



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá

THIAGO SANO

Aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* na implantação de equipamentos na rede de telecomunicações

Guaratinguetá
2024

Thiago Sano

Aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* na implantação de equipamentos na rede de telecomunicações

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia e Ciências do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientadora: Prof.^a Dra. Amanda dos Santos Mendes

Coorientadora: Prof.^a Dra. Marcela Aparecida Guerreiro Machado de Freitas

Guaratinguetá
2024

S228a	Sano, Thiago Aplicação da metodologia Lean Six Sigma na implantação de equipamentos na rede de telecomunicações / Thiago Sano - Guaratinguetá, 2024. 44 f : il. Bibliografia: f. 41-44 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2024. Orientadora: Prof.^a Dra. Amanda dos Santos Mendes Coorientadora: Prof.^a Dra. Marcela Aparecida Guerreiro Machado de Freitas 1. Gestão da qualidade total. 2. Telecomunicações. I. Título. CDU658.56
-------	---

THIAGO SANO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Dr. CELSO EDUARDO TUNA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

AMANDA DOS SANTOS MENDES

Data: 30/01/2024 13:30:05-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dr. AMANDA DOS SANTOS MENDES
Orientadora - UNESP-FEG/UFF



Documento assinado digitalmente

TULIO SERGIO DE ALMEIDA

Data: 31/01/2024 14:49:30-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dr. TÚLIO SÉRGIO DE ALMEIDA
UNESP/UGB



Documento assinado digitalmente

SUELIO ALVES DE MOURA

Data: 31/01/2024 14:33:41-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Me. SUELIO ALVES DE MOURA
UNESP-FEG

Janeiro/2024

RESUMO

A metodologia *lean*, criado pela Toyota, foi desenvolvida visando eliminar desperdícios e aumentar a qualidade e produtividade dos processos. Já o *six sigma*, originário da Motorola, foi desenvolvido visando reduzir drasticamente a variabilidade dos processos. Quando combinadas, a metodologia *lean six sigma* proporciona uma maior eficiência em todas as etapas do processo a ser implantado e torna o processo mais eficiente como um todo. Esta monografia apresenta uma pesquisa sobre a aplicação da metodologia *lean six sigma* na implantação de equipamentos na rede de telecomunicações, em que atividades manuais representam, inicialmente, 41% do tempo gasto na atividade. Tendo como auxílio ferramentas como gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa e a metodologia DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar), foram identificados pontos problemáticos no processo existente e definidas as causas raízes para que um plano de ação fosse montado para implantar as melhorias no processo. Foi observado neste trabalho que, ao aplicar o *lean six sigma*, houve uma redução de 35,92% no tempo gasto na atividade por mês, diminuição de retrabalhos e foi possível padronizar o processo fim a fim, possibilitando automatizar determinadas atividades.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Six Sigma*; implantação de equipamentos; otimização; DMAIC; telecomunicações.

ABSTRACT

The lean methodology, created by Toyota, was developed to eliminate waste and increase the quality and productivity of processes. The six sigma methodology, originating from Motorola, was developed to drastically reduce process variability. When combined, the lean six sigma methodology provides greater efficiency in all stages of the process to be implemented and makes the process more efficient overall. This thesis presents a research on the application of the lean six sigma methodology in the deployment of equipment in the telecommunications network, in which manual activities initially represent 41% of the time spent on the activity. Using tools such as Pareto chart, Ishikawa diagram and the DMAIC methodology (Define-Measure-Analyze-Improve-Control), problematic points in the process were identified and root causes were defined so that an action plan could be put in place to implement improvements in the process. This work observed that, when applying lean six sigma, there was a reduction of 35.92% in the time spent on the activity per month, a decrease in rework, and it was possible to standardize the end-to-end process, making it possible to automate certain activities.

KEYWORDS: Lean Six Sigma; equipment deployment; optimization; DMAIC; telecommunications.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1	INTRODUÇÃO À METODOLOGIA <i>LEAN SIX SIGMA</i>	7
2.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES	11
2.2.1	Processo de implantação de switches de acesso (SWA).....	16
2.3	O PROCESSO DMAIC	20
3	MÉTODO.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	FASE 1: DEFINIR	25
4.2	FASE 2: MEDIR	25
4.3	FASE 3: ANALISAR.....	27
4.4	FASE 4: MELHORAR	28
4.5	FASE 5: CONTROLAR	33
5	DESAFIOS E BARREIRAS NA ADOÇÃO DO <i>LEAN SIX SIGMA</i> EM TELECOMUNICAÇÕES.....	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÃO DE PESQUISA FUTURA.....	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Em um cenário de telecomunicações globalmente competitivo, a excelência operacional torna-se imperativa. A implantação de equipamentos em uma rede é frequentemente caracterizada por processos multifacetados que exigem precisão, eficiência e robustez. A metodologia *Lean Six Sigma*, reconhecida por sua eficácia na melhoria de processos e na otimização de recursos, oferece uma abordagem estruturada para enfrentar esses desafios.

Ao analisar o processo de implantação na rede de telecomunicações através das lentes do *Lean Six Sigma*, identifica-se, inicialmente, as variáveis críticas para o sucesso do processo. Esta análise, frequentemente conhecida como Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar (DMAIC), é central para compreender as nuances e variabilidades associadas ao processo. Neste âmbito, qualquer desvio, por menor que seja, pode resultar em falhas de rede, perda de sinal ou interrupções no serviço.

Considerando que é vital para a infraestrutura de comunicações de uma nação, a precisão não é apenas desejável, mas essencial. A abordagem, com seu foco dual em eficiência e precisão, oferece às operadoras uma rota estratégica para garantir que a implantação seja executada de maneira otimizada, reduzindo custos e melhorando a confiabilidade da rede.

Segundo Atmaca e Girenes (2013), a metodologia *Lean Six Sigma* pode ser utilizada em qualquer área de negócio e gerar uma redução de custos de até 25% no valor final.

A fim de atingir os objetivos estabelecidos e abordar as categorias necessárias, a questão de pesquisa foi definida da seguinte forma: Como a metodologia *Lean Six Sigma* pode otimizar a implantação de equipamentos na rede de telecomunicações em termos de eficiência, eficácia e redução de custos? Segundo Aguiar (2002), quando ferramentas de controle de qualidade (como DMAIC) é alinhado com o conhecimento técnico, é possível aumentar de forma significativa a eficiência na solução de problemas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA *LEAN SIX SIGMA*

No cenário contemporâneo das práticas de gestão, emergem dois conceitos robustos que têm reformulado a paisagem operacional de muitas organizações: *Lean* e *Six Sigma*. Inicialmente, é imperativo elucidar o que cada metodologia singularmente representa e, posteriormente, como se complementam.

O *Lean*, originário das práticas operacionais da Toyota no Japão, visa a eliminação de desperdícios nos processos. Desperdícios, neste contexto, são atividades que não adicionam valor ao produto ou serviço final entregue ao cliente. A essência desta metodologia centra-se em maximizar o valor para o cliente enquanto se minimiza o uso de recursos. Através da perspectiva *Lean*, as organizações observam seus processos com um olhar crítico, identificando e eliminando etapas redundantes, demoras e recursos subutilizados, de modo a criar fluxos de trabalho mais ágeis e eficientes (VIDAL JUNIOR, 2022).

Por outro lado, o *Six Sigma* emerge como uma abordagem focada na qualidade e na redução da variabilidade dos processos. Desenvolvida originalmente pela Motorola, essa metodologia identifica e analisa as causas de defeitos ou falhas em processos, com o objetivo final de alcançar níveis de defeito próximos a zero. A filosofia subjacente ao *Six Sigma* é a busca pela excelência operacional, e sua prática implica em um entendimento rigoroso dos processos e da variabilidade inerente a eles, para que se possa então implementar soluções que os aprimorem (GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020).

Quando combinadas, estas duas metodologias oferecem um paradigma de gestão que busca eficiência e eficácia em todos os aspectos de um negócio. Enquanto o *Lean* se concentra em acelerar os processos e eliminar o supérfluo, o *Six Sigma* assegura que tais processos sejam de alta qualidade e consistentes. Juntas, essas abordagens fornecem às organizações um roteiro holístico para a melhoria contínua, alinhando os objetivos operacionais com as necessidades e expectativas dos clientes (HEES *et al.*, 2019).

Com o tempo, ambas as metodologias atravessaram fronteiras geográficas e setoriais. Empresas globalmente reconhecidas, tais como General Electric e Honeywell, adaptaram e adotaram estas filosofias, moldando-as de acordo com suas necessidades e objetivos. A convergência do *Lean* e do *Six Sigma* foi um desenvolvimento natural, resultando em uma abordagem integrada que combinava a eficiência do *Lean* com a precisão do *Six Sigma* (JORDÃO, 2022).

Em sua evolução, o *Lean* e o *Six Sigma* tornaram-se mais do que meras práticas operacionais; transformaram-se em pilares de uma cultura de excelência. As organizações que abraçaram estas metodologias não apenas buscavam a melhoria dos processos, mas também aspiravam a cultivar uma mentalidade de aperfeiçoamento contínuo em todos os níveis hierárquicos.

Ao se embrenhar na jornada de implementação das metodologias *Lean* e *Six Sigma*, as organizações antecipam uma série de benefícios, porém também enfrentam desafios inerentes ao processo. É fundamental reconhecer e avaliar esses aspectos para garantir uma transição bem-sucedida e sustentável (CUNHA, 2022).

Por um lado, os benefícios manifestam-se em múltiplas dimensões operacionais e estratégicas. A otimização de processos, que se concentra na eliminação de etapas redundantes e na minimização de desperdícios, pode resultar em economias significativas para a empresa. Este aprimoramento operacional, por sua vez, frequentemente se traduz em entregas mais rápidas e consistentes, elevando a satisfação do cliente. Ademais, ao adotar ferramentas estatísticas e analíticas do *Six Sigma*, as organizações ganham uma compreensão mais profunda de suas operações, permitindo a tomada de decisões baseadas em dados e a identificação proativa de oportunidades de melhoria (FERREIRA, 2019).

Contudo, juntamente com estas vantagens, surgem desafios que não podem ser negligenciados. A resistência à mudança é, sem dúvida, um dos maiores obstáculos. Transformar a cultura organizacional requer uma liderança forte e um compromisso inabalável com a educação e o treinamento contínuos. Em muitos casos, os colaboradores podem sentir-se desconfortáveis com as novas ferramentas e processos, ou até mesmo ameaçados pela natureza disruptiva das mudanças (GHOLAMI *et al.*, 2021).

A implementação destas metodologias exige investimento, tanto em termos de recursos financeiros quanto de tempo. A capacitação adequada dos colaboradores, a reestruturação dos processos e a aquisição de ferramentas necessárias podem pesar sobre os cofres da organização. O retorno sobre esse investimento, embora significativo, pode não ser imediato, requerendo paciência e persistência (GOLDSTEIN, 2020).

Em uma paisagem industrial diversificada e em constante evolução, o *Lean Six Sigma* demonstrou sua versatilidade, adaptando-se e trazendo valor a diversos setores. A universalidade dos seus princípios e ferramentas tem proporcionado transformações que vão muito além dos setores de manufatura, onde suas raízes são mais profundamente ancoradas.

Na indústria de saúde, por exemplo, a adoção tem levado a melhorias notáveis na qualidade do atendimento ao paciente. Ao eliminar etapas desnecessárias e reduzir

variabilidades nos processos, hospitais e clínicas têm conseguido reduzir tempos de espera, melhorar a precisão dos diagnósticos e aumentar a eficiência nas operações (COSTA *et al.*, 2018).

No setor financeiro, instituições têm se beneficiado da aplicação meticulosa das ferramentas analíticas do *Six Sigma*. Por meio da análise de processos e do rastreamento de defeitos, as organizações financeiras têm conseguido identificar e mitigar riscos, otimizar portfólios e melhorar a satisfação do cliente, garantindo, assim, uma maior conformidade regulatória (ERDIL; AKTAS; ARANI, 2018).

A indústria de varejo, com sua dinâmica acelerada e foco intenso no cliente, também encontrou no *Lean Six Sigma* um aliado robusto. A gestão eficiente do inventário, a otimização da cadeia de fornecimento e a melhoria da experiência do cliente são apenas algumas das áreas em que estas metodologias têm feito a diferença (RAPÔSO *et al.*, 2019).

O setor de tecnologia, marcado por rápidas mudanças e inovações constantes, incorporou elementos em suas operações para aumentar a eficiência, reduzir ciclos de desenvolvimento e garantir que produtos de alta qualidade cheguem ao mercado em tempo hábil (RAVAL; KANT; SHANKAR, 2018).

Encontra-se um conjunto sofisticado de ferramentas e técnicas que fornecem o alicerce para análise e melhoria contínua de processos. Estas ferramentas, multifacetadas e adaptáveis, abrangem uma variedade de funções e têm o potencial de transformar as operações quando aplicadas corretamente (RODRIGUES *et al.*, 2022).

