

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**IMPLANTAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO COM O USO  
DO SAP BUSINESS ONE**

Maiara Faria de Souza Pizeta

Ituiutaba - MG

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**IMPLANTAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO COM O USO  
DO SAP BUSINESS ONE**

Maiara Faria de Souza Pizeta

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação da Faculdade De Administração,  
Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E  
Serviço Social da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel  
em Engenharia de Produção.

Ituiutaba - MG

2019

Maiara Faria de Souza Pizeta

## **IMPLANTAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO COM O USO DO SAP BUSINESS ONE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação da Faculdade De Administração,  
Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E  
Serviço Social da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel  
em Engenharia de Produção.

**Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael  
Medrano Castillo**

**Aprovado em** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof.  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof.  
Universidade Federal de Uberlândia

Ituiutaba – MG  
2019

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos a mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

À minha família, por acreditar em minhas competências e me dar toda a motivação necessária. Aos amigos, por serem minha segunda família e estarem comigo nos momentos de dificuldades e alegrias. Ao orientador Lúcio, pela confiança, oportunidade, conhecimento compartilhado, e principalmente atenção e disponibilidade durante a realização do trabalho. Aos professores do curso de Engenharia de produção da Universidade Federal de Uberlândia – campus Pontal, por todo o apoio que me deram nesses anos.

“A felicidade às vezes é uma bênção, mas  
geralmente é uma conquista.”

(Paulo Coelho)

## Resumo

Devido à alta competitividade do mercado, empresas buscam alternativas que possibilitem assegurar uma maior produtividade em menor tempo e custo em seu processo produtivo. Para a execução desta meta, torna-se necessário controlar e gerenciar os dados de forma eficiente, o que pode ser facilitado por meio da geração de indicadores apropriados. O presente trabalho tem por escopo analisar a implementação e funcionamento dos indicadores de desempenho concebidos a partir da integração da automação industrial com sistemas integrados (ERP), em uma fábrica de balões de látex, localizada no interior de São Paulo. A metodologia de pesquisa adotada é aplicada e descritiva com foco em pesquisa-ação. A pesquisa comprova a importância da automação e dos *key performance indicators* para uma tomada de decisão com rapidez e a prevenção de falhas no processo produtivo.

Palavras chave: ERP, Sistema Integrado de Gestão, MES, KPIs, indicadores de desempenho, SAP.

## **Abstract**

Due to the high competitiveness of the market, companies are looking for alternatives that can ensure greater productivity in less time and cost in their production process. To achieve this goal, it is necessary to control and manage data efficiently, which can be facilitated by generating appropriate indicators. This paper aims to analyze the implementation and operation of performance indicators designed from the integration of industrial automation with integrated systems (ERP), in a latex balloon factory, located in the interior of São Paulo. The research methodology adopted is applied and descriptive focusing on action research. Research proves the importance of automation and KPIs for quick decision making and the prevention of failures in the production process.

Keywords:ERP, Integrated Management System MES, KPIs, indicators, performance, SAP.

## 1. Contextualização e justificativa

De acordo com a ABRAFESTA (Associação Brasileira de Eventos Sociais) o mercado de festas e eventos foi responsável por movimentar R\$ 17,2 bilhões no país no ano passado, deste total, 16% são representados por festas infantis.

Por causa da alta demanda, o setor de produção de balão de látex está em ascensão, portanto o empresário acaba buscando novas ideias para garantir o destaque do seu negócio. Em diversos locais, os balões profissionais são aplicados com imaginação e criatividade para decorações.

Para administrar esse crescimento as organizações buscam constantemente por tecnologias e *softwares* de apoio à gestão, os quais integram todos os dados e processos em um único sistema. O Sistema ERP, cuja sigla deriva do nome *Enterprise Resource Planning* que traduzido para o português significa Planejamento dos Recursos da Empresa é recomendado nesse cenário.

Com os dados concebidos através do ERP está cada dia mais comum a procura por ferramentas que tornam esses dados em informações confiáveis e úteis para a gestão. Uma das ferramentas mais utilizadas nas organizações são os indicadores de desempenho, pelos quais é possível analisar a assertividade das decisões organizacionais, sendo que ao apresentarem indicadores com valores inferiores à meta, ações corretivas devem ser tomadas. Destarte, tais indicadores são vistos como um suporte para uma tomada de decisão mais eficiente (CARMO, 2016).

O objetivo principal deste trabalho é descrever a implementação e funcionamento dos indicadores de desempenho concebidos a partir da integração da automação industrial com sistemas integrados, identificando a partir dos dados coletados as falhas no processo produtivo do balão de látex fornecendo desta forma, informações operacionais a gestão estratégica da empresa, que perante os dados apurados, agirá de forma a otimizar o sistema.

O artigo está dividido em duas partes, primeiramente será apresentado um embasamento técnico sobre as áreas investigadas neste trabalho e posteriormente, as considerações metodológicas, os resultados e as considerações finais.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Sistemas integrados

O que atualmente conhecemos como sistemas integrados de gestão, ou ERPs, são o espelho imediato da evolução das companhias e da maneira de se exercer negócios. Na década de 90 as empresas sofreram fortes pressões, obrigando-as a procurar novas possibilidades para reduzir custos e diferenciar seus produtos e serviços. Esse fenômeno resultou no surgimento e relevante crescimento dos sistemas ERP's no mercado de soluções corporativas de informática (JESUS; OLIVEIRA, 2007).

A literatura retrata o ERP como uma evolução dos programas de produção MRP (*Material Requirement Planning*) e MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) (O'BRIEN, 2004). O MRP, inicialmente, foi criado para integrar os processos da área de produção. Nos anos 70, o MRP foi aperfeiçoado para o MRP II, o qual introduziu funcionalidade da área financeira e de recursos, possibilitando um acompanhamento de toda a capacidade de recursos disponíveis, como máquina e pessoal (SAMMON; ADAM, 2010). Contudo, ainda existia a carência de um sistema que integrasse as atividades das outras áreas, afinal todas as atividades estão, de alguma forma, interligadas. O ERP foi criado para suprir essa necessidade. Para James Hall (2001, p.548), o ERP tem por objetivo integrar todos os processos-chave da organização.

Segundo Slack (2015) com um banco de dados unificado, o ERP possibilita a integração direta entre departamentos e ferramentas, proporcionando a tomada de decisões mais ágil e com maior confiabilidade fornecendo vantagem competitiva no mercado. Esses *softwares* são ferramentas altamente desenvolvidas e podem trazer grandes benefícios para empresas (OLIVEIRA E VASCONCELLOS, 2015).

Segundo Corrêa et al. (2019), o ERP tem como intuito arcar com todas as carências de informações, dados para a tomada de decisões de uma organização. É estruturado por módulos como faturamento, manufatura, recursos humanos, custos, entre outros, que integrados formam um banco de dados único e não redundante.

Atualmente, os fornecedores de sistemas de ERP continuam expandindo seus sistemas com novos desenvolvimentos, aquisições de sistemas especializados em determinadas funcionalidades e parcerias com fornecedores de soluções complementares (Corrêa, 2019).

