

LÍVIA OLIVEIRA
JORGE

**ALTERAÇÃO DE LAYOUT
INDUSTRIAL – O IMPACTO NA
ORGANIZAÇÃO**

Relatório de Projeto do Mestrado em Engenharia
de Produção

ORIENTADOR

Professor Doutor Pedro Filipe do Carmo Cunha

LÍVIA OLIVEIRA
JORGE

**ALTERAÇÃO DE LAYOUT
INDUSTRIAL – O IMPACTO NA
ORGANIZAÇÃO**

JÚRI

Presidente: Professor Doutor Ricardo António
Lamberto Duarte Cláudio

Vogal (Arguente): Professor Manuel de Sá Sousa
Ganço

Vogal (Orientador): Professor Doutor Pedro Filipe do
Carmo Cunha

Agradecimentos

O presente relatório marca o fim de um ciclo de cinco anos, de grandiosos momentos e vivências, desta forma quero deixar o meu agradecimento a todos os que estiveram presentes e contribuíram ao longo do meu percurso.

Agradeço, primeiramente, à minha família que ao longo de todo o período académico esteve sempre presente a incentivar e apoiar e por não me deixarem esquecer que havia um relatório a escrever.

Reconheço a importância que o meu orientador, o Professor Pedro Filipe Cunha, teve para a concretização deste relatório. Desde o primeiro dia, demonstrou total disponibilidade para me acompanhar, partilhando os seus conhecimentos e esclarecendo todas as dúvidas ao longo do processo.

Agradeço ao Instituto Politécnico de Setúbal, em particular a Escola Superior de Tecnologia de Setúbal pelo seu corpo docente do Mestrado em Engenharia de Produção por todo o suporte e conhecimento transmitido durante os dois anos de mestrado.

Deixo um agradecimento especial à empresa Gestamp Vendas Novas e a toda a sua equipa que me acolheu da melhor forma desde o primeiro dia, por me proporcionar a experiência e desafio de copilotar um projeto de alteração de *layout* geral.

Ao Diretor Industrial, o Eng.º Ricardo Miguel deixo um agradecimento especial por ter acreditado em mim, por todo o suporte, esclarecimento de dúvidas e acompanhamento.

Ao Eng.º Luís Gonçalves agradeço todo o conhecimento que me transmitiu desde o primeiro dia, apoio, paciência e toda a disponibilidade demonstrada.

Por último, um agradecimento aos amigos de sempre e aos colegas que ficaram amigos por todo o apoio, força e motivação.

Resumo

O presente relatório descreve o projeto de reorganização do *layout* industrial na Gestamp Vendas Novas, realizado entre setembro de 2023 e abril de 2025. O objetivo do projeto foi melhorar a eficiência operacional, logística e de manutenção, face aos novos projetos e necessidades produtivas que a organização estava a atravessar. Para a realização do mesmo foram efetuadas diversas análises práticas em contexto fabril, com observações, simulações em software de desenho 2D e a aplicação prática de princípios de melhoria contínua. O novo *layout* permitiu que novos equipamentos fossem instalados sem quaisquer imprevistos, a área de não valor acrescentado foi reduzida, os fluxos de trabalho foram melhorados e reforçou-se a cultura de melhoria contínua organizacional.

Palavras-chave: *Layout* industrial, Reorganização, Melhoria contínua, Eficiência, Otimização, Simplificação.

Abstract

This report describes the industrial *layout* reorganisation project at Gestamp Vendas Novas, carried out between September 2023 and April 2025. The aim of the project was to improve operational, logistical and maintenance efficiency, given the new projects and production needs that the organisation was experiencing. To carry it out, various practical analyses were carried out in a manufacturing context, with observations, simulations in 2D design software and the practical application of continuous improvement principles. The new *layout* allowed the new equipment to be installed without any unforeseen problems, the non-value-added area was reduced, workflows were improved, and the culture of continuous organisational improvement was reinforced.

Keywords: Industrial *layout*, Reorganisation, Continuous improvement, Efficiency, Optimisation, Simplification.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Índice	iv
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Siglas e Acrónimos	x
Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	2
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Estrutura do Relatório	4
Capítulo 2.....	5
Caracterização do problema	5
2.1. Indústria Automóvel	6
2.1.1. Competitividade.....	6
2.1.2. A Indústria Automóvel em Portugal	8
2.2. Gestamp Vendas Novas	10
Capítulo 3.....	13
Revisão Bibliográfica.....	13
3.1. Layout Industrial.....	14
3.1.1. Conceito e princípios para um bom Layout	14
3.1.2. Tipos de Sistemas de Produção	17
3.1.3. Tipos de layout.....	19
3.2. Design, planeamento e implementação de Layout	23
3.2.1. Systematic Layout Planning – SLP.....	24
3.2.2. Lean layout	37
Capítulo 4.....	43
Caracterização da Situação Inicial	43

4.1. <i>Layout</i> Inicial	44
4.2. Necessidades de Otimização	47
4.3. Propostas de Otimização	49
4.3.1. <i>Conformação, Injeção e Furação</i>	49
4.3.2. <i>Soldadura por Resistência</i>	50
4.3.3. <i>Soldadura MAG</i>	53
4.3.4. <i>Soldadura por Protuberâncias</i>	54
4.3.5. <i>Caso particular – Célula 17 Layout Inicial</i>	55
Capítulo 5	57
Caracterização da Situação Futura	57
5.1. Implementação do <i>Layout</i> Futuro	58
5.1.1. <i>Caso particular – Célula 17 Layout Otimizado</i>	74
Capítulo 6	75
Análise dos Resultados	75
6.1. Resultados Alcançados	76
Capítulo 7	82
Conclusões e Desenvolvimentos Futuros	82
7.1. Síntese e Conclusões	83
7.2. Desenvolvimento de Competências	86
7.3. Trabalhos Futuros	87
Bibliografia	88
Anexo I	1
Organigrama	1
Anexo II	2
Classificação por análise de fatores	2
Anexo III	3
Resumo do <i>Systematic Layout Planning</i>	3
Anexo IV	4
Gestamp Production System (GPS)	4
Anexo V	5
<i>Layout</i> Inicial da GVN	5
Anexo VI	6
<i>Layout</i> Intermédio da GVN	6
Anexo VII	7

