

Recolha de equipamentos de telecomunicação em uma empresa de serviços: aplicação de Ferramentas de Qualidade para análise do processo

Resumo

Nesta pesquisa, avalia-se uma dimensão específica do processo de logística reversa em uma empresa de telecomunicações: a recolha de equipamentos. Ferramentas de qualidade, tais como diagrama de fluxo de processo, histogramas e gráficos de controle, foram utilizadas nas análises. A pesquisa adota uma abordagem descritiva-exploratória, utilizando a estratégia de estudo de caso. Os resultados revelam alta variabilidade no processo inicialmente, com tendências claras de melhoria identificadas ao longo dos anos estudados. O estudo conclui que o processo atingiu seu melhor desempenho em 2023, sugerindo que as mudanças implementadas em 2021 e 2022 foram eficazes. Contudo, a presença de *outliers* sugere a necessidade de melhorias contínuas. O trabalho mostra como o uso de ferramentas de qualidade pode apoiar não apenas o desenho do processo, mas também ajudar a monitorar e manter seu comportamento sob controle. Os ganhos operacionais resultantes da organização eficaz do processo contribuem para aumentar a competitividade da empresa, a promoção de práticas sustentáveis e a experiência do usuário. Adicionalmente, o estudo contribui para o conhecimento acadêmico, servindo como um bom exemplo de aplicação prática dos conhecimentos teóricos e inspirando trabalhos futuros que visam explorar e expandir o tema abordado.

Palavras-chave: Logística Reversa. Coleta de Equipamentos. Ordens de Serviço. Ferramentas de qualidade. Telecomunicações.

1 INTRODUÇÃO

No fim da Segunda Guerra Mundial, o Japão, um dos países mais afetados por esse conflito, buscava sua reconstrução em todos os aspectos, com foco principalmente na área econômica. Nesse cenário de urgência para competir em um mercado globalizado, a gestão da qualidade emergiu como a grande solução para as organizações japonesas, pois já era vista como sinônimo da busca por eficiência, eficácia e competitividade. Diante disso, estudiosos como Kaoru Ishikawa se destacaram ao defender práticas que visam a melhoria da qualidade dos produtos e de todos os processos empresariais, como por exemplo, a utilização de ferramentas de qualidade (Rosa, Teixeira e António, 2009).

Carpinetti (2016) descreve que Ishikawa, em particular, não só desenvolveu o diagrama de causa e efeito, mas também reuniu em sua obra "*What is Total Quality Control? The Japanese Way*" um conjunto de ferramentas que se mostraram adequadas às empresas japonesas, o qual, segundo ele, poderia resolver 90% dos problemas organizacionais. Esse conjunto ficou conhecido mundialmente como as "Sete Ferramentas da Qualidade". William Edwards Deming, outro pioneiro na área da qualidade, destacou-se como principal divulgador do ciclo PDCA, um método de gestão de qualidade amplamente utilizado por organizações em todo o mundo. Junto com Ishikawa, Deming contribuiu diretamente para o sucesso e a formação de grandes empresas no Japão, a ponto de ter seu nome homenageado no Prêmio Nacional da Qualidade.

A aplicabilidade dessas ferramentas não se limitou apenas àquele período. Mais recentemente, Landiva (2021) descreve as ferramentas da qualidade como "mecanismos utilizados para identificar, definir, medir, analisar e proporcionar soluções para problemas detectados nos processos organizacionais, visando a melhoria de qualidade". Assim, no

contexto contemporâneo, essas ferramentas têm sido igualmente valiosas e passaram a ser intensamente utilizadas no setor de serviços, o principal na economia global.

Ademais, a implementação dessas ferramentas, já consideradas essenciais para a competitividade no mercado globalizado devido a vantagens como eficiência operacional e inovação, adquiriu uma nova dimensão no setor de serviços: a experiência do cliente. Oferecer uma experiência única ao cliente é fundamental para assegurar grandes vantagens competitivas, pois representa o processo de fidelização e avaliação positiva dos clientes, garantindo a melhoria contínua de uma organização (Maximiano, 2017).

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o processo de recolha de equipamentos, um componente da logística reversa de uma empresa de serviços de telecomunicações, por meio de ferramentas da qualidade.

Para Leite (2017) a logística reversa é uma estratégia empresarial que possibilita o aproveitamento das oportunidades de ganhos e redução de riscos, sob perspectivas econômicas, legais, ecológicas e de cidadania no retorno de produtos usados ou não consumidos.

Um processo de logística reversa, especificamente no setor de telecomunicações, que envolve gerenciar o retorno de um aparelho do ponto de consumo até a origem, é crucial, assim como em qualquer empresa, para entender e melhorar a eficiência operacional e a satisfação do cliente. Além disso, os equipamentos desse tipo de empresa necessitam de tratamento adequado para garantir sustentabilidade ambiental. Este tratamento pode envolver a reutilização, o reparo, a remanufatura e a reciclagem, que são essenciais para otimizar os recursos e reduzir os resíduos, questões muito caras para a sustentabilidade ambiental, bem como conformidade regulatória. Assim, o assunto é importante não apenas para garantia da eficiência operacional, mas também como um componente estratégico para o sucesso sustentável das empresas de serviços a longo prazo. Estudos como os de Dabo e Hosseinian-Far (2023) e Fleischmann et al. (2000) fornecem uma base sólida para implementar práticas eficazes de logística reversa e entender como podem ser úteis em todos esses aspectos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados fundamentos teóricos importantes para o estudo. São exploradas as diferentes dimensões da definição de qualidade e algumas ferramentas de qualidade, como: diagrama de fluxo de processos, gráfico de Pareto, histograma e gráfico de controle e diagrama espinha de peixe. Também são apresentados pontos importantes relacionados à logística reversa. Além disso, são expostos alguns estudos que utilizaram ferramentas de qualidade em empresas de telecomunicações.

2.1 QUALIDADE

Feigenbaum (1986), considerado um dos pioneiros do conceito de “Controle da Qualidade Total”, define qualidade como o resultado da colaboração dos membros de uma organização para atender às expectativas e necessidades dos clientes. A qualidade não é definida apenas pelos especialistas, mas sim pela percepção de excelência dos próprios usuários e clientes. Além disso, o autor defende que a qualidade não deve ser uma responsabilidade exclusiva dos departamentos de produção ou de controle de qualidade, mas sim uma preocupação que deve permear toda a organização, desde a liderança até a base, envolvendo todos os funcionários em um esforço conjunto para garantir a excelência.

Segundo Garvin (2002), é possível identificar cinco abordagens primárias em relação à qualidade: transcendente, baseada no produto, baseada no usuário, baseada na produção e baseada no valor. As definições dessas abordagens são representadas na Figura 1.

ABORDAGEM	DEFINIÇÃO
Transcendente	Esta abordagem considera que a qualidade é intrínseca ao produto desde o início e está relacionada ao seu desempenho. Isso sugere que a qualidade não pode ser quantificada exatamente. Um cliente somente percebe a qualidade de um produto através do uso e da experiência positiva proporcionada.
Produto	A qualidade é vista como mensurável de forma objetiva, o que significa que podemos avaliar aspectos específicos de um produto para determinar sua excelência. Quanto mais esses aspectos se alinharem com os padrões de alta qualidade, melhor o produto será considerado.
Usuário	A qualidade de um produto ou serviço é determinada por sua capacidade de satisfazer as necessidades e preferências do cliente. Um produto é considerado de qualidade se corresponde às expectativas do consumidor.
Produção	Nesta perspectiva, qualidade é a conformidade com regras e padrões estabelecidos no planejamento de um produto ou serviço. Menos desvios desses padrões indicam maior qualidade e podem também implicar em redução de custos, uma vez que haverá menos erros a corrigir.
Valor	Essa abordagem quer dizer que um produto é bom quando ele atende bem ao que o consumidor quer, mas sem custar muito caro. Ou seja, a qualidade do produto é definida pelo equilíbrio entre o que ele oferece e quanto custa.

