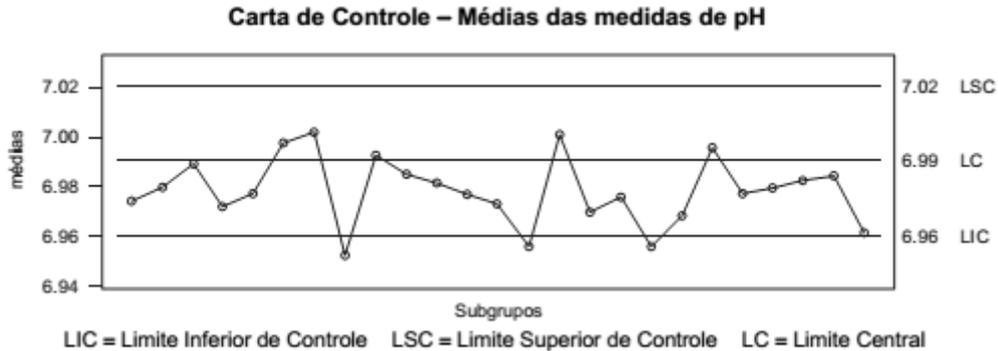
3.7. Cartas de Controle

Utilizada para o acompanhamento de processos, também é denominada carta de Shewhart, por ter sido desenvolvida na década de 1920 pelo estatístico norte-americano Walter Shewhart.

Para um processo, combinam-se equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima, que gera um produto ou serviço com determinadas características. As características do produto ou serviço resultante dependem do processo adotado. Assim, se desejarmos modificar algumas dessas características, devemos alterar o processo, que deverá estar sob controle, e estas alterações devem ser estudadas e implementadas gerando resultados previsíveis.

Ter um processo sob controle, significa que todos os desvios significativos de comportamento que venham ocorrer no mesmo foram analisados, as causas foram identificadas e foram resolvidas sempre que possível, assim ocorrerão somente algumas variações eventuais, não sistêmicas ou aleatórias no comportamento do processo, tornando adequado estabelecer um ciclo em que esse processo é observado e comparado com um padrão desejado de desempenho (figura 12).

Figura 12: Exemplo de carta de controle



Fonte: [16]

O estudo do comportamento do processo é desenvolvido com o apoio do Controle Estatístico de Processos (CEP), que se baseia em duas premissas:

a) todo processo sofre pequenas variações aleatórias que ocorrem dentro de certos limites, sem uma causa sistemática que possa ser eliminada — o comportamento é estatístico: a maior parte das variações é muito pequena e variações grandes são extremamente raras.

b) quando o processo apresentar um desvio sistemático ou uma variação fora dos seus limites de comportamento existirá uma ou mais causas para essa ocorrência. Tais causas, denominadas causas especiais, poderão ser identificadas e eliminadas [15].

4. OEE

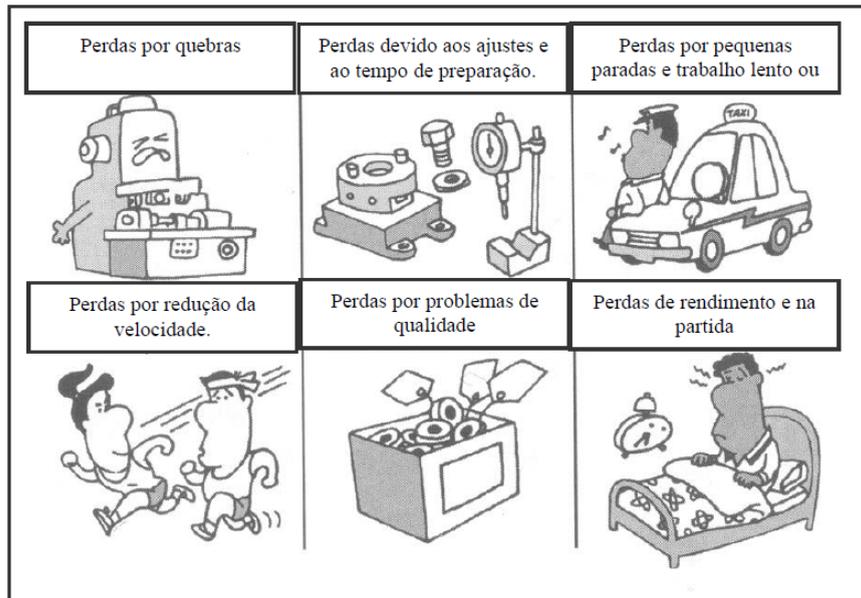
O negócio das empresas de manufatura é fazer produtos que os compradores desejam, ou seja, que geram algum valor para o cliente. A maioria das empresas utilizam máquinas na fabricação desses produtos, assim, é importante que elas estejam operando de modo eficaz e com o mínimo de desperdício possível. O indicador OEE é a medida usada pela TPM para indicar a eficiência de trabalho do equipamento.

A OEE começou a ser reconhecida como um importante método de medição na indústria no final dos anos 80 e início dos anos 90, período no qual se viu o surgimento de benchmarking em manutenção, introdução da TPM nos Estados Unidos e a fundação da Sociedade dos Profissionais de Manutenção e Confiabilidade (SMRP) [3].

Inicialmente, a OEE era relacionada à TPM e era vista como simples forma de medição para obtenção do Prêmio PM. Quando um maior número de profissionais apresentou a OEE em seminários e artigos relacionados à TPM, ela passou a ser vista como uma ferramenta autônoma para medir o desempenho do equipamento e passou também a ter maior valor como agente de mudança para unir a manutenção, as operações e a engenharia para obtenção de níveis superiores de desempenho em uma instalação industrial.

O objetivo de qualquer atividade de melhoria fabril, é aumentar a produtividade, minimizando entradas e maximizando as saídas. A eliminação das seis grandes perdas descritas na figura 13 é o foco para aumentar a eficácia do equipamento gerando esforços de toda a empresa para trabalharem neste objetivo.

Figura 13: Seis grandes perdas nos equipamentos



Fonte: [16]

Todos os equipamentos sofrem algum tipo de perda. Assim, para que ocorra a melhoria, deve-se reconhecer, medir e reduzir estas perdas.

4.1. Cálculo do OEE

O OEE é um indicador que procura analisar a eficiência dos equipamentos, sempre buscando o equilíbrio entre produção, qualidade e performance, alinhado às estratégias de manutenção (troca rápida de setup e poucas paradas durante o processo de fabricação) [17].