<i>Layout</i> Final da GVN.....	7
---------------------------------	---

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Exemplo dos produtos fabricados na GVN.	10
Figura 2.2 – Cronograma da Gestamp Vendas Novas.	11
Figura 2.3 – Representação do <i>Layout</i> geral da GVN (2023) e legenda. 12	
Figura 3.1 – Relação entre o tipo de <i>layout</i> e o sistema de produção.	19
Figura 3.2 – Exemplo de um <i>layout</i> por produto [18].	20
Figura 3.3 – Exemplo de um <i>layout</i> por processo [18].	21
Figura 3.4 – Exemplo de um <i>layout</i> celular [18].	22
Figura 3.5 - Exemplo de um <i>layout</i> de posição fixa [18].	23
Figura 3.6 – Fases constituintes do SLP [25].	24
Figura 3.7 – O padrão de procedimentos do SLP [25].	26
Figura 3.8 – Gráfico de relações entre atividades – ARC [25].	28
Figura 3.9 – Constituintes do diagrama de espaço entre atividades [25]. 29	
Figura 3.10 – Diagrama de relações entre atividades [25].	29
Figura 3.11 – Diagrama de relações no espaço – SRD [25].	30
Figura 4.1 – Metodologia <i>Want to be Condition</i>	44
Figura 4.2 – Quadro de resume do processo WtbC na GVN 2023.	45
Figura 4.3 – <i>Layout</i> geral da GVN em 2023.	46
Figura 4.4 – Proposta de <i>layout</i> para conformação, injeção e furação. ...	49
Figura 4.5 - Proposta de <i>layout</i> - Fluxos logísticos para os corredores. ..	51
Figura 4.6 – Proposta de <i>layout</i> - Ilhas de quatro células.	52
Figura 4.7 – Proposta de <i>layout</i> - Quadros Elétricos para os corredores. 52	
Figura 4.8 – Proposta de <i>layout</i> para a soldadura MAG.	54
Figura 4.9 – Proposta de <i>layout</i> para as células multireferências.	55
Figura 4.10 - <i>Layout</i> da célula 17 antes da redefinição.	56
Figura 5.1 – Modificações no <i>layout</i> da GVN em abril de 2024.	59
Figura 5.2 – <i>Layout</i> detalhado das células 2R2075, 15 e 9.	60
Figura 5.3 – Modificações no <i>layout</i> da GVN em junho de 2024.	61
Figura 5.4 – Modificações no <i>layout</i> da GVN em julho de 2024.	62
Figura 5.5 – Modificações no <i>layout</i> da GVN em agosto de 2024.	63

Figura 5.6 – Modificações no <i>layout</i> da GVN em set. de 2024 (Soldadura por resistência).....	64
Figura 5.7 - Modificações no <i>layout</i> da GVN em set. de 2024 (Conformação e MAG).....	65
Figura 5.8 – Modificações no <i>layout</i> da GVN em outubro de 2024 (Conformação).	66
Figura 5.9 – <i>Layout</i> detalhado do equipamento de conformação CONF04.	66
Figura 5.10 – <i>Layout</i> detalhado das células das longarinas.	67
Figura 5.11 – <i>Layout</i> detalhado das células 6, 17, 8 e 13.....	68
Figura 5.12 – <i>Layout</i> da GVN em Janeiro de 2025.....	69
Figura 5.13 – <i>Layout</i> detalhado dos equipamentos do projeto de peças para baterias.	70
Figura 5.14 – <i>Layout</i> detalhado da CONF02 e da 1M2240.....	70
Figura 5.15 – <i>Layout</i> da GVN em abril de 2025.....	72
Figura 5.16 - <i>Layout</i> geral da GVN projetado para setembro de 2025.....	73
Figura 5.17 – <i>Layout</i> da célula 17 após a reorganização.....	74
Figura 6.1 – Percentagem de área ocupada discriminada em setembro de 2023.	77
Figura 6.2 – Percentagem de VA e NVA em setembro de 2023.	77
Figura 6.3 - Percentagem de área ocupada discriminada em setembro de 2025.	79
Figura 6.4 - Percentagem de VA e NVA em setembro de 2025.....	80
Figura 6.5 – Custos de alteração de <i>layout</i> VS Ganhos.	81

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 - Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> por produto.....	20
Tabela 3.2 – Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> por processo.....	21
Tabela 3.3 – Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> celular.....	22
Tabela 3.4 – Vantagens e desvantagens do <i>layout</i> de posição fixa.....	23
Tabela 3.5 – Comparação entre o SLP e o <i>Lean layout</i>	42

Lista de Siglas e Acrónimos

AE	<i>AutoEuropa</i>
AGV	<i>Automated Guide Vehicle</i>
ARC	<i>Activity Relationship Chart</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
GM	<i>General Motors</i>
GPS	<i>Gestamp Production System</i>
GVN	<i>Gestamp Vendas Novas</i>
HST	<i>Higiene e Segurança no Trabalho</i>
IPR	<i>Instrução de Processo</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MAG	<i>Metal Active Gas</i>
MOD	<i>Mão de Obra Direta</i>
MOI	<i>Mão de Obra Indireta</i>
MP	<i>Matéria-Prima</i>
NVA	<i>Não Valor Acrescentado</i>
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
PA	<i>Produto Acabado</i>
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PIB	<i>Produto Interno Bruto</i>

ROI	<i>Return Of Investment</i>
SDCA	<i>Standarize Do Check Act</i>
SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
SRD	<i>Space Relationship Diagram</i>
TPM	<i>Total Peoductive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VA	<i>Valor Acrescentado</i>
VDA	<i>Verband der Automobilindustrie</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
VW	<i>Volkswagen</i>
WIP	<i>Work in process</i>
WtbC	<i>Want to be Condition</i>

Capítulo 1

Introdução

O presente capítulo contém uma apresentação do trabalho desenvolvido na empresa Gestamp Vendas Novas, o seu enquadramento, quais os objetivos a atingir com a sua realização e a metodologia utilizada. Neste capítulo, apresenta-se ainda uma breve descrição da estrutura do relatório, para uma melhor compreensão e visão global do seu conteúdo.

1.1. Enquadramento

O propósito de uma empresa é alcançar o auge da competitividade de forma a garantir o sucesso no mercado em que se insere, relativamente aos seus concorrentes, e a indústria automóvel não é exceção. Em contínua transformação face, ao avanço da tecnologia, à conectividade ao digital e à automação, porém em constante instabilidade seja por mudanças de consumos ou tendências, as empresas deste setor têm de se adaptar e acompanhar rapidamente as novas exigências do mercado [1]. Para isso, investem em tecnologia e inovação, como a automatização, que reduz tempos não produtivos, na procura de novos produtos, em estratégias de produção flexíveis, como o *just in time*, na formação contínua, na polivalência dos colaboradores, e em metodologias *Lean* para eliminação de trabalhos de valor não acrescentado.

Um aspeto de grande valor numa empresa é a distribuição dos equipamentos e meios de produção no espaço produtivo, dando origem ao designado *layout*. Para maximizar a eficiência nos tempos produtivos, fluxos logísticos e *lead time*, o *layout* deve passar por uma redefinição e otimização constante, de forma a ser capaz de acompanhar as alterações do mercado e garantir a competitividade da organização [1].

O projeto aqui descrito foi realizado entre setembro de 2023 e abril de 2025 e concentrou-se na reorganização do *layout* industrial da fábrica da Gestamp Vendas Novas (GVN), com o objetivo de esta fazer face aos novos desafios que enfrenta. A Gestamp Vendas Novas especializada na produção de componentes e conjuntos, maioritariamente metálicos para o setor automóvel, integra o multinacional Grupo Gestamp.

1.2. Objetivos

A Gestamp Vendas Novas decidiu redefinir o *layout* industrial devido às necessidades de alocar novos equipamentos, mas também porque procura melhorar ativamente o nível de produção, reforçando a cultura de melhoria contínua da organização.

Com a redefinição do *layout* da nave fabril, pretendeu-se proporcionar melhores condições aos diferentes departamentos, à produção para que alcance os níveis de eficiência global definidos, o OEE (*Overall Equipment Efficiency*) de 85%. À logística para eliminar a tarefa de abastecimento de diversos “supermercados” no espaço

produtivo, e à manutenção que conseguirá diminuir o tempo de resposta a avarias uma vez que os equipamentos da mesma tipologia estão agrupados. Numa fase posterior à redefinição de *layout*, será necessário reforçar as metodologias *Lean* e garantir o seu cumprimento, com intuito de estimular a cultura organizacional de melhoria contínua.

