



Aplicação integrada do DMAIC e Business Intelligence para inspeção e padronização de linhas de vida em uma indústria metalúrgica

Cíntia Souza Maia (UFPA) cintiam Maia2107@gmail.com

Camilo Andrés Guerrero Martin (UFPA/USanjósé) camiloguerrero@ufpa.br

Leidiane Pinheiro Cavalcante (UFPA) leidianecavalcante5@gmail.com

Resumo

Promover a segurança no trabalho em altura representa um desafio relevante para a indústria, principalmente diante dos altos índices de acidentes por queda. Nesse contexto, as linhas de vida, enquanto dispositivos de proteção coletiva, demandam não apenas instalação adequada, mas também gestão estruturada e controle sistemático. Este artigo apresenta um estudo de caso único, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos, adotando abordagens qualitativas e quantitativas. O problema de pesquisa consistiu na divergência entre o número de linhas de vida registradas no sistema organizacional e a condição real verificada em campo, evidenciando falhas de controle e ausência de padronização nas inspeções. O objetivo foi demonstrar como a aplicação da metodologia DMAIC, aliada ao uso da ferramenta *Power BI*, contribuiu para a melhoria da gestão desses ativos e para o realinhamento das informações com o sistema corporativo, promovendo maior confiabilidade e conformidade normativa. Para tanto, foram realizadas análises da documentação técnica e inspeções estruturais para verificação da conformidade com os projetos. Elaborou-se um inventário atualizado dos ativos, aplicou-se a análise de causa raiz por meio dos 5 Porquês e desenvolveu-se um *dashboard* no *Microsoft Power BI* para monitoramento de indicadores. Como resultados, observou-se a padronização das inspeções, a atualização do inventário e o fortalecimento do controle gerencial, promovendo, portanto, maior confiabilidade dos dados e aumento da segurança nas atividades desenvolvidas em altura.

Palavras-chave: *Linhas de vida, Confiabilidade, DMAIC, Inspeção, trabalho em altura*

Abstract

Promoting safety in work at heights represents a significant challenge for the industry, especially given the high rates of fall-related accidents. In this context, lifelines, as collective protection devices, demand not only proper installation but also structured management and systematic control. This article presents a unique case study, applied in nature, with exploratory and descriptive objectives, adopting both qualitative and quantitative approaches. The research problem consisted of the discrepancy between the number of lifelines registered in the organizational system and the actual condition verified in the field, evidencing control failures and a lack of standardization in inspections. The objective was to demonstrate how the application of the DMAIC methodology, combined with the use of Power BI, contributed to improving the management of these assets and realigning information with the corporate system, promoting greater reliability and regulatory compliance. To this end, technical documentation analyses and structural inspections were conducted to verify compliance with projects. An updated asset inventory was developed, root cause analysis was applied through the 5 Whys, and a dashboard was created in Microsoft Power BI for monitoring indicators. As results, the standardization of inspections, the updating of the inventory, and the strengthening of managerial control were observed, thus promoting greater data reliability and increased safety in activities performed at heights.

Keywords: *Lifelines, Reliability, DMAIC, Structural integrity, Height work*

1. Introdução

A segurança do trabalho é um conjunto de medidas que devem ser implementadas nos ambientes de trabalho como garantia de qualidade e segurança dos funcionários (Austa Hospital, 2021). Barros (2023) defende que essas medidas visam aumentar a segurança dos locais de trabalho dentro de uma empresa, neutralizando ou diminuindo os riscos ali presentes. O autor ainda ressalta que, por meio da implementação de metodologias e técnicas apropriadas, a qualidade de vida dos trabalhadores pode ser impactada positivamente.

Os riscos de queda em altura existem em vários ramos de atividades e em diversos tipos de tarefas, inclusive em algumas atividades em área produtiva na empresa (Coiro; Passari; Costa, 2022, p. 2). Conforme dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), cerca de 40% dos acidentes no Brasil estão relacionados a quedas de trabalhadores em altura, isto é, acidentes relacionados à diferença de nível em relação ao solo (Revista Proteção, 2020).

Conforme discutido no Encontro Estadual de SST (2025), o auditor fiscal Antônio Pereira do Nascimento apontou a "falta de projetos" como um dos dez itens que mais motivam acidentes nos trabalhos em altura, ressaltando que o plano de ação deve ir além do fornecimento de EPIs. Nesse contexto, as linhas de vida surgem como dispositivos críticos de proteção coletiva. No entanto, para que cumpram sua função técnica, a NR-35 (Brasil, 2022) estabelece, em seu Anexo II, que os sistemas de ancoragem devem ser instalados conforme projeto elaborado por profissional legalmente habilitado, contemplando a verificação da integridade da estrutura onde serão fixados.

