


ABORDAGEM PARA ELIMINAR ANOMALIAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CHICOTES ELÉTRICOS – ESTUDO DE CASO DE VERTICALIZAÇÃO DE PROCESSOS

APPROACH TO ELIMINATE ANOMALIES IN THE WIRING HARNESS MANUFACTURING PROCESS - PROCESS VERTICALIZATION CASE STUDY

Gleidson Moraes Mendonça*  E-mail: gleidson_motor@hotmail.com

*Universidade Nilton Lins (UNINILTONLINS), Manaus, AM, Brasil.

Resumo: A verticalização de processos torna-se a opção mais viável para uma organização sistemista do polo duas rodas de Manaus, quando seus fornecedores não se sustentam no mercado acabam gerando a necessidade constante de substituição, desta forma este case apresenta além do aspecto de troca de fornecedores, os elevados índices de anomalias mensuráveis e imensuráveis que contribuem para transtornos internos e em seus clientes, que geram retrabalho e custos ao longo de 8 anos. Com o objetivo geral desenvolver as melhores condições para internalizar (verticalizar) a fabricação de chicotes elétricos, um time multifuncional desenvolveu análise aprofundada, buscando entender melhor as justificativas apresentadas pelos fornecedores para as anomalias, que repousavam sempre sobre a mão de obra, sendo assim identificado que, se os métodos fossem melhor planejados boa parte dos problemas seriam eliminados. Tal esforço tem como objetivos específicos investigar e classificar as causas históricas das anomalias nos fornecedores e implementar as ações de melhorias na definição dos processos internos para corte e decape dos cabos e posterior fixação (aplicação) dos terminais nestes cabos. Além de redefinir os métodos, os investimentos em máquinas e equipamentos foram direcionados ao propósito de que eles garantissem o mínimo de interferência manual principalmente para o processo de aplicação de terminal no cabo elétrico. O plano se estabelece e a análise crítica dos processos externos proporcionam escolhas que unem tanto corte e decape de cabos como aplicação de terminais em uma única máquina e sem a interferência manual para que ambos os processos se completem a cada peça fabricada, além da análise metalográfica desenvolvida em equipamento de uso exclusivo para este tipo de produto.

Palavras-chave: Fornecedor. Terminais. Processo. Metalografia.

Abstract: The verticalization of processes becomes the most viable option for a systemist organization of the two-wheeled pole of Manaus, when its suppliers do not sustain themselves in the market end up generating the constant need for replacement, in this way this case presents in addition to the aspect of exchange of suppliers, the high rates of measurable and immeasurable anomalies that contribute to internal disorders and in their customers, that generate rework and costs over 8 years. With the general objective of developing the best conditions to internalize (verticalize) the manufacture of wiring harnesses, a multifunctional team developed an in-depth analysis, seeking to better understand the justifications presented by the suppliers for the anomalies, which always rested on the workforce, thus being identified that if the methods were better planned a good part of the problems would be eliminated. This effort has as specific objectives to investigate and classify the historical causes of anomalies in suppliers and implement actions to improve the definition of internal processes for cutting and stripping of cables and subsequent fixation (application) of terminals in these cables. In addition to redefining the methods, investments in machinery and equipment were directed to the purpose that they ensure the minimum of manual interference mainly for the process of terminal application in the electrical cable.

The plan is established and the critical analysis of the external processes provide choices that unite both cutting and stripping of cables and application of terminals in a single machine and without manual interference so that both processes are completed to each part manufactured, in addition to the metallographic analysis developed in equipment of exclusive use for this type of product.

Keywords: Supplier. Terminals. Process. Metallography.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Romero (2004), a passagem da produção artesanal para a produção em massa foi um marco importante na história da indústria. Essa passagem foi marcada por uma série de mudanças, como o uso de novas tecnologias, a divisão do trabalho e a criação de grandes empresas. Essas mudanças levaram a uma quebra de paradigma industrial, pois a produção em massa permitiu a produção de bens em larga escala e a preços mais baixos.

Desta forma dois pontos marcantes se destacam na produção industrial, a produção artesanal e a produção em massa, compondo um cenário ideal para o início do estudo da reestruturação industrial. Isso porque a reestruturação industrial é um processo que se caracteriza pela mudança das formas de produção, a adoção de novas tecnologias e a reorganização das empresas. Assim, temos o nascimento das indústrias integradas verticalmente, que é um dos resultados mais importantes da passagem da produção artesanal para a produção em massa. Isso porque as indústrias integradas verticalmente são capazes de controlar todo o processo de produção, desde a extração da matéria-prima até a venda do produto final. Essa capacidade de controle permite às indústrias integradas verticalmente obter vantagens competitivas, como preços mais baixos e produtos de melhor qualidade. (Romero, 2004).

Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas precisam se adaptar e se transformar constantemente para sobreviver. Uma maneira de fazer isso é adotar táticas de evolução, que podem ajudá-las a melhorar o desempenho, se tornar mais competitivas e conquistar novos mercados. Algumas das táticas de evolução mais importantes incluem inovação, qualidade, eficiência, flexibilidade e capacitação (Vinhas, 2017).

Desta forma, este trabalho se estabelece como objetivo geral de desenvolver as melhores condições para internalizar (verticalizar) a fabricação de chicotes elétricos

que compõem o produto final de uma indústria do polo de duas rodas de Manaus, voltado especificamente para conjuntos de travas e partida de motocicletas, mantendo assim não apenas o controle da produção como a garantia interna da Qualidade dos produtos e processos, pois os fornecedores que fabricavam estes chicotes apresentavam processos artesanais com grave histórico de não-conformidades nos produtos, bem como perdas de material pela super produção de lotes acima dos pedidos de compra firmados.

Desta forma, para se lançar mão da alternativa de verticalizar processos com o histórico de problemas traz uma questão importante e pouco abordada: Como internalizar processos evitando que as falhas históricas se repitam? Esta pergunta norteou os passos que se seguiram na busca das soluções que garantissem a sobrevivência e competitividade da empresa e ajudaram a preencher a lacuna da literatura.

“Há necessidade na continuidade dessas atividades de melhorias contínuas em contrapartida com as dificuldades e desafios enfrentados pelas empresas para garantirem a sobrevivência e a competitividade num mercado de crescentes mudanças (Silva Júnior, 2021).

Assim, com ênfase em implantar melhorias na definição dos processos que seriam internalizados e na oportunidade de tecnologias de mercado disponíveis para estes processos de fabricação de chicotes, delimitou-se a atenção deste estudo especificamente ao processo mais crítico, de aplicação dos terminais nos cabos elétricos. Dois pontos importantes ancoram o norte a ser seguido para se alcançar esta parte do êxito desejado, considerando-se como objetivos específicos:

- a) A investigação e classificação das causas observadas nos registros históricos das anomalias nos fornecedores;
- b) A implementação de melhorias na definição dos processos internos para corte e decape dos cabos e posterior fixação (aplicação) dos terminais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão de literatura

2.1.2 Qualidade do produto

De acordo com a linha de pensamento de Ishikawa (1993), ainda muito atual para a indústria, a conformidade do produto atendendo ao especificado e tudo aquilo que ao olhar do cliente melhora o produto resumem o conceito básico de qualidade. Desenvolvendo, produzindo, e comercializando um produto mais econômico, útil e sempre satisfatório a quem o consume.

A qualidade “mede a conformidade com as especificações contratadas, que pode ser medida em partes por milhão (PPM) do total de falhas identificadas na inspeção de recebimento e na produção” comparadas ao total de itens recebidos/produzidos (Moura, 2009).

De acordo com Oliveira (2020), muitos profissionais estão habituados a trabalhar com informações históricas comparando dados que possuem e nem se atentam ao fato de que olhar para trás é um excelente exercício para se traçar melhores condições para o futuro do negócio, produtos e serviços. Ainda segundo o autor, é também necessário projetar o futuro na busca efetiva da inovação, sem esquecer que é um exercício necessário na busca das possibilidades desenhadas em planos que, normalmente direcionam os esforços, possibilitam escolher as ações a se realizar.

2.1.3 Confiabilidade

Confiabilidade é um atributo inerente a um produto e que deve ser considerado no seu processo de desenvolvimento. Nas etapas de desenvolvimento de um produto, a estimativa da confiabilidade torna-se um elemento fundamental para a avaliação de desempenho (Droguett, 2006).

Pontes (2022) aborda a confiabilidade de forma a demonstrar que se trata diretamente da manutenção dos compromissos de entrega, onde segundo Machado (2011, p.72) esclarece que “indicador de confiabilidade visa medir a precisão das

informações do fornecedor com relação às solicitações” do cliente, abordando ainda os principais problemas ligados à confiabilidade, sendo (a) as quantidades de produto solicitadas em comparação às quantidades entregues, (b) o número de notas fiscais com erro frente ao número de notas fiscais emitidas e (c) o prazo de entrega dos produtos e serviços (Machado, 2011). Ainda para Machado (2011), este fator influencia diretamente no relacionamento entre cliente e fornecedor.

“A escolha errônea de fornecedores pode influenciar negativamente o processo produtivo da organização, acarretando paradas na linha de produção, maiores custos, deterioração do nível de serviço e consequente perda de competitividade, impactando não somente a organização, mas também a cadeia de suprimentos como um todo (Calache *et al.*, 2019).

2.1.4 Verticalização de processos

De acordo com Romero (2004), a passagem da produção artesanal para a produção em massa foi um marco importante na história da indústria. Essa passagem foi marcada por uma série de mudanças, como o uso de novas tecnologias, a divisão do trabalho e a criação de grandes empresas. O surgimento da produção em massa na era Fordista trouxe altos ganhos de produtividade e reduções nos custos unitários de produção. Isso foi possível devido à diluição dos custos fixos e variáveis por um volume de produção cada vez maior. Isso levou ao surgimento de grandes empresas verticalizadas, que controlavam toda a cadeia de suprimentos, desde os recursos até o produto acabado.