Igualmente, com o desenvolvimento deste projeto pretendeu-se incentivar o trabalho em equipa, promover a eficiência, qualidade e ambiente no trabalho, além de motivar a partilha de ideias com o intuito de elevar a competitividade da empresa.

1.3. Metodologia

A realização do presente trabalho só foi possível pela ambientação que já detinha na empresa, desde abril de 2023, que iniciou com uma integração em todos os departamentos com vista a compreender e conhecer o seu funcionamento e cultura. Posteriormente com a introdução num dos processos produtivos da Gestamp Vendas Novas como Engenheira de Processo, foi possível adquirir uma visão do chão de fábrica mais pormenorizada. Foi através dos equipamentos desse mesmo processo produtivo que se iniciou o projeto de redefinição de *layout* geral. A redefinição teve como base diversas simulações de *layout* projetadas no software AutoCad, realizadas de acordo com as observações de chão de fábrica, para compreender a tipologia de máquinas e o espaço necessário para o seu funcionamento. As simulações foram, posteriormente, analisadas em reuniões com os diretores e responsáveis de cada área (ver anexo I), com objetivo de se avançar com a melhor redefinição para a organização.

Paralelamente, realizou-se uma revisão bibliográfica em livros e artigos científicos sobre os conceitos associados ao projeto e planeamento de *layouts*, de forma a adquirir mais conhecimento, a consolidá-lo e comparar as abordagens teóricas com o realizado na prática.

Com a conclusão da redefinição de *layout* o trabalho desenvolvido pela equipa da Gestamp Vendas Novas continua através da certificação da reimplementação das metodologias *Lean*, acompanhamento e formação dos operadores e todos os envolvidos para atingir os resultados esperados.

1.4. Estrutura do Relatório

O relatório encontra-se dividido em sete capítulos, apresenta ainda uma lista de referências utilizadas e uma secção de anexos, referentes a documentos consultados no âmbito do trabalho desenvolvido. Em baixo descreve-se, de forma sucinta o conteúdo de cada capítulo que integra o relatório.

No primeiro capítulo tem-se a introdução ao conteúdo do trabalho, o seu enquadramento, quais os objetivos com a sua realização, a metodologia aplicada e inclui também uma síntese do assunto tratado em cada capítulo que constitui o projeto. No segundo capítulo é caracterizado o problema, iniciando com uma breve revisão aos desafios que as empresas do setor automóvel enfrentam atualmente e de que forma é afetada a Gestamp Vendas Novas. Tem-se ainda uma breve exposição da empresa e qual o problema concreto que está a lidar. No terceiro capítulo é realizada a fundamentação teórica, com base nos conceitos técnico-científicos que sustentam o trabalho, tais como o conceito de *layout* e as áreas envolvidas, as tipologias possíveis de implementar, a sua importância e as técnicas envolvidas num *layout* e *re-layout*. No quarto capítulo é apresentada e descrita a análise efetuada ao *layout* inicial, sendo também expostas as possíveis soluções para a sua otimização. No quinto capítulo apresenta-se o *layout* final da Gestamp Vendas Novas com a redefinição concluída, quais foram as etapas necessárias para a sua realização, sendo apresentado em maior detalhe um caso particular do *layout* de forma a compreender o que mudou particularmente. No sexto capítulo é realizada uma análise aos resultados obtidos e uma reflexão à metodologia utilizada, comparando com as metodologias presentes na literatura. O sétimo capítulo consiste numa análise global do projeto, são apresentadas as conclusões do trabalho, analisadas as oportunidades de melhoria, o impacto do projeto a nível de competências e os possíveis trabalhos futuros.

Capítulo 2

Caracterização do problema

No presente capítulo aborda-se a dinâmica da indústria automóvel, realçando os desafios com que as empresas têm de lidar, as oportunidades que surgem e os atributos importantes que têm de deter para se manterem competitivas, na atual realidade da indústria. Faz-se também a apresentação da empresa Gestamp Vendas Novas, qual o problema que está a tratar e o respetivo motivo, os objetivos e metas a atingir com o projeto desenvolvido.

2.1. Indústria Automóvel

A indústria automóvel é uma das maiores e mais importantes indústrias, com um impacto direto e significativo na economia e na criação de empregos a nível global, como exemplo tem-se o registo de 70 milhões de veículos produzidos anualmente [2]. Com mais de 100 anos de existência, o setor sofreu variadas e abruptas mudanças, desde a introdução de estratégias de produção em massa, com as linhas de montagem desenvolvidas por Henry Ford, em 1907. Até às abordagens de produção mais flexíveis como o sistema, *Toyota Production System* (TPS), que surge no final dos anos 1940, possibilitando uma maior adaptação e resposta às diversas preferências dos consumidores[1].

A dinâmica desta indústria é influenciada por várias tendências e fatores como, a oferta e a procura, que obriga a empresa a ser capaz de responder a alterações a nível de quantidade como de tipologia de produto. O avanço tecnológico, como os veículos elétricos e híbridos, a condução autónoma e a crescente conectividade ao digital, são tendências cada vez mais presentes que redefinem e moldam o futuro do automóvel [1].

A sustentabilidade adquiriu uma posição diferente na indústria, com a pressão para a redução das emissões de carbono e de outros poluentes os fabricantes procuram ativamente, soluções mais sustentáveis, em termos de veículos e práticas de produção [2].

Em síntese, a indústria está a passar por uma transformação impulsionada por inovações tecnológicas e focada na mobilidade sustentável. Esta mudança, aliada às alterações nas preferências dos consumidores e às crescentes pressões ambientais, representa novos desafios e oportunidades para fabricantes e consumidores. O futuro será competitivo até se atingir uma mobilidade mais acessível, ecológica e inteligente.

2.1.1. Competitividade

O nível de competitividade que se faz sentir entre empresas e a crescente exigência dos clientes, requer a aplicação de diversas práticas para garantir a posição de destaque no mercado. Tais como a aplicação de novos conceitos organizacionais, implementação de novas tecnologias de produção, novos sistemas de informação e de apoio à decisão, bem como procurar melhorar continuamente os seus processos. A empresa para ser competitiva tem de ser capaz de satisfazer as necessidades e pedidos dos seus clientes melhor do que os concorrentes, oferecendo uma mesma tipologia de produto [3]. A

competitividade de uma empresa é sustentada em vários aspetos, tendo-se como representativos a:

Inovação: Através da introdução de produtos novos e únicos que vão ao encontro das novas necessidades dos clientes diferenciando-se dos concorrentes e do que já existe no mercado. Ao integrar o *design* e projeto com a engenharia a empresa consegue uma redução no *time to market*, tempo entre o fabrico e o lançamento no mercado, colocando-se à frente dos seus concorrentes. A inovação torna a empresa mais ágil e proporciona uma vantagem quando se trata de alterações de mercado inesperadas [1].

Automação e tecnologias emergentes: O investimento em automação e sistemas robotizados permite a redução de tempos não produtivos, tempos de ciclo cada vez mais competitivos, maior fiabilidade, melhor e mais detalhado controlo do processo produtivo. Tarefas repetitivas deixam de ser realizadas por colaboradores eliminando uma percentagem de erro humano significativa e tem-se ainda uma reconfiguração dos processos mais rápida e eficiente para responder a modificações do setor [1].