Figura 1. Diferentes abordagens da qualidade.

Fonte: Adaptado de Garvin (2002).

2.2 FERRAMENTAS DE QUALIDADE

No cenário atual, no qual as empresas buscam constantemente vantagens competitivas, as ferramentas de qualidade desempenham um papel essencial para garantir sua sobrevivência. Elas são fundamentais na gestão da qualidade e na busca por ganhos operacionais significativos. Kaoru Ishikawa reuniu essas técnicas e as denominou de sete ferramentas da qualidade. Elas podem ser aplicadas em empresas de diversos segmentos, permitindo avaliar processos, desenvolver uma cultura de qualidade e buscar melhorias contínuas para atender às necessidades dos clientes, são elas: fluxograma: um diagrama sequencial que representa visualmente, por meio de símbolos, um processo ou fluxo de trabalho, cartas de controle, diagrama de Ishikawa, folha de Verificação, histograma: representação gráfica da distribuição de dados, útil para entender a variação durante um período específico, diagrama de dispersão: mostra a relação entre duas variáveis e ajuda a identificar correlações, diagrama de Pareto. A seguir, algumas delas serão apresentadas.

2.2.3 Histograma

O histograma é um gráfico de barras que representa os valores de uma variável de interesse. Cada barra vertical corresponde a um intervalo de valores e sua área é proporcional ao número de observações na amostra dentro desse intervalo. Isso permite visualizar a distribuição dos dados, identificar o valor central e avaliar a dispersão em torno desse valor. Além disso, ao comparar os dados com os limites de especificação, é possível determinar se o processo atende às especificações, se a média está próxima do valor nominal e se é necessário reduzir a variabilidade do processo (Carpinetti, 2016). A Figura 4 exemplifica um histograma.

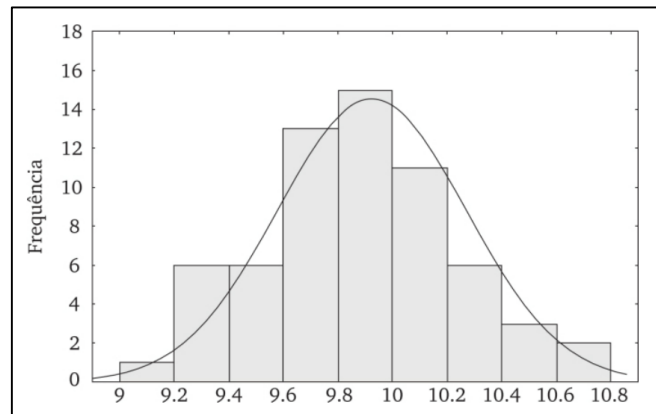


Figura 4. Exemplo de histograma.
Fonte: Carpinetti (2016).

2.2.4 Gráfico de controle

Conhecido por ser uma das sete ferramentas da qualidade, o gráfico de controle é utilizado para analisar a evolução de um processo ao longo do tempo, com os dados plotados em ordem cronológica. Ele apresenta três linhas importantes: a linha central, que representa a média; a linha superior de controle; e a linha inferior de controle, sendo essas determinadas com base em dados históricos. Ao comparar os dados atuais com essas linhas, é possível tirar conclusões sobre a consistência da variação do processo, identificando se está sob controle ou se há causas especiais de variação que o tornam imprevisível. Sendo assim, é uma técnica valiosa em projetos de melhoria da qualidade, pois permite identificar problemas ou promover mudanças fundamentais no processo (Limeira et al., 2015). A Figura 5 apresenta exemplos de gráfico de controle.

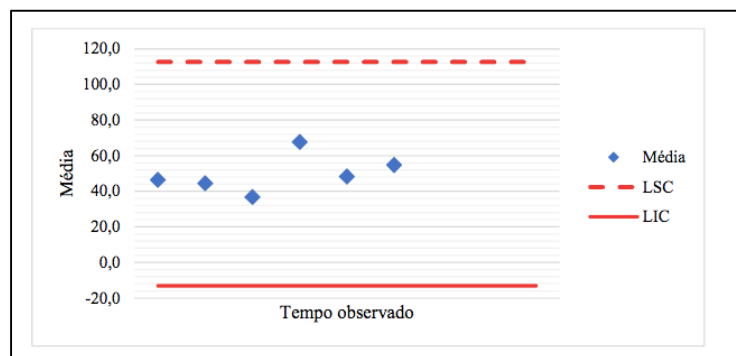


Figura 5. Gráfico de Controle.
Fonte: Santos (2023).

2.2.5 Espinha de peixe

O diagrama de espinha de peixe, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou de causa-efeito, é uma ferramenta que auxilia na análise das possíveis causas de um problema específico. Nesse diagrama, os fatores de influência (causas) são agrupados em categorias pré-definidas, como ser humano, máquina, método, gestão, ambiente, material e medição. Essas categorias são representadas como ramos principais no diagrama, e os fatores específicos são representados em ramos menores. O grande objetivo dessa técnica é obter uma visão geral e ordenada de todos os elementos que afetam o problema estudado (Kirchner, 2010). A Figura 6 exemplifica um diagrama espinha de peixe.



Figura 6. Diagrama espinha de peixe.
Fonte: Santos et al. (2019).

2.3 LOGÍSTICA REVERSA

A Logística Reversa é uma estratégia essencial para a gestão sustentável dos fluxos de materiais, produtos e informações nas cadeias de suprimentos. Ela envolve o planejamento, a implementação e o controle do fluxo reverso de produtos, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou garantir a disposição adequada dos produtos ao final de seu ciclo de vida (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

Como destacado por Lacerda (2002), a Logística Reversa também desempenha um papel crucial na implementação de políticas de gestão de resíduos, sendo seu propósito principal evitar o descarte desordenado de materiais na natureza, proporcionando meios para que os produtos sejam reintegrados de forma adequada na cadeia produtiva. Souza (2018) enfatiza a importância de reutilizar ou dar novas utilidades aos produtos como parte integrante da Logística Reversa, destacando que esse método contribui significativamente para a redução do descarte inadequado no meio ambiente.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em outros ciclos produtivos ou para outra destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Para garantir a eficácia da Logística Reversa e promover uma gestão responsável dos resíduos, têm sido desenvolvidas legislações ambientais, como ressaltado por Leite (2017). Essas regulamentações visam incentivar as empresas a adotarem práticas

sustentáveis e a assumirem uma maior responsabilidade no tratamento e descarte dos materiais que não podem ser reaproveitados.

No contexto atual, marcado pelo constante avanço tecnológico e pela rápida obsolescência de dispositivos eletrônicos, a recolha e destinação correta de equipamentos no setor de telecomunicações tornam-se questões de extrema relevância. A gestão adequada desses equipamentos no final de sua vida útil não apenas minimiza os impactos ambientais negativos, mas também promove a recuperação de materiais valiosos, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para a sustentabilidade do setor (Magalhães, 2011)

2.4 ALGUNS ESTUDOS QUE ABORDAM A APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM EMPRESAS DE TELECOMUNICAÇÕES

Santos et al. (2019) realizaram um estudo com objetivo de identificar maneiras de reduzir o índice de "não vendas" em uma empresa de telecomunicações em Varginha/MG. Os resultados demonstraram impactos positivos da associação entre controle de qualidade e a utilização de ferramentas da qualidade. A pesquisa foi conduzida a partir de uma revisão bibliográfica, do estudo da organização, com a aplicação de ferramentas da qualidade como o Fluxograma, Diagrama de Causa e Efeito, Lista de Verificação, Diagrama de Pareto e Gráfico de Controle. Os resultados evidenciaram a importância da gestão da qualidade total em serviços para o sucesso de uma empresa.

