



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

**Lean Six Sigma Aplicado na Microempresa Pedertrônica: Aplicação de Softwares
Gratuitos para Otimização de Emissão de Notas Fiscais**

**Lean Six Sigma on The Microbusiness Pedertrônica: Applying Free Softwares for
Invoice Made Optimization**

**Lean Six Sigma en la Microempresa Pedertrônica: Aplicando Software Gratuito
para la Optimización de la Emisión de Facturas**

Guilherme Henrique de Peder

Universidade Estadual de Maringá

Jessica Syrio Callefi

Universidade Estadual de Maringá

Resumo

Este artigo apresenta a aplicação do Lean Six Sigma na microempresa Pedertrônica, com foco na otimização do processo de emissão de notas fiscais. Utilizando a metodologia de pesquisa-ação e o ciclo DMAIC, foram empregadas ferramentas simples e gratuitas, como planilhas, formulários digitais e quadros Kanban, adaptadas à realidade da empresa. O estudo demonstrou que a aplicação de práticas enxutas pode gerar melhorias significativas na eficiência e na organização, mesmo em contextos com recursos limitados. A participação ativa do empreendedor foi essencial para o sucesso e a continuidade das mudanças propostas.

Palavras-chave: Lean six sigma, microempresa, PDCA, melhoria contínua, engenharia de produção

Abstract



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

This article presents the application of Lean Six Sigma in the microenterprise Pedertrônica, focusing on optimizing the electronic invoice issuing process. Using the action research methodology and the DMAIC cycle, simple and free tools such as spreadsheets, digital forms, and Kanban boards were adapted to the company's context. The study demonstrated that lean practices can significantly improve efficiency and organization, even in environments with limited resources. The active participation of the entrepreneur was essential for the success and continuity of the proposed improvements.

Keywords: Lean Six Sigma. Microenterprise. Continuous improvement. Action research.

Resumen

Este artículo presenta la aplicación del enfoque Lean Six Sigma en la microempresa Pedertrônica, con el objetivo de optimizar el proceso de emisión de facturas electrónicas. A través de la metodología de investigación-acción y del ciclo DMAIC, se emplearon herramientas simples y gratuitas, como hojas de cálculo, formularios digitales y tableros Kanban, adaptadas a la realidad de la empresa. El estudio demostró que la aplicación de prácticas lean puede generar mejoras significativas en la eficiencia y organización, incluso en contextos con recursos limitados. La participación activa del empresario fue fundamental para el éxito y la continuidad de las mejoras propuestas.

Palabras clave: Lean Six Sigma. Microempresa. Mejora continua. Investigación-acción.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, as pequenas empresas brasileiras têm enfrentado desafios crescentes em função das rápidas transformações tecnológicas e da busca por maior eficiência e competitividade. Isso se dá pelas características agressivas do mercado de trabalho, onde se destacam as companhias com maior capital e recursos para inovação.

No contexto de um oceano pacífico, uma empresa tem liberdade para explorar diferentes formas de crescimento, sem se preocupar com competitividade. Já no oceano vermelho, repleto de tubarões lutando pela sobrevivência, essa empresa não tem a mesma oportunidade de errar, podendo causar a sua morte perante a concorrência. Esse cenário é a representação de milhares de microempresas no Brasil, lutando pela sobrevivência,



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

apegando-se ao que “funciona”, e temendo a inovação como uma oportunidade para o fracasso (SEBRAE, 2023) .

Diante disso, surge a oportunidade de demonstrar como os conceitos de *Lean Six Sigma*, gestão da qualidade, ferramentas da qualidade e metodologias, como o ciclo PDCA, podem ser aplicados no contexto de uma microempresa de segurança eletrônica familiar, fundada há 12 anos e com um único funcionário, promovendo sua modernização, aumentando sua eficiência e reduzindo riscos operacionais.

Sendo assim, o objetivo deste artigo é melhorar o processo de emissão de notas fiscais da microempresa Pedertrônica Segurança Eletrônica, por meio da análise DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), para remover atividades que não agregam valor, diminuir o tempo de ciclo de cada emissão, e reduzir o risco de erros durante o processo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Lean Six Sigma

O conceito de Lean Six Sigma articula duas tradições complementares de gestão da qualidade: o pensamento enxuto (*Lean*), cujo escopo principal é a identificação e eliminação de desperdícios ao longo do fluxo de valor; e o Six Sigma, cuja ênfase está na redução da variabilidade por meio de análise estatística e controle de processo. Em microempresas, organizações de estrutura enxuta, recursos financeiros limitados e elevado grau de centralização decisória, a adoção seletiva e adaptada de princípios Lean Six Sigma permite ganhos relevantes de eficiência e redução de erros sem investimento capital-intensivo. Estudos de aplicação em organizações de pequeno porte demonstram que, quando adaptado à escala organizacional e operacional, o conjunto de ferramentas DMAIC e práticas enxutas produzem resultados mensuráveis em *lead time*, retrabalho e qualidade percebida pelo cliente (Reis *et al.*, 2024).

Segundo Reis *et al.* (2024), a metodologia DMAIC possui os seguintes passos:

- **D: Definir / Plan (início orientado por VOC: *Voice Of Client*, a voz do cliente).**
— Identificar problema crítico, stakeholders e metas quantificáveis.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

- **M: Medir / Do** — coleta enxuta de dados. Encontrar formas de obter dados significativos para encontrar gargalos, falhas no processo, ou pontos críticos a serem trabalhados para obter-se ganhos rápidos e longínquos.
- **A: Analisar / Check** — diagnóstico com ferramentas qualitativas e quantitativas. Utilizar as medidas para traçar causas raízes do problema, a fim de definir a prioridade e a forma de implementar a melhoria.
- **M: Melhorar / Act** — intervenções incrementais e testáveis. Aplicar o plano de ação e as melhorias. Priorizar ações de baixo custo e alto impacto, que gerem ganhos rápidos. Em seguida, implementar as melhorias de longo prazo, enquanto colhe resultados e mais dados para análise.
- **C: Controlar / Control** — institucionalização e indicadores. Desenvolver rotinas de verificação, além de documentações e padronização do processo.

O Lean fornece um arcabouço conceitual para identificar atividades que não agregam valor ao cliente (ex.: superprodução, espera, transporte, processamento excessivo, inventário, movimentação e defeitos). Em microempresas, a identificação desses desperdícios costuma revelar oportunidades de ganho rápido através de intervenções de baixo custo — por exemplo, padronização de formulários, substituição de cadernos por quadros Kanban digitais e sincronização automática de arquivos com repositórios em nuvem (Reis *et al.*, 2024).

O Six Sigma, complementado pelo ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), provê uma sequência estruturada para definição clara do problema, coleta e análise de dados, implementação de soluções e estabelecimento de meios de controle que sustentem ganhos. Em microempresas, a etapa “*Measure*” deve ser dimensionada para coletar apenas indicadores críticos (KPI enxutos) e a etapa “*Improve*” privilegiar soluções de baixo custo operacional que reduzam variabilidade. Estudos de caso em microempresas demonstram que o DMAIC é aplicável mesmo em cenários com tecnologia limitada quando se privilegiam medições simples e controles práticos (Ferreira *et al.*, 2022).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Segundo Reis *et al.* (2024), ferramentas convencionais de qualidade são relevantes em microempresas. Entretanto, a Thiollent (2018) enfatiza a necessidade de abordagem participativa (pesquisa-ação) para superar resistências culturais e garantir que o empreendedor, frequentemente o único tomador de decisão, se torne co-autor das mudanças. A pesquisa-ação consolida ganhos porque integra o conhecimento prático do empreendedor com métodos formais de melhoria, permitindo implementação gradual e validação contínua.

