

**BUSINESS INTELLIGENCE COMO FERRAMENTA DE INTEGRAÇÃO PARA  
DETECÇÃO DE FALHAS DO PROCESSO DE MONTAGEM DE PLACAS**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.037-148>

**Elisete da Silva Paixão**

Graduação em Ciências Contábeis

Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM). Avenida Joaquim Nabuco No. 1950. Center. Manaus-AM. ZIP CODE: 69.020-030. Brasil.

E-mail: [elisetepaixao072@gmail.com](mailto:elisetepaixao072@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2230-7386>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4423813330383508>

**Paola Souto Campos**

Doutora em Diversidade Biológica

Professor do Curso de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM). Avenida Joaquim Nabuco No. 1950. Center. Manaus-AM. ZIP CODE: 69.020-030. Brasil.

E-mail: [pscamos@gmail.com](mailto:pscamos@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4827-0619>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6414810834266975>

**Hellen Lima Leite Alves**

Mestre em Engenharia Gestão de Processos Sistemas e Ambiental

Professor do Curso de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM). Avenida Joaquim Nabuco No. 1950. Center. Manaus-AM. ZIP CODE: 69.020-030. Brasil

E-mail: [jandecy.cabral@itegam.org.br](mailto:jandecy.cabral@itegam.org.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9194-1628>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3447651144220175>

---

**RESUMO**

O processo de montagem de placas na empresa em questão tem uma meta estipulada de 2000 placas por dia, sendo que 10% dessa produção tem falhas no processo trazendo um comprometimento nas metas definidas pela gestão. Diante desta problemática, o presente estudo tem como objetivo Implementar um sistema inteligente de identificação e correção de falhas no processo de montagem de placas, baseado em *Business Intelligence*, visando à evolução das práticas de Indústria 4.0. a metodologia baseou-se no Mapeamento do Processo, Análise dos Requisitos para Implementação do Sistema Integrado avaliação de eficácia do sistema implementado. O sistema integrado permitiu a comunicação com os outros sistemas do processo produtivo de forma mais rápida e eficaz trazendo as informações mais assertivas possíveis para o desempenho da usabilidade e segurança de dados. A implementação de um sistema inteligente de detecção e correção de falhas no processo de montagem de placas, com o suporte de ferramentas de *Business Intelligence*, representou um passo significativo para a evolução das práticas de Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Melhoria de processo. Sistema integrado. Otimização. Indústria 4.0.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma certa competitividade industrial na qual exige que as empresas sejam capazes de produzir da maneira mais eficiente, no menor tempo e com a máxima qualidade (Javaid, 2022). As perdas em qualquer etapa nos processos de produção podem inviabilizar qualquer linha de produção e esperar que as falhas ocorram para poder intervir, pode ser tarde demais para manter a viabilidade do processo produtivo (Dos Santos et al, 2022).

O processo de montagem de placas atualmente na empresa em questão tem uma meta estipulada de 2000 placas por dia, sendo que 10% dessa produção tem falhas no processo trazendo um comprometimento nas metas definidas pela gestão. Diante do exposto o processo de tomada de decisão por meio de gestores, os quais se veem desafiados a tomar decisões cada vez mais precisas e assertivas, das quais muitas decisões, precisam ser tomadas em curto espaço de tempo.

Considerando o de cenários de alta competitividade ao qual as empresas estão inseridas, associado a necessidade dos gestores de serem precisos e assertivos em suas decisões, juntamente com o grande volume de dados e o surgimento de novas tecnologias que possibilitem a geração de informações, este trabalho tem como intuito, propor a utilização de Big data e IA como ferramenta de apoio e suporte à tomada de decisão.

A Indústria 4.0, caracterizada pela integração de tecnologias digitais e automação avançada, vem revolucionando o ambiente industrial e transformando a maneira como produtos são fabricados e processos são gerenciados. Esse novo paradigma de produção, também conhecido como a Quarta Revolução Industrial, se baseia em um conjunto de tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA) e *Business Intelligence* (BI), que, juntas, possibilitam a criação de sistemas inteligentes e conectados.

Um dos maiores desafios enfrentados pelas indústrias, especialmente aquelas que operam com processos complexos, como a montagem de placas eletrônicas, é a identificação e correção de falhas. A montagem de placas é um processo delicado e preciso que envolve a colocação e soldagem de componentes eletrônicos em uma placa de circuito impresso (PCB). Nesse contexto, falhas podem ocorrer em diversas etapas do processo, resultando em produtos defeituosos e em altos custos de retrabalho e desperdício de material. Além disso, a rápida evolução da tecnologia demanda que essas indústrias mantenham um alto nível de controle de qualidade, assegurando que os produtos finais atendam aos padrões exigidos pelo mercado.