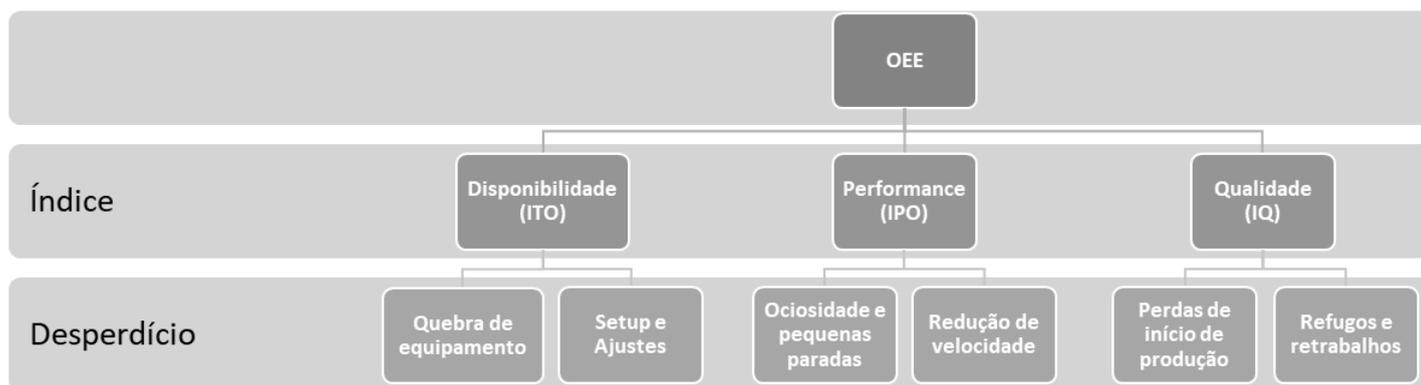
Aperfeiçoar qualquer uma destas variáveis deverá melhorar a qualidade a produtividade, os custos, a satisfação do cliente, a segurança no trabalho, dentre outros [17].

O OEE não serve para comparar uma máquina com outra, e sim para analisar os pontos fracos de cada uma delas. Ou seja, é utilizado como ferramenta de medições, e não para comparar áreas distintas da fábrica. Vale ressaltar que as melhorias identificadas por esse indicador não necessitam de grandes investimentos. O OEE é uma poderosa ferramenta de controle dos indicadores de produção utilizada para obtenção no aumento dos lucros [3].

Para a aplicação do OEE em uma empresa é preciso identificar as principais perdas dos equipamentos, apresentadas na figura 14. É de extrema importância essa identificação, pois a partir delas, serão realizadas análises e o entendimento do verdadeiro problema, o que está ocasionando o baixo rendimento da máquina. Melhorando o processo e reduzindo os desperdícios, serão obtidos retornos financeiros e aumento da produtividade e qualidade do produto [17].

Apesar de seu nascimento estar relacionado à manutenção dos equipamentos, na medida em que foi sendo difundido e utilizado percebeu-se sua importância na gestão da capacidade do sistema produtivo, ou seja, para o planejamento e controle do nível de atividade que agrega valor para o cliente por meio da utilização adequada do tempo disponível dos recursos.

Figura 14: Relação entre OEE e as 6 grandes perdas



Fonte: adaptado de [17]

O OEE tem adquirido cada vez mais importância na gestão industrial e apesar de sua aparente simplicidade requer uma compreensão conceitual adequada para seu melhor uso.

O OEE é calculado através do produto dos índices de disponibilidade, performance e qualidade, conforme mostra a Equação 1.

$$OEE = ITO \times IPO \times IQ \quad (1)$$

ITO: índice de tempo operacional, relacionado com a disponibilidade do equipamento. É a quantidade de tempo em operação (quando se está produzindo produtos) comparado com o tempo disponível para operação. A diferença ocorre em função de tempos de paradas [18].

$$ITO = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo disponível}} \quad (2)$$

Assim, o **Tempo operacional** é o tempo em que o equipamento realmente produziu, desconsiderando todas as paradas que houveram. Assim, temos abaixo:

$$\text{Tempo Operacional} = \sum Th - \sum T_{pnp} - \sum T_{pp} \quad (3)$$

Onde:

$\sum Th$ = Soma do tempo de horas paradas

$\sum T_{pnp}$ = Soma do tempo de paradas não programadas

$\sum T_{pp} = \text{Soma de tempo de paradas programadas}$

O tempo disponível é total disponível da máquina subtraído os tempos de paradas programadas. Em outras palavras, refere-se à disponibilidade líquida do equipamento durante um determinado período, tal como um dia ou um mês [19].

$$\text{Tempo disponível} = \sum \text{Total de horas} - \sum \text{Tempo das paradas programadas} \quad (4)$$

Entende-se como tempo de parada programada os tempos vagos da máquina, quer seja decorrente de programação ou de repouso dos operadores e os tempos decorrentes de paradas do equipamento devido à manutenção programada. As paradas programadas incluem as para manutenção preventiva temporárias planejadas com pelo menos uma semana de antecedência, reuniões programadas, treinamento planejado, tempo livre como férias, feriados, finais de semana e falta de programação de produção [19].

As paradas não programadas são devido às perdas por quebra, falhas, mudanças de linha, de moldes ou de ferramentas. É possível ainda incluir as falhas em equipamentos periféricos (utilidades, portas, umidificadores, etc.), falhas no equipamento por erros de manutenção, paradas não programadas causadas pela não observação de procedimentos operacionais, operação fora das especificações, erros do operador, suprimentos e matéria-prima fora das especificações, testes não planejados e problemas de controle de processo [19].

IPO: índice de performance operacional, é a quantidade de tempo operacional líquido, equivalente ao tempo esperado do que foi produzido (quantidade produzida x tempo padrão), comparado ao tempo em operação. Também pode ser medido na relação entre a velocidade de produção realizada e a velocidade padrão. A diferença ocorre em função de realizar a operação abaixo do ritmo padrão devido à pequenas paradas não registradas ou velocidades reduzidas na operação [18].

$$IPO = \frac{\sum(\text{Total Produzido} \times \text{Tempo Padrão})}{\text{Tempo Operacional}} \quad (5)$$

IQ: índice de qualidade, é a quantidade de tempo de valor agregado, equivalente ao tempo esperado na produção de produtos bons (quantidade de produtos aprovados x tempo padrão), comparado ao tempo operacional líquido. A diferença ocorre em função de produtos não conformes reprovados [18].

