

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
RIO GRANDE DO SUL
Câmpus Farroupilha

ESTUDO DE CASO DE MELHORIA DE PROCESSO UTILIZANDO A METODOLOGIA LEAN EM EMPRESA DO RAMO CALÇADISTA: AUTOMATIZAÇÃO DO MÉTODO DE OBTENÇÃO DE MASSAS DE MODELAMENTOS DE PLASTISOL NO SOFTWARE NX

Júlia Elisa Argenta Citon, juliaaciton@gmail.com¹

Melissa Dietrich da Rosa, melissa.rosa@farroupilha.ifrs.edu.br¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul – Câmpus Farroupilha, Avenida São Vicente, 785, Bairro Cinquentenário, CEP 95174-274, Farroupilha - RS.

Resumo: *Fundamentado na metodologia Lean, o projeto foi estruturado nos conceitos da ferramenta A3. Trata-se de um estudo de caso de melhoria do processo relacionado à obtenção automatizada das massas de modelamentos 3D de Plastisol (componente utilizado principalmente como enfeite em calçados) em empresa do ramo calçadista. Dessa forma, o ciclo PDCA direcionou as etapas do estudo, que iniciou pela análise do método tradicional de trabalho antes da implementação, seguindo para coleta de dados do problema, planejamento do estado futuro, aplicação das automatizações e validação dos objetivos inicialmente estimados, qualitativa e quantitativamente. O método tradicional antes utilizado apresentava inconsistências de dados além de elevado tempo de execução manual de atividades repetitivas. Utilizando ferramentas da qualidade para análise da causa raiz do problema, um viés apontado para resolução da questão foi a automatização desse método manual de obtenção de dados de modelamentos 3D. Dessa forma, foi desenvolvido um conjunto de padrões programados que permite a comunicação entre diferentes plataformas, aplicação conhecida como API. Essa aplicação viabilizou a obtenção automatizada dos dados dos Plastisols com mínima interferência humana na tarefa. O novo método utilizado permitiu redução de 85% de etapas no processo, com redução média de 90% de tempo de análise para componentes com apenas 1 cor, podendo chegar a 99,2% de diminuição de tempo para produtos com 12 cores. Além disso, houveram outros ganhos como maior assertividade de dados e redução de retrabalhos, os quais também contribuem diretamente para a qualidade e confiabilidade das informações e do processo.*

Palavras-chave: *Lean, melhoria contínua, cronoanálise, automatização de processo, Indústria 4.0*

1. INTRODUÇÃO

Durante as décadas de 1970 e 1980, época em que viveu seu ápice de produção de calçados, conforme Schroder (2015) o Brasil foi considerado um dos principais fabricantes mundiais do setor. Porém, devido à crescente ascensão da indústria asiática, especialmente a chinesa, houve um declínio no setor no início da década de 1990. Para garantir a subsistência e o sucesso das empresas mesmo em períodos de baixas na produção é importante que as organizações tornem-se competitivas, buscando desenvolver soluções inovadoras em diversos aspectos como desenvolvimento de matérias primas, sistemas produtivos, equipamentos e processos mais eficientes. Neste âmbito, este trabalho visa apresentar o estudo de caso de melhoria de um sistema automatizado em relação à metodologia tradicional de trabalho em uma empresa do setor calçadista da Serra Gaúcha.

Fundada em Farroupilha - RS em 1971 com a razão social “Plásticos Grendene”, a empresa brasileira Grendene S.A. atua no ramo calçadista desde 1978. Atualmente, a unidade localizada na cidade gaúcha trabalha com o desenvolvimento e prototipagem dos produtos, enquanto as operações fabris produtivas se concentram na região nordeste do Brasil. A empresa é proprietária de diversas marcas, as quais atendem diferentes públicos-alvos de todas as faixas etárias. Os produtos oferecidos pelas marcas da empresa são formados por itens fabricados internamente ou desenvolvidos por fornecedores externos. O custo desses produtos é composto por diferentes elementos, os quais são acompanhados durante todo período de criação e prototipagem. Buscam-se sempre as menores variações de custos possíveis entre as etapas de desenvolvimento.

O ciclo de desenvolvimento dos produtos é segregado em 4 etapas principais, sendo este estudo de caso focado no ciclo de desenvolvimento de um dos componentes mais utilizados como enfeites nos calçados, o Plastisol. Segundo Nunes *et al.* (2002), o Plastisol é o nome popular de uma mistura de resinas obtidas pelos processos de polimerização em emulsão e micro-suspensão com aditivos que se apresenta na forma de pasta e tem o Policloreto de Vinila (PVC) como principal matéria prima. Em cada fase do seu ciclo de desenvolvimento na empresa, a massa do Plastisol é

analisada de forma diferente, podendo impactar diretamente o custo do produto. Para a análise dos modelamentos (arquivos 3D do Plastisol), especialmente na segunda fase do ciclo, o método tradicional de medição vetorial de massa apresenta inconsistências de dados, elevado o tempo de execução manual e diversos movimentos repetitivos, podendo resultar em diferentes dados para cada usuário que desempenha a atividade. O impacto dessa rotina de trabalho é significativo, uma vez que tantas variações podem acabar inviabilizando a fabricação do componente como originalmente fora projetado, além do custo do tempo despendido para tal atividade.

A necessidade deste estudo surgiu durante a realização da segunda etapa do ciclo de desenvolvimento do Plastisol, fase em que o modelamento 3D do componente é analisado pela primeira vez pela área de engenharia com o objetivo de obter informações como massas e tamanhos do projeto. Foram identificadas divergências de informações com testes simples utilizando o método vetorial (o qual era usualmente executado), motivando este exame qualitativo e quantitativo.

Assim, foram avaliados os ciclos de desenvolvimento de 11 componentes de Plastisol, a fim de identificar o impacto da análise vetorial em cada etapa e viabilizar melhorias para os processos. Os conceitos e ferramentas do *Lean* foram a base deste estudo, visto que, conforme Tavares (2018) e também Hobbs (2003), as metodologias enxutas aplicadas aos processos são técnicas em que o tempo de trabalho necessário é constituído a uma taxa formulada, sem tempo de espera, tempo de fila ou atrasos – objetivo principal de reduzir desperdícios ao mesmo tempo que melhora a qualidade e a produtividade, buscando aumentar a competitividade. Os conceitos possibilitam analisar a situação-problema, buscar alternativas de resolução, implementar melhorias e controlar os resultados obtidos, como será apresentado no desenvolvimento deste artigo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar o estudo de caso da implementação da melhoria de processo aplicada no desenvolvimento do ciclo de fabricação do componente Plastisol, especificamente no que tange a automatização do método de obtenção de massas de modelamentos 3D no Software NX por meio de API (*Application Programming Interface* – conjunto de padrões programados que permite a comunicação entre diferentes plataformas) criada no programa Visual Studio. Como resultado das análises do problema pela metodologia *Lean*, a API desenvolvida objetiva principalmente reduzir as atividades repetitivas realizadas pelos usuários e o tempo de execução da tarefa de obtenção das massas dos modelamentos, além de aumentar a assertividade de informações e reduzir retrabalhos posteriores devido a problemas provenientes da análise vetorial. Além disso, baseado também nos conceitos da Indústria 4.0 no âmbito do que se refere aos aperfeiçoamentos tecnológicos aplicados aos processos de manufatura, este trabalho aborda também concepções relacionadas às categorias digitais e físicas da Quarta Revolução Industrial.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta conceitos relacionados ao ciclo de desenvolvimento de produtos, *Lean Manufacturing*, Indústria 4.0, transformação digital e padronização de atividades em organizações, definições e seus princípios básicos, a fim de fundamentar esta pesquisa.

2.1 Ciclo de Desenvolvimento de Produtos

De acordo com Amaral *et al.* (2017), desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, com base nas necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de fabricação, de forma que a manufatura seja capaz de produzi-lo. Além disso, as atividades de acompanhamento após o lançamento do produto também fazem parte do ciclo. Dessa forma, o autor afirma que é por meio desses processos que a empresa pode criar novos produtos mais competitivos e em menos tempo para atender à constante evolução do mercado e da tecnologia - o processo de desenvolvimento de produtos tem importância estratégica no negócio, uma vez que busca identificar principalmente as necessidades do mercado e dos clientes em todas as fases do ciclo de vida do produto e identificar as possibilidades tecnológicas.

De forma consoante, Dinsmore (2009) afirma que este ciclo define atividades para a criação de produtos e atividades necessárias para o planejamento e controle do trabalho que será realizado para a criação do produto - as atividades são exclusivas de cada indústria e segmento, mas independente disso, o mesmo ciclo de vida de gerenciamento de projetos pode ser utilizado para organizar e monitorar diferentes produtos.