Diante dessas demandas, surge a necessidade de um sistema integrado e inteligente de monitoramento, que seja capaz de detectar, analisar e corrigir falhas automaticamente, melhorando a qualidade e eficiência do processo de montagem de placas. Esse sistema deve ser orientado por dados em tempo real e capaz de apresentar insights claros para a tomada de decisão, o que é facilitado pela aplicação de ferramentas de *Business Intelligence*. O *Business Intelligence* oferece uma gama de

funcionalidades que permitem o monitoramento contínuo e análise de dados de maneira estruturada, transformando informações brutas em indicadores-chave que podem ser utilizados para melhorar a qualidade do processo e reduzir o número de falhas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 E SEUS IMPACTOS NA MANUFATURA**

A indústria 4.0 é o termo que designa os movimentos de transformação dentro das indústrias que estão buscando novas tecnologias em vários níveis para aumentar a qualidade dos seus produtos, aumentando a produtividade de todo o negócio.

A Quarta Revolução Industrial é um marco na história, acompanhando as outras três que vieram anteriormente: a 1ª revolução, com a máquina a vapor e o tear mecânico, em seguida a segunda revolução, com a eletricidade e produção em massa. Por fim, a terceira revolução industrial, após a 2ª Guerra Mundial, com a chegada dos primeiros computadores.

A indústria 4.0 veio para transformação a gestão empresarial, sistemas e maquinários que antes não existiam, permitindo criar novos modelos de negócio e o impulsionamento da economia, assim como deixando as atividades mais eficientes e práticas, a partir de uso de aplicativos.

Tiwar (2021) defende que a Indústria 4.0 é a integração dos processos de negócios, fabricação, atores envolvidos na cadeia de valor da empresa. Para que a integração entre processos de negócios e fabricação ocorra perfeitamente, é necessário fazer uso de sistemas de execução de manufatura e sistema integrado de gestão, além do auxílio dos sistemas ciberfísicos, que identificam, localizam, rastreiam, monitoram e otimizam os processos de produção através de conectividade avançada coletando informações em tempo real. Além disso, as empresas manuseiam muitos dados brutos que precisam ser analisados e transformados em informações úteis para apoiar o processo de produção.

Os processos automatizados neste setor da Indústria 4.0 são padronizados, tornando-os mais seguros e rápidos, já que informações podem ser transmitidas virtualmente, assim podendo também, customizar os softwares e sistemas para as empresas, adequando-se às necessidades daquele segmento. Isso permite melhores resultados e produtos de maior qualidade.

Segundo Gentner (2016), para implementar a Indústria 4.0, os projetos de TI precisam de uma ótima comunicação e definição de metas. Além disso, é importante começar executando pequenas coisas, porque assim as perdas são menores, mas a confiança no projeto se mantém.

A otimização dos recursos e a redução de erros, proporciona a organização dos processos colaborando com a redução de desperdício de matérias-primas, recursos, tempo e alocação de pessoas, assim como, a redução de erros e do retrabalho é outro objetivo da indústria 4.0. Através das medições em tempo real e sistemas, existe maior previsibilidade em caso de falhas, antecipando manutenções no processo de montagem de placas Eletrônicas e assim, diminuindo os gastos.

A Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, tem como base a digitalização e fabricação inteligente com o auxílio dos sistemas cibernéticos físicos ou também chamado sistema ciber-físico (GENTNER, 2016). Com esse advento, os sistemas de produção migraram do modelo clássico para o sistema de produção física cibernética auto-organizada, permitindo customização em massa e flexibilidade na quantidade de produção (ROJKO, 2017).

A indústria 4.0 foi a consequência do que já havia sido iniciado na 3ª Revolução Industrial. Com uma onda de digitalização generalizada nos anos 1970, fez-se o cenário perfeito para que atualmente fosse introduzido o uso de objetos inteligentes (MÜLLER, BULIGA e VOIGT, 2018).

Todas as mudanças ocorridas desde o século XVII com a primeira revolução industrial, foram impulsionadas pela crescente necessidade de melhorias para atender as demandas dos clientes. Foi necessário que as indústrias tivessem alta velocidade de adaptação, gerenciamento de mudanças e adaptabilidade para fornecer ao mercado tudo o que era necessário (BINNER, 2014).

Deste modo, a Indústria 4.0 está afetando diretamente as empresas e a forma como lidam com o mercado de trabalho, seus funcionários e clientes. Sendo assim, o próximo tópico trata melhor as nuances desse tema.

