



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU
ENGENHARIA INDUSTRIAL 4.0

FRANCISCO KLEBER REGIS CASTRO
JAILSON SILVA DE LIRA
MURILO MARTINS ZANIN

**OTIMIZAÇÃO DO APONTAMENTO DIGITAL DE PRODUÇÃO
NA EMPRESA LUMA PLÁSTICOS**

CURITIBA

2022

FRANCISCO KLEBER REGIS CASTRO
JAILSON SILVA DE LIRA
MURILO MARTINS ZANIN

**OTIMIZAÇÃO DO APONTAMENTO DIGITAL DE PRODUÇÃO
NA EMPRESA LUMA PLÁSTICOS**

Monografia apresentada como
resultado do grau de **Especialista em
Engenharia Industrial 4.0**, Setor de
Tecnologia, Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Anderson Donato

CURITIBA

2022

RESUMO

A Luma Plásticos é uma empresa situada na região da grande Curitiba, iniciou suas atividades em 2008, atendendo ao segmento automotivo através da transformação do plástico em peças veiculares. A Luma Plásticos atua no segmento agrícola, industrial e automotivo, fornecendo peças plásticas e em fibra de vidro como: carenagens externas, teto externo e interno, capôs, tanques, revestimentos internos e externos, painéis laterais, etc., além da fabricação de moldes de resina (RTM, vaccum formming e spray up) e ferramentais (corte, montagem e pintura). Os processos oferecidos são: moldagem vaccum formming, injeção, RTM, laminação spray up, corte, montagem, acabamento, pintura e polimento. Ao decorrer de sua existência as exigências para atender a este nicho foram fundamentais para estruturar a empresa, e despertaram o interesse por novas tecnologias e oportunidades. Com um crescimento expressivo de produção e entrada em novos mercados, a empresa vem enfrentando problemas e dificuldades em termos de gestão de produção e manutenção industrial, dentre eles a capacidade de integrar o PCP da indústria com um apontamento diário eficiente no chão de fábrica. Nesse sentido, o objetivo do trabalho proposto realizado junto a Luma Plásticos, foi de desenhar um processo de otimização do apontamento digital de produção na empresa. Com o trabalho implementado depois de uma série de visitas presencialmente na fábrica (gemba) e a realização de diversos diagnósticos e levantamento de dados, a empresa vem conseguindo ter informações reais de sua capacidade produtiva com a possibilidade de tomar decisões baseadas em insumos do dia a dia da indústria. As principais conclusões desse trabalho são que o processo de apontamento digital proposto foi efetivo pela elevar a capacidade produtiva da empresa em níveis de recursos de trabalhos, manutenção industrial de forma Lena e uma eficiente gestão estratégica.

Palavras-chave: Luma Plásticos. Apontamento digital. Capacidade produtiva.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	8
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	9
1.3. JUSTIFICATIVA.....	9
1.4. HIPÓTESE.....	10
1.5. OBJETIVO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. MATERIAIS COMPÓSITOS E TERMOFORMAGEM	11
2.2. PROCESSO DE INFUSÃO.....	16
2.3. VACUUM FORMING.....	18
2.4. RTM SKIN.....	19
2.5. RTM LIGHT	22
2.6. SPRAY UP	24
2.7. SOLUÇÕES DE FABRICAÇÃO PARA DIFERENTES INDÚSTRIAS	25
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	27
3.1 Diagnóstico do cenário atual.....	27
3.2 Planejamento e soluções	35
3.2.1 Filtrar ordens de produção	35
3.2.2 Utilizar código de barras	35
3.2.3 Aquisição de dispositivos eletrônicos.....	36
3.2.4 Tela para visualização de dados em tempo real.....	37
3.2.5 Treinamento de colaboradores	37
4. RESULTADOS OBTIDOS	38
5. CONCLUSÕES	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

A Luma Plásticos iniciou suas atividades em 2008, atendendo ao segmento automotivo através da transformação do plástico em peças veiculares. As exigências para atender a este nicho foram fundamentais para estruturar a empresa, e despertaram o interesse por novas tecnologias e oportunidades. A logomarca da empresa que fica situada em São José dos Pinhais na grande Curitiba está representada pela Figura 1.

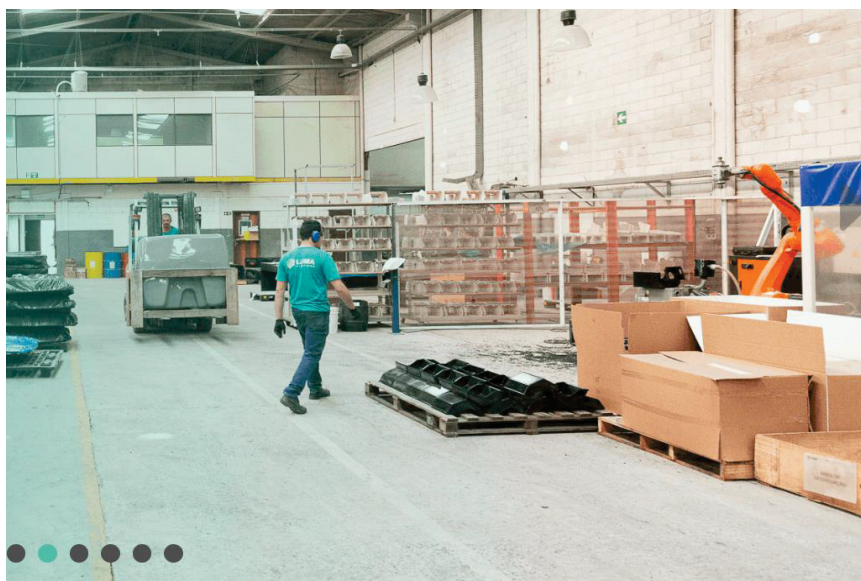
Figura 1 - Logomarca da empresa Luma Plásticos.



Fonte: Autores, 2022.

Com o tempo, a empresa expandiu as suas áreas de atuação e atualmente destaca-se nos mercados agrícola, de linha branca e surf shop, com os serviços de vacuum forming, fiberglass, trabalhos de modelação e usinagem CNC, RTM Light e Spray Up. A Figura 2 a seguir mostra o chão de fábrica da empresa Luma Plásticos.

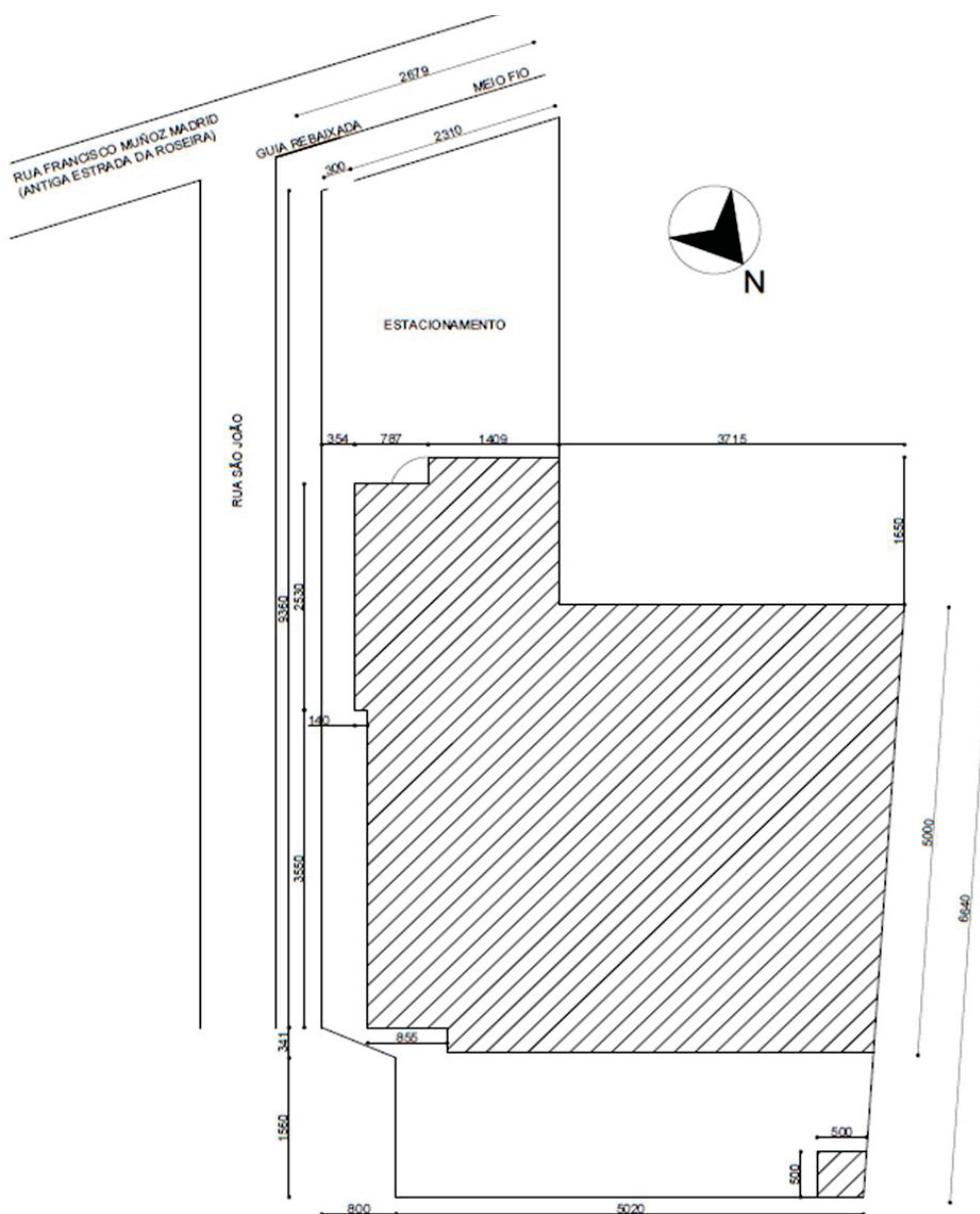
Figura 2 - Chão de fábrica da empresa Luma Plásticos.



Fonte: Autores, 2022.

No que relaciona o ramo de atividade, a empresa se classifica e se enquadra em empresas que possui como core a fabricação de artefatos de material plástico para usos industriais, serviços de instalação, manutenção e reparação de acessórios para veículos automotores, comércio e varejo de peças e acessórios novos para veículos automotores, comércio por atacado de peças e acessórios novos para veículos automotores. Na Figura 3 a seguir é ilustrada uma planta baixa (desenho) da localização geográfica da empresa, que estrategicamente tem buscado atender clientes do agronegócio do Estado do Paraná.

Figura 3 - Planta baixa da localização geográfica da empresa.



Fonte: Autores, 2022.

A Luma Plásticos atua no segmento agrícola, industrial e automotivo, fornecendo peças plásticas e em fibra de vidro como: carenagens externas, teto externo e interno, capôs, tanques, revestimentos internos e externos, painéis laterais, etc., além da fabricação de moldes de resina (RTM, vaccum formming e spray up) e ferramentais (corte, montagem e pintura). Os processos oferecidos são: moldagem vaccum formming, injeção, RTM, laminação spray up, corte, montagem, acabamento, pintura e polimento.