Muitas organizações começam com o mapeamento de processos, usando o diagrama de fluxo de valor. Esta ferramenta visual permite às equipes identificar etapas redundantes, pontos de estrangulamento e oportunidades de otimização, proporcionando uma visão clara do fluxo de trabalho e das áreas que precisam de atenção (PEREIRA, 2022).

A abordagem 5S, originária do *Lean*, é outra técnica fundamental. Ela foca na organização e padronização do local de trabalho, garantindo que tudo tenha um lugar designado e que os processos sejam eficientes e replicáveis. Esta técnica é frequentemente o primeiro passo na criação de um ambiente de trabalho produtivo e otimizado (QUEIROZ, 2022).

Na esfera do *Six Sigma*, ferramentas estatísticas como o gráfico de controle, análise de regressão e o design de experimentos desempenham papéis cruciais. Elas permitem às organizações monitorar a qualidade dos processos, identificar variações e determinar as relações causais entre diferentes variáveis. Estas ferramentas ajudam na tomada de decisões baseada em dados e na identificação de oportunidades para melhoria contínua (RAPÔSO *et al.*, 2019).

A técnica do 'Poka-Yoke', também conhecida como 'à prova de erros', é uma abordagem sistemática para prevenir defeitos no processo de produção ou de prestação de serviços. Essa técnica pode ser implementada por meio de quatro tipos principais de mecanismos: mecanismos de alerta, que emitem sinais para chamar atenção para potenciais erros; mecanismos de controle, que impedem a ocorrência do erro ao bloquear fisicamente a operação inadequada; mecanismos de direcionamento, que guiam o operador através de passos específicos para evitar erros; e mecanismos de prevenção de erros por meio da detecção precoce. Ao desenvolver esses mecanismos, as organizações podem reduzir drasticamente a ocorrência de defeitos e aumentar significativamente a eficiência operacional (RODRIGUES *et al.*, 2022).

A Matriz de Causa e Efeito, também conhecida como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama Espinha de Peixe, é uma ferramenta visual que ajuda as equipes a identificar, explorar e visualizar as possíveis causas de um problema específico. Esta ferramenta utiliza a abordagem dos '6M's' para facilitar a análise: *Man* (mão de obra), *Machine* (máquina), *Material*, *Method* (método), *Measurement* (medição) e *Mother Nature* (meio ambiente). Cada 'M' representa uma categoria de possíveis causas que podem contribuir para o problema em questão. Ao categorizar as causas potenciais nessas áreas, as equipes podem realizar uma análise mais estruturada e identificar áreas-chave para intervenção (RAVAL; KANT; SHANKAR, 2018).

A mensuração e o monitoramento rigoroso são pilares fundamentais da metodologia *Lean Six Sigma*. Através de métricas específicas, as organizações conseguem avaliar o desempenho dos processos, identificar áreas de melhoria e monitorar os avanços. Entender essas métricas é crucial para quem deseja obter sucesso na implementação (SINGH & RATHI, 2019).

Dentre as métricas essenciais, a taxa de defeitos é uma das mais significativas. Mede-se o número de defeitos por oportunidade e, por meio deste índice, é possível identificar a qualidade do processo em questão. Em um contexto ideal, a meta é reduzir esta taxa a níveis próximos de zero (SONY; NAIK; THERISA, 2019).

O tempo de ciclo, originário da abordagem *Lean*, refere-se ao tempo total necessário para completar um processo do início ao fim. Reduzir o tempo de ciclo pode resultar em maior eficiência e satisfação do cliente, sendo essencial para processos que visam a agilidade (SOUZA *et al.*, 2018).

O rendimento do processo, ou eficiência, é uma métrica que compara a saída de um processo com o que seria possível produzir sob condições ideais. Tal indicador ajuda a compreender quão bem um processo está funcionando em relação ao seu potencial máximo (SILVA *et al.*, 2022).

O valor de Sigma, por sua vez, é uma métrica central no *Six Sigma*. Ele quantifica a variabilidade de um processo, com processos *Six Sigma* apresentando apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. Esse número reflete um alto padrão de qualidade e eficiência (SOARES *et al.*, 2018).

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

As telecomunicações, em sua essência, representam uma evolução contínua e notável de mecanismos e estratégias para conectar indivíduos e informações ao longo do espaço e do tempo. A jornada histórica desse setor é pontuada por inovações significativas, cada uma delas refletindo o espírito inovador e a necessidade humana de comunicação.

Iniciando-se com sinais de fumaça e tambores, os antigos métodos de comunicação, embora rudimentares, estabeleceram as bases para sistemas mais sofisticados. A invenção do telégrafo no século XIX marcou um avanço significativo, permitindo a transmissão instantânea de mensagens codificadas através de longas distâncias. Pouco tempo depois, o telefone, com sua habilidade de transmitir voz humana, revolucionou a maneira como as pessoas interagiam, diminuindo barreiras geográficas e temporais (ARCIDIACONO & PIERONI, 2018).

No entanto, foi no século XX que conheceram seus avanços mais drásticos. A introdução da radiodifusão permitiu que mensagens fossem transmitidas a um público amplo, mudando não apenas a natureza da comunicação, mas também a cultura e a política. A televisão, surgindo algumas décadas depois, adicionou uma dimensão visual à comunicação de massa, transformando-se em um pilar da sociedade contemporânea (CHIROLI *et al.*, 2020).

Com a invenção e popularização dos computadores pessoais e, subsequentemente, da internet no final do século XX e início do XXI, entraram em uma era digital. Essa transição permitiu a convergência de diferentes formas de mídia e a capacidade de transmitir informações em velocidades vertiginosas ao redor do mundo. A revolução digital viu o surgimento de redes de fibra óptica, satélites de comunicação e a proliferação de dispositivos móveis (CIVARDI, 2018).

A ascensão dos smartphones e a expansão da Internet das Coisas (IoT) são testemunhos da constante evolução do setor, adaptando-se e moldando-se de acordo com as necessidades e desejos da sociedade. Esse progresso contínuo destaca a importância não apenas como ferramentas técnicas, mas como facilitadoras centrais da interação humana e do avanço da civilização (FERNANDES *et al.*, 2021).

Na era da informação, as redes robustas e eficientes emergem como pilares centrais para as operações de quase todas as organizações, bem como para a vida diária dos cidadãos. O valor de tais redes transcende sua natureza técnica, manifestando-se como facilitadoras essenciais da conectividade e do fluxo de informação (BARROS, 2019).

A robustez de uma rede, que se refere à sua resiliência e capacidade de resistir a falhas ou interrupções, torna-se primordial em um mundo onde a dependência de sistemas de comunicação digital cresce exponencialmente. Uma rede robusta assegura que, mesmo diante de adversidades ou falhas pontuais, a integridade do sistema é mantida, minimizando assim os prejuízos e o tempo de inatividade. Esta característica é especialmente crucial para setores como saúde, segurança e serviços financeiros, onde a interrupção das comunicações pode ter consequências catastróficas (SONY; NAIK; THERISA, 2019).

Paralelamente, a eficiência destas redes indica a capacidade de transmitir informações de forma rápida e precisa. Em uma sociedade caracterizada pela demanda de respostas em tempo real, a eficiência não é apenas desejável, mas indispensável. Negócios, por exemplo, confiam na rapidez e precisão das redes para tomar decisões informadas, otimizar operações e proporcionar experiências superiores aos clientes (ANTONY *et al.*, 2018).

Além dos aspectos pragmáticos, redes robustas e eficientes também desempenham um papel vital na inclusão e democratização da informação. Ao garantir acesso confiável e rápido à informação, essas redes nivelam o campo de jogo, permitindo que indivíduos de diferentes geografias e estratos sociais participem da economia global e da sociedade da informação (KUIPER *et al.*, 2022).

As redes, ao longo das décadas, sofreram evoluções significativas em sua infraestrutura e capacidade, tornando-se cada vez mais complexas e integradas. Uma compreensão completa dessas redes implica em entender os equipamentos centrais que as compõem, os quais servem como alicerces para o transporte e a transmissão de informações (LACERDA, 2019).

Iniciando pela base, os cabos de fibra óptica surgem como elementos vitais. Estes cabos, constituídos por fios de vidro ou plástico, têm a capacidade de transmitir dados na forma de pulsos de luz. Sua principal vantagem reside na capacidade de enviar informações a longas distâncias com perdas mínimas, garantindo assim a integridade dos dados (LAUREANI & ANTONY, 2018).

Outro elemento chave é o roteador, que atua como um distribuidor no mundo das comunicações. Este equipamento é responsável por direcionar e encaminhar dados entre diferentes dispositivos numa rede, assegurando que a informação alcance o destino correto. Juntamente com os roteadores, os switches desempenham funções complementares,

controlando o fluxo de dados em redes locais e conectando diferentes dispositivos entre si (MARTINS & SANTOS, 2018).

As antenas, por sua vez, são essenciais nas comunicações sem fio. Estas estruturas captam e emitem ondas eletromagnéticas, permitindo a transmissão de dados através do espectro de radiofrequência. Nas redes móveis modernas, as torres de celular alojam diversas antenas que garantem a conectividade em amplas áreas geográficas (MURALIRAJ *et al.*, 2018).

Os servidores desempenham um papel crucial, estes poderosos computadores são encarregados de armazenar, processar e distribuir informações para outros dispositivos na rede. Em muitos cenários, atuam como o coração da infraestrutura, gerenciando recursos e serviços essenciais (PATEL & PATEL, 2021)

A implantação de equipamentos em ambientes de telecomunicações não é tarefa trivial. As redes modernas, caracterizadas por sua vasta complexidade e demanda crescente, requerem equipamentos de alta precisão que, por sua vez, apresentam desafios distintos em seu processo de instalação e integração. Compreender tais desafios é crucial para garantir que a infraestrutura funcione de maneira otimizada e eficaz

Inicialmente, a compatibilidade emerge como uma preocupação predominante. Assegurar que o novo equipamento seja compatível com sistemas e dispositivos já existentes é vital para evitar falhas e interrupções. Uma incompatibilidade pode resultar em falhas de comunicação, redução na velocidade de transmissão e, em casos extremos, paralisação de toda a rede (ANTONY *et al.*, 2018).

A questão logística relacionada à instalação de novos dispositivos não pode ser negligenciada. Posicionar equipamentos de maneira estratégica, de modo a maximizar seu alcance e eficiência, enquanto minimiza interferências, é uma tarefa meticulosa que exige planejamento cuidadoso (RAVAL; KANT; SHANKAR, 2018).

O ambiente em que o equipamento será instalado também detém relevância significativa. Fatores como temperatura, umidade e proteção contra intempéries podem afetar o desempenho e a longevidade do dispositivo. Portanto, é indispensável garantir que tais elementos sejam considerados e que medidas preventivas sejam tomadas (RODRIGUES *et al.*, 2022).

A capacitação da equipe técnica é outro ponto de destaque. A constante evolução dos dispositivos exige que os profissionais estejam atualizados quanto às melhores práticas de instalação e manutenção. Equipamentos mal instalados ou configurados inadequadamente podem comprometer não apenas o desempenho da rede, mas também a segurança dos dados transmitidos (ROTTA, 2019).

O cenário, marcado por sua intrincada natureza e pela incessante busca por eficiência, é profundamente afetado por falhas na implantação de seus sistemas e equipamentos. O entendimento das consequências dessas falhas é imprescindível para compreender a magnitude do impacto que podem causar em uma organização e seus usuários finais.

Em primeiro lugar, as falhas na instalação comprometem direta e imediatamente a operacionalidade da rede. Interrupções não planejadas, desempenho abaixo do esperado ou a total inoperância são cenários possíveis diante de erros na fase de implantação. A cada momento de indisponibilidade, a confiabilidade da rede é questionada, levando a perdas tangíveis e intangíveis.

Economicamente, as repercussões são severas. *Downtimes*, ou períodos de inatividade, acarretam custos diretos, muitas vezes relacionados a multas contratuais ou à necessidade de mobilização de equipes emergenciais. Adicionalmente, a insatisfação do cliente pode resultar em migração para concorrentes, diminuindo a base de usuários e consequentemente, as receitas (SANTOS *et al.*, 2019).

Do ponto de vista da segurança, falhas na fase de implantação podem abrir vulnerabilidades no sistema. A integridade e a privacidade dos dados transmitidos pela rede podem ser comprometidas, expondo informações sensíveis e colocando em risco a reputação da organização responsável pela infraestrutura.

O aspecto técnico também não pode ser desconsiderado. A instalação inadequada pode sobrecarregar componentes, reduzindo sua vida útil e levando a falhas prematuras. Além disso, pode interferir na capacidade de expansão e atualização da rede no futuro, limitando sua adaptabilidade às crescentes demandas do mercado (SANTOS, 2022).

Em uma perspectiva mais ampla, erros na implantação podem comprometer iniciativas estratégicas da empresa, como a expansão para novos mercados ou o lançamento de novos serviços. Uma infraestrutura instável pode restringir a capacidade da organização de inovar e se adaptar às mudanças do mercado (SOCCONINI & REATO, 2019).