## 2.2 BIG DATA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

A utilização da inteligência artificial (IA) em processos técnicos de diagnóstico é uma área de grande interesse e relevância para a indústria, pois envolve a aplicação de técnicas avançadas de computação para detectar, identificar e corrigir falhas, anomalias ou desvios complexos. sistemas industriais. A inteligência artificial pode ajudar os profissionais do setor a fazerem diagnósticos mais precisos, rápidos e eficientes, reduzindo custos, riscos e o impacto negativo de falhas.

A Inteligência Artificial (IA) permite que as aplicações informáticas imitem a inteligência humana e possam resolver problemas, fazer previsões e apresentar soluções.

Nascimento (2020) explica que os Big Data contribuem para armazenar a quantidade massiva de dados gerados pela Internet das Coisas (IoT), que são produzidos em tempo real. Essa tecnologia traz desafios para as empresas de tecnologia da informação como onde guardar os dados de maneira segura e facilmente acessados, além disto, como processar tais dados a fim de que sejam transformados em informação voltada a tomada de decisão inteligente?

Os Big Data podem ser compreendidos em duas vertentes diferentes. A primeira os identifica como uma tecnologia que armazena quantidade massiva de dados e informação. Já a segunda vertente compreende os Big Data como sendo a quantidade dos dados presentes na internet (Ribeiro, 2014).

O termo BD não é novo, desde a década de 1980 alguns problemas de grande volume de dados já existiam, como os dados do genoma humano e da física de partículas. Entretanto, nos últimos anos o tópico tem se tornado cada vez mais popular no setor 4.0 e em muitos outros setores, visto que as

técnicas existentes estão se tornando mais maduras para lidar com BD e obter valor a partir disso (LU Yang, 2021).

Aplicar Visão Computacional na indústria pode ser a garantia de resultados mais assertivos e otimizados. Essa é uma das áreas de Inteligência Artificial em maior evidência atualmente, sendo um campo de estudo que procura reproduzir a habilidade humana de enxergar, ou seja, ver e entender o que está sendo visto. Essas soluções precisam de equipamentos para a captação das imagens e processadores poderosos, que deem conta dos dados e algoritmos de Inteligência Artificial. Dessa forma, elas são capazes de detectar objetos, pessoas, expressões faciais e ações (De Andrade, et al., 2023).

Atualmente na concepção de Grohmann (2021), a Visão Computacional tem sido usada como base para inovações em diversos âmbitos, de games a carros autônomos. No cenário industrial, em especial, há muitas aplicações dessas técnicas que podem trazer altos ganhos relacionados a automação de linhas de produção, repetibilidade, velocidade, precisão, segurança e ergonomia em diversos processos. Com a redução de custos, aumento da capacidade de produção e melhoria da qualidade, a produtividade industrial contribui diretamente para a rentabilidade das empresas. Elas podem obter margens de lucro mais altas, reinvestir em inovação e expansão, e até mesmo reduzir os preços para ganhar fatias maiores do mercado.

Por fim, a integração da Inteligência Artificial na engenharia está apenas em seus estágios iniciais, com potencial para transformar completamente o campo. À medida que exploramos novas aplicações e desenvolvemos tecnologias inovadoras, a IA continuará a ser uma força motriz por trás do avanço da engenharia.

### 2.3 BUSINESS INTELLIGENCE NO CONTEXTO INDUSTRIAL

Devido à inconstância e dinamicidade de informações, verifica-se o quão necessário é que a utilização do BI esteja intimamente atrelada às estratégias da empresa, afinal qualquer requisito mal estipulado no início pode acarretar problemas ainda maiores no futuro. A ligação entre o capital intelectual e o uso eficiente das ferramentas tecnológicas pode ser encarada como um componente primordial para que a organização alcance suas expectativas.

Através do agrupamento de dados torna-se possível gerar informações inteligentes, que por sua vez serão lapidadas e transformadas em conhecimento.

Desta maneira, a gestão do conhecimento é um imenso benefício que está intrínseco ao BI, pois agrega diversas possibilidades como: ampla noção sobre a posição mercadológica que a organização enfrenta, melhor avaliação sobre as estratégias competitivas que precisam ser executadas, dentre outras mais.

Duas propostas iniciais que se demonstraram bastantes relevantes para o progresso do BI como suporte à gestão de negócios foram a descentralização do acesso a informação e ampliação da autonomia operacional para os gestores. Além de não sobrecarregar a equipe de TI, os próprios tomadores de decisão poderiam ter maior independência e efetuar suas análises métricas, estudar relatórios e propor estratégias sem grandes percalços tecnológicos.