Para entender completamente a organização e seu contexto, a Luma Plásticos determina os desafios internos e externos que são relevantes e que afetam a capacidade de alcançar os resultados pretendidos do Sistema de Gestão Ambiental que foi implementado recentemente na empresa, através da constante análise e atualização do Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais e ciclos PDCA aplicados nos processos.

A implementação do Sistema de Gestão Ambiental, culminou em um manual de boas práticas que tem como objetivo estabelecer diretrizes para orientar a implantação, manutenção e aprimoramento do Sistema de Gestão Ambiental da Luma Plásticos, com base na Política Ambiental, da norma referência NBR ISO 14001:2015 em conjunto com os requisitos da norma ISO 9001:2015 e do Sistema de Gestão da Qualidade e das exigências de seus clientes, seguindo as seguintes referências normativas e sistemas de gestão ambiental, os quais tem colocado a empresa em uma excelente visibilidade em relação as questões ambientais.

- Referências normativas

ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos

ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos

- Termos e definições

SGA: Sistema de Gestão Ambiental

SGQ: Sistema de Gestão da Qualidade

PGRS: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

LAIA: Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais

AIA: Aspectos e Impactos Ambientais

A Luma Plásticos define sua missão, visão e valores, como sendo:

- Missão:

Proporcionar a melhor experiência a clientes que buscam soluções em compósitos via parcerias idôneas, pautadas na ética e responsabilidade ambiental, agregando desta forma valor a produtos e satisfação ao cliente final.

- Visão:

Ser notoriamente reconhecido pelo atendimento, qualidade e tecnologia. Com essas premissas credenciar nossa marca aos melhores players do seguimento.

- Valores:

Orientação para o futuro e foco no Resultado

Sucesso do Cliente

Iniciativa e Determinação

Sustentabilidade

Responsabilidade

Paixão

Qualidade

Inovação

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Luma Plásticos iniciou suas atividades em 2008, atendendo ao segmento automotivo através da transformação do plástico em peças veiculares. As exigências para atender a este nicho foram fundamentais para estruturar a empresa, e despertaram o interesse por novas tecnologias e oportunidades.

Com o tempo, a empresa expandiu as suas áreas de atuação e atualmente destaca-se nos mercados agrícola, de linha branca e surf shop, com os serviços de *vacuum forming*, *fiberglass*, trabalhos de modelação e usinagem CNC, *RTM Light (Resin Transfer Molding)* e *Spray Up*. Entretanto, com o crescimento vieram as dores em que a empresa vem buscando atacar.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Recentemente, a empresa comprou um sistema para realizar a gestão do apontamento e torná-lo um processo digital, entretanto tem dificuldades operacionais no sentido do manuseio, otimização e da integração com o planejamento e controle da produção.

Com ida ao “Gemba” pelos alunos especialistas em Indústria 4.0 da Universidade Federal do Paraná, foram identificados os seguintes problemas pontuais e/ou oportunidades de melhoria:

- Apontamento realizado de forma errada;
- Tempo de apontamento é maior que o tempo de produção;
- Tempo de apontamento de cada operador ainda é incipiente e não efetivo;
- Tempo de apontamento de cada operador x projeto implantado;
- Lista de apontamento com muitos itens e com baixa conexão com o sistema;
- Falta de engajamento dos operadores.

O que gera acarreta em problemas como gargalos por conta do tempo que o operador leva para fazer um apontamento, falta de controle no processo produtivo, perdas de matérias primas, horas trabalhadas, tempo ocioso de operadores e máquinas, horas extras.

1.3. JUSTIFICATIVA

Nesse sentido, o que justificou e motivou o desenvolvimento desse trabalho, foi utilizar da expertise em Indústria 4.0 na estruturação de um processo de otimização do apontamento digital de produção para a empresa, com o objetivo de elevar a capacidade produtiva e melhoria contínua dos produtos por meio da integração dos dados levantados no apontamento com o sistema de gestão que a empresa adquiriu. Garantindo uma maior visibilidade e rastreabilidade do processo de produção e em tempo real.

1.4. HIPÓTESE

- Integração dos dados levantados no apontamento digital com o sistema de gestão que a empresa adquiriu;
- Integração dos dados levantados no apontamento digital com PCP da empresa.

1.5. OBJETIVO

Seguindo o que foi exposto anteriormente, o objetivo deste trabalho, está, portanto, na apresentação de uma proposta de melhoria na operacionalização do apontamento manual para um apontamento digital, integração entre o PCP da empresa e o sistema de gestão, de forma a criar uma cultura de melhoria contínua na organização e conectar a operação com a estratégia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

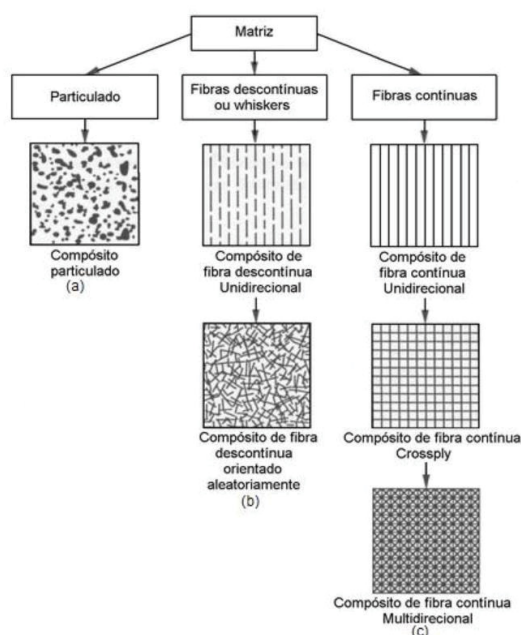
2.1. MATERIAIS COMPÓSITOS E TERMOFORMAGEM

Os materiais compósitos são aqueles formados a partir da mistura de dois ou mais constituintes em escala macroscópica que não se misturam e possuem características diferentes na sua forma e composição. Os primeiros compósitos tenham surgidos em construções primitivas em que tijolos eram feitos a base de lama e capim (CARVALHO, 2015).

O compósito é um sistema de materiais formado de duas ou mais fases sendo que o desempenho mecânico e propriedades são projetados para serem superiores aquelas dos constituintes atuando independentemente. A norma ASTM D3878 (2007) define compósito como uma substância que consiste de dois ou mais materiais, insolúveis entre si, que são combinados para formar um material de engenharia útil, exibindo certas propriedades que não se encontram nos materiais isoladamente (CARVALHO, 2015).

Normalmente a classificação dos compósitos é realizada em função da natureza da fase dispersa e da matriz. Dessa forma, os materiais compósitos possuem a seguinte classificação com relação à fase dispersa, conforme Figura 4 (CARVALHO, 2015).

Figura 4 - Classificação dos materiais compósitos.



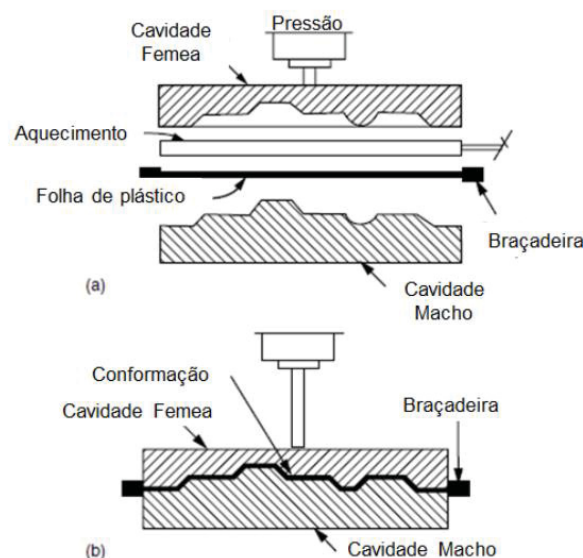
Fonte: Carvalho, 2015.

O polipropileno é uma resina de baixa densidade que oferece um bom equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas. Ele apresenta grande resistência a rupturas por flexão e fadiga. As suas propriedades mecânicas podem ser significativamente melhoradas através de reforços de fibra de vidro ou em grades especiais modificados com borrachas. Ele é largamente utilizado e apresenta boas perspectivas de aplicação num mercado em expansão como o brasileiro (PETRY, 2011).

Existe um crescente interesse na substituição de peças metálicas ou outros materiais por peças de plásticos, sendo que as pesquisas de inovação tecnológica da indústria automobilística se utilizando desse material são as que mais crescem, pois o plástico é resistente, garante maior leveza e ainda menor consumo de combustível. O polipropileno é um polímero de destaque nesse setor. Ele se destaca pela alta resistência química e a solventes, boa estabilidade dimensional, flexibilidade, durabilidade, excelente balanço entre impacto e rigidez (PETRY, 2011).

Em relação a termoformagem, quando aquecido o termoplástico em formato de folha torna-se uma forma tão maleável que pode então esticar-se e tomar qualquer forma, o processo resume-se em 3 etapas: (a) formação a vácuo, (b) pressão de formação e (c) conformação mecânica num molde para obtenção da forma desejada conforme pode ser visto na ilustração da Figura 5 (SCHUTT, 2014).

Figura 5 - Molde de termoformagem: (a) aquecimento, (b) formação.



Fonte: Schutt, 2014.

O processo de termoformagem é muito utilizado para fabricação de peças com baixo nível de acabamento, principalmente em paralamas ou parabarros. Abaixo (Figura 6) temos a imagem de um paralama produzido pelo processo de termoformagem (SCHUTT, 2014).

Figura 6 - Paralama traseiro plástico.



Fonte: Schutt, 2014.

O compósito é o resultado da ligação íntima entre dois ou mais materiais com propriedades diferentes para a obtenção de um novo material eficaz e multifase, com melhoria nas performances individuais de cada um. O ligamento de uma fase contínua (resina) e uma fase descontínua (fibra de vidro) agregados a um processo físico-químico de cura forma o compósito (CARVALHO, CALADO e DIAS, 2014).

A termoformagem é um dos processos de transformação utilizados na indústria do plástico na atualidade. Diante de sua versatilidade e baixo custo, o vacuum forming ou termoformagem à vácuo é uma tendência nesse tipo de indústria. Esse processo é muito utilizado na produção de grandes ou pequenas quantidades, mas que exijam precisão, resistência, beleza e opções de design. Qualquer material termoplástico pode passar pelo processo. Por exemplo: PETG, PET, PSAl, ABS e Polietileno (ARTEEMPLAST, 2022).

Segundo a Artemplas (2022), o processo de termoformagem consiste basicamente em:

- 1 - O material é extrudado, ou seja, pré-aquecido até obter a forma plana;
- 2 - A placa é aquecida e fixada sobre o molde até que tome a forma desejada. O tempo de exposição e temperatura são programados de acordo com a espessura da placa e o tipo de material utilizado;
- 3 - Quando molde entra em contato com a placa há o uso de ar comprimido, vácuo ou algum componente mecânico, para deixar a placa no formato do molde;
- 4 - O resfriamento pode ocorrer por ventilação forçada ou por contato com água. Essa fase é importante para a estabilidade do produto. A placa deve ser resfriada até que o material possa ser removido do molde, sem causar qualquer distorção;
- 5 - O acabamento é feito para garantir a remoção dos excessos do material de onde a placa foi fixada.