Ao estudar as considerações apresentadas pelos autores sobre ciclo de desenvolvimento de produtos e processos, pode-se fazer uma ligação com as concepções de Oakland (2019), que afirma que no gerenciamento de projetos o objetivo é reduzir variações de produtos e parâmetros de processos em torno de valores-alvos. Assim, afirma que para controlar um processo usando dados variáveis, é necessário verificar o estado atual da distribuição dos dados que se deseja analisar.

2.2 *Lean*

As estratégias de *Lean*, conforme Tavares (2018), têm o objetivo de possibilitar a redução de custos, focando na máxima redução de desperdícios nas atividades, permitindo que a empresa se ajuste constantemente às necessidades do mercado, garantindo competitividade. De forma análoga, Saeger (2015) afirma que o gerenciamento de um problema pode ser feito de maneira simples, desde que a abordagem seja estruturada e bem pensada.

Parte desta estratégia, a metodologia A3 engloba diferentes ferramentas de qualidade, visto que se trata de um método que permite reconhecer e propor a resolução de problemas. Tavares (2018) afirma que esta ferramenta pode ser aplicada em diferentes tarefas e análises, uma vez que engloba conceitos do PDCA e da gestão de projetos de melhoria. A metodologia recebe este nome por ser geralmente redigida em um formulário tamanho A3 (297 x 420mm). Sua estruturação se baseia na estratégia do PDCA e na gestão visual. O ciclo PDCA, conforme Daychouw (2007), tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução de um projeto, sendo desenvolvido em quatro etapas principais. De modo geral, inicia-se pelo planejamento (P - *Plan*), executam-se os planos de ação (D - *Do*), checam-se os resultados obtidos (C - *Check*) e age-se de acordo com o projetado (A - *Act*), eventualmente definindo novos planos de ação. Trata-se de uma análise cíclica que resulta na melhoria contínua dos processos envolvidos, conforme esquematizado na Fig. 1.



Figura 1. Ciclo PDCA (Etapas principais do A3).

Ainda segundo Tavares (2018), mediante a identificação de oportunidade de melhoria com base no estado atual do assunto em questão, pode-se traçar um plano de ação com metas definidas e garantir estabilização do processo no estado futuro, uma vez que forem definidas as potenciais causas raízes do problema. A fim de garantir os prazos de cada etapa do A3, pode-se utilizar o cronograma de Gantt, que de acordo com Robbins (1998), mostra a relação entre o trabalho planejado e realizado em um eixo e tempo decorrido em outro, permitindo a visualização de progresso, dos planos e possíveis tomadas de ação, caso necessário, para manter os projetos em dia.

Outra ferramenta utilizada no *Lean*, o *Brainstorming*, conforme Rawlinson (2017), é uma atividade abrangente e de longo alcance, que visa gerar diversas ideias a respeito de um problema em um curto espaço de tempo. Define-se o problema principal e estimula-se a criação de ideias inovadoras e soluções eficientes para a questão. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Saeger (2015) afirma que o diagrama de Ishikawa é composto pelo problema principal e suas possíveis causas agrupadas por categorias.

No entanto, na ferramenta Ishikawa é possível identificar as fontes do problema, uma vez que as causas são hierarquizadas no diagrama. O método parte da ideia de que existem causas principais e secundárias para os problemas analisados, agrupadas em seis categorias: Máquina, Material, Mão de Obra, Meio Ambiente, Método e Medição.

Outra ferramenta de melhoria é o mapa de pensamento que, conforme Silva (2015), é a técnica de descrever de forma visual o processo no *Lean*, resultando em um fluxograma. Também segundo Xavier (2016), um mapa fornece uma visão abrangente dos principais componentes do processo, agregando maior detalhamento de recursos envolvidos ao fluxo, os quais impactam diretamente nos resultados de análises de procedimentos. As ferramentas da qualidade se completam durante a análise de um problema, favorecendo o alcance de resultados satisfatórios. Segundo Saeger (2015), o mapeamento conciso e claro das potenciais causas do problema contribui para a eficácia de metodologias de melhoria.

2.3 Transformação Digital, Indústria 4.0 e *Methods-Time Measurement* (MTM)

De acordo com Westerman *et al.* (2011), as conclusões da Fase 1 do estudo de Transformação Digital realizado pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) feito com 157 executivos de 50 grandes empresas tradicionais mostram que o uso da tecnologia para melhorar radicalmente o desempenho das organizações está se tornando um tópico cada vez mais importante. O estudo aponta que a transformação bem sucedida não é resultado de novas

tecnologias, mas da transformação da organização para aproveitar as possibilidades que as novas tecnologias oferecem e que as empresas estão redefinindo a forma como as suas funções interagem. Outro ponto destacado no estudo é que as organizações podem aproveitar mais os investimentos que já fizeram, mesmo quando as novas formas de trabalho são completamente diferentes das anteriores (reestruturação de processos).

De forma análoga, conforme Theysens (2017), o *Robotic Process Automation* (RPA) é um sistema projetado para automatizar o ambiente operacional existente e reduzir ou substituir atividades humanas em tarefas repetitivas e recorrentes. De modo geral, a tecnologia aliada a automatização nesses casos visa principalmente reduzir custos, sejam eles relacionados ao tempo de execução, mão de obra despendida ou até mesmo em relação a retrabalhos. Apesar desses conceitos terem sido desenvolvidos considerando a utilização de robôs, as concepções e ideias podem ser incorporadas em narrativas de automatização por meio de software computadorizado. Esta visão é base para o desenvolvimento e os conceitos da Indústria 4.0.

Com base nos conceitos de Transformação Digital e RPA, as tarefas desempenhadas por usuários, *softwares* e equipamentos podem ser estudadas de forma padronizada segundo os conceitos da cronoanálise. Conforme Bernardelli *et al.* (2018), a cronoanálise é tida como a base para a racionalização da produção, do leiaute, do maquinário e do recurso humano. Para Martins e Laugeni (2006), o tempo sintético é mais vantajoso que o tempo cronometrado pois permite o cálculo de tempo padrão para um trabalho antes mesmo de ser iniciado. Peinado e Graeml (2007) afirmam que o MTM (que pode ser traduzido como Medição do Tempo de Método), um dos sistemas mais comuns de tabelas de tempos elementares padrão desenvolvido em 1948 nos Estados Unidos, identifica micro movimentos do trabalho, tabelando tempos em função da distância e dificuldade do movimento. Assim, de acordo com os conceitos do MTM, o tempo para a realização de um determinado trabalho depende do método escolhido. O MTM é uma ferramenta para descrição, estruturação, configuração e planejamento de sistemas de trabalho e, conseqüentemente, é um padrão de sistemas de produção eficientes.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada a esse estudo de caso se baseia no A3, com as ferramentas de melhoria contínua embasando as etapas do projeto. De acordo com cada uma das divisões definidas no A3, o projeto se inicia com a observação e definição do problema a ser estudado, apresentando um breve histórico e quantificando a extensão do problema na situação atual por meio da utilização de gráficos.

Na etapa seguinte, a investigação das causas raízes do problema se baseia na utilização de ferramentas como *Brainstorming*, diagrama de Ishikawa e mapa de pensamento. O seguimento do projeto é consequência das tomadas de ações que ocorrerem baseadas nos principais fatores de impacto identificados nesta investigação. Dessa forma, é esboçado o estado futuro do projeto, com definições de tarefas e prazos para sua realização (utilização de cronograma de Gantt) buscando solucionar o problema, qualitativa e quantitativamente.

No desenvolvimento do estado futuro, implementam-se as melhorias projetadas anteriormente, controlando e analisando os resultados de forma a garantir que os objetivos inicialmente definidos sejam atingidos. Os principais resultados são apresentados ao final desse ciclo, definindo se o projeto necessita de novas tomadas de ações ou se as entregas foram satisfatórias. A Fig. 2 apresenta um relatório de desempenho genérico de projeto no formato (A3). Cada etapa será demonstrada ao longo do desenvolvimento do artigo.

RELATÓRIO DE DESEMPENHO DE PROJETO	
Título	
1. Histórico e Definição de Metas	4. Projeto de Estado Futuro
2. Análise da Situação Atual	5. Principais Resultados
3. Causas Raízes / Análise de Melhorias	6. Principais Métricas de Acompanhamento
	7. Próximos Passos e Lições Aprendidas

Figura 2. Relatório Genérico de Desempenho de Projeto (A3).

4. PLASTISOL E SEU CICLO DE DESENVOLVIMENTO

O ciclo de desenvolvimento dos produtos na Grendene é iniciado com a análise de mercado e processo de criação dos itens (*Design* inicial). De modo geral, o setor de Engenharia atua na definição de processos e materiais para a fabricação de cada componente projetado (divisão em 4 estágios). As quatro etapas são desenvolvidas por diferentes equipes, as quais possuem informações referentes a cada fase do processo.