Com essas bases sólidas, é possível definir que a combinação de formulários digitais, quadros Kanban em plataformas gratuitas e limitadas, planilhas estruturadas e repositórios em nuvem pode replicar muitos controles administrativos que, em empresas maiores, exigiriam sistemas ERP caros. Esses recursos viabilizam um MVP (*minimum viable product*) para teste de hipóteses e coleta de dados que alimentam ciclos subsequentes de melhoria.

2.2 PDCA

Existem ferramentas da Engenharia de Produção que permitem às microempresas evoluírem de forma excepcional, podendo se igualar às suas maiores concorrentes. Estes são métodos, muitas vezes, pouco custosos, ágeis e altamente compensatórios (Werkema, 2024).

Werkema (2024) descreve o PDCA como uma metodologia robusta e cíclica, utilizada tanto para o controle quanto para a melhoria contínua de processos. Segundo a autora, o ciclo PDCA estrutura-se em quatro etapas principais: *Plan* (planejar), *Do* (executar), *Check* (verificar) e *Act* (agir).

O grande diferencial apresentado por Werkema (2024) está na ênfase sobre como as ferramentas analíticas, com ênfase nas da qualidade (Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Dispersão e Cartas de Controle), são aplicadas dentro de cada etapa do ciclo. A pesquisa demonstra que o sucesso do PDCA não está apenas na execução sequencial das etapas, mas na capacidade de utilizar dados e informações para fundamentar as decisões em cada fase.

2.3 Ferramentas da qualidade

Werkema (2013) reforça que o PDCA serve tanto para manutenção de processos (quando já estão sob controle) quanto para melhoria de processos (quando se busca um novo patamar de desempenho). Paladini (2012) afirma que as ferramentas da qualidade são instrumentos técnicos e dispositivos de gestão do conhecimento, essenciais para transformar dados dispersos em informação estruturada e, conseqüentemente, em ações gerenciais.

Paladini (2012) categoriza as ferramentas da qualidade em três grupos principais:

- Ferramentas de análise de causas e efeitos — como o Diagrama de Ishikawa.
- Ferramentas de representação do funcionamento dos processos — como fluxogramas e folhas de verificação.
- Ferramentas de organização e priorização de ações — como o Diagrama de Pareto e o Diagrama de Afinidade.

Paladini (2012) defende que essas ferramentas cumprem uma função pedagógica nas organizações, pois estimulam o pensamento crítico e coletivo, favorecendo a tomada de decisões baseada em fatos e dados e não em achismos ou experiências isoladas.

Para pequenas empresas, como é o caso estudado, Paladini (2012) ressalta que essas ferramentas possuem baixo custo de implementação, são de fácil aplicação e tem grande potencial de gerar melhorias rápidas e perceptíveis, algo vital para negócios que não dispõem de grandes recursos para consultorias sofisticadas ou investimentos em tecnologias de alto custo.

2.4 Pequena empresa

A aplicação de metodologias como o PDCA em microempresas exige uma abordagem prática, adaptada à realidade de recursos limitados, tempo escasso e, muitas vezes, ausência de conhecimento técnico aprofundado por parte do empreendedor. No



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

entanto, como aponta Werkema (2013), o diferencial competitivo das pequenas organizações pode surgir justamente da adoção disciplinada de métodos simples, com foco em melhoria contínua e controle de processos (Werkema, et al. 2024).

Para microempresas como a Pedertrônica, com apenas um funcionário e gestão centralizada, o grande desafio está em implementar mudanças que tragam benefícios tangíveis, sem causar ruptura com a forma atual de trabalho. Nesses contextos, o PDCA se destaca por permitir a implementação gradual. A etapa de planejamento (*Plan*), por exemplo, pode ser iniciada com a simples identificação de um problema recorrente, como o tempo excessivo para emissão de notas fiscais. O plano de ação, nesse caso, pode consistir em organizar melhor as informações, eliminar redundâncias e padronizar rotinas (Werkema, et al. 2024).

O aspecto mais valioso do ciclo PDCA para pequenas empresas não é sua formalidade, mas sua flexibilidade: a cada giro do ciclo, mesmo que rudimentar, aprende-se algo novo, que pode ser incorporado à rotina. Na prática, a execução (*Do*) e a checagem (*Check*) podem acontecer simultaneamente, especialmente em negócios onde a mesma pessoa executa e supervisiona. Já a etapa de ação (*Act*), adaptada às microempresas, pode exigir mais criatividade e pensamento “fora da caixa” do que investimento em si. Por exemplo: digitalizar um processo com o uso de planilhas, aplicativos gratuitos ou sistemas baseados na nuvem pode representar um salto de produtividade sem custos relevantes (Werkema, et al. 2024).

Um ponto sensível para muitos microempreendedores é a confiança nos métodos tradicionais, como anotações em papel. A resistência à mudança, embora compreensível, pode ser amenizada com a participação ativa do empreendedor no processo de transformação, como propõe a pesquisa-ação, de forma que as melhorias sejam construídas com base na experiência prática, e não impostas externamente.

3. METODOLOGIA

Thiollent (2011) enfatiza que, durante o desenvolvimento da pesquisa, ambos pesquisadores e participantes desenvolvem aprendizado intrínseco ao atingimento do objetivo. Diferentemente de outras metodologias, a pesquisa-ação transforma a teoria em



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

algo quase palpável, somada à prática e experiências particulares, tanto do pesquisador, quanto do participante.

O método da pesquisa-ação criado por Thiollent (2011), apesar de não possuir tópicos e tarefas obrigatórios, é rico em detalhes e possibilidades de aplicação, com fases como: hipótese, seminário, coleta de dados, aprendizagem, plano de ação, e divulgação externa. Algumas áreas de aplicação dessas fases são citadas, tais como: Educação, Serviço Social, Comunicação, Organização e Sistemas, Práticas políticas, entre outras. Em suma, uma alternativa ideal à pesquisa de amostragem, mas que também se estenda ao planejamento, execução e controle de mudanças definitivas numa organização, é a pesquisa-ação. Esse método traz a prática e, contradizendo o senso comum corporativista, foca em resultados e na melhoria para os colaboradores.

Como validado no artigo de Thiollent (2011), existe um método capaz de unir a teoria com a pesquisa empírica para se implementar com propriedade o Lean Six Sigma. Este método não só funciona para o pesquisador, como também “os participantes não são reduzidos a cobaias e desempenham um papel ativo” (Thiollent, 2011, p 28). Isso significa que o empreendedor é um testador de toda e qualquer melhoria proposta, participando ativamente do projeto.

No modelo de pesquisa-ação adotado, o empreendedor assume papel central em todas as etapas do processo, desde a idealização até a validação das intervenções. Suas experiências e demandas servem como guia permanente para o desenho e ajuste das melhorias. Assim, e conforme o roteiro proposto por Thiollent (2011), a ação do pesquisador deve facilitar a incorporação de tecnologias que potencializem o desenvolvimento profissional do cliente, sem, contudo, desprezar ou substituir de modo abrupto procedimentos já considerados essenciais para a sustentabilidade do negócio.

Para aplicar o Lean Six Sigma na Pedertrônica, foram seguidas as etapas do PDCA:

- **Definir / Plan.** Identificar problema crítico (tempo de emissão de NF-e; retrabalho por NCM [Nomenclatura Comum do Mercosul] incorreto), stakeholders (empreendedor, clientes-condomínios) e metas quantificáveis (ex.: reduzir tempo médio de emissão em X%; eliminar impressão desnecessária).

Adaptando as estratégias de Reis *et al.* (2024) ao caso Pedertrônica, essa etapa foi operacionalizada por entrevista inicial e mapeamento macro do processo.

