

RASTREABILIDADE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS: SOLUCIONANDO A BAIXA ACESSIBILIDADE DE DADOS E OTIMIZANDO O PROCESSAMENTO DE ANÁLISES OPERACIONAIS VIA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO INTEGRADOS.

Bruno Izidio dos Santos

Rodrigo Silva de Almeida Junior

Davi de Souza Lopes

RESUMO

O mundo da indústria está ficando cada vez mais complicado, fazendo com que surja uma grande quantidade de dados de linhas de produção, havendo a necessidade de criar soluções modernas e práticas para organizar e analisar esses dados de forma mais eficaz, para que os arquivos fiquem mais acessíveis e as empresas possam tomar decisões de forma mais eficiente. comum se deparar com dificuldades no gerenciamento de dados de linhas de produção no Polo Industrial de Manaus, incluindo vídeos operacionais, relatórios técnicos, indicadores de desempenho e registros de melhorias, dados esses que são de grande importância para as atividades laborais e produtivas. Porém, nota-se que, muitas vezes são armazenados de forma descentralizada e despadronizada, podendo comprometer a agilidade da tomada de decisão, além de afetar a comunicação entre setores e o acompanhamento histórico das operações. O trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema digital que possa organizar e rastrear os dados de linhas de produção industrial, dando a capacidade para empresas de armazenar os dados de forma estruturada e acessar informações relevantes de forma prática, permitindo que setores se concentrem na produção de melhorias. Estamos prevendo a integração de recursos de Inteligência Artificial para apoiar as análises das linhas de produção, da qual visa ser uma grande aliada para as empresas. Atualmente, o processo de análise dos postos de trabalho pode durar entre duas a três semanas, dado que a coleta de informações, elucidação e produção dos dados se tornam um empecilho que causa um impacto direto na frequência de atualização dos indicadores-chave de desempenho, afetando ideias e efetivação de melhorias operacionais. Por isso, surge a importância em encontrar soluções para agilizar processos de análise e melhora da eficiência das empresas. A metodologia adotada se caracteriza como pesquisa aplicada, exploratória e descritiva, com abordagem mista (qualitativa e quantitativa), utilizando estudo de caso em ambiente industrial e desenvolvimento de sistema web para centralização e gerenciamento de dados produtivos. A solução busca favorecer a padronização de registros e a integração entre diferentes setores da organização, evidenciando que a adoção de um sistema digital de gerenciamento de dados de produção é uma estratégia eficaz para otimizar processos industriais, estimular o controle de informações e potencializar a eficiência operacional das organizações.

Palavras-chave: Sistema; Indústria; Rastreabilidade; KPI; Inteligência Artificial.

ABSTRACT

The industrial landscape is becoming increasingly complex, generating vast amounts of production line data. Consequently, there is a need for modern, practical solutions to organize and analyze this data effectively, making files more accessible and enabling companies to make decisions more efficiently. Challenges in managing production line data—such as operational

videos, technical reports, performance indicators, and records of improvements—are common in the Manaus Industrial Pole, even though this data is crucial for work and production activities. However, this information is often stored in a decentralized and non-standardized manner, which can hinder decision-making agility and negatively impact inter-departmental communication and the tracking of operational history. This project aims to develop a digital system to organize and track industrial production line data, enabling companies to store data in a structured format and access relevant information conveniently, thereby allowing departments to focus on implementing improvements. We plan to integrate Artificial Intelligence features to support production line analysis, serving as a powerful tool for companies. Currently, the process of analyzing workstations can take two to three weeks; the tasks of information gathering, clarification, and data processing create bottlenecks that directly impact the update frequency of key performance indicators (KPIs), thereby affecting the generation of ideas and the implementation of operational improvements. Therefore, finding solutions to streamline analysis processes and enhance company efficiency is of great importance. The methodology adopted is characterized as applied, exploratory, and descriptive research using a mixed-methods approach (qualitative and quantitative), involving a case study in an industrial setting and the development of a web-based system for the centralization and management of production data. The solution aims to foster the standardization of records and integration across different organizational sectors, demonstrating that adopting a digital production data management system is an effective strategy for optimizing industrial processes, enhancing information control, and boosting operational efficiency.

Keywords: System; Industry; Traceability; KPI; Artificial Intelligence.

1. INTRODUÇÃO

Os processos industriais se digitalizam cada vez mais, consequentemente gerando volumes mais elevados de dados por linha de produção, trazendo a necessidade de soluções tecnológicas que possam garantir organização, rastreabilidade de informações e rapidez dos processos administrativos. As empresas de manufatura operam em um ambiente de produção de alta quantidade e complexidade, onde diversas atividades, como análise de linha, balanceamento de processo e implementação de melhorias, geram arquivos e dados variados (vídeos operacionais, relatórios técnicos e indicadores de desempenho) no Polo Industrial de Manaus. No cenário atual, a gestão adequada das informações passa a ser um fator crucial para a eficiência operacional e a tomada de decisões.

A empresa analisada atua neste contexto industrial se baseia na produção em larga escala, com atenção à melhoria contínua de seus processos produtivos. Mesmo equipada com recursos tecnológicos e com equipes internas dedicadas, enfrenta o problema de processar dados provenientes de análises da linha de produção e na elaboração de melhorias. Dessa forma, observa-se que as informações são armazenadas de maneira descentralizada, não padronizada e relativamente inacessível, dificultando os esforços necessários para localizar arquivos e acompanhar o histórico das análises, ao mesmo tempo em que se controla a implementação de inovações. A relevância do problema identificado e o impacto positivo que uma solução estruturada pode trazer justificou a organização escolhida como objeto de estudo.

Nesse cenário, fica a dúvida em como criar uma plataforma digital mais centralizada e organizada para rastrear dados da linha de produção, melhorar o acesso à informação e apoiar a tomada de decisão em escala industrial.

O objetivo central deste trabalho é criar um sistema digital para gerenciar dados de linhas de produção industriais, centrado na integração, organização e acesso pronto a informações integrais. Os objetivos são: analisar os cenários de organização para armazenamento e gestão de dados; identificar os principais problemas com a busca e o uso da informação; criar uma plataforma web com busca, filtragem e classificação de arquivos; testar a solução em um ambiente controlado que simule condições de uso real.

A seção teórica tratará de três capítulos. O primeiro será relacionado a sistemas de informação e à importância deles para a gestão em organizações, juntamente com conceitos associados à tecnologia da informação e à transformação digital. O segundo abordará a gestão de dados em ambientes industriais, seus desafios e as práticas reais que afetam a produção e a produtividade. O terceiro apresentará conceitos e tecnologias para desenvolvimento web, como integração de sistemas, bancos de dados e arquiteturas utilizadas na construção da solução proposta. Essa estrutura garante uma ligação integral entre o seu referencial teórico e a metodologia de avaliação.

Este tema foi escolhido devido à crescente demanda por soluções que ajudem a organizar e controlar dados industriais, principalmente em ambientes onde a informação representa um recurso estratégico. Sem um processo organizado para tratar dados, ocorrem perda de informação, retrabalho, menor eficiência e dificuldades na tomada de decisões. Assim, o desenvolvimento do novo sistema digital pretende preencher essa lacuna, abrindo uma visibilidade diferente, trazendo rapidez e também acesso confiável aos dados.