4.1 O componente Plastisol

Este estudo é focado no processo de desenvolvimento do componente Plastisol, o qual é utilizado na empresa principalmente para a fabricação de enfeites, podendo ser moldado em várias cores (exemplo na Fig. 3). Este componente é produzido integralmente nas unidades da empresa, desde a matéria prima até o produto final.



Figura 3. Exemplo de Plastisol com 7 cores definidas e sua aplicação no produto final.

De modo geral, a sequência operacional de fabricação desses componentes é iniciada pela dosagem de cada cor, quando o Plastisol flui como um líquido da agulha do robô até as cavidades da matriz. Depois, aquecido a cerca de 177°C e resfriado até 60°C, o componente se torna um produto flexível. A extração e recorte do Plastisol influenciam o projeto da matriz onde é dosado. A Fig. 4 apresenta de forma esquemática os dois métodos utilizados para configurações das matrizes: Recorte por Navalha - é dosada e extraída a placa inteira da matriz, sendo cada etiqueta posteriormente recortada por uma navalha de corte; Extração por Galho - as etiquetas são dosadas interligadas e separadas pela retirada do galho que as une.

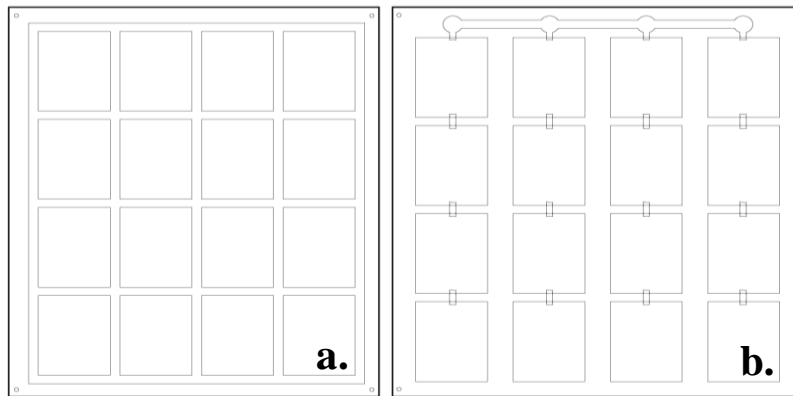


Figura 4. Exemplo esquemático de montagem de matrizes para “Recorte por Navalha” (a) e “Extração por Galho” (b).

4.2 Etapas do Processo de Desenvolvimento do Plastisol na empresa

As 4 etapas de desenvolvimento de processo de todos os componentes realizadas pela área da engenharia estão apresentadas na Fig. 5, a qual relaciona as fases com cores que serão posteriormente referenciadas no mapa do processo. O componente inicia com a cor vermelha, após a realização do Mockup (Fase 1) seu *status* no sistema passa para a cor roxa. Após a realização da Liberação de Protótipo (Fase 2), a cor amarela passa a ser a cor do *status* até que seja realizada a Fase 3 (Revisão de Protótipo), quando o componente passa para cor azul. Finalmente, a última etapa (Escala), é representada pela cor verde.

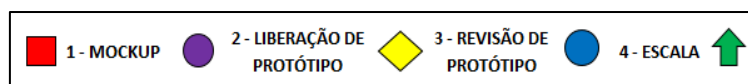


Figura 5. Etapas de desenvolvimento com suas respectivas cores (*status* no sistema).

O mapa de processo da Fig. 6 é focado nas etapas do desenvolvimento do Plastisol e apresenta as entradas e as saídas de cada atividade, de forma que existe o possível retorno da informação ao fluxo (as saídas podem ser entradas de etapas seguintes). A análise deste trabalho está na atividade de “Analisar Modelamento da Industrialização 3D” (1º processo da etapa E2 – Desenvolver Protótipo) do Mapa, na qual “Consumos de cada cor do Plastisol (Massa) – Software NX”, que é o resultado dessa tarefa, é entrada de outras 2 atividades importantes do fluxo: “Desenvolver IP de Liberação de Protótipo”, nesta mesma Fase E2, e “Incluir Matérias Primas no Mapa”, na Fase E3 - Desenvolver Revisão. As atividades estão destacadas na cor vermelha. Na etapa E3 – Desenvolver Revisão, é fabricado 80% do total da matéria prima necessária para o respectivo produto (conforme as informações inseridas no sistema com base na análise do modelamento 3D).

	Entradas	Processo	Saídas
E1 - Desenvolver Mockup	RG do Produto	Planejamento	Criação estrutura de projeto* Programação GD
	Layout do Produto GR2 Anotações (Reunião Pré-Projeto) Chapelona Provisória Definição de Tamanhos Estimada (base) Demanda Estimada Percentual de participação da demanda estimado Combinações de Versões Provisórias (VA, VB...) Programação GD	Desenvolver IP de Mockup	IP Mockup - Tempo Ciclo do Processo - Quantidade de Matrizes - Quantidade de Cavidades por Matriz - Quantidade de Estruturas - Qtd de dias de trabalho para atender demanda - Sequência de Operações - Espessura da Etiqueta (estimada) - Avaliação Plant Simulation - 1ª op - Aplicação de Base Líquida (definição) - Extração sempre em navalha (definição) - Massa estimada (cálculo com dim máx do plastisol)
	IP Mockup	Ajustar Informações no Matrix	Pré-Custo
	Pré-Custo	Analisar Projeto na Reunião Estratégica	Aprovação/Reprovação de Mockup
E2 - Desenvolver Protótipo	Modelamento Plastisol.stp	Analisar Modelamento da Industrialização 3D	Consumos de cada cor do Plastisol (Massa) - Software NX
	Aprovação de Mockup IP Mockup Consumos de cada cor do Plastisol (Massa) - Software NX Mapa Provisório Caderno Técnico Abertura de Informações Chapelona Oficial Modelamento Plastisol.stp Definição de Tamanhos Demanda Máx de Pico (PQP) Combinações de Versões Provisórias (01, 02...)	Desenvolver IP de Liberação de Protótipo	IP Liberação - Tempo Ciclo do Processo - Quantidade de Matrizes - Quantidade de Cavidades por Matriz - Quantidade de Estruturas - Qtd de dias de trabalho para atender demanda - Análise de Sequências de Operações - Espessura da etiqueta - Avaliação Plant Simulation - Matriz conferida com Chapelona Oficial (Qtd de cavidades) - Massa do Plastisol separada por cor
	IP Liberação	Ajustar Informações no Matrix	Custo
	Aprovação de Mockup	Confeccionar Ferramentais / Matriz Piloto	Matriz / Ferramentais
	Matriz IP Liberação	Definir Processo em Fábrica	Tempos e Sequências de Operações (Vídeos) Amostras
	Amostras	Avaliação das Amostras (GD)	Laudo de Aprovação Aprovação de Produto, Cartela e Calce
E3 - Desenvolver Revisão	IP Liberação	Realizar estudo de Viabilidade de Produção em Calho ou Navalha	Tipo de Extração do Plastisol
	Chapelona Oficial Demanda Máx de Pico (PQP) IP Liberação	Analisar Montagem da Matriz com Chapelona Oficial e Quantidade de Matrizes Necessárias	Matriz Oficial E-mail de Montagem de Matriz Oficial (Matrizaria) E-mail de Qtd de Matrizes (Cálculo Ferramental) Cálculo de Desperdício de Matéria Prima
	IP Liberação Aprovação de Produto Matriz Oficial Cálculo de Desperdício da Matéria Prima Tempos e Sequências de Operações (Vídeos) Tipo de Extração do Plastisol Mapa Final Caderno Técnico Chapelona Oficial Definição de Tamanhos Demanda Máx de Pico (PQP) Combinações de Versões Oficiais (90004, 90005)	Desenvolver IP de Revisão	IP Revisão - Tempo Ciclo do Processo - Quantidade de Matrizes - Quantidade de Cavidades por Matriz - Quantidade de Estruturas - Qtd de dias de trabalho para atender demanda - Acondicionamento (Tipo e Quantidade) - Análise de Sequências de Operações - Espessura da etiqueta e de sua base - Massa do Plastisol - Desperdício de Matéria Prima - Avaliação Plant Simulation
	Consumos de cada cor do Plastisol (Massa) - Software NX	Incluir Matérias Primas no Mapa	E-mail de Consumos para Gestores Cadastros
	IP Revisão	Ajustar Informações no Matrix	Custo
E4 - Desenvolver Escala	IP Revisão E-mail de Montagem de Matriz Oficial (Matrizaria) E-mail de Qtd de Matrizes (Cálculo Ferramental)	Fabricação de Coleção de Matrizes/ Ferramental de Escala (Homologação)	Coleção de Matrizes Ferramental de Escala
	Amostras	Aferir Massa do Plastisol	Massa Oficial (tolerância ± 15%)
	IP Revisão Mapa Final Combinações de Versões Oficiais (90004, 90005) Massa Oficial	Desenvolver IP da Escala	IP Escala - Tempo Ciclo do Processo - Quantidade de Matrizes - Quantidade de Cavidades por Matriz - Quantidade de Estruturas - Qtd de dias de trabalho para atender demanda - Acondicionamento (Tipo e Quantidade) - Sequências de Operações (Ajuste de Mapa) - Espessura da etiqueta e de sua base - Massa do Plastisol - Avaliação Plant Simulation Visualização de Impressão para NE - Anexar*
	IP Escala	Ajustar Informações no Matrix	Custo Final
	IP Escala Coleção de Matrizes Ferramental de Escala	Solicitar Aprovação de Escala para Cadastro	Liberação de Cadastro NE Embarque de Materiais para NE

Figura 6. Mapa do Processo (com foco em etapas de desenvolvimento do Plastisol).