## 2.1.1 Sistemas integrados e SAP Business One

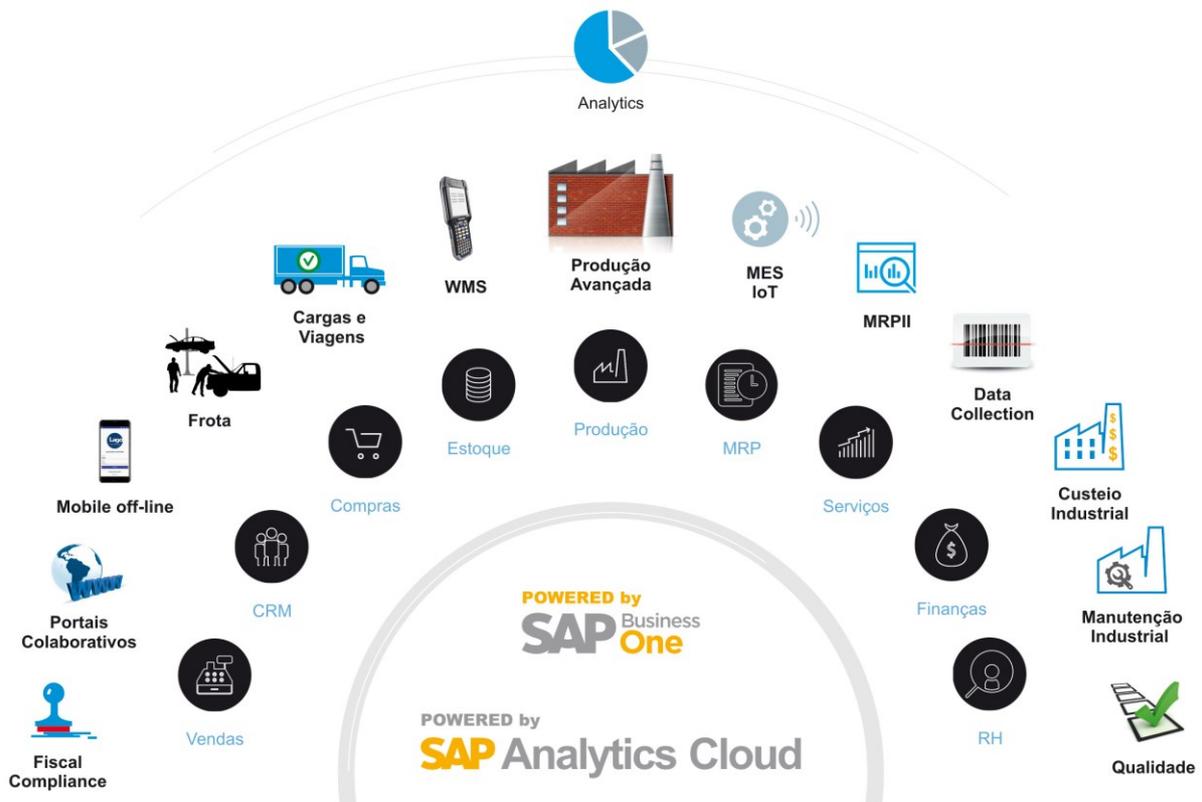
Na atual economia digital, pessoas, negócios e “coisas” estão se tornando cada vez mais conectadas. Para atingir a excelência no mercado, empresas estão cada dia mais procurando por soluções que as ajudem a se destacarem em relação aos seus concorrentes.

O SAP Business One, é uma solução de gerenciamento destinado a pequenas e médias empresas, com a capacidade de agregar em um mesmo lugar diversos departamentos. Esse sistema é um dos inúmeros produtos oferecidos pela empresa alemã SAP.

Em seus primeiros anos era vendido apenas em mercado israelense pela empresa TopManage. Em 2002 a empresa alemã SAP adquiriu a TopManage e nomeou eu sistema como SAP Business One. Essa aquisição permitiu a SAP adquirir negócios adicionais.

O sistema integrado SAP B1, foi desenhado para estabelecer uma representação lógica da empresa de forma centralizada, permitindo a união de dados de todas as áreas em tempo real. A figura 1 exemplifica a integração das áreas dentro do SAP Business One.

Figura 1 – Integração dos módulos



Fonte: Lago Consultoria e Sistemas

## 2.2 Automação da produção

Nestes últimos anos, percebe-se uma constante mudança nos procedimentos de produção. Essa transformação é reflexo da grande exigência do consumidor e da enorme competição que existe entre as empresas. Esses fatores motivam as organizações a procurar frequentemente inovações e melhorias em suas operações produtivas para corresponder a expectativa dos clientes e manter-se competitivas em um mercado cada vez mais estratégico (DAVILA, 2009).

Segundo Pazos (2002) a automação industrial refere-se à implantação de *softwares*, técnicas e/ou equipamentos particulares em uma máquina ou processo industrial, visando a ampliação e sua eficiência, a maximização da produção com o menor consumo de energia, matérias primas, emissão de resíduos, resultando em condições de segurança melhores referentes a esse processo, ou até mesmo, a redução do esforço ou das atividades humanas nesse processo ou máquina.

Groover (2001) define automação como a tecnologia pela qual um processo ou procedimento é executado sem a interferência do homem. O autor sugere uma classificação em 5 classes de automação: dispositivo, máquina, célula ou sistema, planta e negócio.

Já Rosário (2012, p. 516) caracteriza automação como “um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma ótima eficiência pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam”.

Lamb (2015) diz que o termo automação foi criado por um dos engenheiros da Ford Motor Company, na década de 1940, que especificava diversos sistemas nos quais a mão de obra humana era substituída por controles automáticos. O autor estabelece o termo como sendo a utilização de comandos lógicos programáveis e de equipamentos mecanizados, que têm como objetivo substituir atividades manuais abrangendo tomadas de decisão e comandos-resposta de seres humanos.

O processo de automação possui instrumentos de medida da planta onde esses enviam sinais para um computador, este confronta tais medidas recebidas com os valores ideais e efetua operações matemáticas para criar sinais de correção, dessa forma, o sistema executa a ação corretiva mais apropriada para a operação (LAMB, 2015).

De acordo com Martin (2015), as tecnologias de automação industrial podem concertar os problemas mais delicados e de maior importância que afetam a eficiência nas plantas, do mesmo modo em que podem garantir ganhos de desempenho significativos para a operação, à medida em que monitoram e controlam o processo de produção em tempo real. As ferramentas

de *software e hardware* comparam as informações do que foi planejado e o que realmente está sendo executado, reduzindo variabilidade, antecipando ações de manutenção, otimizando o desempenho e melhorando a confiabilidade da linha de produção.

Historicamente, o primeiro termo utilizado foi o de ‘controle automático de processo’, onde eram utilizadas ferramentas com as funções de medir, comparar, atuar e transmitir no processo, de modo que a planta trabalhe com pequena ou nenhuma ajuda humana. Com o passar do tempo, os processos passaram a ser mais complexos, as plantas maiores, aumentando as exigências com segurança, produtividade e proteção do meio ambiente. Dessa forma, além do controle automático do processo da planta, manifestou-se a necessidade de monitorar o controle automático. Baseado nisso, surgiu o termo automação (RIBEIRO, 2005).

Na contemporaneidade, a automação industrial passa a ser vista pelas empresas como uma necessidade urgente que pode proporcionar vantagens competitivas, além de criar barreiras para a entrada de novos concorrentes no mercado (CUNHA,2015).

### **2.2.1 MES - *Manufacturing Execution Systems***

O MES (*Manufacturing Execution System*) é uma ferramenta construída para a manufatura. Muitas empresas de manufatura utilizam uma ferramenta de MRPII/ERP ou equivalente para definir quais produtos serão produzidos (McCLELLAN, 2001), o MES completa a funcionalidade das ferramentas MRP II/ ERP.. A literatura demonstra que não há uma definição universal para o MES (KARANI, 2005). Esse sistema ganha destaque quando se fala de gerenciamento da produção. O MES age como responsável pelo gerenciamento do processo de produção e proporciona uma visão da fábrica como um todo e em tempo real.