A abordagem de Soliani (2019) descreve a verticalização com resultado da decisão entre comprar ou fazer, sendo fator decisivo para o planejamento estratégico de uma empresa. A obra de Vinhas (2017) confirma que os motivos que levam as organizações a projetarem sua expansão de capacidade produtiva a ponto de serem capazes de produzir os componentes que faziam parte de sua cadeia de suprimentos é justamente a falta de fornecedores confiáveis, além da falta de interesse de oferecerem componentes a menos custo.

2.2 Metodologia

Com atenção aplicada a uma indústria do polo duas rodas localizada em Manaus no estado do Amazonas, este trabalho buscou as melhores fundamentações

caracterizando-se como estudo de caso pela metodologia quali-quantativa de abordagem pesquisa-ação ao se compreender ser vital a investigação profunda para a implementação de ações, visando alcançar os objetivos principais (Miguel, 2012), atentando-se a evitar repetir possíveis falhas a serem identificadas nos fornecedores anteriores.

Ainda segundo Miguel (2012), A pesquisa-ação é um método de pesquisa que combina a investigação empírica e a teórica. Ela é baseada na descrição de situações concretas por meio de observações e ações em meios sociais, com o objetivo de resolver problemas relevantes no escopo social. Ela é realizada por um grupo de pessoas, incluindo pesquisadores, equipe e respondentes, que trabalham juntos para resolver o problema.

Também se faz importante o que destaca Thiollent (2007), quando afirma que para uma pesquisa se qualificar como pesquisa-ação, é imprescindível a implantação de uma ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema sob observação. Além disso, não se deve aceitar que a ação não seja meramente paliativa, o que quer dizer uma ação problemática, merecendo investigação para ser elaborada e conduzida. Na pesquisa-ação, os pesquisadores possuem um papel ativo na solução dos problemas, no acompanhamento e na avaliação das ações definidas para tratar dos problemas.

2.2.1 Investigação e classificação das causas de anomalias

Utilizando métodos tradicionais, buscou-se realizar de forma antecipada a qualquer outra ação a análise qualitativa e quantitativa das anomalias registradas nos históricos de cada fornecedor. Tais dados eram tratados e registrados pelo departamento de Controle da Qualidade (CQ) através de registros denominados como IO (Informes de Ocorrências) que são utilizados para registrar anomalias identificadas seja no recebimento dos materiais através de inspeções por amostragem, ou durante o processo em que os chicotes eram montados integrando o produto final.

Cada causa histórica registrada delimita-se pelas respostas que o fornecedor é obrigado a responder ao I.O. emitido pelo C.Q. em forma de relatório de análise que envolve 5 princípios básicos:

- a) Identificação do problema;

- b) Análise da situação da anomalia;
- c) Análise das causas;
- d) Providências;
- e) Verificação dos resultados.

Este trabalho apresenta de forma distribuída em seu conteúdo, estes mesmos 5 princípios básicos como método utilizado para expor a condução do passo a passo de como se conduziu a pesquisa, embora procedimentos e técnicas específicas sejam restritas a organização como prática de manter o know-how estratégico sob sigilo.

- a) Identificação do problema (capítulos 3.1.1 até 3.1.3.1);
- b) Análise da situação da anomalia (capítulos 3.1.1 até 3.1.3.1);
- c) Análise das causas (capítulos 3.1.1 até 3.1.3.1);
- d) Providências (capítulos 3.2.1 até 3.2.2);
- e) Verificação dos resultados (capítulo 3.3).

Todas as anomalias foram classificadas por tipo e número de ocorrências para o período de 8 anos de registros, desde 2012 até 2019. Estas anomalias foram sempre justificadas pelos fornecedores tendo como causa raiz falha operacional (mão de obra), porém estabeleceu-se a necessidade de se reavaliar as causas, para que se tivesse certeza de que os esforços em aplicar melhorias estariam realmente concentrados na causa a ser tratada de maneira eficaz.

2.2.2 Definição e implementação das melhorias para os processos internos.

Com as conclusões das análises de causas pelos registros de anomalias, espera-se delimitar os fatores de produção (Máquina; Material; Método; Meios de controle; Meio ambiente; Mão de obra) que serão determinantes para se definir processos internos com maior foco de atenção para implementação de melhorias, estas definidas de forma que eliminem a causa raiz através de soluções factíveis e economicamente viáveis.

Tais melhorias após levantadas e devidamente aprovadas pelo time de Desenvolvimento da organização deveriam ser implantadas de acordo com o cronograma estabelecido, o que garantiria uma transição sem interferência ao atendimento das necessidades do cliente e de forma a preservar os requisitos contratuais com o fornecedor externo de chicotes. Com o início da produção em

massa o time técnico estabelece que o monitoramento das anomalias será monitorado mensalmente para se medir a eficiência de qualidade, comparando-se com os resultados históricos dos fornecedores externos buscando não permitir reincidir tais ocorrências.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora o fornecimento de chicotes seja de longa data, o domínio do conhecimento técnico de tais processos envolvidos era exclusivo dos fornecedores em questão, cabendo a Organização apenas a verificação dos processos estabelecidos através de auditorias na planta dos fornecedores. Através de consulta aos principais fabricantes dos terminais envolvidos na estrutura dos produtos, levantou-se duas principais normas internacionais da IEC – *International Electrotechnical Commission* (Comissão Internacional Eletrotécnica), que direcionam conexões por crimpagem, com descrição resumida abaixo:

- a- IEC 60352-2:2006. *Solderless Connections – Part 2: General Requirements, Tests Methods and Practical Guidance*. IEC, 2006: Aplicável a conexões crimpadas sem solda feitas com fios trançados de seção transversal de 0,05 mm² a 10 mm² ou fios sólidos de 0,25 mm a 3,6 mm de diâmetro e barris de crimpagem não isolados ou pré-isolados adequadamente projetados para uso em equipamentos de telecomunicações e em dispositivos eletrônicos que empregam técnicas semelhantes. Informações sobre os materiais e dados da experiência industrial estão incluídas nesta normativa, além dos procedimentos de teste para fornecer conexões eletricamente estáveis sob condições ambientais prescritas.

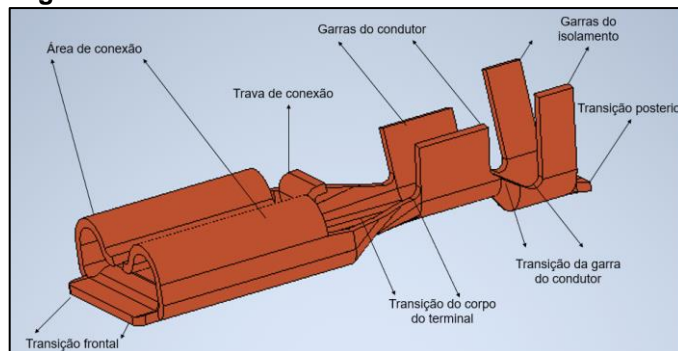
- b- IEC 60512-1:2018. *Connectors for Electrical and Electronic Equipment – Tests and Measurements – Part 1: Generic specification*. IEC, 2018: Destina-se a ser usada como base para especificações de teste e medição para conectores elétricos. Ele fornece orientação e referência para testes e medições dentro da série IEC 60512. Abordando assim aspectos ambientais e práticos para medições, testes sequenciais, testes combinados, ensaios dimensionais bem como métodos de testes alternativos, sendo esta

normativa de apoio a normativa anteriormente mencionada (IEC 60352-2:2006).

Desta forma temos abaixo alguns pontos importantes do processo de crimpagem (fixação do terminal no cabo) que devem ser observados e devidamente verificados para garantir o desempenho para o qual o conjunto foi projetado.

Terminal barril aberto (compreensão das partes de um terminal):

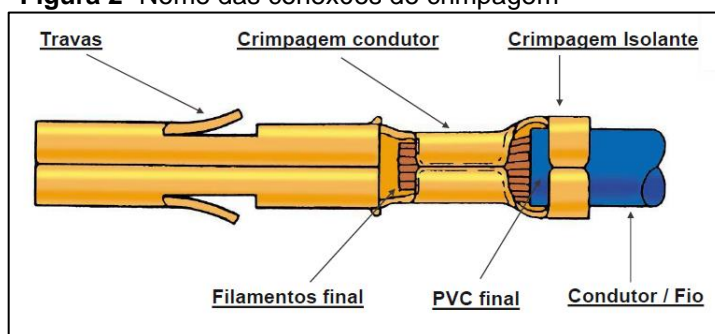
Figura 1- Partes de um terminal barril aberto



Fonte: Adaptação do autor (2022).

- I- Nome das conexões de crimpagem e acabamento dos aspectos visuais: Para os terminais em questão (barril aberto) é importante que os filamentos do condutor não estejam rompidos e que todos estejam fixados e distribuídos uniformemente na crimpagem com uma pequena parte das extremidades expostas na região anterior e posterior da área de crimpagem. Outro ponto importante é que na região de crimpagem do isolamento (PVC) ele não poder estar esmagado ou com corte transversal. Além destes aspectos já mencionados, o terminal não pode ser deformado durante o processo, sendo necessário que outros aspectos dimensionais originais sejam mantidos, sendo assim demonstrado na figura 2 as condições ideais.

Figura 2- Nome das conexões de crimpagem



Fonte: *Application specification* - TE Connectivity (2016).