Partilha de equipamentos produtivos: A partilha de equipamentos permite que um determinado equipamento que se encontrava a produzir só um tipo de produto, seja capaz de produzir vários produtos semelhantes entre si. Depende certamente da ocupação que o equipamento já detenha, mas esta partilha permite que investimentos em novos equipamentos sejam alocados a investimentos efetivamente necessários, tendo sempre em conta que a resposta aos pedidos dos clientes não pode ser comprometida [1].

Tempos de resposta: Os prazos de entrega cada vez mais curtos e as variações dos volumes obrigam a uma otimização do *lead time*, isto é, o tempo de produção total de um produto. As metodologias *Lean* como o trabalho padronizado, os fluxos simplificados, a constante eliminação dos tempos não produtivos e o sistema *just-in-time*, produzir apenas o que é necessário e quando é pedido, auxiliam na redução do *lead time* [3].

Qualidade: A qualidade tem de estar presente em todos os departamentos que integram uma empresa que trabalha para um fim comum, a produção de acordo com as especificações e requisitos do cliente. Trata-se da conformidade entre o que é pedido e o resultado que a empresa é capaz de entregar ao consumidor final. Exerce influência direta na perceção e diferenciação da empresa no seu setor, na satisfação do cliente, na respetiva fidelização e no desempenho financeiro da organização [4].

Layout: Quando bem planeado e projetado o *layout* aumenta a eficiência operacional

pelo fluxo de trabalho simplificado, melhora a produtividade uma vez que os meios necessários à produção estão mais acessíveis. Permite ainda uma maior flexibilidade às mudanças que a empresa possa ter de enfrentar a nível de produtos e capacidades produtivas [1].

Supply-Chain: A cadeia logística integrada consiste na implementação de uma gestão global entre todas as empresas associadas à produção de um determinado produto, sincronizando os fluxos físicos, financeiros e de informação. Orientada para acrescentar valor desde a produção das matérias-primas até à distribuição do produto final [3].

Melhoria contínua: Metodologia que procura da forma mais eficaz melhorar o desempenho e qualidade de uma empresa, envolvendo todos os seus colaboradores. Pode tratar-se de normalização dos processos produtivos, alterações de *layout*, eliminação de desperdícios, bem como a análise e revisão periódica dos processos. Os resultados dos trabalhos desenvolvidos no seu âmbito são graduais [5].

Flexibilidade: Presente em todos os aspetos referidos anteriormente, trata-se de um dos pilares da resiliência e sucesso de uma empresa. Pode ser definida como a “sensibilidade” à mudança de um sistema produtivo, como a *capacidade de adaptação a novas circunstâncias permitindo à empresa que melhore a sua capacidade de resposta e entrega*. Pode manifestar-se em tempo, variedade e volume, empresas capazes de responder a alterações nestes três ramos estão bem posicionadas para lidar com crises, apreender oportunidades emergentes e atender ao mercado em constante mudança [4] [6].

Concluindo, uma empresa mantém-se competitiva quando é capaz de combinar e atuar no conjunto de estratégias e práticas modernas referidas, diferenciando-se dos seus concorrentes e prosperando num mercado cada vez mais dinâmico.

2.1.2. A Indústria Automóvel em Portugal

A indústria automóvel é um dos principais pilares da economia portuguesa, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) e para a criação de emprego. A produção de veículos, componentes, exportações e atividades relacionadas representam o total de 5,5% do PIB nacional, enquanto a indústria de componentes automóveis contribui isoladamente com 2,4% do PIB, dados referentes ao ano económico de 2023 [7][8].

Portugal tem uma forte presença na indústria automóvel europeia, destaca-se como

um relevante centro de produção e exportação de veículos e componentes. Em 2022 sete das dez maiores empresas exportadoras pertenciam ao setor, contabilizando um total de 14,3 mil milhões de euros em exportações de veículos (5,2 mil milhões de euros) e componentes (9,1 mil milhões de euros). A Alemanha com 22% lidera as exportações de veículos e Espanha com 27,1% lidera a exportações de componentes, Portugal e Espanha juntos ocupam o 3º lugar na Europa no setor da produção de veículos [7].

A presença de quatro *Original Equipment Manufacturer* (OEM), a Volkswagen (VW), Stellantis, Mitsubishi Fuso Trucks e Toyota, demonstra a capacidade que Portugal detém de fabrico de produtos de qualidade com uma mão de obra altamente qualificada e produtiva. Em 2022 foram produzidos 322.404 veículos em Portugal e cerca de 97% foram exportados, a fábrica localizada em Palmela pertencente ao Grupo VW produziu 231.100 veículos, correspondendo a 71,7% da produção total [7] [8].

Este setor conta com mais de 1.100 empresas e emprega diretamente mais de 49.000 trabalhadores na produção de veículos e componentes, além de gerar emprego para um total de 150 mil pessoas com os restantes serviços necessários prestados [7].

Enquanto fornecedor de componentes de alta qualidade e tecnologia, como sistemas eletrónicos, interiores e peças de precisão, observa-se que a indústria automóvel em Portugal não quer ficar para trás na corrida à sustentabilidade. Nos últimos anos, Portugal tem investido na inovação e nas tecnologias emergentes, como os veículos elétricos e as soluções de mobilidade sustentável, posicionando-se também como um parceiro estratégico na transição energética. Para além disso, a proximidade geográfica do país aos principais mercados europeus, a mão-de-obra qualificada e as robustas infraestruturas logísticas aumentam a sua competitividade [7][8].

A empresa Gestamp Vendas Novas, opera no setor automóvel português, dedicando-se ao fabrico de variados componentes. Sendo fornecedora da maior empresa de produção de veículos ligeiros de passageiros em Portugal, a AutoEuropa.

2.2. Gestamp Vendas Novas

A Gestamp Vendas Novas, inserida no grupo multinacional espanhol Gestamp, dedica-se à produção de variados componentes para automóveis, figura 2.1 [9], fornecendo a Volkswagen, incluindo a Autoeuropa, AUDI, Porsche, Škoda Auto, Renault – Nissan, Grupo PSA, INEOS, entre outras.



Figura 2.1 – Exemplo dos produtos fabricados na GVN.

Localizada no distrito de Évora e empregando cerca de 450 colaboradores a fábrica onde se encontra atualmente a GVN iniciou a sua atividade em 1963, na figura 2.2 encontra-se o respetivo cronograma até à integração no grupo Gestamp.

Desde 2011 que a Gestamp Vendas Novas é fornecedora de componentes body in White para a Volkswagen Autoeuropa, para os projetos VW428, VW276 e atualmente em industrialização o VW386. Foi também em 2011 que se iniciou o fornecimento de outras OEM como a Renault, PSA, Grupo Volkswagen (VW), Gestamp e General Motors (GM).