Dessa forma, este estudo é de significativa importância para a academia e foi posicionado em um contexto de relevância (empresarial), trazendo uma solução prática para um desafio comum organizações industriais enfrentam. Também leva uma contribuição importante para a Análise e Desenvolvimento de Sistemas, reunindo aspectos teóricos com exemplos do mundo real e destacando o sistema de informação como uma ferramenta para a melhoria de processos. A expectativa é que a implementação da solução proposta represente um grande avanço em termos de organização de dados, rastreabilidade da informação e eficiência operacional, dando um incentivo às empresas para adotarem tecnologias digitais como suporte à melhoria contínua.

2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A LG Electronics é uma empresa multinacional sul-coreana sediada no Polo Industrial de Manaus, mundialmente conhecida como sendo uma das maiores fabricantes de dispositivos eletrônicos, como TVs, monitores e eletrodomésticos, possuindo estrutura industrial moderna, processos automatizados e milhares de funcionários nas espalhados por suas subsidiárias, tendo um importante polo de produção para a empresa no território brasileiro. Atua em diversos turnos para atender à alta demanda do mercado e manter a competitividade no setor de eletrônicos.

À medida que a empresa cresceu seu portfólio de produtos e continuou a atualizá-lo, começou a enfrentar grandes aumentos na complexidade dos processos de produção. Processos com destaque para atividades como registrar e avaliar o desempenho operacional, gargalos no balanceamento da linha de produção, se destacam nesse contexto. Tais atividades geram toneladas de dados, incluindo vídeos, relatórios técnicos, indicadores de eficiência e os registros das alterações aplicadas às linhas de produção.

Esses dados muitas vezes são coletados de forma despadronizada, impondo desafios para sua gestão e causando baixo nível de integração entre as áreas do negócio. Na ausência de um sistema estruturado de armazenamento e organização, localizar arquivos, mapear o histórico de análises feitas e acompanhar as melhorias que são implementadas se torna uma dificuldade, afetando diretamente a eficiência operacional ao aumentar o tempo gasto procurando informações e produzindo estudos de linha, o que pode elevar a possibilidade de retrabalhos e converter a um desafio as tomadas de decisão orientadas por dados tirados de informações confiáveis.

É uma das indústrias mais competitivas, tendo como foco a inovação, eficiência de produção e qualidade dos produtos. Nesse sentido, a gestão da informação é dada como um ativo estratégico, pelo menos quando se fala em melhoria contínua e otimização da linha de produção. Problemas de desorganização dos dados ameaçam a agilidade operacional, e os processos industriais não conseguem amadurecer plenamente no seu potencial.

A organização estrutural da empresa inclui departamentos como: Operações, Engenharia de Processos, Engenharia de Projetos, Qualidade, Tecnologia da Informação, Compras e Recursos Humanos, áreas essas que atuam em conjunto para possibilitar uma base de operações mais prática para a cadeia produtiva. A gestão da empresa é baseada na colaboração entre os setores, no acompanhamento de indicadores de desempenho e de metas a serem alcançadas, tornando vital aprimorar e integrar os departamentos para que o fluxo de informações e análises sejam agilizados.

No caso desta empresa, a gestão de dados para as linhas de produção é um ponto crítico do processo produtivo, já que reúne informações de muitas fontes e de diferentes áreas da empresa. Sem padronização ou um repositório central de dados, rastrear análises se torna um desafio e retarda a identificação de pontos de melhoria.

Tendo isso em vista, foi proposto o desenvolvimento de um sistema digital que seja capaz de organizar e os dados relacionados às linhas de produção, monitorando e unificando-os no sistema. Essa solução representa uma alternativa estratégica para a empresa, pois fornece o controle das informações, facilita o trabalho em equipe entre departamentos e contribui para uma tomada de decisão mais ágil. Também há potencial para otimizar processos internos ao reduzir retrabalhos e

acelerar análises, fortalecendo uma cultura organizacional alimentada por dados, alinhada aos princípios de excelência operacional e inovação tecnológica adotados pela empresa.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sistemas de Informação

Os sistemas de informação são essencialmente organizacionais, fazendo a reunião e análise de informações que são armazenadas e posteriormente comunicadas à unidades das empresas, permitindo seu funcionamento. Estes não são apenas tecnológicos, já que incluem pessoas e processos que trabalham juntos para entregar operações de alta performance ao alinhar estratégias. Kenneth Laudon e Jane Laudon (2014) afirmam que os sistemas de informação são úteis para o alcance de dados que podem vir a ser informações importantes a fim de permitir o controle e também a coordenação das atividades de organização, contribuindo diretamente nestas.

O papel dos sistemas de informação nas organizações se relaciona diretamente com a necessidade de agilizar o trabalho e estrutura dos dados. À medida que a concorrência fica mais acirrada e as organizações procurem estar à frente dos concorrentes, é essencial para manter o ritmo da empresa que seus dados sejam atualizados e confiáveis. James A. O'Brien (2010) detalhava a melhora de processos internos como uma justificativa para adotar sistemas computadorizados que possam reduzir erros operacionais e aumentar a precisão de dados, contando com melhorias de eficiência e a capacidade de impulsionar a expansão dos negócios ou a vantagem competitiva com sugestões de economia de custos, gerando oportunidades de receita. Esses sistemas também auxiliam a garantir a integração entre unidades de negócios com a criação de um fluxo estruturado de informações.

Outra ligação aos sistemas de informação é o estudo de como eles apoiam a tomada de decisão. Por meio da análise de dados, os gestores começam a identificar problemas e analisar cenários, a fim de desenvolver estratégias mais efetivas, transformando a informação em um recurso tático nas organizações. Peter Drucker (1998) indicava que, como a qualidade das decisões está diretamente relacionada a uma boa informação e à sua qualificação, precisamos primeiro de objetividade em termos de precisão e relevância. Assim, os sistemas de informação ajudam a tomar decisões mais rápidas e seguras que reduzem a incerteza e deixam os negócios competitivos.

Além disso, com a melhoria das tecnologias digitais, os sistemas de informação passaram por grandes estágios de desenvolvimento e são mais conectados por natureza. De acordo com Bianchi, esses sistemas foram impulsionados pela transformação digital e já não são importantes apenas para as operações de uma organização, mas também ferramentas estratégicas no que a empresa precisa, embora devam constantemente inovar e melhorar. Aqui, à medida que os sistemas de informação aperfeiçoam os processos e promovem maior adaptabilidade às mudanças do mercado que é novamente onde a sustentabilidade emerge fortalecendo uma empresa.

Assim, fica evidente que os sistemas de informação são partes vitais para que as organizações evoluam, organizando os dados diretamente, controlando as operações e auxiliando nos processos de tomada de decisão. Quando usados corretamente, eles tornam as coisas mais fáceis, mais integradas e mais competitivas, o ambiente de negócios seria impossível sem eles.