Segundo o blog do SOC (2023), o trabalho em altura gera muita preocupação e desconforto aos colaboradores, visto que pequenos erros podem ser fatais. Esse cenário evidencia a necessidade de transpor a barreira da simples instalação física para uma gestão ativa.

A relevância deste estudo fundamenta-se na necessidade de elevar a confiabilidade dos equipamentos e assegurar que atendam rigorosamente aos requisitos normativos de segurança, promovendo, portanto, a proteção aos profissionais que executam tarefas em altura.

O presente artigo tem como objetivo demonstrar como a aplicação da metodologia DMAIC viabiliza o planejamento estruturado e a governança de linhas de vida, contribuindo para a melhoria da avaliação documental e da inspeção de integridade estrutural, aumentando sua confiabilidade e segurança.

A pesquisa concentra-se na definição de critérios técnicos para o levantamento de

dados coletados das inspeções, bem como na integração dessa base ao *Microsoft Power BI*, visando à geração de painéis gerenciais e gráficos dinâmicos que proporcionam atualizações em tempo real, fator importante para análises mais ágeis e assertivas acerca das conformidades das linhas de vida.

2. Referencial Teórico

2.1 Acidentes em altura

De acordo com a NR 35, trabalho em altura é definido como: “toda atividade com diferença de nível acima de 2,0 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda” (Brasil, 2022). Em casos de queda, a Linha de Vida mantém o colaborador preso, impedindo que ele se choque contra o piso ou outra estrutura (Oliveira; Araújo, 2023).

Todavia, segundo o relatório do Główny Urząd Statystyczny (Polônia, 2021) em 2020, foram relatadas 62.740 pessoas feridas em acidentes de trabalho, incluindo 190 pessoas feridas em acidentes fatais (3,3% a mais) e 378 pessoas feridas em acidentes graves (4,5% a menos). Estes acidentes de trabalho foram causados, na maioria das vezes, por escorregões, tropeções ou quedas (29,0% do total de eventos) (Polônia, 2021, p. 20).

Nesse sentido, o uso de equipamentos de proteção contra quedas torna-se essencial para a prevenção de acidentes laborais. Conforme estabelece a Norma Regulamentadora nº 35 (NR- 35), o objetivo primordial é a implementação de requisitos mínimos e medidas de proteção para o trabalho em altura, garantindo a segurança e a integridade física dos trabalhadores.

Sob essa ótica, os sistemas de proteção têm a função de eliminar ou minimizar riscos, sendo uma resposta necessária ao dado da Organização Internacional do Trabalho (OIT) de que ocorrem, anualmente, cerca de 1,3 milhão de quedas em todo o mundo. Além disso, cerca de 40% dos acidentes no Brasil estão relacionados a quedas de trabalhadores em altura (Revista Proteção, 2020).

A Tabela 1 a seguir apresenta, de forma sintética, as principais causas de desvios que contribuem para queda de trabalhos em altura:

Tabela 1 – Principais causas de acidentes envolvendo queda em altura

Causas principais
Planejamento inadequado
Falta de capacitação dos colaboradores
Falta de equipamentos de segurança
Falta de inspeção nos equipamentos
Falta de comunicação
Excesso de confiança
Fonte: Adaptado de Inbraep (2022)

Outrossim, conforme ilustra a Tabela 1, a principal causa de acidente de trabalho envolvendo queda em altura é o planejamento inadequado dos equipamentos de trabalho em altura. É importante destacar que os equipamentos indispensáveis para os trabalhadores que operam em altura são as linhas de vida, estrutura horizontal ou vertical instalada para permitir o deslocamento seguro do trabalhador ao longo de uma superfície (Brasil, 2022).

Dessa maneira, este artigo visa aplicar e estruturar o planejamento e coleta de dados das inspeções das linhas de vida por meio do método DMAIC com auxílio do Power BI em uma indústria metalúrgica.

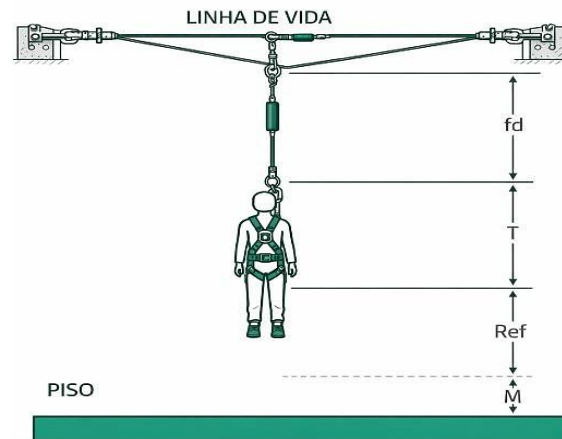
Dessa maneira, este artigo visa aplicar e estruturar o planejamento e coleta de dados das inspeções das linhas de vida por meio do método DMAIC com auxílio do *Power BI* em uma indústria metalúrgica.