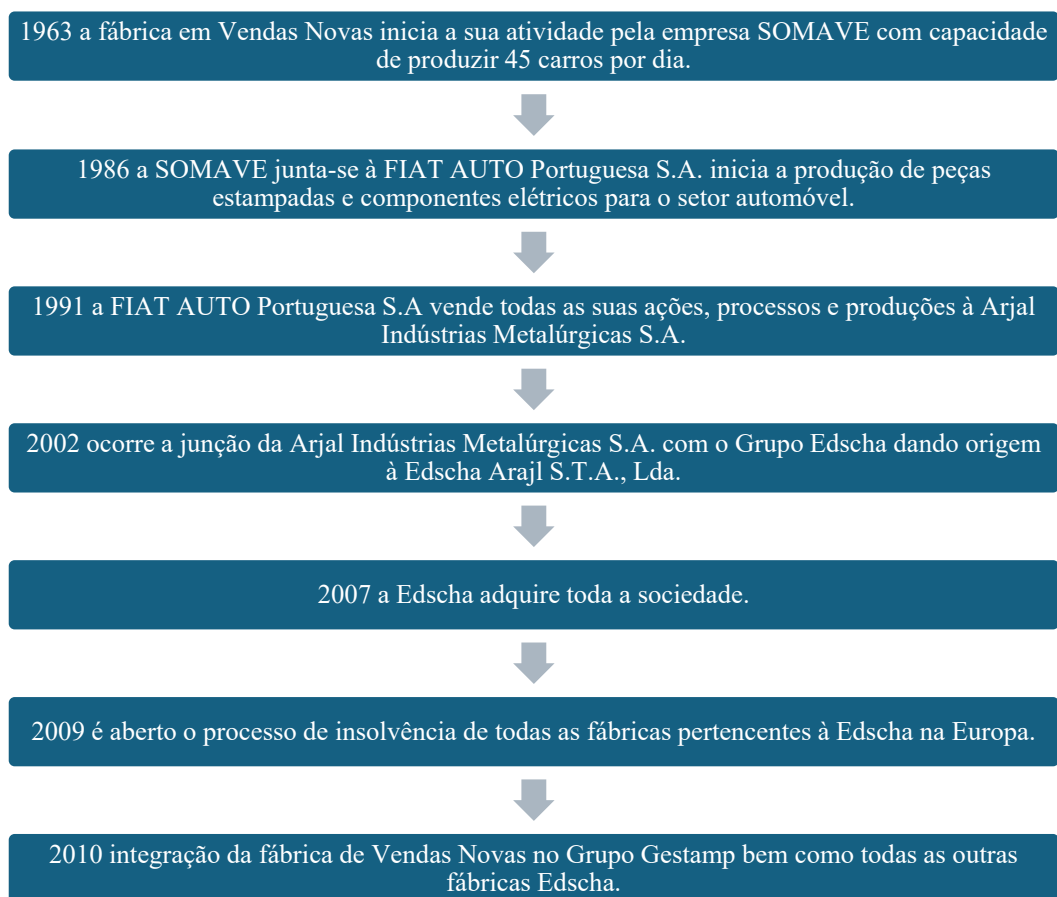


Figura 2.2 – Cronograma da Gestamp Vendas Novas.

Com a evolução do mercado, novos lançamentos de veículos e com a procura crescente dos elétricos a Gestamp Vendas Novas dedicou-se à oferta intensiva de novos produtos para a sua organização, com vários em fim de vida, a continuidade do negócio dá-se com a entrada de novos produtos. Posto isto a GVN ganhou vários e diferentes projetos, incluindo componentes para o novo T-ROC híbrido e a combustão, peças para a AUDI, Porsche, Grupo VW e insere-se no mercado de veículos elétricos com o fornecimento de placas para os módulos de bateria de um modelo da AUDI.

O pouco espaço disponível no *layout* verificou-se insuficiente para a entrada dos novos projetos e a equipa da GVN aproveitou a oportunidade para a redefinição do mesmo, a nível de produção, manutenção e fluxos logísticos. O projeto de redefinição de *layout* teve início em setembro de 2023 com perspectiva de finalização em setembro de 2025. Atualmente a GVN, detém de uma área total de 48.337 m², da qual 24.710 m² é coberta, que contabiliza duas naves fabris, áreas de armazém, o centro de medições, os escritórios e as zonas de apoio, nomeadamente, refeitório, casas de banho/balneários e salas de formação, na figura 2.3 encontra-se a representação do *layout* geral da GVN em 2023.

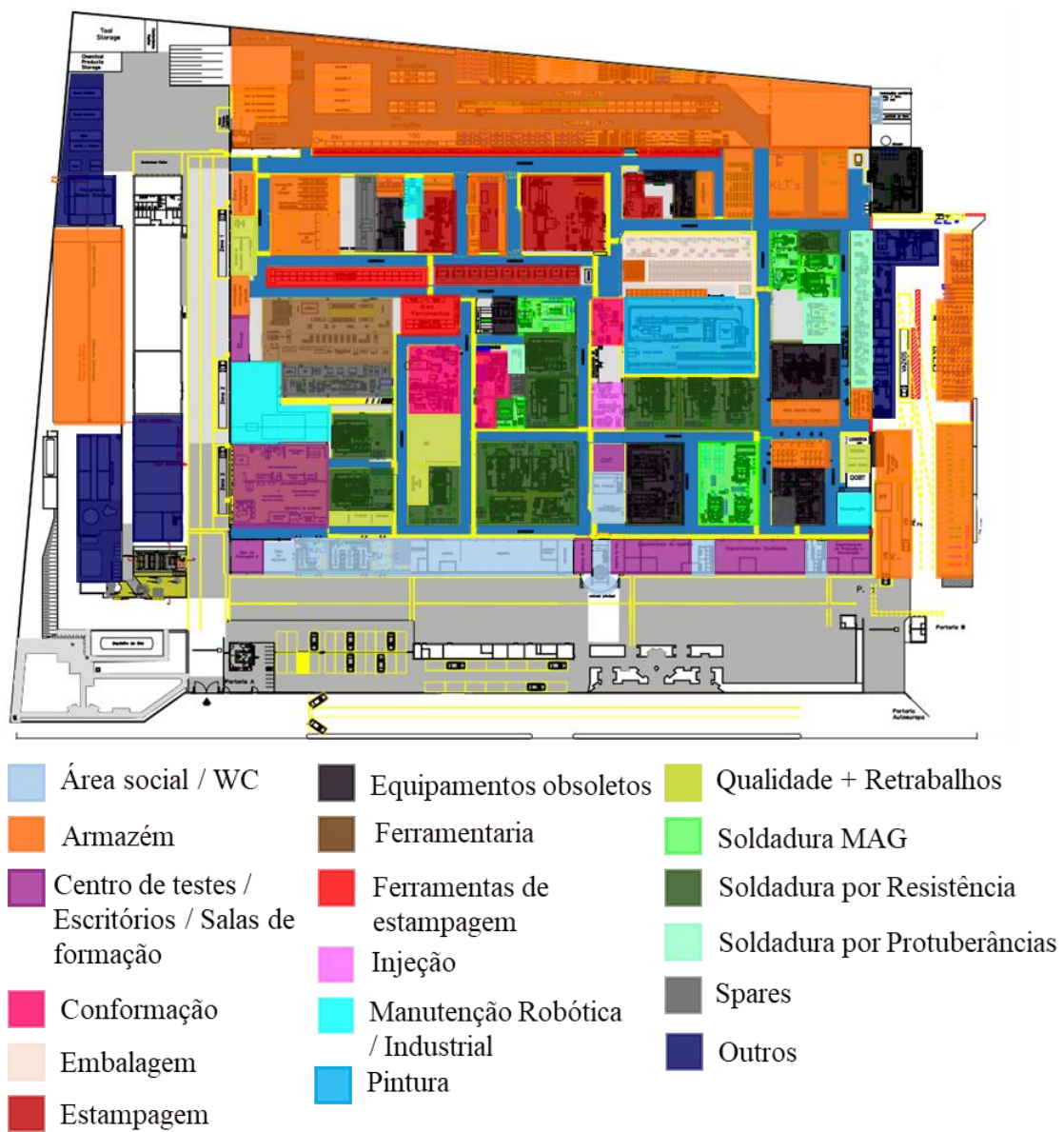


Figura 2.3 – Representação do *Layout* geral da GVN (2023) e legenda.