No panorama atual, a emergência de novas tecnologias e tendências delineia um cenário de constante evolução e adaptação. Estas inovações, embora desafiadoras, trazem consigo a promessa de transformar a maneira como a sociedade se conecta, comunica e interage.

O 5G, por exemplo, não é apenas uma evolução natural do 4G. Representa uma verdadeira revolução na velocidade, latência e capacidade de conexão, tornando viável a implementação em larga escala de soluções como Internet das Coisas (IoT), carros autônomos e cidades inteligentes. A implementação desta tecnologia sugere um futuro onde bilhões de dispositivos

estarão conectados simultaneamente, com troca de informações em tempo real (SOUZA *et al.*, 2018).

Paralelamente, as redes de fibra óptica, em sua constante expansão, têm garantido velocidades de conexão antes inimagináveis, facilitando a transmissão de grandes volumes de dados e a oferta de serviços como streaming em alta definição e videoconferências de alta qualidade (SUNDER; GANESH; MARATHE, 2018).

No entanto, a era digital não se limita apenas à velocidade de conexão. Soluções de *edge computing* têm se destacado ao permitir o processamento de dados mais próximo ao usuário final. Esta abordagem minimiza a latência, otimizando a experiência do usuário, principalmente em aplicações que demandam respostas rápidas. A cada dia, novas ameaças e vulnerabilidades são identificadas, impulsionando o desenvolvimento de tecnologias de segurança mais avançadas e robustas. As redes quânticas, por exemplo, surgem como uma solução potencial para garantir a integridade e confidencialidade das informações transmitidas (SONY; NAIK; THERISA, 2019).

Em meio à complexa tapeçaria da economia global, surgem como um fio condutor essencial, desempenhando um papel inestimável na integração e expansão das atividades comerciais e sociais. Esta indústria, ao longo das últimas décadas, tem sido o pilar que sustenta a rapidez e eficácia da comunicação, tornando possível uma era de globalização sem precedentes.

A capacidade de transmitir informações de forma quase instantânea, independentemente da distância geográfica, reconfigurou o modo como empresas operam e mercados se comportam. Negócios, hoje, não são mais restritos por barreiras regionais. Com a ajuda das redes de telecomunicações, empresas podem alcançar mercados anteriormente inacessíveis, proporcionando uma diversidade de produtos e serviços a consumidores ao redor do globo (GUIMARÃES, 2021).

Por outro lado, a interconexão de mercados financeiros, viabilizada em grande parte pelas telecomunicações, possibilitou a circulação fluida de capital, estimulando investimentos e fomentando crescimento econômico. No entanto, esta mesma interligação trouxe consigo uma susceptibilidade a choques financeiros, onde uma perturbação em uma região pode reverberar globalmente (FERREIRA, 2019).

Não se pode ignorar, também, a criação e expansão de novos setores econômicos. O ecossistema digital, composto por *e-commerce*, publicidade online e serviços de *streaming*, por exemplo, tem sua existência e prosperidade atreladas à capacidade de conectar-se a milhões de usuários simultaneamente (CUNHA, 2022).

Elas também desempenham um papel crucial na inclusão social. Em regiões onde o acesso a serviços bancários tradicionais é limitado, soluções de *banking* móvel surgem como alternativas viáveis, permitindo que uma parcela maior da população participe ativamente da economia (GOLDSTEIN, 2020).

Na vastidão do tecido social moderno, têm emergido como vetores de transformação, influenciando e moldando interações humanas de maneira profunda e duradoura. A capacidade de se conectar e comunicar instantaneamente, desafiando barreiras geográficas e temporais, revolucionou não apenas as dinâmicas comerciais, mas também as relações sociais.

Com o advento e a rápida evolução dessas redes, comunidades distantes foram unificadas, permitindo o intercâmbio de ideias e culturas a um ritmo nunca visto. Famílias e amigos, separados por vastos oceanos ou continentes, encontraram nas telecomunicações um meio de manter laços e compartilhar momentos, diminuindo a sensação de isolamento que a distância pode impor (ERDIL; AKTAS; ARANI, 2018).

A democratização do acesso à informação catalisou movimentos sociais e políticos. Populações, antes marginalizadas e sem voz, agora têm a capacidade de se mobilizar, compartilhar suas histórias e lutar por seus direitos. A era digital, sustentada por redes robustas, possibilitou que vozes antes silenciadas ganhassem volume e ressonância (GHOLAMI *et al.*, 2021).

No entanto, este cenário também trouxe desafios significativos. A mesma rede que une pode, paradoxalmente, isolar. A inundação constante de informações pode levar a uma sobreexposição, criando bolhas de realidade onde indivíduos interagem majoritariamente com pensamentos e visões semelhantes às suas, potencialmente limitando a empatia e a compreensão do outro.

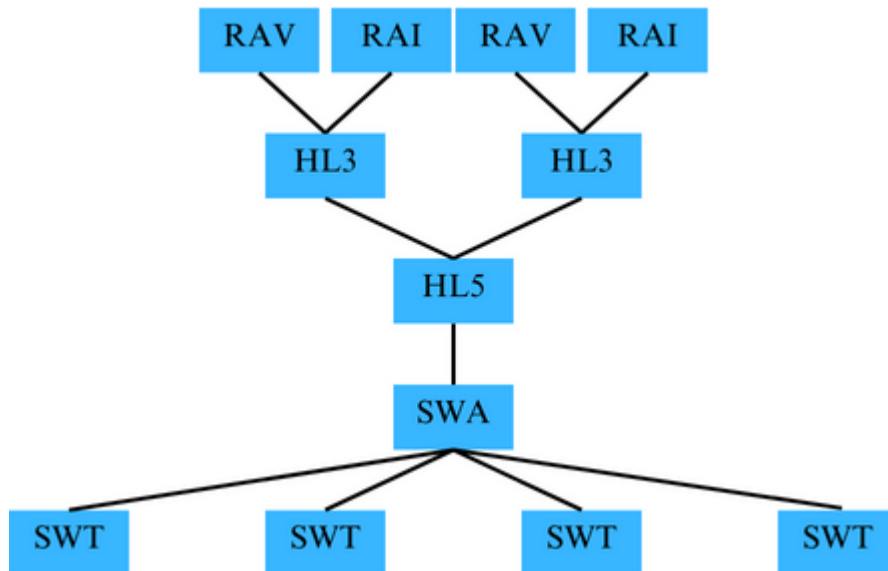
A questão da privacidade, nesse contexto, surge como uma preocupação premente. A coleta e análise de dados, possibilitada pela extensa conectividade, levanta questões éticas e práticas sobre quem detém essas informações e como são utilizadas (GUIMARÃES, 2021).

2.2.1 Processo de implantação de *switches* de acesso (SWA)

A implantação de equipamento SWA localizados em Estações Rádio-Base (ERB) são cruciais para atendimento de determinados clientes B2B (*Business to Business* – modelo de negócio cujo cliente final também é uma empresa) em *switches* terminais (SWT) que não estão próximos à infraestrutura de rede fixa. Apesar da ERB estar conectada ao sistema da rede

móvel, há uma integração de ambas as redes, por conta do desenho atual da rede, representada de forma simplificada na Figura 1.

Figura 1 - Simplificação da rede



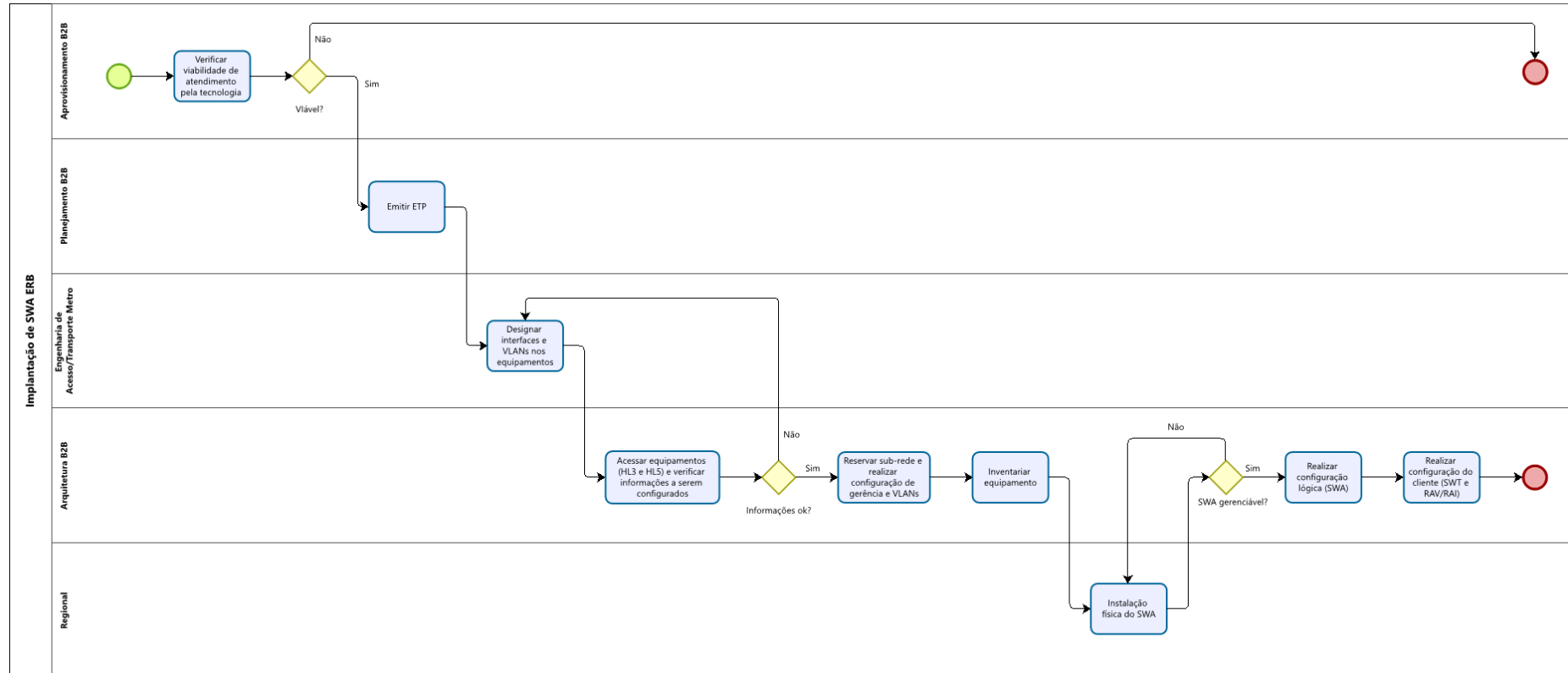
Fonte: Elaborado pelo autor

Para que o serviço do cliente, acessado a partir do SWT, chegue até o Roteador de Acesso – VPN (RAV) ou Roteador de Acesso – Internet (RAI), é preciso que seja alocado uma sub-rede (para definição do IP de gerência e IP de *gateway*) e seja configurada a VLAN (*Virtual Local Area Network* – segmentação virtual da rede) de gerência (para que o equipamento fique acessível remotamente) e as VLANs/túneis de serviço, possibilitando assim trafegar informações entre o SWT e RAV/RAI. Porém, para que seja possível esse tráfego, é preciso que os equipamentos HL3 e HL5 (*Hierarchical Level 3* e *Hierarchical Level 5*, respectivamente) sejam configurados, pois o HL5 irá ser conectado ao SWA e o HL3 irá ser conectado ao núcleo da rede. Essa configuração entre o HL5 e o HL3 é importante pois uma ponta do túnel de VPN será configurada no HL5 e a outra ponta será configurada no HL3, estabelecendo assim um caminho entre o núcleo da rede e a ponta de acesso do cliente.

A Figura 2 aborda de forma completa o fluxograma e suas áreas responsáveis. A área de Aprovisionamento B2B realiza uma análise inicial verificando se o serviço e velocidade solicitados pelo cliente está disponível na ERB. Havendo disponibilidade, a área de Planejamento B2B emite a Especificação Técnica de Planejamento (ETP), que é utilizado pela Engenharia de Acesso para indicar as VLANs que serão utilizadas, assim como os equipamentos da rede. Com essas informações, os equipamentos da rede serão acessados pela área de Arquitetura B2B para que sejam verificadas as conexões entre esses equipamentos. Uma vez verificado, o processo de cadastro/inventário e configurações entre esses equipamentos se

inicia. Com o equipamento inventariado e configurado, a regional responsável envia um técnico na localidade da ERB para que seja feita a ativação física do equipamento. Após ativado fisicamente, o processo volta para a área de Arquitetura B2B para que seja feita a configuração lógica do SWA e posteriormente a configuração do SWT.