Sampaio (2023) esclarece que quando o projeto é bem executado, se antes consumia 90% do tempo preparando relatórios, com o BI é plausível executar o mesmo trabalho em 10% do tempo, o que ocasiona em uma considerável melhora na capacidade de análises.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa, situada na cidade de Manaus, no Amazonas (Brasil), que projeta e fabrica placas para notebooks. O local específico da pesquisa se deu em uma linha de inserção DIMM de componentes que tem a placa de circuito impresso como produto final, cujo centro de pesquisa se deu em uma linha de inserção automática de componentes chamada Tecnologia de Montagem em Superfície - SMT, onde foram evidências necessidades de criar propostas a fim de que o processo ocorresse sempre em conformidade. Os possíveis modos de falha foram a peça-chave do estudo, em que, cumpridas as etapas farão com que o processo alcance as métricas estabelecidas pela empresa.

#### 3.2 MÉTODOS

##### a) Mapeamento do Processo de Montagem de Placas:

Esta observação possibilitou a estruturação de uma metodologia aplicada que analisa as possíveis causas das falhas. Ainda na metodologia foi possível quantificar os riscos destes potenciais falhos listados e assim priorizar as ações de prevenção.

- **Identificação das Etapas:** O processo foi dividido em fases específicas, como aplicação de solda, posicionamento de componentes SMD, soldagem por refluxo e inspeção de qualidade. Em cada uma dessas etapas, foram definidos indicadores-chave de desempenho (KPIs) que permitiram monitorar a qualidade e a eficiência, como a taxa de defeitos e o tempo de execução.
- **Análise de Riscos:** Utilizando o método de Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA), foram identificadas as falhas mais comuns, os possíveis impactos no processo e as ações preventivas para mitigá-las.
- **Definição de Parâmetros de Monitoramento:** Com base no mapeamento e na análise de riscos, foram definidos os parâmetros de monitoramento contínuo, como temperatura na soldagem, posicionamento correto dos componentes e uniformidade da solda. Esses parâmetros foram

monitorados em tempo real para evitar desvios e corrigir falhas automaticamente quando possível.

#### b) Análise dos Requisitos para Implementação do Sistema Integrado

A definição dos requisitos de um sistema de *Business Intelligence* (BI) eficaz depende de uma análise detalhada das necessidades do processo de montagem de placas e dos objetivos da Indústria 4.0. Esse sistema integrou dados de diversas fontes e apresentou insights e relatórios que auxiliaram na tomada de decisão.

- Identificar as principais partes interessadas: Entre elas estão usuários finais, clientes, consumidores e outras partes interessadas.
- Coleta de requisitos das partes interessadas: Coleta de informações sobre os recursos, as limitações e os objetivos desejado.
- Escolha das Ferramentas de *Business Intelligence*: Com os requisitos estabelecidos, a ferramenta de BI foi identificada como a mais adequada. Ferramentas como Power BI que oferece funcionalidade avançada para monitoramento e análise em tempo real.
- Especificação da Arquitetura do Sistema: O design dessa estrutura complexa exige uma mentalidade de engenharia, embora possa ser uma das arquiteturas de TI mais criativas e recompensadoras que você pode criar. Em uma grande organização, uma arquitetura da solução de BI pode consistir em:
  - Fontes de dados
  - Ingestão de dados
  - Big Data/preparação de dados
  - Data Warehouse
  - Modelos de semântica de BI

A avaliação de eficácia do sistema foi realizada através dos resultados alcançados com a implantação do Big Data e a IA nas comunicações rápidas e leituras com mais precisão e resultados positivos, com redução de falhas e custos. O uso do ciclo PDCA garantiu um controle eficaz e melhorias contínuas. Essas tecnologias são fundamentais para que as indústrias se tornem mais competitivas na era da indústria 4.0.