3.1 Investigação e classificação das causas de anomalias

3.1.1 Investigação das anomalias registradas e causas apontadas pelos fornecedores

Mensalmente os fornecedores são pontuados em relação ao desempenho em Qualidade dos produtos fornecidos, considerando como critérios de avaliação adotados na análise do desempenho dos fornecedores que abrangem como itens de avaliação o Índice de Rejeição, o registro de IO (Informe de Ocorrência) recorrente e os Atrasos de Respostas IOs. A classificação do fornecedor terá origem a partir dos resultados obtidos na análise de seu desempenho, ou seja, a contagem dos pontos será de acordo com o cumprimento das metas estabelecidas, porém a classificação é dada através do resultado da média dos 12 últimos meses. Os fornecedores poderão ser classificados conforme quadro abaixo:

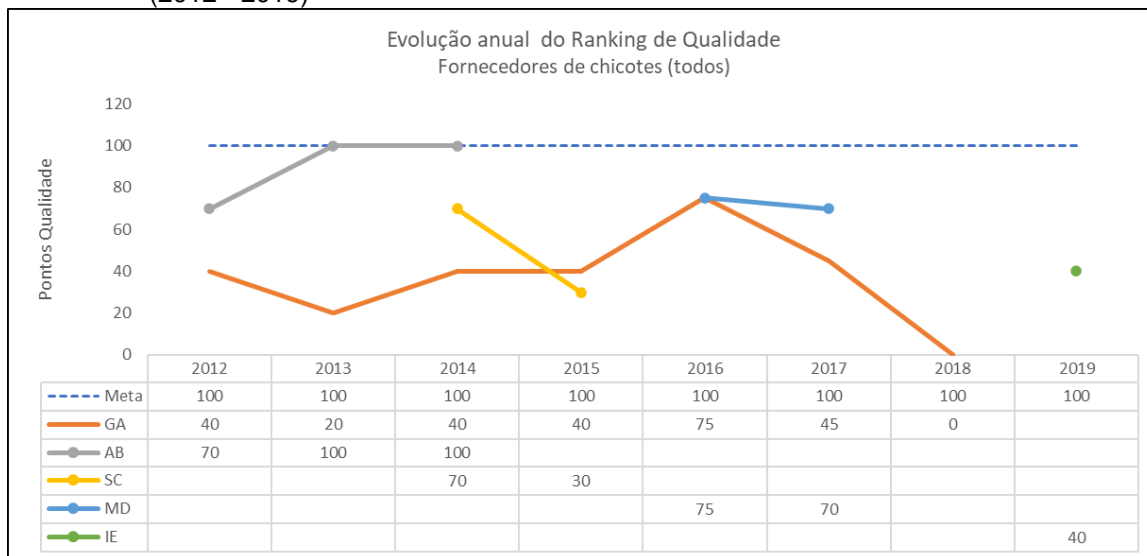
Quadro 1- Classificação de Ranking de Fornecedores

Percentual de qualidade	Classificação
Abaixo de 85	Nível de qualidade não atende
De 85 a 95 pontos	Nível de qualidade atende com restrições
Acima de 95 pontos	Nível de qualidade atende

Fonte: Adaptação do autor (2022).

O fornecedor que tiver sua pontuação menor 85 será classificado como Nível de Qualidade não atende, sendo necessário programar auditoria de Sistema de Gestão da Qualidade (ABNT NBR ISO 9001:2015). Abaixo um resumo do desempenho anual de cada fornecedor.

Figura 3 - Desempenho anual no Ranking de Qualidade dos Fornecedores fabricantes de chicotes (2012 - 2019)



Fonte: Adaptação do autor (2022).

3.1.2 Problemas gerais e estratificação dos problemas de crimpagem

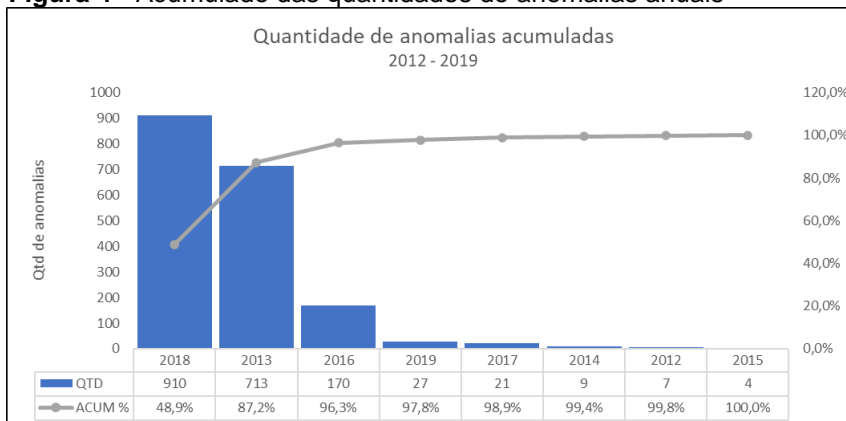
A abrangência deste levantamento abordou os registros disponíveis, entre os anos de 2012 até 2019, onde se extrai informações dos problemas ocorridos, quantidade de ocorrências, participação percentual (%) em relação ao total e em relação ao acumulado, classe (cabo ou terminal). Embora a tabela no anexo 4 demonstre 17 tipos de problemas, apenas 9 apresentaram ocorrências internamente no processo da organização, tendo como ocorrência nos Fornecedores os demais (8), porém demonstra-se apenas como registro de tipos de defeitos sem mencionar os números pois as quantidades não eram informadas pelos Fornecedores, mas percebia-se um alto valor composto no custo dos produtos relacionados ao fator de “rejeição” (índice percentual correspondente às perdas no processo que chegou a 8%).

3.1.3 Classificação das anomalias e causas apontadas pelos fornecedores

Pode-se observar no anexo 4 que as três maiores anomalias acumulam juntas 96,3% do total de nove observadas, acumulando 1.793 peças com problemas. Neste destaque na figura 4 é possível verificar que a origem dos 3 principais problemas estava ligada tanto a processos de equipamentos automáticos (Máquina) como de

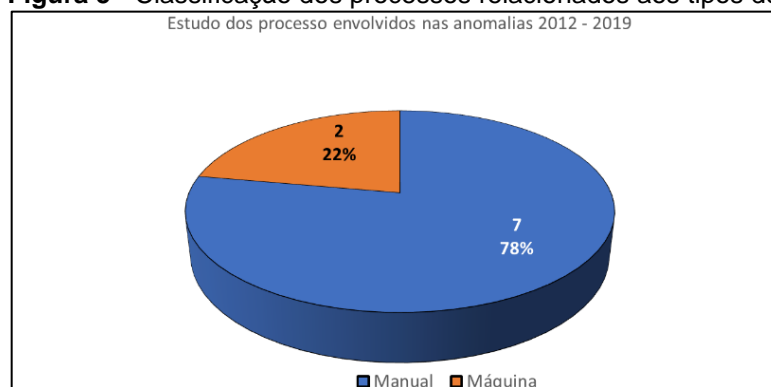
processos com participação manual (Método), sendo este último o de maior participação.

Figura 4 - Acumulado das quantidades de anomalias anuais



Fonte: Adaptação do autor (2022).

Figura 5 - Classificação dos processos relacionados aos tipos de anomalias

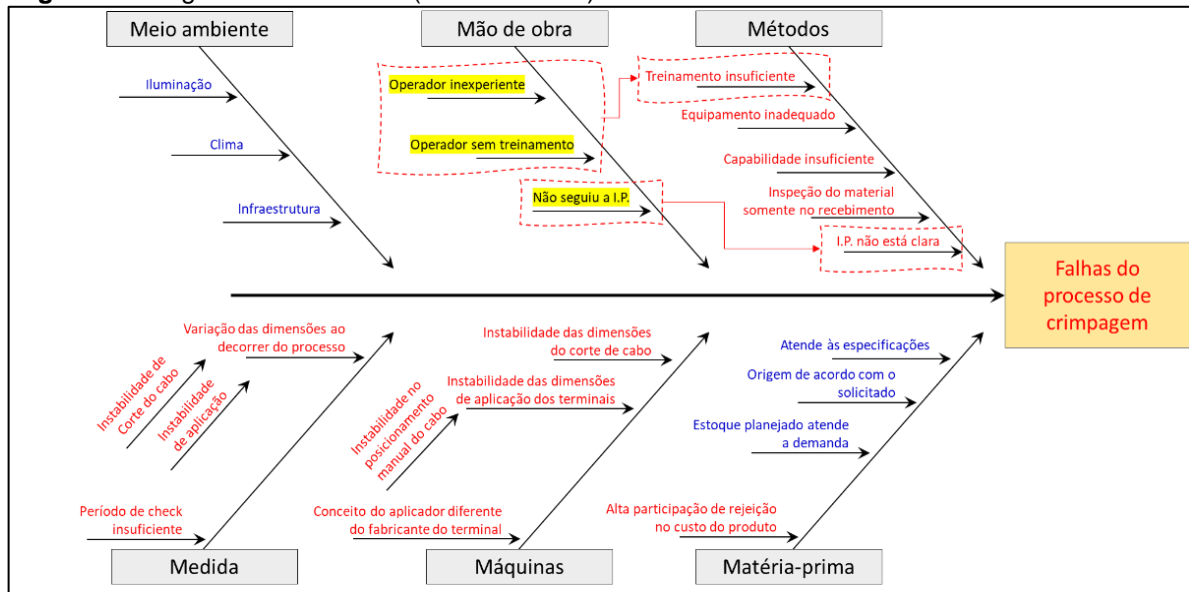


Fonte: Adaptação do autor (2022).

3.1.3.1 Análise das causas levantadas na investigação (causa e efeito)

Observando-se as vertentes das anomalias identificadas, tanto as que registram quantidades como as que não registram, houve estudo incessante para entender as prováveis causas, pois apenas identificar as anomalias não era suficiente, era necessário aprofundar a análise e sob dedicada avaliação de uma equipe multidisciplinar com a participação de departamentos como CQ (Controle da Qualidade), Compras, PCP (Planejamento e Controle da Produção), Manutenção, Montagem e Engenharia (este último alocado na unidade matriz da organização no Japão).

Figura 6 - Diagrama de Ishikawa (causa e efeito)



Fonte: Adaptação do autor (2022).