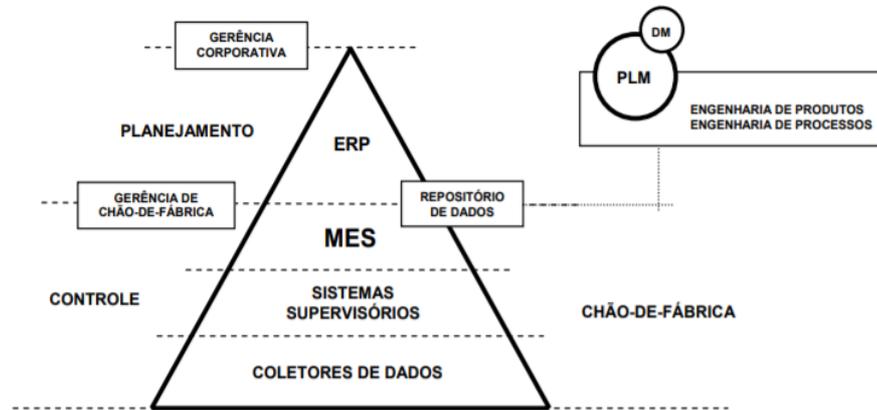
O termo *Manufacturing Execution System* foi incorporado pela empresa de consultoria American Manufacturing Research, em 1991, para identificar um sistema complementar ao MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) e ERP, que possibilitasse o acompanhamento do chão de fábrica em tempo real (LEE; HONG; KATERATTANAKUL; KIM, 2012).

De acordo com Chase, et al. (2006), o MES pode ser determinado como um sistema de informações que despacha, programa, rastreia, controla e monitora a produção no chão-de-fábrica. Resumidamente os autores ainda destacam que o MES executa dois papéis: o de controlar a produção e o de liberar as ordens de produção.

Hwang (2006) define MES como um sistema de coleta e análise de dados de materiais, produtos semiacabados, produtos finais, tempo de máquinas e custos em tempo real, permitindo o monitoramento do *work in process* (WIP).

A figura 2 exemplifica uma visão tradicional do MES. Regularmente os sistemas MES estão integrados a sistemas ERP, encarregados pela programação dos recursos da empresa.

Figura 2 – Hierarquia de camadas adotada pela MESA - MES, ERP e áreas funcionais



Fonte: Hwang (2006)

## 2.3 Indicadores de desempenho

Indicador é um mecanismo que possibilita a obtenção de informações sobre um evento, apresentando como característica principal a de poder sumarizar diversos dados, retendo somente o conteúdo essencial dos aspectos observados (MITCHELL, 2004).

Segundo Fernandes (2004), os indicadores de desempenho representam a quantificação dos processos e podem ser definidos como números que retratam a realidade de uma empresa, seja ela boa ou ruim. Esses dados são confrontados com as metas preestabelecidas, gerando insumos para a tomada de ações estratégicas.

Coral (2002) complementa estas afirmações, apresentando que um indicador complexo ou de difícil mensuração se torna inviável à medida que o seu custo pode inviabilizar a sua operacionalização.

### 2.3.1 KPI

A abreviação KPI representa a junção das 3 primeiras letras das palavras *Key Performance Indicator*, que pode ser entendido em português como indicador chave de desempenho. Segundo Parmenter (2007), os KPIs podem ser montados pela agregação de um

ou mais indicadores, retratando um conjunto de medidas focadas nos aspectos mais críticos para o desempenho satisfatório e atingimento dos objetivos organizacionais.

Parmenter (2007) afirma que fusão de bons indicadores e metas desafiadoras fazem com que uma empresa alcance o sucesso. À vista disso, devem ser definidos KPIs dos processos que são fatores importantes para que os objetivos estratégicos da empresa sejam atingidos. A seguir serão descritos os principais indicadores:

- a) **Indicadores de produtividade:** têm como objetivo comparar os recursos utilizados com as entregas. Normalmente são relacionados a produtividade hora/colaborador, hora/máquina;
- b) **Indicadores de qualidade:** estão incorporados aos de produtividade, uma vez que ajudam a perceber qualquer desvio ou não-conformidade na produção. Geralmente apresentado pela quantidade de avarias de um produto ou lote;
- c) **Indicadores de capacidade:** mensuram a capacidade operacional de resposta de um processo;
- d) **Indicadores estratégicos:** são aqueles que ajudam na orientação de como a empresa se encontra de acordo com os objetivos que foram estabelecidos anteriormente. Eles indicam e fornecem um comparativo de como está o cenário atual da empresa com relação ao que deveria ser.

### 3. Metodologia

A pesquisa elaborada neste artigo possui caráter aplicado e descritivo com foco em pesquisa-ação. Aplicado, pois concentra-se em torno dos problemas reais da organização.

A pesquisa aplicada concentra-se ao redor dos problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais. Está dedicada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. (THIOLLENT, 2009, p.36).

A pesquisa descritiva requer do investigador um acervo de informações sobre o que pretende pesquisar. Esse tipo de estudo procura descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

Para Triviños (1987), os estudos descritivos podem ser criticados pois pode existir uma descrição exata dos fenômenos e dos fatos. Estes fogem da possibilidade de verificação através

da observação. Ainda para o autor, às vezes, não existe por parte do investigador um exame crítico das informações, e os resultados podem ser equivocados; e as técnicas de coleta de dados, como questionários, escalas e entrevistas, podem ser subjetivas, apenas quantificáveis, gerando imprecisão

Como procedimento metodológico empregado, o presente artigo desenvolve uma pesquisa-ação. Nesta metodologia os pesquisadores do problema estão envolvidos de maneira cooperativa ou participativa no ambiente pesquisado (LUNA, 2010).

Para a realização desse estudo de caso, foram utilizadas técnicas de coleta de dados, entrevistas semiestruturadas e pesquisa documental. Foram consultados documentos das atividades operacionais da empresa, como mapa de processos, manual de procedimentos, dentre outros.

Os dados foram coletados ao longo da linha de produção e teve como ferramenta de análise o *software Business Intelligence* disponibilizado pela SAP.

## **4. Resultados**

### **4.1 Descrição da empresa**

O estudo foi desenvolvido em uma empresa de médio porte, focada na produção de balões de látex. A companhia está situada no interior do estado de São Paulo, em um parque industrial, e esta opera em uma área total de 16500m<sup>2</sup>.

Fundada em 1977 em um setor pouco explorado na época, possibilitou que a empresa ganhasse uma alta representatividade ao longo dos anos e se consolidasse como referência no setor. Nesses 40 anos de existência ocorreram diversas mudanças, quanto a capacidade e tecnologia, visando adequar as tendências do mercado. Atualmente, são mais de 350 funcionários, operando 25 linhas de produção em três turnos de trabalho.

A pesquisa foi realizada em apenas uma das vinte e cinco linhas de produção, a linha de número vinte e cinco. A linha possui capacidade de produzir duas ordens de produção simultaneamente.

As características da produção serão detalhadas nos próximos tópicos.