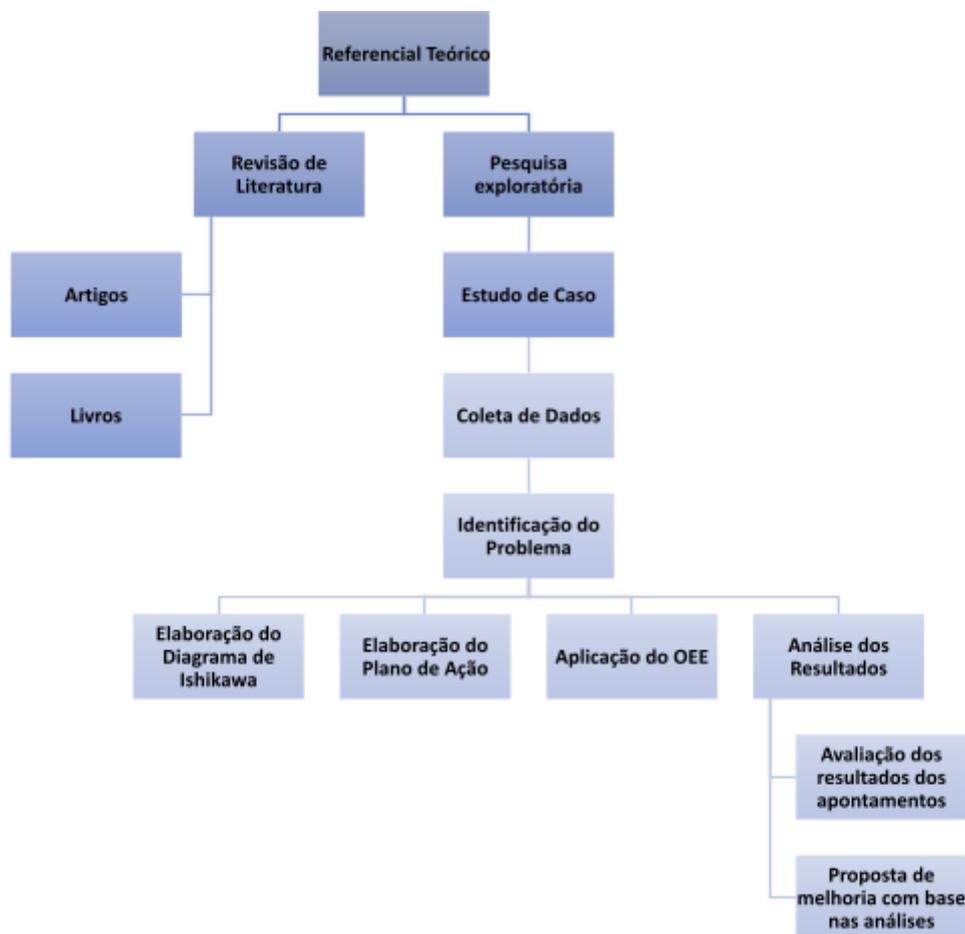
$$IPO = \frac{\sum([\text{Total Produzido} - \text{Refugos e Retrabalhos}] \times \text{Tempo Padrão})}{\sum(\text{Total Produzido} \times \text{Tempo Padrão})} \quad (6)$$

Uma das maiores dificuldades encontradas na gestão do OEE é o correto apontamento do ocorrido no chão laboratório, em especial o apontamento de tempos e atividades das análises. O apontamento realizando anteriormente na planilha do *Microsoft Excel* não tinha a base de dados robusta e normalizada, tornando difícil a gestão pelo retardo do reporte ao sistema, da rastreabilidade do processo e na determinação da eficiência das operações. Para a tomada de decisão correta de acordo com as informações apontadas, é necessário agilidade para responder adequadamente às demandas do mercado. É necessário que os dados inseridos e disponibilizados pelo sistema sejam compatíveis com a realidade para disponibilizar aos tomadores de decisões um ambiente confiável e sólido onde possam basear suas atividades.

5. Metodologia

O método para a elaboração desse trabalho consistiu em leitura de artigos relacionados, consulta a literatura relacionada e sites com fontes confiáveis, além do uso da infraestrutura in loco para a coleta dos dados e levantamento das necessidades da área-cliente para a criação da sistemática de coleta e normalização do banco de dados, que será base para a implementação dos indicadores gerenciais na ferramenta *Microsoft Power BI*. O fluxo aplicado para a metodologia de pesquisa é demonstrado na figura 15:

Figura 15: Fluxograma da metodologia de desenvolvimento



Fonte: adaptado de [17]

Após o levantamento das necessidades da área, foi observado que o indicador antes utilizado para a demonstração dos resultados de OEE não continha as informações necessárias para a tomada de decisões estratégicas, não sendo possível a estratificação das informações para análises mais precisas

Figura 17: Base de dados antiga para a análise dos dados

PRODUTO • TESTE • ATIVO		Injeções	Tempo Mín. Inj. (min)	Motivos	QTD REINJ
1	Produto 1	8	13		
2	Produto 2		66		
3					
4					
5					
6					
DESC. PARADAS					
1	SETUP			DATA INI H. INI	DATA FIM H.FIM
2	AGUARDANDO BANCADA			23/01/13 06:10	23/01/13 07:10
3	SETUP			23/01/13 07:10	23/01/13 08:23
4				23/01/13 08:23	23/01/13 14:02
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
PRODUTO • TESTE • ATIVO		Injeções	Tempo Mín. Inj. (min)	Motivos	QTD REINJ
1	Produto 3	1	13		
2	Produto 4		66		
3					
4					
5					
6					

Fonte: do próprio autor

O processo inicia-se em apontamentos realizados pelos analistas responsáveis pela operação dos equipamentos. O preenchimento requer que os analistas sejam previamente treinados e orientados quanto à importância de se ter uma informação real e precisa, pois estas irão nortear os diagnósticos e tratativas posteriormente.

Para que os lançamentos não impactassem a rotina dos analistas a planilha foi desenvolvida com o intuito de ser simples e objetiva. Os dados apontados referem-se basicamente a:

1) Análise (Produto + Teste + Princípio Ativo). O analista deverá indicar qual a análise será realizada no equipamento, para isso foi necessário levantar todas as análises possíveis de serem efetuadas no equipamento juntamente com seus respectivos tempos padrões. Posteriormente essa listagem foi disposta através do recurso de Lista Suspensa para que pudessem ser selecionadas.

2) Injeções. Deverá ser apontado o número de injeções proveniente da análise indicada, ou seja, o quanto foi analisado.

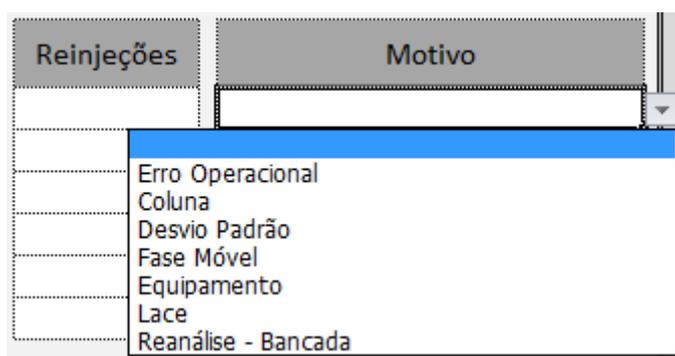
3) N° da coluna. Dado informativo para monitoramento interno da área, não utilizado no OEE.

4) Reinjeções. Refere-se ao retrabalho, ou seja, o quanto foi reanalisado.