Através de análise profunda dos aspectos envolvidos, foram relacionadas as observações técnicas descritas abaixo:

- Meio ambiente:** Historicamente não se identificou nenhuma contribuição neste aspecto avaliado, considerando-se de um modo geral toda infraestrutura adequada a fabricação de chicotes.
- Medida:** Neste aspecto avaliado observou-se a constante variação das dimensões no decorrer dos processos, tanto de aplicação (exemplo: apresentando folga no fechamento do terminal) como no corte dos cabos (exemplo: decape do cabo com dimensão fora do especificado). Além disso, a periodicidade determinada para checar o processo era insuficiente, pois verificava-se dimensões apenas no setup no início do processo, não havendo verificação durante o restante da fabricação.
- Mão de obra:** Verificou-se as alegações de causas para os variados problemas apresentados pelos fornecedores tendo como origem a mão de obra, dessa forma percebe-se que cada uma dessas alegações analisadas com maior atenção, poderiam ter sido evitadas se observada a responsabilidade de desenvolvimento de métodos adequados, objetivando

constante treinamento e elaboração de instruções de produção (I.P.) claras e ajustadas a cada modelo e a cada característica peculiar dos componentes envolvidos, tais como as variadas bitolas de cabos e suas características, os variados tipos de terminais e suas particularidades de especificações ajustadas a cada tipo de cabo a ser aplicado.

- d) Métodos: Neste aspecto variados fatores foram considerados como origem adequada às alegações de falha de mão de obra, principalmente relacionada a “treinamento insuficiente” e “I.P. não está clara”. Além destas ainda temos o fato de que para verificação das medidas como para execução dos processos não havia equipamentos adequados que garantissem a repetibilidade (capabilidade) relacionadas principalmente a garantia de cotas dimensionais e a força para aplicação dos terminais, não apresentando assim a capacidade de se manter dentro dos limites de controle durante a fabricação, além do fato de que o material só sofria inspeção no recebimento, não sendo atribuída outras checagens necessárias, principalmente relacionada ao número de filetes do cabo e ao seu respectivo diâmetro, fatores importantíssimos para garantir que a especificação determinada por desenho está garantida no início da fabricação, eles baseavam-se apenas na identificação do material e na garantia de inspeção de recebimento.
- e) Matéria prima: A única observação a este critério é que havia um registro de alta participação do custo de ‘rejeição’ na precificação dos produtos a serem fornecidos, chegando a representar 8%, do faturamento, ocasionadas pelas altas perdas do processo, inclusive com os defeitos não contabilizados mencionados na tabela 1 (Anexo 4).
- f) Máquinas: Percebeu-se que os conceitos de processos estabelecidos com as máquinas utilizadas não poderiam garantir a estabilidade dos processos, especificações dimensionais e físicas do produto, pois havia instabilidade nas máquinas de corte de cabos, que ocasionava cortes fora da dimensão especificada. Além disso, era perceptível que a instabilidade do processo de aplicação dos terminais nos cabos, realizada em uma prensa semiautomática tinha como um dos principais fatores o método de posicionamento manual dos cabos sobre a seção de fechamento do

terminal, ofertando assim o risco de instabilidade e suas conseqüentes falhas registradas. Outro fator que contribuía é que o mini aplicador utilizado era de origem diferente do fabricante, não havendo um processo de validação técnica para ele, sendo algumas vezes um aplicador alterado (adaptado) que era reutilizado para outro tipo de terminal.

3.2 Definição e implementação das melhorias para os processos internos

Considerando os aspectos observados nas análises, foram destacados fatores envolvidos nas anomalias identificadas tendo como principais os processos de origem manual (Método) e equipamentos (Máquinas) inapropriados para garantia das especificações do produto a se fabricar, embora a indicação histórica dos fornecedores quase sempre apontava Mão de obra como causa raiz.

3.2.1 Métodos produtivos

Para este aspecto analisado, 4 sintomas importantes foram destacados como foco especial, descritos e detalhados em 3.1.2, neste capítulo se além às decisões tomadas para que se defina processos internos sem permitir que estes sintomas se repitam, trazendo assim o efeito indesejado (anomalias de qualidade).

3.2.1.1 Treinamento insuficiente

Este sintoma estava intrinsicamente ligado a duas justificativas que eram apontadas pelos fornecedores externos, operador inexperiente e operador sem treinamento (ambos Mão de obra). Na verdade, a análise anterior feita pelos fornecedores possivelmente se limitava a indicar como causa uma justificativa que não implicasse na necessidade de esclarecer que seus métodos eram insuficientes, isto inclui o treinamento ineficaz, embora não se tenha evidências que confirmem esta possibilidade. Desta forma a decisão definida é estabelecer um plano de treinamento efetivo, que aborde os conceitos normativos mapeados e que se possível conte com a participação dos fabricantes de componentes do produto (cabos e terminais) e das máquinas que vierem a ser adquiridas.

3.2.1.2 Instruções de trabalho não claras

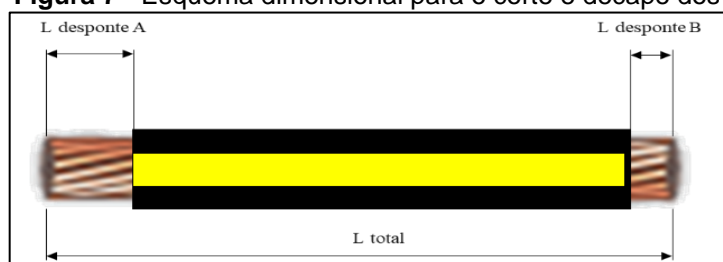
De igual forma ao que já está esclarecido no capítulo anterior, esta vertente do aspecto de Método também tem origem na justificativa dos fornecedores dadas como Mão de obra. Este critério ficou mais esclarecido quando a Organização teve acesso ao conteúdo técnico específico dos processos e produtos para fabricação interna. Desta forma, delimitou-se a importância de se estabelecer instruções de trabalho correlacionadas as especificações não somente do produto final, mas também aos componentes (cabos e terminais).

3.2.1.3 Equipamentos inadequados

Os equipamentos envolvidos neste aspecto (Método) eram utilizados pelos fornecedores aplicados a dois parâmetros específicos, dimensional e de tração. Porém, a forma como ambos eram realizados determinaram a necessidade de melhorias na internalização dos processos.

Parâmetros dimensionais: durante a fabricação do produto nos fornecedores, em 3 pontos específicos do corte e desponje de cabos, sendo estes destacados na figura 7 eram realizados através de escala comum, solto sobre a bancada, instrumento este muitas vezes sem o devido controle do departamento de Qualidade destes fabricantes e que por estar solto durante as tomadas de medidas que eram feitas apenas no início de processo de corte (*setup*) poderiam contribuir para medição inadequada dos cabos. Desta forma a Organização definiu através de seu time técnico que ao internalizar este processo deveria ter equipamento de corte que garantisse o melhor desempenho de capacidade (repetibilidade), capacidade (produtiva) possível, além de que mesmo que utilizando escala para verificação dimensional, o mesmo deveria ser controlado pela qualidade a fim de garantir que a ferramenta esteja sempre em boas condições de utilização e disponível para uso da forma correta, sendo aplicado treinamento metrológico aos operadores responsáveis pelo processo, atendendo inclusive aos requisitos 'a', 'b' e 'c' estabelecidos pela ISO 9001:2015. Além disso, foram desenvolvidos gabaritos usinados em placas de alumínio, com as dimensões e tolerâncias especificadas descritas de forma didática e visual com o devido acompanhamento de calibração e registro.

Figura 7 - Esquema dimensional para o corte e decape dos cabos



Fonte: Adaptação do autor (2022).

Teste de tração: Após a fixação do terminal no cabo ilustrada na figura 8, se faz necessário o ensaio de resistência a tração ao se aplicar determinada carga prendendo o terminal em uma base fixa e o cabo no adaptador móvel que traciona o conjunto a fim de se verificar se a carga máxima suportada atende o requerido no desenho do Cliente. Nos fornecedores este processo era realizado com velocidade e força aplicada de forma manual por um testador adaptado com um dinamômetro analógico que em sua maioria das vezes não possuía registro de calibração, deixando de cumprir requisito normativo já referido em 3.2.1.3-a e conforme determina e normatiza a IEC 60352-2-1 de 2006 em '5.2.2.1 – Pull out force' conforme figura 8.

Figura 8 - Tabela de definições para teste de tração de terminais fixados em cabos classificados por bitola

Conductor cross-section		Pull out force
mm ²	AWG ^a	N
0,05	30	6
0,08	28	11
0,12	26	15
0,14		18
0,22	24	28
0,25		32
0,32	22	40
0,5	20	60
0,75		85
0,82	18	90
1,0		108
1,3	16	135
1,5		150
2,1	14	200
2,5		230
3,3	12	275
4,0		310
5,3	10	355
6,0		360
8,4	8	370
10,0		380

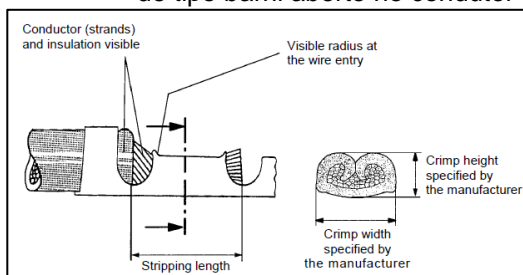
NOTE To test the crimped connection, the same values are included in IEC 60760, Clause 17 and IEC 61210, Table 9.

^a For information only.

Fonte: IEC 60352-2 (2006).

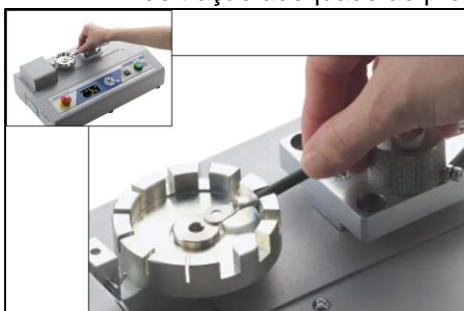
Desta forma, adquiriu-se equipamento que realiza o ensaio de acordo com o especificado, com certificação do fabricante e possibilidade de calibração periódica da célula de carga do equipamento que garante a certeza dos resultados e atende requisito normativo do qual se desviavam os fornecedores anteriores.

Figura 9 - Fixação correta das conexões do terminal de tipo barril aberto no condutor



Fonte: IEC 60352-2 (2006).