Cechi (2019) realizou um estudo com o objetivo de analisar melhorias nos processos do Setor de Compartilhamento de Torres e Datacenters de uma empresa de telecomunicações. A pesquisa foi conduzida a partir da aplicação de ferramentas de qualidade, como o ciclo de PDCA, Pareto e Diagrama de Ishikawa, além de um plano de ação. Verificou-se uma redução de 26% no custo adicional mensal para contratações de compartilhamento de torres e 65% nas contratações que envolvem o Datacenter, durante os primeiros 10 meses de 2019.

Outro estudo, realizado por Silva e De Souza Júnior (2022) em uma empresa de telecomunicações, teve como objetivo encontrar a causa raiz e possível solução para a insatisfação do cliente no atendimento prestado pela organização. A pesquisa foi conduzida por meio de uma análise quali-quantitativa, utilizando o diagrama de Pareto, a Matriz GUT, o 5W2H e o diagrama de Ishikawa. Os resultados mostraram que as principais causas das avaliações negativas foram a falta de padronização dos atendimentos, a comunicação ineficaz e o treinamento inadequado.

Jardim Filho (2018) desenvolveu um estudo com o objetivo de identificar as vantagens e desvantagens da melhoria do processo de reparo de telefonia de uma empresa de telecomunicações. Para isso, foi utilizado o levantamento de dados, metodologias de processos e ferramentas de qualidade (ciclo PDCA, Diagrama de Pareto e Espinha de Peixe), demonstrando que a organização seria capaz de obter ganhos de qualidade, redução de custos operacionais e de retrabalho, além da otimização dos recursos utilizados.

O estudo realizado por Penedo et al. (2020) teve como objetivo analisar o uso de ferramentas de qualidade (Carta de controle, Diagrama de causa e efeito, Fluxograma, Histograma e Gráfico de Pareto) nos processos de manutenção de máquinas e equipamentos em diversas empresas da Região Sul Fluminense (RJ), incluindo uma organização do ramo de telecomunicações. A metodologia empregada foi uma pesquisa de campo, utilizando um questionário enviado para profissionais da área de manutenção. Os resultados confirmaram que a implementação de modelos aliados às ferramentas de qualidade pode contribuir para uma maior produtividade e a redução de desperdícios.

O trabalho desenvolvido por Oliveira (2018) buscou avaliar os indicadores de desempenho B2B em uma empresa de telecomunicações, através da identificação das principais causas de problemas e da proposição de planos de ação para melhorias. Isso foi possível através de uma análise de dados das ordens de serviço recebidas no setor B2B da empresa, aliado à aplicação de ferramentas como o Gráfico de Pareto e o Diagrama de Ishikawa. Como principais resultados, o estudo identificou impasses recorrentes e suas causas, além da realização de um plano de ação para redução desses problemas.

3.METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem descritiva-exploratória sob a estratégia de estudo de caso para investigar o processo de Logística Reversa de recolha de equipamentos de uma empresa de telecomunicações. Tal abordagem foi escolhida pois permite descrever com detalhes o processo existente, além de revelar novos pontos de vista, identificar lacunas, padrões e possíveis áreas de melhoria.

Os dados foram coletados, entre os meses de outubro de 2023 a janeiro de 2024, por meio de consulta documental na base de dados de ordens de serviços de recolha da empresa. Os meses de referência utilizados foram os anos de 2021, 2022 e 2023. Essa base é composta de dados quantitativos e qualitativos e inclui informações como datas e horários de abertura e fechamento do serviço, locais de recolha, números absolutos de modems recolhidos, tempos de recolhimento, identificação de clientes e a avaliação das percepções dos profissionais envolvidos. Os dados utilizados na pesquisa foram a quantidade ordens de serviço de recolha de modems e seus respectivos lead-times desde a abertura até o fechamento.

A empresa objeto de estudo é uma das principais provedoras de serviços de telecomunicações do Brasil, fundada em meados da década de 1950, destacando-se pela extensa rede de cabos de fibra óptica que abrange grande parte do território nacional. Considerada uma organização de grande porte, ela emprega aproximadamente 4.500 funcionários em cerca de 350 cidades do Brasil. Além de oferecer serviços tradicionais de telefonia fixa e móvel, a empresa é reconhecida por suas soluções inovadoras no mercado, incluindo serviços de nuvem, segurança cibernética e Internet das Coisas (IoT). Uma dessas abordagens criativas é o processo de logística reversa que a empresa implementa em seus processos (Dados retirados do site da empresa, 2024).

Nesta pesquisa, serão empregadas algumas ferramentas da qualidade para analisar o processo de recolha dos equipamentos, que faz parte da logística reversa na empresa estudada. Os instrumentos incluem: gráfico de fluxo de processos, histograma e gráfico de controle. Estas ferramentas são reconhecidas por identificar áreas de melhoria e são aplicadas durante a análise dos dados para auxiliar a obter percepções sobre o processo.

Primeiramente, foi construído um gráfico de fluxo de processos para apresentar, visualmente, o processo de recolha da empresa estudada. Também foram construídos histogramas, onde as frequências foram separadas em séries de dias. O número de classes e seus intervalos foram determinados com base nos dados do ano de 2021. Posteriormente, foi feito um gráfico de barras para os meses dos anos de 2021, 2022 e 2023, proporcionando uma visão ampla da distribuição das ordens de serviço abertas ao longo do tempo. Por fim, seis gráficos de controle foram elaborados utilizando uma técnica de controle estatístico, no qual foram sorteados seis números de cada mês da amostra, aplicando a fórmula apresentada na Equação 1 para estimar o desvio padrão populacional com base em uma amostra.

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde,

\bar{R} é a amplitude média

d_2 é a constante tabelada para estimar o DP populacional

n é o tamanho da amostra

Esses gráficos foram construídos para cada um dos três anos em análise, permitindo uma avaliação da variação dos dados ao longo do tempo e, conseqüentemente, a identificação de possíveis padrões ou tendências.

Cada uma dessas ferramentas serve a um propósito específico e contribui para a melhoria da eficiência, qualidade e previsibilidade dos processos operacionais. A escolha delas não deve ser aleatória, mas sim baseada em uma avaliação cuidadosa das necessidades específicas de cada processo dentro da organização. Desta forma, por ser um processo que sofre modificações constantes, o diagrama de fluxo de processo é essencial para garantir um entendimento correto de todas as etapas envolvidas. Além disso, como é um processo que estava apresentando alta variabilidade, histogramas e gráficos de controle são especialmente úteis para monitorar e ajustar essas variações. O conjunto de ferramentas escolhido oferece uma compreensão clara e detalhada dos processos, facilitando melhorias em qualidade e eficiência, o que pode englobar não apenas economia, mas também questões de sustentabilidade e regulamentação, além de atender aos requisitos dos clientes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste momento, são apresentados os resultados e discussões dos dados coletados, que se referem ao processo de logística reversa de recolha de equipamentos da empresa analisada. Esse tipo de análise pode auxiliar na identificação de pontos de possíveis problemas e fornecer suporte a futuras análises e estudos.

4.1 Diagrama de Fluxo de Processo

A logística reversa da organização abordada neste estudo desempenha um papel centrado na gestão sustentável e eficiente de produtos, materiais e sucata. O processo é iniciado com a identificação da necessidade de retorno de equipamentos, por meio de diversos canais de coleta e recolhimento, como centros de distribuição próprios, para assim efetuar o correto direcionamento final. Contextualizando para o foco do artigo, que é o processo de logística reversa do recolhimento de modems de internet, a identificação ocorre devido à necessidade de substituição do equipamento, upgrade de serviço, encerramento de contrato ou cancelamento, mudança de endereço, manutenção e reparo, todas diferenciadas pelas ordens de serviço que são abertas à área responsável pela logística da empresa.