3.2 Gestão de Dados em Ambientes Industriais

A gestão de dados em ambientes industriais desempenha um papel importante para a adequada gestão dos processos produtivos, considerando que as operações geram uma grande quantidade de informação diariamente. Esses dados estão relacionados à produção, qualidade, desempenho das máquinas e ao controle do processo e têm sido fundamentais para monitorar atividades, não apenas no chão de fábrica, mas também para identificar potenciais melhorias. Segundo Thomas Davenport (1998), devemos considerar esses dados como ativos estratégicos, visto que organizar e utilizar essas informações de forma eficiente são uma fonte de conhecimento e vantagem competitiva.

Nesse sentido, o papel dos dados nas indústrias deriva diretamente do monitoramento e da melhoria da produção. Isso só é possível com o uso adequado da informação, que oferece a oportunidade de identificar gargalos, reduzir desperdícios e melhorar a eficiência operacional. Com base em estudos sobre gestão da produção, Reinaldo Batista e Flavio Cesar (2002)

afirmam que, sem dados organizados, é muito difícil planejar bem e obter desempenho das empresas, esclarecendo o valor gestão de registros para alcançar qualidade e competitividade no ambiente industrial.

Um dos principais desafios que as organizações enfrentam é a desorganização das informações. Em muitos setores, os dados são frequentemente capturados em planilhas ou registros em papel isolados; a resposta pode ser difícil, há grande espaço para erros e a confiabilidade das informações é subjetiva. Kenneth Laudon e Jane Laudon (2014) afirmaram que sistemas desorganizados reduzem a qualidade da informação, o que dificulta a capacidade de uma organização de se gerenciar e também de gerenciar seus processos de trabalho.

Outro desses aspectos relevante para o nosso caso de uso é a rastreabilidade, isto é, significa ser capaz de acompanhar todo o ciclo de vida e histórico desde o desenvolvimento até todas as etapas da produção. Essa é uma ideia básica para manter a qualidade e segurança dos processos de trabalho industriais. A Organização Internacional de Normalização (ISO, 2015) afirma que a rastreabilidade facilita a identificação da fonte de uma falha e possibilita a adoção de ações corretivas, ao mesmo tempo em que promove a melhoria de processos. O cumprimento de normas e regulamentos se torna mais fácil, o que também constitui um diferencial competitivo para as organizações.

É por isso que a gestão de dados industriais parece incontornável para oferecer um ambiente de produção mais controlado, organizado e eficiente. Ter sistemas adequados nos permite converter dados em informações estratégicas que podem alimentar diretamente a tomada de decisão e a melhoria dos processos.

3.3 Sistemas Web e Tecnologias

Os sistemas fundamentados na Web são algumas das principais soluções tecnológicas que as organizações utilizam para a gestão da informação, baseado na praticidade e flexibilidade que estes fornecem. Eles permitem que os dados sejam acessados remotamente, possibilitando o monitoramento e o controle em tempo real de ações. Isaías Bianchi (2022) afirma que a transformação digital também exige a modernização das organizações por meio de sistemas web.

Os sistemas web, em geral, têm duas camadas: front-end e back-end. O front-end, que é a interface com o utilizador, exibe alguns dados e permite a interação com o sistema. E o back-end, naturalmente, processa os dados e aplica regras de negócio para comunicar com a base de dados. Roger Pressman (2016) argumenta que a separação dessas camadas conduz a um sistema melhor estruturado, que pode crescer em escala sem maiores problemas e com mais desenvolvimento orientado por base, com maior eficiência.

Um aspecto importante na sincronização de dados é que você pode evitar retrabalho, pois permite que os dados sejam compartilhados dentro de diferentes departamentos da empresa e também lhe dá uma visão consistente das suas informações. Para Pressman (2016), a integração de sistemas é a melhor forma de as organizações alcançarem um alto desempenho empresarial, por meio de maior automação de processos e eficiência.

Os sistemas web podem ser desenvolvidos com várias tecnologias, mas, entre todas, destaca-se uma: Python, uma linguagem muito conhecida pela sua simplicidade, versatilidade e pela vasta comunidade. Django e Flask fornecem capacidades para criar rapidamente aplicações estáveis

e seguras, sendo os frameworks mais comuns utilizados na gestão de dados e na automação de processos da atualidade. A escolha adequada das tecnologias influencia diretamente a qualidade do sistema projetado e decisiva para a otimização das soluções computacionais.

Assim, sistemas modernos são uma escolha ideal para a gestão de dados nas organizações, especialmente considerando o contexto industrial que exige controle e integração da informação, com foco no acesso rápido aos dados. Eles desempenham um papel significativo na otimização de processos e na comunicação mais clara entre departamentos que apoia a tomada de decisões.

3.4 Indicadores de Desempenho (KPI)

Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) são importantes medidas de processo que transmitem a eficácia dos processos de uma organização em termos de produtividade e qualidade. Esses indicadores extraem informações estratégicas permitem de dados operacionais, o que auxilia na contínua otimização das atividades e no suporte à tomada de decisões.

Em cenários industriais, os KPIs são mais frequentemente usados para monitorar linhas de produção se tratando de tempo de ciclo, quantidade de itens produzidos, taxa de inatividade e eficiência operacional, entre outras métricas para atingir metas. Segundo David Parmenter (2015), os KPIs devem ser precisos, mensuráveis e representar um objetivo claro para resultados obtidos sejam uma representação correta do desempenho do processo.

Esses indicadores são fundamentais para a melhoria contínua, pois mostram onde estão os principais gargalos, o que significa que é necessário mudar alguns processos, trazendo oportunidades para melhorar o desempenho. Nesse sentido, os sistemas integrados de informação são úteis para coleta de dados, bem como sua organização e análises, o que pode ajudar na geração de indicadores-chave de desempenho. Com isso, é possível monitorar os processos de forma mais rápida, confiável e eficiente.

A adoção de recursos digitais pode ser muito benéfica, ajudando a produzir KPIs e também capacitando a gestão a ser orientada por dados. Isso oferece um controle de processos mais efetivo e

pode potencializar tanto as atividades administrativas quanto as operacionais, desde que esteja integrada a sistemas que lidam com métricas de indicadores de desempenho e auditoria.

4. METODOLOGIA

A pesquisa de métodos mistos (John W. Creswell e Plano Clark, 2018) combina métodos qualitativos e quantitativos em uma única pesquisa, para proporcionar uma compreensão mais rica do problema em estudo. Trata-se de uma pesquisa aplicada com características exploratórias e descritivas, utilizando metodologia qualitativa e quantitativa. Em termos de coleta de dados, o ambiente organizacional será observado juntamente com uma análise da organização existente para armazenamento de arquivos, bem como uma pesquisa para verificar de que sistema os usuários precisam. A solução será construída sobre tecnologias web, incluindo tanto o desenvolvimento de front-end e back-end quanto métodos de gerenciamento e

organização de dados. A validação será realizada por meio de testes funcionais, avaliando a capacidade da ferramenta de recuperar e organizar dados.

Este estudo será fundamentado em um estudo de caso e, tomando como referência as realidades do setor de eletrônicos brasileiro do Polo Industrial de Manaus, a LG Electronics, que mostra questões relacionadas à descentralização de arquivos, vídeos para investigação operacional, relatórios técnicos e registros sobre melhorias executadas, além de dificuldades acerca de análises de linhas de produção. Essa baixa conversão traz relevância industrial para a empresa e adiciona ao porquê a organização foi selecionada.