- **Medir / Do.** As medições devem ser suficientes para identificar a frequência de falhas e lead times, enquanto as notas fiscais são feitas. Pedertrônica adotou planilha de registro de NCM e formulário que gera *cards* em um quadro Kanban (plataforma gratuita), o que permitiu capturar dados operacionais e status de emissão.
- **Analisar / Check.** Utilizar Ishikawa para levantar causas-raiz. Utilizar os cinco porquês e ferramentas similares para levantar ideias que ataquem os problemas de forma separada.
- **Melhorar / Act.** Priorizar ações de baixo custo e alto impacto: padronização de scripts para montagem da NF, planilha de NCM pesquisável, formulário digital integrado a Kanban, sincronização do Google Drive com pastas locais, digitalização de modelos de documentos e padronização visual. Na Pedertrônica, cada melhoria será testada como um MVP e ajustada via ciclos curtos de feedback.
- **Controlar.** Desenvolver rotinas de verificação (checklists digitais), backups automáticos e modelos padronizados.

Ao longo de todos os passos, ao aplicar a pesquisa-ação, houve o envolvimento ativo do pesquisador e do empreendedor nas escolhas e validações para reduzir resistência e garantir adoção sustentável das novas práticas.

Assim, os processos da empresa Pedertrônica foram analisados durante a realização desta pesquisa. As ações de melhoria foram implementadas ao mesmo tempo em que se verificaram os resultados. Posteriormente, cinco melhorias foram sugeridas e implementadas. A análise dos processos ocorreu em Janeiro de 2024 e a implementação das ações entre fevereiro e julho de 2025.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caso da pesquisa-ação

A microempresa Pedertrônica foi fundada pelo empreendedor Anderson F. de Peder em 2011. Ela atua no ramo de Segurança Eletrônica, incluindo: instalação de portões eletrônicos, travas, alarmes, cercas elétricas, porteiros eletrônicos, fechaduras, sistemas de interfonia, entre outros equipamentos essenciais para a segurança domiciliar. Em geral, noventa por cento dos clientes da Pedertrônica pertencem a condomínios residenciais, que amplamente investem em segurança mútua para todos os moradores.

O processo de serviço da Pedertrônica é relativamente simples: ao ter seu serviço solicitado, Anderson realiza uma ordem de serviço. Então providencia os materiais necessários com distribuidores parceiros, realiza a manutenção ou instalação, e então cobra o cliente de duas formas.

As notas fiscais da empresa são emitidas por meio de dois softwares fornecidos pela Receita Federal: 1) o Site Oficial da Receita, para emissão de notas fiscais de fornecimento de materiais úteis para o serviço (portões, cabos, eletrodutos, entre outros; 2) o Portal NF-e Contribuinte, para emissão de notas fiscais de mão de obra, serviços estes que precisam de um documento de responsabilidade técnica.

O processo de emissão (Figura 1) se inicia na agenda: Anderson anota todos os equipamentos e materiais necessários da Ordem de Serviço e monta o “*script*” da Nota Fiscal numa folha de papel: Nome do condomínio, Mão de Obra, Materiais e o valor total do serviço. Essas informações são analisadas pelo emissor, que busca as informações do condomínio e inicia a emissão da nota. Em seguida, o emissor consulta, por meio de outra folha de papel, todos os códigos de NCM, escritos à mão, para categorizar cada produto fornecido, e incluir na nota fiscal de materiais. Por fim, as duas notas fiscais são fechadas, e impressas, para serem levadas pessoalmente à administração do condomínio.

Figura 1: Anderson exercendo o papel de emissor da nota fiscal em sua casa.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Ao avaliar o processo de emissão de NF-e da Pedertrônica, verificou-se que o uso de papel é um desperdício, e que pode ser totalmente substituído por um sistema digital de registro das notas fiscais, para serem emitidas no software da receita, e controladas pelo sistema secundário.

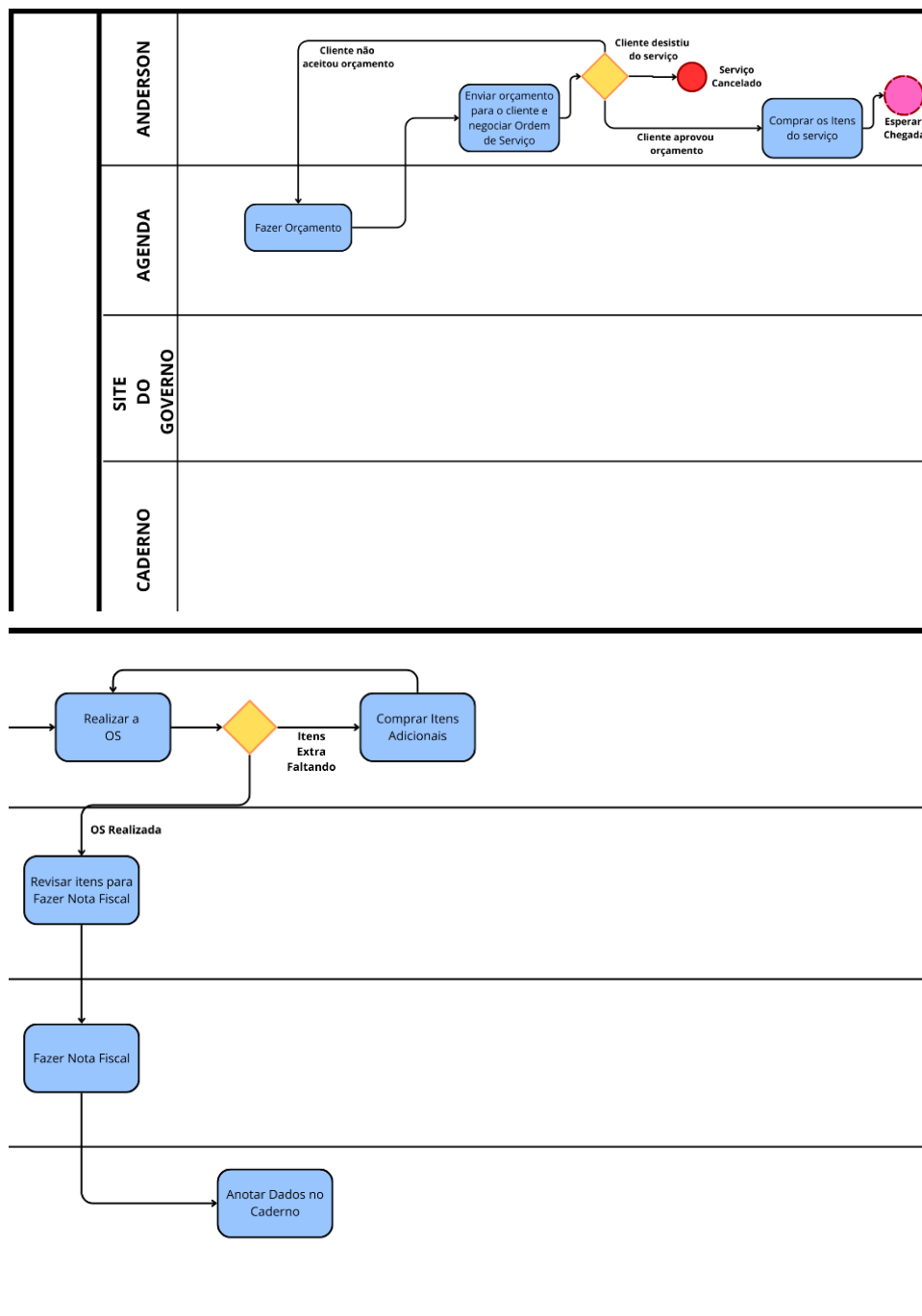
Por meio de entrevista, Anderson, como um microempreendedor individual, se mostrou resistente à digitalização do processo, devido a um problema: controle. Ao anotar cada detalhe no papel, sem dividir a tarefa com terceiros, ele garantia que tudo estava sob seu gerenciamento, guardado em local seguro, e, conseqüentemente, a quantidade de erros era diminuída ao máximo.

Como avaliado na bibliografia de Thiollent (2018), a pesquisa-ação busca amenizar o conflito de interesses e, contrariamente, trazer melhorias a todas as partes contribuintes do serviço. Seguindo essa fórmula, o objetivo deste trabalho é trazer uma melhoria que atende ao cliente.