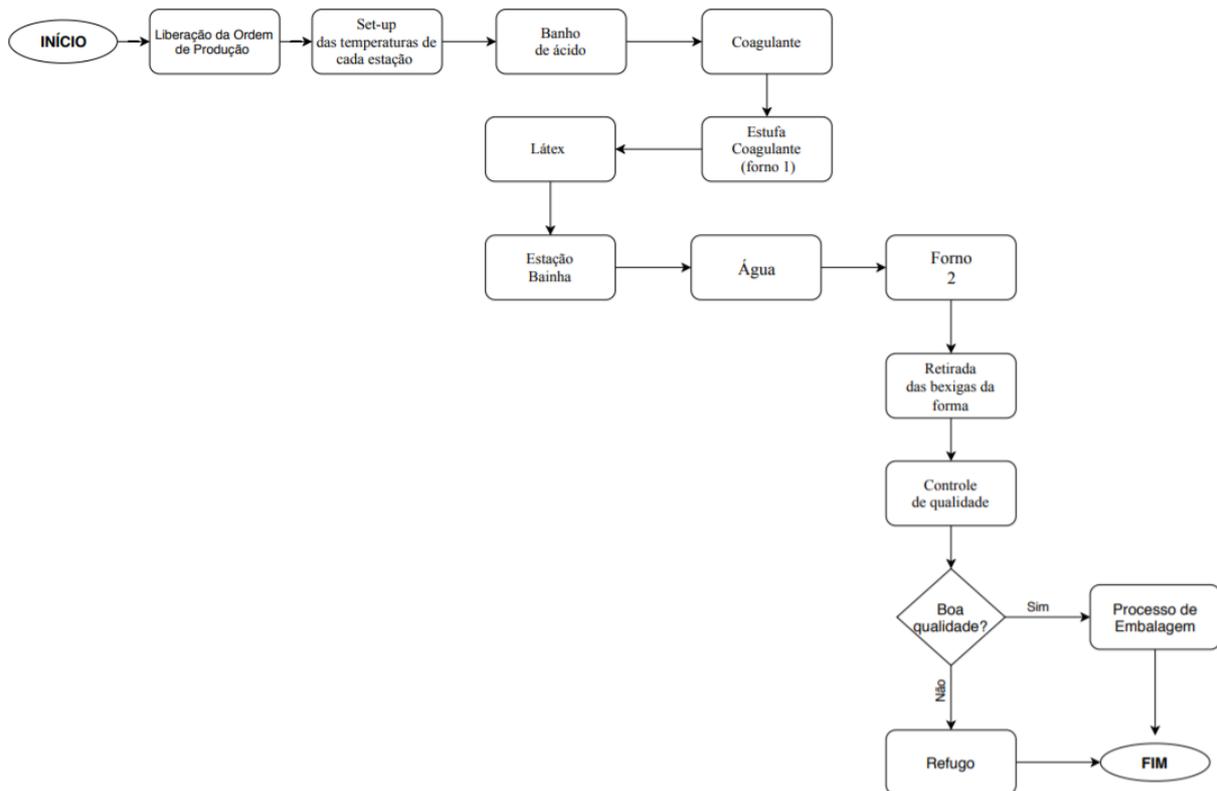
### **4.2 Mapeamento da realidade empresarial**

O processo de produção de balões possui algumas particularidades. Inicialmente são realizados testes em laboratórios para checar se o látex se encontra nas especificações corretas. Após a validação do Ph e da viscosidade, a matéria prima permanece estocada em

silos que possuem batedores para o látex não coagular. Posteriormente a esses processos, o material passa por uma etapa de mistura com corantes para dar pigmento ao látex.

O detalhamento dos processos posteriores será exemplificado na figura 3 e detalhado nos tópicos a seguir.

Figura 3 – Fluxograma do Processo Produtivo



Fonte: Autoria própria

- Liberação da ordem de produção – Antes do início das operações o responsável da produção emite a planejamento diário e repassa para os operadores, normalmente as ordens de produção duram de 1 a 2 dias;
- Set-up* das temperaturas de cada estação – Após a liberação da ordem de produção é realizado o Set-up das temperaturas para cada estação. O responsável da linha insere na IHM o intervalo de temperatura ideal para aquela produção.
- Banho de ácido – Nesta etapa os moldes de cerâmica são mergulhados em um tanque de ácido para eliminar qualquer impureza. Esse estágio é importante pois qualquer sujeira pode resultar em uma falha ou fraqueza do balão;

- d) Coagulante – Após o banho de ácido, as formas de balões são imersas em um tanque de nitrato de cálcio. O nitrato de cálcio é um coagulante que ajuda o látex a se aderir aos moldes fazendo assim com que o látex se prenda no molde de forma adequada sem colar;
- e) Estufa Coagulante (forno 1) – A secagem consiste em dispor os moldes de balões em um forno para que a água seque deixando apenas uma película de nitrato de cálcio nos moldes;
- f) Látex – Após sair do forno é realizado o banho de látex cobrindo completamente os moldes;
- g) Estação Bainha – Duas escoavas de nylon são responsáveis por moldar o bico da bexiga;
- h) Água – Nessa etapa os balões passam por um banho de água quente para retirar qualquer sujeira da superfície externa;
- i) Banho água e carbonato de Cálcio – Essa fase é de extrema importância pois o carbonato de cálcio serve como desmoldante;
- j) Forno 2 – Nesta etapa ocorre a vulcanização para ocorrer a reação do látex com o enxofre. A borracha natural se não receber enxofre fica quebradiça no frio e derrete no calor por isso ela recebe enxofre no início;
- k) Retirada das bexigas da forma – Os balões são retirados da forma através de um jato de ar comprimido;
- l) Controle de qualidade – Alguns balões de cada remessa são passados pelo controle de qualidade para verificar se não existe nenhum defeito no produto;
- m) Embalagem – Os balões são empacotados em embalagens de 50 unidades;

#### **4.2.1 Sensores**

A fábrica tem dedicado esforços para otimizar o seu processo produtivo, tendo como norte as tendências da indústria 4.0. Desta forma, é evidente que os sensores são peças fundamentais para monitorar as atividades, trazendo dados para agilizar a tomada de decisões e impedindo que as ações sejam reativas, mas sim preventivas.

No cenário atual, estão instalados oito sensores do tipo Pt- 100 - sensor de temperatura, instalado um em cada estação de produção, que traz um resistor que varia o valor da resistência em conformidade com a mudança de estado. A figura 4 apresenta um desenho típico do Pt-100

Figura 4 – Desenho típico Pt-100



Fonte: Omega Spectris Company, 2002

Ao longo do processo produtivo também foram instalados dois sensores do tipo Óptico. Este é um componente eletrônico de sinalização e comando que detecta qualquer material sem contato mecânico, visando a contagem de itens nas linhas de produção.

#### **4.2.2 Instalação dos sensores**

A automação da máquina foi dividida em duas etapas. Primeiramente foi realizado a instalação de sensores de temperatura nas estações citadas no tópico 4.2. Esses sensores são responsáveis por monitorar se as temperaturas estão dentro da faixa permitida. Estes limites de controle para a estações de produção estarão exemplificados no tópico seguinte.

Posteriormente foi feita a instalação de um sensor de contagem antes da estação F. Nessa etapa é realizado a medição da quantidade de balões que serão produzidos ou desviados por motivos técnicos.

##### **4.2.2.1 Parâmetros de controle de Temperatura e Quantidade**

A tabela 1 apresenta os limites de controle para a estações de produção. Este conjunto de dados é de suma importância, visto que estipula os pontos de máximo e mínimo que a produção deve operar.

Segundo os conceitos da gestão da qualidade, podemos dizer que quando o valor está fora desde intervalo o processo está fora de controle. Desta forma, o supervisor de produção deve ser notificado que está acontecendo uma anomalia naquele momento.