Capítulo 3

Revisão Bibliográfica

Este capítulo dedica-se à revisão da literatura e respetiva organização dos conceitos técnico-científicos que sustentam o trabalho desenvolvido e exposto nos capítulos 4 e 5 do relatório. Aborda-se o conceito de *layout*, a sua importância numa organização, a relação do sistema de produção com as tipologias de *layout*, bem como as metodologias e design, planeamento e implementação de *layout* industrial.

3.1. Layout Industrial

3.1.1. Conceito e princípios para um bom Layout

O conceito de *layout*, abreviadamente, refere-se à ocupação do espaço físico, mas é na verdade mais complexo do que aparenta.

A nível industrial, o *layout* resulta na disposição mais eficiente dos recursos necessários à produção, tendo em conta o espaço disponível para a operação, fluxo de material e manutenção dos meios. Esta configuração visa a minimização do *lead time* e a redução dos custos operacionais associados [10]. Além do objetivo principal de facilitar o processo de produção um *layout* planeado inclui também as seguintes metas [11]:

- Minimizar o manuseamento de material, especialmente a nível de distância e tempo de deslocação;
- Manter a flexibilidade de disposição e funcionamento à medida que as necessidades mudam;
- Promover uma elevada produtividade do trabalho em curso;
- Reduzir o investimento em equipamentos;
- Utilizar o chão de fábrica de forma económica;
- Promover a utilização eficiente da mão de obra;
- Garantir a segurança e conforto dos colaboradores.

Vários autores abordam o conceito de *layout* com diferentes perspetivas, de acordo com os seus âmbitos de estudo. No contexto da engenharia de produção e gestão industrial, o *layout* é definido como a disposição física dos recursos, como máquinas, equipamentos e colaboradores, dentro de uma instalação. Com o objetivo de otimizar o fluxo de materiais e informações, maximizando a eficiência operacional [11]. No âmbito do marketing, define-se que o *layout* de uma loja ou ambiente de vendas é essencial para otimizar a experiência do cliente e aumentar as vendas, ao guiar os consumidores pela loja e influenciar seu comportamento de compra [12]. Assim sendo, o *layout* não se cinge apenas à área industrial, sendo aplicado igualmente em design gráfico, arquitetura, escritórios, lojas comerciais, entre outros, que compartilham os mesmos objetivos, apesar de serem áreas bastante diferentes [11].

O *layout* industrial é decisivo para o sucesso contínuo de uma organização e as suas boas práticas garantem que uma fábrica é segura, eficiente, operacional e capaz de manter,

além de se fazer um uso eficaz do espaço disponível [13].

A preparação do *layout* ocorre em fases decisivas, como na implementação de novos equipamentos ou na adaptação a novos desafios. Pode também ser necessária quando os objetivos definidos não são alcançados, sempre que as condições de segurança não sejam cumpridas ou ainda quando há alterações no volume de produção de um produto [14].

Embora um bom *layout* não compense uma má conceção do processo, um *layout* mal definido pode facilmente resultar numa fábrica ineficiente e sujeita a maior variabilidade. Para a definição de um bom *layout*, em primeiro lugar, é necessário envolver todos os departamentos de uma organização como a engenharia, produção, manutenção, qualidade, compras e logística. Quando estão todos envolvidos, diferentes aspetos a ter em conta são expostos e são apresentadas soluções exequíveis a todos, minimizando erros e impactos futuros em alterações posteriores de *layout*, que são extremamente dispendiosas a nível de dinheiro e tempo [13].

Para suporte ao design e planeamento do *layout*, são utilizados softwares 2D onde é possível simular diferentes disposições dos equipamentos e complementos necessários à organização e desta forma erros de projeto e incompatibilidades são reduzidas drasticamente [13].

Alguns dos benefícios de um bom *layout* são enumerados em seguida [14]:

- Minimiza custos de transporte e movimentação de materiais;
- Correta utilização dos espaços;
- Utilização dos recursos humanos de forma eficiente;
- Elimina estrangulamentos (ou bottlenecks);
- Melhora a comunicação;
- Reduz tempos de processo e de serviço;
- Elimina movimentos desnecessários;
- Facilita a movimentação de recursos e cargas;
- Incorpora medidas de segurança e HST (Higiene e Segurança no Trabalho);
- Promove a Qualidade de produtos e serviços;
- Facilita as operações de Manutenção;
- Facilita o controlo visual das operações;
- Garante a flexibilidade do sistema de produção.

Uma organização que ambicione um bom *layout*, capaz de atingir os objetivos

enumerados, tem de ter em conta vários aspetos das áreas que a integram, tais como:

Eficiência do espaço: A disposição dos equipamentos e meios necessários tem de promover a produtividade, fiabilidade e segurança, contornando a tipologia e tamanho do edifício disponível [10][13].

Processo de produção: A estratégia de produção implementada influencia diretamente o *layout* a considerar na organização. Uma produção em lotes retira maior benefícios de um *layout* funcional e uma produção em série de um *layout* em linha de montagem [10].

Reparação e manutenção: Os equipamentos têm de estar dispostos de forma que seja assegurado o acesso seguro e preciso para a equipa de manutenção intervir sempre que seja necessário [10][13].

Fluxo logístico: O *layout* deve simplificar o movimento eficiente dos materiais, minimizando o tempo de transporte e de manuseio [14].

Segurança: Garantir a adequada iluminação, circulação de ar, controlo do ruído, restrição de pesos manuseados, definição de zonas de peões e zonas de outros meios, saídas de emergência devidamente sinalizadas e acessos desimpedidos [10][15].

Conformidade Legal de Normas: Garantir o cumprimento de todas as leis e normas aplicadas na organização nas diferentes vertentes [13].

Necessidades dos colaboradores: Disponibilidade de casas de banho, vestiários, cacifos, pontos de água distribuídos e zonas de lazer para as pausas [10].

Ergonomia: O *layout* deve eliminar os deslocamentos desnecessários, o manuseio de cargas e garantir que os meios necessários para trabalhar estão ao alcance imediato do operador, promovendo uma ergonomia adequada para evitar lesões e melhorar o conforto ao realizar as tarefas [15].

Flexibilidade: O *layout* deve permitir ajustes e modificações conforme as necessidades da organização [14].

Em síntese, o *layout* industrial desempenha um papel fundamental na eficácia e competitividade de uma organização. Quando planeado de forma correta, promove a otimização dos processos, minimiza desperdícios e períodos de inatividade, assegura a segurança dos colaboradores e possibilita uma adaptação ágil a eventuais modificações. Através da diminuição de custos operacionais e do aumento da qualidade do produto, um

layout bem estruturado não promove apenas a produtividade, mas também favorece a sustentabilidade e o êxito constante da organização [16].