4.2 Mapeamento do processo

Como forma de coleta de dados, fez-se necessário um Mapeamento Geral no Bizagi, (Figura 2) para o processo da MicroEmpresa. Ao realizar a coleta de dados por meio de entrevista, todo o processo macro foi desenhado.

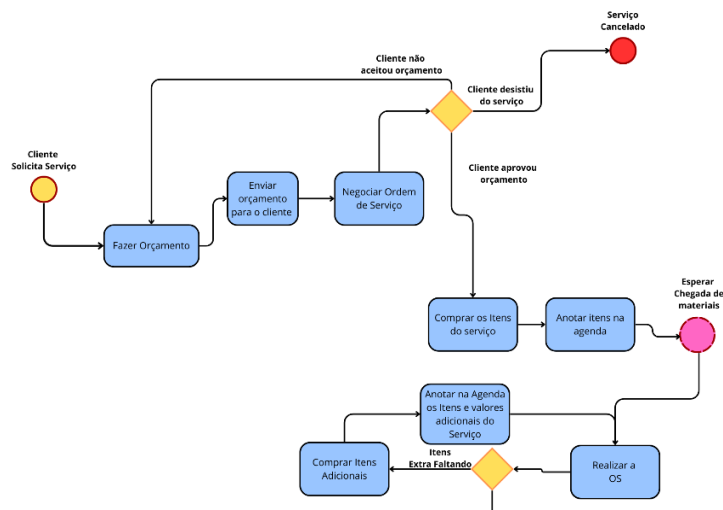
Figura 2 : Mapeamento Inicial

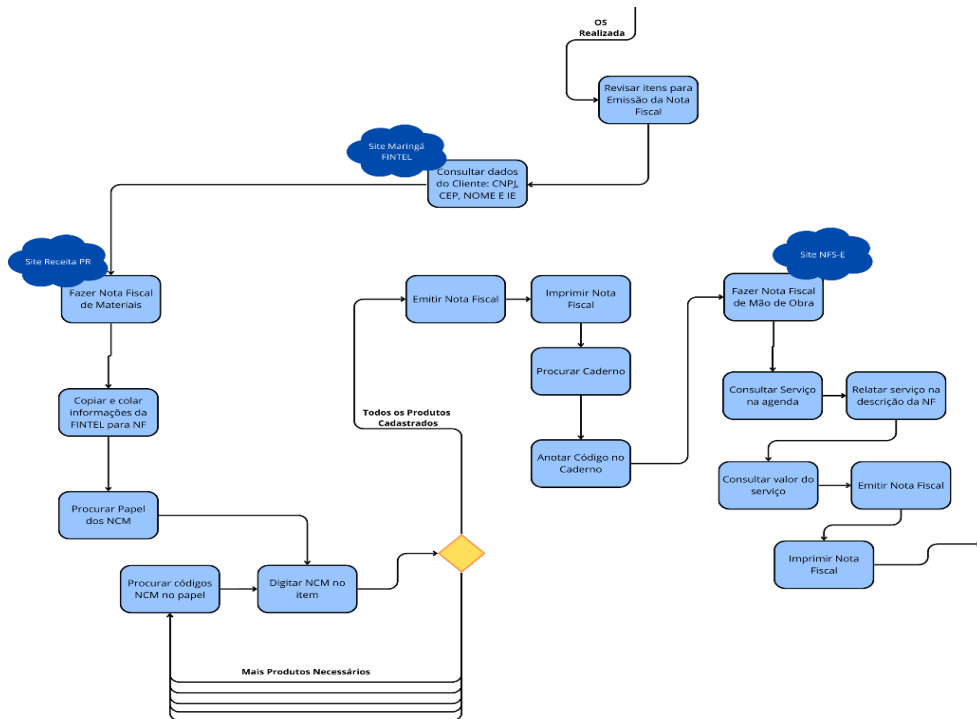


Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Ao realizar um aprofundamento na entrevista, para construção do mapeamento real (Figura 3), diversas ferramentas foram citadas na conversa, tais como: agenda, celular, caderno de anotações, papéis, notas fiscais, entre outras. Dentro do escopo dessas ferramentas, muitas apresentavam informações redundantes, já presentes em outras fontes. Observou-se o desperdício de Processamento Excessivo (Ferreira *et al.*, 2022).

Figura 3: Mapeamento Real



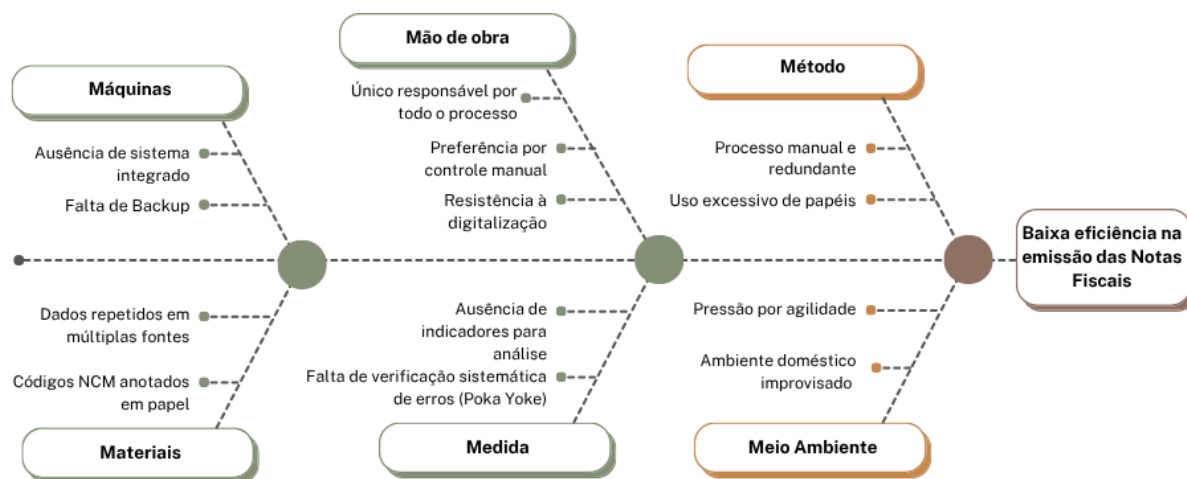


Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4.3 Análise das causas raiz

Com o mapeamento em mãos, o passo final antes da implementação das melhorias consistiu em elaborar um diagrama de Ishikawa (Figura 4), trazendo de forma resumida todas as causas raiz para os problemas de emissão de notas fiscais.

Figura 4: Diagrama de Ishikawa do processo de emissão de notas fiscais

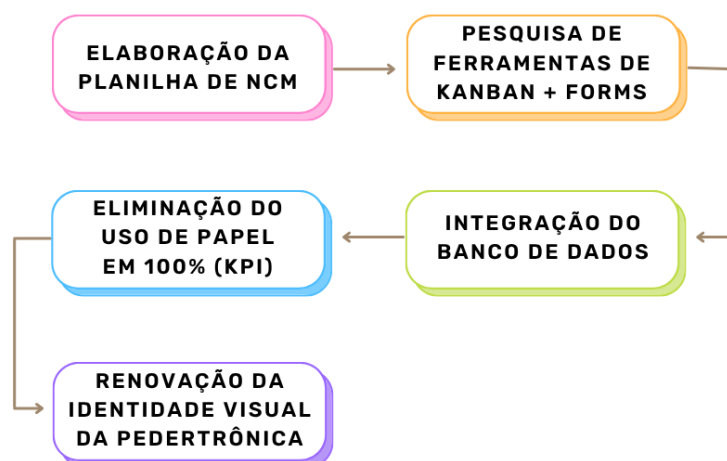


Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4.4 Plano de ação (*Plan*)

A fim de atender às demandas equilibrando a urgência e importância da tarefa com sua rapidez de aplicação, foi proposto um plano de ação simples em fluxograma (Figura 5), com melhorias rápidas e eficientes, depois melhorias mais custosas em questão de tempo.