2.2 Linhas de vida

A linha de vida caracteriza-se como um sistema de proteção contra quedas composto por cabos de aço, cordas ou fitas, configurados de forma vertical ou horizontal. Este dispositivo permite a conexão do cinturão de segurança do trabalhador, garantindo a retenção e a segurança durante a execução de atividades em altura.

De acordo com o SESI (2017, p. 37), as linhas de vida são dispositivos de ancoragem flexível, permanente ou temporário, horizontal ou vertical, esses equipamentos são projetados para utilização como parte de um sistema de proteção contra queda, utilizado para evitar lesões graves ou a morte do trabalhador, decorrentes de acidentes provocados por queda da superfície de trabalho ou quando em movimento por determinada estrutura.

Figura 1 – Exemplo de linha de vida



Fonte: Adaptado de Serviço Social da Indústria – SESI (2017, p. 40)

A Figura 1 ilustra o uso da linha de vida, demonstrando como este sistema de ancoragem protege o trabalhador em caso de queda em altura, impedindo, dessa forma, o impacto direto no solo e reduzindo o risco de acidentes críticos.

Conforme Almeida *et al.* (2022), a linha de vida fixa é instalada e mantida na estrutura durante todo tempo, por isso seus componentes são mais resistentes, geralmente se escolhe aço inoxidável para a instalação. A linha de vida móvel pode ser rapidamente montada e desmontada de pontos de ancoragem previamente instalados (Almeida et al., 2022, p.17).

As especificações da norma regulamentadora NR35 estabelece requisitos mínimos para trabalho em altura, entre os requisitos da NR 35 estão:

A elaboração de análise de risco e planejamento das atividades, a capacitação dos trabalhadores que executam atividades em altura, a utilização de equipamentos de proteção adequados, a manutenção dos equipamentos de segurança, a sinalização da área de trabalho e a criação de um sistema de emergência (Ribeiro e Araújo, 2023).

Dessa forma, a linha de vida se mostra um equipamento que proporciona segurança para o mantenedor, prevenindo possíveis acidentes.

2.2 Inspeção visual

A inspeção de produtos desempenha um papel essencial na garantia para que os itens industriais sejam seguros, apresentem alta qualidade e que estejam em conformidade com os padrões normativos vigentes (Ribeiro et al., 2025). Segundo a Mars Quality (2023), o investimento em processos de inspeção não apenas mitiga riscos operacionais e de segurança, como também consolida a reputação estratégica da empresa no mercado.

A literatura indica que a inspeção visual automatizada fundamentada em *deep learning* tem sido amplamente adotada em tarefas de classificação, detecção e segmentação. Nesse cenário, os modelos de Redes Neurais Convolucionais (CNN) dominam as pesquisas recentes devido ao seu alto potencial de precisão (Hütten *et al.*, 2024). Essa evolução tecnológica tem permitido o desenvolvimento de sistemas capazes de operar em condições reais de produção, utilizando técnicas de configuração *multiview* para elevar a acurácia na detecção de falhas (Ribeiro *et al.*, 2025).

Diante desse cenário, ao transpor esses conceitos para dispositivos de segurança crítica, como as linhas de vida, a inspeção torna-se um requisito vital. Tais dispositivos exigem monitoramento periódico rigoroso para assegurar sua integridade estrutural e confiabilidade de serviço, reduzindo drasticamente o risco de falhas catastróficas durante o uso.

2.3 Business Intelligence

Hodiernamente, as organizações estão cada vez mais adotando modelos de gestão baseados em dados. Nesse sentido, as ferramentas de *Business Intelligence* ganham destaque, uma vez que, possibilita análises de forma mais ágil e de maior confiabilidade. De acordo com Zamil, Mohiuddin e Mamun (2024), à medida que as empresas priorizam dados para tomada de decisão, *softwares* como o *Microsoft Power BI* se tornam cruciais para otimizar o controle e exibir informações atualizadas.

Paralelamente, os indicadores-chave de desempenho (KPIs) configuram-se como instrumentos fundamentais nesse processo, pois permitem mensurar o alcance das metas organizacionais, identificar falhas operacionais e fomentar a melhoria contínua (Gonçalves; Campante, 2023). Dessa forma, os indicadores conectam a gestão à execução, ao transformar dados em informações estratégicas com o auxílio do *Power Bi*.