Figura 10 - Exemplo de equipamento de ensaio de tração adequado ao produto



Fonte: Adaptação do autor (2022).

3.2.1.4 Inspeção de material

Conforme descrito em 3.1.2.1-d, a inspeção de recebimento do material era a única verificação realizada a fim de garantir que as especificações dos componentes estavam sendo atendidos. Como este trabalho delimita-se ao cabo e ao terminal, a estes determinou-se que além da inspeção de recebimento:

- Cabos: As especificações do produto devem ser novamente verificadas no setup de máquina de corte / desponte (no início e fim do lote ou turno), com registro em relatórios periódicos. Para acrescentar qualidade a esta atividade, as especificações por produto ficam expostas no posto de trabalho, facilitando acesso à informação ao operador.

- Terminais: Como os terminais são distintos, a este caso exclusivo aplica-se a verificação da etiqueta de identificação, acompanhada de padrão visual disponível no posto de trabalho e instrução de trabalho (IT).

3.2.2 Máquinas

Percebidas a baixa capacidade da máquina de corte e desbaste de cabos pelas anomalias manifestadas, além dos outros problemas decorrentes geravam e da prensa de crimpagem do terminal que dependia do acionamento peça a peça (baixa capacidade produtiva), a mesma tinha por principal agravante o método manual de posicionamento da ponta do cabo a ser fixado no terminal. Ambas as condições tiveram o maior foco das atenções para desdobradas análises, a fim de se buscar soluções viáveis e ótimas, que trouxessem a solução dos problemas identificados.

Figura 11 - Exemplos de prensa elétrica de bancada e aplicador



Fonte: Registros de pesquisa da organização (2022).

Desta forma após intensa pesquisa de mercado e benchmarking com outras empresas que já possuíam histórico de tentativa de internalização deste tipo de processo, identificou-se a oportunidade de solucionar tanto o problema decorrente de método como o de Máquina, tendo como alternativa a disponibilidade de mercado para máquinas automáticas específicas (*Mult Crimping Machine*) que contemplam em um único equipamento não somente o corte e decape de cabos como também o controle e aplicação dos terminais nos mesmos. Desta forma, a organização elencou 3 opções de mercado com duas delas consideradas executáveis que foram avaliadas de acordo com as características desejadas dispostas na matriz representada no quadro do anexo 2. Adaptado a esta máquina estão aplicadores de origem do mesmo

fabricante dos terminais, fator determinante para que o processo atendas as especificações normatizadas e determinadas pelo Cliente.

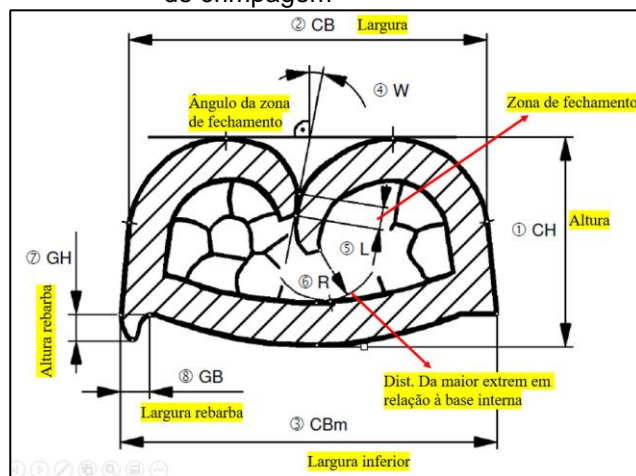
Figura 12 - Mult Crimping Machine - Equipamento de mercado



Fonte: Acervo de pesquisa da Organização (2022).

Além da garantia de estabilidade no processo, ficou claro a necessidade de que as especificações não poderiam continuar sendo verificadas apenas por um micrômetro e de igual forma, por meio de pesquisa técnica de mercado e em consulta com o maior fabricante e fornecedor de terminais para os chicotes da organização, identificou-se a possibilidade factível de se avaliar o processo de crimpagem executado pela máquina automática através de uma análise metalográfica (MTG) específica para este tipo de processo de fabricação, atendendo desta forma requisitos normativos da IEC 60352-2 de 2006.

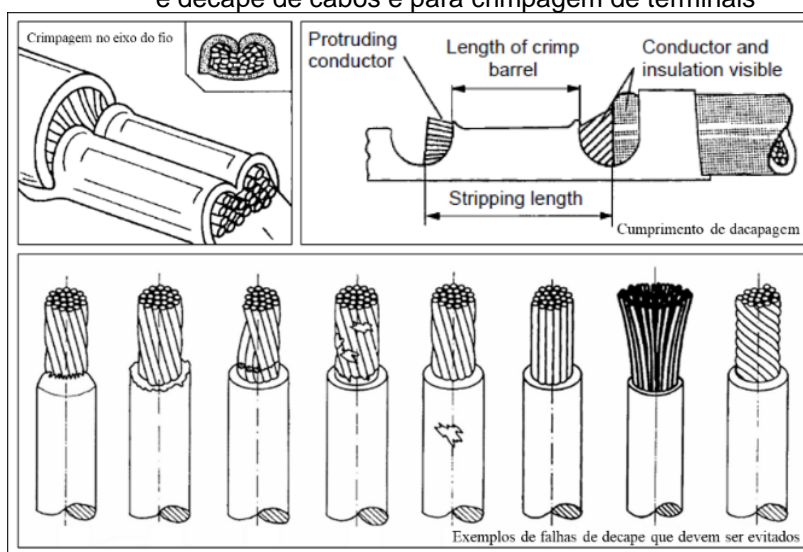
Figura 13 - Especificações para análise de micro-seções de crimpagem



Fonte: Application specification - TE Connectivity (2016).

Assim, duas máquinas importantes ficam definidas para garantir não somente que as anomalias identificadas não se repitam no processo interno, como também conferir ao processo verticalizado a confiabilidade através de processos de maior controle que dependam o mínimo de interferências manuais e com análises de alto nível, visando não somente garantir as especificações do Cliente, como executar processos de acordo com os melhores padrões desenvolvidos para este fim, observando-se normas do fabricante de terminais (114-18022:2016) e as boas práticas de normativas internacionais (DIN EN 60352-2:2006 e IEC 60512-1:2018).

Figura 14 - Aspectos técnicos normatizados para o processo de corte e decape de cabos e para crimpagem de terminais



Fonte: IEC 60352-2 (2006).

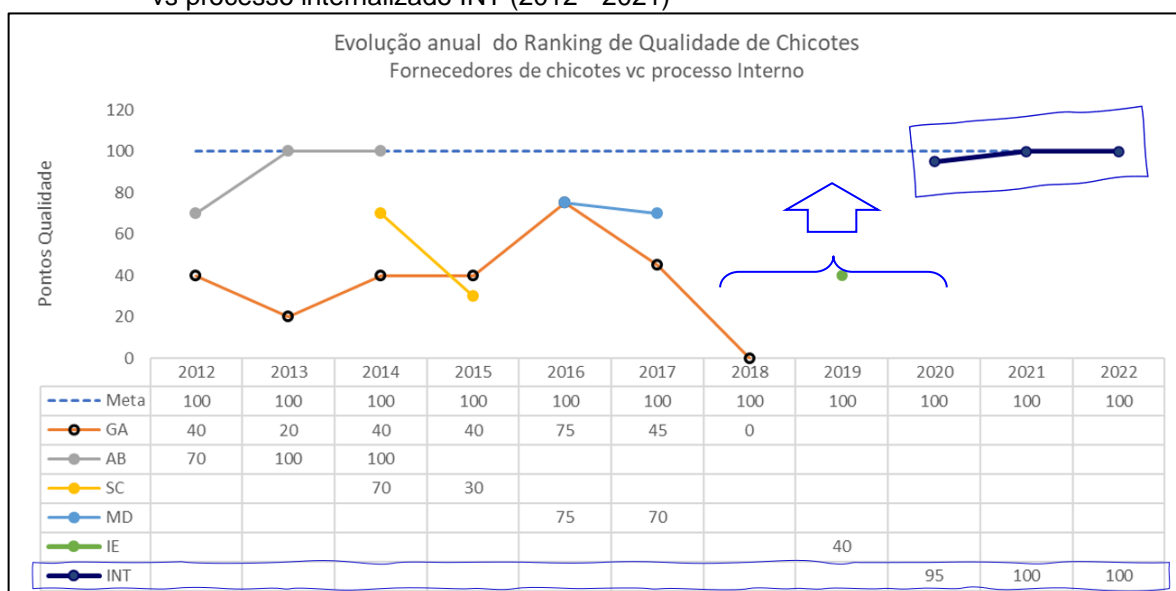
Desta forma estabeleceu-se o plano de ação (anexo 3) definindo os responsáveis por cada atividade relacionada à implantação da linha para o processo internalizado de fabricação de chicote, atuando assim em todos os aspectos dos 6Ms, desde a definição de máquinas, equipamentos e processos até a compra, instalação e treinamento da mão de obra.

3.3 Resultados obtidos

Através do gráfico representado na figura 15, percebe-se que embora em 2020, ano do início da fabricação interna se tenha um resultado de 95 pontos, em 2021 o *ramp up* trouxe com êxito a experiência necessária para se alcançar os 100 pontos, mantidos até o ano presente deste estudo. Embora a pontuação de 95 pontos reflita

um resultado fora do resultado esperado (100), este registro demonstra a naturalidade da evolução da curva de aprendizado que envolveu treinamentos para utilização de máquinas e equipamentos, inspeção e monitoramento de todo conceito desenvolvido, alcançando a estabilidade no resultado esperado.

Figura 15- Desempenho anual no Ranking de Qualidade dos Fornecedores fabricantes de chicotes vs processo internalizado INT (2012 - 2021)



Fonte: Adaptado pelo autor (2022).