Um dos componentes mais importantes dessa máquina é o forno. Ele tem a função de aquecer a chapa para que forme uma lâmina plástica do qual será obtido o produto. Existem, basicamente, três tipos de aquecimentos nos fornos: resistências de quartzo, resistências elétricas de cerâmica e resistências de cartucho. Sendo as resistências de cerâmica mais presentes, pela sua facilidade de fabricação no Brasil (ARTEEMPLAST, 2022).

O processo é utilizado na área de embalagens para fabricação de bandejas, gavetas, cosméticos, formas de bolo, entre outros. Também tem aplicações na área de medicina com a fabricação de máscaras de radioterapia, máscaras de pressão, próteses e brackets dentários. As peças podem tomar diversas cores e texturas, quando na extrusão das chapas e dependendo da confecção do molde e também da necessidade de aplicação do cliente (ARTEEMPLAST, 2022).

Devido a sua fácil manipulação, o processo de termoformagem é bastante aceito por engenheiros, arquitetos e designers. Agregado a isso tem-se o fato dos produtos terem um ciclo de vida pequeno, impulsionando a atividade da indústria desse setor. O processo de termoformagem pode sofrer variações em relação às necessidades do cliente, entre essas variações estão: modelagem à vácuo (empresas de linha branca, implementação agrícola, bebedouros,

automotivo), modelagem a pressão, modelagem com duas placas, modelagem com plug ou contramolde auxiliar, modelagem com contramolde e vácuo e modelagem com alongamento da placa (ARTEEMPLAST, 2022).

A fabricação de peças a partir do processo de termoformagem ganhou mercado diante de sua facilidade e economia. A simplicidade da fabricação e o preço do material torna o produto final mais competitivo no mercado e cada vez mais está presente no dia a dia das pessoas. A termoformagem é um processo viável para grandes e pequenas produções e para diversos setores do comércio de polímeros. (ARTEEMPLAST, 2022).

A termoformagem é um processo de fabricação de peças com polímeros termoplásticos, ou seja, plásticos que após serem submetidos a altas temperaturas podem ser moldados de forma a permanecer nesse estado após o resfriamento. Tal fenômeno não ocorre com polímeros termofixos, pois, ao contrário dos termoplásticos, não podem ser moldados após serem submetidos às mesmas condições (NASCIMENTO, 2017).

As peças fabricadas pela Luma Plásticos passam por criterioso processo de qualidade, pois são enviadas direto para a borda de linha das montadoras. A fabricação de produtos plásticos pelo processo de termoformagem traz vantagens como: Menor investimento em ferramental necessário, capacidade de realizar peças com grandes superfícies e desenvolvimento de produto ágil, se comparado com processos similares. Possibilita também criação de texturas que podem diferenciar o design dos produtos fabricados (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

A Luma Plásticos fornece peças técnicas de vacuum forming com o mais elevado padrão de qualidade, entregando soluções que vão desde a concepção do projeto até a entrega das peças nos clientes que atuam nos mais diversos setores econômicos do país. As soluções estão presentes em grandes multinacionais que atuam no mercado brasileiro como: Brastemp, Mitsubishi Motors Peugeot e Kuhn (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

2.2. PROCESSO DE INFUSÃO

O processo de infusão é a fabricação de peças de fibra de vidro através da injeção de resina e aplicação de vácuo. É feita com contra-molde flexível (seja ele de filme ou pele de silicone). O objetivo é maximizar o teor de vidro no compósito e é indicado para peças grandes, de geometria complexa e que requerem resistência à corrosão (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

O processo de infusão a vácuo é um dos processos mais inovadores na indústria náutica. É um método que muitas vezes acaba sendo mais eficiente e prático do que o de laminação, por exemplo. Cada caso é um caso e exigem processos e métodos de construção específicos dependendo de seu tamanho e utilização (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Pode-se dizer que este é o processo utilizado para a construção de peças de alta performance e qualidade, podendo alcançar até 70% de teor de vidro. Esta técnica pode ser vista na fabricação por exemplo de barcos pelos grandes estaleiros mundo a fora ou naqueles enormes geradores de energia eólica. Possui escala industrial, e assim, requer estrutura e experiência para ser realizado (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

O processo de infusão a vácuo é uma técnica de injeção de resina alternativa aos processos manuais em molde aberto, “hand lay-up” e “spray lay-up”. Este processo caracteriza-se essencialmente pela utilização de um molde flexível, o qual é submetido à pressão do vácuo para injetar a resina para o interior do material de reforço (LOPES, 2019).

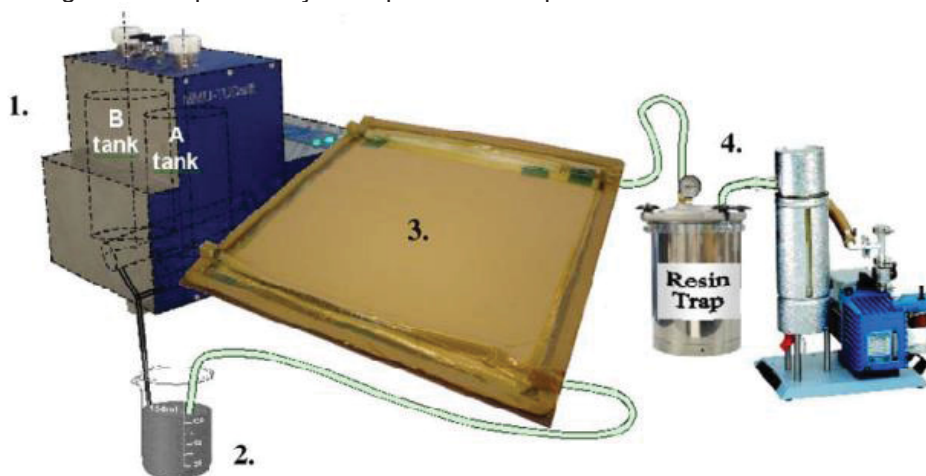
O rápido crescimento da indústria dos compósitos e o esforço contínuo para produzir componentes rígidos, leves e de rápido fabrico promoveu o uso de técnicas de pressão para consolidar e formar materiais com excelentes propriedades mecânicas. Um dos principais óbices à inserção da área dos compósitos no mercado é o elevado custo que está associado a algumas tecnologias de fabricação destes materiais, tal como, o processamento em Autoclave (LOPES, 2019).

Em resposta a estes desafios têm-se destacado processos de moldação líquida de compósitos, tais como, o RTM e o VIP. Contudo, apesar da sua popularidade, o processo de RTM continua a exigir grandes investimentos, uma vez que utiliza moldes muito pesados e complexos com capacidade de suportar

a pressão de injeção em peças de grandes dimensões, o que conduz a elevados custos de produção. O VIP promove a obtenção de um laminado robusto, de elevada qualidade e com uma reduzida quantidade de imperfeições. Como em qualquer outro processo de fabricação de compósitos, o planeamento do seu desenvolvimento e os cuidados durante a manufatura são fatores críticos para o sucesso do processo (LOPES, 2019).

O processo de infusão a vácuo, esquematicamente apresentado na Figura 7, é uma técnica recente de injeção de resina sob pressão, em molde fechado, para a produção de compósitos, com elevada potencialidade na fabricação de peças com forma simples, em pequena série e com baixos custos de produção. Esta técnica é simples e fácil de executar e consiste nas seguintes etapas de processamento: (i) colocação do material de reforço no interior do molde, (ii) introdução da resina no interior do molde, (iii) cura da resina e (iv) abertura do molde e desmoldação da peça (LOPES, 2019).

Figura 7 - Representação esquemática do processo de infusão a vácuo.



Fonte: Lopes, 2019.

No processo de infusão a vácuo, todo o material, espumas de PVC e tecidos são colocados secos no molde já pronto. Desta forma são envolvidos por uma bolsa plástica de vácuo. Ao acionar a bomba de vácuo, o ar sairá do plástico e a resina será transferida, através de mangueiras ligadas a um balde de resina, para dentro das camadas de fibra pela ação diferencial de pressão interna e externa (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Os laminados fabricados pelo processo de infusão são mais resistentes que os laminados convencionais fabricados manualmente, visto que sua impregnação por entre as fibras chega a 70%, enquanto que na laminação manual atinge em média 30% do teor de fibra (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

A infusão de resina oferece as vantagens de usar materiais de reforço convencionais e sistemas de resina ligeiramente modificados para criar componentes que proporcionam baixo teor de vazios, com ótimos valores de fração volumétrica de fibras a um custo muito mais baixo do que o dos sistemas de desempenho semelhantes, tais como prepregs. Isto é geralmente viabilizado pelo baixo custo do ferramental necessário ao compósito, o qual pode ser curado à temperatura ambiente ou a baixa temperatura (RODRIGUES, 2014).

2.3. VACUUM FORMING

Vacuum forming é uma técnica para moldar uma variedade de plásticos usando um molde. O processo começa fixando uma folha de plástico de uniforme espessura em uma estrutura resistente dentro de uma câmara de vácuo. A estrutura é aquecida e move-se lentamente em direção ao molde até que o quadro toca o fundo da câmara e o plástico macio é colocado sobre o molde. A formação a vácuo é uma técnica industrial usado para produção em lote ou em massa. Este processo permite termoplásticos a serem formados em complicadas formas como embalagens, bandejas de armazenamento e bandejas de sementes (ADHIKARI *et al.*, 2021).

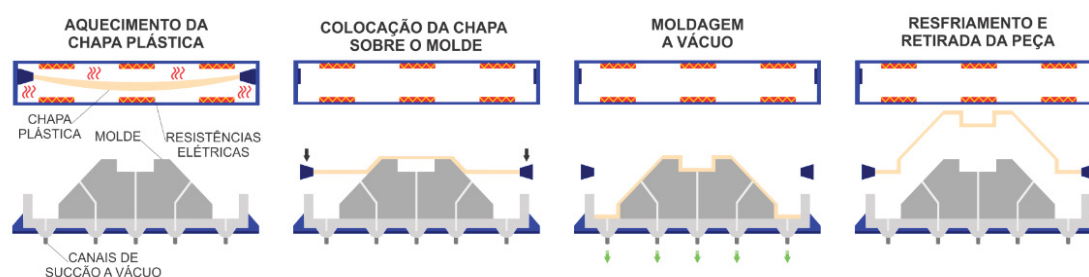
Para Diniz e Cavalcante (2018), o Vacuum Forming, também conhecido como Moldagem a Vácuo, é um processo de termoformagem capaz de transformar chapas de diferentes cores e materiais plásticos (ABS, PP, PEAD, PS, Noryl, ABS+PMMA etc.), em peças técnicas de alta complexidade, por meio de sistemas de sucção a vácuo.

Capaz de atender diversos segmentos industriais como caminhões, ônibus, carros, máquinas agrícolas, refrigeração, máquinas para construção civil e mineração, o processo de Vacuum Forming produz pára-choques, carenagens, tetos, painéis, proteções e muitas outras peças, que cumprem com eficiência as mais rigorosas exigências de performance do produto, em relação a dimensional,

design, resistência a intempéries (radiação UV), durabilidade e muitos outros requisitos (DINIZ e CAVALCANTE, 2018).