Figura 5: Fluxograma do Plano de Ação



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Inicialmente, foi corrigido o uso da consulta manual dos NCM através de uma planilha de Excel. Em seguida, foi realizada uma pesquisa por ferramentas de controle e manutenção de tarefas, e que usem da metodologia Kanban, com um adendo: deve ser facilitado ao máximo para Anderson escrever os detalhes que irão compor a NF.

Adiante, o projeto criará um banco de dados na Nuvem, de forma gratuita utilizando a plataforma Google Drive, e integrará às pastas do computador, removendo, assim, a tarefa de trazer as pastas do computador ao drive.

Por fim, eliminaremos o uso de papel completamente, através de padronizar o envio das notas fiscais por whatsapp, e renovaremos a identidade visual da empresa, a fim de compor e trazer também ao produto final do cliente as melhorias propostas.

4.5 Implementações de melhorias (Do)

Seguindo a proposta de melhoria fase a fase, essa etapa consiste em detalhar quando e como as melhorias foram aplicadas, assim como apresentar o antes e depois de cada fase.

4.5.1 Planilha de Registro de NCM



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Como primeira ação, foi criada uma planilha digital de códigos NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul) com base nas anotações manuais feitas pelo empreendedor ao longo dos anos. Essa planilha foi estruturada no Microsoft Excel, com colunas como: Produto, Descrição Técnica, Código NCM e Preço médio de compra.

Além de centralizar as informações, a planilha permite busca rápida por palavras-chave, através do atalho “CTRL+F”, eliminando a necessidade de consultar folhas soltas. Também foi ativada a função de filtro automático, para facilitar a localização de códigos específicos.

Figura 6: Registro de NCM (antes)

FONTE UNICOR, ABCAR	DIJUNTOR B5312000
CAPO DE AGU 1/8 73121090	CAPO HDMI B5144200
CAPIR 1/8 73269090	IMPA B5051490
CREMADORA 43021010	MONITOR B5287200
REMODES B5366910	ESPelho 76094200
INDUZIDO B5114000	ALTO FALANTE B5182200
ROLAMENTOS B51821010	CANALIZTA 39462000
ECLARIMET B7208190	VIDEO FOTECIA B5131810
VENTILADOR B5145190	MONITOR B5287200
BALANÇO 73261000	NO BREAK B5044040
MOLA HID B5026000	BACK INTERNET B5199011
TRANSFORMADOR B5043111	FIARO DE 4400 B5364000
SPRAY 32089010	PORTA ABERTA B5311090
XPE 1013 B5171010 B5433099	KIT MOTOR B4231100
OU PENTA B4748197	SENSOR ALUMINADO B5366400
SENSOR JFL B5433099	CAPO HDMI B5442000
TAMPA B551 39259010	FUGIWEZ B5361000
PORTA ACONDICIONADA B4749090	MICROCHIPS B5365090
DVR B5214000	MEMÓRIAS B5433010
ÁGUA TOMBAS B5170099	PCALICO 39069021
TOMBAS TEL B5366910	CAPSULAS B5182100
ORBO BT B5444400	CENTRAL NARME B5311000
PARAFUSO 74153300	TOMADA/PIRO B5366940
SENSOR PRIMO B54337099	MOTOR CAC PPA B4748199
ENCODER B54337099	BRIDE CFV 73/4 2000
ASTE CERA 76042020	RECEPTORES B5176277
ISOLADOR B5469000	SENSOR MAGNETICO B5433099
MONITORES B5264921	ALTO FALANTES B5184010
NO BREAK B5044040	PARAFUSOS 74153300
CAPO HDMI B5395000	MIP B5371020
	SWITCH B5176234
	CINTA PASTIA 39069090
	KIT HASTE 73441000

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 7: Registro de NCM (depois)

Produto	NCM	\$ +-.
ABRACADEIRA	3926.90.90	R\$ 2,00
ACRILICO	39069021	
ADAPTADOR 3/4	3917.40.90	R\$ 2,30
ALARME	8531.10.90	R\$ 3,00
ALAVANCA INTERRUPTOR	8536.50.90	
ALTO FALANTE	85182200	
ALTO FALANTES	85189010	
ANTENA INTERNA DIGITAL	85291090	
ARAME	73130000	
AREIA	2523.29.10	
ARRUELA	73182100	
BALUM	85299090	
BALUN	85176251	
BARRA TUBO	73089010	R\$ 15,00
BASTAO COLA QUENTE	3506.10.90	
BATERIA	85072010	R\$ 180,00
BIG HASTE	73144100	
BISNAGA		
MASSA CORRIDA		
BISNAGA VEDACAO	8422.30.23	
BLOCO M-10	8517.79.00	
BNC	85369090	
BOBINA	85437092	
BORNE	85299090	
BOTAO PAINEL COM TRAVA	8538.90.90	
BOTOEIRA	85365090	
BOTOEIRA TOUCH	85371090	
BOTON	85235210	
BOX CURVO	7609.00.00	R\$ 6,00
BRAÇO MOTOR	73251000	
BUCHA PARAFUSO	3926.90.90	
BV PENTA	84798999	

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4.5.2 Sistema de Kanban no registro de trabalho

A segunda etapa consistiu na substituição dos cadernos de anotações e agendas manuais por um sistema digital Kanban. Após avaliação de diversas plataformas gratuitas, optou-se pelo Monday, por ser intuitivo, gratuito e permitir integração com Formulários Google (Google Forms).

Dentre as permissões da plataforma, de forma totalmente gratuita, estão:

- Criação e edição de cards (pedidos de NF) de forma livre;
- 2 Quadros principais;
- Capacidade de 200 cards;
- 100 respostas de formulário por mês.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Fluxo

Um formulário online é preenchido com dados (apenas os essenciais) da Ordem de Serviço (cliente, materiais, mão de obra, valor total).

Figura 8: Novo formulário de requisição de NF

NOTAS FISCAIS

Nome Cliente / Serviço *

0/255

Status *

MÃO DE OBRA

0/2000

MATERIAIS

0/2000

INFO ADICIONAL
CNPJ, observações, etc.

0/2000

VALOR TOTAL DA NOTA *

FAZER PEDIDO

Fonte: Dados da pesquisa (2025).



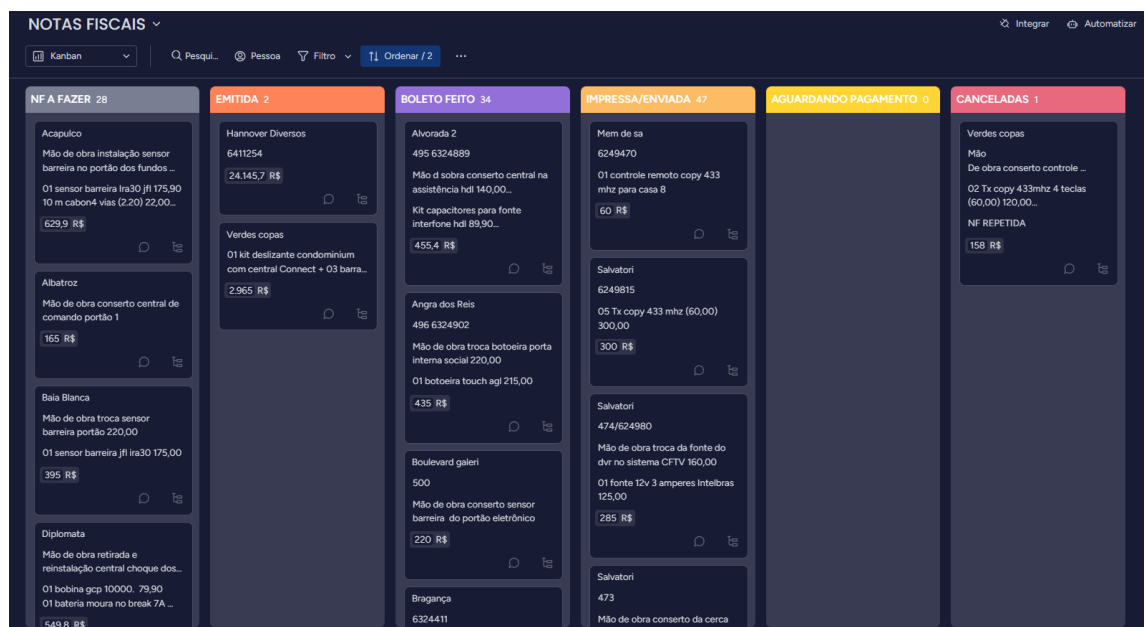
Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Esse formulário automaticamente gera um cartão no Monday, dentro de um quadro com fases: NF a fazer, Emitida, Boleto feito (quando a cobrança já é gerada), Impressa ou enviada, Aguardando pagamento (concluída) e canceladas (no caso de serviços não prestados ou solicitações duplicadas).