Tabela 1 – Temperaturas de Set-up

<b>Estação</b>	<b>Temperatura Mínima</b>	<b>Temperatura Máxima</b>
Banho de Ácido	35°	45°
Coagulante	35°	45°
Látex	65°	75°
Bainha	65°	75°
Água	75°	85°
Talco (banho de água com carbonato de Cálcio)	85°	95°
Forno 1 (estufa coagulante)	77°	83°
Forno 2	72°	82°

Fonte: Autoria própria

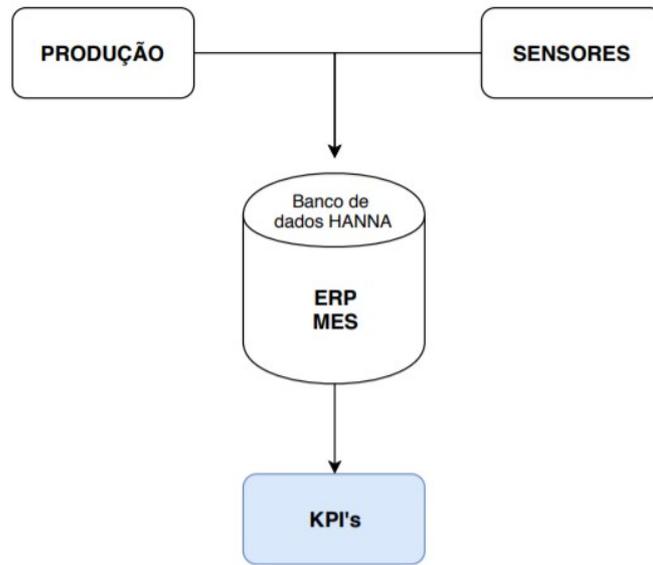
Em função disto, a tomada de decisão ocorre de forma eficiente e eficaz, pois são gerados insumos (KPI's) no momento correto.

#### **4.3 Integração da automação com as ferramentas ERP e MES**

Os dados foram coletados durante uma semana. Neste intervalo de tempo, foi possível analisar cinco ordens de produções diferentes, ou seja, balões de colorações e formatos diferentes.

A figura 5 exemplifica o relacionamento entre as ferramentas ERP, MES, automação e KPIs.

Figura 5 – Representação da integração



Fonte: Autoria própria

- a) ERP: O ERP tem como função inicial a liberação da ordem de produção (OP), essa é realizada em cima das previsões de vendas, venda efetivada e reposição de estoque. Toda informação da produção será armazenada em um banco de dados vinculado ao número da OP. O ERP também é responsável por armazenar informações tais como: quantidade de refugo (dentro de uma ordem de produção), peso previsto e peso realizado. É importante salientar que o ERP utilizado nesse trabalho é o SAP Business ONE neste tópico estamos abordando apenas alguns elementos do módulo produção;
- b) Sensores: Os sensores, como já explicado no tópico 4.2.2, são responsáveis pela a coleta da temperatura real da linha e a quantidade produzida em unidade;
- c) MES: O *Manufacturing Execution System* é encarregado por realizar a leitura dos sensores, armazenando essas informações em um banco de dados vinculados ao número da ordem de produção. O MES também é responsável por fazer, a partir da liberação da OP, a programação da linha de produção. Para a criação dos indicadores o MES foi utilizado para medir o tempo de operação, tempo de parada e capacidade da máquina;

#### 4.3.1 Influência dos indicadores de desempenho

De acordo com Fiore e Alencar (2011), os KPI's auxiliam na tomada de decisão em inúmeras áreas, oferecendo informações para que a empresa possa decidir em manter,

remodelar ou abortar atividades, ou ainda o projeto como um todo. Sua aplicação pode indicar o sucesso das estratégias já realizada, avaliando uma possível necessidade de replanejamento.

De modo a assegurar o bom desempenho do produto oferecido ao cliente final, é fundamental a adesão de indicadores de desempenho, proporcionando às organizações um referencial de padrão e qualidade a ser seguido, e para que as falhas no processo sejam constatadas de maneira rápida e clara.

É neste contexto que a automação vai de encontro com a problemática atual da empresa. Através da integração de ferramentas como o MES, ERP e automação é possível apurar e agrupar informações, identificando fontes de desperdícios, melhorando assim o gerenciamento da linha de produção para que na sequência sejam tratados planos de correção e melhoria.

O KPI's utilizados estão representados na tabela 2.

Tabela 2 – KPI's da produção

<b>Indicadores de Desempenho</b>	<b>Utilização</b>
Temperatura (°C)	O sensor de temperatura é essencial para o processo, pois ele medirá se a temperatura de cada estação está dentro dos limites permitidos.
Massa/unidade produzida	O objetivo desse indicador é analisar quanto de matéria prima foi aproximadamente utilizada em cada balão.
Atingimento (%)	O intuito desse indicador é comparar a produção prevista de balão com a realizada em kg.
Produtividade (%)	Esse índice leva em conta as perdas de ritmos originadas por problemas nos recursos, como o aumento de tempo de ciclo da operação, os atrasos, diminuição de velocidade etc.
Disponibilidade (%)	Esse indicador contabiliza o período útil disponível para a operação, levando em conta as paradas por setups, necessidade de ajustes e originada por falhas.
Qualidade (%)	Leva em conta os refugos que tiveram origem em falhas nos recursos físicos.
OEE (%)	O indicador <i>Overall Equipment Effectiveness</i> mede a eficiência global do equipamento. É utilizado para qualificar e indicar a maneira como a operação de fabricação é realizada e auxilia na melhoria dos processos de manutenção e produção da empresa.

Fonte: Autoria Própria

## 4.4 Resultados Obtidos

Com base nos dados armazenados, foi possível entender a importância da automação para a construção de indicadores de processo (KPI's). A integração entre o *software* e sensores, permitiu a construção de uma gestão visual, fornecendo insumos para o gestor entender de forma holística o desempenho do seu processo.

Durante o desenvolvimento deste projeto, os *dashboards* desenvolvidos forneceram informações relevantes, identificando pontos estáveis e críticos para serem acompanhados de perto. Dentre os pontos críticos, podemos citar OEE, temperatura e balões desviados.

### 4.4.1 Análise de pontos estáveis do processo

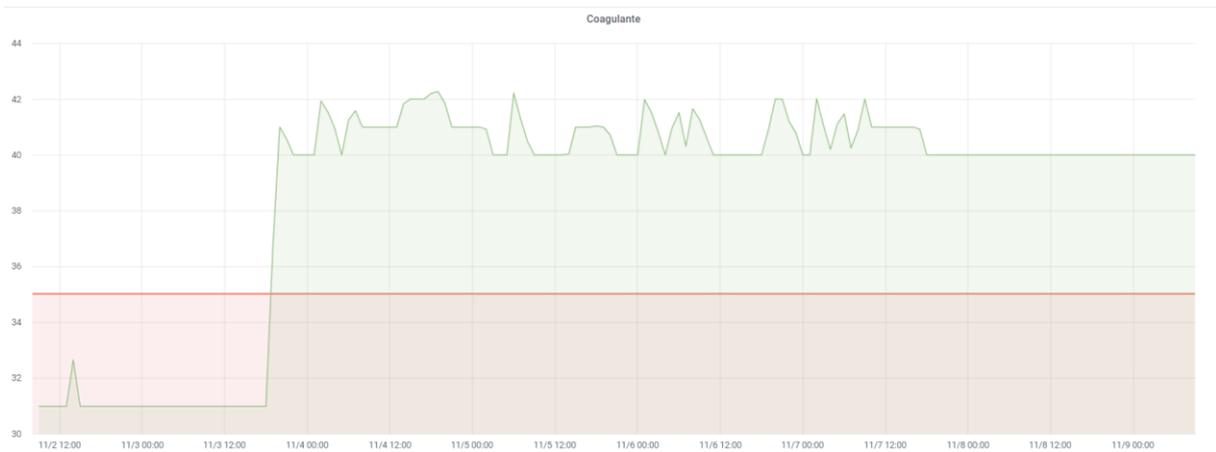
As figuras abaixo apresentam operações que durante o tempo de produção forneceram consistência na operação, isto é, operaram entre os limites de controle ideal.

Usando uma analogia, podemos relacionar estes indicadores com as cartas de controle da qualidade, visto que ambos possuem limites de especificação e buscam identificar anomalias no processo.