5) Motivo da Reinjeção. Apontamento da causa do retrabalho.

A estratificação auxiliará posteriormente na elaboração de ações preventivas e corretivas. As possíveis causas pré-estabelecidas são disponibilizadas em listagem suspensa conforme mostrado na figura 18:

Figura 18: Lista suspensa do motivo das paradas



Fonte: do próprio autor

6) Paradas. Apontamento do motivo pelo qual o equipamento encontra-se parado. A estratificação posteriormente indicará os principais pontos a serem trabalhados corretivamente e preventivamente. As possíveis causas foram pré-estabelecidas e padronizadas conforme Tabela 1 e disponibilizadas em listagem suspensa para seleção.

Tabela 1 – Lista de paradas e suas respectivas descrições

Nº	Parada	Descrição da parada
1	Refeição/ginástica/troca de turno	Equipamento está parado devido operador estar em horário de almoço / Ginástica / Troca de Turno
3	Investigação	Equipamento parado devido atuação do especialista na análise
2	Treinamento / reunião	Equipamento está parado devido operador estar em treinamento/reunião
4	Manutenção preventiva/qualificação	Manutenções periódicas (intervenção de terceiros) / Qualificação de equipamento
5	Processamento/ avaliação dos resultados	Execução e avaliação do processamento dos resultados gerados
6	Falta de mão de obra	Cobertura de colaborador durante sua ausência (férias, atestado, remanejamento, demanda prioritária, etc)
7	Regulagem de máquina	Regulagens gerais no equipamento (Ex.: Troca, inversão de coluna, necessidade de limpeza durante o processo)
8	Manutenção corretiva	Quebra de máquina, aguardando peças
9	Sem programação	Não há produto programado para análise no equipamento em específico
10	Falha utilidades	Falha de ar comprimido, gás, queda de energia
11	Aguardando bancada	Aguardando da bancada o envio de amostra, fase móvel, padrão



**6º Simpósio Nacional de Ciências
e Engenharias**
27 a 29 de outubro de 2021
Anápolis, GO - UniEVANGÉLICA

12	Problema na rede	Queda de comunicação, falha na lace
13	Setup	Equilibrate (aquecimento, preparação para leitura) Montagem e configuração do equipamento (forno, coluna e looping de injeção) Sistem suitability / testes prévios (comprovação que o equipamento está adequado ao uso, injeção de padrão, recuperação)
14	Aguardando dissolução	Aguardando da dissolução o envio da amostra, fase móvel, padrão
15	Final de semana / feriado	Equipamento parado devido ser final de semana ou feriado.
16	Aguardando CSA	Quando, por algum motivo, há a necessidade de aguardar a equipe do CSA para continuidade de análise no equipamento
17	Troca de reagente	Rotina realizada as segundas-feiras, quando há troca dos reagentes dos equipamentos
18	Teste de performance	Teste de eficiência da coluna

7) Início da Parada. Deverá ser indicado o momento em que se iniciou a parada apontada, seguindo o formato de data e hora (dd/mm/aaaa e 00:00).

8) Fim da Parada. Deverá ser indicado o momento em que se finalizou a parada apontada, seguindo o formato de data e hora (dd/mm/aaaa e 00:00).

9) Início do Processo. Deverá ser indicado o momento em que se iniciou o apontamento, seguindo o formato de data e hora (dd/mm/aaaa e 00:00).

10) Fim do Processo. Deverá ser indicado o momento em que se finalizou o apontamento, seguindo o formato de data e hora (dd/mm/aaaa e 00:00).

11) Botão Salvar. Recurso de macro disponibilizado para salvar as alterações.

12) Botão Finalizar. Recurso de macro criado para: Finalizar o apontamento. Computar os dados na base que contém o histórico dos apontamentos. Restaurar o formulário deixando-o apto para novo apontamento.

Tendo as paradas pré-definidas, e assim passíveis de mensuração no período desejado, utiliza-se o gráfico de Pareto como fonte de análise de criticidade para priorização das tratativas. Depois de identificadas as principais causas de ineficiência das máquinas, o responsável pelo indicador divulga aos gestores da área, assim como aos envolvidos na operação. Posteriormente as paradas são minuciosamente discutidas entre a equipe em reuniões de OEE agendadas periodicamente.

Utilizam-se técnicas de Brainstorming, Cinco Porquês e Diagrama de Causa e Efeito com o intuito de levantar e racionalizar as hipóteses e causas raízes que promovem as reincidências das ineficiências apontadas. Uma vez encontradas as causas raízes são elaborados planos de ações com o intuito de sanar ou minimizar seus impactos no processo. O indicador é constantemente monitorado sendo assim possível visualizar a eficiência ou não das ações tomadas.



6º Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias

27 a 29 de outubro de 2021

Anápolis, GO - UniEVANGÉLICA

Com os dados apontados, semanalmente os mesmos são empilhados em uma única planilha de apoio e será sincronizado com o arquivo BI para as análises necessárias e divulgação os resultados no *Dashboard*, conforme figura 19.