A equipe (mesmo que seja uma pessoa só) consegue acompanhar o status de cada nota fiscal, com lembretes, datas e comentários.

Figura 9: Painel geral do Kanban Pedertrônica



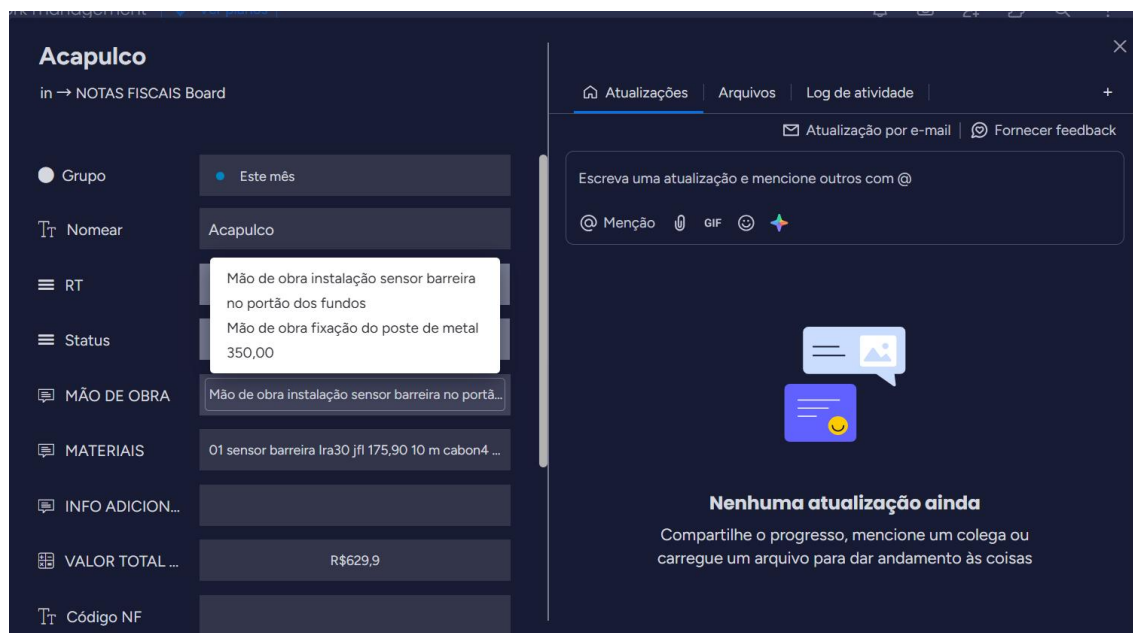
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 10: Interface de um pedido de NF (card) gerado por Anderson



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4.5.3 Eliminação do uso de papéis nos processos administrativos

A partir das duas ações anteriores, foi possível eliminar o uso de papéis em quase todas as etapas. O controle manual com folhas foi substituído por:

- A planilha de NCM (digital e atualizável),
- O sistema Kanban com formulário,
- E o uso do Google Drive como repositório de arquivos.

Também foram digitalizados modelos antigos de orçamentos e recibos, agora editáveis diretamente no computador. Impressões físicas foram mantidas apenas em casos estritamente exigidos pelo cliente.

4.5.4 Drive de dados da empresa

O passo seguinte consistiu em organizar todas as informações em um banco de dados digital (Figura 11), estruturado em pastas no computador. Para isso:

Foi criado um sistema de pastas padrão com subpastas para cada administrador dos condomínios aos quais pertence cada NF.

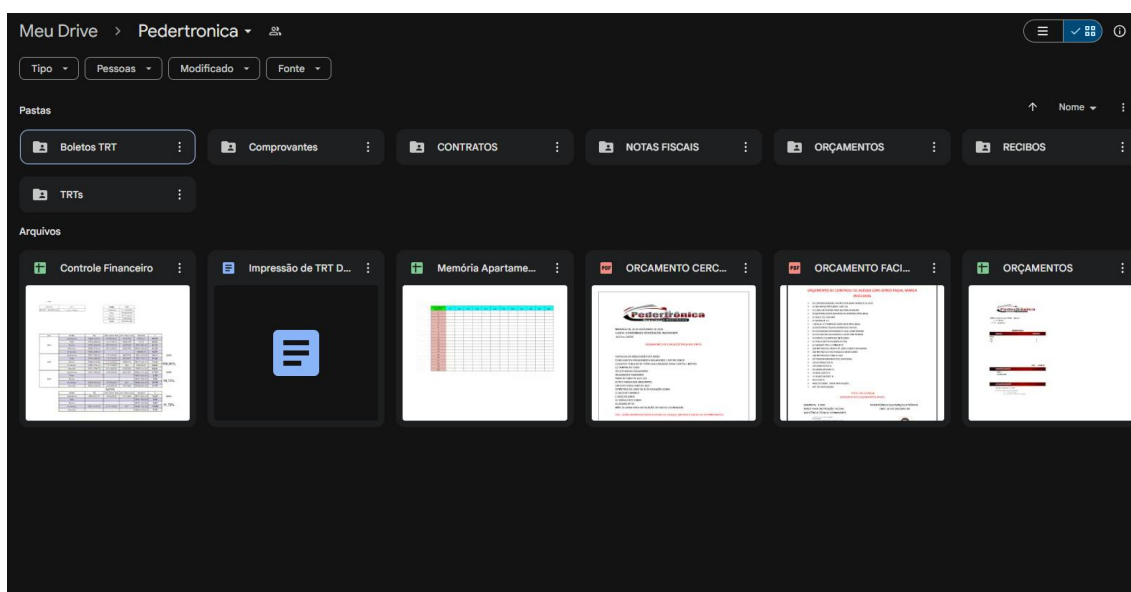


Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Dentro de cada pasta, são salvos: orçamentos, notas fiscais, recibos, boletos e histórico de serviços.

Figura 11: Criação de um banco de dados para a Pedertrônica



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4.5.5 Renovação da identidade visual

Como forma de consolidar as mudanças e transmitir uma imagem mais profissional, foi iniciada a renovação da identidade visual da Pedertrônica (Figura 13).

A ação incluiu uma atualização do modelo de recibos e orçamentos com design padronizado, e a padronização das cores e fontes usadas nas apresentações da empresa. A nova identidade visual foi aplicada nos documentos gerados pelo processo digital e está em fase de expansão para redes sociais e comunicações com clientes.