Sob essa perspectiva, Cunha e Paula (2020) ressaltam que o *Business Intelligence* tem como finalidade integrar e transformar dados de várias fontes, internas e externas, em informações úteis e acessíveis, auxiliando na tomada de decisões de forma rápida e eficiente. Nesse cenário, Santos *et al.* (2024) afirmam que o *Power BI*, lançado pela *Microsoft* em 2014, se diferencia pela sua facilidade de uso e por não exigir um grande conhecimento técnico em bancos de dados, facilitando sua utilização nas empresas.

No contexto industrial, especialmente em processos que envolvem inspeção, controle e padronização, como no caso das linhas de vida em indústrias metalúrgicas, a aplicação de ferramentas como o *Power BI* possibilita o monitoramento sistemático de indicadores, a

rastreabilidade de não conformidades e o suporte às etapas do ciclo DMAIC, contribuindo para decisões mais assertivas e para a confiabilidade das informações.

2.4 DMAIC

A metodologia Lean Six Sigma é uma iniciativa que abrange toda a organização e visa alcançar zero defeitos, diminuir as variações nas indústrias de manufatura, eliminar gargalos e entregar qualidade consistente (Mittal et al., 2023, p. 1). Nesse sentido, o Lean Six Sigma conta com cinco etapas conhecidas como DMAIC (definir oportunidades, medir o desempenho, analisar oportunidades, melhorar e controlar o desempenho).

Pesquisas recentes indicam que a metodologia DMAIC tem sido aplicada de forma eficaz tanto em ambientes industriais quanto em contextos de saúde, evidenciando como uma ferramenta de melhoria contínua. Enquanto em processos clínicos o método contribui para a adequação terapêutica e segurança do paciente (Wessel et al., 2024), na indústria a metodologia demonstra redução de falhas e aumento da eficiência operacional (Mittal et al., 2023). Em ambos os casos, a coleta e análise sistemática de dados são elementos centrais para o sucesso da aplicação da ferramenta.

Nesta perspectiva, Bezerra et al. (2025) reforça que a integração desta metodologia com a filosofia Lean Six Sigma permite enfrentar desafios operacionais complexos. Ao identificar a percepção de falhas e padronizar os serviços, o método eleva a confiabilidade e a satisfação dos requisitos de segurança, aspecto fundamental para a gestão de equipamentos críticos, principalmente no que tange às linhas de vida.

Diante dessa perspectiva, este artigo propõe a aplicação estruturada da metodologia DMAIC como método orientador para o planejamento e organização das inspeções de linhas de vida em uma indústria metalúrgica. Essa aplicação se sustenta a partir da definição clara dos requisitos normativos e operacionais através de documentações, da mensuração dos indicadores de desempenho, da análise das principais causas de não conformidades, da implementação de melhorias no processo de inspeção e do estabelecimento de mecanismos de controle contínuo com a utilização do Power BI, busca-se estruturar um modelo sistemático que assegure maior confiabilidade, rastreabilidade e segurança na gestão desses equipamentos críticos na unidade fabril.

3. Metodologia

Nessa seção, apresenta-se a metodologia adotada. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso único de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e caráter descritivo, utilizando abordagens qualitativas e quantitativas, utilizando a metodologia DMAIC. Segundo Wessel *et al.* (2024), a utilização da metodologia DMAIC é eficaz para a estruturação de processos críticos e a padronização de procedimentos em ambientes de alto risco, garantindo uma análise sistemática baseada em dados para a mitigação de falhas operacionais.

O estudo foi realizado em uma empresa do setor metalúrgico, voltado para a gestão das linhas de vida instaladas na unidade fabril. Para a execução do trabalho, foi designada uma equipe de inspetores, responsáveis por realizar o levantamento completo desses equipamentos.

Com base nesse levantamento, procedeu-se à quantificação das linhas de vida ativas e inativas, permitindo a atualização do sistema interno e a correção de inconsistências cadastrais. A partir dos dados obtidos, foram elaborados e revisados planos de manutenção, assegurando que as inspeções periódicas sejam realizadas dentro dos prazos estabelecidos.