Figura 19: Base de dados em Power BI

IDTeste	Equipamento	DataInicio	Horainicio	DataFim	HoraFim	ProdutoTesteAtivo	NumeroInjecoes	TempoInjecao	TotalHsjnecao	TempoProcesso	TempoDisponivel	ITO	IQ	IPO	Inicio	Fim
19202157		07/05/2021	18:22:00	07/05/2021	22:34:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	6,98507918173163E-11	4,20000000006985	0,00%	100,00%	0,00%	07/05/2021 18:22:00	07/05/2021 22:34:00
192021510		08/05/2021	14:30:00	10/05/2021	06:10:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	7,76054775997181E-11	39,66666666667443	0,00%	100,00%	0,00%	08/05/2021 14:30:00	10/05/2021 06:10:00
192021511		10/05/2021	06:10:00	10/05/2021	22:34:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	2,328448544508585E-11	16,40000000000233	0,00%	100,00%	0,00%	10/05/2021 06:10:00	10/05/2021 22:34:00
192021519		17/05/2021	22:00:00	18/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	6,98463509252178E-11	8,700000000006985	0,00%	100,00%	0,00%	17/05/2021 22:00:00	18/05/2021 06:42:00
22202151		30/04/2021	22:30:00	01/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,16386900117504E-11	8,20000000001164	0,00%	100,00%	0,00%	30/04/2021 22:30:00	01/05/2021 06:42:00
22202158		13/05/2021	22:30:00	14/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,16386900117504E-11	8,20000000001164	0,00%	100,00%	0,00%	13/05/2021 22:30:00	14/05/2021 06:42:00
222021510		15/05/2021	12:00:00	17/05/2021	06:10:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,93978166862507E-11	42,16666666666861	0,00%	100,00%	0,00%	15/05/2021 12:00:00	17/05/2021 06:10:00
222021513		18/05/2021	22:30:00	19/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,16386900117504E-11	8,20000000001164	0,00%	100,00%	0,00%	18/05/2021 22:30:00	19/05/2021 06:42:00
222021516		21/05/2021	22:30:00	22/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,16386900117504E-11	8,20000000001164	0,00%	100,00%	0,00%	21/05/2021 22:30:00	22/05/2021 06:42:00
222021518		24/05/2021	22:00:00	25/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	6,98463509252178E-11	8,700000000006985	0,00%	100,00%	0,00%	24/05/2021 22:00:00	25/05/2021 06:42:00
222021519		25/05/2021	06:42:00	25/05/2021	15:36:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	2,32827090940191E-11	8,900000000002328	0,00%	100,00%	0,00%	25/05/2021 06:42:00	25/05/2021 15:36:00
22202152923		28/05/2021	14:30:00	29/05/2021	06:42:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	6,98463509252178E-11	16,200000000000698	0,00%	100,00%	0,00%	28/05/2021 14:30:00	29/05/2021 06:42:00
26202151		30/04/2021	22:34:00	01/05/2021	06:30:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,55235824195188E-11	7,9333333333486	0,00%	100,00%	0,00%	30/04/2021 22:34:00	01/05/2021 06:30:00
33202151		01/05/2021	06:00:00	03/05/2021	06:10:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,93978166862507E-11	48,16666666666861	0,00%	100,00%	0,00%	01/05/2021 06:00:00	03/05/2021 06:10:00
33202155		06/05/2021	16:00:00	07/05/2021	06:41:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	1,55218060626794E-11	14,6833333333489	0,00%	100,00%	0,00%	06/05/2021 16:00:00	07/05/2021 06:41:00
33202152724		27/05/2021	06:20:00	27/05/2021	14:30:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	0,0166666666666653	8,166666666665965	0,20%	100,00%	0,00%	27/05/2021 06:20:00	27/05/2021 14:30:00
33202152825		27/05/2021	14:30:00	28/05/2021	06:00:00	EQUIPAMENTO PARADO	0	0	0	5,82076609134674E-11	15,50000000000582	0,00%	100,00%	0,00%	27/05/2021 14:30:00	28/05/2021 06:00:00

Fonte: do próprio autor

6. Cálculo de OEE aplicado ao HPLC

Tão importante quanto a obtenção dos dados, é o processo em que estes são transformados em informação. De forma pré-configurada, o Excel auxilia na execução das fórmulas mensurando os índices, a eficiência global dos equipamentos e organiza os dados para que os mesmos possam ser calculados. Porém, devem-se compreender os conceitos aplicados por trás dos cálculos automatizados e eletronicamente computados.

As variáveis consideradas no cálculo de OEE referem-se aos momentos em que a máquina se encontra. Por se tratar de tempo considera-se como unidade básica de medida, hora (h).

Para medir o desempenho de uma máquina inicialmente se faz necessário mensurar qual o período disponível a execução da atividade. Dessa forma conceitua-se como Tempo Disponível (A) o tempo total em que o equipamento poderia ser utilizado. No caso do Laboratório de Controle de Qualidade em questão, o tempo disponível é igual a três turnos de trabalho ininterruptos e sequenciados ao longo da semana, com início as 06h10min da segunda-feira, e término as 18h15min no sábado. Vale ressaltar que os equipamentos podem ser programados para operar além desse período de forma autônoma, podendo assim se estender o tempo disponível até o término programado da operação. Para compor o tempo total disponível entende-se que, ora o equipamento estará em operação, ora estará parado, dessa forma configuram-se as variáveis de Tempo Operacional (B) e Tempo Parado (P), onde B é igual ao tempo total disponível subtraído do tempo parado. Assim, na equação 7:

$$B = A - P \quad (7)$$

O tempo em operação pode conter ineficiências inerentes do processo, por isso este é medido comparando-se com uma referência ou um Tempo Padrão (C), que por sua vez será específico para cada análise, sendo inicialmente necessário o levantamento e desenvolvimento de uma relação de tempos padrões de cada análise. O Tempo Padrão (C), conceitualmente é definido como Tempo Operacional Líquido, uma vez que o tempo gasto além daquele definido como padrão é considerado uma ineficiência, um desperdício. Todo tempo gasto com retrabalho e/ou reprocesso não agrega valor a análise, sendo assim estratifica-se o tempo operacional líquido a fim de mensurar o quanto desse tempo está sendo utilizado para se agregar valor ao processo, ou seja, o quanto conforme está sendo o resultado final do processo. Conceitua-se este como Tempo com Valor Agregado (D). Para se mensurar esta variável é necessário subtrair o Tempo de Retrabalho (R) (reinjeções, de acordo com os apontamentos) do Tempo Operacional, conforme equação 8:

$$D = B - R \quad (8)$$

Tendo definido as variáveis que são bases para a quantificação do indicador, faz-se a relação entre elas para a obtenção dos índices que compõem o cálculo do OEE.

O produto entre o Índice de Tempo Operacional (ITO), Índice de Performance Operacional (IPO) e o Índice de Qualidade (IQ) indicará o Desempenho Global do Equipamento (OEE). O ITO será a divisão do tempo operacional pelo tempo disponível (equação 9), ou seja, o quanto o equipamento efetivamente esteve em funcionamento do tempo total disponível ao uso, ou ainda o percentual de utilização do equipamento

$$ITO = \frac{B}{A} \quad (9)$$

O IPO é dado pela relação entre o tempo padrão (previamente levantados com base nos métodos analíticos de cada produto especificamente) e o tempo operacional, ou seja, quanto próximo do padrão esteve o desempenho da operação, dessa forma temos que, conforme a equação 10:

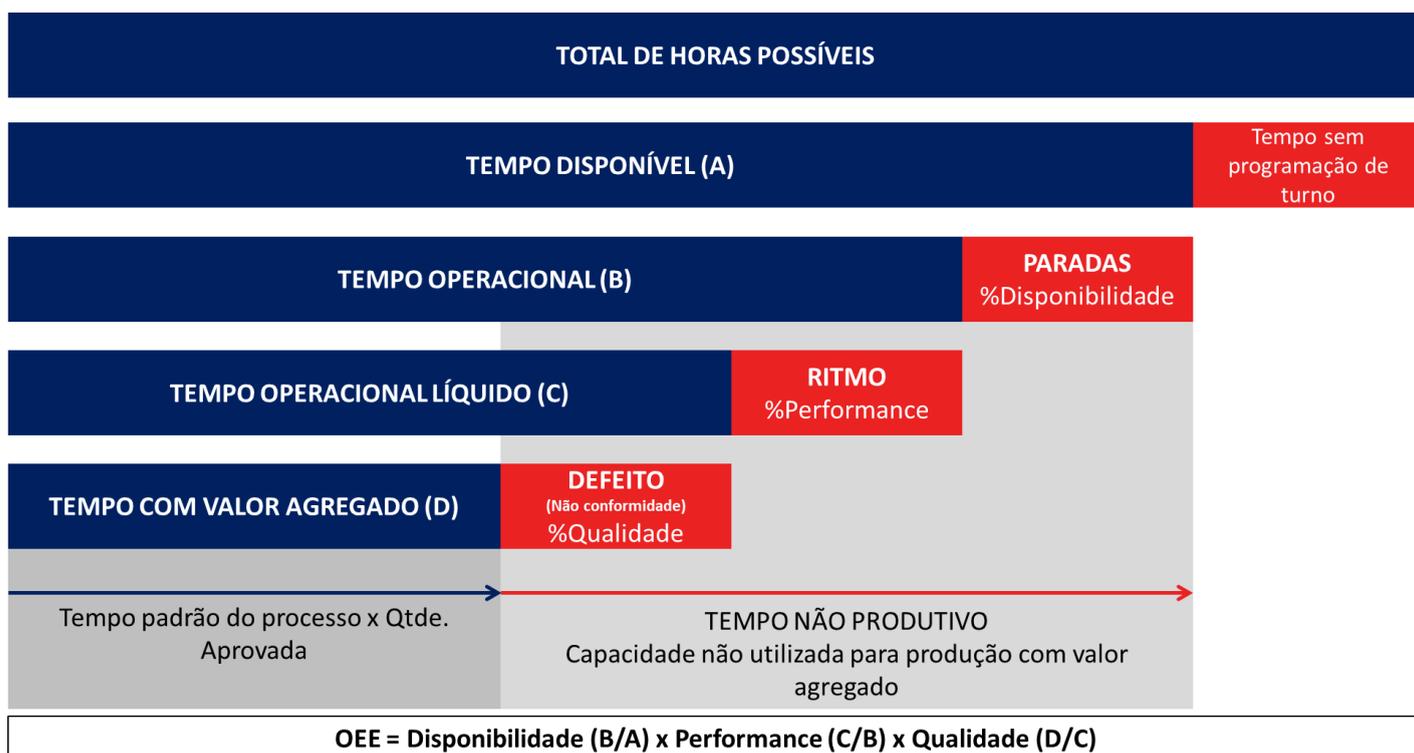
$$IPO = \frac{C}{B} \quad (10)$$

O Índice de Qualidade (IQ) remete ao percentual de conformidade do processo no qual a máquina está sendo submetido. Esse índice é dado pela relação entre o tempo de operação com valor agregado pelo tempo produtivo (equação 11):

$$IQ = \frac{D}{C} \quad (11)$$

A figura 20 esquematiza a relação entre os índices que compõe o OEE, assim como as ineficiências passíveis de análise por parte dos gestores e envolvidos no processo.

Figura 20: Esquema de composição das variáveis do OEE



Fonte: adaptado de [18]

Conhecendo como se relacionam as variáveis geradas nos apontamentos e a composição dos índices do indicador de OEE se torna possível analisá-lo verificando onde estão as maiores oportunidades de melhoria no processo no qual os equipamentos são submetidos.

7. Resultados e discussão

Uma vez apresentada a metodologia, assim como as variáveis e os cálculos inerentes ao indicador, conseguiu-se o embasamento para análise dos resultados obtidos na implantação da gestão pelo indicador de OEE. O estudo de caso foi realizado no Controle de Qualidade Físico-Químico de uma Indústria Farmacêutica situada no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA).

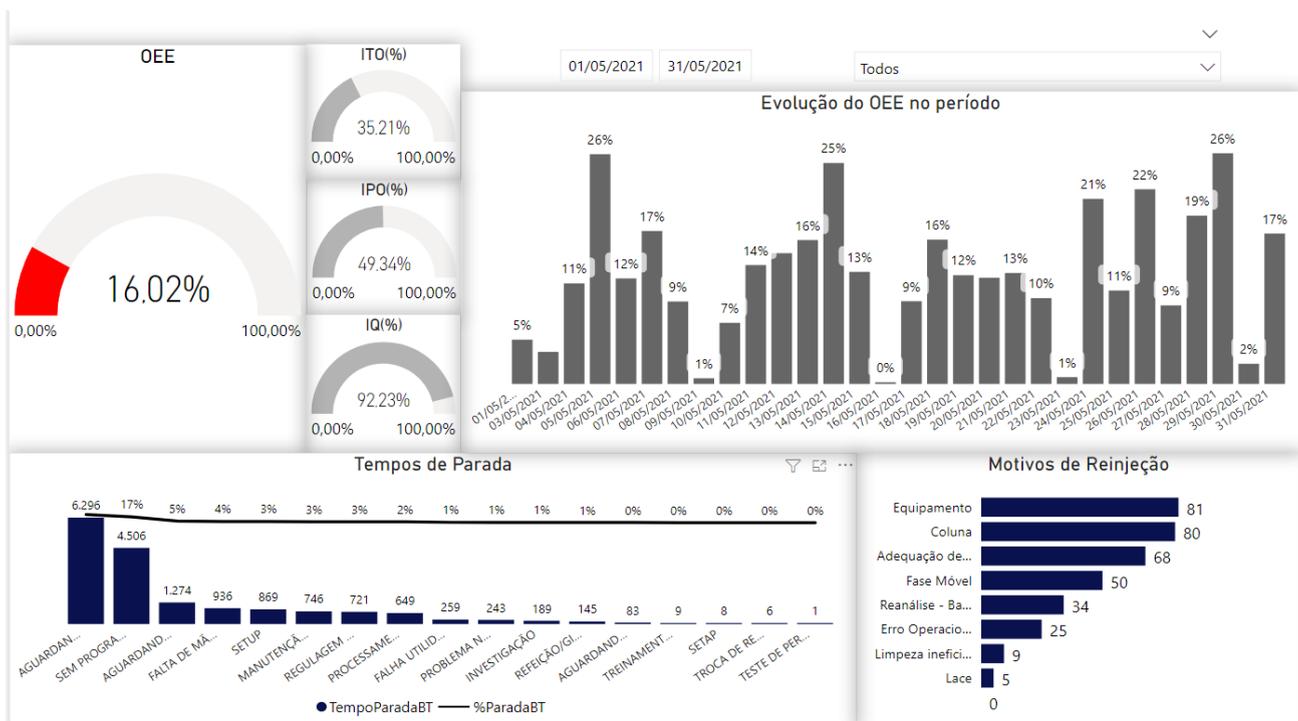
Após devidamente apresentados os conceitos iniciais da ferramenta e toda a metodologia que envolve a obtenção dos dados, os analistas e supervisores envolvidos na rotina operacional iniciaram o processo de coleta de dados através dos apontamentos. Estes foram acompanhados e após comprovada a consistência das informações, iniciou-se a gestão pelo indicador de OEE.