Figura 12: Modelo de orçamento (antes)



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025


MARINGÁ-PR, 18 DE NOVEMBRO DE 2024
CLIENTE: CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MACKENZIE
A/C Sra. CLIDE

ORÇAMENTO DE CERCA ELÉTRICA BIG HASTE

10 PLACAS DE SINALIZAÇÃO CCE 20X30
15 BIG HASTES PASSADORAS E ISOLADORES 1 METRO 28X28
12 HASTES TUBULAR DE FERRO GALVANIZADO PARA CANTOS 1 METRO
12 TAMPAS DE TUBO
90 CASTANHAS ISOLADORAS
90 GANCHOS FIXADORES
90M DE CABO DE AÇO 1/8
01 PCT PARAFUSOS BROCANTES
100 CLIPS PARA CABO DE AÇO
20 METROS DE CABO DE ALTA ISOLAÇÃO COBRE
1/2 SACO DE CIMENTO
1 SACO DE AREIA
01 SERRA COPO 53MM
01 ARAME Nº 14
MÃO DE OBRA PARA INSTALAÇÃO DE HASTES CHUMBADAS

ORÇ: SERÃO REAPROVEITADOS CENTRAL DE CHOQUE, BATERIA E SIRENE DO SISTEMA ANTIGO

TOTAL: R\$ 4.550,00
(QUATRO MIL QUINHENTOS E CINQUENTA REAIS)

GARANTIA: 1 ANO
PRAZO PARA INSTALAÇÃO: 05 DIAS
ASSISTÊNCIA TÉCNICA: PERMANENTE
PRAZO DE PAGAMENTO: À COMBINAR

Empresa inscrita no CNPJ nº 18.247.541/0001-84
Endereço: Rua Joaquim Agostinho, 928 - Maringá - PR - CEP: 81130-000
Fone: (41) 3333-1111
E-mail: atendimento@pedertronica.com.br
Site: www.pedertronica.com.br

Nota: Este orçamento é válido por 7 dias. O cliente deve assinar e carimbar este documento para validade. O valor total é de R\$ 4.550,00 (quatro mil e quinhentos e cinquenta reais). O prazo de validade é de 7 dias.

VALIDADE DO ORÇAMENTO: 7 DIAS

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 13: Modelo de orçamento (depois)


NOME CLIENTE
DATA: 08/09/2025
CPF/CNPJ: N.L.

ORÇAMENTO PARA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE 01 PONTO ADICIONAL NO SISTEMA DE INTERFONES

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	SUBTOTAL
TELEFONE INTELBRAS MODELO TC-20	1	R\$75,00
CABO ESTANHADO 50X1 PAR	35M	R\$55,00
CANALETAS 20X10	2	R\$29,00
DERIVAÇÕES PARA CANALETA	4	R\$11,00
MÃO DE OBRA - INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO	1	R\$400,00
TOTAL		R\$ 550,00

INFORMAÇÕES ADICIONAIS
GARANTIA: 1 ANO
ASSISTÊNCIA TÉCNICA: PERMANENTE

INFORMAÇÕES DO EMITENTE
RAZÃO SOCIAL: ANDERSON FERNANDO DE PEDER
REGISTRO NACIONAL: CFT-BR nº 171029991-0
CNPJ: 18.247.541/0001-84
RUA JOAQUIM AGOSTINHO, 928

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

5. Validação das melhorias (Check)



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Tal como o método para a primeira coleta de dados, o feedback sobre as melhorias foi coletado por meio de entrevista. Dessa vez, foi elaborado um pequeno roteiro para colher informações estratégicas para a próxima e última fase:

Quais os pontos positivos de maior destaque?

“Automação do processo”, disse Anderson. De todas as melhorias colocadas, a mais notada por ele foi a facilidade do preenchimento da requisição de NF através do formulário, enquanto o próprio sistema envia e armazena os dados, sem repetições. Esse processo trouxe a emissão das notas fiscais a um patamar mais próximo à automação do processo.

Quais as melhorias de mais difícil adaptação?

“Encontrar notas no drive”. Anderson é acostumado a dirigir sua empresa noventa por cento pelo seu celular. Somente usa seu computador para emitir as NFs, então acostumar-se a buscar NFs pelo telefone se provou uma adaptação difícil ao cenário do microempreendedor.

O que ainda pode melhorar no processo?

“Criar ordens de serviço com o mesmo nível de automação”. Apesar de não afetar quantitativamente nenhuma área de interesse, Anderson apontou que suas ordens de serviço geralmente nem chegam a se tornarem documentos, mas param apenas na comunicação verbal. Futuramente, seria interessante criar um modelo de ordem de serviço, de forma a se tornar mais atrativo ao cliente, e competitivo para o mercado.

Quais foram os erros/falhas mais críticos notados no período de adaptação às melhorias?

“Mesmo com o nível de automação, ainda depende de fatores humanos que podem causar erros”. Por exemplo, em alguns casos, o backup de arquivos para o Google Drive não foi feito por falha humana, causando a desatualização e atraso no envio das notas fiscais. Além disso, em um momento específico, o sistema automaticamente gerou um *card* do formulário na aba “cancelados” do Kanban, fazendo com que a nota não fosse faturada a tempo no mesmo mês. Segundo Anderson, estes são erros que podem acontecer, no máximo, uma vez, e devem ser evitados ao máximo quando se já tem ciência dos problemas.

6. Implementação dos feedbacks (*Act*)

Levando em consideração as contribuições de Anderson, e mais o fator “custo-benefício” das implementações, foram reunidas diversas melhorias adicionais que, apesar de simples e rápidas, trouxeram mais ganho ao projeto.

6.1 Melhoria na consulta de clientes

A consulta de clientes, anteriormente, exigia um login e senha na plataforma Maringá Fintel, em que o empresário deve dar vários cliques até chegar à seguinte aba de pesquisa.

Figura 14: Modelo anterior de consulta de cliente



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Este modelo, além de ser demorado para apresentar informações, se enquadra no alto risco que o Lean alerta. Segundo Ferreira (2022), quando se tem diversas informações num local onde apenas se buscam dados específicos, o ambiente é vulnerável a mais riscos de erros no processo. Devido a diversos fatores, um campo correto pode ser esquecido, ou um campo errado pode ser levado em consideração para preencher a NF.

Com o problema em mente, a resolução foi simples: incrementar, na mesma planilha de consulta NCM, uma base de dados contendo todas (e apenas) as informações

necessárias para realizar a emissão das NFs. A base de dados contém apenas as colunas: “Nome Cliente, Razão Social, CNPJ, CEP, Número, Enviar Para, Cópia do Email e Observações”.

Com uma base de dados vertical pronta, o passo seguinte foi criar uma validação de dados numa célula qualquer. Então, utilizando fórmulas básicas de PROCV, o próprio Google Sheets busca os dados nas respectivas linhas, trazendo, de forma sucinta, os dados desejados.

Figura 15: Consulta aprimorada de dados dos clientes para emissão de NF



CÓPIA	Enviar para	OBS		
	HENRIQUE			
HA	.13000190	CONDOMINIO DO CONJUNTO RESIDENCIAL	876	20
CFT-BR nº				

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

6.2 Melhoria no banco de dados da empresa

Dentre os melhores aprimoramentos, está o Google Drive, que permitiu fazer consultas de qualquer aparelho conectado à internet. Porém, esse serviço gerou novas etapas no processo, e algumas (futuramente) se mostraram como atividades que não agregam valor (NVA).

Este foi o caso da atividade de subir arquivos das pastas do computador para o drive. Além de ser uma atividade repetitiva e que não agrega valor ao cliente ou ao Anderson, esta também é suscetível a diversos erros. Por exemplo, mais de uma vez, uma ou outra nota fiscal não foi armazenada no Drive, e ficou perdida nas pastas do computador.

Para contornar essa situação, o aplicativo Google Drive foi sincronizado com essas pastas, garantindo backup automático na nuvem, como visto na Figura . Essa



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

integração proporcionou agilidade na busca de documentos e segurança dos dados, evitando perdas por falha física ou organização manual.