Figura 2 - Fluxograma completo



Fonte: Elaborado pelo autor

2.3 O PROCESSO DMAIC

Na vastidão das metodologias voltadas para melhoria contínua e otimização de processos, a fase "Definir" emerge como um pilar fundamental. Esta etapa inicial, crítica para o sucesso de qualquer empreendimento, estabelece a direção e fornece um mapa claro para as etapas subsequentes. Embora possa parecer simples em sua natureza, a profundidade e a amplitude envolvidas em sua execução são vitais para garantir que os esforços subsequentes sejam alicerçados em bases sólidas (ARCIDIACONO; PIERONI, 2018).

O cerne dessa fase envolve claramente identificar o problema ou a oportunidade de melhoria. A identificação precisa permite que os envolvidos compreendam as nuances da situação, evitando abordagens superficiais ou soluções desalinhadas. Além disso, nesta etapa, estabelece-se o escopo do projeto, delineando os limites e as fronteiras do que será abordado e, igualmente importante, do que será deixado de fora (CIVARDI, 2018).

Outro objetivo crucial desta fase é compreender as necessidades e expectativas dos clientes ou partes interessadas. Ao entender profundamente quem se beneficia do processo e o que esses beneficiários esperam, pode-se garantir que as soluções propostas estejam em sintonia com as demandas do mercado ou do público-alvo (BARROS, 2019).

Uma vez que o cenário foi devidamente mapeado e os problemas identificados, a fase "Definir" também se preocupa em estabelecer métricas claras de desempenho. Estes indicadores, cuidadosamente selecionados, servirão como bússolas orientadoras para as etapas seguintes, proporcionando um meio quantificável de avaliar o progresso e os resultados (FERNANDES *et al.*, 2021).

Além de tudo isso, uma equipe de projeto é identificada e os recursos necessários são alocados. Garantir que as pessoas certas estejam envolvidas e que as ferramentas adequadas estejam disponíveis é vital para o sucesso do projeto (CHIROLI *et al.*, 2020).

No universo meticuloso da otimização de processos, a fase "Medir" destaca-se como uma etapa cardinal, servindo como ponte entre a definição inicial e as ações concretas de melhoria. Esta fase não se trata apenas de coletar dados, mas de garantir que estes sejam precisos, relevantes e alinhados ao objetivo proposto. Sem medidas confiáveis, mesmo as melhores intenções podem se perder em meio a suposições e conjecturas (ANTONY *et al.*, 2018).

A essência desta fase está em transformar a visão e o entendimento adquiridos na etapa "Definir" em números concretos e mensuráveis. Ao fazer isso, cria-se um retrato quantitativo do processo, permitindo que os envolvidos compreendam seu estado atual. E, como se costuma dizer, não se pode melhorar aquilo que não se pode medir.

Uma variedade de ferramentas está à disposição durante esta fase, cada uma com seu propósito e aplicação específicos. Por exemplo, os Mapas de Processos oferecem uma representação visual das etapas de um processo, evidenciando os pontos de contato e as possíveis falhas. Os Diagramas de Causa e Efeito, também conhecidos como Diagramas de Ishikawa ou Espinha de Peixe, facilitam a identificação das raízes dos problemas.

Todavia, a coleta e análise de dados não são atividades isoladas. Elas devem ser vistas no contexto do objetivo maior. Para que as métricas sejam realmente valiosas, é imperativo que sejam relevantes, confiáveis e, acima de tudo, alinhadas às necessidades e expectativas identificadas na fase "Definir" (ERDIL; AKTAS; ARANI, 2018).

Em meio à jornada de otimização de processos, a fase "Analisar" emerge como um divisor de águas, aprofundando a compreensão das causas raízes dos problemas identificados. Esta etapa não se resume a uma simples observação dos dados coletados anteriormente. Seu propósito central é extrair *insights* significativos e identificar as verdadeiras causas dos desafios enfrentados (GHOLAMI *et al.*, 2021)

No coração desta fase reside a análise de dados. Equipada com informações coletadas na fase "Medir", esta etapa se dedica a separar o ruído da verdadeira causa, garantindo que as soluções propostas posteriormente sejam alvo dos reais problemas e não de seus sintomas. A precisão aqui é primordial, pois diagnosticar incorretamente as causas pode resultar em esforços ineficazes ou até mesmo contraproducentes (CHIROLI *et al.*, 2020).

A Análise de Pareto, derivada do famoso Princípio 80/20, permite que se identifiquem as principais causas de retrabalho. Ao focar nas causas mais frequentes, as organizações podem direcionar seus esforços de forma mais eficaz, maximizando o impacto das ações corretivas (FERREIRA, 2019).

Ao se deparar com a fase "Melhorar", encontra-se uma etapa crítica, dedicada à formulação e à implementação de soluções para os problemas diagnosticados anteriormente. Neste marco, a inovação e a criatividade se aliam a uma abordagem estruturada e orientada por dados, conferindo direcionamento e eficácia às iniciativas de otimização.

Dentro deste contexto, a Experimentação Planejada surge como uma técnica central. Mediante a realização de testes controlados, possibilita-se a identificação de variáveis significativas e suas respectivas interações. O objetivo é descobrir as combinações de fatores que produzirão os melhores resultados, minimizando a variação e maximizando a eficiência (SOCCONINI; REATO, 2019).

A análise e remodelagem dos processos também desempenham um papel vital. Utilizando-se de técnicas como o mapeamento de fluxo de valor, identificam-se gargalos,

redundâncias e atividades que não agregam valor, propondo, assim, rotinas mais enxutas e ágeis (SANTOS, 2022).

A Solução de Problemas 5 *Whys* tem como foco a identificação e correção da causa raiz dos problemas, visando evitar a reincidência de falhas e assegurar uma melhoria sustentável. Quando combinada com o Método Kaizen de melhoria contínua, que frequentemente emprega o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), cria-se uma cultura de busca incessante por excelência. O ciclo PDCA é uma abordagem sistemática para a melhoria contínua, que começa com o 'Planejamento' (*Plan*) de uma mudança, seguido pela 'Execução' (*Do*) da mudança, 'Verificação' (*Check*) dos resultados e 'Ação' (*Act*) para consolidar as melhorias e planejar novas mudanças. Neste ambiente, cada membro da equipe é motivado a propor e implementar melhorias, contribuindo para um sistema mais eficiente e eficaz (SILVA *et al.*, 2022).

A implementação de soluções é acompanhada de perto por métricas e indicadores de desempenho. Ao monitorar de forma contínua o progresso e os resultados, assegura-se que as estratégias adotadas sejam ajustadas conforme necessário, garantindo que os objetivos sejam alcançados e sustentados (SOARES *et al.*, 2018).

Na jornada de otimização e melhoria contínua, a fase "Controlar" emerge como a guardiã da sustentabilidade. Afinal, o que foi conquistado com esforço e dedicação não pode ser negligenciado ou perdido no decurso do tempo. Esta etapa assegura que os ganhos alcançados sejam mantidos e que as novas práticas tornem-se parte intrínseca da cultura organizacional (SONY; NAIK; THERISA, 2019).

Neste cenário, a monitorização sistemática das métricas de desempenho assume uma relevância ímpar. Através do uso de Cartas de Controle Estatístico, pode-se identificar rapidamente desvios e tendências indesejáveis, possibilitando intervenções tempestivas antes que problemas se cristalizem ou se agravem. Estas ferramentas proporcionam uma visão clara do comportamento dos processos, garantindo que permaneçam dentro dos limites estabelecidos.

Da mesma forma, a documentação e padronização dos novos processos e procedimentos reveste-se de extrema importância. Os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) não apenas garantem que as melhores práticas sejam seguidas consistentemente, mas também facilitam o treinamento de novos membros da equipe e promovem a troca de conhecimento entre os colaboradores.

É igualmente crucial criar mecanismos de feedback que envolvam todos os níveis hierárquicos. A comunicação aberta e regular garante que todos estejam alinhados e cientes das expectativas, além de fornecer um canal para a identificação de oportunidades adicionais de melhoria (SONY; NAIK; THERISA, 2019).

Adicionalmente, a realização de auditorias periódicas consolida a sustentabilidade dos ganhos. Ao avaliar de forma crítica e objetiva o estado atual dos processos, estas revisões garantem que nenhuma falha ou ineficiência passe despercebida, mantendo a organização sempre em alerta e preparada para agir (SREEDHARAN; SUNDER; RAJU, 2018).

A implementação bem-sucedida do DMAIC, uma metodologia comprovada e rigorosa, promete uma série de resultados que vão além da simples melhoria de processos. Quando adequadamente aplicada, esta estrutura apresenta benefícios tangíveis e intangíveis que reverberam por toda a organização. Primeiramente, as melhorias operacionais se tornam evidentes. Ao focar na identificação e eliminação de ineficiências, espera-se que haja uma redução significativa em custos operacionais. Isso se traduz em processos mais enxutos, eliminação de desperdícios e, por consequência, maior rentabilidade (JORDÃO, 2022).

Além dos benefícios financeiros, uma melhoria na qualidade do produto ou serviço oferecido é antecipada. Através da análise detalhada e ações corretivas durante as fases "Analisar" e "Melhorar", defeitos são minimizados, levando a um aumento na satisfação do cliente e reforçando a reputação da marca no mercado (VIDAL JUNIOR, 2022)

Adicionalmente, a aplicação do DMAIC fomenta uma cultura de melhoria contínua. Com o passar do tempo, os membros da organização se tornam mais adeptos a uma mentalidade analítica, buscando constantemente oportunidades para otimizar e aprimorar. Tal transformação cultural não apenas beneficia projetos de curto prazo, mas também posiciona a organização de maneira favorável para desafios futuros (KASWAN; RATHI, 2020).

É também esperado que haja uma maior colaboração e comunicação entre os departamentos. Ao envolver diversas áreas na busca por soluções, barreiras organizacionais são frequentemente quebradas, fomentando um ambiente mais colaborativo e integrado. Finalmente, a capacidade da organização de responder rapidamente a mudanças e desafios do mercado se intensifica. Ao adotar o DMAIC, a organização se torna mais ágil, capaz de identificar rapidamente áreas problemáticas e implementar soluções eficazes (KASWAN; RATHI, 2020).

3 MÉTODO

Segundo Gil (2002), a pesquisa científica pode ser classificada com base em seus objetivos e com base nos procedimentos técnicos utilizados.

No âmbito dos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como explicativa. A pesquisa explicativa visa identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fatos. Nesta pesquisa, procurou-se identificar quais etapas do processo mais oneravam o tempo gasto na atividade.

No âmbito dos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa-ação. Nesta pesquisa, o autor está envolvido ativamente na resolução do problema pois trata-se de uma atividade realizada diariamente em seu trabalho.

Analisando qualitativamente o processo, foi realizado o fluxograma do trilha de capacitação de SWA ERB tendo como foco apenas as tarefas de cadastro e configuração, desmembrando ambas as tarefas em atividades menores.

Utilizando-se do desmembramento em tarefas menores, para analisar quantitativamente o processo, foram realizadas diversas medições de tempo de forma manual, com o auxílio de um cronômetro, entre os colaboradores da área e, a partir da média dos dados, organizaram-se os dados para serem analisados futuramente, tendo como auxílio o gráfico de Pareto.

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas as 5 fases do ciclo DMAIC:

- 1) Definir: inicialmente foi definido o problema a ser tratado e definido o indicador a ser utilizado na fase 2, para que seja possível a comparação entre os dados antes e depois das melhorias.
- 2) Medir: realiza medições com base no indicador definido na fase 1. Foram utilizados gráficos de Pareto para melhor visualização do indicador em cada atividade.
- 3) Analisar: utilizando ferramentas como *brainstorming*, diagrama de Ishikawa e 5 *Whys*, foi realizada uma análise do problema para que causas raízes fossem definidas.
- 4) Melhorar: foi definido e posto em prática um plano de ação para confrontar o problema. Realizadas novas medições para verificar o cenário após melhorias.
- 5) Controlar: foi definido um plano de ação para assegurar as boas práticas após implantação das melhorias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a metodologia DMAIC, foi analisado o processo em 5 fases.

4.1 FASE 1: DEFINIR

O autor, sendo responsável pela tarefa, verificou que o trabalho executado estava demandando um tempo demasiadamente grande devido ao grande volume de equipamentos e atividades realizadas.