Ao todo o laboratório estudado conta com 43 cromatógrafos onde foram instaladas as planilhas para apontamento e monitoramento de OEE. Sendo assim, todos os dados apontados, que compõe as

variáveis e índices do indicador são consolidados de forma automatizada, também via Excel, em uma planilha de gerenciamento de dados. Os dados são sincronizados com o Power BI e ele ficará a cargo de realizar os cálculos e consolidação dos dados, dando a possibilidade de analisar o índice de OEE no contexto geral do laboratório e também individualmente por equipamento, além de escolher o período de tempo que melhor se encaixe na análise.

A figura 21 demonstra como ficou o *Dashboard* depois de concluída:

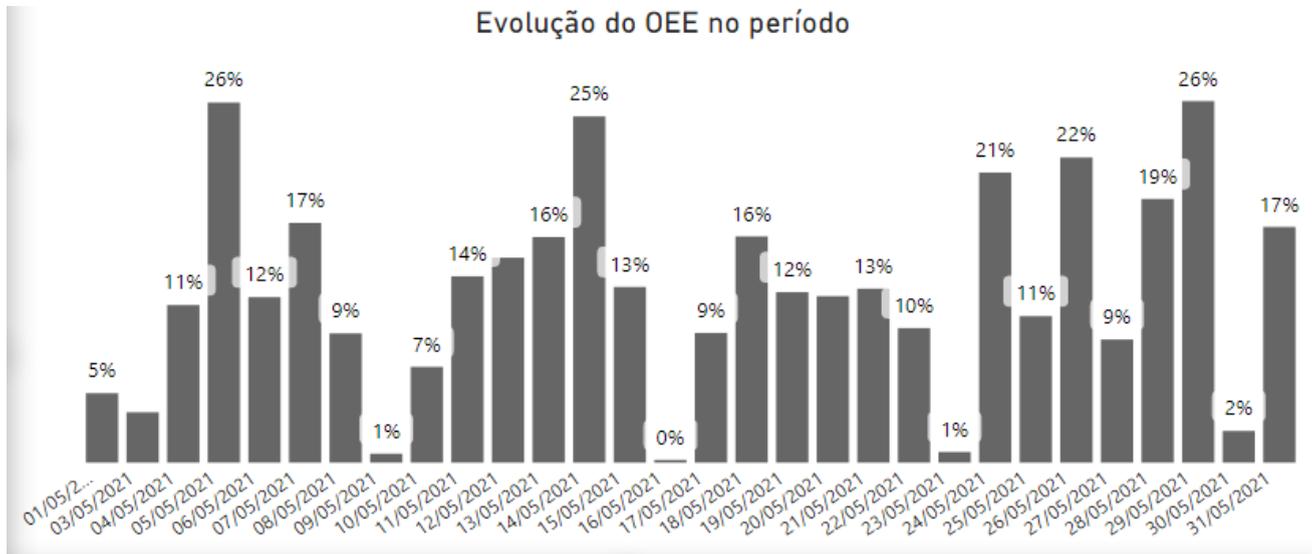
Figura 21: Dashboard OEE



Fonte: do próprio autor

A implementação da nova sistemática aconteceu em maio de 2021, e com os dados obtidos no período observou-se uma oscilação no valor de OEE no decorrer da semana (figura 22).

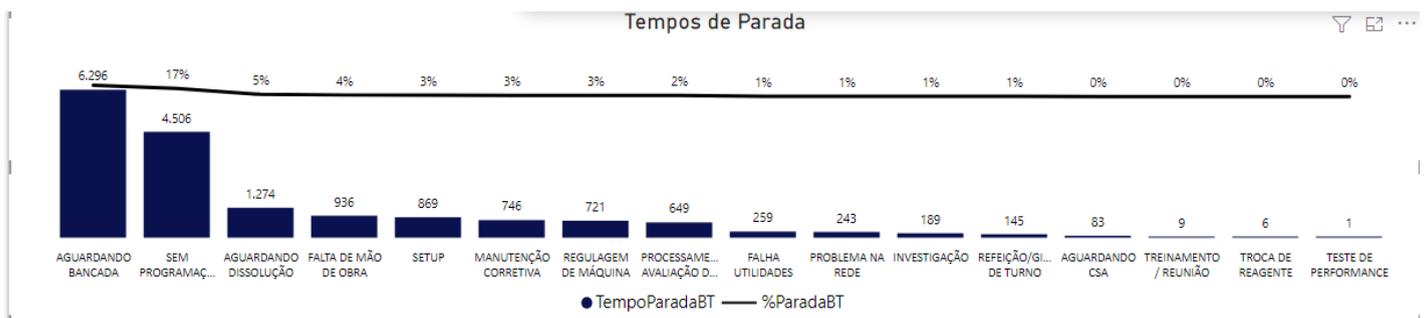
Figura 22: Paradas OEE



Fonte: do próprio autor

Analisando as paradas, temos como as mais significantes com relação ao tempo disponível as paradas definidas como “Aguardando Bancada” (figura 23), que diz respeito ao equipamento parado aguardando a etapa anterior e a parada definida como “Sem programação”, que diz respeito ao equipamento parado por não haver nenhuma análise prevista para aquele equipamento.

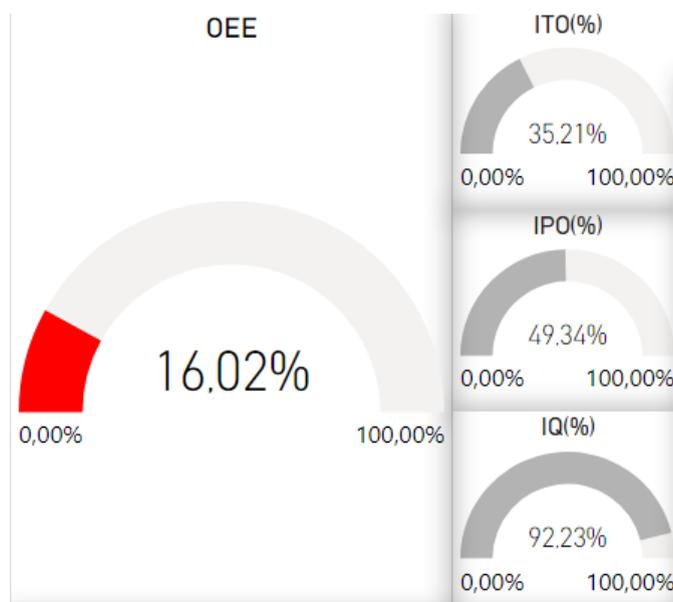
Figura 23: Paradas OEE



Fonte: do próprio autor

Analisando especificamente os índices que compõem o indicador, observou-se que o Índice de Tempo ou ITO é o mais crítico por ter tido o menor percentual, ou seja, é onde há maior oportunidade de ganho ou melhoria no processo (figura 24). Verificou-se que a taxa de ocupação média dos equipamentos no laboratório é em média inferior a 50% - o ITO para o mês de maio foi de 35,21%, isso significa afirmar que mais da metade do tempo total disponível os equipamentos se encontram parados.