Por outro lado, uma implementação de *layout* sem considerar os aspetos referidos pode originar elevados custos de posse e de movimentação, bem como tempos de ciclo e *lead times* superiores. Além disso, pode obrigar a níveis elevados de *stocks* intermédios, comprometer a qualidade do produto entregue ao cliente, afetar a segurança e moral dos colaboradores e criar zonas de elevado congestionamento, deixando outras áreas subutilizadas [14].

3.1.2. Tipos de Sistemas de Produção

A produção é o processo delineado e planeado para a transformação de uma determinada matéria-prima (MP) (*input*) no produto final vendido ao cliente (*output*), este processo pode ser direto, ou indireto caso a matéria-prima passe por diferentes etapas para se atingir o produto final.

O sistema de produção é constituído por todos os recursos necessários ao fabrico do produto final, ou seja, a matéria-prima, mão de obra, métodos de trabalho, equipamentos e fluxos logísticos. O propósito principal é organizar e otimizar a correlação dos envolvidos na produção, garantido que a qualidade, os prazos, a eficiência e os menores custos são alcançados com sucesso. Deve ser capaz de responder às mudanças, do mercado que se insere, do cliente e também das condições operacionais, isto é, deve tratar-se de um sistema flexível. As organizações podem adotar por um sistema de produção consoante o fluxo de materiais do qual resulta os sistemas de produção unitária (*job shop*), por lotes, em série e em contínuo [14][17].

A produção unitária, caracteriza-se pelos seus produtos únicos, feitos à medida e especificação do cliente, trata-se de fabricos de pequenas quantidades, ou até mesmo unitários. Os equipamentos utilizados são *standard* capazes de garantir a flexibilidade necessária à produção, os colaboradores têm uma formação polivalente para executarem uma variedade de operações e o *layout* implementado nestes casos é um *layout* celular. A adaptabilidade ao cliente, o baixo custo de implementação e a especialização em produtos e processos torna a produção unitária competitiva, no entanto, os elevados níveis de *Work In Process* (WIP), o *lead time* extenso e o elevado custo são dificuldades que enfrenta. A produção unitária é comum em empresas de imobiliário, produção de equipamentos e de

ferramentas [14][17].

A produção por lotes caracteriza-se pela menor variedade do produto, mas com uma produção em maior quantidade, consoante o volume de vendas para um determinado período. Assim sendo, os equipamentos utilizados são *standard*, porém apresentam modificações e ferramentas especiais, os colaboradores têm polivalência para darem resposta a diferentes equipamentos. No entanto, estão atribuídos a áreas de trabalho específicas, como exemplo tem-se a área de estampagem e soldadura, o *layout* indicado é o celular. Com este tipo de produção as organizações conseguem oferecer ao cliente alguma flexibilidade em variedade, volume e tempo de produção, no entanto, os níveis de WIP são elevados e não são capazes de produzir quantidades inferiores à quantidade económica de fabrico. Comummente utilizada na indústria têxtil e confeção, produtos de catálogos e na produção de componentes metálicos e elétricos, a grande maioria de empresas industriais pertence a esta categoria de processos [14].

No caso da produção em série tem-se uma variedade dos produtos reduzida, mas volumes de fabrico elevados são processos pouco ou nada flexíveis com equipamentos feitos à medida para garantir a elevada cadência. Os colaboradores não necessitam de grande especialização, sendo o seu papel essencialmente de monitorização e controlo. Assim sendo, os trunfos desta tipologia de produção são o seu elevado volume de fabrico, com isso o seu baixo custo unitário e a estabilidade dos processos. Por outro lado, não conseguem ser flexíveis nem adaptáveis como por vezes o mercado exige, além de que o investimento inicial é bastante elevado. A indústria automóvel, como a montagem de carros e a indústria eletrónica recorrem a esta produção e o *layout* aplicado é designado por *layout* por produto ou em linha [14].

Uma produção em contínuo processa abundantemente um determinado produto ou família de produtos, sendo em muito semelhante com a produção em série de produtos discretos. Porém, a produção em contínuo dedica-se a produtos contínuos como as indústrias petroquímicas, as cimenteiras e as pastas de papel. Neste caso os equipamentos são dedicados ao produto a fabricar, não permitindo uma grande flexibilidade. Em contrapartida apresenta um grau de automatização dos processos e dos sistemas de movimentação bastante elevado, reduzindo custos de produção e promovendo a qualidade e estabilidade [17].

3.1.3. Tipos de layout

A tipologia de *layout* mais indicada para uma organização depende diretamente do seu sistema de produção, isto é, a variedade de produtos que fabrica e o respetivo volume, na figura 3.1 tem-se a relação entre o tipo de *layout*, em seguida apresentados, e o sistema de produção.

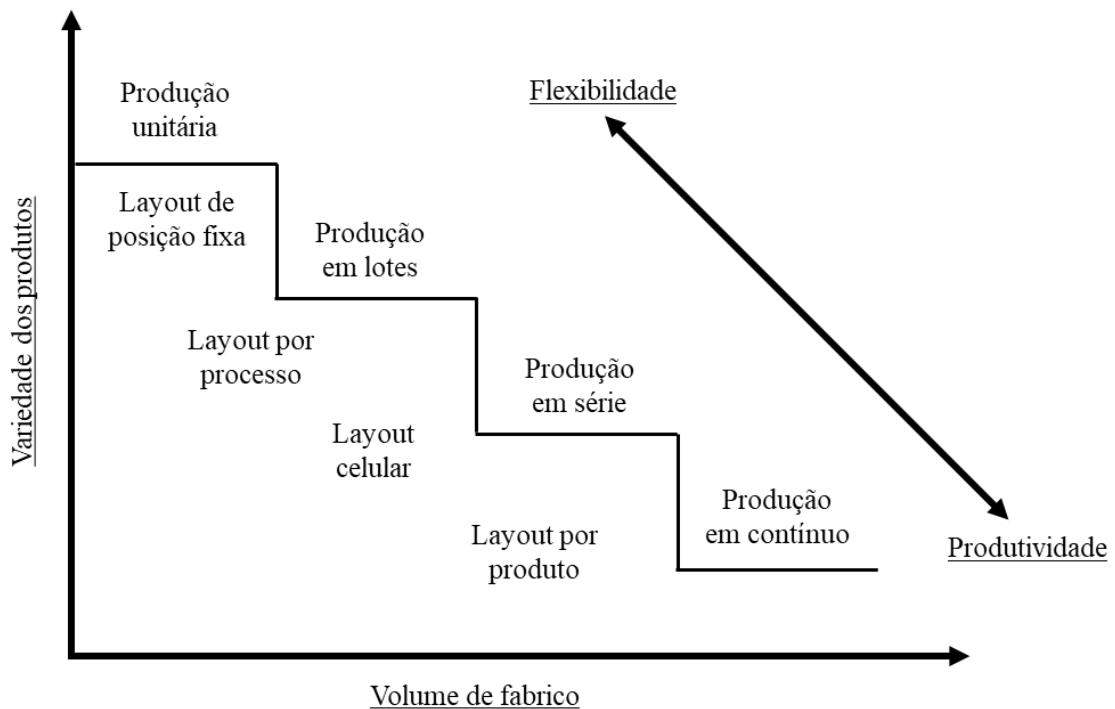


Figura 3.1 – Relação entre o tipo de *layout* e o sistema de produção.