No processo de Vacuum Forming, a chapa plástica é posicionada no quadro da máquina de termoformagem, onde será aquecida uniformemente por meio das resistências elétricas. Em seguida, por meio de sucção a vácuo, o material adere à superfície de moldagem e adquire sua forma. Após o resfriamento, a peça plástica é retirada do molde e finalizada com procedimentos de acabamento como corte e pintura, de acordo com as especificações de cada projeto, conforme Figura 8 a seguir (DINIZ e CAVALCANTE, 2018).

Figura 8 - Processo de Vacuum Forming.



Fonte: Diniz e Cavalcante, 2018.

Capaz de efetuar a extrusão das próprias chapas e com processo de acabamento robotizado extremamente moderno, o processo de Vacuum Forming, tem forte relação com a integração de novas tecnologias e materiais de alto desempenho, com qualidade e custo-benefício (PAIVA, 2010).

2.4. RTM SKIN

A tecnologia do RTM Skin (moldagem por transferência de resina com pele de silicone) é uma opção aos processos de RTM convencional, RTM Light e Infusão. Podemos dizer que esta técnica é ideal para peças grandes, com exigências de altas propriedades mecânicas. Geralmente são peças com geometria complexa e com ângulos negativos, conforme mostra a Figura 9. Para este tipo de produção é utilizada uma “pele de silicone” como contra-molde flexível, ao invés de um contra molde rígido (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Figura 9 - Processo de fabricação RTM Skin.



Fonte: Luma Plásticos, 2022.

Como as linhas de injeção estão no contra molde flexível, possibilita a compressão do composto, garantindo um alto teor de vidro e aumento das propriedades mecânicas, atendendo peças dos segmentos automotivos, náutico, eólico, aéreo, etc, Figura 10. Outras vantagens que podemos pontuar são: a otimização de processos de produção, redução de matéria prima e menor peso da peça devido a diminuição de espessura (maior teor de vidro (>35 %) e menor tempo de desenvolvimento de ferramental (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Figura 10 - Peças produzidas empregando tecnologias de RTM Skin.

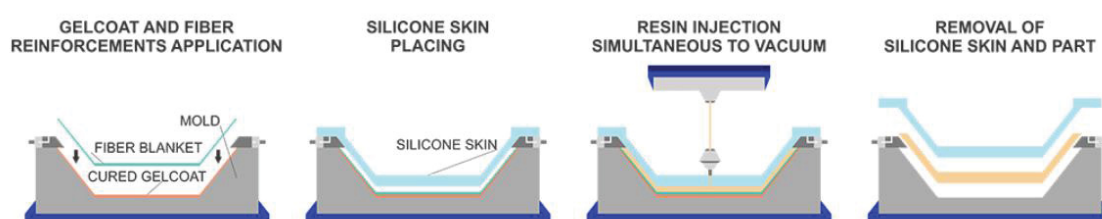


Fonte: Luma Plásticos, 2022.

Aranha (2017), diz que o RTM Skin é um processo de conformação polimérica semelhante ao RTM Light, mas que utiliza um filme de silicone como sistema de fechamento do molde, ao invés do contramolde rígido, permitindo um menor custo de ferramental e capaz de produzir peças de grandes dimensões, geometria complexa e ângulos de extração negativos, com excelentes propriedades mecânicas.

O primeiro passo do RTM Skin é aplicar o gel coat na superfície do molde. Na etapa seguinte, os reforços de fibra de vidro são colocados e a membrana de silicone é posicionada. Este filme é então selado a vácuo e a resina é injetada de forma controlada através de seu canal, usando as máquinas RTM. Após o término do procedimento de cura, a pele de silicone é removida, juntamente com os canais de injeção e vácuo, para que a peça possa ser desmoldada. O processo do RTM Skin é ilustrado na Figura 11 a seguir (ARANHA, 2017).

Figura 11 - Workflow do processo fabril por RTM Skin.



Fonte: Aranha, 2017.

A fabricação de peças em RTM Skin atendem aos mais exigentes requisitos das principais montadoras mundiais de caminhões, ônibus, agroveículos, máquinas de construção, veículos leves e muitos outros segmentos (ARANHA, 2017).

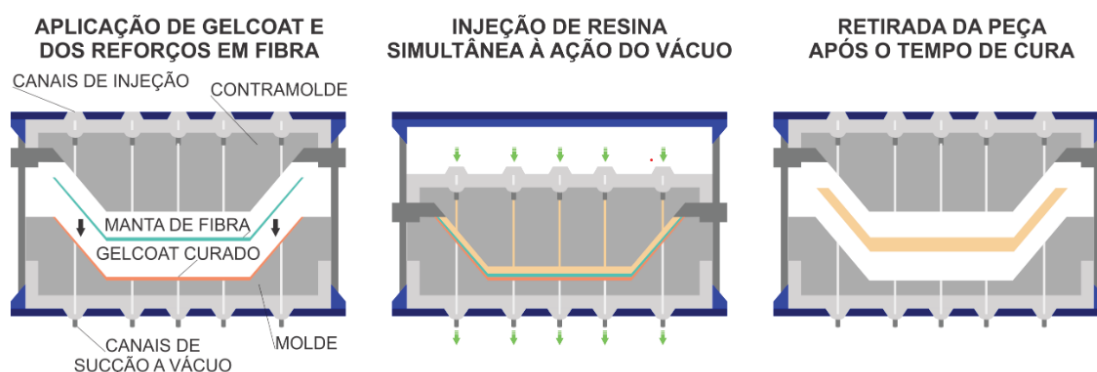
Embora com a gama de aplicações e versatilidade em termos de mercado, o investimento é alto em treinamento e estrutura para o desenvolvimento do RTM Skin, o que reflete as diretrizes de preservação do meio ambiente, inovação e melhoria contínua que nos caracterizam como fornecedor de soluções plásticas em fibra de vidro e termoplástico (ARANHA, 2017).

Mais sustentável e produtiva que muitas outras técnicas de moldagem de termofixos, a RTM Skin é um processo moderno e versátil que garante peças técnicas extremamente resistentes, com baixo peso e acabamento refinado (ARANHA, 2017).

2.5. RTM LIGHT

O RTM Light é um processo em molde fechado, em que a primeira etapa consiste em aplicar o gelcoat na superfície do molde, posicionar as mantas de fibra de vidro e eventuais reforços, para depois fechá-lo com o contramolde. Finalizado este passo, a resina começa a ser injetada com baixa pressão simultaneamente à ação do vácuo, até que o material preencha todo o espaço da cavidade do molde. Posteriormente, é esperado o tempo de cura completo do polímero, para que em seguida a peça seja retirada do molde, conforme é ilustrado o processo de fabricação a seguir (BURIGO, 2015).

Figura 12 - Processo de fabricação utilizando o RTM Light.



Fonte: Burigo, 2017.

Segundo Burigo (2015), as vantagens do processo permitem reduzir custo, melhorar a qualidade do produto fabricado e aumentar a produtividade. Além disso, o consumo de matérias primas pode ser reduzido, qualidade superficial em ambas as faces é obtido, a presença de poros é quase eliminada, uniformidade de espessura é garantida e apresenta bom controle dimensional.

RTM Light (Resin Transfer Molding) é uma evolução do processo de RTM convencional. Consiste na fabricação de peças em fibra de vidro, utilizando mantas de fibra de vidro bem como injeção de resina plástica, com auxílio de vácuo. O molde é fechado em baixa pressão (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Aplica-se o gel coat na superfície do molde, sobreposta com a manta de RTM com núcleo que é por onde a resina injetada transita até o ponto de sucção. Neste processo a garantia da espessura é constante pois deriva do espaçamento entre o molde e contramolde (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Indicado para artigos de médio porte, o RTM Light praticamente não emite o poluente estireno no meio ambiente, sendo, portanto, mais sustentável. É bastante utilizado na fabricação de produtos estruturais e em aplicações automotivas, conforme demonstra a Figura 13 a seguir (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Figura 13 - Processo de fabricação por RTM Light.



Fonte: Luma Plásticos, 2022.

Este método de injeção de compósitos resulta em peças de maior resistência, com qualidade diferenciada de acabamento. Processo muito utilizado em peças estruturais e de aplicação automotiva, pois oferece uma ótima qualidade de superfície e permite um acabamento em ambos os lados da peça, atendendo às diversas especificações existentes no mercado (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Manufatura de peças em fibra de vidro com molde e contra-molde rígidos através do escoamento de resina e utilização de vácuo. Permite uma produtividade superior às peças feitas em spray-up ou hand lay-up e além disso, liberdade de formas geométricas, Figura 14 (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Figura 14 - Peças fabricadas pelo processo RTM Light.



Fonte: Luma Plásticos, 2022.

2.6. SPRAY UP

O processo de Spray up está inserido de forma muito importante no cenário industrial para peças de fibra de vidro. O processo consiste na aplicação simultânea de resina, catalisador e fibra de vidro, através de uma pistola que garante a correta proporção desses 3 componentes. A aplicação ocorre diretamente na superfície do molde que, primeiramente, foi preparado e pintado com gel coat. Nesta etapa, é necessária a operação de “roleteamento”, a fim do correto assentamento do material e expulsão de bolhas de ar (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Uma versão mecanizada da laminação hand lay-up é o spray-up, possibilitando aumento na produção. Esse processo transfere simultaneamente para a superfície do molde a resina pré-catalisada e as fibras de reforço picado através de um picador pneumático de roving acoplado diretamente no revolver (BURIGO, 2015).

Spray-up é um processo muito econômico para a produção de peças de pequenas e grandes dimensões. Utiliza ferramentas e moldes de baixo custo e é adequado para baixos e médios volumes de produção. É um processo que requer habilidade do operador para manter uniformidade na espessura do produto moldado. Assim como o hand lay-up, o processo de spray up requer funcionários auxiliares para fazer a roletagem (BURIGO, 2015).

As matérias primas que podem ser fabricadas pelo processo Spray Up são inúmeras e podem ser aplicadas para cada projeto específico da peça, como: resinas ortoftálica, isoftálica e isoftálica, além de catalisadores, gelcoat (ortoftálico, isoftálico, gel coat primer. Com isso, pode-se resultar em peças como tanques, carenagens e painéis, Figura 15 (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Figura 15 - Peças como tanques, carenagens e painéis, fabricadas pelo processo Spray Up.



Fonte: Luma Plásticos, 2022.

As principais vantagens do processo de laminação spray up são: processo econômico para a produção de peças pequenas, grandes e com geometrias complexas; moldes e ferramentas de baixo custo, adequados para baixos e médios volumes de produção (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

As principais aplicações são: carenagens, banheiras, dutos, painéis, tanques de produtos químicos, cascos de barcos, piscinas, etc. e são aplicadas em vários segmentos, como o automotivo, agrícola, náutico, indústria em geral, construção civil, etc (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

2.7. SOLUÇÕES DE FABRICAÇÃO PARA DIFERENTES INDÚSTRIAS

As aplicações vão desde implementos agrícolas, rodoviários, linha branca, automóveis e ônibus, panificação, entre outros. O plástico termo moldado, a fibra de vidro, de carbono e outros derivados de polímero são soluções viáveis e de grande rendimento para maquinários, peças decorativas, para construção civil, urbanismo e muitas outras áreas (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Inegavelmente, o setor agrícola, englobando os implementos agrícolas, é um dos principais motores da economia brasileira. As safras crescem em produtividade ano após ano, atingindo números recordes e contribuindo significativamente para o superávit da balança comercial brasileira (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Todavia, para garantir e manter esses índices, são necessários investimentos pesados em todas as etapas da cadeia produtiva do agronegócio. Com tanta competitividade, se faz necessário o investimento em maquinários de alta tecnologia. De tal forma que ajudem pequenos e grandes produtores a ganhar tempo no plantio e colheita, evitando desperdícios e otimizando a produção (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

O plástico, como um sensor apurado da economia, reflete e estimula o ciclo de expansão de todas as atividades produtivas, destacando-se a indústria alimentícia, a construção civil, o agronegócio, a indústria de máquinas e a automobilística (PETRY, 2011).