Na etapa qualitativa da pesquisa, será testado por meio de observações diretas no ambiente organizacional, análise de uma rotina operacional real e identificação de necessidades dos usuários envolvidos nesse processo. Também serão considerados diálogos técnicos com colaboradores e analistas de diferentes setores que trabalham junto à produção, informações sobre como os dados são armazenados e recuperados, e até a produção de dados usados para auditoria na empresa atualmente.

Outras métricas serão mensuradas na etapa quantitativa, como a quantidade de arquivos gerados, o tempo médio gasto buscando informações e realizando análises, número de análises realizadas, número de melhorias registradas e com que frequência os dados históricos são utilizados. Esses dados permitirão medir os impactos da ausência de um sistema digital e a comparação com os resultados alcançados após a implementação da solução prevista.

O sistema será validado com base em vários critérios, como tempo de resposta nas buscas, exatidão na facilidade de uso para localizar arquivos e organizar as informações e como o controle de acesso se encaixa no dia a dia dos usuários. Também haverá treinamento e avaliação acerca do comportamento da Inteligência Artificial, verificando sua margem de erro nas análises operacionais e qualidade de sugestão de melhoria.

Em última instância, os resultados obtidos serão comparados com o cenário anterior ao uso da ferramenta, para verificar se a solução desenvolvida contribui com uma redução marginal no tempo gasto buscando manualmente informações, melhor rastreabilidade dessas informações e uma tomada de decisão mais sólida apoiada por dados confiáveis. Portanto, a metodologia adotada foi buscar um equilíbrio entre base teórica e aplicabilidade prática, o que garantiria uniformidade na pesquisa, bem como pertinência para os negócios do projeto.

5. PROPOSTA DE MELHORIA

O sistema que propomos aqui consiste em uma plataforma web desenvolvida para centralizar e organizar dados, além de utilizar para identificar melhorias e maior fluidez no fornecimento de análises. A solução também irá permitir o uso de algoritmos de Inteligência Artificial (IA), onde ela fará análises automatizadas de fluxos produtivos, identificando com precisão gargalos operacionais e sugerindo intervenções de melhoria de forma proativa.

Os principais objetivos da plataforma são a otimização e gerenciamento das informações de produção em um processo de busca e rastreabilidade mais rápido e a aceleração das análises de linha, que significa menos tempo gasto procurando arquivos manualmente, com informações melhor organizadas, e a mitigação do esforço manual em tarefas repetitivas de triagem de dados, fazendo com que a equipe técnica possa redirecionar seu foco para a implementação de

melhorias e para o refinamento dos processos de manufatura, consequentemente acelerando o ciclo de melhoria contínua.

Atributo	Cenário Atual (Manual)	Cenário Proposto (Sistema + IA)	Impacto Esperado
Tempo de Análise por Linha	14 a 21 dias	< 14 dias	Redução de ~20% no tempo de análise
Capacidade de Análise	Divergência de metodologia analítica	Análises padronizadas	Maior cobertura do portfólio
Identificação de Gargalos	Reativa e manual	Proativa e automatizada	Agilidade na correção de falhas
Foco da Equipe Técnica	Coleta e tratamento de dados	Implementação de melhorias	Aumento do valor agregado
Resultado Produtivo	Estabilidade moderada	Otimização contínua do OEE	Aumento de produtividade e volume

Espera-se um impacto significativo no aumento da Eficiência Global (OEE) e produtividade, onde a identificação rápida de gargalos produtivos e a aplicação imediata de sugestões de melhoria geradas pelo sistema terão um impacto direto na velocidade de produção e no volume de output da planta. Com a redução dos tempos de parada e a otimização dos ciclos, esperamos um impacto positivo nos indicadores de eficiência global (OEE), o que fortalecerá a competitividade da organização no Polo Industrial de Manaus.

Com a automatização de determinadas etapas do processo, a expectativa é de contribuição para a redução do tempo de análise, permitindo maior frequência de atualização dos KPI's e maior foco na implementação de melhorias, fornecendo um breve aumento na frequência de análises e a inclusão de um portfólio mais amplo de modelos eletrônicos no cronograma de análise, conforme é representado na tabela abaixo.

A arquitetura do sistema foi projetada de forma a fornecer um mecanismo simples e organizacional para conduzir dados a partir das linhas de produção. A aplicação utilizará o modelo cliente-servidor, no qual o usuário interage com a interface do sistema por meio de um navegador enquanto o processamento das requisições e o tratamento dos dados são realizados no servidor.

Sobre a arquitetura do sistema, a construção do front-end que os usuários finais usarão para interagir será construída utilizando as tecnologias HTML, CSS e JavaScript, em que estruturam-se as páginas com HTML e organiza como os elementos visuais da aplicação são exibidos nessas páginas. O CSS cuidará do estilo da interface, tornando a navegação mais suave e mais amigável para o usuário. O JavaScript é usado para fornecer a interatividade no sistema ações dinâmicas como abrir menu, filtro de busca e atualização das informações em tempo real.

O front-end, desenvolvido em HTML, CSS e JavaScript, será responsável por coletar as solicitações dos usuários e apresentar os resultados de forma intuitiva. Essas informações serão encaminhadas ao servidor por meio de requisições HTTP, onde o back-end desenvolvido em Python junto ao uso do framework Flask, que realizará o tratamento dos dados e a comunicação

com a Inteligência Artificial, a lógica operacional do sistema e qualquer comunicação com os seus arquivos armazenados. O Flask, por ser um framework leve para aplicações web, permite muito mais flexibilidade no desenvolvimento de aplicações e integrações do sistema.

Toda a comunicação do cliente para o servidor será feita via navegador, por meio de requisições HTTP. Quando um usuário busca ou solicita informações, como a quantidade de modelos que foram produzidos na linha, o front-end envia a requisição ao servidor, que a processa com Flask e retorna ao usuário, facilitando a interligação perfeita entre interface, processamento e armazenamento das informações.