Além destes resultados, o índice de rejeição é diretamente impactado pela redução do índice de anomalias e perdas desnecessária de processo. A rejeição que antes na fabricação externa era de cerca de 8% do custo do produto, atualmente não ultrapassa 2%, sendo este índice atual a condição ótima pois os *setup's* demanda certa perda tolerável e absorvida no custo de processo ao cliente. Este impacto se torna mais interessante devido a estratégia de compra dos componentes direto com os fabricantes, sem atravessadores, o que proporciona estabilidade de custo de material e certeza de procedência, atendendo as especificações desejadas.

4 CONSIDERAÇÕES

O processo de investigação trouxe o fortalecimento da experiência de se identificar corretamente a causa raiz, isto contribui para que as ações implementadas tratem a causa e não o sintoma percebido. Sendo máquinas o principal aspecto de processo em sua fabricação interna, cabe a organização manter registros históricos de seus problemas para se ter uma base sólida de ações padronizadas. Os métodos

identificados como problema podem voltar a interferir nos resultados da organização, desta forma é importante a manutenção periódica das instruções de processo para mantê-los claros e de fácil interpretação ao operador. Ainda por consequência, o treinamento deve ser algo natural e com o devido cuidado o *skill map* (mapa de habilidades) dos processos internalizados deve buscar o mesmo nível de conhecimento a todos os operadores envolvidos, garantindo que substituições de pessoas sejam realizadas de forma segura ao processo.

Embora todas as máquinas e equipamentos adquiridos pela Organização satisfaçam o objetivo de se automatizar processos críticos que antes eram feitos de forma artesanal nos fornecedores, cabe a mesma importante missão de garantir o perfeito funcionamento do equipamento, implementando programa de manutenção autônoma focada na manutenção preventiva e preditiva, evitando assim a necessidade de corretivas, mesmo este estudo não abordando esta vertente, ainda se percebe oportunidade de se melhorar neste sentido. Além experiência ímpar de internalizar o processo objeto deste estudo, outros resultados importantes se destacam:

- ✓ Know-how em normatizações de processos e componentes de chicotes;
- ✓ Benchmarking proporcionou parcerias técnicas com fabricantes de componentes que tiveram grande contribuição durante todo o processo, do estudo de viabilidade a execução;
- ✓ A internalização abriu oportunidades de se prospectar potenciais Clientes para fornecimento de produtos;
- ✓ Aprendizado em análise metalográfica mediante a aquisição de equipamento específico para análise de terminais com a devida orientação do fabricante;
- ✓ Visibilidade entre as unidades globais da Organização, por ser a 2ª unidade entre várias a conseguir internalizar este tipo de processo com êxito por iniciativa própria;
- ✓ Desenvolvimento do time técnico da Organização;
- ✓ Internalização se deu com redução da necessidade de mão de obra (-4 pessoas) trabalhando em 2 turnos.
- ✓ Excelente oportunidade acadêmica de desenvolver na prática técnicas conceituais.

Informações teóricas de resistência à tração e de composição dos materiais envolvidos neste estudo são de domínio técnico da organização, não sendo possível disponibilizar os dados de potencial acadêmico, mas que são de fácil esclarecimento pelo autor. Porém considera-se relevante a inclusão dos anexos, pois contribuem de forma significativa para a compreensão de todas as referências abordadas neste estudo.

Resta ainda a oportunidade de se ampliar em estudo futuro de implementação de programa de manutenção autônoma destes e de outros equipamentos e máquinas, visando a garantia e estabilidade das funcionalidades e capacitação de pessoal para este fim. Considera-se ainda a oportunidade de desenvolvimento normativo no Brasil para as especificações somente tratadas nas normas referenciadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR ISO 9001:2015, “Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos”**, Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BITTENCOURT, N. **Estudo experimental do fraturamento do concreto estrutural por meio de corpos de prova cilíndricos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

CALACHE, L. D. D. R.; PEDROSO, C. B.; LIMA JÚNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Proposta de um modelo de avaliação e de seleção de fornecedores de manutenção industrial utilizando Fuzzy-TOPSIS. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 26, n. 2, e3565, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-530X-3565-19>

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. **CEB-FIP Model Code 1990**. London, Thomas Telford, 1993.

CONNECTIVITY, T. E. **Application specification**. General guidelines for application of contacts with open crimp barrels (114-18022). TE Connectivity, 2016.

CORNELL FRACTURE GROUP. **Franc3D Menu & Dialog Reference**. Cornell University, Ithaca, 1998.

DROGUETT, E. L. **Análise bayesiana da confiabilidade de produtos em desenvolvimento**. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000100006>.

FERNANDES, C. A., *et al.* Reforço de pilares de elevado do metrô de São Paulo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO*, 41., São Paulo, IBRACON, 1999.

GECEX. **Resolução nº 282, de 21 de dezembro de 2021**. Diário Oficial da União, nº 240, de 22 de dezembro de 2022. Imprensa Nacional.

IEC 60352-2:2006. **Solderless Connections – Part 2: General Requirements, Tests Methods and Practical Guidance**. IEC, 2006.

IEC 60512-1:2018. **Connectors for Electrical and Electronic Equipment – Tests and Measurements – Part 1: Generic specification**. IEC, 2018.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade a maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campos, 1993.

IVANOVIC, M. D.; MAJSTOROVIC, V. D. Model developed for the assessment of quality management level in manufacturing systems. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 4, p. 410-423, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1108/09544780610671075>

SILVA JÚNIOR, F. L. **Balanceamento de Linha de Montagem Por Meio da Implementação de Braço Manipulador**. UNINORTE: Manaus, 2021.

MACHADO, A. L. J. **Gerenciamento da qualidade em suprimentos**: um modelo de avaliação de desempenho para os fornecedores da SLC Agrícola. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. DOI: <https://doi.org/10.29381/0103-8559/2020300182-6>

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações** [recurso eletrônico] / Paulo Augusto Cauchick Miguel (organizador). – Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da Qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

PINHEIRO, R. T. **Análise de Falhas de Rolamentos em Motor de Média Tensão Acionado Por Inversor de Frequência**. João Pessoa: UNINASSAU JOÃO PESSOA, 2018.

PONTES, A. C. S. J. E. Avaliação de desempenho de fornecedores em healthcare: uma proposta de estrutura integrada utilizando fuzzy topsis class e matriz kraljic. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 22, n. 3, p. 3183-3207, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i3.4303>

ROMERO, A. P. R. C. **Desdobramentos e tendências atuais da reestruturação industrial**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Engenharia Industrial, 2004.

SOUZA, S. D. C. Dinâmica competitiva industrial: variação dos níveis de concentração e seus impactos na indústria de celulose no Brasil. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 22, n. 3, p. 3077-3098, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i3.4662>

SHAH, S. P.; SWARTZ, S. E.; OUYANG, C. **Fracture mechanics of concrete** - applications of fracture mechanics to concrete, rock and other quasi-brittle materials, New York, John Wiley & Sons, 1995.

SOLIANI, R. D. A verticalização das operações logísticas de um grupo do setor sucroenergético. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 597-616, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v19i2.3306>

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2007.

VINHAS, H. A. Verticalização como ferramenta de crescimento e redução de custo. **Revista Lagos**, Volta Redonda, v. 8, n. 2, p. 39-49, 2017. Disponível em: <http://www.re-vistalagos.uff.br/index.php/lagos/article/view/272>. Acesso em: 24 jan. 2018.

Biografia dos Autores

Gleidson Moraes Mendonça

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Nilton Lins (2015) e Graduado em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário do Norte – Uninorte (2022). Pós-graduado em Docência do Ensino Superior e Metodologias Ativas de Aprendizagem pela Universidade Nilton Lins (2023). Atuação como gestor estratégico de Compras e Suprimentos no ramo automotivo da empresa Minebea AccessSolutions em Manaus-Am desde 2014, com foco em desenvolver fornecedores e novos produtos, aprimoramento dos processos de compras e redução de custos.

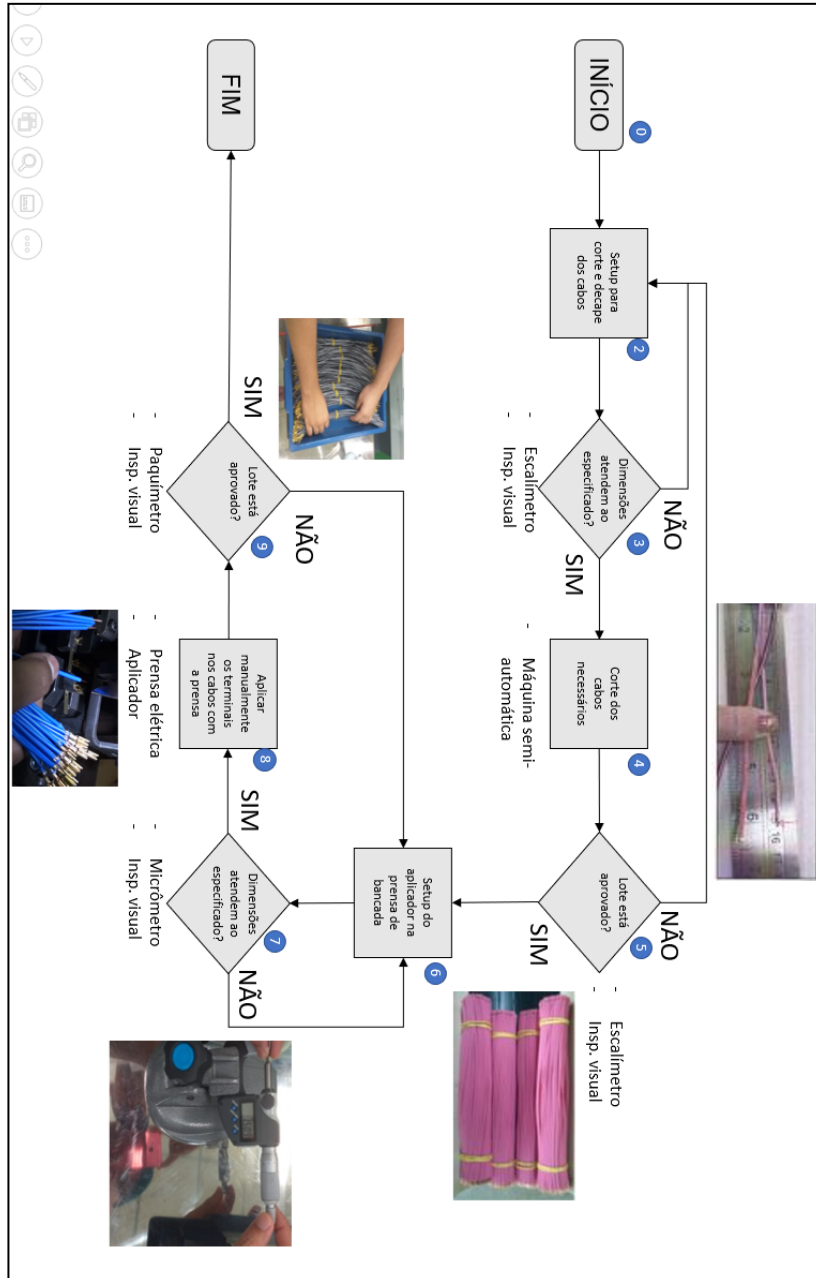


Artigo recebido em: 09/07/2023 e aceito para publicação em: 20/09/2023
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i2.4943>

4.1 Anexos

Anexo 1



Figura 16 - Fluxograma do processo realizado nos Fornecedores antes da verticalização



Fonte: Registros históricos da organização (adaptado pelo autor).