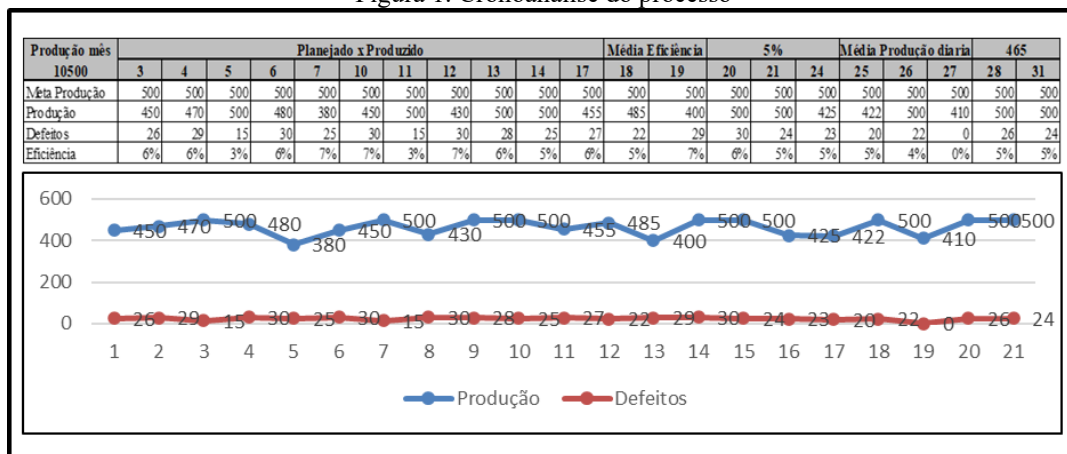
A implementação de um sistema integrado de *Business Intelligence* para detecção de falhas no processo de montagem de placas permite o controle e monitoramento em tempo real, essencial para a melhoria contínua e para atingir níveis elevados de maturidade digital. Com base nos materiais e métodos descritos, o sistema será capaz de transformar dados em insights valiosos, possibilitando ações rápidas e precisas para reduzir erros e otimizar a produção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 MAPEAR O PROCESSO DE MONTAGEM DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

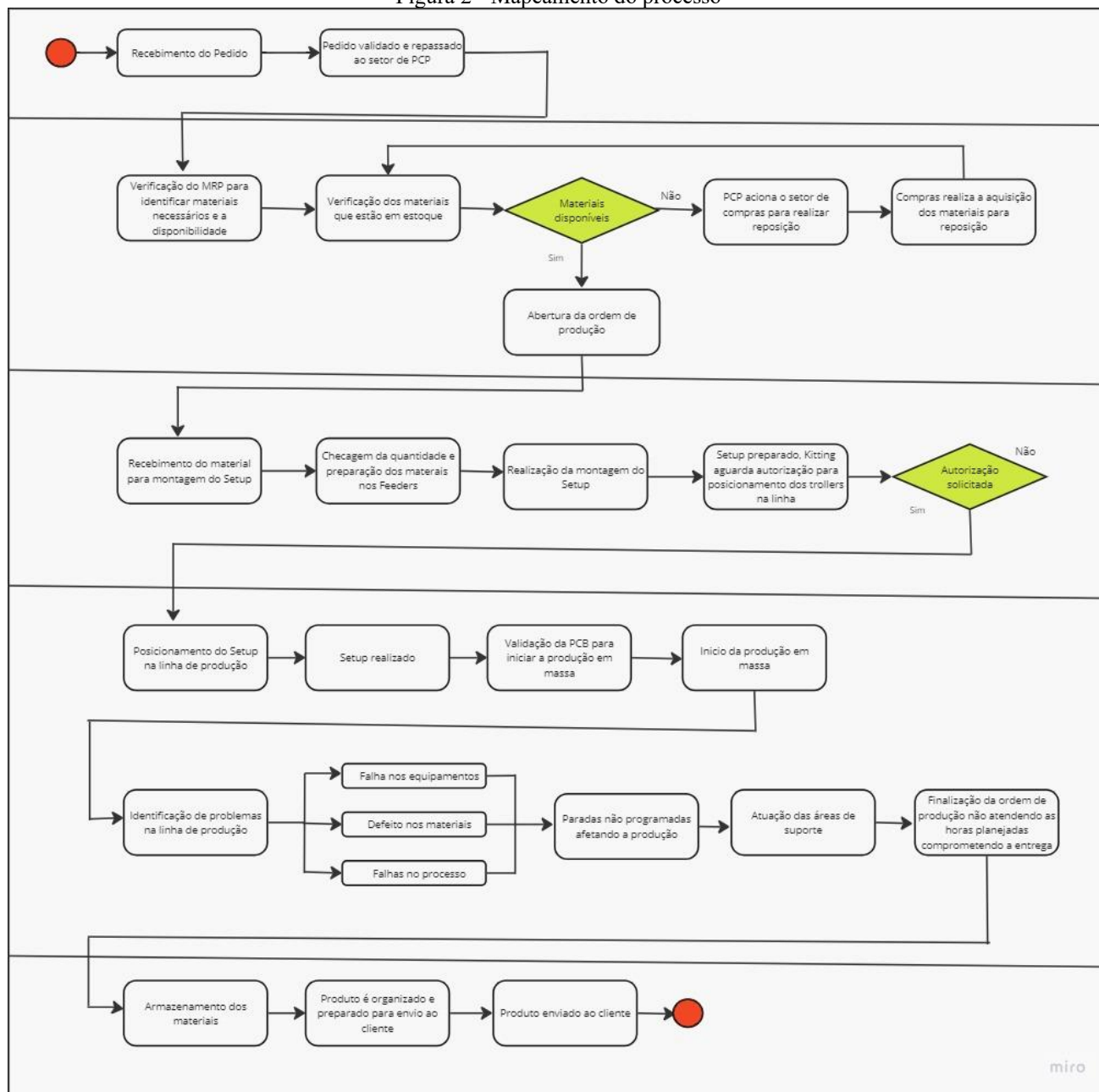
A realização do mapeamento no processo proporcionou uma visão abrangente de toda a sua estrutura, permitindo a identificação e análise dos pontos críticos. Esse resultado foi alcançado por meio da execução dos mapeamentos requeridos durante a cronoanálise (Fig1)