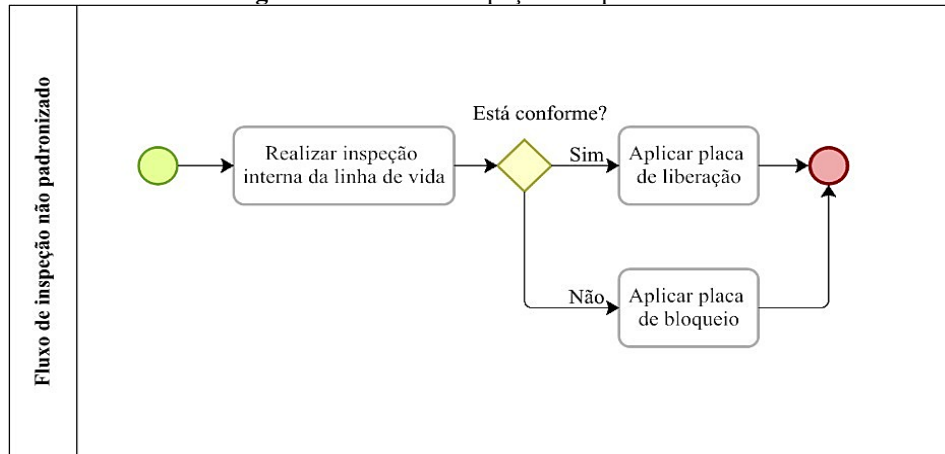
Por fim, foi desenvolvido um *dashboard* na plataforma *Microsoft Power BI*, com a finalidade de consolidar as informações levantadas e promover uma gestão mais ativa e integrada dos ativos críticos de segurança, possibilitando o acompanhamento de indicadores e o suporte à tomada de decisão.

4. Resultados e Discussão

4.1 Definição

A empresa em estudo não apresentava controle e gestão eficientes de suas linhas de vida. O sistema indicava determinada quantidade de equipamentos com status “ativos”, porém a realidade de campo era distinta: muitos estavam desativados, enquanto outros operavam sem registro. Essa divergência comprometia a gestão segura e dificultava a tomada de decisão baseada em dados confiáveis.

Além disso, as inspeções para aplicação das placas de liberação eram realizadas internamente, de forma não padronizada. A ausência de um procedimento estruturado para toda a área fabril contribuía para a baixa confiabilidade e segurança desses ativos. A Figura 2 apresenta como era realizado o processo de inspeção das linhas de vida, no qual era avaliada somente a integridade estrutural.

Figura 2 – Fluxo de inspeção não padronizado


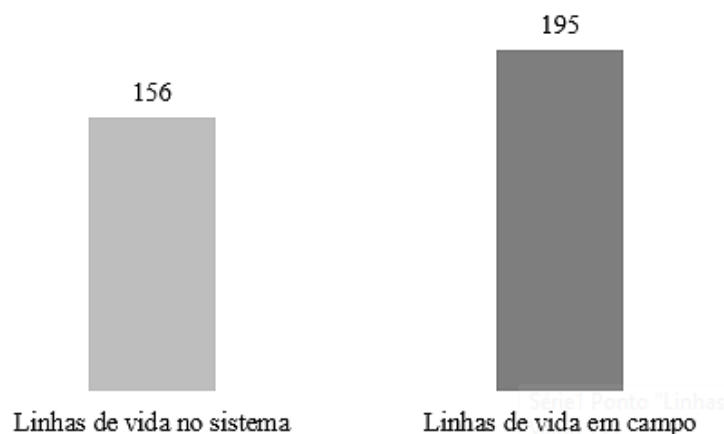
Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

O processo de inspeção não contemplando a verificação da documentação técnica, o que impedia a validação normativa completa dos equipamentos.

4.2 Mensuração

Para determinar o quantitativo real de linhas de vida existentes, um time de inspetores e auxiliares percorreram toda a unidade, o objetivo era identificar a quantidade de linhas de vida ativas com placas de liberação e linhas de vida inativadas com placa de bloqueio. A inspeção permitiu a identificação e localização física dos ativos e também a classificação assertiva do seu status operacional.

Este processo foi fundamental para a elaboração de um levantamento eficiente e para a definição da real quantidade de linhas de vida instaladas na fábrica, revelando, dessa forma, a veracidade dos registros internos, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Comparativo entre registros de sistema e realidade de campo


Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

A Figura 3 apresenta a comparação entre o quantitativo de linhas de vida registradas como ativas no sistema (156 ativos) e o mapeamento realizado em campo por meio das inspeções (195 dispositivos). O levantamento revelou uma diferença de 39 unidades, o que corresponde a aproximadamente 25% de divergência. Esse resultado evidencia que uma parcela significativa das linhas de vida não estava cadastrada no sistema organizacional.

Essa divergência reforçou a fragilidade do controle identificada no início do estudo, uma vez que a ausência de cadastro de parte dos ativos comprometia a confiabilidade das informações e dificultava o planejamento das inspeções e manutenções preventivas. Analiticamente, tal cenário confirma que a falta de fidedignidade dos dados não era apenas um erro de registro, mas um indicador de risco latente que expunha a unidade a falhas estruturais não monitoradas. Portanto, a inexistência de um controle e monitoramento integrado elevava a vulnerabilidade operacional e o risco para os mantenedores, justificando a necessidade de reestruturação do processo de gestão.