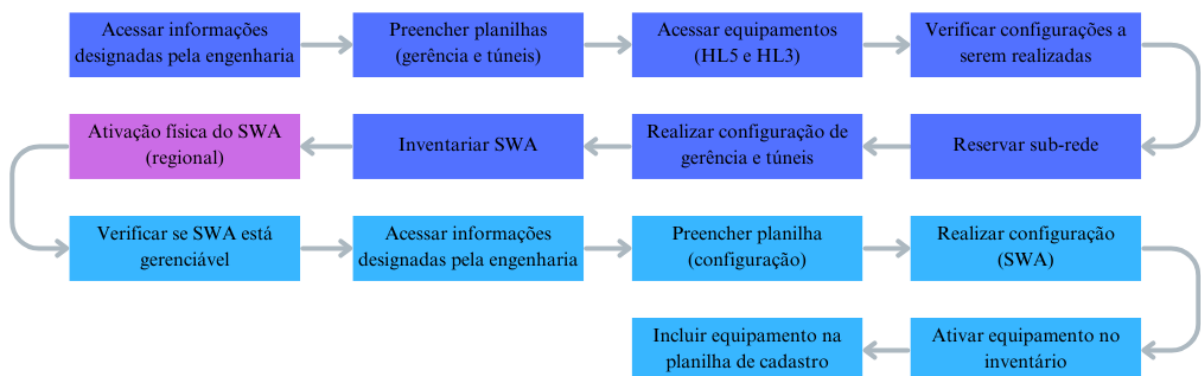
Atualmente, a área realiza o cadastro e configuração de SWA ERB de todo o território nacional. Utilizando como referência os dados obtidos dos últimos 3 meses, houve uma média de 418 cadastros por mês – aproximadamente 19 por dia útil. Com relação às ativações (configuração lógica), a média está em 308 por mês – 14 por dia útil.

Analisando o fluxograma da atividade, percebeu-se que existem atividades que poderiam ser otimizadas devido ao estado atual do processo, diminuindo o tempo gasto e resultando em uma maior produtividade, permitindo que o colaborador concentre seus esforços em atividades mais estratégicas para área.

4.2 FASE 2: MEDIR

Considerando apenas as atividades de cadastro e configuração lógica, podemos subdividi-las conforme a Figura 3, em que temos as tarefas de cadastro destacadas em azul escuro e as atividades de configuração lógica destacadas em azul claro.

Figura 3 - Fluxograma de cadastro e configuração lógica



Fonte: Elaborado pelo autor

Tomando como base o fluxograma da Figura 3, foram realizadas medições manuais de tempo, utilizando um cronômetro, para termos um panorama inicial do processo. Os dados obtidos foram organizados da seguinte forma:

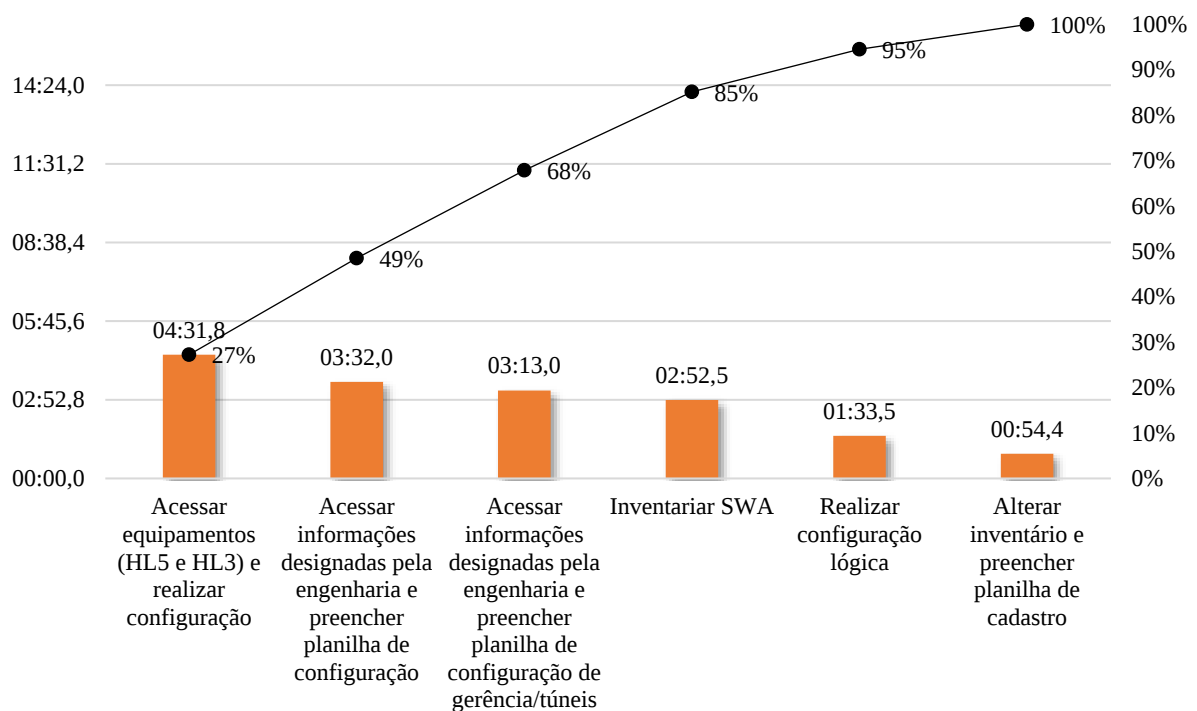
Tabela 1 - Tomada de tempo inicial

Tarefa	Atividades	Tempo
Cadastro	Acessar informações designadas pela engenharia e preencher planilha de configuração de gerência/túneis	03:13,0
	Acessar equipamentos (HL5 e HL3) e realizar configuração	04:31,8
	Inventariar SWA	02:52,5
Configuração	Acessar informações designadas pela engenharia e preencher planilha de configuração	03:32,0
	Realizar configuração lógica	01:33,5
	Alterar inventário e preencher planilha de cadastro	00:54,4

Fonte: Elaborado pelo autor

Diante do cenário obtido da Tabela 1, foi plotado um gráfico de Pareto para uma melhor visualização de tempo gasto x frequência individual x frequência absoluta:

Figura 4 - Gráfico de Pareto inicial



Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos analisar na Figura 4 que a atividade que mais onera o tempo gasto pelo colaborador é a atividade de acessar os equipamentos e realizar configuração (27%), seguido por duas atividades em que é necessário acessar as informações da engenharia e preencher planilha (22% e 19%, respectivamente). Com essa constatação, podemos analisar as atividades

de acessar as informações da engenharia e preencher planilhas como uma única atividade. Dessa forma, os dados podem ser organizados conforme demonstra a Tabela 2:

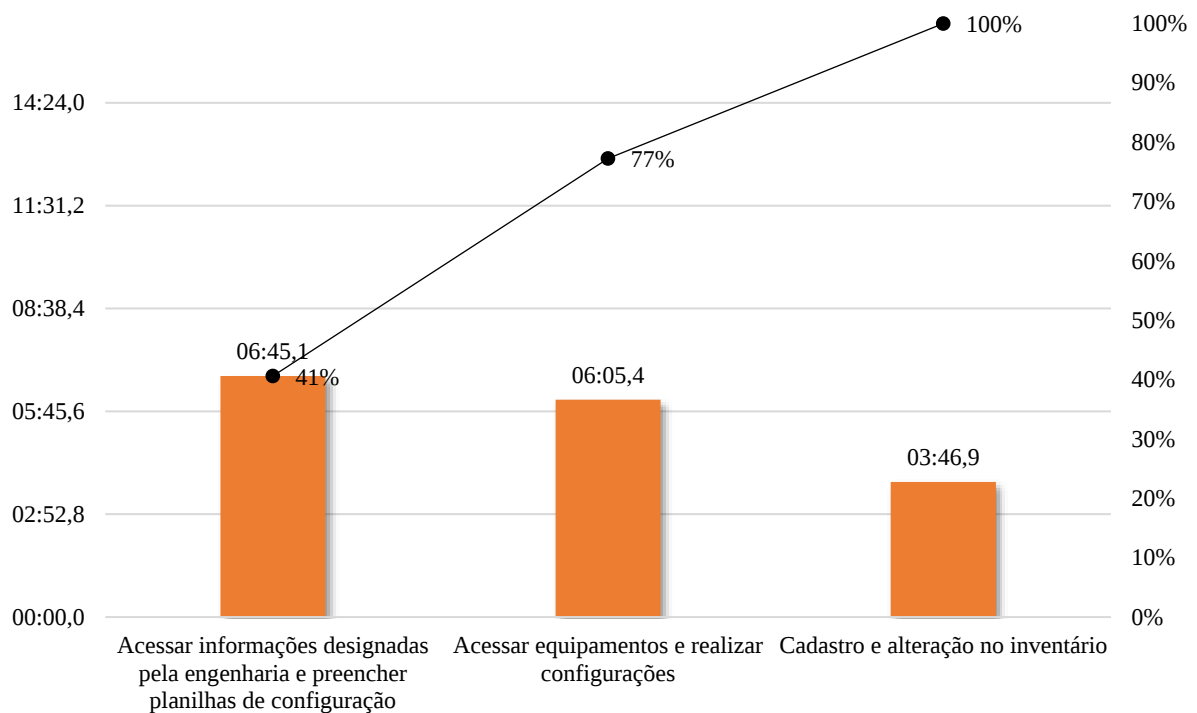
Tabela 2 – Tomada de tempo inicial (agrupado)

Atividades	Tempo
Acessar informações designadas pela engenharia e preencher planilhas de configuração	06:45,1
Acessar equipamentos e realizar configurações	06:05,4
Cadastro e alteração no inventário	03:46,9

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Neste novo cenário, a Figura 5 ilustra que acessar as informações designadas pela engenharia onera o tempo gasto na atividade em 41%, seguido pela atividade de acessar os equipamentos e realizar configuração (36%).

Figura 5 - Gráfico de Pareto inicial (agrupado)

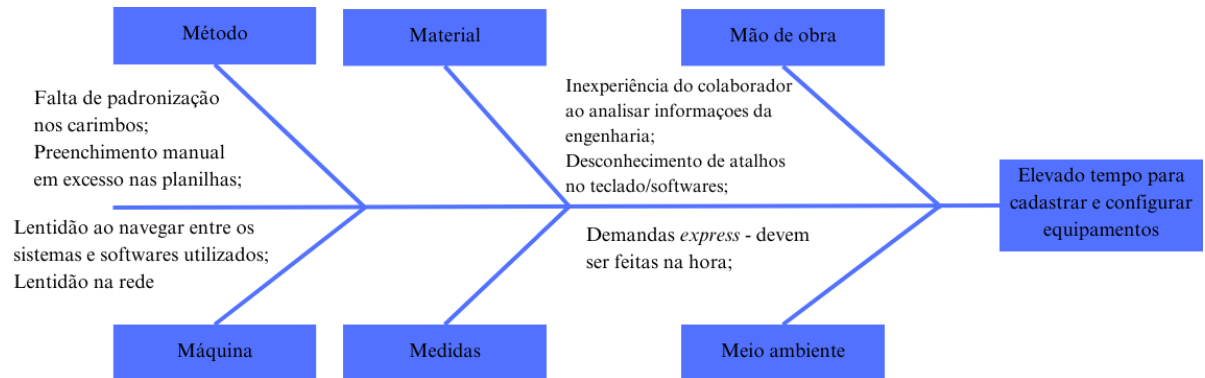


Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 FASE 3: ANALISAR

Das medições, pode ser obtido que 41% do processo de cadastro e configuração é ocupado por acessar as informações designadas pela engenharia e copiar valores para as planilhas de configuração, sendo uma atividade que requer um baixo nível de olhar crítico. Utilizando ferramentas do DMAIC como *brainstorming* e Diagrama de Ishikawa, foram elencadas as possíveis causas para o elevado tempo gasto nessas tarefas, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelo autor

Baseando-se no diagrama desenvolvido, foi utilizado a ferramenta *5 Whys* para procurar a causa raiz desses problemas.

Quadro 1 - Ferramenta 5 Whys

Causa	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Falta de padronização na informação repassada pela engenharia	Diferentes colaboradores executam a mesma tarefa	Diferentes planilhas para controle de interface e VLAN	Falta de alinhamento dentro da engenharia		
Preenchimento manual em excesso nas planilhas	Falta de padronização na informação repassada pela engenharia				
Inexperiência do colaborador ao elaborar/analisar as informações da engenharia	Desconhecimento de padrões estabelecidos para fornecedores de equipamentos diferentes	Falta de instrução e/ou treinamento			
Desconhecimento de atalhos no teclado/software	Falta de instrução e/ou treinamento				
Demandas <i>express</i>	Área é grande e conhecida pelas regionais por ter alto conhecimento técnico	Falta de escopo bem definido em níveis gerenciais			

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 FASE 4: MELHORAR

A partir do Quadro 1, chegamos às causas raízes, assim como a ação a ser implantada para melhoria do processo como um todo. Temos que, conforme ilustrado pelo Quadro 2,

determinados problemas possuem a mesma causa raiz, ou seja, com uma ação, seria possível solucionar mais de um problema.

Quadro 2 – Combate às causas raízes

Causa raiz	Ação
Falta de alinhamento dentro da engenharia	Trabalhar junto à área responsável para desenvolver um modelo de carimbo padrão com as informações.
Falta de instrução e/ou treinamento	Realizar treinamentos contemplando diferentes fornecedores de equipamentos; realizar treinamento abrangendo atalhos dos sistemas e softwares utilizados.
Falta de escopo bem definido em níveis gerenciais	Alinhar com superiores um fluxo para escalonamento de tarefas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tendo as ações já definidas conforme demonstrado pelo Quadro 2, foram colocadas em prática as ações estabelecidas. Foram dados treinamentos para diminuir o número de erros nas informações fornecidas pela engenharia, assim como treinamentos para elevar o conhecimento dos softwares e sistemas utilizados.