Figura 1. Cronoanálise do processo



Com os dados coletados, foi definido cronoanalisar as falhas no processo produtivo para gerar melhorias quanto à produtividade e eficiência do processo e permitir um plano de ação eficaz.

Figura 2 - Mapeamento do processo



Fonte: Autores, (2024).

## 4.2 ANALISAR OS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE MONITORAMENTO

Os requisitos necessários que foram evidenciados no mapeamento para o sistema de monitoramento levaram em análise o:

1. Tempo médio de produzir uma placa
2. Números de placas produzidas por hora
3. Percentual de placas defeituosas
4. Tempo de parada não programada

A Inspeção Óptica Automatizada (AOI) foi capaz de identificar uma ampla gama de defeitos em placas de circuito impresso e componentes eletrônicos. Os defeitos detectados pelas máquinas AOI incluíram:

1. Insuficiência ou excesso de solda
2. Curto-circuito entre duas juntas de solda
3. Deslocamento do componente
4. Levantamento do componente
5. Componente invertido
6. Componente tombado
7. Componente faltante

Ferreira (2021), reconhece que o crescimento da indústria da eletrônica levou a um aumento da necessidade de métodos de validação e teste em placas de circuito impresso (PCB) mais eficientes. O autor descreve um protótipo de um sistema de inspeção visual que tornou possível detectar erros que ocorrem durante o processo de deposição de pasta de solda, e este sistema permitiu agilizar a etapa de inspeção em linha de produção.

Em uma produção por dia no total de 8h com uma produção de 500 placas, foram encontradas 30 placas com falhas que foram direcionadas para o reparo, conforme tabela 1

Tabela 1. Quantidade de falhas detectadas por horas trabalhadas

| Quantidade de horas p/dia | Quantidade de de placas produzidas por dia | Quantidade de de placas com falhas p/dia | %  |
|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|----|
| 8                         | 500                                        | 30                                       | 6% |

Fonte: Autores, (2024).

Para Mendes et al, (2024), em um estudo similar mostrou que o sistema integrado criado utilizando sensores de vibração, técnicas de inteligência artificial com aprendizado supervisionado e um dataset para classificação de possíveis defeitos permitiu gerar alertas e recomendações de ações corretivas para evitar falhas e paradas não planejadas contribuindo para a redução de custos de manutenção, aumento da produtividade.

#### 4.3 INTEGRAR OS SISTEMAS E AS FERRAMENTAS DE COLETA DE DADOS EM TEMPO REAL PARA MONITORAR CONTINUAMENTE AS ETAPAS DE MONTAGEM

Esse sistema permitiu o monitoramento em tempo real de todas as etapas do processo, desde a aplicação da pasta de solda até a inspeção e teste dos produtos acabados. As principais etapas para implementação do sistema de controle de processo incluíram: Estabelecer metas e objetivos claros para a produção, assim como, definir um sistema de feedback contínuo e melhorias no processo. (Figura 3)

Figura 3. Etapas do processo do PowerBi



Fonte: Autores, (2024).

A implementação do sistema de integrado foi fundamental para garantir a eficiência na produção de soldagem SMT. Giffoni (2024) , relata em sua pesquisa que a integração de metodologias e sistemas permiti uma produção mais fluida e eficiente, com redução de defeitos, retrabalho e desperdício de materiais evidenciando uma otimização substancial tanto na qualidade quanto na eficiência operacional.