A partir desse momento, técnicos próprios ou terceirizados são acionados para realizar a recolha desses equipamentos diretamente nos locais designados. Após a coleta, os modems são transferidos para os centros de distribuição da organização, onde passam por uma categorização em que são classificados como produtos para reuso, reparo ou

alienação, conforme suas condições e características. Os modems em bom estado são preparados para reintegração ao estoque, podendo ser redistribuídos para novos clientes; aqueles que necessitam de reparo são encaminhados para laboratórios especializados em manutenção e restauração de suas funcionalidades. Por fim, os considerados obsoletos ou irrecuperáveis são destinados à alienação, sendo vendidos para empresas de reciclagem.

A Figura 7 apresenta de forma visual o processo de recolha de equipamentos da empresa. As formas ovais são utilizadas no diagrama de fluxo de processo para indicar o início e o fim do mapeamento. Os retângulos são usados para apresentar as atividades/operações do processo. As formas de diamantes são usadas para as tomadas de decisão e os círculos para conexões. Por sua vez, as setas direcionam o fluxo. As etapas são adequadas ao processo descrito e seguem uma sequência lógica e eficiente. O fluxo do mapeamento é claro e direto e os pontos de bifurcação são claramente especificados, representando todos os possíveis caminhos.

É essencial ressaltar que esse processo está em constante evolução. Ao longo dos anos, percebe-se significativas mudanças operacionais. Um exemplo marcante foi a introdução da mão de obra dos técnicos internos em atividades para as quais os recursos terceirizados se mostravam insuficientes.

Para analisar os dados quantitativos do processo ao longo dos anos de 2021, 2022 e 2023, foram construídos histogramas e gráficos de controle apresentados a seguir.

4.2 Histogramas dos Atendimento de Ordens de Serviço

Para construir os histogramas, foram considerados os dados de atendimentos de ordens de serviço (OSs) da empresa ao longo de três anos visando compreender padrões e identificar possíveis desafios operacionais enfrentados. A princípio, observa-se que o histograma de 2021, representado pela Figura 8, apresenta uma distribuição normal e simétrica, sendo classificado, portanto, como formato de sino. Isso implica principalmente que o tempo de atendimento das OSs está bem distribuído em torno de uma média. Já nos anos de 2022 e 2023, representados pelas Figuras 9 e 10 respectivamente, pode-se perceber uma assimetria positiva (concentração de dados na zona de valores mais reduzidos da amostra) e a presença de outliers (valores altamente afastados dos demais da série), principalmente no intervalo de >240 dias, sendo mais notável no ano de 2022. Em linhas gerais, isso indica que a maioria das ordens foi atendida rapidamente; entretanto, houve presença de valores isolados nos histogramas.

Os resultados de 2021 revelam que houve grandes desafios no cumprimento das ordens de serviço em menos de 40 dias, pois um número considerável de OSs (3.941) foram finalizadas entre 81 e 120 dias (moda da distribuição), representando 24,36% do total. Além disso, a distribuição variada nos intervalos de conclusão sugere fortemente que há obstáculos operacionais significativos.

Uma dessas dificuldades foi claramente a pandemia de COVID-19, pois nesse período havia falta de mão de obra qualificada, restrições logísticas e mudanças políticas e estratégicas que contribuíram para os atrasos nas recolhas. Outro fator a considerar é que o trabalho remoto ainda era a norma, aumentando a demanda pelos serviços, visto que as pessoas passavam mais tempo em casa, resultando em necessidades frequentes de manutenção, substituição e upgrades.

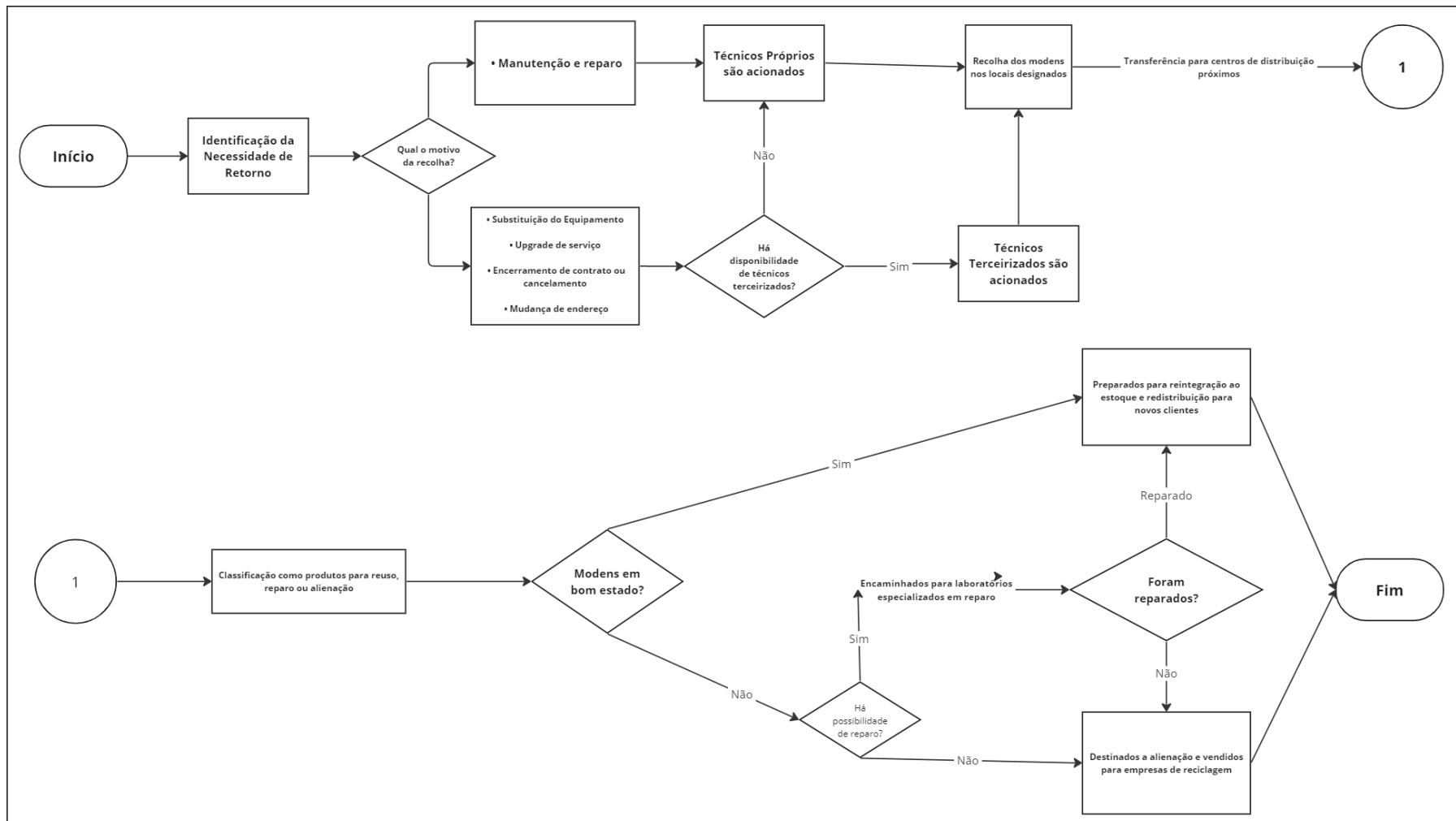


Figura 7. Fluxograma do processo de recolhimento.
Fonte: Os autores.