Desde 2007, verifica-se o aumento do consumo de plásticos em razão da conjugação de fatores como moeda estável e forte, crédito de longo prazo a custos suportáveis, crescimento econômico e programas oficiais do governo de transferência de renda para a população mais pobre, ampliando a Classe C. Classe esta, que teve o maior aumento de poder aquisitivo nos últimos anos, trazendo como consequências o aumento de consumo de plásticos, mais oportunidades de enriquecimento para quem produz ou vende (PETRY, 2011).

Em regra, todos os plásticos tiveram aumento de consumo, porém o polipropileno foi um dos maiores beneficiados pelos fatores mencionados, tendo em vista ainda a sua diversidade e versatilidade como fatores determinantes nas suas aplicações, proporcionando grande salto percentual entre as resinas commodities no Brasil (PETRY, 2011).

A Luma Plásticos está sempre atenta ao mercado, bem como procurando inovar com produtos para as mais diversas áreas. Assim sendo, um dos segmentos que a Luma tem ganho destaque é o meio esportivo, através da fabricação da Gotab Futmesa (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

Futmesa é o esporte que vem conquistando o Brasil nos últimos anos, visto que a modalidade mistura futebol, vôlei e tênis de mesa. Ou seja, é sucesso garantido entre jogadores de futebol e peladeiros. Como resultado, até mesmo os clubes de futebol entraram na onda e contam com o equipamento nos centros de treinamento e estádios (LUMA PLÁSTICOS, 2022).

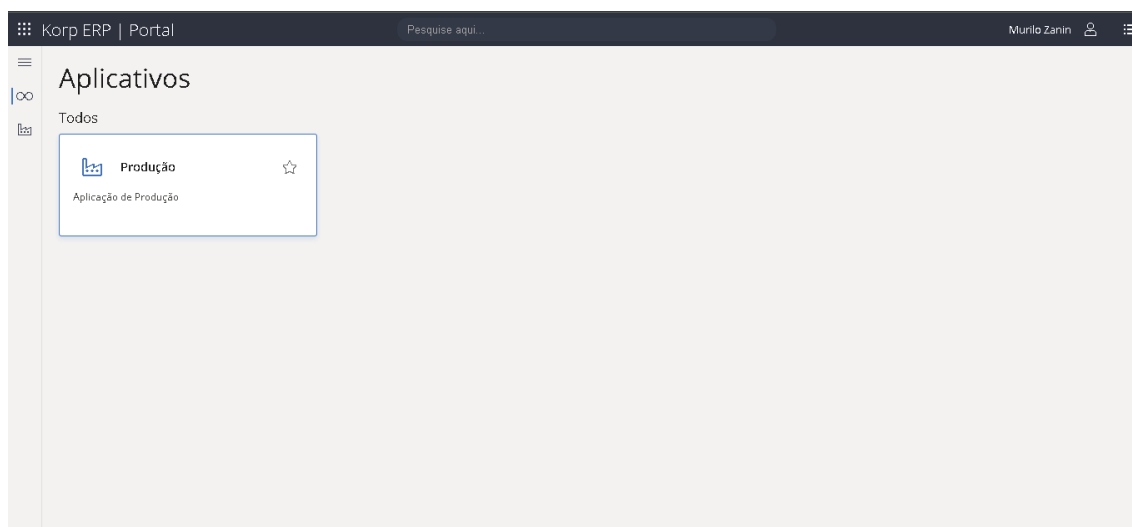
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Diagnóstico do cenário atual

Para otimizar a manutenção e controle dos dados, primeiramente foi feito um levantamento da situação atual, com visita técnica dos alunos, onde foi identificado os problemas e dores em que a empresa é mais impactada, conforme detalhado nas seções anteriores.

Com o objetivo de um maior entendimento da real situação, foi concedido acesso ao sistema ERP adquirido, onde foram identificados os pontos de oportunidade de melhoria.

Figura 16 - Tela inicial do sistema ERP.



Fonte: Autor, 2022.

Segundo o site da empresa fornecedora dos serviços de ERP, o software trabalha identificando as etapas de produção, mapeando e rastreando produtos. Essa execução, além de fundamental para análise de produtividade e competitividade, ainda permite a identificação de problemas, falhas, tempo de setup, ritmo produtivo, gargalos operacionais e outras diversas situações relacionadas ao chão de fábrica (KORP ERP, 2022)

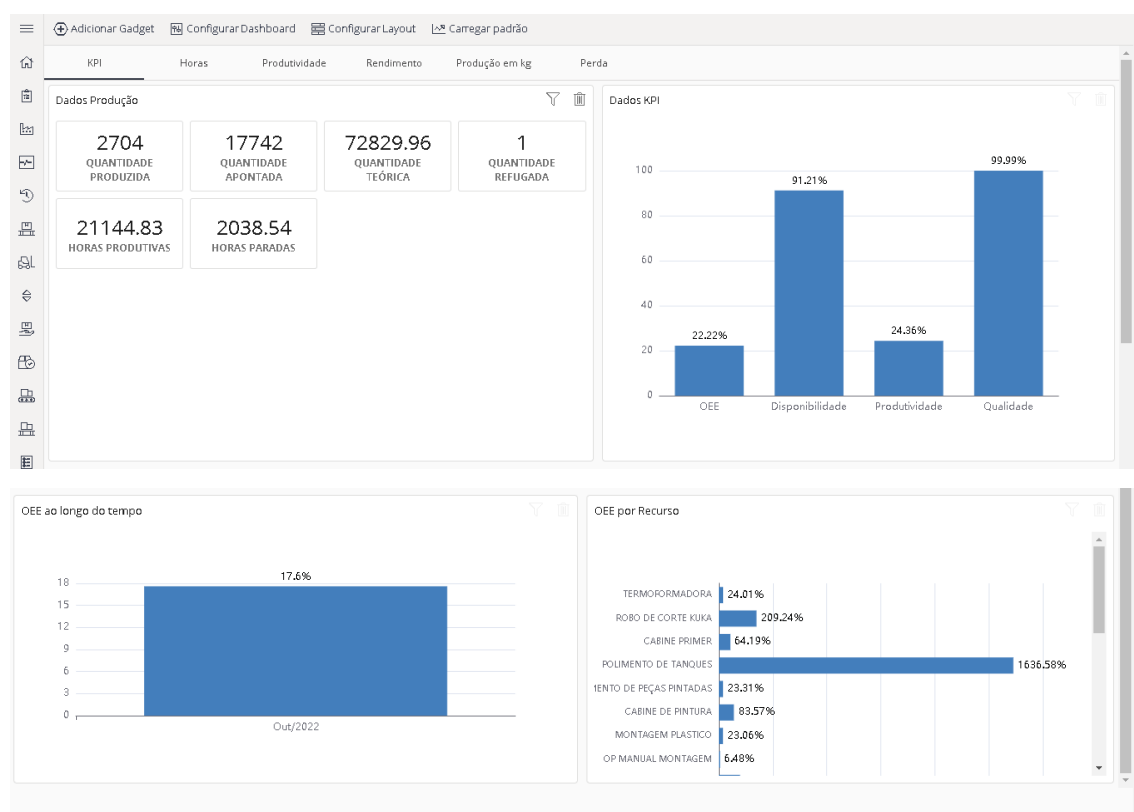
Além de possibilitar o acompanhamento em tempo real a situação da ordem de produção e toda fábrica permitindo que o PCP consiga, de forma assertiva, realizar o planejamento das necessidades de materiais e ordem de fabricação, garantindo assim menor risco de paradas no chão de fábrica.

Possibilitando, por meio dos apontamentos efetuados, uma série de indicadores como o OEE, que levanta dados de eficiência geral sobre a cadeia produtiva da indústria (KORP ERP, 2022).

Portanto, sendo identificado e cadastrado cada setor, ou linha produtiva da empresa, como recurso a ser alimentado dentro do software.

Logo na página inicial, quando iniciamos a sessão, o sistema traz em sua tela os dashboards disponíveis para análise de acordo com os dados alimentados pelos operadores e/ou gestão. Nesta primeira tela já podemos deduzir que os números não estão condizentes com um cenário real de produção, como podemos notar nos gráficos abaixo, como por exemplo o índice de OEE (Overall Equipment Efficiency), o percentual de rendimento de alguns recursos acima de 100% ou ainda, 1636,58%, indicados em um dos recursos:

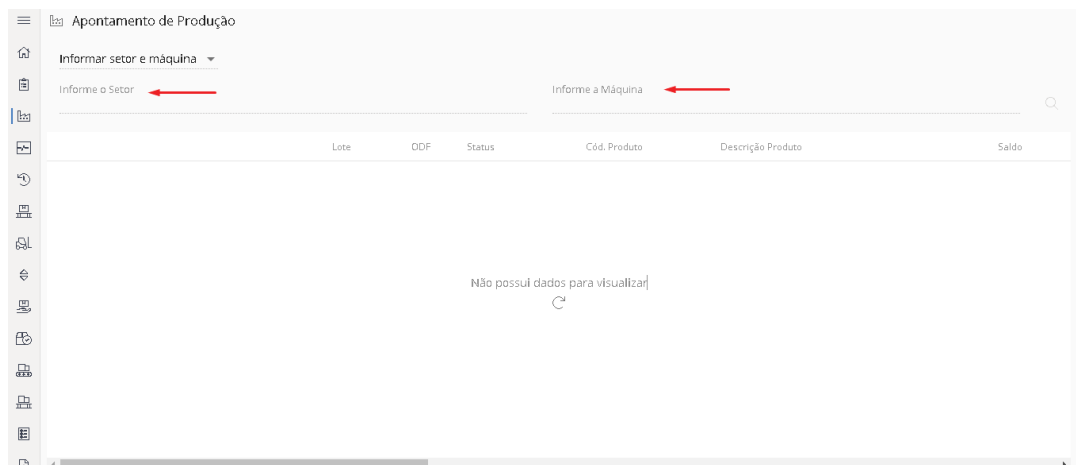
Figura 17 – Tela Dashboards



Fonte: Autor, 2022.