5.1 Interface e Funcionalidades

Tela Principal:

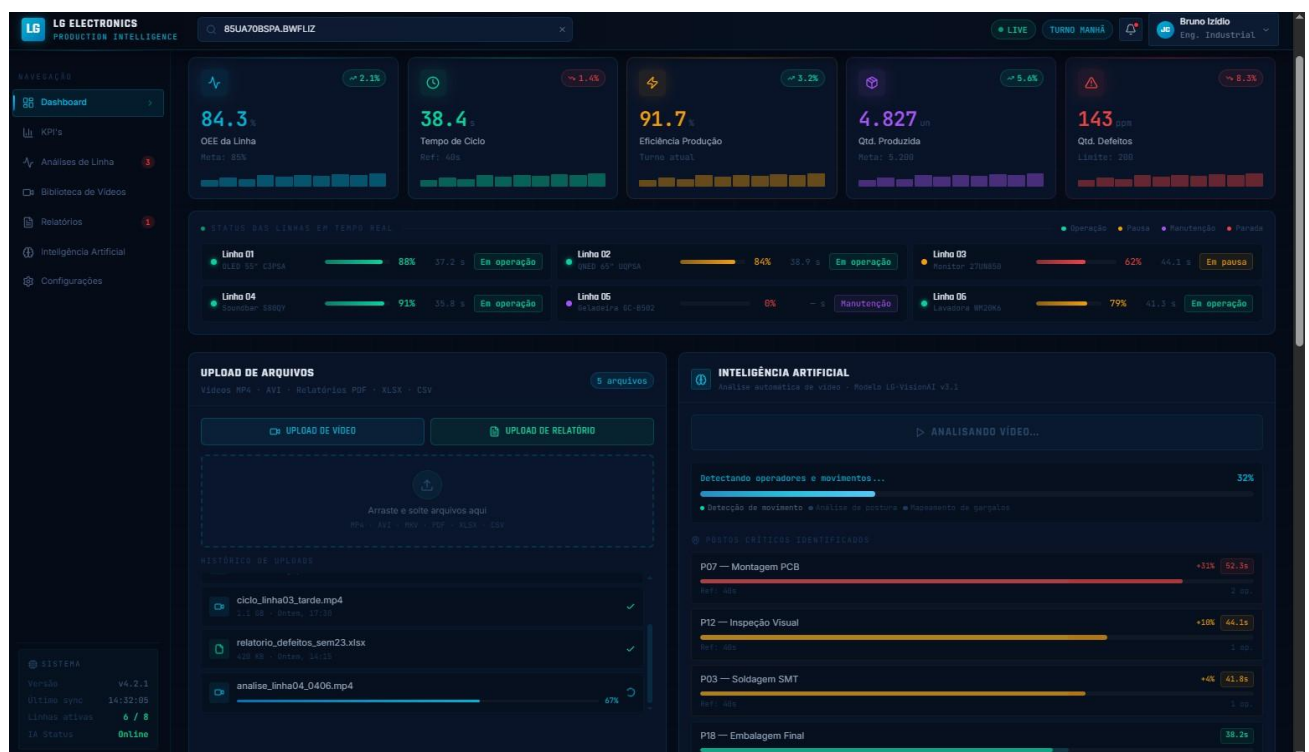


Figura 1: Elaborado pelos Autores com o auxílio do programa Figma e sua ferramenta de IA (2026)

A figura 1 mostra um protótipo da interface principal do sistema e foi desenvolvido com o objetivo de apresentar visualmente as funcionalidades propostas da plataforma. Nota-se a reunião de dados de monitoramento das linhas de produção, gerenciamento de arquivos e análises, KPI's e recursos de inteligência artificial.

Módulo de IA:



Figura 2: Elaborado pelos Autores com o auxílio do programa Figma e sua ferramenta de IA (2026)

A figura 2 demonstra exemplos práticos de como funcionariam análises de vídeos automatizadas com a ferramenta de inteligência artificial, contando com sugestões de melhorias a partir da visão computacional da IA com base em aprimoramentos já aplicados por outros analistas da empresa e cálculos de porcentagem feitos em comparação com pesquisas realizadas anteriormente.

A IA proposta no sistema funcionaria com base em conceitos de visão computacional para analisar vídeos das linhas de produção de forma automatizada e sugerir melhorias fundamentadas em tempos de ciclo e opiniões prévias de outros colaboradores. Após o envio dos vídeos para a plataforma, a IA processa as imagens, identifica atividades realizadas nos postos de trabalho, mede tempos de operação e detecta possíveis gargalos produtivos. O sistema então pode comparar os resultados com os indicadores de desempenho (KPI's) e gerar sugestões de melhoria para apoiar a tomada de decisão, tendo um grande potencial para reduzir o tempo necessário para as análises, aumentar a eficiência operacional e direcionar os esforços da equipe para a implementação de melhorias nos processos produtivos.

Esta funcionalidade pode levar um pouco mais de tempo para ser aplicada e utilizada de forma definitiva e com frequência, visto que a IA deve ser treinada até alcançar um ponto de excelência. Sua preparação pode ser feita a partir de análises manuais e precisas produzidas por analistas que posteriormente seriam usadas como padrão pela Inteligência Artificial, bem como as melhorias que estes aplicam. Esse processo deve ser feito para cada modelo eletrônico fabricado na empresa, sendo uma proposta a longo prazo.

Metas e Busca de Modelos:

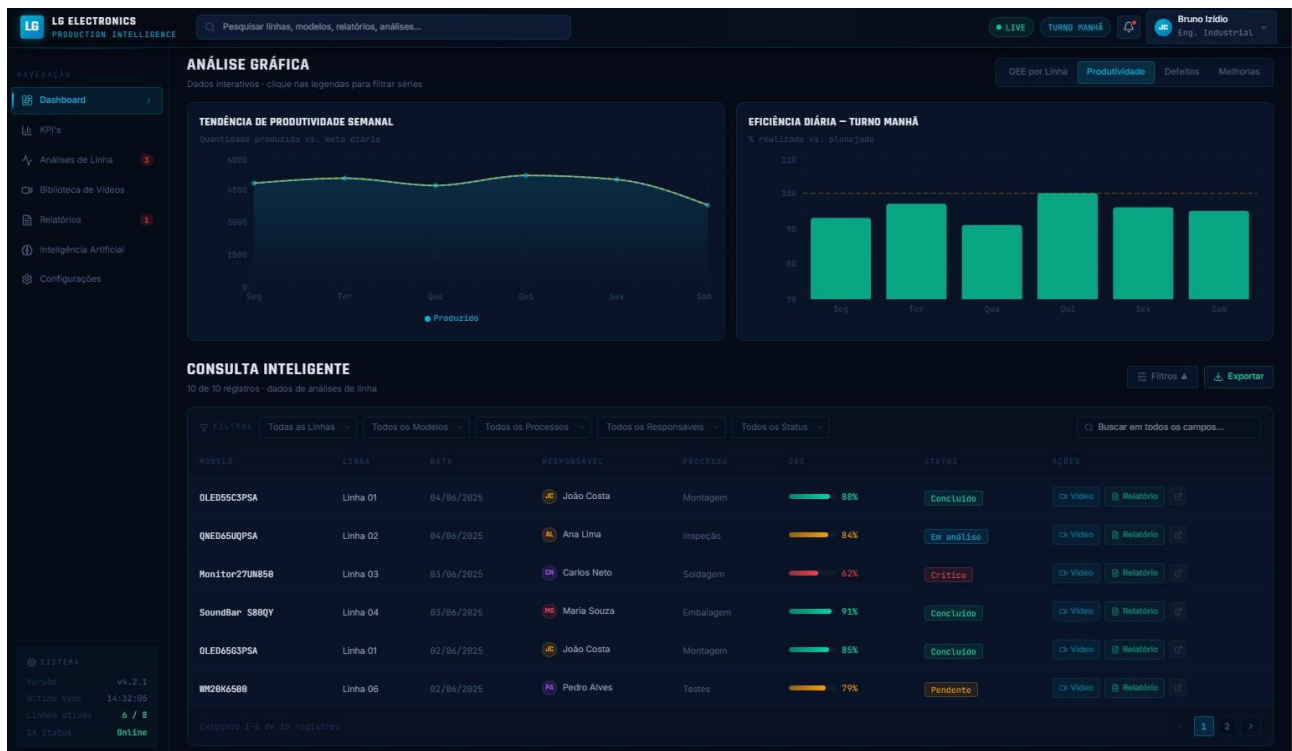


Figura 3: Elaborado pelos Autores com o auxílio do programa Figma e sua ferramenta de IA (2026)

A figura 3 revela a eficiência das linhas de produção por meio de gráficos de desempenho fornecidos a partir dos dados coletados de análises prévias e a produtividade destas. A tabela de consulta permite a rápida localização de modelo por linhas e os processos de cada uma, uma vez que são identificados e nomeados, além de buscas por filtros específicos que auxiliam o usuário em sua pesquisa. Os resultados devem exibir informações como a situação das análises (se estão completas, em andamento ou não iniciadas) e também permite direto acesso aos vídeos e relatórios, trazendo organização e praticidade do encontro de informações.