4.3 Método Vetorial de Análise

O *Software NX* possui diferentes formas de obter os volumes e, conseqüentemente, as massas de modelamentos 3D. A obtenção de dados por meio de análise vetorial consiste em extrair as faces do corpo conforme a cor (independente de o corpo ser sólido ou não), uní-las em grupo de faces segregados pelas cores e, posteriormente, analisar isoladamente cada um desses grupos, calculando sua massa vetorialmente.

De modo geral, pode-se dividir as atividades em dois conjuntos: “separar as cores” e “obter a massa”. Todas as etapas precisam ser igualmente repetidas conforme a quantidade de colorações que houver no modelo, uma vez que são operações individuais. Caso existam dez cores, por exemplo, esses grupos precisam ser executados dez vezes cada um.

Esse método cria vetores perpendiculares em todas as faces do corpo, conforme exemplificado na Fig. 7. Dessa maneira, os valores das massas podem variar conforme a geometria e complexidade do modelo, uma vez que vetores na mesma direção e sentidos opostos são anulados. Além disso, esse método apresenta divergências de resultados quando os arquivos são analisados completos (considerando como se todo componente fosse inteiramente de apenas uma cor) ou conforme suas cores (separação de cada cor em corpos menores, os quais compõem um conjunto maior, porém ainda segregado).

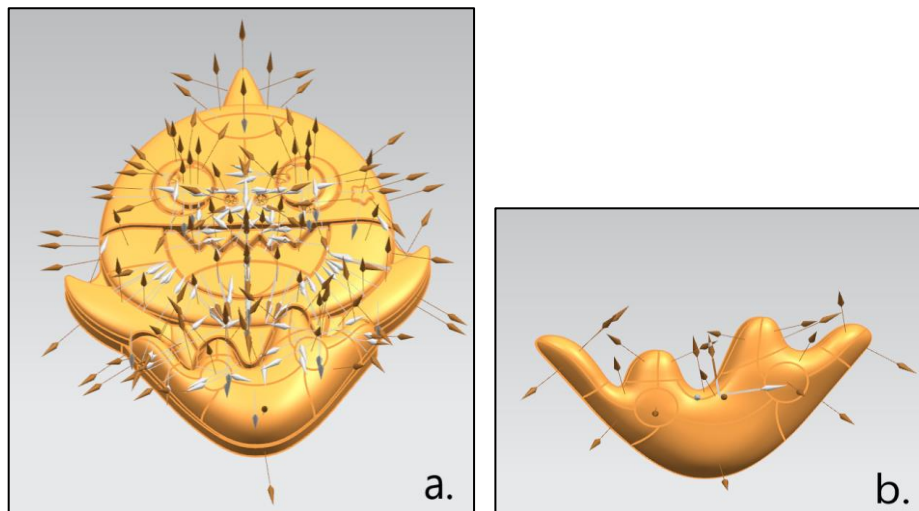


Figura 7. Representação da análise vetorial do modelo considerando como se todo componente fosse inteiramente de apenas uma cor (a) e parte do modelo separado em uma cor (b).

Esse detalhe instigou a verificação da ocorrência em outros modelos, a fim de avaliar se o fato era particular. Assim, onze componentes diversificados foram selecionados para terem todas as fases de desenvolvimento analisadas em relação a valores de massa, com base nos conceitos do Oakland (2019). Estes itens foram selecionados pois caso apresentem pequenas variações no processo, haverá impacto significativo na margem de lucro do produto, pois possuem baixos valores de venda para o consumidor, podendo até inviabilizar a sua fabricação.

5. ANÁLISE DE VARIAÇÕES DE MASSA DO PLASTISOL E CAUSAS RAÍZES DO PROBLEMA

Com os onze componentes selecionados, as informações das suas massas de cada fase do processo de fabricação e as variações percentuais entre esses dados foram consolidadas na Tab. 1. Os componentes foram enumerados conforme ordem de variação (maior negativa para maior positiva) entre a 1ª etapa (Mockup) e a última (Escala). Os valores destacados em vermelho indicam que a variação percentual está fora do permitido em processo ($\pm 15\%$).

Os itens analisados tiveram todas as fases de desenvolvimento realizadas, variando não só a massa, como apresentado, mas também seu método de extração e recorte do Plastisol (Galho ou Navalha) e aplicação ou não de base líquida na matriz. A base líquida é utilizada principalmente para não gerar bolhas e outras deformações no Plastisol quando há textura na matriz ou quando as cavidades forem demasiadamente pequenas. Exceto em casos especiais, é sempre considerado recorte por Navalha e aplicação de base líquida nas duas primeiras etapas (Mockup e Liberação de Protótipo).

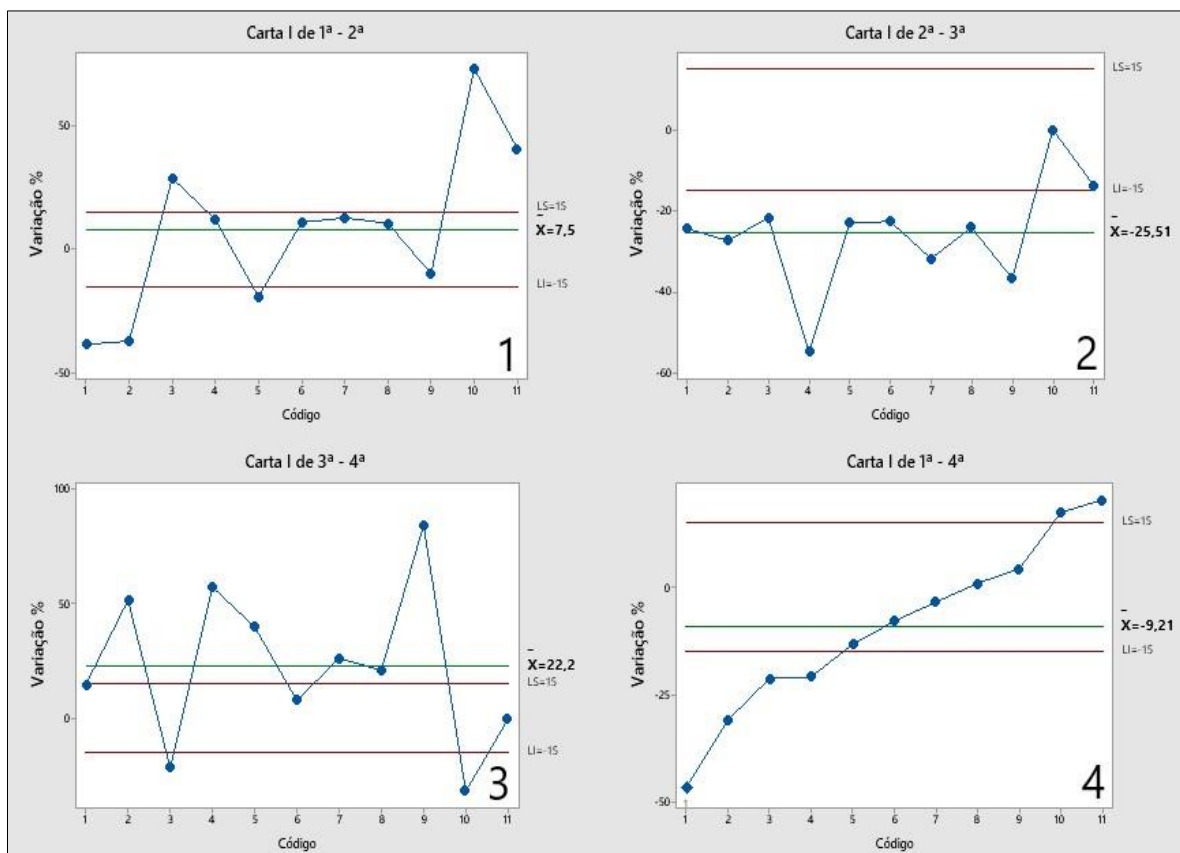
Tabela 1. Tabela de massas e variações percentuais entre as etapas de desenvolvimento.