A designação de VLANs e equipamentos, em grande maioria das vezes, era informada da seguinte forma:

“HUAWEI i-br-pr-foz-fra-hl5d-01 GE0/5/9 NOKIA i-br-pr-mga-jv-hl3-01 esat-1/14 i-br-pr-mga-rav-01 Gi101/0/0/35 CISCO 2898 3 NOKIA i-br-pr-mga-jv-hl3-01 esat-1/16 i-br-pr-mga-jv-rai-02 Gi101/0/0/38 CISCO 2783”

Das informações fornecidas, temos que são utilizadas as VLANs de gerência (3), VPN (2898) e Internet (2783); o *hostname* e interface de gerência/*uplink* (i-br-pr-foz-fra-hl5d-01 GE0/5/9); o *hostname* e interface do HL3 que fará conexão com o RAV (i-br-pr-mga-jv-hl3-01 esat-1/14 -> i-br-pr-mga-rav-01 Gi101/0/0/35); o *hostname* e interface do HL3 que fará conexão com o RAI (i-br-pr-mga-jv-hl3-01 esat-1/16 -> i-br-pr-mga-jv-rai-02 Gi101/0/0/38).

Porém, após o trabalho realizado com a engenharia, a forma como essas informações eram repassadas foi alterada para o modelo a seguir (carimbo – engenharia), cujas informações estão visíveis de forma clara e direta.

“3

i-br-pr-foz-fra-hl5d-01 GE0/5/9

2898

i-br-pr-mga-jv-hl3-01 esat-1/14 -> i-br-pr-mga-rav-01 Gi101/0/0/35

2783

i-br-pr-mga-jv-hl3-01 esat-1/16 -> i-br-pr-mga-jv-rai-02 Gi101/0/0/38”

Desta forma, foi possível também implantar um carimbo padrão para os processos de cadastro e configuração lógica (carimbo – arquitetura B2B), que é obtido automaticamente

através de tratamento de texto no Excel do carimbo – engenharia, adicionando o *hostname* do SWA (m-br-pr-foz-fra-swa-01) e o IP de gerência reservado (172.21.174.202):

“m-br-pr-foz-fra-swa-01 – 172.21.174.202

3 i-br-pr-foz-fra-hl5d-01 GE0/5/9

2898 i-br-pr-mga-rav-01 Gi101/0/0/35

2783 i-br-pr-mga-jv-rai-02 Gi101/0/0/38

cnx_i-br-pr-foz-fra-hl5d-01_GE0/5/9”

Utilizando o carimbo – arquitetura B2B, foi possível automatizar o preenchimento das planilhas, reduzindo significativamente o tempo gasto no processo, além de impactar também no tempo gasto para inventariar o SWA. A planilha realiza a leitura do modelo do carimbo e preenche automaticamente as devidas células.

No âmbito do preenchimento e automatização das planilhas, foram realizadas mudanças significativas que influenciaram diretamente no tempo gasto nas atividades.

A Figura 7 mostra que, de 6 campos antes preenchidos, agora o preenchimento ocorrerá em apenas um campo para configurar a gerência do equipamento na rede. No entanto, vale ressaltar que esse campo exige verificação de configuração na própria rede, impossibilitando assim uma automatização.

Figura 7 – Preenchimento de planilha de gerência – antes x depois

Dados	PREENCHER VERDES	Dados	PREENCHER VERDES
HOSTNAME SWA		HOSTNAME SWA	
HOSTNAME - HL4/HL5		HOSTNAME - HL4/HL5	
PORTA - HL4/HL5		PORTA - HL4/HL5	
VLAN DE GERENCIA		VLAN DE GERENCIA	
IP GATEWAY DE GERENCIA		IP GATEWAY DE GERÊNCIA	
HOSTNAME HL3		HOSTNAME HL3	
NOME CLUSTER METRO		NOME CLUSTER METRO	
HRT-GERENCIA-SWT-MGMT-METRO		HRT-GERENCIA-SWT-MGMT-METRO	
SRT-GERENCIA-SWT-MGMT-METRO		SRT-GERENCIA-SWT-MGMT-METRO	
IP ROUTER REFLECTOR 1		IP ROUTER REFLECTOR 1	
IP ROUTER REFLECTOR 2		IP ROUTER REFLECTOR 2	

Fonte: Elaborado pelo autor

Já nas atividades de configuração dos túneis de serviço, o preenchimento que antes fora 16 campos, agora ocorre em 5 campos, conforme ilustra a Figura 8. Os campos de preenchimento manual, assim como no caso anterior, também necessitam de verificação de configuração na própria rede.

Figura 8 – Preenchimento de planilha de túneis de serviço – antes x depois

Dados	PREENCHER VERDES	Dados	PREENCHER VERDES
<NOME-SWA>		<NOME-SWA>	
NOME HL5/HL4		NOME HL5/HL4	
NOME HL3		NOME HL3	
VLAN - VPN		VLAN - VPN	
PORTA HL3 - VPN		PORTA HL3 - VPN	
NOME DO RAV		NOME DO RAV	
PORTA DO RAV		PORTA DO RAV	
VLAN - IPD		VLAN - IPD	
PORTA HL3 - IPD		PORTA HL3 - IPD	
NOME DO RAI		NOME DO RAI	
PORTA DO RAI		PORTA DO RAI	
SDP - SÓ ALCATEL		SDP - SÓ ALCATEL	
PORTA HL5		PORTA HL5	
IP GATEWAY		IP GATEWAY	
MÁSCARA		MÁSCARA	
VLAN - GERÊNCIA		VLAN - GERÊNCIA	

Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação à atividade de configuração lógica, o preenchimento manual manteve-se em apenas um campo, conforme ilustrado pela Figura 9.

Figura 9 – Preenchimento de planilha de configuração do SWA – antes x depois

Dados	PREENCHER VERDES	Dados	PREENCHER VERDES
HOSTNAME SWA/SWT		HOSTNAME SWA/SWT	
VLAN DE GERÊNCIA		VLAN DE GERÊNCIA	
EQUIP. GERÊNCIA		EQUIP. GERÊNCIA	
PORTA GERÊNCIA		PORTA GERÊNCIA	
IP GATEWAY		IP GATEWAY	
PORTA UPLINK		PORTA UPLINK	
	DADOS UPLINK		DADOS UPLINK
HOSTNAME EQP METRO		HOSTNAME EQP METRO	
Loopback EQP METRO		Loopback EQP METRO	
PORTA UPLINK		PORTA UPLINK	
	DADOS SERVIÇO - SWA ERB		DADOS SERVIÇO - SWA ERB
VLAN SERVIÇO VPN		VLAN SERVIÇO VPN	
HOSTNAME EQP VPN		HOSTNAME EQP VPN	
PORTA EQP VPN		PORTA EQP VPN	
VLAN SERVIÇO IPD		VLAN SERVIÇO IPD	
HOSTNAME EQP IPD		HOSTNAME EQP IPD	
PORTA EQP IPD		PORTA EQP IPD	

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a implementação das melhorias citadas neste tópico, foram realizadas novas medições manuais de tempo, no mesmo padrão da Tabela 1, conforme ilustrado pela Tabela 3.

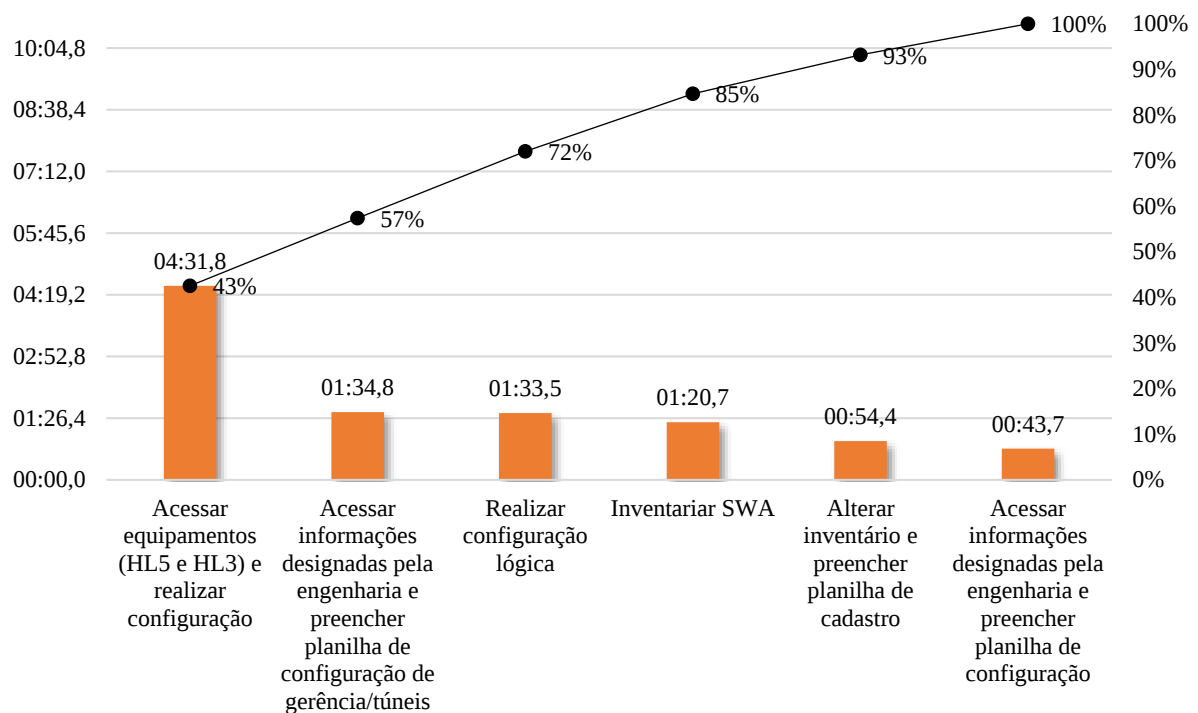
Tabela 3 – Tomada de tempo final

Tarefa	Atividades	Tempo
Cadastro	Acessar informações designadas pela engenharia e preencher planilha de configuração de gerência/túneis	01:34,8
	Acessar equipamentos (HL5 e HL3) e realizar configuração	04:31,8
	Inventariar SWA	01:20,7
Configuração	Acessar informações designadas pela engenharia e preencher planilha de configuração	00:43,7
	Realizar configuração lógica	01:33,5
	Alterar inventário e preencher planilha de cadastro	00:54,4

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 10 ilustra o gráfico de Pareto com os dados obtidos. Percebe-se um grande decréscimo no tempo das atividades que possuem como etapa o preenchimento de campos nas planilhas e o inventário do SWA. A atividade de acessar as informações da engenharia e preencher a planilha de configuração de gerência/túneis, que antes representava 19%, agora representa 14%. Já a atividade de acessar as informações da engenharia e preencher a planilha de configuração passou de 22% para 7%.