Anexo 2

Quadro 2 - Matriz de decisão técnica e comercial

CHICOTE MATRIZ DE DECISÃO		MOLDEO ORIGEM		② ABD Japão (JPN)		⑤ ABG Alemanha (GER)			
		CONDICIONANTES DE SELEÇÃO PARA DECISÃO DE INVESTIMENTO							
MUST要件		情報		GO/NoGO		情報		GO/NoGO	
WANT要件		情報 (評価1~10段階)		情報 (評価1~10段階)		情報 (評価1~10段階)		情報 (評価1~10段階)	
		W		S	S x W	S	S x W	S	S x W
Qualidade	Possui histórico no Brasil?	10	Sim (02 em Manaus)	10	100	Sim (01 em Manaus)	9	90	
	Rápida reposição de spare parts?	9	Sim, garantida	10	90	Sim, garantida	10	90	
	Ciclo abaixo de 2,8 seg.?	10	Capacidade média de 1,26s	10	100	Capacidade média de 1,8s	8	80	
	Troca fácil do carretel de fio e terminais?	8	Set up ágil, com ajuste manual no aplicador limita	6	48	Set up ágil com ajustes feitos pela própria máquina após programação prévia.	6	48	
	Troca fácil das lâminas de corte?	8	Troca por manutenção preventiva	8	64	Troca por manutenção preventiva	8	64	
	É possível controlar a produção no equipamento (quantidade produzida)?	10	Sim, a máquina apresenta painel que demonstra produção com armazenamento de dados, softwa de acesso opcional	9	90	Sim, a máquina apresenta painel que demonstra produção com armazenamento de dados, software de acesso opcional	9	90	
	É possível controlar a pressão da crimpagem na máquina?	10	Sim, ajuste faz parte do Set up	9	90	Sim, ajuste faz parte do Set up	9	90	
	É possível crimpar as duas extremidades?	10	Apenas uma extremidade	9	90	Duas prensas simultâneas (superdimensionamento)	7	70	
	É fácil de programar as trocas de produção? Troca de modelo	10	Set up ágil, com ajuste programados de parâmetros de aplicação em cada tipo de terminal e cabo sem POKA YOKE	9	90	Set up ágil, com ajustes de parâmetros feitos pela própria máquina. Opcional aquisição de POKA YOKE de altura e tração integrados à maq.	10	100	
	É possível trocar informações com o fornecedor do aplicador?	10	Sim, oferece suporte e treinamento e pre-produção e durante produção (São Paulo)	9	90	Sim, oferece suporte e treinamento e pre-produção e durante produção (São Paulo)	9	90	
Manutenção	Reduzida quantidade de spareparts	10	11 Spare parts (R\$ 29K)	8	80	7 itens confirmados spare parts (R\$ 31K)	8	80	
	Lead Time de reposição de spareparts é curto?	10	45 dias JPN + 15 AIR Não possuem técnicos no Brasil com prazo de atendimento in-loco relacionado ao tempo de acionamento e deslocamento Japão-Brasil	7	70	45 dias GER + 30 marítimo (confirmar). Estoque e técnicos habilitados no Brasil com atendimento emergencial em até 48 hr	8	80	
Custo	Menor custo de investimento(incluso partes acessórias)	10	Informação sigilosa	8	80	Informação sigilosa	7	70	
		8			0			0	
Decisão (julgamento)		POINT	Dimensionamento das capacidades do equipamento de acordo com a necessidade e possibilidade de Engenharia da matriz acompanhar (JPN)	1297 Aprovado		Dimensionamento das capacidades do equipamento acima da necessidade e impossibilidade de Engenharia da matriz acompanhar (GER)	1258 Reprovado		

Fonte: Acervo do projeto da organização (2022).

Figura 17 - Planejamento macro para internalização da fabricação de chicotes

Elaborado: Gleidson Mendonça
 Revisado: Gerência de Planejamento
 Aprovado: Diretoria

PROJETO: VERTICALIZAÇÃO DOS CHICOTES

19/07/2019

Atividade finalizada
 Atividade reprogramada
 Atividade em atraso
 Atividade Planejada

ACOMPANHAMENTO DOS 6M's		Item	Responsável	2019												2020		
				mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar				
M A Q U I N A	Análise das Propostas automáticas multiprocessos (Alemã / Japonesa)			Compras	▽													
	GO - Matriz			Diretoria	▽													
	Emissão de pedido de Máquinas / Equipamentos			Compras		▽												
	Confirmação das Peças de reposição MAQ / Equipamentos (Pedido)			Manutenção	▽													
	Receber os mini-aplicadores			Compras														
	Envio dos mini-aplicadores p/ fabricante da máquina automática			Compras / PCP			▽											
	Confirmação do recebimento dos Aplicadores no fabricante da máquina			Vendas / PCP														
	Previsão de saída da máquina multiprocesso automática			Compras					▽									
	Previsão de chegada da máquina na organização			Compras						▽								
	Instalação de todas as máquinas			Manutenção / CQ							▽							
	Avaliação das adaptações para atendimento a NR-12			Manutenção / SESMET								▽						
	Try Out das Máquinas - "E1" - interno			Manutenção / CQ									▽					
	E2 interno			Todos										▽				
	PRÉ-MP / Auditoria de processo (Cliente)			Todos												▽		
	Produção em Massa			Todos														▽
M T E R I A L	Emissão de Carta Go para os Fornecedores			Compras	▽													
	Emissão de P.O de amostras (Terminais/ Cabos / Solda) - p/ try automática			Compras	▽													
	Definições do Padrão de embalagem (EEP)			Compras														
	Emissão de pedido (Try Out interno)			Compras		▽												
	Previsão de embarque - Cabos (Cabotagem-25 dias)			Compras			▽											
	Previsão de embarque - Tubos PVC (Cabotagem-25 dias)			Compras				▽										
	Previsão de embarque - Outros (Cabotagem-25 dias)			Compras					▽									
	Previsão de embarque - Terminais (Embarque Aéreo)			Compras						▽								
	Previsão de embarque - Conectores (Embarque Aéreo)			Compras							▽							
	Try Out das Máquinas - E1 - interno			Manutenção / CQ								▽						
	E2 interno			Todos									▽					
	PRÉ-MP / auditoria de processo do Cliente			Todos										▽				
	Produção em Massa			Todos														▽
	M O D E L O	Nomeação dos Fornecedores			Compras	▽												
		Definições dos critérios p/ Validações da ESPECIFICAÇÕES dos Itens (Recebimento)			CQ													
Verificar normas do Cliente para crimpagem (aplicação de terminais)			CQ															
Cadastro dos itens de cada fornecedor no ERP			Compras / PCP	▽														
Definir a estrutura do conjunto para os chicotes simples / chicotes compostos			CQ / PCP															
Auditoria de Seleção de Fornecedor / auditoria de gestão da qualidade nos Fornecedor			Compras/C.Q	▽														
Cadastro dos Fornecedores no ERP			Compras	▽														
Homologação de contrato de fornecimento			Compras	▽														
Auditoria de processo nos fornecedores			C.Q															
Elaboração de FCQPF, padrões de serviço e Kakotora			Montagem / CQ															
Try Out das Máquinas - E1 - interno			Manutenção / CQ															
E2 interno			Todos															
PRÉ-MP / auditoria de processo do Cliente			Todos															
Produção em Massa			Todos														▽	
M O D E L O		Inclusão das máquinas e equipamentos no Plano de Manutenção interno			Manutenção													
	Definição do Lay Out - Montagem			Montagem / Manutenção														
	Dimensionamento das instalações (Elétrica e Pneumática)			Montagem / Manutenção														
	Definir cronograma de alteração do Lay Out- Montagem			Montagem / Manutenção														
	Atualizar cotações e definir fornecedores (Manutenção Predial)			Manutenção / Compras														
	Emissão de Solicitação p/ serviço e material			Manutenção / Compras														
	Construção das bancadas e Prateleiras			Manutenção														
	Execução da alteração do Lay Out - Montagem			Manutenção														
	Cadastro dos Novos itens no MDS			SGI														
	Try Out das Máquinas - E1 - interno			Manutenção / CQ														
	E2 interno			Todos														
	PRÉ-MP / auditoria de processo do Cliente			Todos														
	Produção em Massa			Todos														▽
	Levantamento de Aspecto e Impactos ambientais - LAIA			SGI														
	M O D E L O	Definir Líder responsável pelo Processo			CQ / Montagem													
Definição para o dimensionamento de Pessoal			CQ / Montagem															
Definir contratação de Mão de Obra			CQ / Montagem															
Try Out das Máquinas - E1 - interno			Manutenção / Montagem															
E2 interno			Todos															
PRÉ-MP / auditoria de processo do Cliente			Todos															
Produção em Massa			Todos														▽	
M O D E L O		Definir processo fiscal para envio e retorno dos Aplicadores			Compras													
		Alinhar com a fabricante da máq. automática processo fiscal p/ retorno dos aplicad			Compras													
		Definir processo fiscal para envio de material p/ teste s/ retorno			Compras													
		Liberação dos Aplicadores e treinamento técnico - (SP)			Montagem / CQ													
		Treinamento técnico no fabricante da máq. automática - JPN			Manutenção / Montagem													
		Treinamento técnico interno (Técnico construtor) - Aplicadores			Manutenção / Montagem													
		Treinamento técnico processo interno (Manutentor) - Máquina automática			Manutenção / Montagem													
		Análise dos pontos de risco de máquina para atendimento a NR-12			Manutenção / SESMET													
	Compartilhar Treinamento técnico p/ Equipe de Manutenção interna			Manutenção														
	Try Out das Máquinas - E1 - interno			Manutenção / CQ														
	E2 interno			Todos														
	PRÉ-MP / auditoria de processo do Cliente			Todos														
	Produção em Massa			Todos														▽

Fonte: Acervo concedido pela organização (2022).