Código	MASSA (g/par)				VARIÇÃO ENTRE ETAPAS			
	1ª MOCKUP	2ª LIBERAÇÃO	3ª REVISÃO	4ª ESCALA	1ª - 2ª	2ª - 3ª	3ª - 4ª	1ª - 4ª
1	16,70	10,26	7,76	8,87	-39%	-24%	14%	-47%
2	12,50	7,86	5,71	8,62	-37%	-27%	51%	-31%
3	9,00	11,58	9,06	7,08	29%	-22%	-22%	-21%
4	3,60	4,03	1,82	2,85	12%	-55%	57%	-21%
5	11,00	8,88	6,84	9,54	-19%	-23%	39%	-13%
6	4,20	4,65	3,60	3,87	11%	-23%	8%	-8%
7	6,90	7,77	5,30	6,66	13%	-32%	26%	-3%
8	8,10	8,94	6,78	8,18	10%	-24%	21%	1%
9	5,85	5,27	3,33	6,11	-10%	-37%	84%	4%
10	13,50	23,35	23,35	15,87	73%	0%	-32%	18%
11	6,35	8,93	7,71	7,65	41%	-14%	-1%	21%

Entre a 1ª e a 2ª etapa, observa-se que 6 dos 11 itens não mantiveram a variação percentual permitida; entre a 2ª e 3ª, apenas 2 tiveram a variação autorizada e entre a 3ª e a 4ª, foram apenas 3. Essas variações impactam diretamente a composição dos custos dos produtos finais.

Além disso, ocorrem alguns dos principais desperdícios que podem existir nos processos, como atividades desnecessárias, excesso de processamento e retrabalhos devido à significativa inconstância dos valores. Objetivando-se a redução de variações no processo, o foco na análise estatística dos dados e na estrutura do método de processo são fundamentais. Reduzindo tais variações, melhora-se a qualidade dos produtos e processos, aumenta-se a produtividade enquanto reduzem-se retrabalhos e defeitos.

Na Fig. 8 estão dispostos 4 gráficos esquematizados com as informações apresentadas na Tab. 1. Em cada um deles, estão representadas as variações percentuais e suas médias de massa de Plastisol. O primeiro gráfico apresenta a variação entre a primeira e a segunda etapa (Mockup e Liberação de Protótipo) em que a média de variação ficou em 7,5%. No segundo gráfico, que representa as variações entre a segunda e a terceira etapa (Liberação de Protótipo e Revisão de Protótipo), a média chegou a -25,51%. A variação média entre a terceira e a quarta fase alcançou a marca de 22,2%. Já o quarto gráfico apresenta em ordem crescente os percentuais entre a primeira estimativa de massa realizada no Mockup e a massa real aferida na fábrica na etapa da Escala. Nota-se que praticamente metade dos componentes analisados se mantiveram fora do intervalo permitido de variação (a média ficou em -9,21%).

**Figura 8. Gráficos de massas e variações percentuais entre as etapas de desenvolvimento.**

5.1 Análise de Causa Raiz das variações

Após o levantamento de dados, foi estruturado o *Brainstorming* (conforme Fig. 9), a fim de identificar problemas e explorar potencialidades relacionadas ao tema “Reduzir variação de massa entre as fases do processo de fabricação do Plastisol”. A partir da representação visual foi possível desenvolver outras ideias a respeito do assunto e avaliar aspectos importantes apontados no *Brainstorming* como inconstância de dados do *Software NX* (e suas influências conforme o método de análise) e excesso de atividades repetitivas, por exemplo.



Figura 9. Mapa de Pensamento.

As ideias apresentadas no mapa de pensamento estão interligadas às mostradas no diagrama de Ishikawa da Fig. 10. No diagrama, os itens estão agrupados hierarquicamente em categorias, segregando-os de maneira a direcionar as possíveis causas do problema. Da mesma forma que no *Brainstorming*, os itens de maior impacto da análise estão relacionados à inconstância de dados, às diferentes formas de avaliar os modelamentos e às diversas atividades repetitivas.

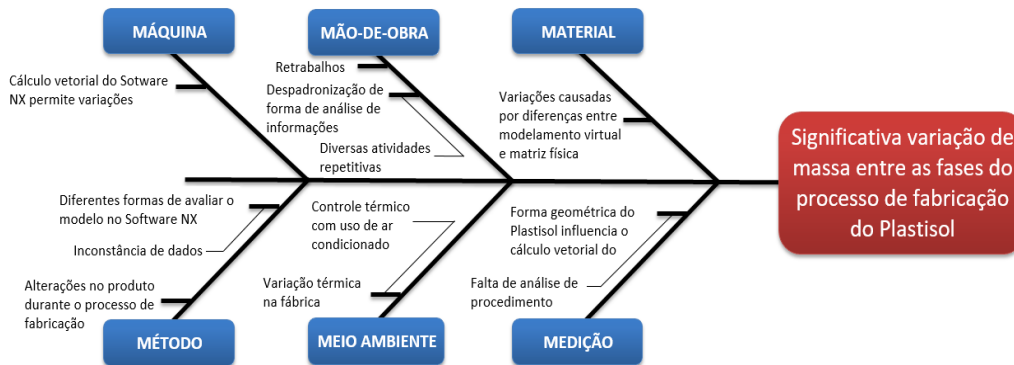


Figura 10. Diagrama de Ishikawa.

Estas análises foram fundamentais para averiguar as potenciais causas do problema do estudo e viabilizar melhorias no processo. A partir disso, o método de análise vetorial foi aprofundado e os aspectos passíveis de melhoria foram estudados. Atividades repetitivas, alto tempo de execução manual e despadronização da obtenção das massas seguiram como principais problemas a serem solucionados. Iniciou-se o desenvolvimento da programação da API no *Software Visual Studio* com o objetivo de reduzir a interferência humana na obtenção das massas, com foco em garantir a assertividade dos dados, reduzir o tempo de processamento e padronizar a tarefa.

6. NOVO MÉTODO AUTOMATIZADO DE OBTENÇÃO DE MASSAS DE PLASTISOL

Conforme os conceitos apresentados no referencial teórico deste estudo, a fim de automatizar o processo manual de obtenção das massas dos modelamentos dos Plastisols no *Software NX*, foi desenvolvido um conjunto de padrões programados que permite a comunicação entre diferentes plataformas (API) no *Software Visual Studio*, utilizando a linguagem de programação VB. Essas aplicações programadas objetivam realizar e acelerar tarefas repetitivas,

otimizando o tempo de operação e melhorando os resultados obtidos na análise, além de poderem ser incorporadas direto no NX para utilização dos usuários. Com essa reestruturação do processo, foi possível utilizar os sistemas e programas já existentes na empresa, apenas com outra abordagem de utilização, baseando-se principalmente nos conceitos do autor Silva (2015) e no estudo realizado no MIT.

Existem dois pré-requisitos referentes aos modelamentos para o adequado funcionamento da API desenvolvida, visto que o novo método se baseia na medição do volume do corpo sólido diretamente pela sua geometria: o modelo precisa estar completamente sólido devido ao método de medição de volumes utilizado no conjunto de padrões programados; o modelo precisa estar separado em suas respectivas cores (caso contrário, a resposta final da análise será a massa total do corpo, sem a sua divisão por colorações).

Na Fig. 11 está apresentada a sequência de operações que são realizadas pelo *Software* autonomamente e também aquelas que dependem do usuário. As operações demarcadas com a coloração azul são as quais o usuário precisa intervir na análise, enquanto as referenciadas com a cor laranja são de total realização do *Software*. Esse novo método foi escolhido por apresentar resultados de análise de modelamento 3D no *Software* NX significativamente próximos aos encontrados em medições físicas na fábrica (coluna 4 Escala da Tab. 1).