Figura 10 – Gráfico de Pareto final



Fonte: Elaborado pelo autor

Porém, quando agrupadas as atividades conforme feito inicialmente na Tabela 2 da fase 1, obtemos a Tabela 4 para essa fase:

Tabela 4 – Tomada de tempo final (agrupado)

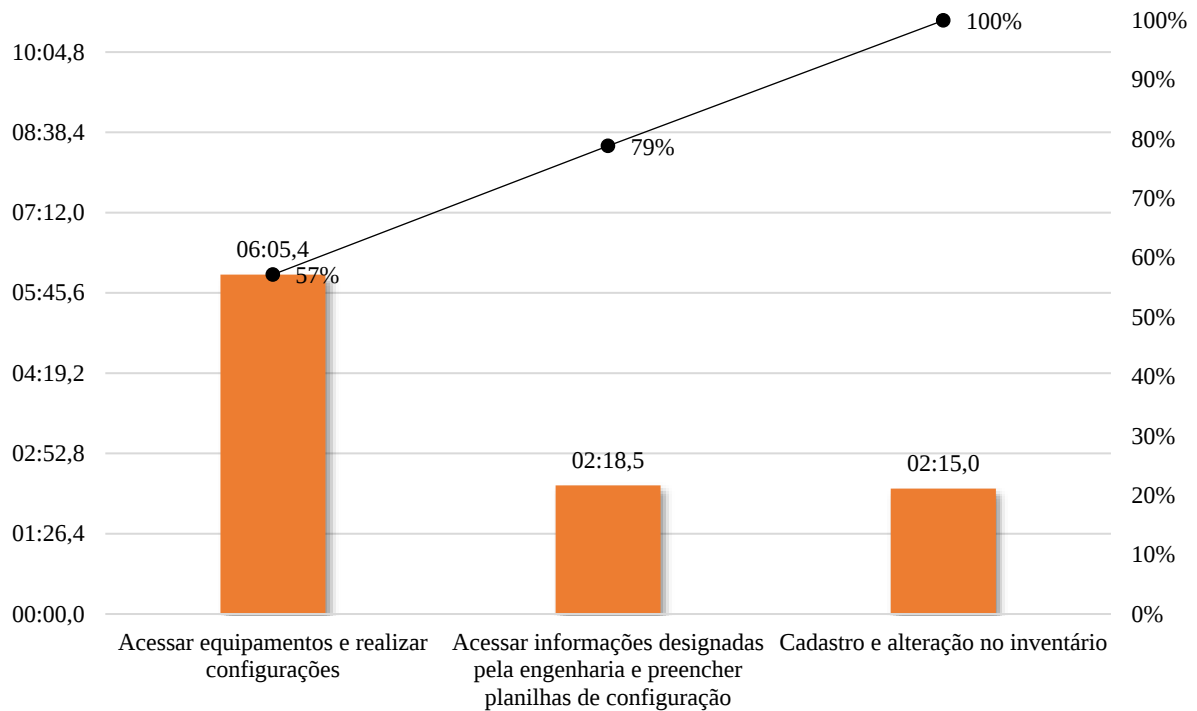
Atividades	Tempo
Acessar informações designadas pela engenharia e preencher planilhas de configuração	02:18,5
Acessar equipamentos e realizar configurações	06:05,4
Cadastro e alteração no inventário	02:15,0

Fonte: Elaborado pelo autor

Como pôde ser observado através das Figuras 5 e 11, as etapas de acessar as informações designadas pela engenharia e preencher planilhas, que antes tinha um percentual unitário de 41%, foi reduzido para 22%. Em termos de tempo total do processo, foi observada a seguinte redução percentual:

$$\left(1 - \frac{10,65}{16,62}\right) \times 100 = 35,92\%$$

Figura 11 - Gráfico de Pareto final (agrupado)



Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando-se a média de processos informada previamente (19 cadastros/dia e 14 configurações lógicas/dia) e as Tabelas 1 e 3, temos que:

Tabela 5 – Tempo de atividade – antes x depois

Processo	Tempo – antes da melhoria	Tempo – depois da melhoria
Cadastro	10,62 min	7,45 min
Configuração lógica	6 min	3,2 min

Fonte: Elaborado pelo autor

Com os dados agrupados conforme a Tabela 5, o tempo diário economizado foi de $(19 \times 10,62 + 14 \times 6) - (19 \times 7,45 + 14 \times 3,2) = 99,43 \text{ min} = 1,66 \text{ h}$

Considerando um mês de 22 dias, há um ganho de 36,52 h em que o colaborador pode focar em atividades mais estratégicas para a área.

4.5 FASE 5: CONTROLAR

Para realizar o controle das ações implementadas, foram realizados materiais para documentar padrões estabelecidos do carimbo da engenharia, padrões de VLANs para

diferentes fornecedores, upload e divulgação da planilha que gera o carimbo de cadastro, assim como as planilhas que preenchem células de forma automática ao ser informado o padrão do carimbo de cadastro.

5 DESAFIOS E BARREIRAS NA ADOÇÃO DO *LEAN SIX SIGMA* EM TELECOMUNICAÇÕES

Dentro do tecido intrincado de uma organização, encontra-se entrelaçada a complexidade de sua cultura e a estrutura organizacional. As reservas culturais, aquelas crenças profundamente enraizadas e valores que moldam comportamentos e atitudes, muitas vezes se tornam um baluarte invisível, influenciando as decisões e ações da empresa. Paralelamente, a estrutura organizacional estabelece os caminhos formais pelos quais as informações fluem e as decisões são tomadas.

Compreender estas reservas é crucial para qualquer iniciativa de transformação ou otimização. A cultura, muitas vezes vista como algo etéreo, exerce uma influência tangível sobre como os membros da organização percebem mudanças e inovações. Por exemplo, em uma cultura onde a aversão ao risco é predominante, propostas de inovação disruptiva podem ser vistas com ceticismo ou resistência. Da mesma forma, em culturas onde a hierarquia é valorizada, a descentralização de decisões pode ser desafiadora (TAKEMOTO & LOOS, 2018).

A estrutura organizacional, por sua vez, desempenha um papel crítico na facilitação ou impedimento da execução eficaz. Estruturas muito rígidas e silos departamentais podem inibir a comunicação e colaboração transversal. Em contraste, estruturas excessivamente fluidas podem levar à falta de clareza nas responsabilidades e *accountability* (TAMPUBOLON & PURBA, 2021).

Diante deste cenário, quando se busca implementar melhorias ou transformações, torna-se imperativo não apenas focar nos processos, mas também nas pessoas e na cultura. É necessário abordar as reservas culturais, reconhecendo-as, entendendo-as e, quando necessário, trabalhando para alinhá-las ao novo paradigma desejado. Este é um processo delicado, que requer empatia, paciência e liderança eficaz (VAISHNAVI & SURESH, 2020).

Em paralelo, ajustar e adaptar a estrutura organizacional pode ser essencial para apoiar as mudanças desejadas. Isso não significa uma reestruturação completa, mas sim fazer ajustes estratégicos para permitir a fluidez da informação e decisão (WALTER & PALADINI, 2019).

No cenário corporativo contemporâneo, a tomada de decisões estratégicas fundamenta-se, em grande parte, na análise de indicadores financeiros. Entre tais indicadores, o investimento inicial e o retorno sobre investimento (ROI) se destacam como elementos cruciais para avaliar a viabilidade e o sucesso de uma iniciativa. Compreender esses conceitos e sua inter-relação pode ser a diferença entre o crescimento sustentado e a estagnação (YADAV; SHANKDAR; SINGH, 2022).

O investimento inicial refere-se ao capital despendido para dar início a um projeto ou iniciativa. Pode englobar custos de maquinário, infraestrutura, recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento, entre outros. Este valor representa o comprometimento financeiro inicial da organização e serve como base para medir futuras rentabilidades ou prejuízos.

Por outro lado, o retorno sobre investimento, ou ROI, é uma métrica que quantifica o benefício obtido em relação ao investimento realizado. Calculado como uma porcentagem, o ROI oferece uma visão clara da eficácia de um investimento. Um ROI positivo indica que os ganhos superam os custos, enquanto um valor negativo pode sinalizar uma estratégia malsucedida ou a necessidade de revisão de processos.

A análise de ROI não se limita apenas à avaliação pós-implementação. Antes de qualquer desembolso, a projeção de ROI serve como uma ferramenta poderosa para avaliar se um investimento é justificável. Permite que a organização faça uma avaliação objetiva e determine se os possíveis benefícios superam os custos inerentes (QUEIROZ, 2022).

Em um cenário empresarial em constante evolução, a implementação eficaz de sistemas de gestão torna-se essencial para alcançar a excelência operacional. No entanto, a seleção de um único sistema pode não ser suficiente para abordar todos os desafios e oportunidades enfrentados por uma organização. Surge, assim, a questão da compatibilidade entre diferentes sistemas de gestão e a possibilidade de sua integração harmoniosa (RAPÔSO *et al.*, 2019).

Para alcançar sinergias operacionais e estratégicas, a integração de diferentes sistemas torna-se uma necessidade. Contudo, não é apenas a compatibilidade técnica que é importante, mas também o alinhamento filosófico e metodológico. As ferramentas, práticas e princípios subjacentes de cada sistema devem ser compatíveis e complementares (RAVAL; KANT; SHANKAR, 2018).

Considere, por exemplo, a integração de um sistema baseado na melhoria contínua com outro focado na gestão de riscos. Ambos têm objetivos distintos, mas ao trabalharem juntos, a organização pode não apenas otimizar seus processos, mas também antecipar e mitigar possíveis ameaças, resultando em uma gestão mais robusta e resiliente (RODRIGUES *et al.*, 2022).

Outro aspecto fundamental é a cultura organizacional. Para uma integração bem-sucedida, é vital que a cultura da organização seja adaptável e aberta à mudança. A resistência cultural pode ser o maior obstáculo à adoção de sistemas complementares, independentemente da compatibilidade técnica ou metodológica. As lideranças devem, portanto, desempenhar um papel ativo na promoção da compatibilidade cultural, garantindo que as equipes estejam alinhadas e comprometidas com os objetivos comuns (ROTTA, 2019).

A avaliação da compatibilidade não deve ser um exercício teórico, mas sim prático. Isso implica em testar a integração em ambientes controlados, ajustar conforme necessário e escalar a implementação conforme os benefícios são observados (SANTOS *et al.*, 2019).

No intrincado tecido das organizações, a resistência à mudança manifesta-se como um obstáculo notório. Tais resistências não são meramente um sinal de inércia, mas sim a manifestação de uma série de preocupações e receios, muitas vezes arraigados nas práticas e mentalidades estabelecidas. A transformação, mesmo quando benéfica, frequentemente confronta o familiar, o conhecido, gerando assim tensões.

Para decifrar este fenômeno, é vital entender que cada elemento da organização, seja ele um processo, uma equipe ou um indivíduo, está interligado em uma rede de dependências. Uma alteração em um elemento pode desencadear efeitos em cascata, cujos impactos são muitas vezes difíceis de prever. Portanto, a resistência muitas vezes brota da incerteza acerca desses impactos desconhecidos.

As organizações muitas vezes possuem legados de práticas e políticas que, ao longo do tempo, tornaram-se parte da identidade corporativa. Desafiar esses legados é, em muitos casos, percebido como desafiar a própria identidade da organização, levando à resistência mesmo quando a necessidade de mudança é evidente (ANTONY *et al.*, 2018).

Por outro lado, a comunicação desempenha um papel crucial neste cenário. Falhas na transmissão de informações, na definição clara dos benefícios esperados ou na articulação do propósito da mudança podem alimentar percepções distorcidas e, conseqüentemente, resistências (FERNANDES *et al.*, 2021).

Entretanto, não se deve ver a resistência como um inimigo a ser combatido, mas sim como um termômetro que indica áreas de preocupação. Abordá-la requer uma combinação de empatia, comunicação eficaz e envolvimento ativo das partes interessadas. Engajar os resistores, transformando-os em aliados, pode ser a chave para desbloquear o verdadeiro potencial de uma transformação (ARCIDIACONO; PIERONI, 2018).

Dentro do vasto universo de transformação e melhoramento organizacional, a fase de análise e diagnóstico emerge como um dos momentos mais cruciais, mas simultaneamente um dos mais repletos de desafios. Esta fase, ao mergulhar nas entranhas dos processos, busca identificar falhas, ineficiências e oportunidades de melhoria. No entanto, a complexidade inerente a esta etapa não pode ser subestimada.

A coleta e interpretação de dados manifestam-se como grandes obstáculos. Em um mundo inundado de informações, discernir o que é relevante do que é simplesmente ruído exige uma

precisão meticulosa. O risco de se basear em dados imprecisos ou irrelevantes pode levar a diagnósticos equivocados, desviando esforços e recursos valiosos (BARROS, 2019).

Paralelamente, a natureza interconectada dos processos organizacionais apresenta desafios adicionais. Uma alteração em um processo pode ter implicações em diversos outros, tornando a tarefa de isolamento e diagnóstico uma empreitada complexa. Além disso, a dinâmica constante das organizações, com mudanças frequentes em metas, estratégias e ambiente externo, pode tornar a análise um alvo móvel, onde as variáveis continuam mudando (CHIROLI *et al.*, 2020).

Outra barreira notável é a resistência humana. Muitas vezes, equipes e indivíduos, por estarem profundamente imersos em suas rotinas diárias, tornam-se cegos para ineficiências ou são relutantes em aceitar críticas ou mudanças. Esta resistência não apenas obstrui a fase de diagnóstico, mas pode também distorcer a percepção do que realmente precisa ser melhorado (CIVARDI, 2018).

A jornada em direção à excelência organizacional é marcada não apenas pela implementação de melhorias, mas pela capacidade de garantir sua sustentabilidade a longo prazo. Esta persistência das melhorias, ao longo do tempo, é a verdadeira medida do sucesso de qualquer esforço de transformação. Todavia, a manutenção desses avanços apresenta desafios que vão além da simples implementação inicial (COSTA *et al.*, 2018; CUNHA, 2022).

Uma das maiores barreiras à sustentabilidade das melhorias é a constante mutabilidade do ambiente de negócios. Em um cenário em constante evolução, as organizações podem descobrir que as soluções de ontem já não são mais adequadas para os desafios de amanhã. Portanto, a rigidez nas abordagens adotadas pode ser o calcanhar de Aquiles de qualquer esforço de melhoria (GHOLAMI *et al.*, 2021).

Ademais, a natureza humana tende à complacência. Uma vez que as melhorias são percebidas, pode surgir uma mentalidade de "missão cumprida", levando a uma gradual regressão aos antigos hábitos e práticas. É imperativo, portanto, cultivar uma cultura de melhoria contínua, onde a busca pela excelência nunca cessa e onde cada avanço é visto apenas como um passo na longa marcha em direção ao aprimoramento (GOLDSTEIN, 2020).