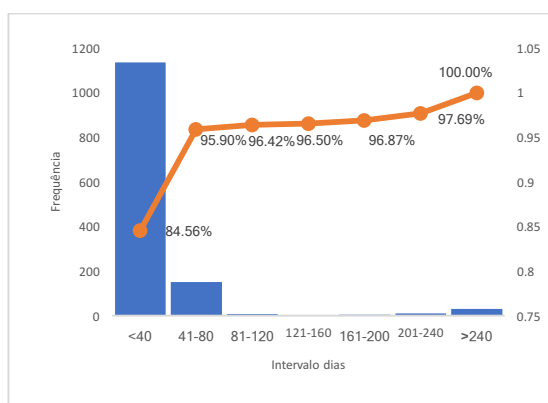
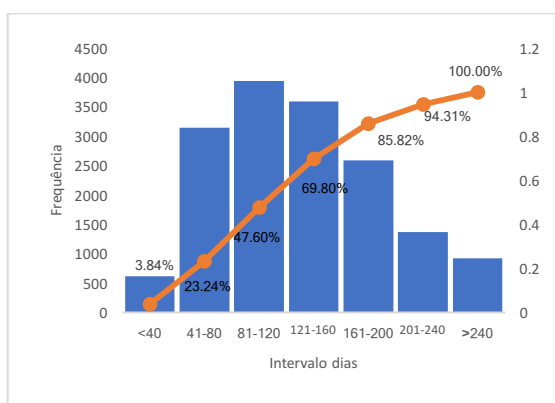


Figura 8: Histograma do tempo de recolha em 2021. Fonte: Os autores.
 Figura 9: Histograma do tempo de recolha em 2022. Fonte: Os autores.

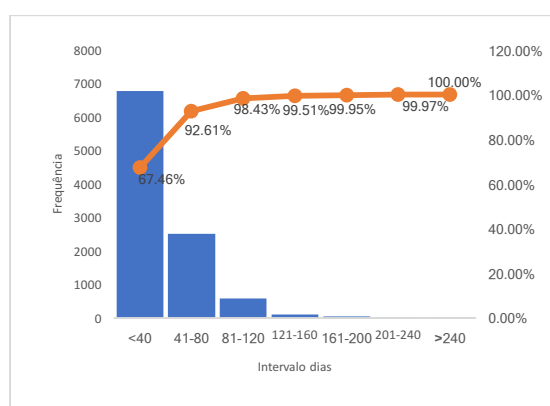


Figura 10: Histograma do tempo de recolha em 2023. Fonte: Os autores.

Em 2022, o número de OSs abertas concluídas foi de 1341, uma redução de 91,6% em relação ao ano anterior. Esse decréscimo acentuado pode ser atribuído às medidas tomadas pela empresa para lidar com o grande volume de ordens abertas em 2021, que só foram finalizadas nesse período. Esse acúmulo pode ter sobrecarregado a capacidade da empresa de gerenciar eficientemente a execução das tarefas, resultando em um número significativamente menor de ordens concluídas em 2022.

Apesar desse gargalo, é notável que o número de dias para o recolhimento também diminuiu, com 1134 (84,56%) ordens finalizadas em menos de 40 dias (moda da distribuição). Esse aumento de eficiência sugere que a organização implementou medidas para lidar com o acúmulo de ordens em aberto de 2021, como por exemplo, a utilização de mão de obra interna. Outro fator a ser considerado é a familiarização e treinamento no uso do software de CRM pelos técnicos para controle de ordens, o que começou em 2021 e favoreceu o registro mais preciso dos motivos dos não recolhimentos, reduzindo consideravelmente as tentativas sem sucesso. Também em 2022, já havia sido declarado o fim da emergência em saúde pública no Brasil, normalizando os níveis de mão de obra e os custos logísticos.

Como último ponto a salientar desse período, mesmo com a melhoria nos processos, ainda houve 31 ordens que ultrapassaram os 240 dias para conclusão. Uma possível explicação para esses valores extremos pode ser as mudanças de endereços dos clientes, onde a recolha se torna mais desafiadora devido à necessidade de atualizar informações pessoais no sistema. Por outro lado, ainda não se pode descartar a

possibilidade de que, nesse período, persistissem resquícios de falhas operacionais, como, por exemplo, o número insuficiente de técnicos disponíveis.

Em 2023, um total de 10.038 unidades foram recolhidas, predominando a moda unimodal no intervalo de <40 dias, com 6.772 ordens concluídas nesse período. Isso significa que a maioria das ordens (67,4% do total) foi atendida em menos de 40 dias, refletindo uma concentração maior de ordens concluídas dentro de prazos mais curtos. Esse aumento no número total de ordens em 2023 é significativo em relação ao ano anterior, indicando uma capacidade aprimorada da empresa para gerenciar e processar um volume maior de ordens. Isso também pode indicar que as ordens acumuladas de anos anteriores foram melhor gerenciadas, aumentando o número de recolhidas exclusivas do ano de 2023, um fato importante para análise, pois pode mostrar que as ordens de serviço começaram a ser priorizadas em seu fluxo normal de atendimento.

Em relação aos *outliers*, que ainda existem nos períodos de 201-240 e >240 dias, devido a características específicas das ordens que exigem mais tempo para conclusão, como complexidade técnica, escassez de recursos ou localização geográfica remota, nota-se uma diminuição desses valores em comparação com períodos anteriores. Uma possível explicação para esse fato, além delas estarem no fluxo normal de 2023, é a introdução de novos critérios de urgência e complexidade das recolhidas, como a priorização de ordens classificadas como “manutenção e reparo”, consideradas mais urgentes devido à natureza crítica dos serviços. Além disso, foi implementada uma classificação mais detalhada das regiões geográficas, identificando áreas remotas que requerem maior tempo e recursos para o atendimento.

Essas medidas tornaram o processo de priorização mais eficiente e permitiram uma melhor gestão das ordens com prazos mais longos, resultando na redução significativa dos *outliers* em 2023. Essa abordagem mais refinada na categorização e priorização das ordens contribuiu para melhorar a eficiência global do processo de atendimento de ordens de serviço.

A Tabela 1 apresenta uma comparação geral do número de aberturas mensais nos anos estudados. No ano de 2021, pode-se observar que os meses de abril, julho, agosto, setembro, outubro e novembro e dezembro se destacaram com altos volumes de abertura de OSs, ultrapassando a marca de 1000 ordens por mês, chegando em setembro a 2001 ordens. Esses picos, especialmente no final do ano, podem estar associados a períodos festivos e de promoções, como a Black Friday e o Natal, quando a aquisição de novos serviços e equipamentos aumenta. Além disso, esses dados podem indicar que uma grande parte dessas OSs foram transferidas para 2022, uma vez que um volume considerável foi aberto nos estágios finais do ano.

Em 2022, houve uma redução significativa no número de OSs abertas em comparação com 2021, com uma distribuição mais uniforme ao longo dos meses. Essa redução reforça a ideia de uma possível estratégia da empresa para gerenciar o volume acumulado de ordens do ano anterior e otimizar a eficiência operacional. Janeiro se destacou como o mês com maior abertura de OSs neste ano. A diferença gritante de ordens abertas em janeiro de 2022 em comparação com os outros meses desse ano, pode ser atribuída à demanda após o período de férias, quando uma grande quantidade de clientes retorna à rotina normal e identifica necessidades de manutenção ou reparo em suas residências e empresas.

No entanto, em 2023, observamos um aumento expressivo no número de OSs abertas, especialmente nos meses de julho e agosto, alcançando valores superiores a 1700 ordens por mês. Esse aumento indica uma retomada no crescimento das operações de serviço após o período de ajuste em 2022, refletindo uma maior capacidade da empresa para atender à demanda atual crescente do mercado.

	2021	2022	2023
jan	915	1021	8
fev	935	214	6
mar	972	6	7
abr	1626	3	6
mai	1197	4	19
jun	1015	23	855
jul	1489	6	1734
ago	1304	10	1754
set	2001	10	1545
out	1434	9	1474
nov	1799	17	1399
dez	1493	18	1231

Tabela 1: Quantidade de OSs abertas e concluídas por mês nos anos de 2021, 2022 e 2023.

Outras análises desses dados podem ser feitas. Por exemplo, os meses de alta abertura de OSs em 2021, como abril, julho, setembro e novembro, mostraram uma maior variabilidade nos tempos de conclusão das ordens. Isso evidencia que picos de demanda impactam a eficiência operacional, levando a tempos de conclusão mais variáveis devido à sobrecarga de trabalho. Isso ressalta a necessidade de adaptar dinamicamente as operações da empresa para lidar com as demandas sazonais e promocionais do mercado, o que pode incluir ajustes na alocação da mão de obra dos técnicos, otimização de processos e implementação de mais estratégias de priorização de ordens para garantir tempos de conclusão satisfatórios, mesmo durante períodos de alta demanda.