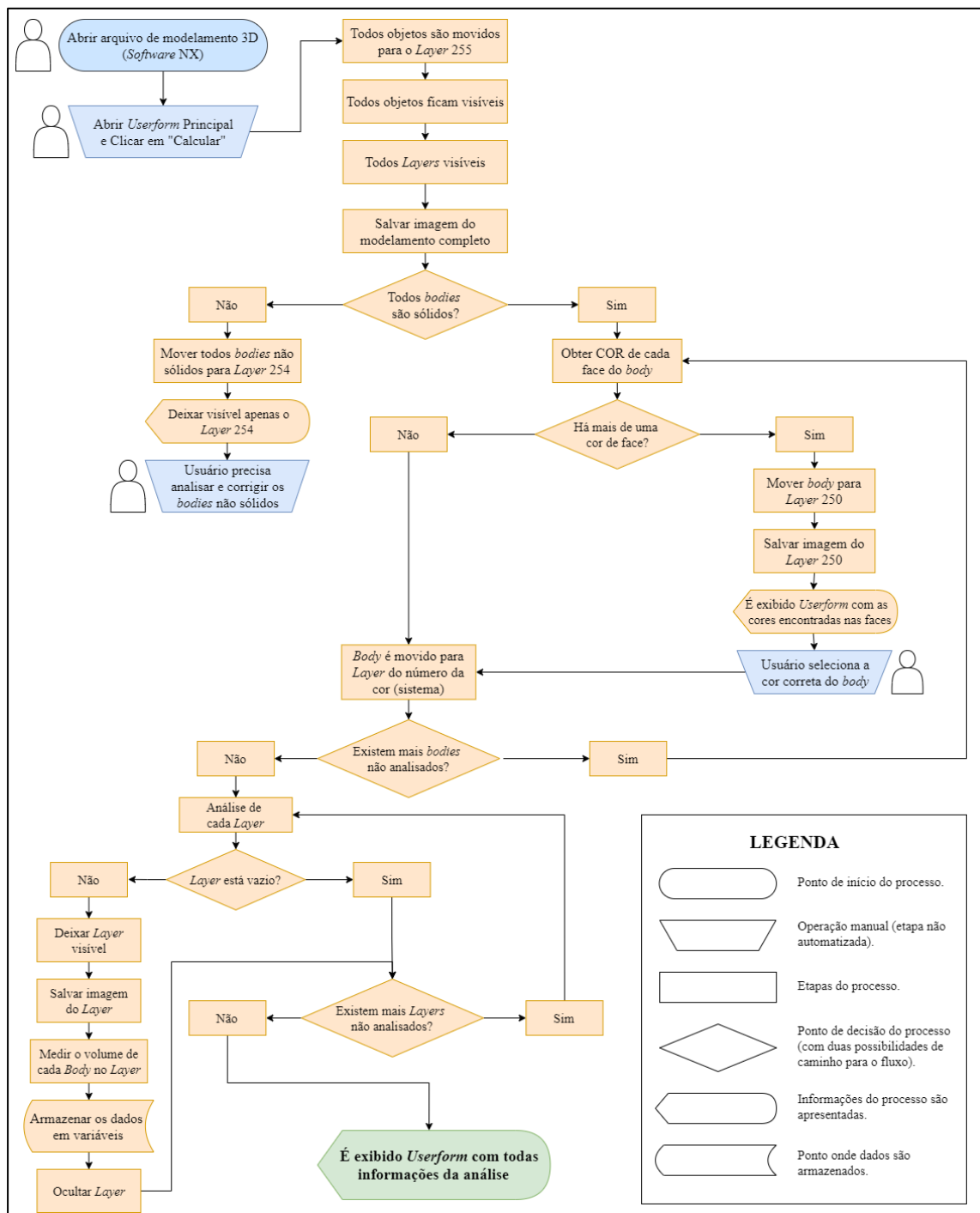


Figura 11. Fluxograma de operação da API.

Ao abrir o arquivo no *Software NX*, o usuário pode diretamente abrir o *Userform* principal da API (Fig. 12). Ao clicar em “Calcular”, o programa analisa os pré-requisitos necessários para sua correta execução. Caso existam corpos não sólidos no arquivo, apenas estes ficam visíveis e a depuração é finalizada, direcionando a correção das partes específicas ao usuário.

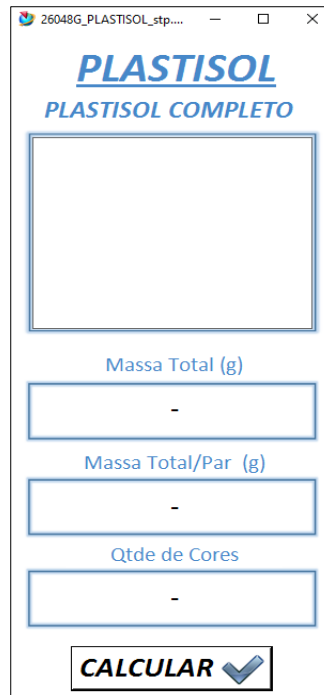


Figura 12. *Userform* principal.

Como a criação dos modelos é realizada em distintos programas, a exportação feita entre *Softwares* altera a coloração interna de todos os sólidos para cinza, mesmo que suas faces externas sejam de outras tonalidades. Assim, o código implementado identifica as cores de todas as faces de cada corpo e altera a cor do sólido para a mesma referência de coloração das faces correspondentes. Também devido à exportação, podem haver várias cores de faces no mesmo corpo. Nesses casos, uma caixa de pergunta é aberta (Fig. 13) apresentando a imagem do Plastisol completo, a imagem da parte que está com divergências e abaixo dois quadrados com as cores encontradas nas faces. O usuário é questionado sobre qual das opções é a correta em cada situação – enquanto não houver resposta, o programa continua pausado aguardando a seleção.

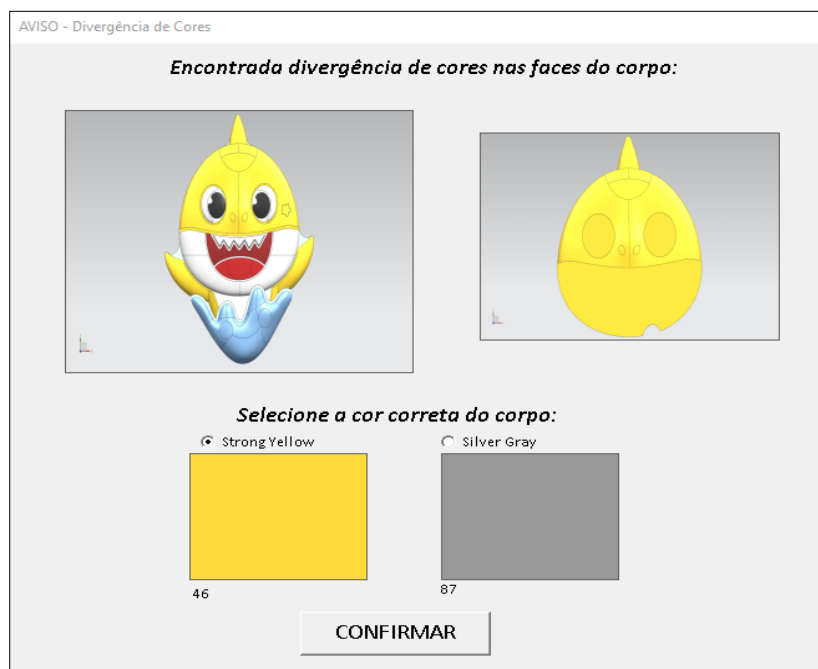


Figura 13. *Userform* apresentando divergência de cores encontradas nas faces do corpo.

Conforme a cor, os corpos são direcionados para o *Layer* (camadas de visualização) do número da cor correspondente no sistema, por exemplo, caso o objeto seja branco (número no sistema é 1), este é movido para o *Layer* 1. Essa separação é feita para simplificar os registros de todas as partes do arquivo que são da mesma cor e facilitar a visualização da informação final calculada pelo programa. Após a segregação, é calculado o volume e, consequentemente, a massa de cada camada (a densidade utilizada para o material é de 1100 kg/m³, conforme aferido em fábrica).

Ao final da análise, são apresentadas as informações referentes a cada cor do modelamento (quantidade de corpos da cor, massa individual e massa por par) além de dados sobre o Plastisol completo (quantidade total de cores, massa total e massa total por par). Assim, conforme a Fig. 14, conclui-se que este modelamento exemplo apresenta 7 cores distintas, totalizando uma massa individual de 4,400 gramas e 8,799 gramas de massa por par – o resultado não é exatamente duas vezes o valor individual devido à quantidade de números decimais utilizados internamente no cálculo do programa. Este processo automatizado pode ser usado para modelamentos com até 12 cores diferentes.