#### 4.4 AVALIAR A EFICÁCIA DOS PLANOS DE AÇÃO GERADOS POR FERRAMENTAS DE BI, COM FOCO EM ALCANÇAR O NÍVEL DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 EM TRANSPARÊNCIA E PREVISIBILIDADE

A padronização e otimização dos parâmetros de soldagem são foram fundamentais para garantir a qualidade e a eficiência na produção de soldagem SMT. Isso incluiu a seleção do tipo correto de pasta de solda, ajuste da temperatura do forno de refusão e controle da velocidade de impressão da pasta de solda. Algumas dicas para otimizar os parâmetros de soldagem incluem:

- Selecionar a pasta de solda adequada com base nas propriedades físicas e químicas requeridas
- Controlar a velocidade de impressão da pasta de solda para garantir uma distribuição uniforme e consistente

A inspeção e teste de qualidade são foram fundamentais para garantir a eficiência na produção de soldagem SMT. Isso envolveu a inspeção visual e automática das placas após cada etapa do processo, bem como a realização de testes funcionais e elétricos dos produtos acabados. Algumas dicas para melhorar a inspeção e teste de qualidade incluem:

- Utilizar equipamentos de inspeção óptica automatizada (AOI) para identificar defeitos e falhas
- Implementar procedimentos de inspeção visual e manual para complementar a inspeção automatizada
- Estabelecer critérios de aceitação claros e rigorosos para garantir a qualidade dos produtos acabados

O treinamento e a capacitação dos operadores são fundamentais para garantir a eficiência na produção de soldagem SMT. Isso incluiu o treinamento em técnicas de soldagem, manuseio de equipamentos e a compreensão dos padrões de qualidade e requisitos do processo. Algumas estratégias para melhorar o treinamento e a capacitação dos operadores incluem:

- Estabelecer um programa de treinamento contínuo e abrangente para todos os operadores
- Desenvolver materiais de treinamento específicos para cada etapa do processo de soldagem SMT
- Promover a comunicação aberta e o compartilhamento de conhecimento entre os membros da equipe
- Implementar um sistema de avaliação e feedback para monitorar o desempenho dos operadores e identificar áreas de melhoria

A manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos é essencial para garantir a eficiência na produção de soldagem SMT. Isso incluiu a inspeção regular dos equipamentos, a realização de ajustes e reparos necessários e a substituição de componentes desgastados ou danificados. Algumas dicas para melhorar a manutenção dos equipamentos incluem:

- Estabelecer um cronograma de manutenção preventiva para todos os equipamentos de soldagem SMT
- Monitorar o desempenho dos equipamentos e identificar possíveis problemas antes que se tornem críticos
- Treinar os operadores para identificar sinais de desgaste ou falhas nos equipamentos e relatar quaisquer problemas

A melhoria contínua do processo é fundamental para garantir a eficiência na produção de soldagem SMT. Isso envolve a análise dos dados de produção e a identificação de áreas de melhoria, bem como a implementação de soluções e ajustes no processo. Algumas estratégias para promover a melhoria contínua do processo incluem:

- Estabelecer uma cultura de melhoria contínua dentro da organização
- Utilizar ferramentas de análise de dados e estatísticas para identificar padrões e tendências nos dados de produção
- Implementar projetos de melhoria focados em áreas específicas do processo de soldagem SMT
- Promover a colaboração entre os membros da equipe e incentivar a participação de todos na melhoria do processo

O gerenciamento de processos na soldagem SMT é crucial para garantir a eficiência na produção e a qualidade dos produtos. Ao implementar um sistema de controle de processo, padronizar e otimizar os parâmetros de soldagem, realizar inspeção e teste de qualidade, capacitar os operadores, realizar manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e promover a melhoria contínua do processo, é possível garantir a eficiência na produção de soldagem SMT e obter resultados de alta qualidade.

O sistema deverá integrado permitiu a comunicação com os outros sistemas do processo produtivo de forma mais rápida e eficaz trazendo as informações mais assertivas possíveis para o desempenho da usabilidade e segurança de dados. Com as integrações das ferramentas das coletas de dados em tempo real para monitoramento contínuo das etapas de montagem e geração de relatórios gerenciais permitiu proporcionar benefícios em melhoria de redução de tempo, de aumento de produtividade e , com a detecção precoce de falhas em tempo real.

Os relatórios para a gestão serão foram emitidos com mais precisão e em tempo real por cada análise feita no processo de processo das placas. Com os indicadores de desempenho foi possível identificar os percentuais de ganhos no processo produtivo e aumento de produtividade.