Vale ressaltar que as interfaces apresentadas são oriundas de uma versão inicial do sistema, elaboradas para fins de demonstração visual de todas as ideias aqui apresentadas e interação entre os módulos propostos, refletindo o fato de que boa parte das funcionalidades se encontram em desenvolvimento e podem sofrer alterações ao longo do projeto e das etapas de validação. É importante salientar que os dados utilizados nessas demonstrações são fictícios, como nomes de modelos eletrônicos e números de produção, visando manter a integridade e privacidade da empresa.

Segurança da Informação e Controle de Acesso: Como o sistema será utilizado dentro da empresa, é importante tomar alguns cuidados para manter as informações protegidas. Desde o início do projeto, foi pensado que a plataforma funcionará na Intranet da organização. Uma Intranet é uma rede privada utilizada dentro de uma empresa, que utiliza as mesmas tecnologias da Internet (navegadores, páginas web, servidores, HTTP, etc.), mas seu acesso é restrito aos colaboradores autorizados.

O sistema proposto foi desenvolvido para operar dentro da infraestrutura corporativa da LG Electronics, utilizando a rede interna da organização (Intranet) como meio de acesso pelos usuários. Dessa forma, a aplicação não ficaria disponível para acesso público pela internet, limitando sua utilização aos colaboradores devidamente autorizados.

A arquitetura do sistema foi pensada para ser hospedada em servidores que a empresa já possui. Servidores esses que fazem parte do ambiente computacional centralizado na empresa. Embora o trabalho principal seja feito na fábrica localizada no Polo Industrial de Manaus, a empresa usa recursos computacionais e serviços que vêm de uma infraestrutura tecnológica global. Essa infraestrutura é gerenciada pela LG e fica em centros de dados nos Estados Unidos.

Nesse sentido, a aplicação que foi desenvolvida em Python e utilizando o framework Flask, seria executada em um servidor corporativo interno, responsável por processar as requisições dos usuários e disponibilizar as funcionalidades do sistema. O banco de dados MySQL armazenaria as informações relacionadas aos vídeos, relatórios, análises de produção, KPI's e sugestões geradas pela Inteligência Artificial.

O acesso a aplicação aconteceria através da rede corporativa usada na empresa, utilizando protocolos seguros de comunicação e mecanismos de autenticação integrados às políticas internas de segurança da informação. Dessa maneira garantindo uma melhor manipulação de dados industriais, rastreabilidade das operações e alinhamento com os requisitos de cibersegurança adotados pela organização. Além disso, a utilização da infraestrutura corporativa já existente reduz custos de implantação, simplifica a manutenção da plataforma e facilita futuras integrações com outros sistemas utilizados pela empresa.

5.2 Modelagem conceitual do Banco de dados

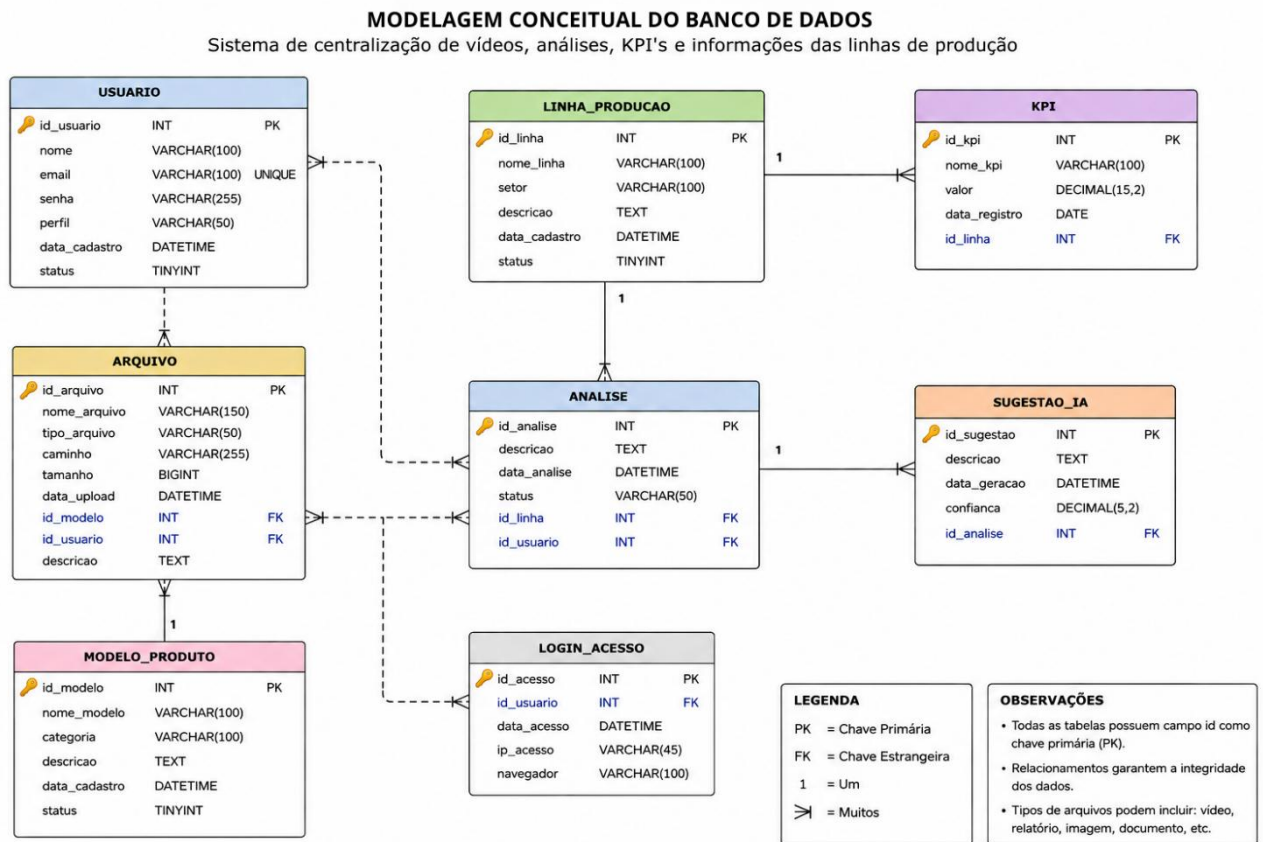


Figura 4: Elaborado pelos autores e adaptado da Inteligência Artificial Manus (2026).