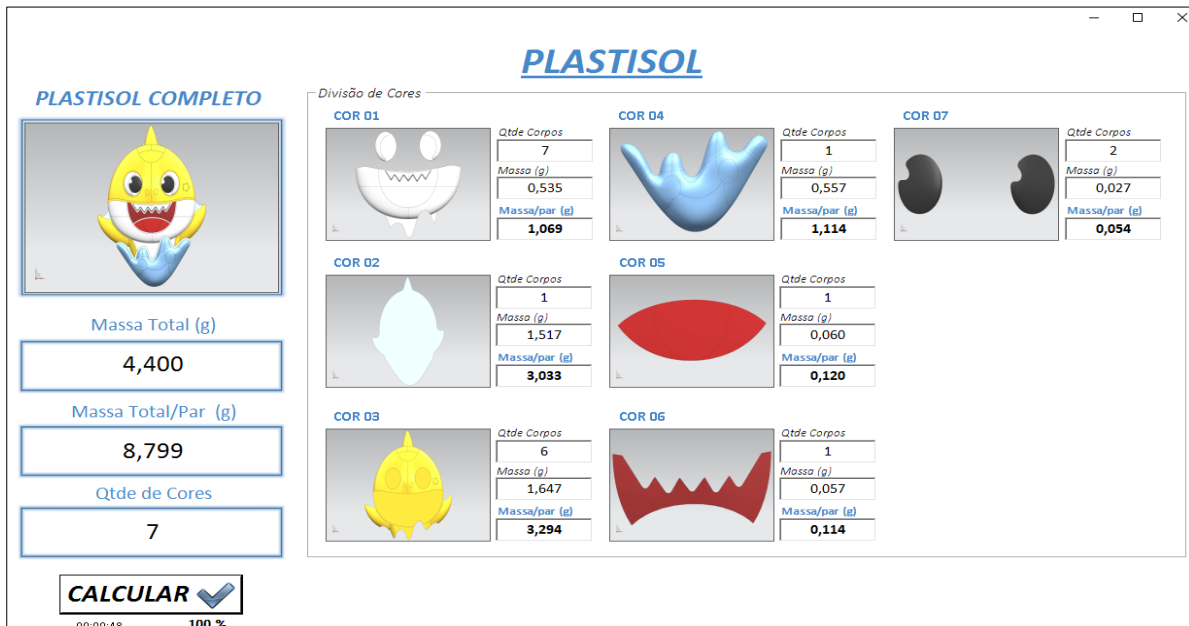


Figura 14. *Userform* apresentando as informações finais do modelamento analisado.

6.1 Tempos de Análise – Antes e Depois da Implementação da Melhoria

Os 11 produtos apresentados na Tab. 1 foram estudados utilizando os dois métodos. A Fig. 15 mostra os tempos de execução cronometrados, em segundos, para as duas opções de análise. As colunas vermelhas se referem ao período necessário para a análise após a melhoria implementada para cada cor do projeto, enquanto as azuis referenciam o tempo pelo método vetorial. Os tempos variam devido a fatores do modelamento como complexidade da geometria, tamanho, quantidade de cores e método de criação.

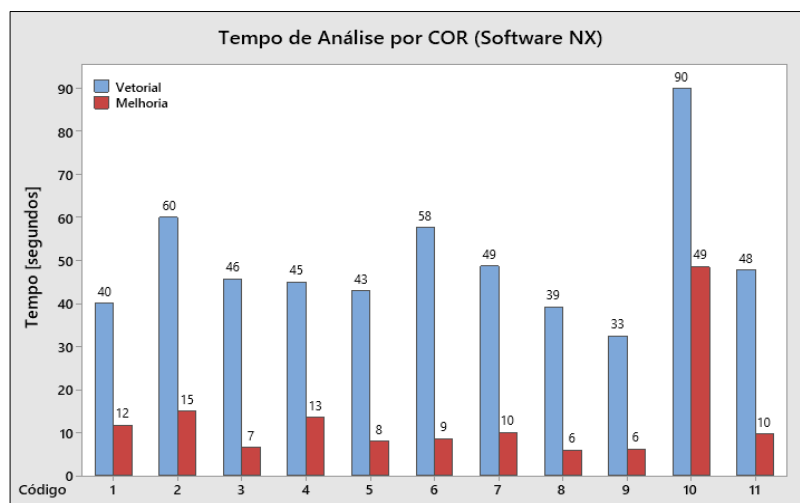


Figura 15. Gráfico comparativo de tempos entre os dois métodos de análise de massa.

Observa-se que os tempos para a análise vetorial são significativamente superiores aos tempos para a execução da API. Os dois métodos de análise resultam em valores de massas semelhantes quando levada em conta uma análise vetorial do modelamento completo, não segregado em suas cores. Quando é separado para avaliação conforme a cor, os vetores criados pelo *Software* para obtenção de massa (conforme Fig. 7) podem se anular em determinadas áreas e resultar em valores incorretos. Isso pode ocorrer principalmente devido à geometria e complexidade do projeto, além de alterar caso o modelamento seja sólido ou não.

Devido às necessidades de formato específico para utilização da API, foi solicitado aos responsáveis da área de *Design* para que os modelamentos sejam disponibilizados sólidos e segregados conforme configuração por coloração para garantir a execução da API e obtenção de dados correta.

Na Fig. 16 estão apresentados dois gráficos: o da esquerda apresenta as reduções percentuais de tempo entre a análise vetorial e a melhoria conforme suas cores e o da direita mostra as médias de tempo de execução para os dois métodos de análise. Os valores de redução são expressivos, uma vez que a menor variação observada é de 46% e a maior redução chegou a 86%. A média de tempo ficou em 50 segundos para o método vetorial e 13 segundos para o novo método implementado, ou seja, houve redução de 74% de tempo médio de execução.

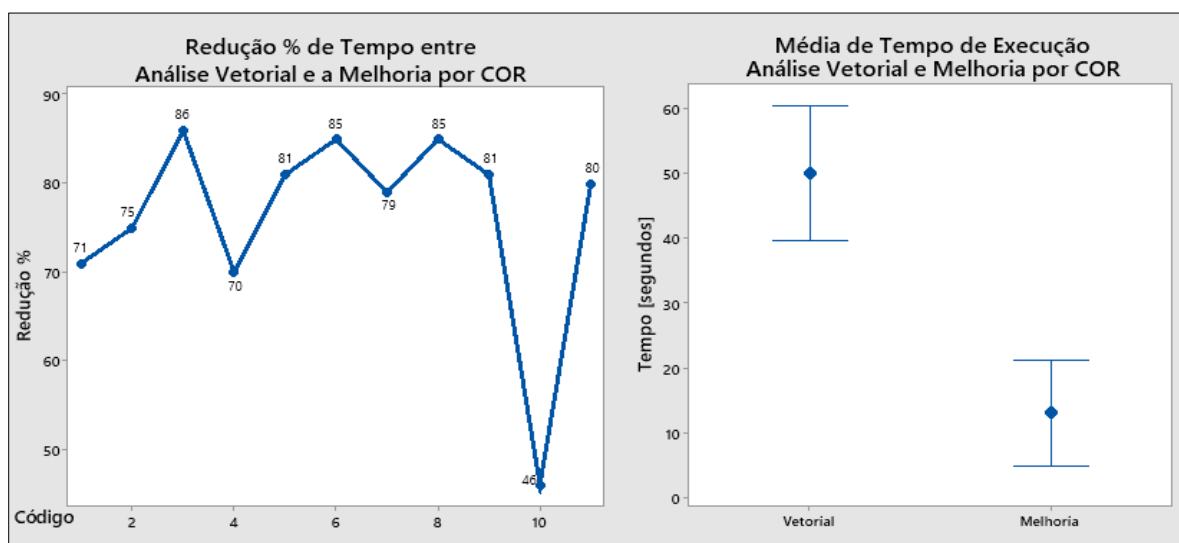


Figura 16. Gráfico comparativo de tempos cronometrados entre os dois métodos.

Com auxílio da plataforma Ticon, que utiliza o MTM para o planejamento de produtos e processos, foram descritos os padrões de trabalho pela análise vetorial e automatizada. Montando um planejamento de atividades no aplicativo (conforme Tab. 2), para o cenário anterior à implementação da melhoria foram descritos dois subgrupos principais: “Separar Cores” e “Obter Massa”. No subgrupo “Separar Cores”, 10 etapas básicas foram descritas para segregar uma cor do modelamento, totalizando em média 35,8 segundos (englobando cliques em comandos e nomeação de grupos de faces extraídas do modelo). Para o subgrupo “Obter Massa”, são necessárias 11 atividades para realização da tarefa de obter a massa das faces extraídas no subgrupo anterior, totalizando 46,98 segundos. Esses valores consideram que o usuário tenha experiência razoável na função.

Para o novo método, caso o arquivo 3D esteja nas condições adequadas, são necessários apenas 3 cliques para inicializar a execução da API que obtém as informações referentes à todas as cores presentes (massa individual, massa por par, quantidade de cores, massa por cor). Dessa forma, de modo geral, o tempo de operação do usuário fica em torno de 8,1 segundos. Algumas vezes, o tempo total de execução para o novo método pode aumentar devido ao tempo de resposta do sistema, uma vez que o *Software* pode ser mais demandado conforme aspectos do arquivo como a complexidade do projeto, por exemplo. Mesmo com esse tempo extra que ocorre em alguns casos, a API se mostra mais rápida e eficaz quanto à obtenção das informações buscadas, garantindo principalmente melhor otimização do tempo de trabalho, padronização das atividades e assertividade dos dados.

Tabela 2. Descrição MTM padronizada comparativa entre os dois métodos.