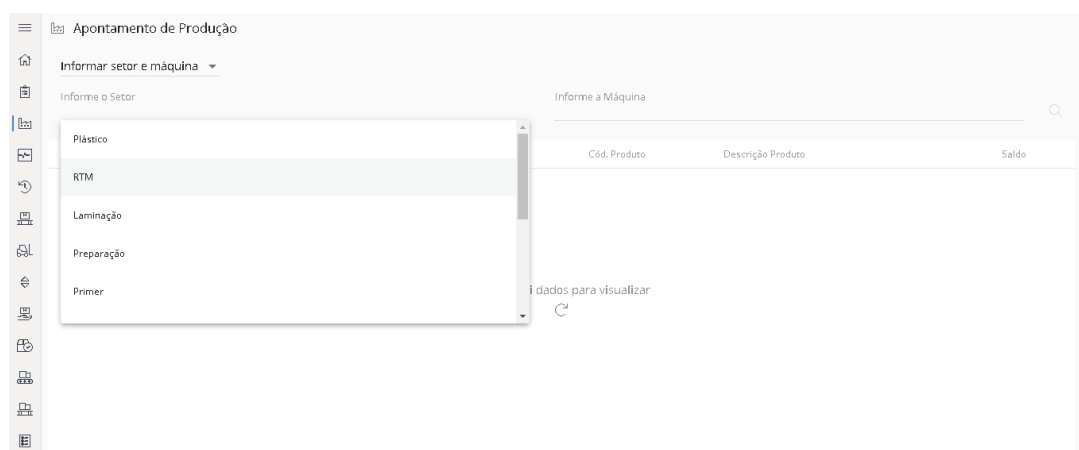
Isso se deve ao fato de que, por conta do método de apontamento hoje utilizado, fica inviável para o operador, fazer o procedimento no momento em que realmente ocorre a produção, então este operador opta por fazer os apontamentos acumulados, em massa, no final do dia, semana ou ainda em

Figura 19 – Tela de apontamento



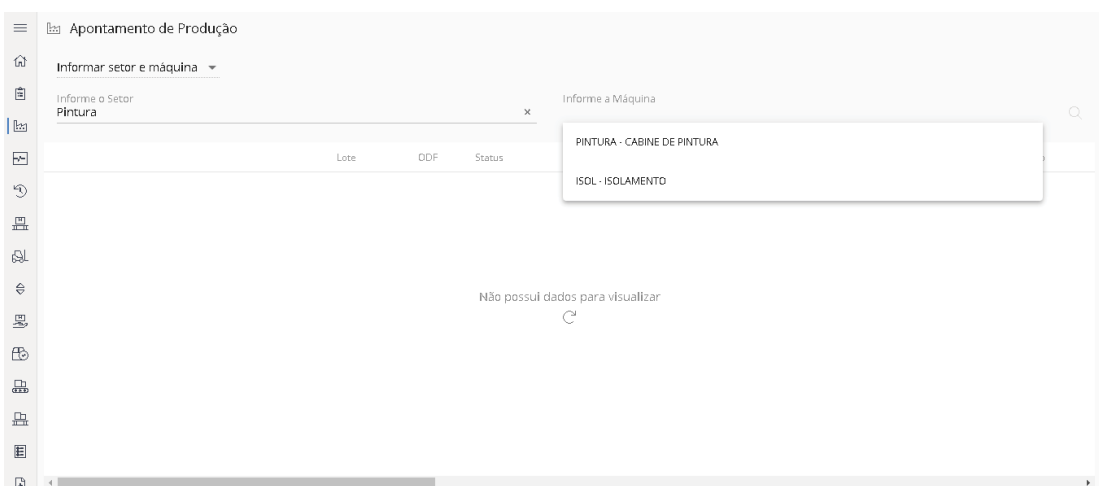
Fonte: Autor, 2022.

Figura 20 – Tela setor



Fonte: Autor, 2022.

Figura 21 – Tela máquina



Fonte: Autor, 2022.

Aqui, utilizamos como exemplo o setor de pintura e máquina cabine de pintura:

Figura 22 – Tela apontamentos disponíveis

Lote	ODF	Status	Cód. Produto	Descrição Produto	Saldo
Nenhum	1750	Disponível	000761	B0C118 ASSIST. TECNICA E MANUTENÇÃO (B212...	0
Nenhum	2403	Disponível	000049	B2127230 - CARENAGEM BOXER LD	0
Nenhum	2403	Disponível	000049	B2127230 - CARENAGEM BOXER LD	0
Nenhum	2518	Disponível	000001	B0271730 - CJ REVEST SUP CONSOLE	0
Nenhum	2522	Disponível	000016	B0472629 - REVEST. INF. CONSOLE	0
Nenhum	2525	Disponível	000022	B2009500 - TETO CABINE ST	0
Nenhum	2531	Disponível	000037	B2063400 - REVEST. COLUNA CENTRAL	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0

Fonte: Autor, 2022.

Para corroborar nosso objetivo, como podemos ver neste exemplo, mais detalhadamente, que o sistema puxa todas as ordens de fabricação, ou produção (coluna ODF) disponíveis para apontamentos, neste caso centenas, gerando uma série de linhas, ordens, páginas em que o operador precisa procurar a ordem de produção específica para o apontamento correto:

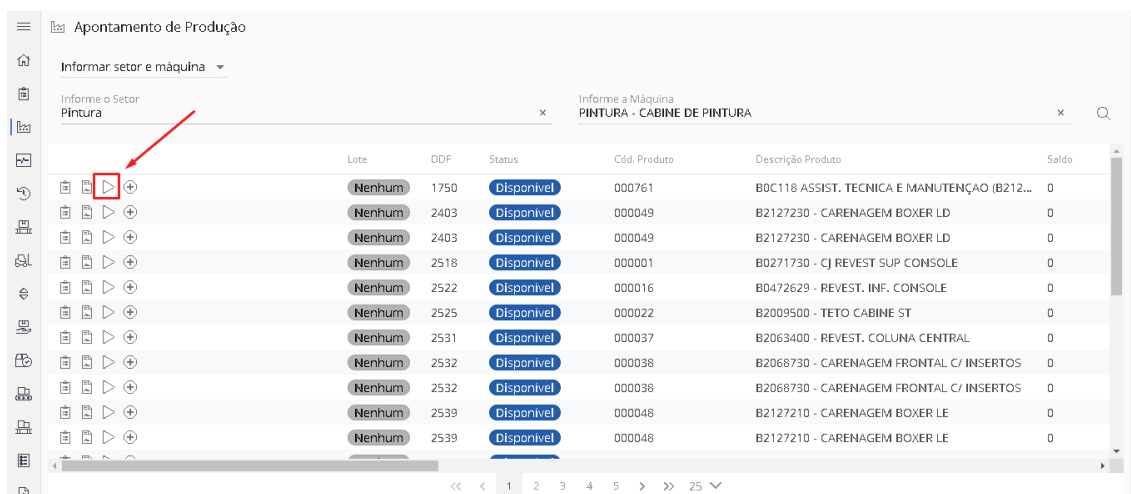
Figura 23 – Detalhe páginas

Nenhum	2525	Disponível	000022	B2009500 - TETO CABINE ST	0
Nenhum	2531	Disponível	000037	B2063400 - REVEST. COLUNA CENTRAL	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0

Fonte: Autor, 2022.

Uma vez que a ordem de fabricação pertinente foi identificada, o operador clica no botão “iniciar produção”:

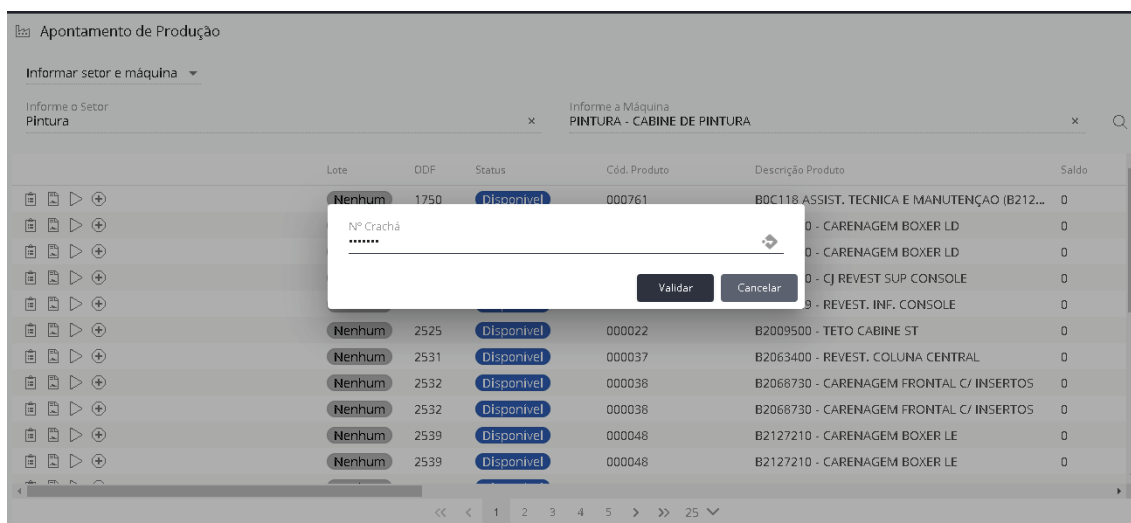
Figura 24 – Iniciar produção



Fonte: Autor, 2022.

Uma verificação de número do crachá é solicitada:

Figura 25 – Confirmação do crachá



Fonte: Autor, 2022.

Em seguida, podemos notar a mudança do status da ordem para “Produzindo” e diferentes opções de botões que surgem com o início da produção:

Figura 26 – Produção iniciada

Apontamento de Produção

Informar setor e máquina

Informe o Setor Pintura x Informe a Máquina PINTURA - CABINE DE PINTURA

Lote	ODF	Status	Cód. Produto	Descrição Produto	Saldo
Nenhum	1750	Produzindo	000761	B0C118 ASSIST. TECNICA E MANUTENÇÃO (B212...	0
Nenhum	2403	Disponível	000049	B2127230 - CARENAGEM BOXER LD	0
Nenhum	2403	Disponível	000049	B2127230 - CARENAGEM BOXER LD	0
Nenhum	2518	Disponível	000001	B0271730 - CJ REVEST SUP CONSOLE	0
Nenhum	2522	Disponível	000016	B0472629 - REVEST. INF. CONSOLE	0
Nenhum	2525	Disponível	000022	B2009500 - TETO CABINE ST	0
Nenhum	2531	Disponível	000037	B2063400 - REVEST. COLUNA CENTRAL	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0

Fonte: Autor, 2022.