A falta de monitoramento e avaliação regular também pode comprometer a sustentabilidade. Sem indicadores claros e métricas de desempenho, torna-se desafiador identificar desvios ou regressões. Esta vigilância contínua, complementada por *feedbacks* e ajustes frequentes, é essencial para garantir que as melhorias não apenas se mantenham, mas continuem evoluindo (GUIMARÃES, 2021).

O compromisso da liderança é um fator determinante. Líderes que demonstram, por meio de suas ações e decisões, um compromisso inabalável com a sustentabilidade das melhorias, inspiram equipes a fazerem o mesmo. Uma liderança que vacila ou que não dá o devido valor à manutenção das melhorias pode, inadvertidamente, minar os esforços da organização (GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020).

Em qualquer empreendimento rumo à excelência organizacional, emerge uma verdade incontestável: o ambiente de negócios e as necessidades do mercado estão em constante transformação. Dado este cenário fluido, a relevância da revisão e atualização contínua de processos, estratégias e práticas torna-se evidente. Estagnar em abordagens passadas é um convite ao obsoletismo, que compromete a competitividade e a viabilidade no longo prazo (HEES *et al.*, 2019).

No âmago deste entendimento, reconhece-se que o conhecimento e as práticas de hoje podem não ser suficientes para enfrentar os desafios do amanhã. A complacência na atualidade, baseada em sucessos anteriores, pode cegar uma organização para inovações emergentes e ameaças latentes. Cada solução implementada, por mais eficaz que seja no presente, deve ser vista com um olhar crítico e questionador, ponderando sua adequação futura.

Esta revisão contínua, contudo, não se limita a processos e práticas. Engloba também a cultura organizacional, os valores e as competências. A mentalidade de melhoria contínua deve ser inculcada em todos os níveis da organização, propiciando um ambiente onde a inovação é incentivada, e o questionamento construtivo é valorizado. A reavaliação constante de competências e habilidades assegura que a força de trabalho esteja alinhada com as demandas em evolução do mercado.

No entanto, pode ser desafiador discernir entre modismos transitórios e tendências genuínas. A revisão e a atualização podem ser percebidas como disruptivas, gerando resistência interna. Contudo, é vital entender que a verdadeira disrupção vem da incapacidade de se adaptar, enquanto a atualização proativa é um antídoto para a irrelevância.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÃO DE PESQUISA FUTURA

Dentro do vasto universo da telecomunicação, observa-se uma crescente necessidade de adotar e adaptar metodologias robustas para enfrentar desafios complexos. À medida que este setor evolui, a demanda por sistemas e processos otimizados intensifica-se, abrindo portas para a expansão de metodologias comprovadas em determinadas áreas para outras vertentes do setor (LACERDA, 2019).

Ao perseguir a excelência e eliminar desperdícios, alinha-se intrinsecamente com as tendências tecnológicas emergentes. A automação, por exemplo, complementa os princípios *Lean*, facilitando fluxos de trabalho otimizados e reduzindo variabilidades. Através da implementação de sistemas automatizados, organizações podem alcançar níveis de precisão e consistência anteriormente inatingíveis (LAUREANI; ANTONY, 2018).

Visando alcançar os objetivos elencados, o desenvolvimento deste trabalho buscou esclarecer o problema de pesquisa relacionado à aplicação da metodologia *lean six sigma* na implantação de equipamentos na rede de telecomunicações, a partir de uma revisão bibliográfica aprofundada e rigorosa. As referências selecionadas forneceram um amplo panorama sobre o assunto e permitiram uma análise crítica e objetiva das informações coletadas.

Ao final da pesquisa, foi possível concluir que a aplicação da metodologia, em particular através do processo DMAIC, oferece um significativo potencial para otimizar o processo de implantação. As fases de definição, medição, análise, melhoria e controle apresentam-se como pilares fundamentais na redução do retrabalho, minimização das paralisações e garantia da eficiência operacional. Esses resultados, em consonância com as análises realizadas, corroboram a hipótese inicial.

Para futuras pesquisas, sugere-se analisar qual o impacto que uma implementação de automatização da atividade de acessar os equipamentos e configurá-los traria no processo e qual a redução de tempo total. É importante ressaltar que essa atividade necessita de um olhar crítico mais apurado por parte do executante.

No entanto, é importante destacar que as pesquisas sobre o tema ainda são necessárias para aprimorar o conhecimento atual e enriquecer a discussão sobre o assunto. Enquanto os benefícios são evidentes, sua aplicação prática em um setor tão específico e dinâmico como as telecomunicações exige uma contínua revisão e adaptação, garantindo que a metodologia permaneça relevante e eficaz diante dos avanços tecnológicos e desafios emergentes.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Volume 1. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ANTONY, J. *et al.* Ten commandments of lean six sigma: a practitioners' perspective. **International Journal of Productivity and Performance Management**, Bingley, v. 67, n. 6, p. 1033-1044, 2018.

FERNANDES, C. H. A. *et al.* Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil. **Navus: Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, n. 11, p. 1-19, 2021.

ARCIDIACONO, G.; PIERONI, A. The revolution lean six sigma 4.0. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 141-149, 2018.

ATMACA, E.; GIRENES, S. S. Lean six sigma methodology and application. **Quality & Quantity**, Dordrecht, v. 47, n. 4, p. 2107-2127, 2013.

BARROS, H. R. O. **Aplicação da metodologia DMAIC a um processo produtivo na área dos semicondutores**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2019.

CHIROLI, D. *et al.* Proposta de melhoria baseada na metodologia DMAIC em uma unidade de pronto atendimento de saúde. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 29-35, 2020.

CIVARDI, L. T. **Método de implementação do controle estatístico do processo (CEP): um estudo de caso em uma indústria alimentícia do Vale do Taquari/RS sob a ótica da metodologia DMAIC**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade do Vale do Taquari, Taquari, 2018.

COSTA, L. B. M. *et al.* Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: a systematic literature review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 82, p. 122-133, 2018.

CUNHA, P. **Barreiras de implementação da gestão lean 6 sigma: um estudo de caso na indústria portuguesa**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Setúbal, 2022.

ERDIL, N.; AKTAS, C.; ARANI, O. Embedding sustainability in lean six sigma efforts. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 198, p. 520-529, 2018.

FERREIRA, E. J. S. **Aplicação da metodologia DMAIC a um processo de humidificação de rolhas**. 2019. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Universidade do Porto, Porto, 2019.

GHOLAMI, H. *et al.* The application of green lean six sigma. **Business Strategy and the Environment**, Oxford, v. 30, n. 4, p. 1913-1931, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

GOLDSTEIN, M. **Implementação de rede de telefonia celular: integração de planos de projeto de alta complexidade**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração do Desenvolvimento de Negócios) – Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

GUIMARÃES, G. O. Análise no processo de manutenção de navios aplicando DMAIC e ferramentas de qualidade. **Revista Brasileira de Administração Científica**, Aquidabã, v. 12, n. 3, p. 275-291, 2021.

GUPTA, S.; MODGIL, S.; GUNASEKARAN, A. Big data in lean six sigma: a review and further research directions. **International Journal of Production Research**, London, v. 58, n. 3, p. 947-969, 2020.

HEES, L. W. B. *et al.* Gestão participativa: uma proposta de ações integradas ao modelo DMAIC. **Revista Scientia Vitae**, [S. l.], v. 8, n. 25, p. 19-28, 2019.

JORDÃO, K. L. J. **Aplicação da metodologia lean seis sigma para a melhoria do sistema de gestão de uma indústria química**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, 2022.

VIDAL JUNIOR, G. C. Aplicando a metodologia lean six sigma ao programa netuno: conduzindo à excelência utilizando DMAIC. **Revista Gestão e Conhecimento**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 547-564, 2022.

KASWAN, M. S.; RATHI, R. Green lean six sigma for sustainable development: Integration and framework. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 83, p. 106396, 2020.

KUIPER, A. *et al.* A reconsideration of lean six sigma in healthcare after the Covid-19 crisis. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 13, n. 1, p. 101-117, 2022.

LACERDA, A. L. S. **Análise dos dados de ciclo de transporte gerados pelo sistema de despacho para uma mina de cobre**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas) – Escolha de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

LAUREANI, A.; ANTONY, J. Leadership – a critical success factor for the effective implementation of lean six sigma. **Total Quality Management & Business Excellence**, Abingdon, v. 29, n. 5-6, p. 502-523, 2018.

MARTINS, F. D.; SANTOS, J. H. O. **Aplicação da metodologia DMAIC na redução de custo de materiais de embalagem**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2018.

MURALIRAJ, J. *et al.* Annotated methodological review of lean six sigma. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 9, n. 1, p. 2-49, 2018.

PATEL, A. S.; PATEL, K. M. Critical review of literature on lean six sigma methodology. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 12, n. 3, p. 627-674, 2021.

PEREIRA, N. T. S. **Redução do índice de retrabalho por meio da aplicação do método DMAIC: um estudo de caso em uma lavanderia industrial**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2022.

QUEIROZ, G. A. Ciclo de melhoria contínua da produção enxuta considerando o desempenho ambiental: uma proposta conceitual estruturada no método DMAIC. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 8, n. 1, p. 3907-3924, 2022.

RAPÔSO, C. F. L. *et al.* Gestão da qualidade e da produção: análise comparativa entre o PDCA e o DMAIC. **RACE - Revista de Administração do CESMAC**, Maceió, v. 4, p. 147-153, 2019.

RAVAL, S. J.; KANT, R.; SHANKAR, R. Revealing research trends and themes in lean six sigma: from 2000 to 2016. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 9, n. 3, p. 399-443, 2018.

RODRIGUES, A. C. S. *et al.* **Aplicação da metodologia DMAIC em uma empresa da área de reciclagem**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2022.

ROTTA, G. L. **Aplicação da metodologia DMAIC no ressuprimento de uma fábrica de biscoitos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Acadêmico do Agreste – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

SANTOS, D. *et al.* Aplicabilidade das ferramentas DMAIC em projetos de melhoria. **Revista Científica Intellectus**, [S. l.], n. 55, p. 91-103, 2019.

SANTOS, P. R. **Aplicação da metodologia DMAIC para redução do refugo em um processo produtivo: um estudo de caso em uma indústria de produtos médico-hospitalares**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.

SILVA, L. P. *et al.* Melhoria da eficiência de um processo por meio do método DMAIC: pesquisa-ação em uma fábrica de chocolates. **Journal of Lean Systems**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 110-131, 2021.

SINGH, M.; RATHI, R. A structured review of lean six sigma in various industrial sectors. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 10, n. 2, p. 622-664, 2019.

SOARES, T. B. *et al.* Aplicação do DMAIC e técnica de modelagem para melhoria do processo de fabricação de sapata. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: Enegep, 2018. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2018&c=35494>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SOCCONINI, L.; REATO, C. **Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas**. Barcelona: Marge Books, 2019. *E-book*.

SONY, M.; NAIK, S.; THERISA, K. Why do organizations discontinue lean six sigma initiatives? **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bingley, v. 36, n. 3, p. 420-436, 2019.

SOUZA, B. C. *et al.* Implantação do programa 5S através da metodologia DMAIC. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 4, n. 5, p. 2163-2179, 2018.

SOUZA, C. L. P. *et al.* **Análise DMAIC – melhoria do processo Power**. 2018. Monografia (Pós-graduação em Engenharia da Qualidade e Seis Sigma QS71A) – Faculdades IDAAM, Manaus, 2018.

SREEDHARAN, R.; SUNDER, V.; RAJU, R. Critical success factors of TQM, six sigma, lean and lean six sigma: a literature review and key findings. **Benchmarking: An International Journal**, Bingley, v. 25, n. 9, p. 3479-3504, 2018.

SUNDER, V; GANESH, L. S.; MARATHE, R. A morphological analysis of research literature on lean six sigma for services. **International Journal of Operations & Production Management**, Bingley, v. 38, n. 1, p. 149-182, 2018.

TAKEMOTO, K. K.; LOOS, M. J. Melhorias no processo de recebimento de produtos acabados em uma empresa têxtil utilizando o método DMAIC. **Journal of Lean Systems**, Florianópolis, v. 3, n. 4, p. 38-63, 2018.

TAMPUBOLON, S.; PURBA, H. Lean six sigma implementation, a systematic literature review. **International Journal of Production Management and Engineering**, Valencia, v. 9, n. 2, p. 125-139, 2021.

VAISHNAVI, V.; SURESH, M. Modelling of readiness factors for the implementation of lean six sigma in healthcare organizations. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 11, n. 4, p. 597-633, 2020.

WALTER, O. M. F. C.; PALADINI, E. P. Lean six sigma in Brazil: a literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, Bingley, v. 10, n. 1, p. 435-472, 2019.

YADAV, N.; SHANKAR, R.; SINGH, S. P. Cognitive aspects of lean six sigma. **Quality & Quantity**, Dordrecht, v. 56, n. 2 p. 607-666, 2022.