Figura 16: Integração do banco de dados com as pastas do computador

NOTAS FISCAIS	CONTRATOS	21/01/2025 19:34	Pasta de arquivos
Pedertronica	NOTAS FISCAIS	05/06/2025 14:18	Pasta de arquivos
RECIBOS	ORÇAMENTOS	06/02/2024 12:08	Pasta de arquivos
Downloads	RECIBOS	26/06/2025 15:00	Pasta de arquivos
Google Drive (G)	TRTs	27/05/2025 07:20	Pasta de arquivos
Documentos	Controle Financeiro	01/07/2025 19:29	Google Sheets
06-2025	Impressão de TRT Definitiva	04/11/2024 12:23	Google Docs
	Memória Apartamentos	11/01/2024 19:04	Google Sheets

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

6.3 Melhoria na geração de orçamentos

Além disso, foi introduzido um conceito de geração automática de orçamento. Na figura 17, foi desenvolvido um Macro no Google Sheets, através de uma extensão, que consegue gerar um PDF e armazenar numa pasta, de forma automática, ao apertar o botão na logo da empresa.

Figura 17: Projeto de uma geração automática de orçamentos



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025



APMF IRMÃ FIRMADA PODE - BÁSICO

DATA: 01/08/2024

CPF/CNPJ: 11.265.398.0001/15

ORÇAMENTO PARA X

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
RACK BU	1
ITEM 2	1M
ITEM 3	1M

TOTAL R\$300.00

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

GARANTIA:

ASSISTÊNCIA TÉCNICA:

INFORMAÇÕES DO EMITENTE

ANDERSON FERNANDO DE PEDER

REGISTRO NACIONAL: CFT-BR n° 171029891-0

CNPJ: 18.247.541/0001-84

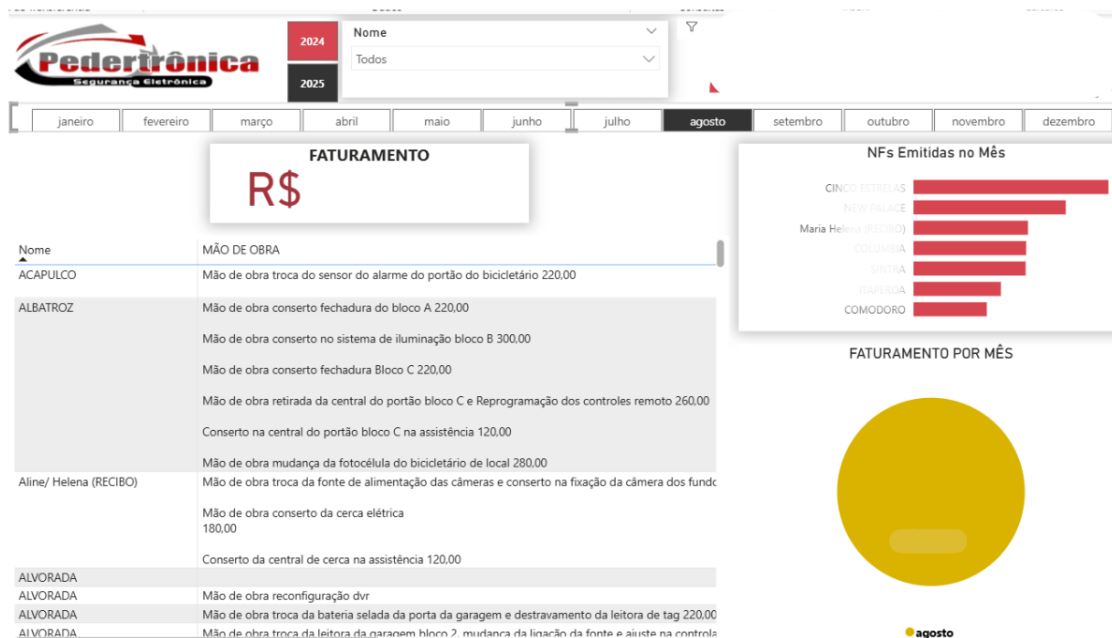
TÍTULO: 0131250400 - TÉCNICO EM ELETRÔNICA

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

6.4 Power BI de faturamento da empresa

Após as melhorias técnicas e visuais, foi sugerido um painel de faturamento, para que Anderson pudesse não somente consultar seu faturamento, mas também analisar serviços específicos, em meses específicos, sem a necessidade de entrar no banco de dados e procurar notas fiscais. Na figura 18, é exibido o painel criado para acompanhamento dos faturamentos, serviços e emissões de notas fiscais, diretamente retirados de uma planilha exportada do kanban.

Figura 18: Painel de faturamento da empresa



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que a aplicação do Lean Six Sigma, em conjunto com o ciclo PDCA e os princípios da pesquisa-ação, pode ser adaptada de forma eficiente à realidade de microempresas brasileiras, mesmo diante de recursos limitados. No caso da Pedertrônica, as melhorias implementadas — como a digitalização de processos, a padronização de informações e a adoção de ferramentas gratuitas de controle — resultaram em maior agilidade na emissão de notas fiscais, redução de desperdícios e aumento da confiabilidade das operações, diminuindo os riscos num processo tão importante como é o de faturamento.

A participação ativa do empreendedor foi decisiva para o sucesso das mudanças, uma vez que seu conhecimento prático e sua experiência serviram de guia para adequar as soluções propostas sem romper com a cultura já existente na empresa. A pesquisa-ação de Thiollent (2018), somadas às práticas de Lean Six Sigma de Reis (2024) e Ferreira (2022), mostrou-se essencial para mitigar resistências e consolidar práticas de melhoria contínua.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Os resultados evidenciam que a modernização de processos não exige, necessariamente, grandes investimentos em sistemas complexos, mas sim a adoção estratégica de ferramentas simples, acessíveis e adaptadas à realidade da empresa.

Mais do que isso, o Lean Six Sigma é uma ferramenta constantemente negada ao microempreendedor, que trabalha diariamente para o sustento de seu negócio, e, diversas vezes, não possui tempo, acesso ou oportunidade de conhecimento da cultura que promove a redução de desperdícios e maior segurança no processo. Dessa forma, com o auxílio de um engenheiro de produção, reforça-se a ideia de que microempresas podem alcançar ganhos significativos de eficiência e competitividade quando adotam metodologias estruturadas de gestão da qualidade. E, novamente, estrutura não significa robustez, investimento alto ou sacrifícios, mas sim organização.

Por fim, este trabalho abre espaço para futuras pesquisas que ampliem seu escopo. Como, por exemplo, a criação de um parâmetro para definir o grau de maturidade das empresas e o investimento em tecnologia recomendado para cada perfil de empreendedor. E, sem limitar-se, pode continuar com a implementação deste parâmetro em novas microempresas, com novas culturas, processos e desafios.

No cerne dos problemas, é onde moram as verdadeiras lições que moldam o caráter, conhecimento e disciplina de um profissional da Engenharia de Produção. Não há um lugar no mundo em que novas melhorias não possam ser propostas, novos métodos simplificados possam ser trazidos para um serviço, ou novas ferramentas possam tornar fácil uma tarefa de extrema complexidade.

REFERÊNCIAS / REFERENCES / REFERENCIAS

FERREIRA, William Souza; ALVES, Alessandro Ferreira; FERNANDES, Leonardo da Cruz; BATISTA, Allifer Ramos. Monitoramento de processos produtivos através da metodologia Lean Six Sigma utilizando ciclo DMAIC: estudo de caso em uma produção artesanal de um microempresa de pão de queijo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 11585–11595, fev. 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n2-208.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2. ed. revista e ampliada. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

REIS, Beatriz Lavezo dos; RUBIO, João Arthur Pirani; KOVALESKI, João Luiz. Aplicação da metodologia Lean Six Sigma para estruturação de um centro de serviços compartilhados. 2024. In: XIC Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Anais [...]. Ponta Grossa, 2024.

SEBRAE — Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Oceano azul x oceano vermelho. Portal Sebrae. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/oceano-azul-x-oceano-vermelho,05350899473a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 15 set. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.