Anexo 4

Tabela 1 - Levantamento histórico de problemas de crimpagem

cód.	DESCRIÇÃO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Ttl %	Partic. %	Classe
a	Decape do cabo menor que o especificado	0	0	0	0	0	0	900	0	900	48,36%	48,36%	Cabo
b	Utilização de cabo da cor de isolamento errada	0	701	0	4	170	4	2	2	883	95,81%	47,45%	Cabo
c	Dimensões de comprimento total do cabo cortado fora do especificado	0	5	0	0	0	0	3	20	28	97,31%	1,50%	Cabo
d	Trava do terminal amassada	4	6	0	0	0	1	1	5	17	98,23%	0,91%	Terminal
e	Avanço do revestimento de estanho sobre o isolamento do cabo	0	0	0	0	0	15	0	0	15	99,03%	0,81%	Cabo
f	Área de contato do terminal danificada	0	0	9	0	0	0	0	0	9	99,52%	0,48%	Terminal
g	Fechamento com folga	3	1	0	0	0	0	0	0	4	99,73%	0,21%	Terminal
h	Revestimento de estanho do cabo recuado (filetes expostos)	0	0	0	0	0	1	2	0	3	99,89%	0,16%	Cabo
i	Filetes do cabo cortados no decape	0	0	0	0	0	0	2	0	2	100,00%	0,11%	Cabo
j	Ausência do recuo do corte de seção do terminal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Terminal
k	Fechamento excessivo (aperto)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Terminal
l	Uso de terminal de especificação semelhante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Terminal
m	Filetes do cabo cortados na crimpagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Terminal
n	Decape do cabo maior que o especificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Cabo
o	Cabo fora das especificações normativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Cabo
p	Fechamento do terminal cortando o isolante do cabo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Terminal
q	Excesso de estanho revestindo os filetes do cabo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00%	0,00%	Terminal
	Total	7	713	9	4	170	21	910	27	1861			Cabo

Fonte: Registros técnicos da organização (2022).

Quadro 3 - Comparativo dos processos

	Recb. Material (amostragem)			Processo (18 pessoas 1 turno)				
	Cabos	Terminais	Armazenamento	Alimentação processo	Setup máq. de corte	Corte e decape	Setup prensa e aplicador	Crimpagem
Fornecedores externos	Contagem manual dos filetes	Insp. Dimensional PQ	Prateleiras adequadas no estoque	Cabos de acordo com o plano	Insp. da cor e do comprimento total especificado (escalinmetro)	Corte dos cabos na quantidade planejada (máq. de 100 PPS)	Ajuste das dimensões de aplicação CBI / CHI (MC)	Post.: manual dos cabos para aplicação.
	Dim. do Ø da seção PQ	Insp. Visual de terminais c/ revest. Estanho	-	Terminais de acordo com o plano	decape, especificados (escalinmetro)	Insp. Dimensões cada 300 pps (escalinmetro de bancada)	Insp. resist. Tração (dimensionamento s/ contr. velocidade)	Acionamento da prensa elétrica por pedal
	Insp. Visual da cor do isolante dos cabos	-	-	-	Ajustar tactil	-	-	Insp. Visual do mang. de 100 PPS no fim de cada mang.
Verticalização	Recb. Material (amostragem)			Processo (13,3 pessoas, 2 turnos)				
	Cabos	Terminais	Armazenamento	Ent. MP no processo	Setup máq. Automát. mult.	Corte, decape e aplicação	-	-
	Contagem manual dos filetes	Insp. Dimensional PQ	Prateleiras adequadas no estoque	Cabos de acordo com o plano	Insp. do número de filetes do cabo e da cor especificada (manual/visual)	Máquina realiza os 3 processos de forma automática.	-	-
	Dim. do Ø da seção PQ	Insp. Visual de terminais c/ revest. Estanho	Prateleiras no processo dedicadas	Terminais de acordo com o plano	Insp. da cor e do comprimento total especificado (escalinmetro)	Inspeccionar visual todas as peças e formar mangos de 100PPS	-	-
	Insp. Visual da cor do isolante dos cabos	-	Redução na movimentação de material	Redução na movimentação de material	Insp. do compr. dos decape, cabo especificados (escalinmetro)	Insp. CBI+CHI+compr. total do chicote a cada mang. de 100	-	-
	-	-	-	-	Ajuste das dimensões de aplicação CBI / CHI (MC)	Repetir metalografia no fim do lote	-	-
-	-	-	-	Insp. resist. Tração (equipamento adequado com controle de velocidade)	-	-	-	
-	-	-	-	Análise metalográfica para garantir número de filetes e características de crimpagem normalizadas.	-	-	-	
-	-	-	-	Tactil pré-programado de corte	-	-	-	-

Fonte: Adaptado pelo autor com base histórica de processos da organização (2022).

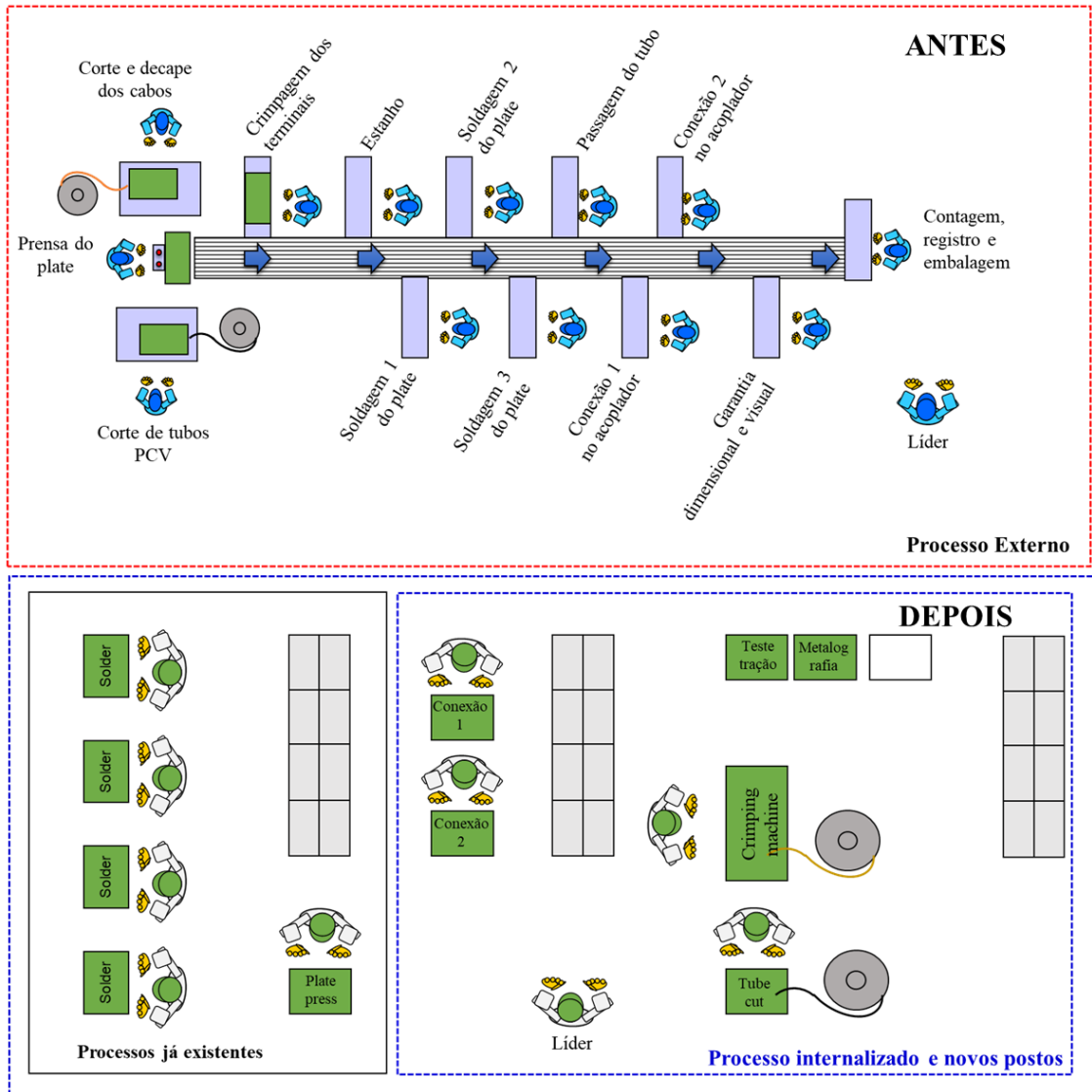
Figura 18 - Relatório metalográfico de crimpagem



Fonte: Acervo da organização adaptado pelo autor (2022).

Anexo 7

Figura 19 - Lay out (antes e depois da internalização)



Fonte: Adaptado pelo autor (2022).