Figura 24: Índices IPT, ITO e IQ



Fonte: do próprio autor

Com os dados transformados em informações, iniciou-se o conjunto de reuniões para a identificação do problema, tratativa das causas de parada e melhoria na sistemática de programação de análises. Um plano de ação está sendo implementado para atuar preventivamente e corretivamente nas oportunidades de melhorias identificadas. A tabela 2 mostra o exemplo de um plano de ação elaborado em uma das reuniões de OEE aplicadas no controle de qualidade.

Tabela 2– Plano de ação elaborado em reunião de OEE

Plano de Ação				
Problema	Ação	Quem	Quando	Status
Regulagem de máquina e Manutenção corretiva	Criar cronograma para acompanhamento da manutenção diária dos equipamentos por analista.	Flávio	11/06/21	Realizado
Reinjeções	Criar planilha de controle das colunas em uso e estoque e estabelecer relação produto x coluna promovendo dedicações.	Paulo	25/06/21	Realizado

Manutenção corretiva e Regulagem de máquina	Incluir no POP o processo de limpeza semanal dos equipamentos.	Danielle	18/06/14	Realizado
Falta de mão de obra	Delegar que um analista de bancada treinado, auxilie na operação dos equipamentos no final do turno.	Responsável do turno	25/06/21	Realizado
Manutenção corretiva e Regulagem de máquina	Treinamento para que um responsável por turno faça a manutenção dos sistemas.	Robson (Suporte técnico)	25/06/21	Realizado

Com base na metodologia de trabalho e juntamente com o constante monitoramento do indicador, espera-se melhorias no processo de forma sistematizada, onde todos da área se mobilizem a fim de elevar a eficiência dos equipamentos. As ineficiências devem ser tratadas e os impactos no processo amenizados.

Novas visões para o dashboard estão em processo de criação, mas com a visão individualizada por equipamento e período, já é possível verificar oportunidades importantes de melhoria no processo que são passíveis de análise mais aprofundada para a análise de consistência de suas causas e atuação nas soluções de forma assertiva e duradoura.

8. Conclusão

A implementação da ferramenta de OEE empresa visa aperfeiçoar ainda mais a liberação de lotes de produtos, fazendo com que isso melhore ainda mais a capacidade produtiva da empresa. Além de otimizar a liberação de lotes, fará com que setores como o de manutenção e compras de maquinários sejam mais assertivos em relação a tomadas de decisão.

Segundo William Edwards Deming, “Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, não há sucesso no que não se gerencia”, assim, através de todo o estudo realizado e dos resultados apresentados, conclui-se que a obtenção de uma melhora na performance dos equipamentos está diretamente relacionada a uma alteração na cultura de trabalho, mudança gradativa e muitas vezes com pouca aceitação inicial, juntamente com a implementação de indicadores de qualidade no setor.

A criação do *Dashboard* está contribuindo significativamente para a melhora da performance dos equipamentos, e o envolvimento das equipes de campo na melhora dos índices é de fundamental importância para que essas melhorias ocorram de forma orgânica e contínua.

Observa-se progresso e amadurecimento por parte da área na gestão dos indicadores e na implementação de melhorias que contribuem indiretamente na melhora do índice de ocupação dos equipamentos.

Assim, espera-se uma melhora constante, conseqüente redução no tempo de análise e aumento no número de liberações diárias, assim como uma conscientização da importância do entendimento de que o

problema não é algo que deve ser evitado ou ignorado, e sim como a diferença entre sua situação e a meta definida.

9. Referências

- [1] R. Farias, É. Resende, P. Carriel e L. R. , “Mercado Farmacêutico Internacional,” *Guia 2020 Interfarma*, vol. 1, nº 1, p. 12, 14 12 2020.
- [2] P. Willmot, “Total Quality With Teeth,” *The TQM Magazine*, vol. 6, nº 4, pp. 48-50, 1994.
- [3] C. R. Hansen, *Eficiência Global dos equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção / manutenção para o aumento dos lucros*, Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [4] R. B. Neto, *Productivity: A Case study production management system implement in a Brazilian industry*, São Paulo, 2003.
- [5] R. A. França, “Linkedin,” 24 06 2016. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/gest%C3%A3o-da-efici%C3%Aancia-de-equipamentos-laborat%C3%B3rio-caso-fran%C3%A7a/?originalSubdomain=pt>. [Acesso em 13 05 2021].
- [6] C. H. Collins, G. L. Braga e P. S. Bonato, *Fundamentos de Cromatografia*, Campinas: Unicamp, 2006.
- [7] “quimiweb,” 2021 01 19. [Online]. Available: <https://news.quimiweb.com/tipos-de-cromatografia-9092.html>. [Acesso em 19 10 2021].
- [8] Y. Takahashi e T. Osada, *Manutenção Produtiva Total*, São Paulo: IMAM, 2000.
- [9] F. G. César, C. R. Lima e A. T. Simon, “Revista Espacios,” 13 10 2014. [Online]. [Acesso em 14 10 2021].
- [10] V. C. Souza, *Organização e Gerenciamento da Manutenção*, 2ª ed., São Paulo: All Print, 2009.
- [11] F. V. Campos, *TQC - Controle da Qualidade Total: No Estilo Japonês*, Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- [12] A. Franschischini e P. Francischini, “ABEPRO,” 2001. [Online]. Available: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR21_0723.pdf. [Acesso em 14 10 2021].
- [13] “Wikipédia,” 2013. [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Fluxograma>. [Acesso em 15 10 2021].
- [14] M. A. Costa, *Ferramentas da Qualidade - Educação a Distância*.
- [15] B. F. E. Lins, “Ferramentas básicas da qualidade,” *Ibict*, p. 156, 1993.
- [16] J. V. R. Santos, “SIF,” 30 04 2020. [Online]. Available: <https://sif.org.br/2020/04/como-detectar-alteracoes-em-um-processo-use-a-carta-de-controle/>. [Acesso em 15 10 2021].
- [17] M. C. M. d. Souza e G. A. A. Cartaxo, “enegep,” 2016. [Online]. Available: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_28802.pdf. [Acesso em 15 10 2021].
- [18] R. B. Neto, “OEE: Você domina o desempenho dos seus processos?,” *Cogitive*, São Paulo, 2020.



6º Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias

27 a 29 de outubro de 2021

Anápolis, GO - UniEVANGÉLICA

- [19] D. M. Altafini, C. A. Costa, L. J. Kalnin, A. M. Luciano e G. Werner, “abepro,” 2009. [Online]. Available: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_616_13525.pdf. [Acesso em 15 10 2021].
- [20] S. Nakajima, Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance, São Paulo: Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.