4.2 Gráficos de controle dos Atendimento de Ordens de Serviço

Foram utilizados gráficos de controle a fim de avaliar a estabilidade do processo e identificar possíveis sinais de variação fora de controle. Os limites superior (LSC) e inferior (LIC) foram calculados de duas maneiras distintas para cada ano: o primeiro cálculo baseou-se em uma média referencial de trinta (30) dias, enquanto o segundo considerou a média da amostra.

Para a análise dos gráficos, os limites foram determinados adicionando e subtraindo três vezes o desvio padrão à média, respectivamente para LSC e LIC. Esses limites são necessários para determinar se o processo está sob controle, uma vez que com três desvios padrão (três sigma), em um processo sob controle, espera-se que 99,7% dos dados estejam dentro dos limites.

No primeiro gráfico de controle do ano de 2021 (figura 11), podem ser observados 52 pontos (72,2%) fora dos limites de controle estabelecidos (com um limite inferior de 0 e um limite superior de 84). Esses pontos fora dos limites, que sugerem maior instabilidade no processo, exibem uma tendência descendente ao longo dos meses, especialmente de junho a dezembro. Os pontos gradualmente se aproximaram da linha que representa a média, indicando uma possível melhoria no processo ao longo do tempo.

A variabilidade em torno da linha central (média) também apresentou mudanças significativas ao longo do ano. Nos meses de janeiro e fevereiro, cerca de seis pontos estavam próximos da média, mas a partir de março, a maioria dos pontos estava fora dos limites, com exceção de apenas duas coletas. Essa variação fora dos limites persistiu até

novembro, quando os pontos novamente voltaram aos limites estabelecidos, com todas as coletas dentro do esperado em novembro e dezembro.

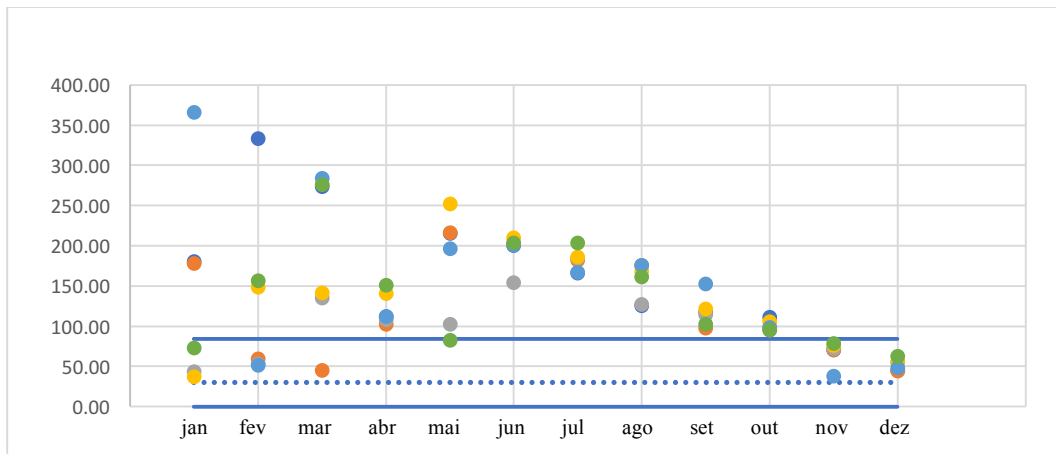


Figura 11: Gráfico de controle de 2021 com média referencial de 30 dias.
Fonte: Os autores.

Observando a estratificação dos pontos ao longo dos meses, especialmente de junho a dezembro, nota-se um agrupamento em diferentes níveis, com destaque para os meses de outubro e dezembro. Essa estratificação pode indicar a presença de condições específicas ou fatores influenciadores que impactam o comportamento do processo nesses períodos.

Quando os limites são determinados pela média da amostra (Figura 12), esse cenário muda: 38 pontos (52,78%) estão fora dos limites (LIC = 80,53 e LSC = 180,66), um decréscimo de 14 pontos, sugerindo uma redução da variabilidade em comparação com a média referencial de 30 dias. Além disso, observa-se uma melhoria gradual na estabilidade do processo, com a tendência descendente já evidente a partir de março.

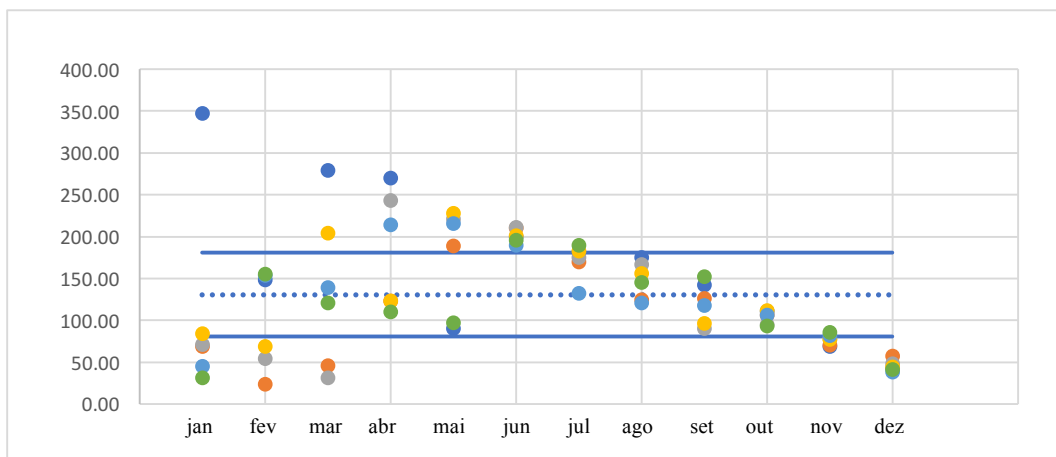


Figura 12: Gráfico de controle de 2021 com média referencial da amostra.
Fonte: Os autores.

O número de dados próximos a linha central também é maior, especialmente nos meses de julho, agosto e setembro, onde há mais pontos. Quanto à estratificação, os pontos de outubro, novembro e dezembro estão agrupados de maneira similar, porém em diferentes níveis.

Após esses apontamentos, observa-se uma clara orientação de melhoria na estabilidade do processo ao longo do ano em ambos os conjuntos de gráficos. Isso pode ser resultado de medidas que foram implementadas para estabilizar o processo, como a contratação de novos funcionários e a revisão do mapeamento de processos. Apesar dessa tendência de melhora, é evidente que a logística reversa da empresa nos recolhimentos de modems não poderia ser considerada como um processo controlado, uma vez que a variabilidade e a excessiva fuga dos limites dos pontos sugerem causas especiais, não apenas causas comuns do processo.

Ao analisar os gráficos de controle de 2022, são observadas dinâmicas e comportamentos distintos que refletem a estabilidade e variabilidade do processo ao longo do ano. No primeiro gráfico (Figura 13), com limites de controle (LSC = 85,50; LIC = 0), identifica-se uma alta variabilidade de abril a setembro, contribuindo para a presença significativa de 44,4% dos pontos fora dos limites estabelecidos. Contudo, é notável que os três primeiros e os últimos meses do ano apresentam todos os dados dentro dos limites, à exceção de uma única coleta em dezembro.