4.3 Análise

Nesta etapa, utilizou-se o método dos 5 Porquês, que possibilitou a identificação da causa raiz dos problemas. A técnica consiste em questionar sucessivamente cada ocorrência até alcançar a origem da falha. Por meio dessa abordagem, foi possível compreender os fatores que contribuíram para as falhas no controle das linhas de vida, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Método dos cinco por quês

Etapa	Por quê?	Respostas
1º Por quê	Por que o sistema mostrava quantidade incorreta de linhas de vida?	Divergência entre o cadastro no sistema e a condição real em campo
2º Por quê	Por que havia divergência entre cadastro e condição física?	Linhas desativadas permaneciam como ativas e as novas não eram cadastradas
3º Por quê	Por que as linhas não eram atualizadas no sistema?	Não havia responsável definido para atualizar o sistema
4º Por quê	Por que não havia responsável definido?	Gestão não estruturada, sem procedimentos e sem integração ao sistema central.
5º Por quê	Por que a gestão não era estruturada e integrada?	Áreas atuavam isoladamente, sem padronização e sem sistema único integrado.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

O método aplicado, conforme se observa na Figura 4, permite notar que a causa raiz do problema reside na fragmentação da responsabilidade e na falta de uma estrutura formal de gestão. A resposta ao quinto porquê explica a razão pela qual as inspeções eram ineficazes, visto que o isolamento das áreas impedia a visão sistêmica necessária para a segurança em

altura. Portanto, a solução proposta na fase Melhorar, que consistiu na criação de uma equipa dedicada e de um inventário único, ataca diretamente a origem desta falha de governança e não apenas o sintoma físico.

4.4 Melhorar

Na fase de Melhorar, foram implementadas as ações para sanar as causas raízes identificadas na análise anterior. Uma equipe técnica foi designada para realizar inspeções de integridade estrutural em todas as linhas da unidade.

Como resultado, foi elaborado um inventário das linhas de vida existentes, contendo informações atualizadas a respeito das quantidades em uso e desativadas, sua respectiva localização e identificação. A elaboração desse inventário permitiu identificar quais equipamentos possuíam planos de manutenção ativos e quais não apresentavam nenhum registro no sistema, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Inventário de linhas de vida

Área	Equipamento	Local da linha de vida	TAG	Documentação	Status da LV
Infraestrutura 2	LA-30033	Plataforma de manutenção	LV222025	Aprovada	Liberada
Infraestrutura 2	LA-30033	Plataforma de manutenção	LV222026	Aprovada	Liberada
Infraestrutura 2	LA-30033	Plataforma de manutenção	LV222027	Aprovada	Liberada
Infraestrutura 2	LA-30034	Plataforma de manutenção	LV 114002	Aprovada	Liberada
Infraestrutura 2	LA-30034	Plataforma de manutenção	LV 124001	Aprovada	Liberada
Infraestrutura 2	LA-30034	Plataforma de manutenção	LV 124002	Aprovada	Liberada

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

O inventário é atualizado periodicamente pela equipe de inspeção e revisado pela engenharia, servindo como banco de dados para os indicadores de performance e controle, como o indicador de gestão de linhas de vida.

Com o objetivo de padronizar as atividades, foi elaborado e implementado um Procedimento Operacional Padrão (POP) para a governança para sistemas de proteção contra quedas, visando assegurar a integridade física dos trabalhadores em altura. O fluxo abrange desde o inventário físico e cadastramento de 100% das linhas de vida em sistema *Enterprise Resource Planning (ERP)*, assim como a avaliação de documentação técnica dos equipamentos pela engenharia como projetos e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), e a planos de manutenção e programação automática de manutenções preventivas anuais, assegurando rastreabilidade, confiabilidade.

A operacionalização envolve a identificação única de cada ativo, avaliação de inspeção de integridade estrutural e avaliação técnica em campo para verificação de conformidade com o projeto, e a aplicação de placas de liberação ou bloqueio.

Após cada inspeção, é gerado um relatório que contém informações de oportunidades de melhoria, registros fotográficos e laudo técnico de inspeção, esses relatórios são compartilhados com as áreas responsáveis de duas formas, ativos críticos bloqueados, os relatórios são enviados por e-mail de forma imediata e para os demais, através de dashboards de controle.

4.5 Controle

Na fase de Controle, foi desenvolvido um *dashboard* no *Microsoft Power BI*, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Dashbord de gestão de linhas de vida



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Conforme ilustrado na Figura 6, o painel desenvolvido apresenta indicadores gerenciais para o monitoramento das linhas de vida, sendo composto por quatro cartões principais: quantidade de linhas inspecionadas, número de relatórios realizados e disponíveis para compartilhamento, número de inspeções executadas e total de novas linhas cadastradas no sistema corporativo. O *dashboard* inclui ainda um gráfico de rosca que demonstra a proporção de linhas liberadas e bloqueadas para uso, além de dois gráficos de colunas que apresentam a distribuição das inspeções por área interna da unidade e por gerência geral, permitindo tanto uma análise setorial quanto uma visão estratégica consolidada do desempenho das atividades.