Enfim, o mesmo procedimento é realizado quando a produção é finalizada, porém ao fim do procedimento de apontamento, deve-se acionar o botão *check* de “finalizar produção”:

Figura 27 – Finalizar produção

Apontamento de Produção

Informar setor e máquina

Informe o Setor Pintura x Informe a Máquina PINTURA - CABINE DE PINTURA

Lote	ODF	Status	Cód. Produto	Descrição Produto	Saldo
Nenhum	1750	Produzindo	000761	B0C118 ASSIST. TECNICA E MANUTENÇÃO (B212...	0
Nenhum	2403	Disponível	000049	B2127230 - CARENAGEM BOXER LD	0
Nenhum	2403	Disponível	000049	B2127230 - CARENAGEM BOXER LD	0
Nenhum	2518	Disponível	000001	B0271730 - CJ REVEST SUP CONSOLE	0
Nenhum	2522	Disponível	000016	B0472629 - REVEST. INF. CONSOLE	0
Nenhum	2525	Disponível	000022	B2009500 - TETO CABINE ST	0
Nenhum	2531	Disponível	000037	B2063400 - REVEST. COLUNA CENTRAL	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2532	Disponível	000038	B2068730 - CARENAGEM FRONTAL C/ INSERTOS	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0
Nenhum	2539	Disponível	000048	B2127210 - CARENAGEM BOXER LE	0

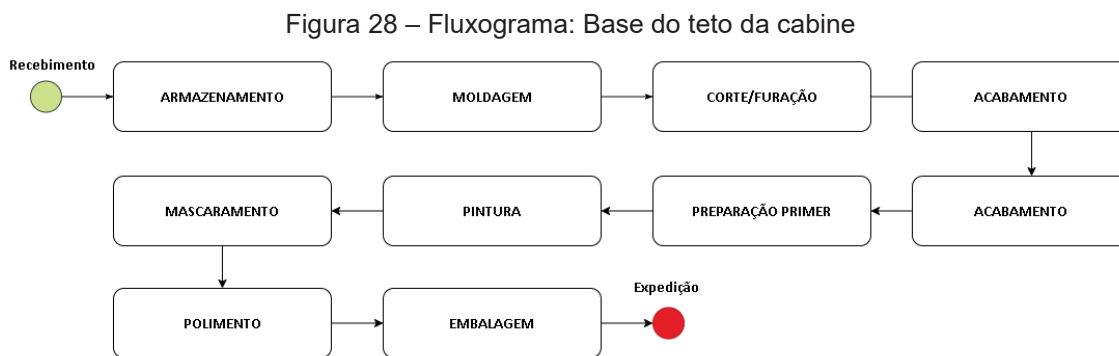
Fonte: Autor, 2022.

Este procedimento ocorre em todos os setores da empresa, desde o recebimento da ordem até a expedição, cada tipo de material fabricado passando pelos setores necessários para gerar o produto acabado. Tendo em vista a necessidade da empresa, é fundamental que os seguintes pontos sejam apontados:

- Início de produção (data e hora)

- Fim de produção (data e hora)
- Parada (data e hora)
- Quantidade aprovada (peças)
- Refugo (peças)
- Aparas (peso)

No fluxograma seguinte, temos um processo de fabricação de uma peça plástica chamada BASE DO TETO DA CABINE, que é um material utilizado em cabines de máquinas agrícolas e passa por todos os setores possíveis da empresa em que a matéria prima é o plástico, portanto, representando um processo de manufatura bem completo.



Fonte: Autor, 2022.

Cada etapa e cada setor desse processo deve fazer o procedimento de apontamentos, ao iniciar a produção e ao finalizá-la, disponibilizando o apontamento para a próxima etapa e setor de fabricação. Para esta atividade, a empresa conta hoje com 5 *tablets* distribuídos pela fábrica em mesas fixas, ou seja, para fazer o apontamento, o operador deve se dirigir ao local mais próximo de onde está alocado. Há casos em que o operador precisa andar até 40 metros para ter acesso ao *tablet* e ao sistema.

Foi constatado através de medição de tempo, que, para entrar no sistema, acessar a página de apontamento, fazer as entradas necessárias, procurar a ordem de produção correta e iniciar/finalizar a produção pode-se levar de dois a três minutos. Adicionando ao tempo que o operador leva para ir e voltar de um ponto de acesso ao *tablet*, toda a operação de apontamento pode levar de 4 a 5 minutos.

3.2 Planejamento e soluções

Tendo visto o que já foi exposto, ficou claro a necessidade de uma mudança tecnológica e cultural na empresa, para que todo o investimento e tempo gasto para a implementação do software não seja em vão e para que consigamos digitalizar e alimentar os dados de apontamentos, fazendo com que esses dados e saídas do sistema sejam reais e ajudem nas tomadas de decisão e gestão como um todo.

Através da coleta dos dados que serão gerados com maior eficácia, será possível visualizar indicadores precisos e em tempo real da linha de produção, aumentar capacidade de produção, reduzir lead time das peças, elevar o índice de atendimentos no prazo (reduzindo horas extras e melhorando qualidade de vida dos colaboradores tendo uma melhor programação da produção), geração de dados para melhor identificação de riscos e oportunidades (garantia da qualidade), reduzir e até mesmo controlar consumo de insumos e geração de resíduos.

Para isso, nossa proposta é uma série de mudanças e aquisições efetivas:

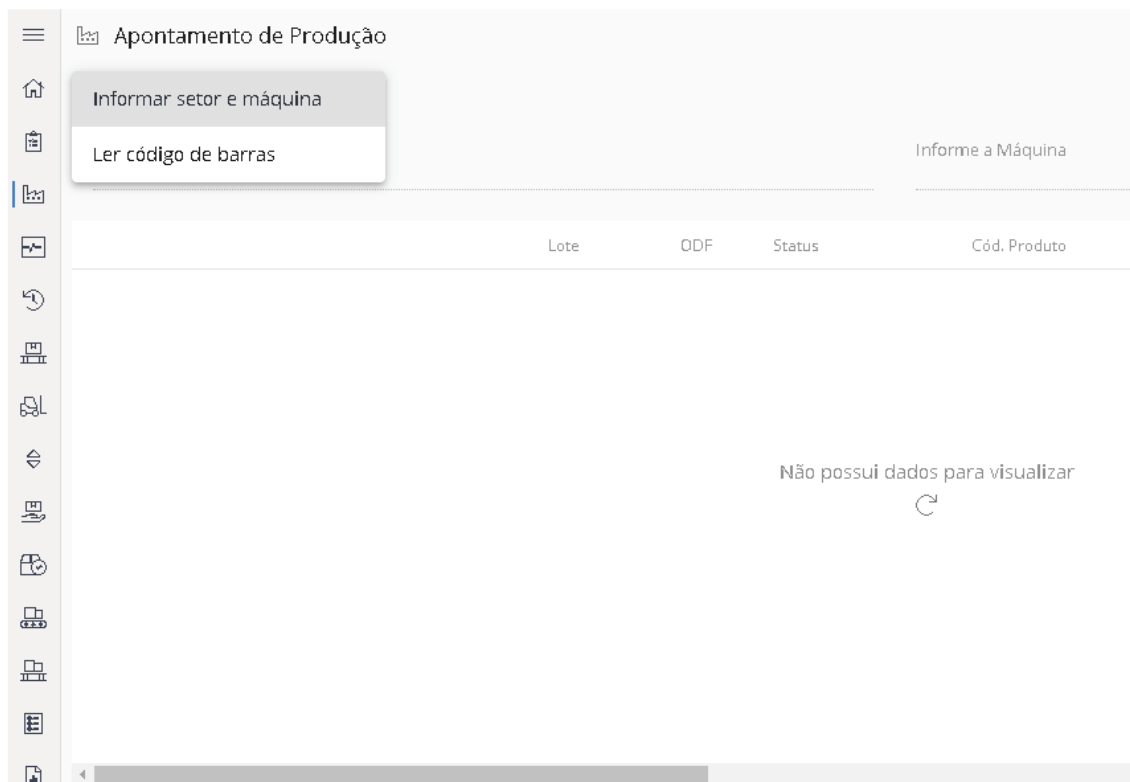
3.2.1 Filtrar ordens de produção

Filtrar as ordens de produção por ordens programadas para o mês, semana e dia. Assim, o número de ordens exibidas em tela cairá drasticamente e o operador visualizará somente as ordens programadas para aquele dia, dando agilidade para encontrar a ordem correta.

3.2.2 Utilizar código de barras

Utilizar a ferramenta de código de barras ou QR Code já integrada ao sistema, é necessária somente a ativação conforme demonstrada abaixo:

Figura 29 – Leitor código de barras



Fonte: Autor, 2022.

Esta ferramenta poderá substituir diversas entradas manuais por parte do operador. Como informar setor e máquina e identificação do operador através do número do crachá.

3.2.3 Aquisição de dispositivos eletrônicos

Fazer o uso de um número maior de dispositivos eletrônicos para coleta e registro de dados, leitura de código de barras e/ou QR Code, propiciando agilidade e dinamismo do início ao fim do processo e auxiliando nas tomadas de decisão. Sugerimos a aquisição de pelo menos mais 5 dispositivos eletrônicos (um para cada setor, totalizando 10 dispositivos somando aos *tablets* já adquiridos), porém esses dispositivos sendo, preferencialmente, aparelhos de celular, pois são mais compactos, fáceis de manter junto ao operador e mais habituais no dia a dia das pessoas, gerando mais afinidade com o equipamento.

Além de que, neste mesmo dispositivo, será possível disponibilizar ao colaborador informações, instruções e procedimentos pertinentes as atividades.

Os 5 aparelhos teriam o custo aproximado de R\$5000,00.

3.2.4 Tela para visualização de dados em tempo real

Fazer a aquisição de uma televisão/painel eletrônico para acompanhamento, na fábrica em tempo real e monitoramento de itens programados x realizados, falhas, paradas, prazos, perdas, localização das peças, rendimento de setor, metas etc. Estimulando os colaboradores a terem um maior comprometimento nas entregas através dos dados demonstrados.

O custo é de aproximadamente R\$2500,00.

3.2.5 Treinamento de colaboradores

Até aqui, conseguimos perceber que não se faz transformação tecnológica sem uma transformação cultural, focada em pessoas e a indústria 4.0 nos mostra isso. Por traz de um código, existe um programador, por traz de um robô de corte, existe um projetista.

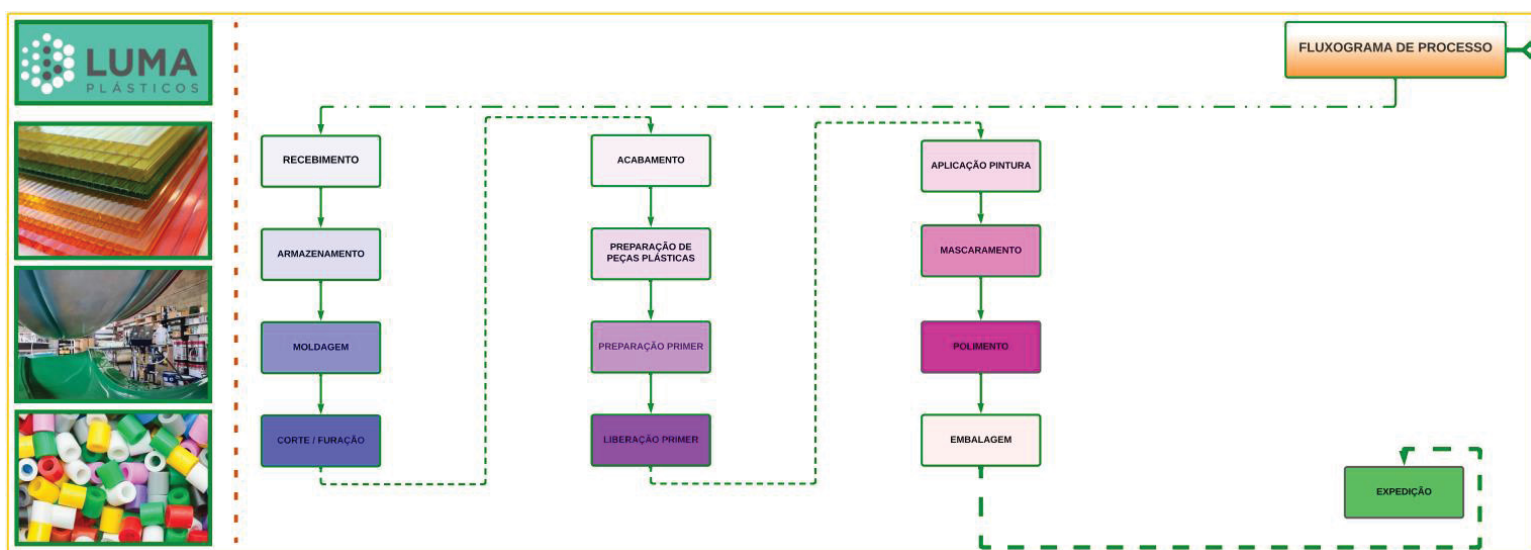
Portanto, é necessário treinar o pessoal e buscar o engajamento dos colaboradores pois eles são a peça principal para que os dados cheguem com consistência ao sistema. O objetivo é fazer com que o operador leve o menor tempo possível para fazer seus apontamentos com qualidade, trazendo menos riscos de informações erradas. Para isso deve-se investir em treinamentos e suporte aos usuários.