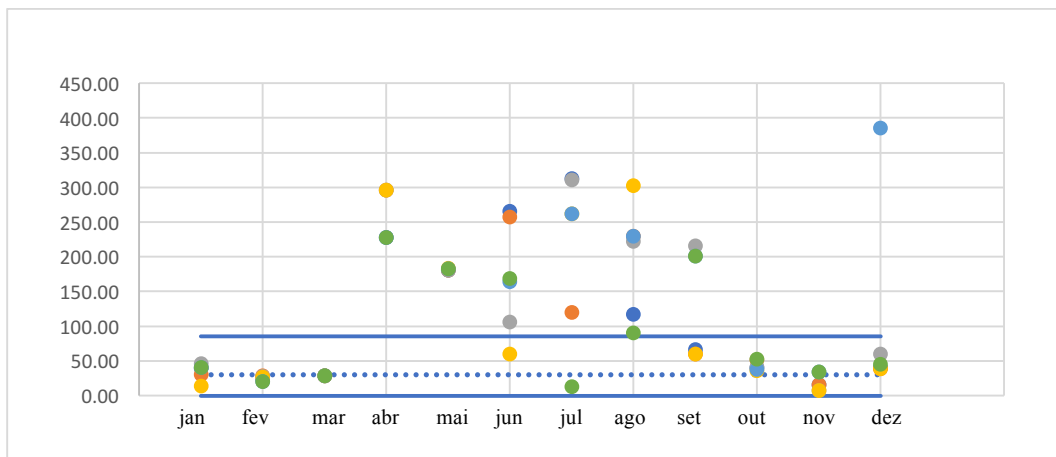


Figura 13: Gráfico de controle de 2022 com média referencial de 30 dias.
Fonte: Os autores.

Por outro lado, o segundo gráfico (Figura 14), com limites de controle mais amplos (LSC = 173,28; LIC = 55,35), revelou uma situação com mais pontos fora dos limites (58, 80,55%). No entanto, deve-se destacar que muitos desses pontos situaram-se abaixo do LIC, o que pôde ser observado em seis meses do ano.

Quanto às tendências ao longo do ano, embora seja desafiador identificar padrões claros devido à alta variabilidade em ambos os gráficos, há indícios de uma possível tendência descendente no segundo gráfico a partir de agosto.

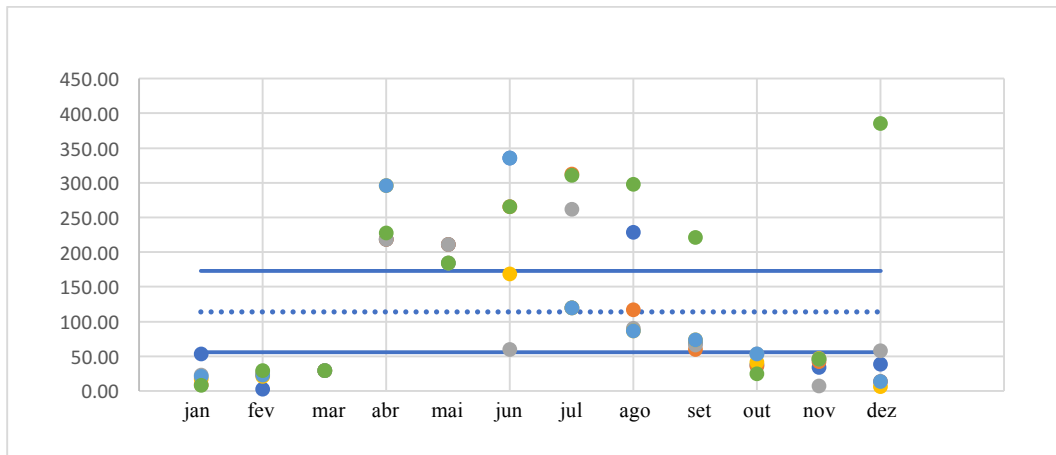


Figura 14: Gráfico de controle de 2022 com média referencial da amostra.
Fonte: Os autores.

Os gráficos de controle do ano de 2023 (Figuras 15 e 16) apresentam uma notável melhoria na estabilidade e controle do processo em comparação aos anos anteriores. No primeiro gráfico, com limites de controle ($LSC = 71,48$; $LIC = 0$), podem ser observados apenas quatro pontos fora dos limites estabelecidos ao longo do ano. Da mesma forma, no segundo gráfico, com limites de controle mais amplos ($LSC = 93,21$; $LIC = 1,78$), registram-se apenas sete pontos fora dos limites, demonstrando uma situação consideravelmente mais controlada. É evidente que a maioria dos dados em ambos os gráficos está próxima da média, refletindo um processo mais estável e consistente ao longo do ano. Além disso, é notável que os pontos seguem uma tendência regular dentro dos limites, indicando um controle eficaz e consistente do processo ao longo do período analisado.

Sendo assim, é possível afirmar que o ano de 2023 foi definitivamente o período em que o processo atingiu seu melhor desempenho de execução, o que aconteceu tanto pelo fim da pandemia quanto por mudanças realizadas no processo que foram colocadas em prática em 2022 e alcançaram a estabilidade desejada em 2023.

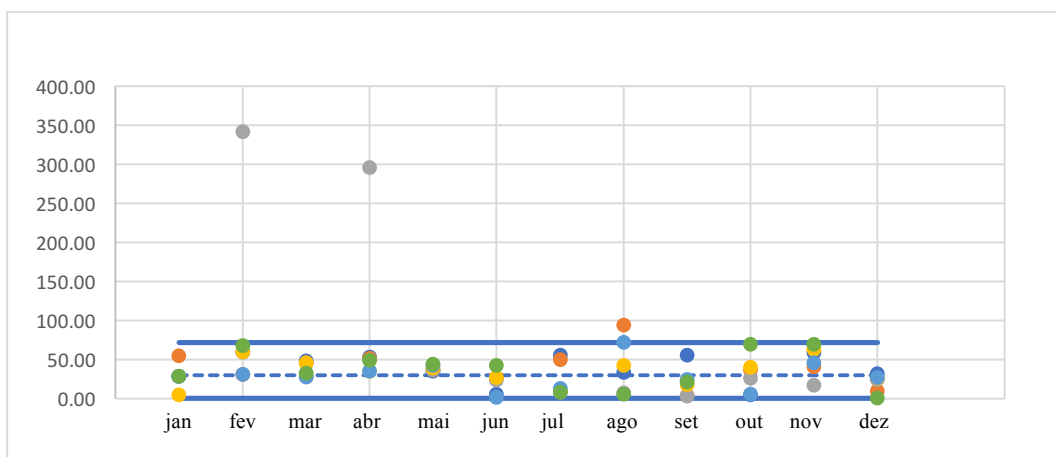


Figura 15: Gráfico de controle de 2023 com média referencial de 30 dias.
Fonte: Os autores.

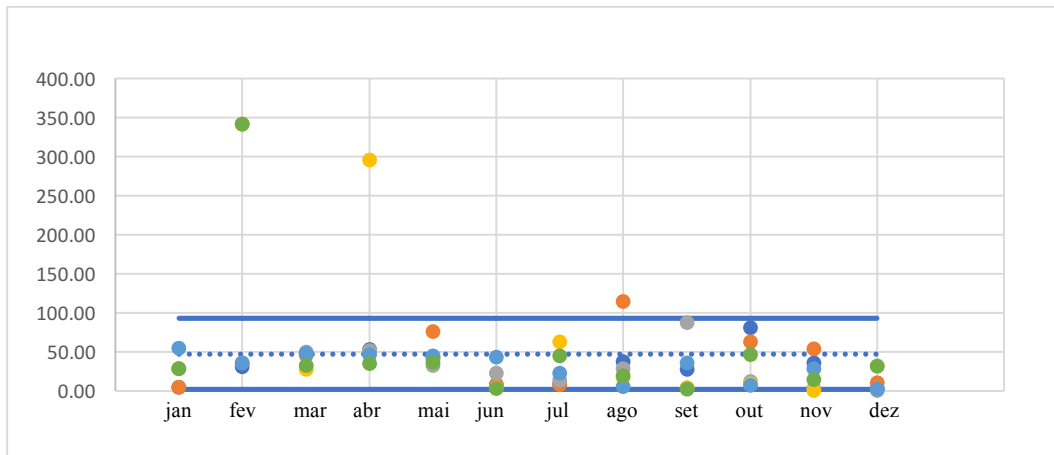


Figura 16: Gráfico de controle de 2023 com média referencial da amostra.