	SEQ.	GRUPO MTM	DESCRIÇÃO	VALOR UNIT. [seg]	QTDE CORES			
					1	2	3	12
Análise Vetorial	1	Separar Cores	Selecionar, extrair e separar faces	35,82	35,82	71,64	107,46	429,84
	2	Obter Massa	Obter as massas do grupo de faces extraídas	46,98	46,98	93,96	140,94	563,76
	TOTAL [seg]				82,8	82,8	165,6	248,4
Análise Melhoria	1	Inicializar	Iniciar a execução da API (3 cliques)	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
	2	Execução	Tempo de Processamento	-	-	-	-	-
	TOTAL [seg]				8,1	8,1	8,1	8,1
Diferença Percentual entre Tempos Totais				10%	10%	5%	3%	0,8%

Com a padronização MTM segregada em subgrupos, notam-se as significativas reduções percentuais de tempo de execução de atividade entre o método vetorial e a melhoria automatizada. Para componentes de apenas 1 cor, utiliza-se em média 10% do tempo que seria demandado na análise vetorial, enquanto para 3 cores, esse tempo passa a ser apenas 3% do método manual. A API pode ser utilizada em componentes que possuam até 12 cores; dessa forma, o tempo total pela análise vetorial seria aproximadamente 993,6 segundos (em torno de 16 minutos), enquanto com a API, continuariam sendo apenas os 8,1 segundos dos cliques básicos de inicialização da tarefa (apenas 0,8% do tempo demandado anteriormente). O tempo de processamento referenciado na análise automatizada pode existir em alguns projetos, todavia, em sua generalidade pode ser desconsiderado, visto que é expressivamente inferior ao restante dos tempos citados.

7. CONCLUSÃO

Ao longo deste estudo foram apresentados, através de um estudo de caso, dois métodos de análise de modelamentos 3D de Plastisol: o primeiro baseado no método vetorial e o segundo fundamentado na medição do volume direto do sólido, de maneira automatizada. O primeiro se apresentou eficaz quando os corpos eram de cor única. Todavia, não se mostrou eficiente devido ao seu elevado tempo necessário de execução, repetitividade de operações e instabilidade dos dados quando estudado em grupos de cores (como é necessidade da análise).

As ferramentas do *Lean* direcionaram o estudo, uma vez que sinalizaram os principais impasses dos processos, viabilizando oportunidades de melhoria. As atividades humanas repetitivas, o excesso de processamento e os movimentos desnecessários para obter informações simples, além do tempo despendido para todos esses fins estimularam o desenvolvimento de um conjunto de padrões programados com o objetivo de mitigar essas questões previamente identificadas.

A API desenvolvida realiza automaticamente as atividades que antes necessitavam de intervenção humana. Ademais, a sistemática de visualização da informação final calculada pelo programa facilita e dinamiza sua correta utilização, visto que os dados são apresentados ao lado de imagens das partes dos componentes de onde foram obtidos. O conjunto de padrões programados foi testado nos mesmos 11 componentes estudados pelo primeiro método, constatando que os dados de saída da API apresentam pouca variação em relação aos valores obtidos na fase 4 do ciclo de desenvolvimento dos produtos (etapa em que o produto tem sua massa medida fisicamente na fábrica).

Um dos ganhos deste estudo se refere à redução do tempo de execução de atividade e excesso de processamento de análise, visto que houve uma redução de 90% de tempo para análise de um componente com apenas 1 cor, podendo chegar a 99,2% de redução de tempo para produtos com 12 cores (que é a limitação máxima da API). Com essa aplicação, houve redução média de 85% de etapas no processo, visto que o novo método de medição se baseia em princípios mais simples e rápidos, mesmo assim resultando em valores fidedignos àqueles mensurados na prática. Em determinados componentes, pode haver acréscimo de tempo de processamento do *Software* na análise, conforme a complexidade do arquivo. Além disso, as atividades humanas repetitivas, antes necessárias ininterruptamente, tornaram-se esporádicas, apenas em situações simples e específicas.

Finalmente, houveram benefícios intangíveis, como maior assertividade de dados, redução de retrabalhos e padronização das atividades, garantindo maior qualidade, confiabilidade das informações em cada etapa e aproveitamento do processo. Podem-se vislumbrar possíveis trabalhos futuros relacionados a este estudo, principalmente quanto à tarefa de transformar corpos não sólidos em corpos sólidos (um dos mais recorrentes problemas enfrentados neste trabalho devido à exportação e manipulação dos arquivos em diferentes programas).

8. REFERÊNCIAS

- Amaral, Daniel Capaldo *et al.*, 2017, “Gestão de desenvolvimento de produtos”. Saraiva. São Paulo.
- Bernardelli, Euclides Alexandre *et al.*, 2018, “Soluções em Engenharia Mecânica Edição 2018: Melhores trabalhos de conclusão de curso do ano de 2017”, 1 Ed., Editora Simplissimo.
- Dinsmore, Paul C., 2009, “AMA Manual de Gerenciamento de Projetos”. Brasport. Rio de Janeiro.
- Daychouw, Merhi, 2007, “40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento”, Brasport.

- Hobbs, Dennis P., 2003, “Lean Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer”, J. Ross Publishing.
- Martins, Petronio Garcia; Laugeni, Fernando Pie, 2006, “Administração da Produção”, 2 Ed., São Paulo – Saraiva.
- Nunes, Luciano Rodrigues; Rodolfo Jr., Antonio; Ormanji, Wagner; Hage Jr., Elias; Gibertoni, Eliezer; Agnelli, José Augusto Marcondes; Pessan, Luiz Antonio, 2002, “Tecnologia do PVC”, ProEditores / Braskem. São Paulo.
- Oakland, John S., Oakland, Robert J., 2019, “Statistical Process Control”, 7 Edition, Routledge.
- Peinado, Jurandir; Graeml, Alexandre Reis. 2007, “Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)”. Unicemp. Curitiba.
- Rawlinson, J. G., 2017, “Creative thinking and brainstorming”, Routledge.
- Robbins, Stephen P., Coluter Mary, 1998, “Administração” – 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora Prentice – Hall do Brasil Ltda.
- Saeger, Ariane; Feys, Brigitte, 2015, “Ishikawa Diagram: Anticipate and solve problems within your business”, 50 Minutes.
- Silva, Leandro Costa da, 2015, “Gestão e Melhoria de Processos: conceitos, práticas e ferramentas”. Brasport.
- Schroder, Ronaldo; Nunes, Fabiano de Lima; Viero, Carlos Frederico; Menezes, Felipe Morais, 2015. “Análise da Implantação de um Processo Automatizado em uma Empresa Calçadista: Um Estudo de Caso a Luz do Sistema Hyundai de Produção e a Indústria 4.0”. Espacios.
- Tavares, Paulo Roberto dos Santos, 2018, “Logística Lean: Aplicando as ferramentas lean na cadeia de suprimentos para gestão e geração de valor”, 1. Ed., MAG Editora Ltda. Maringá, PR.
- Theyssens, J, 2017, “RPA: the automation of automation”. Brussels: Initio.
- Westerman, G, C Calmégane, D Bonnet, P Ferraris and A McAfee, 2011, “Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations”. MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting.
- Xavier, Carlos Magno da Silva *et al.*, 2016, “Gerenciamento de Projetos de Mapeamento e Redesenho de Processos: uma adaptação da metodologia Basic Methodware”, Brasport.

ABSTRACT

Júlia Elisa Argenta Citon, juliaaciton@gmail.com¹

Melissa Dietrich da Rosa, melissa.rosa@farroupilha.ifrs.edu.br¹

¹Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul – Farroupilha Campus, São Vicente Avenue, 785, Cinquentenário, Zip Code 95174-274, Farroupilha - RS.

Abstract. *Based on the Lean methodology, the project was structured according to concepts of the A3 tool. This is a study case of process improvement related to the automated obtaining of the 3D modeling masses of Plastisol (component used, mainly, as shoes ornament) in a footwear company. Therefore, the PDCA cycle guided the study steps, which are: analysis of the traditional working method, used before implementation; Data collection of the problem; Planning of the future state; Application of automation and validation of the initially estimated goals both in a qualitative and quantitative way. The traditional method used to have data inconsistencies, besides having a high manual execution time of repetitive activities. Using quality tools to analyse the problem's root cause, one bias pointed out to solve it was the automation of the manual method of data attainment of 3D modelling. Thus, a range of programmed patterns that allows communication among different platforms was developed, as known as API. This application enabled an automated acquisition of Plastisol data with minimum human interference. The new method allowed a reduction of 85% of steps in the process, with an average 90% analysis time of 1 colour components decrease, being able to reach 99,2% of time decrease for 12 colour products. Besides that, there were other gains, as higher data assertiveness and rework reduction, which also contributes directly to the quality and reliability of process information.*

Keywords: *Lean, continuous improvement, chronoanalysis, process automation, Industry 4.0*