4. RESULTADOS OBTIDOS

O processo de apontamento da Luma Plástico era apontado de forma manual em cada setor do processo, dessa forma não era possível o PCP (Programação e Controle de Produção) determinar onde a peça se encontrava no processo desde o recebimento até a expedição, além dos dados não confiáveis, a empresa não monitorava e controlava a produção em tempo real devido à demora para inserir os dados em planilhas para geração de indicadores.

Após a implantação do software ERP a realização dos apontamentos por tablets das etapas conforme apresentado na Figura 30 do fluxograma, foi possível obter uma ferramenta com interface moderna dos indicadores e *dashbord* de produção do ERP, após treinamento, o colaborador insere os dados em tempo real na montagem e o monitoramento das ordens de produção pode ser acompanhada em tempo real facilitando o processo de apontamento digital de produção.

Figura 30 – Fluxograma de processo.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 31 – Indicadores disponíveis no dashbord de produção do ERP

	Dados Produção Lista de cartões com informações gerais sobre a produção.	Novo
	Dados KPI Lista de cartões com porcentagens de KPIs.	Novo
	OEE ao longo do tempo Gráfico de linha contendo a OEE atingida ao longo do tempo.	Novo
	OEE por Recurso Gráfico de barra contendo a OEE atingida por cada recurso.	Novo
	OEE por Setor Gráfico de barra contendo a OEE atingida por cada setor.	Novo
	Disponibilidade ao longo do tempo (em porcentagem) Gráfico de linha contendo a porcentagem de disponibilidade ao longo do tempo.	Novo
	Horas por Operador Gráfico de barra contendo as horas produtivas e paradas por operador.	Novo
	Horas por Recurso Gráfico de barra contendo as horas produtivas e paradas por recurso.	Novo
	Horas por Setor Gráfico de barra contendo as horas produtivas e paradas por setor.	Novo
	Horas paradas por ocorrência Gráfico de barra contendo as horas paradas e seu respectivo motivo.	Novo



Horas por Setor
Gráfico de barra contendo as horas produtivas e paradas por turno.

[Novo](#)

Produtividade ao longo do tempo (em porcentagem)
Gráfico de linha contendo o percentual de produtividade ao longo do tempo.

[Novo](#)

Produtividade por Operador (em porcentagem)
Gráfico de barra contendo a porcentagem de produtividade por operador.

[Novo](#)

Produtividade por Recurso (em porcentagem)
Gráfico de barra contendo a porcentagem de produtividade por recurso.

[Novo](#)

Produtividade por Setor (em porcentagem)
Gráfico de barra contendo a porcentagem de produtividade por setor.

[Novo](#)

Horas por Setor
Gráfico de barra contendo as horas produtivas e paradas por turno.

[Novo](#)

Produtividade ao longo do tempo (em porcentagem)
Gráfico de linha contendo o percentual de produtividade ao longo do tempo.

[Novo](#)

Produtividade por Operador (em porcentagem)
Gráfico de barra contendo a porcentagem de produtividade por operador.

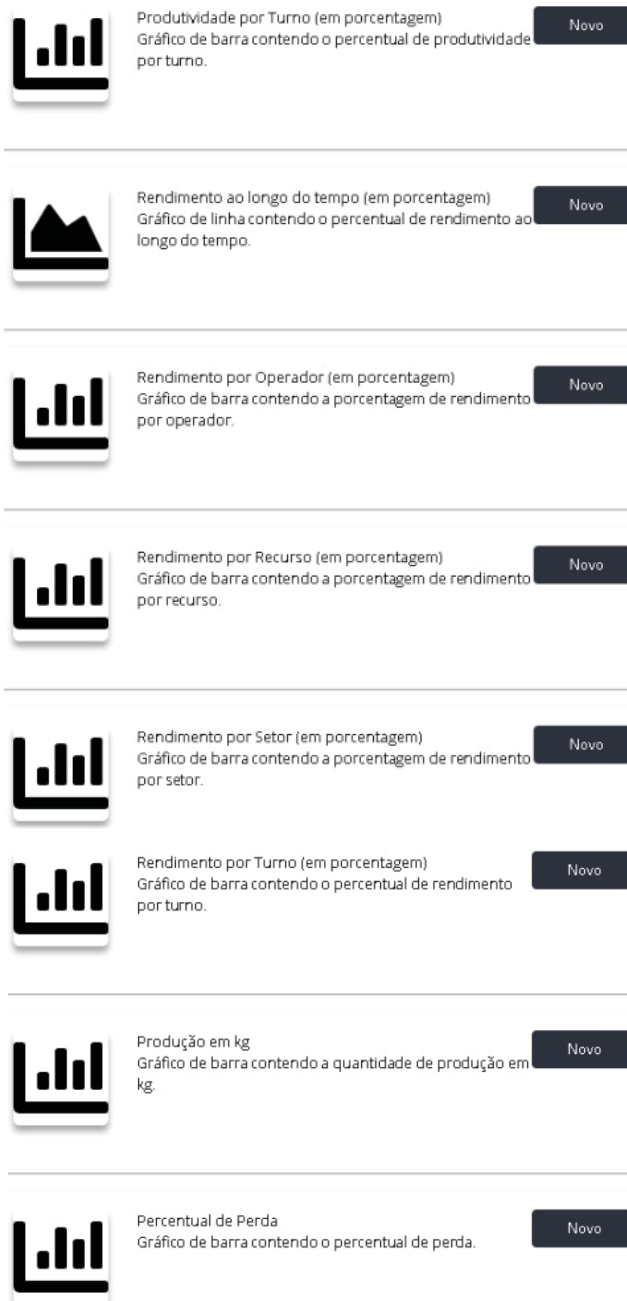
[Novo](#)

Produtividade por Recurso (em porcentagem)
Gráfico de barra contendo a porcentagem de produtividade por recurso.

[Novo](#)

Produtividade por Setor (em porcentagem)
Gráfico de barra contendo a porcentagem de produtividade por setor.

[Novo](#)



Portanto, acreditamos que nossa proposta de solução irá trazer não só a transformação tecnológica que a empresa buscou ao fazer a aquisição de um ERP, mas também uma mudança cultural, conciliando tecnologia e pessoas, que é o intuito da indústria 4.0.

Os resultados esperados através da implementação de nossas soluções fará com que o investimento, tanto com o sistema, quanto com as novas soluções, seja facilmente pago pelo retorno que essa otimização vai trazer para a empresa como um todo, trazendo clareza nas atividades, identificação de melhorias nos processos, evidências de problemas para tomada de ação,

redução de retrabalhos, ganho de produtividade, redução de custos, e principalmente rastreabilidade, confiabilidade e possibilidade para novos negócios, clientes.

Os registros fiéis ao cenário real da empresa ainda proporcionam a otimização do trabalho das funções operacionais e gestão estratégica, bem como a melhoria da comunicação e compartilhamento de informações com os stakeholders.

5. CONCLUSÕES

O projeto para otimização do apontamento digital de produção descrito demonstrou as vantagens e benefícios da aplicação de uma ferramenta, cuja aplicabilidade se estende para quaisquer indústrias que utilizem sistemas de armazenamento e visualização de dados, e plataformas de planejamento de recursos e estilo ERP. As ferramentas integradoras inteligentes estão disponíveis no mercado para facilitar o apontamento dos processos, muitas delas oferecidas com seus próprios sistemas ERP, o que torna o processo de inserção de dados mais facilitado, mas ainda assim exige conhecimento das linguagens de programação. O resultado foi uma ferramenta de fácil manuseio para o operador, que agilizou sensivelmente os apontamentos de produção e abrirá caminho para redirecionamento de tempo e recursos – infraestrutura e mão-de-obra – para atividades de otimização de processos a Luma Plásticos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, N. *et al.* **Design and simulation of components of vacuum forming machine using household vacuum cleaner.** Journal Of Engineering Issues And Solutions, v. 1, n. 1, p. 138-157, 2021. Nepal Journals Online (JOL).

ARANHA, R. **Estudo do processamento de materiais compósitos com inserts impermeáveis embebidos via RTM.** 2017. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Campina Grande.

ARTEEMPLAST - <https://www.artemplast.com.br/>

BURIGO, L. M. **Projeto conceitual de molde resin transfer molding light em escala laboratorial.** 2015. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval, Universidade Federal de Santa Catarina.

CARVALHO, A. C. **Fabricação e caracterização de compósitos à base de resina epóxi e fibras de bananeira.** 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de São João Del-Rei.

CAVALCANTE, R. F. M., DINIZ, J. M. F. **Comparação entre os processos, vacuum forming e hand ly up, para a produção de compósitos poliéster/tecido tramada de juta.** UFERSA. 2018.

DIAS, L. P. C., CALADO, J. C., MOURA, F. **Resíduo fiberglass: viabilidade em sua aplicação no concreto autoadensável.** 2014.

LEITE, W. *et al.* **Vacuum Thermoforming Process: an approach to modeling and optimization using artificial neural networks.** Polymers, v. 10, n. 2, p. 143, 2018. MDPI AG.

LOPES, I. A. F. **Estudo do processo de infusão a vácuo em materiais compósitos.** 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Metalúrgica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

LUMA PLÁSTICOS - <https://lumaplasticos.com.br/>

KORP ERP - <https://www.korp.com.br/>

NASCIMENTO, M. A. **Redução de perdas no processo de termoformagem de uma fábrica de embalagens plásticas: estudo de caso.** 2017. 71 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PAIVA, J. A. **Aplicação da tecnologia do vácuo em projeto de engenharia de precisão**. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba.

PETRY, A. **Mercado Brasileiro de Polipropileno com ênfase no setor automobilístico**. 2011. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RODRIGUES, J. S. **Estudo da técnica de infusão de resina aplica a fabricação de compósitos de matriz poliéster reforçador por fibras naturais da Amazônia**. 2014. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Recursos Naturais, Universidade Federal do Pará.

SCHUTT, Bruno Eduardo Pereira. **Novas aplicações de peças plásticas em substituição às peças metálicas na indústria automotiva**. 2014. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Automotiva, Instituto Mauá de Tecnologia.