A figura 6 apresenta um gráfico com dados de temperatura da estação coagulante. É possível notar uma estabilidade no processo a partir da data 03/11/2019 e um crescimento acentuado justificado pelo acionamento da máquina e curva de aquecimento da estação. Vale ressaltar que o limite superior de controle não está no gráfico, devido a escala automática do programa.

A escala no gráfico a seguir varia de 30°C a 44°C e o limite inferior esta representado através da linha vermelha à 35°C. A abscissa do diagrama representa o período que foi realizada a amostragem (2/11/2019 até 9/11/2019).

Figura 6 – Estação coagulante



Fonte: Lago Consultoria e sistemas

A figura 7 apresenta a temperatura da estação bainha. Assim como o gráfico da estação coagulante o processo encontra-se regular e a variação abrupta também ocorre no acionamento do maquinário. O eixo y do gráfico da estação bainha representa uma variação de temperatura de 30°C até 75°C. É possível perceber que o limite ideal da estação bainha se encontra entre 65°C à 75°C.

Figura 7 – Estação bainha



Fonte: Lago Consultoria e sistemas

A água possui um papel fundamental na produção e qualquer alteração, principalmente acima de 90°C poderá acarretar em uma perda substancial do lote. A figura 8 mostra que a temperatura da operação esta dentro da faixa recomendada.

Figura 8 – Estação água



Fonte: Lago Consultoria e sistemas

Existem outros três processos que apresentam as mesmas condições de estabilidade que os processos anteriores: Estação Coagulante, Forno 1 e Talco.

#### 4.4.2 Análise de pontos instáveis do processo

Neste tópico serão abordados itens que merecem uma atenção especial, pois apresentaram variações que prejudicaram a performance da operação. O primeiro item a ser observado é a Estação do Látex.

Na figura 9 é possível observar três faixas de atenção (destacadas em vermelho). O primeiro desvio apresentado ocorreu em um intervalo de quatro dias com temperaturas abaixo da ideal (65°C), como consequência desta variação houve um uso excessivo de latex na produção. Em temperaturas mais baixas a viscosidade da matéria prima aumenta e para a produção do balão é necessário aplicar uma quantidade maior que a necessária. Essa informação é extremamente importante, pois afeta diretamente o fluxo de caixa da empresa.

O segundo e o terceiro retângulo destacados na figura, demonstram picos de temperatura e como consequência dessa alteração inesperada o látex diminui a sua viscosidade, fazendo com que as bexigas estourem com uma maior facilidade. Assim como o parágrafo anterior, devemos observar que isto altera a qualidade do produto final e a incidência de devolução dos produtos pode aumentar.

Através de uma informação coletada com a área de vendas, foi possível identificar uma reclamação de cliente, informando que o produto apresentava uma consistência muito fina. Devido a integração de sistemas (ERP) foi possível linkar o período da compra diretamente com a ordem de produção apresentada abaixo.

Figura 9 – Estação latex

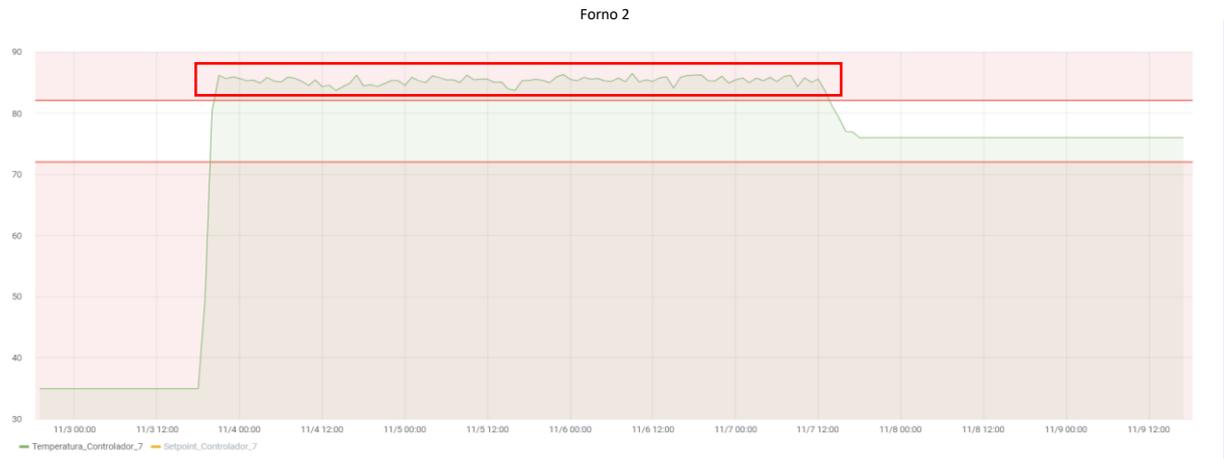


Fonte: Lago Cosultoria e sistemas

A figura 10 apresenta anomalias na estação Forno 2, sendo que nesta estação as bexigas são substidas a uma vulcanização do látex com o enxofre. Durante o intervalo destacado pelo retângulo na figura foram detectados temperaturas acima da ideal (82°C), essa divergência pode provocar um maior índice de refugos por bexigas quebradiças.

Vale salientar que o período de divergência coincide com o da figura 9, ou seja, podemos associar a reclamação do cliente a uma variação na temperatura das duas estações, fornecendo uma bexiga fina e quebradiça.

Figura 10 – Estação forno 2



Fonte: Lago Consultoria e sistemas

#### 4.4.3 *Dashboard* de gestão do processo

Essa etapa teve como objetivo a medição de indicadores como OEE, Kg produzido por hora, eficiência da produção e disponibilidade real da linha vinte e cinco. Para isto, está estruturada de forma que a princípio define os índices e as variáveis associadas ao processo produção de balão de látex e por fim tem-se a apresentação do resultado do período de produção do dia 27/08/2019 até o dia 05/10/2019.

A tabela a seguir, apresenta as equações utilizadas para o cálculo dos indicadores e tem como objetivo mostrar uma proposta de definição dos índices e aspectos específicos do setor de produção de balão de látex.

Tabela 3 -Índice para o cálculo do OEE

Disponibilidade	$\frac{\text{Tempo de operação} - \text{paradas não programadas}}{\text{Tempo de operação}}$
Tempo de operação	$\text{Tempo real} - \text{parada programada}$
Tempo real	Tempo planejado para operação
Produtividade	$\frac{\text{Quantidade produzida}}{(\text{Tempo de operação} - \text{paradas não programadas}) \times \text{Capacidade}}$
Qualidade	$\frac{\text{Quantidade produzida [kg]} - \text{Quantidade de refugo [kg]}}{\text{Quantidade produzida [kg]}}$
Atingimento	$\frac{\text{Peso real [kg]}}{\text{Peso planejado [kg]}} \times 100$
Produção	$\frac{\text{Kg}}{\text{Hora máquina}}$

Fonte: Autoria própria

Em seguida foram efetuadas as seguintes considerações a respeito das variáveis associadas ao processo de produção:

- a) Considerando que a produção trabalha em três turnos onde, o primeiro turno possui 7h e 33min e o restante uma hora a menos que o turno inicial, a programação da hora (tempo real) foi feita considerando os 3 turnos em uma semana. Vale ressaltar que a fábrica encerra sua operação no sábado às 21h e retorna à produção no domingo 21h, desse modo, esse intervalo de tempo foi subtraído do tempo real. O cálculo do OEE e seus indicadores foi realizado por semana e posteriormente feito uma média.
- b) As paradas não programadas e programadas estão representadas na tabela a seguir:

Tabela 4 – Motivos de paradas

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Programada</b>	<b>Não programada</b>
<b>97</b>	Troca de Cor	X	
<b>98</b>	Manutenção Mecânica	X	X
<b>99</b>	Manutenção Elétrica	X	X
<b>100</b>	Falta de Material	X	X
<b>101</b>	Parada Química	X	X
<b>102</b>	Troca de Forma	X	X
<b>103</b>	Parada de Vendas	X	X
<b>104</b>	Lavar Formas	X	X
<b>105</b>	Limpeza Geral	X	X
<b>106</b>	Falta de Funcionários	X	X
<b>107</b>	Parada de Domingo	X	

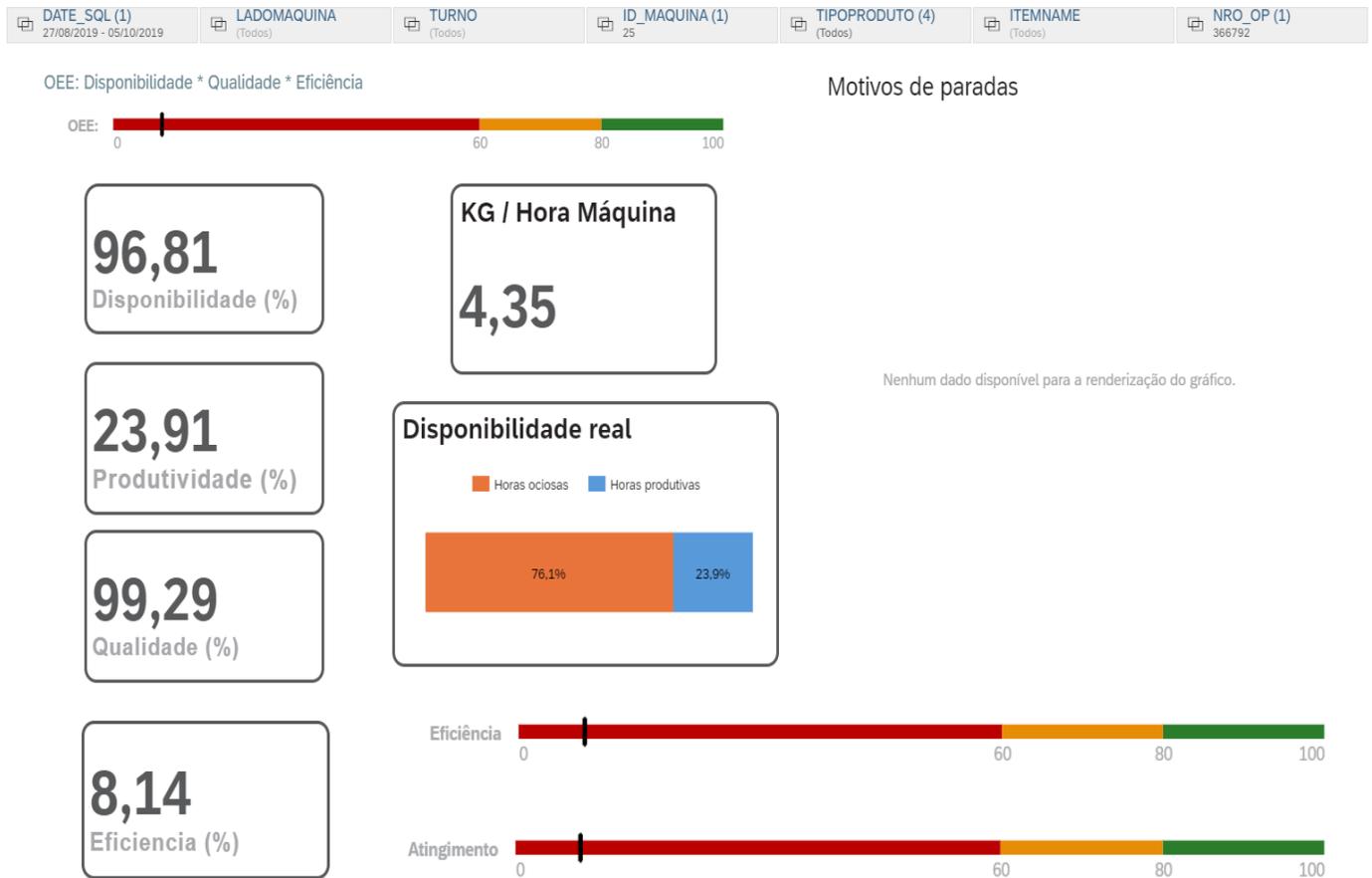
Fonte: Lago Consultoria e sistemas

O operador da linha é responsável por apontar todas ocorrências de paradas e apontar se a parada foi programada pelo departamento de PCP ou não.

- c) A capacidade da máquina é variável de acordo com o modelo de balão produzido. O cálculo do OEE foi realizado considerando famílias de produto. A capacidade da máquina está cadastrada no ERP.
- d) Todos os dados de peso dos indicadores qualidade, produção e atingimento são apontados no SAP Business One no final de cada ordem de produção.

Com base nessas considerações foi realizada a coleta dos dados, posteriormente foi efetuado os calculados dos índices e, por fim deu-se a geração dos gráficos. Essas informações estão representadas na figura a seguir:

Figura 11 – Dashboard de gestão



Fonte: Lago Cosultoria e sistemas

Analisando-se os dados da figura 11, é possível perceber uma grande defasagem em todos os indicadores. É evidente a discrepância do indicador OEE em relação aos Padrões Classe Mundial, visto que o OEE é considerado razoável á cima de 65%. Segundo a classe mundial, empresas que possuem OEE acima de 85% são vistas como plantas com maior eficiência do mundo. No geral a média do OEE das empresas brasileiras é de 27% e das empresas mundiais de 60%.

No decorrer desse projeto foi possível perceber uma enorme dificuldade de mudança de cultura para os trabalhadores da linha. O gráfico de gestão reflete esse problema. Através desse cenário o gestor da produção conseguiu perceber que dados que dependiam de o operador realizar o apontamento estavam sendo feito de maneira incorreta.

Através de uma análise no chão de fábrica foi possível identificar que as paradas foram apontadas de maneira indevida. Para distinguir se a parada era programada ou não foi

comunicado ao responsável da linha para acrescentar no início do código o dígito 1 no caso de parada programada e 2 quando a parada era classificada como não programada. Isso dificilmente ocorria, normalmente o operador realizava o apontamento apenas indicando o código padrão da parada prejudicando assim o cálculo do indicador OEE.

Outro fator que prejudicou os indicadores de gestão foi a dificuldade de o trabalhador manusear a IHM onde era realizado o apontamento. O tempo para realizar o apontamento muitas vezes era maior que o tempo da parada em si. Dessa maneira, os operadores primeiramente resolviam o problema para posteriormente realizar o apontamento, fazendo assim, com que o tempo de parada viesse incorreto.

Outro fator que foi possível identificar através da análise da produção foi que a inserção de dados como, Peso produzido e Peso refugado raramente estavam sendo realizada pelo responsável da linha.

#### **4.5 Proposta de melhoria**

Algumas melhorias já foram implementadas durante o estudo, como a gestão constante das temperaturas das estações produtivas. Desta forma houve uma diminuição significativa dos produtos com defeitos. Com os indicadores apresentados anteriormente, o responsável da produção possui um controle em tempo real de cada estação e ao perceber que a temperatura não está dentro do limite ideal ele a corrige imediatamente, dessa maneira falhas que ocorriam por causa da disparidade da temperatura com a ideal não ocorrem mais.