A interpretação da Figura 6 permite concluir que o uso do *Business Intelligence* transmutou dados brutos em inteligência estratégica. Enquanto o cenário inicial (apresentado na Figura 3) era de incerteza, o *dashboard* assegura a fidedignidade das informações em tempo real. O gráfico de rosca, que indica a proporção de linhas bloqueadas, funciona como um painel de controle de riscos, permitindo que a liderança direcione recursos para as áreas críticas de forma imediata. Assim, a ferramenta não apenas monitora, mas assegura a sustentabilidade das melhorias implementadas no ciclo DMAIC.

O indicador é composto por duas listas. A primeira é destinada ao compartilhamento de relatórios técnicos onde o responsável do equipamento pode filtrar o relatório desejado tanto pelo número de identificação do equipamento quanto pela data da inspeção, tendo acesso instantâneo ao arquivo em formato PDF. A segunda tabela apresenta o detalhamento das inspeções realizadas.

5. Considerações Finais

A aplicação da metodologia DMAIC demonstrou ser uma estratégia robusta e eficiente para a estruturação, controle e a padronização da gestão de linhas de vida, contribuindo diretamente para o alcance dos objetivos de melhoria propostos. Por meio das etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, foi possível consolidar um inventário técnico preciso e funcional para os ativos.

Nesse processo, foi centralizada a avaliação da documentação técnica e da inspeção estrutural sob a responsabilidade de uma única equipe. Com a padronização das atividades, observou-se a redução de subjetividades e o aumento da confiabilidade dos dispositivos, o que resultou em maior segurança nas operações em altura e na plena conformidade com os requisitos normativos da organização.

A partir dos dados coletados, foi realizada a integração com o Microsoft Power BI, aprimorando a governança das informações. A criação de painéis gerenciais e gráficos dinâmicos permitiu que a gestão contasse com uma ferramenta de monitoramento contínuo, facilitando a obtenção de atualizações em tempo real. Essa visibilidade otimizou o compartilhamento de dados e forneceu suporte estratégico à tomada de decisão da liderança.

Conclui-se, portanto, que os objetivos estabelecidos foram plenamente atingidos. A utilização sistemática do ciclo DMAIC revelou-se essencial para padronizar o modelo de gestão, reduzindo falhas relacionadas ao controle documental e operacional. A organização da

base de inspeções, aliada à tecnologia de Business Intelligence, viabilizou um sistema de gestão à vista que elevou a capacidade analítica e a precisão na tomada de decisão.

Em suma, este estudo evidencia que a implementação de metodologias estruturadas, guiadas por dados, atende aos requisitos normativos e impulsiona a maturidade gerencial, a sustentabilidade dos processos e a mitigação de riscos em ativos críticos de segurança.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Darlei Alsevir de et al. **Dimensionamento de linha de vida horizontal em obras de construção civil: uma revisão bibliográfica**. Revista Eletrônica Multidisciplinar UNIFACEAR, [S.l.], 2022. Disponível em: <https://revista.unifacear.edu.br/rem/article/view/556>. Acesso em: 12 nov. 2025.

AUSTA HOSPITAL. **Investir em segurança do trabalho evita acidentes e diminui custos. 2021**. Disponível em: <https://blog.austahospital.com.br/seguranca-do-trabalho-evita-acidentes/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

REVISTA PROTEÇÃO. **Atividade em altura representa 40% dos acidentes de trabalho. 2020**. Disponível em: <https://www.protecao.com.br/geral/atividade-em-altura-representa-40-dos-acidentes-de-trabalho/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

BARROS, L. **Segurança no trabalho: as principais ações a serem tomadas**. SOLIDES TANGERINO, 2023. Disponível em: <https://tangerino.com.br/blog/seguranca-no-trabalho/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

BEZERRA, Dhiego Jorge Cardoso et al. **A importância estratégica da implementação do DMAIC Lean Six Sigma em uma oficina automotiva em Goiânia – GO, buscando a melhoria e satisfação do cliente**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 45., 2025, Natal. Anais [...]. Natal: ENEGEP, 2025. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-IMPORT%C3%82NCIA-ESTRAT%C3%89GICA-DA-IMPLEMENTA%C3%87%C3%83O-DO-DMAIC-Bezerra-Santos/e93371a721948469b82917a4a0635a09f11168ae>. Acesso em: 12 jan. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **NR-35 – Trabalho em altura**. Portaria MTP nº 4.218, de 20 de dezembro de 2022. Brasília: Ministério do Trabalho e Previdência, 2022.