Fonte: Os autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de ferramentas de qualidade para analisar os dados da recolha de modems na empresa de telecomunicações estudada evidencia como é possível organizar as informações para identificar problemas ou situações que requerem atenção. Essas ferramentas são essenciais no monitoramento de processos e na promoção de melhorias contínuas nas atividades das empresas.

A partir das observações realizadas, notou-se que diversas medidas específicas foram implementadas ao longo dos anos estudados, desempenhando um papel crucial na estabilidade do processo avaliado. Entre essas medidas, destacam-se ajustes operacionais, investimentos em treinamento e a revisão de procedimentos. Contudo, é importante manter um foco contínuo na identificação e correção das causas de variabilidade para garantir a eficácia dessas ações.

O estudo alcançou seu objetivo de destacar a importância das ferramentas de qualidade na gestão e melhoria dos processos organizacionais. Os resultados obtidos mostram que o uso de ferramentas como fluxogramas, histogramas e gráficos de controle pode auxiliar na identificação de causas de problemas, facilitando assim a tomada de medidas corretivas pela organização. As conclusões do estudo reforçam os benefícios significativos das práticas de gestão da qualidade, evidenciando a relevância dessas ferramentas no setor de telecomunicações.

Uma conexão relevante com o presente estudo pode ser encontrada no artigo de Schreiber et al. (2023). Ambos enfatizam a importância das ferramentas de qualidade na análise de dados e na melhoria contínua dos processos em diversos setores industriais e de serviços. Essas ferramentas são destacadas como cruciais para identificar problemas, implementar melhorias e garantir a eficácia das ações corretivas. Adicionalmente, os dois estudos sublinham a necessidade de uma abordagem sistemática na gestão da qualidade, que envolve ajustes operacionais, investimentos em treinamento e revisão de procedimentos para garantir a estabilidade dos processos avaliados. Por fim, ressaltam que a análise cuidadosa dos dados coletados e a aplicação das ferramentas de qualidade adequadas podem fornecer insights valiosos para a tomada de decisões e a promoção de práticas mais sustentáveis.

Em termos práticos, a pesquisa contribuiu para apresentar que o protocolo utilizado, de mapear o processo por meio de um diagrama de fluxo e seguir para análises de histogramas e gráficos de controle trouxe melhorias significativas na operação da empresa estudada, a medida que mapeou o processo e identificou gargalos operacionais

e apontou para a implementação de soluções que aprimorem o processo de coleta dos equipamentos. Além disso, ao focar na recolha e no tratamento apropriado de equipamentos, a empresa pode diminuir o impacto ambiental de seus resíduos eletrônicos. Este aspecto é crucial para a conformidade com as regulamentações ambientais e para a manutenção de uma imagem corporativa responsável e sustentável.

Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa contribui para a expansão do conhecimento, além poder ser um exemplo de sucesso da aplicação das ferramentas de qualidade em serviços, pode instigar estudos futuros, tais como uso de outras ferramentas para analisar a logística reversa, com a modelagem de processo por BPMN (*Business Process Model and Notation*), onde é possível, dentre outras questões, avaliar se há atividades que podem ser automatizadas para melhorar ainda mais o processo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30/04/2024.

CARPINETTI, L. C. R. *Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597006438. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597006438/>. Acesso em: 06 abr.2024.

CECHI, L. L. Ferramentas de Qualidade Aplicadas às Melhorias do Início até o Fim do Ciclo de Produção. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28086>. Acesso em: 09 mar. 2024.

DABO, A. A.; HOSSEINIAN-FAR, A. An Integrated Methodology for Enhancing Reverse Logistics Flows and Networks in Industry 5.0. *Logistics*, v. 7, n. 4, p. 97, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6290/7/4/97>. Acesso em: 29/04/2024.

FEIGENBAUM, A. V. *Total Quality Control*. New York: McGraw-Hill, 1986.

FLEISCHMANN, M. et al. Exploring the relationship between reverse logistics and sustainability performance: A literature review. *Emerald Insight*, 2000. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09574090910954864/full/html>. Acesso em: 29/04/2024.

GARVIN, D. A. Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

JARDIM FILHO, N. de M. Melhoria e Automatização de Processos. 2018.

KIRCHNER, A. *Gestão da qualidade*. São Paulo: Editora Blucher, 2010. E-book. ISBN 9788521215615. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215615/>. Acesso em: 29 mar. 2024.

LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, v. 6, 2002.

LANDIVA, T. H. *Gestão da qualidade total*. São Paulo: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786553560529. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786553560529/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

LEITE, P. R. *Logística reversa*. São Paulo: Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788547215064. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547215064/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

LIMEIRA, E. T. N. P.; LOBO, R. N.; MARQUES, R. do N. *Controle da Qualidade: princípios, inspeção e ferramentas de apoio na produção de vestuário*. São Paulo: Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788536517773. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517773/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

LOBO, R. N. *Gestão da Qualidade*. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536532615. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>>. Acesso em: 02 abr. 2024.

MAGALHÃES, A. P. de S. *Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca: processo de escolha pelo Método de Análise Hierárquica (AHP)*. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MAXIMIANO, A. C. A. *Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital*. São Paulo: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597012460. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012460/>. Acesso em: 02 abr. 2024.

OLIVEIRA, G. S. de. Avaliação de indicadores de desempenho B2B: estudo de caso em empresa de telecomunicações. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/23407>. Acesso em: 09 mar. 2024.

PENEDO, L. S.; DE CARVALHO, J. T.; COSTA, W. L.; DE ANDRADE, M. M. E.; DA CRUZ, P. L. S.; GALVÃO, T. W. F. B. Utilização das ferramentas da qualidade nos processos de manutenção, visando o desperdício de tempo e a produtividade. *Revista Teccen*, v.13, n.1, p. 16-24, 2020.

ROCHA, H. M.; NONOHAY, R. G. *Administração da produção*. Porto Alegre: Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788569726654. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788569726654/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, v. 22, n. 2, p. 129-148, 2001.

ROSA, A.; TEIXEIRA, A.; ANTÔNIO, N. Porque foi o Japão pioneiro da adoção da gestão da qualidade? *TMQ-Qualidade*, p. 33-45, 2009.

SANTOS, V. S. dos. Estudo dos tempos e movimentos: uma análise no trabalho dos agentes de combate às endemias. Universidade Federal da Paraíba. Mamanguape/PB. 2023.

SANTOS, L. C.; ALVES, A. F.; PEREIRA, K. G.; SOUZA, E. C. de; RODRIGUES, R. A.; SOUZA, W. G. de; FARIA, T. de C. Gestão da qualidade total em serviços: estudo de caso em uma empresa de telecomunicação. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 30730–30741, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n12-185. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5400>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SCHREIBER, D.; SANDER, S. C.; BECKER, V. J. Analysis of the feasibility of reverse logistics in footwear production employing technologies RFID and Cloud Computing. *Revista de Administração da UFSM*, v. 16, p. 6, 2023.

SILVA, C. R. R.; SOUZA JUNIOR, W. R. de. Estudo da utilização das ferramentas da qualidade para análise de causa raiz da baixa performance de atendimento em uma empresa de telecomunicações. *Brazilian Journal of Production Engineering, [S. l.]*, v. 8, n. 2, p. 145–162, 2022. DOI: 10.47456/bjpe.v8i2.37228. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/37228>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SOUZA, B. L. et al. Logística reversa de medicamentos no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 21224-21234, 2021.

VARZAKAS, T. H. Risk Assessment in Conjunction with Other Food Safety Tools Such as FMEA, Ishikawa Diagrams and Pareto. Technological Educational Institute of Peloponnese, Kalamata, Greece. *Encyclopedia of Food and Health*, 2016. p. 295-301.