Para o armazenamento de relações entre arquivos e registros das análises de produção, o software utiliza um banco de dados relacional com uma linguagem universal quando se trata de banco de dados, chamada SQL, utilizada para manipular e interagir com o repositório de informações, sendo possível “conversar” com programas de gerenciamento de banco de dados, como o MySQL, dentre outras variações. A integração entre o framework Flask e o banco de dados MySQL é o que viabiliza o armazenamento estruturado das informações utilizadas dentro da plataforma.

A opção pelo banco de dados relacional se deve à necessidade do armazenamento de informações estruturadas e que se inter-relacionam, como usuários, KPI's, análises, registros gerados pela IA etc. Esse modelo, por oferecer consistência e rastreabilidade dos dados por meio do uso de relacionamentos entre tabelas o torna mais adequado para aplicações corporativas, dos quais exigem mais confiabilidade e controle das informações. Somado a isso, o MySQL é uma plataforma que possui tamanha adoção no mercado geral e já é utilizado em outros sistemas da empresa envolvida no projeto.

O MySQL será responsável por gerenciar dados relacionados aos usuários, arquivos técnicos, análises de produção, KPI's e sugestões geradas pela Inteligência Artificial. Com isso, consultas poderão ser realizadas dentro da plataforma, bem como inserções ou atualizações, garantindo maior organização e rastreabilidade das informações de processos. O MySQL Workbench é

utilizado como ferramenta de modelagem e administração do banco de dados, ele permite a criação de tabelas, relacionamentos e mecanismos necessários para o correto funcionamento da aplicação.

Outro fator importante é o trabalho feito pelas equipes de cibersegurança. Elas acompanham o que acontece dentro dos sistemas corporativos. O objetivo é identificar coisas fora do comum que possam representar algum risco, como por exemplo, quando um colaborador acessa um sistema que não pertence ao seu departamento, ou simplesmente um usuário não identificado. Esse acompanhamento é fundamental para manter a rede mais segura e proteger as informações da empresa.

Antes de ser colocado em funcionamento, o sistema também precisará passar pela análise dos setores responsáveis pela área de tecnologia, pois é necessário que a plataforma cumpra algumas requisições de regulamento de softwares, e se oferece condições adequadas para o uso dos colaboradores. Permissões de acesso, armazenamento de dados e registro são questões avaliadas no processo. De início, é realizado o levantamento de requisitos para definir o problema a ser solucionado, quais usuários terão acesso, os dados compartilhados e os benefícios esperados com a solução. No contexto deste trabalho, os objetivos são centralizar vídeos, análises e KPI's das linhas de produção em um único ambiente.

Por fim, a área de Segurança da Informação conduz uma análise voltada à proteção dos dados e da infraestrutura tecnológica. Nessa fase são avaliados os históricos de uso (logs), possíveis vulnerabilidades e riscos de vazamento de informações. Em muitas organizações, o acesso aos sistemas corporativos é realizado por meio de credenciais institucionais, garantindo maior rastreabilidade das ações dos usuários e fortalecendo a segurança do ambiente digital.

Em se tratando de segurança, há um planejamento para novas funcionalidades que serão introduzidas no futuro, como o controle de diferentes níveis de acesso para os usuários e mecanismos que permitam acompanhar quem acessou determinadas informações e quando isso ocorreu, podendo ser solucionado com integração de aplicações que já são utilizadas dentro da empresa. Dessa forma, o programa pode reunir informações importantes em um único ambiente, oferecendo mais controle sobre os dados utilizados pela empresa, ajudando a manter as informações organizadas e protegidas durante sua utilização.

5.3 REQUISITOS FUNCIONAIS E NÃO FUNCIONAIS

Os requisitos funcionais representam as principais funcionalidades que o sistema deverá executar para atender às necessidades dos usuários. Os requisitos não funcionais definem características relacionadas ao desempenho, segurança e usabilidade do sistema, garantindo melhor experiência para os usuários e maior eficiência da aplicação.

REQUISITOS FUNCIONAIS	REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS
RF01 - Permitir a busca de arquivos relacionados às linhas de produção.	RNF01 - O sistema deve possuir interface simples e intuitiva.
RF02 - Exibir vídeos, relatórios e análises conforme o modelo pesquisado.	RNF02 - As buscas devem apresentar resultados de forma rápida e eficiente.

RF03 - Organizar os arquivos por categorias e filtros específicos.	RNF03 - O sistema deve permitir acesso seguro às informações.
RF04 - Permitir acesso às informações utilizadas nos KPI's produtivos.	RNF04 - A aplicação deve possuir organização padronizada dos dados.
RF05 - Facilitar o rastreamento histórico das análises e melhorias realizadas.	RNF05 - O sistema deve ser compatível com navegadores web modernos.
RF06 - Implementar módulo de IA para identificação automática de gargalos produtivos.	RNF06 - O sistema deve garantir a integridade dos dados armazenados contra perdas.
RF07 - Gerar sugestões automáticas de melhoria baseadas nos desvios de tempo de ciclo.	RNF07 - A interface deve ser responsiva, permitindo acesso via tablets em ambiente fabril.
RF08 - Permitir o upload e armazenamento centralizado de vídeos de auditoria e relatórios técnicos.	RNF08 - O tempo de resposta para o processamento de IA não deve exceder 7 minutos.
RF09 - Gerar relatórios comparativos de desempenho entre diferentes períodos ou modelos.	RNF09 - O sistema deve suportar múltiplos acessos simultâneos sem perda de desempenho.
RF10 - Enviar notificações ou alertas quando um KPI estiver abaixo do target estabelecido.	RNF10 - O código deve ser modular para facilitar futuras manutenções e atualizações.

Categoria dos Requisitos:

Usabilidade: RNF01, RNF07

Desempenho: RNF02, RNF08, RNF09

Segurança: RNF03

Confiabilidade: RNF06

Portabilidade: RNF05, RNF07

Manutenibilidade: RNF04, RNF10

6. PLANEJAMENTO DA PROPOSTA

As problemáticas expostas no decorrer do estudo foram encontradas a partir de entrevistas informais e conversas em conjunto com analistas e outros colaboradores da empresa, utilizando seus feedbacks e observando as dificuldades enfrentadas na realização de tarefas laborais e tempo gasto nos mesmos. Como já citado anteriormente, foi identificado que arquivos importantes encontravam-se distribuídos em diferentes locais de armazenamento e de forma não padronizada, o que gera percalços na jornada de trabalho.

A partir de sessões de brainstorming onde foram discutidas soluções a fim de otimizar processos, surgiu a ideia de desenvolver uma alternativa capaz de centralizar informações e reduzir o tempo gasto na busca por dados, permitindo definir os principais requisitos da plataforma e direcionando o desenvolvimento da solução proposta.