Com o controle mais preciso das informações, foi identificado que estavam ocorrendo apontamentos incorretos no processo. Foi possível perceber que operadores, principalmente do terceiro turno, possuíam dificuldades ao realizar o apontamento. Ao identificar uma parada de máquina, a maioria deles estavam habituados a resolver o problema imediatamente e voltar a operar a máquina, assim deixavam de apontar o ocorrido. Com esta identificação, foi realizado um treinamento dos funcionários para tentar diminuir a resistência destes.

O maior obstáculo do estudo apresentado foi a dificuldade de mudança de cultura dos funcionários. Visto que é um problema que não será sanado imediatamente, uma sugestão é manter o monitoramento dos apontamentos e realizar com frequência mais treinamento para os operadores.

É possível sugerir também um aprimoramento constante dos dashboards. Existem KPI's que não foram implementados durante esse projeto como por exemplo, o Gráfico de Pareto dos

motivos de paradas. Através dessa informação seria possível identificar as ocorrências de paradas que mais acontecem e trabalhar para diminuir esse índice.

Futuramente é possível recomendar a automação das outras linhas de produção, fazendo assim com que toda a fábrica se torne inteligente, tendo o controle em tempo real da operação diminuindo de forma significativa as anomalias do processo.

## **5 Considerações Finais**

A partir da integração do ERP com dados gerados da automação da linha foi possível gerenciar os indicadores de desempenho em tempo real. Assim, a alta gestão da empresa passou a ter uma tomada de decisão mais ágil.

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, foi possível compreender a existência de alguns problemas que prejudicavam o ótimo funcionamento da linha e a criação de indicadores para melhorar a gestão. A variação da temperatura das estações e a dificuldade de adaptação dos operadores, são exemplos de problemas foram facilmente detectados a partir da análise dos gráficos. Através dessa análise e da identificação das principais causas dos problemas e seus respectivos impactos nos índices, tornou-se possível a proposição de melhorias viáveis.

Tendo em vista que o maior obstáculo enfrentado no decorrer desta pesquisa foi a mudança de cultura na empresa foi proposto como trabalho futuro a implementação das melhorias sugeridas e o monitoramento da utilização do sistema.

## Referências

CARMO, A. R. D. KPI como base para modelagem de requisitos não funcionais em processos de negócio. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 150. 2016.

COLANGELO FILHO, L. **Implantação de Sistemas ERP – Um enfoque de Longo Prazo**. 1ªed. São Paulo: Atlas, 2001. 191p.

CORRÊA, Luiz Henrique; GIANESI, Irineu G. Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP, Conceitos, uso e implantação, base para SAP, Oracle Applications e outros Softwares Integrados de Gestão**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CUNHA, Carlos. Alberto. Carneiro. **Automação industrial na prática**, 1º ed., MCGRAW HILL - ARTMED, 2015.

Dashboard de controle de temperatura. **Lago Consultoria e Sistemas**,2019. Disponível em: <<https://www.lagoconsultoria.com.br/>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

Dashboard de gestão. **Lago Consultoria e Sistemas**,2019. Disponível em: <<https://www.lagoconsultoria.com.br/>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

DAVILA, Tony. **As regras da inovação, como gerenciar, como medir e como lucrar**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

Deuel, a. C. **The benefits of a manufacturing execution system for plantwide automation**. **ISA Transactions**,1994. Disponível em: <[http://doi.org/10.1016/0019-0578\(94\)90042-6](http://doi.org/10.1016/0019-0578(94)90042-6)>. Acesso em: 05 abri. 2019.

FEDELI, Ricardo D.; POLLONI, Enrico G. F.; PERES, Fernando E. **Introdução à ciência da computação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

FIGLIARO, A. B. M.; ALENCAR, L. H. **Identificação e análise dos indicadores de desempenho para gestão de projetos na construção civil**. Anais do ENEGEP 2011 – XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte: Outubro de 2011

GROOVER, Mikell P. **Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing**. 2ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. 856 p.

Huang, G. Q., Zhang, Y. F., Chen, X.; Newman, S. T. (2008). **RFID-enabled real-time wireless manufacturing for adaptive assembly planning and control**. Journal of Intelligent Manufacturing, 19(6), 701–713. <http://doi.org/10.1007/s10845-008-0121-5>

Hwang, Y. D. **The practices of integrating manufacturing execution systems and Six Sigma methodology**, 2006. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s00170-005-0164-0>> Acesso em: 05 abril. 2019.

Huang, G. Q., Zhang, Y. F., Chen, X.; Newman, S. T. **RFID-enabled real-time wireless manufacturing for adaptive assembly planning and control**, 2008. Journal of Intelligent Manufacturing, 19(6), 701–713. Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s10845-008-0121-5>> Acesso em: 07 abril. 2019.

JESUS, Renata Gomes de; OLIVEIRA, Marilene Olivier Ferreira de. **Implantação de sistemas ERP: tecnologia e pessoas na implantação do SAP R/3**. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. V. 3, N° 3, p. 315-330, 2007.

KALAKOTA, R; ROBINSON, M. E-business estratégias para alcançar o sucesso no mundo digital. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KARANI, Muhammed Ahmed. **Implementing Manufacturing Execution System within large Organisations**. North-West University, Potchefstroom Campus, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10394/1223>> Acesso em: 05 abr. 2019.

LUNA, Sergio Vasconcelos de. **Planejamento de pesquisa: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1997

LAMB, F. **Automação Industrial da Prática**. Porto Alegre, RS: AMGH Editora, 2015. 360 p.

LEE et al. Optimization of automation: III. **Development of optimization method for determining automation rate in nuclear power plants”** Annals of Nuclear Energy, Volume 95, September 2016, Pages 64-74. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.anucene.2016.04.047>> Acesso em: 05 abr. 2019.

MARTIN, P. The Value of Automation. **The Best Investment na Industrial Company Can Make**. North Carolina, USA: International Society of Automation (ISA), 2015. 219 p.

McCLELLAN, Michael. **Introduction to Manufacturing Execution Systems**. In: MES CONFERENCE & EXPOSITION, Baltimore, Maryland, p. 1-7, 2001. Disponível em: Acesso em: 07 abr. 2019.

MELLO, Carlos H. P. **Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – EFEI, Minas Gerais, 1998.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas de informação: e as decisões gerenciais na era da Internet**. 2. ed. São Paulo: Saraiva 2004.

OLIVEIRA, Douglas T.; PEREIRA, Otacilio J. **Um estudo do Business Intelligence no ambiente empresarial**. 2008. Disponível em: Acesso em: 11 abr. 2019.

PAREDE, I., GOMES, L. **Eletrônica: Automação Industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. 103 p. Coleção Técnica Interativa. Série Eletrônica, v. 6. Disponível em: <http://eletro.g12.br/arquivos/materiais/eletronica6.pdf> Acesso em: 07 abr. 2019.

PAZOS, F., **Automação de sistemas e robótica**. Axcel Books, 2002.

RIBEIRO, M. **Automação Industrial**. Salvador: Tek Treinamento e Consultoria, 2005. 498 p. 5ª edição. Disponível em: [http://minhateca.com.br/cilaine/Documentos/Automacao+Industrial+-+Marco+Antonio+Ribeiro+-+5\\*c2\\*aa+Edicao,249620569.pdf](http://minhateca.com.br/cilaine/Documentos/Automacao+Industrial+-+Marco+Antonio+Ribeiro+-+5*c2*aa+Edicao,249620569.pdf) Acesso em 07 Abr. 2019.

ROSÁRIO, J. **Automação Industrial**. São Paulo, SP: Editora Baraúna, 2012. 516 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação**. São Paulo: Saraiva, 2009. 36p.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TURBAN, Efraim. et al. **Business intelligence: um enfoque gerencial para a inteligência do negócio**. Porto Alegre: Bookman, 2009.