COIRO, Pâmela Aléssio; PASSARI, Émerson dos Santos; COSTA, Cainã Lima. **Aplicação de sistema de trilho rígido para linha de vida na prevenção ao risco de queda em altura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2022, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2022. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/arquivos/10162022_191005_634c7fd57fb48.pdf. Acesso em: 12 nov. 2025.

CUNHA, C.; PAULA, L. **Análise do uso de uma ferramenta de business intelligence em tomadas de decisão a partir de dados de mídia social**. Revista Científica E-Locução, v. 1, n. 16, p. 20–39, 2020. Disponível em: <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/212>. Acesso em: 17 fev. 2026.

SOC. **Dicas e recomendações para evitar acidentes no trabalho em altura. 2023**. Disponível em: <https://www.soc.com.br/blog-de-sst/evitar-acidentes-no-trabalho-em-altura/>. Acesso em: 11 nov. 2025.

SANTOS, Giselle de Oliveira dos et al. **Power BI como aliado na extração de percepções estratégicas e tomada de decisão no comércio exterior brasileiro**. Revista e-Fatec, [S. l.], v. 14, n. 2, out. 2024. Disponível em: https://pesquisafatec.com.br/ojs/efatec/pt_BR/article/view/334. Acesso em: 12 nov. 2025.

GONÇALVES, C. T.; GONÇALVES, M. J. A.; CAMPANTE, M. I. **Development of integrated performance dashboard visualizations using Power BI as a platform**. Information, v. 14, n. 11, p. 614, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/info14110614>. Acesso em: 18 nov. 2025.



HÜTTEN, N. et al. **Deep learning for automated visual inspection in manufacturing and maintenance: a survey of open-access papers.** Applied System Innovation, v. 7, n. 1, p. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/asi7010011>. Acesso em: 11 dez. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE (INBRAEP). **Quais são os acidentes mais típicos de trabalhos em altura?**. 2022. Disponível em: <https://inbraep.com.br/publicacoes/quais-sao-os-acidentes-mais-tipicos-de-trabalhos-em-altura/>. Acesso em: 11 jan. 2026.

MARS QUALITY. **Product inspection: what it is, why it's important & how it works.** 2023. Disponível em: <https://www.marsquality.com/product-inspection-what-it-is-why-its-important-how-it-works/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

MITTAL, Ankesh et al. **The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: a case study on Indian manufacturing company.** Heliyon, v. 9, n. 4, e14625, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14625>. Acesso em: 13 nov. 2025.

OLIVEIRA, Matheus Ribeiro de; ARAÚJO, Janusa Soares de. **Sistema de linha de vida para trabalho em altura em construção predial – varal de segurança: estudo de caso.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023. Acesso em: 17 jan. 2026.

POLÔNIA. **Acidentes de trabalho em 2020: informações estatísticas.** Gdańsk: Escritório de Estatística de Gdańsk, 2021. Disponível em: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

RIBEIRO, A. G. et al. **Automatic visual inspection for industrial application.** Journal of Imaging, v. 11, p. 350, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/jimaging11100350>. Acesso em: 25 nov. 2025.

RIBEIRO, I. G.; ARAÚJO, J. S. **Análise da percepção de riscos de trabalhadores da construção civil no trabalho em altura: estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, 2023. Acesso em: 10 nov. 2025.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI). **Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção.** Brasília, DF: Sesi, 2017. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/11/guia-pratico-para-calculo-de-linha-de-vida-e-restricao-para-industria-da-construcao/>. Acesso em: 12 jan. 2026.

UPPELSA, Nicolas. **Encontro estadual de SST debate gestão de trabalho em altura.** Revista Proteção, 20 nov. 2025. Disponível em: <https://protecao.com.br/noticias/eventos/encontro-estadual-de-sst-de-debate-gestao-de-trabalho-em-altura/>. Acesso em: 24 fev. 2026.

WESSEL, Rebecca J. et al. **Use of the DMAIC Lean Six Sigma quality improvement framework to improve beta-lactam antibiotic adequacy in the critically ill.** International Journal for Quality in Health Care, v. 36, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzae062>. Acesso em: 14 fev. 2026.

ZAMIL, M. H.; MOHIUDDIN, M.; MAMUN, M. N. H. **Business intelligence systems in finance and accounting: a review of real-time dashboarding using Power BI & Tableau.** American Journal of Scholarly Research and Innovation, v. 3, n. 2, p. 52–79, 2024. DOI: <https://doi.org/10.63125/fy4w7w04>. Acesso em: 17 jan. 2026.