Plano de Implementação e Desenvolvimento do Sistema: Para garantir que a plataforma digital de centralização e rastreabilidade de dados industriais funcione bem e seja eficaz, o projeto foi dividido em etapas importantes de desenvolvimento. Isso nos permite detalhar as atividades cruciais, definir responsabilidades claras e estabelecer prazos realistas, o que ajuda a evitar problemas operacionais ou resistência à adoção da tecnologia na fábrica.

O desenvolvimento da proposta foi estruturado em diferentes áreas. Inicialmente, planejamos a modelagem da base de dados relacional, responsável por armazenar informações sobre usuários, linhas de produção, modelos de produtos, vídeos, relatórios, análises e KPI's, que garante integridade e rastreabilidade dos registros. Em seguida, foi definida a camada de back-end com a utilização das linguagens Python e do framework Flask, encarregada de processar as requisições dos usuários, controlar o fluxo das informações e realizar a comunicação com a base de dados. Paralelo a isso, foi idealizada a construção da interface utilizando HTML, CSS e JavaScript, priorizando uma navegação intuitiva que permitisse a consulta rápida de informações, aplicação de filtros e acesso aos arquivos relacionados às linhas de produção.

Foram considerados aspectos relacionados à infraestrutura corporativa e à segurança da informação. O sistema foi concebido para operar dentro da Intranet da empresa, utilizando os recursos computacionais disponibilizados pela organização e respeitando os requisitos de autenticação, controle de acesso e armazenamento seguro dos dados. Como etapa complementar da proposta, foi pensada a integração de recursos de Inteligência Artificial e visão computacional para auxiliar na análise dos vídeos das linhas de produção. A ideia consiste em utilizar algoritmos capazes de identificar padrões operacionais, detectar possíveis gargalos e fornecer sugestões de melhoria com base nos dados coletados. Dessa forma, cada componente da plataforma foi planejado para atuar de maneira integrada, contribuindo para a otimização das análises, o acompanhamento dos KPI's e o apoio à tomada de decisão.

7. RESULTADOS ESPERADOS

A implementação da plataforma digital para gerenciar e centralizar dados de linhas de produção industrial tem como objetivo trazer benefícios claros para a organização, melhorando processos e fortalecendo a cultura de dados. Os resultados esperados podem ser classificados em três áreas principais: operacional, técnica e estratégica. Um dos principais ganhos esperados é a redução significativa do tempo gasto procurando informações técnicas e fazendo diagnósticos. Com a automação e o uso de Inteligência Artificial, temos metas estimadas com base em simulações conceituais podendo significar uma economia de 1 semana de trabalho técnico por mês. Com mais tempo disponível, a equipe de engenharia poderá fazer auditorias mais frequentes e incluir mais modelos eletrônicos no cronograma de análise.

Quanto ao aumento da Eficiência Global (OEE) e da produtividade, a identificação rápida de gargalos produtivos e a aplicação imediata de sugestões de melhoria geradas pelo sistema terão um impacto direto na velocidade de produção e no volume de output da planta. Com a redução dos tempos de parada e a otimização dos ciclos, espera-se um impacto positivo nos indicadores

de eficiência global (OEE), o que fortalecerá a competitividade da organização no Polo Industrial de Manaus. Em relação à rastreabilidade e à integridade dos dados, espera-se a eliminação completa da fragmentação de informações. Esta ferramenta ativa e histórica permitirá auditorias mais precisas e a construção de uma base de conhecimento sólida para futuras tomadas de decisão. No que se refere à evolução cultural e ao suporte estratégico, além dos ganhos técnicos, o projeto visa promover uma evolução na cultura organizacional, onde padronização dos processos de upload e a facilidade de consulta aos dados consolidarão uma rotina de trabalho mais profissional e orientada a resultados. Para a alta gestão, o sistema fornecerá relatórios consolidados e confiáveis, permitindo que os investimentos em melhorias sejam direcionados para os pontos de maior impacto operacional e financeiro.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação e o planejamento do sistema digital de gerenciamento de dados de linhas de produção mostram que a centralização de ativos e a automação de análises operacionais podem gerar impactos significativos na eficiência e na rastreabilidade de processos industriais. A organização estruturada dos fluxos de dados, junta da previsão de recursos de Inteligência Artificial, mostra que é possível reduzir expressivamente o lead time de diagnósticos operacionais, transformando informações pulverizadas em ativos altamente estratégicos.

O projeto evidencia que investir em sistemas de informação integrados não se limita a benefícios apenas tecnológicos, mas também fortalece a cultura orientada por dados (*data-driven*) da organização, otimiza o uso de indicadores-chave de desempenho (KPIs) e melhora a tomada de decisão da alta gestão no Polo Industrial de Manaus. A experiência adquirida com o mapeamento e modelagem dessa solução serve como um referencial prático e aplicável para futuras iniciativas de digitalização e modernização no cenário profissional da Indústria 4.0.

A engenharia da plataforma também enfatiza o ato de unir infraestrutura tecnológica segura com engajamento funcional. Sem o devido controle de acesso via Intranet corporativa e sem processos operacionais normatizados, qualquer sistema de informação tende a enfrentar barreiras de integridade ou rejeição cultural. Assim, o sucesso projetado para a solução reforça que a otimização de processos depende tanto de ferramentas inteligentes de diagnóstico quanto da governança estruturada da informação, garantindo resultados operacionais bons e duradouros para a cadeia produtiva e para a organização.

Por fim, conclui-se que a proposta apresentada atende seus objetivos de organização e gerenciamento das informações que se relacionam às linhas de produção, contribuindo principalmente para a praticidade no rastreio e gestão da eficiência operacional. Além disso, o potencial das plataformas digitais para o apoio de análises procedurais e oportunidades de melhoria é elucidado pela integração de recursos como o banco de dados relacional, sistemas web e Inteligência Artificial. Alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0 e às necessidades modernas das organizações, o projeto reforça a importância da transformação digital no ambiente industrial.

REFERÊNCIAS

- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- FERNANDES, Flavio Cesar F.; LEITE, Reinaldo Batista. Automação industrial e sistemas informatizados de gestão da produção em fundições de mercado. Gestão & Produção, 2002.
- DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know. Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- CRESWELL, John W.; PLANO CLARK, Vicki L. Designing and conducting mixed methods research. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.
- PARMENTER, David. Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing and Using Winning KPIs. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2019.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de informação gerenciais. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- O'BRIEN, James A.; MARAKAS, George M. Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9001:2015 – Quality management systems — Requirements. Geneva: ISO, 2015.
- BIANCHI, Isaías Scalabrin. Os Sistemas e Tecnologias de Informação para a transformação digital das organizações e sociedade. RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, n. 46, 2022.
- PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. Engenharia de software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.
- ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Sistemas de banco de dados. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2019.
- DATE, C. J. Introdução a sistemas de bancos de dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- GRINBERG, Miguel. Flask Web Development: Developing Web Applications with Python. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018.
- TANENBAUM, Andrew S.; STEEN, Maarten Van. Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2008.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4. ed. Hoboken: Pearson, 2021.
- KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Frankfurt: National Academy of Science and Engineering, 2013.
- STALLINGS, William; BROWN, Lawrie. Segurança de computadores: princípios e práticas. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.