A implementação do novo sistema integrado, permitiu o aumento da capacidade na identificação e as ações para cada falha encontrada no processo de montagem de placas, vale também ressaltar que os ganhos foram também de qualidade, pois as análises e as leituras das placas ficaram 100% automáticos, e não dependiam mais da decisão do colaborador de aprovar ou reprovar o produto, após a implementação do novo sistema foi possível identificar a visão dos ganhos:

- Redução de falhas devido à identificação precoce de desvios no processo
- Aumento da eficiência operacional com a disponibilização de informações em tempo real para gestores e equipes
- Melhores tomadas de decisões com base em relatórios precisos e atualizados
- Padronização e controle mais rígidos das etapas de montagem
- Redução do retrabalho e dos índices de não conformidade
- Melhoria na qualidade final dos produtos entregues ao cliente (medidos por indicador VLRR - Vendor Line Reject Line)
- Planejamento mais assertivo, reduzindo riscos de atrasos ou falhas no projeto
- Aumento da visibilidade sobre as operações e seus gargalos
- Capacidade de prever cenários e propor soluções proativas

#### 4 CONCLUSÃO

A análise de um processo específico de montagem de placas foi realizada com sucesso após a implementação do sistema integrado em questão, no contexto do setor industrial. Considerando que o

modelo foi desenvolvido com foco nos problemas e objetivos específicos da empresa, será relevante avaliar sua aplicabilidade em outras empresas do mesmo segmento de produção, que possam apresentar diferentes desafios, metas, produtos e requisitos de fabricação.

Sugere-se que o modelo criado seja aplicado em outras áreas, a fim de, ver a sua aplicabilidade, podendo servir de guia genérico, ou no caso de ser necessário proceder a alguma reformulação estornar o modelo mais completo. Outra sugestão de trabalho futuro é uma análise, promovendo sugestões de processo relacional eficaz e dinâmico entre Engenharias de Teste e Produção, pois durante a elaboração do estudo de caso, foi possível perceber que tais Engenharias se completam e tornam a prática do *Business Intelligence* plena, quando sintonizadas.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSSA/ITEGAM), ao ITEGAM e as empresas Salcomp, Foxconn, Procomp/Diebold, Inventus Power, Coelmatic por meio da Lei no. 8.387/1991 de Informática para incentivo a Projetos de PD&I com apoio financeiro PUR044/2023/CITS ao projeto de Mestrado através da Coordenadora do Programa Prioritário da Indústria 4.0 e Modernização Industrial, o Centro Internacional de Tecnologia de Software (CITS)/CAPDA/SUFRAMA/MDIC.

## REFERÊNCIAS

- BINNER, H. F. *Industrie 4.0 bestimmt die Arbeitswelt der Zukunft*. E & I Elektrotechnik und Information, 2016.
- DE ANDRADE, Eduardo Augusto et al. Em busca da estabilização numa rede sociotécnica: a intervenção de robôs conversacionais (bots) em decisões comerciais. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27646544/>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- DOS SANTOS, Greiciara Gonçalves; DE SOUZA RODRIGUES, Maria Clara; ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. Simulação de falhas em um processo de produção de uma microempresa calçadista mineira. *Engenharia, Gestão e Inovação*, v. 3, p. 7, 2022.
- GENTNER, Stephan. Industry 4.0: Reality, Future or just Science Fiction? How to. *Informação & Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 96-105, 2014.
- GIFFONI, Samuel Caldeira. Aperfeiçoamento de produtividade na área de soldagem com a aplicação do lean seis sigma. 2024.
- GROHMANN, Rafael. *Os laboratórios do trabalho digital: entrevistas*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2021.
- JAVAIID, Mohd et al. Artificial intelligence applications for industry 4.0: A literature-based study. *Journal of Industrial Integration and Management*, v. 7, n. 01, p. 83-111, 2022.
- LU, Yang. The current status and developing trends of industry 4.0: A review. *Information Systems Frontiers*, p. 1-20, 2021.
- MENDES NETO, J. F. et al. Análise de vibração em máquinas industriais com inteligência artificial para previsão de falhas e classificação de defeitos. 2024.
- MÜLLER, Julian Marius; BULIGA, Oana; VOIGT, Kai-Ingo. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 132, p. 2-17, 2018.
- NASCIMENTO, Michel Henrique da Silva et al. Análise de dados coletados por dispositivos de internet das coisas aplicada a sistemas embarcados. 2020.
- PAULO, Guilherme Boita Ferreira. *Sistema de Inspeção Visual de Pasta de Solda*. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, Portugal, 2021.
- RIBEIRO, Claudio José Silva. Big Data: os novos desafios para o profissional da informação. *Informação & Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 96-105, 2014.
- ROJKO, Andreja. Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, v. 11, n. 5, 2017.
- SAMPAIO, F. G. M. Automatização de métrica de lead time utilizando ferramenta de business intelligence: um estudo de caso aplicado à uma indústria farmacêutica. 2023.
- TIWARI, Saurabh. Supply chain integration and Industry 4.0: a systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*, v. 28, n. 3, p. 990-1030, 2021.