O **layout por produto** (em linha ou *flow shop*) é apropriado para o fabrico de um produto *standard* com um volume elevado, sendo projetado à imagem do produto com o propósito de maximizar a utilização de recursos. Os equipamentos ou estações de trabalho encontram-se dispostos numa sequência linear e predefinida, interligados por sistemas de transporte e transferência. Os materiais circulam sem qualquer retrocesso ou desvio, tornando o *output* de uma estação no *input* da seguinte até se obter o produto final [14][15][19][20].

Nesta configuração o operador e os meios que necessita estão fixos e o produto é que se transfere de estação em estação, na figura 3.2 [18] tem-se o exemplo de um *layout* por produto.

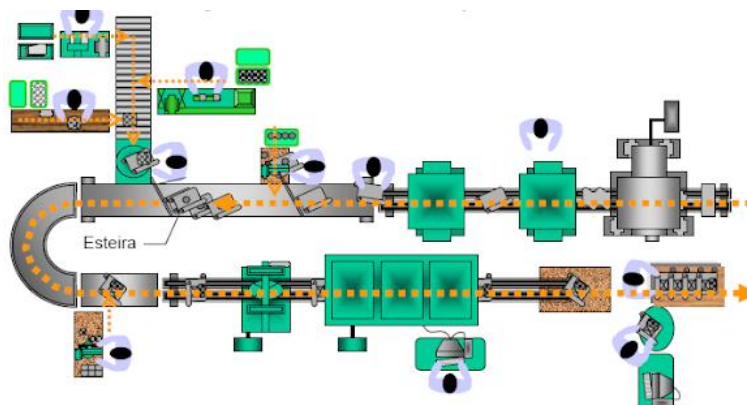


Figura 3.2 – Exemplo de um *layout* por produto [18].

Para esta tipologia de arranjo os colaboradores não necessitam de ser especializados as competências necessárias são baixas quando comparados a trabalhos de oficina, uma vez que os equipamentos realizam a maior parte do trabalho. Na tabela 3.1 encontram-se algumas das vantagens e desvantagens da implementação do *layout* por produto[14][20].

Tabela 3.1 - Vantagens e desvantagens do *layout* por produto.

Vantagens	Desvantagens
Simplicidade na gestão dos processos	Reduzida flexibilidade
Baixos custos unitários	Elevado custo inicial
Reduzidos tempos não-produtivos	Elevados custos de operação e manutenção
Fluxo contínuo de trabalho	Operações interdependentes
Utilização otimizada do espaço	Necessidade de supervisão constante

Num ***layout* por processo** (funcional) os equipamentos e processos são organizados em seções homogêneas, ou seja, os equipamentos/processos que desempenham funções semelhantes estão dispostos numa área em comum. Esta configuração é a mais frequente nas organizações, sendo apropriado para processos que sigam o sistema de produção por lotes, de dimensão unitária, pequena ou média [14][15]. Os materiais e produtos são transferidos de seção em seção até se obter o produto final e cada seção está dedicada a uma tipologia de trabalho, como se pode observar na figura 3.3 [18].

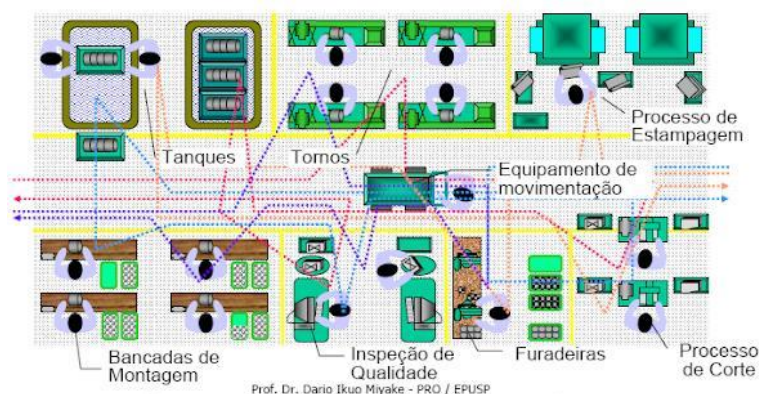


Figura 3.3 – Exemplo de um *layout* por processo [18].

Alguns princípios devem ser considerados na implementação deste *layout* como a distância mínima entre secções para evitar tempos de deslocação longos, as secções devem ser organizadas numa sequência lógica de operação e de forma que seja fácil para gerir, trabalhar e manter [10]. Na tabela 3.2 encontram-se algumas das vantagens e desvantagens do *layout* por processo [14].

Tabela 3.2 – Vantagens e desvantagens do *layout* por processo.

Vantagens	Desvantagens
Flexibilidade	Complexidade na gestão e coordenação dos meios
Ajuste a vários volumes de fabrico	Predominância de tempos não produtivos
A avaria de um equipamento não resulta na paragem total do trabalho	Elevado nível de produtos em curso de fabrico (<i>WIP</i>)
Supervisão mais eficaz e especializada	Mão de obra especializada
Investimento inicial inferior	<i>Lead time</i> longo

O ***layout celular*** está intimamente ligado à tecnologia de grupo, uma filosofia de fabrico na qual são identificados e agrupados produtos similares de modo a retirarem-se vantagens devido à semelhança de projeto e fabrico [19]. Desta forma, é como se dentro de uma fábrica existam várias mini fábricas para as respetivas famílias de produtos [14]. As famílias de produtos são fabricadas em células autónomas, que são constituídas por uma sequência lógica de equipamentos ou estações de trabalho, figura 3.4 [18].

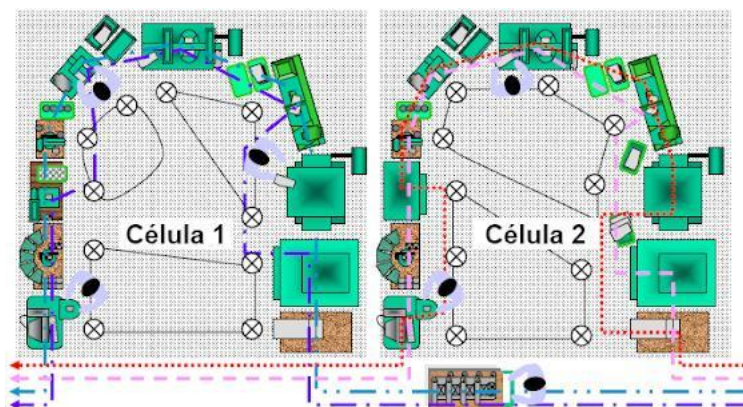


Figura 3.4 – Exemplo de um *layout* celular [18].

Os colaboradores das células têm uma formação polivalente, permitindo operar diferentes equipamentos ou estações de trabalho. Os produtos complexos podem exigir interligações de diferentes células e para tal recorre-se ao método de *kanban*, o *output* de uma dada célula pode variar adicionando ou removendo colaboradores [14].

Esta disposição de equipamentos permite às empresas eliminar as desvantagens do *layout* por processo, a nível de complexidade de fluxos e retirar os partidos do *layout* por produto, sem considerar os elevados volumes de fabrico. Na tabela 3.3 encontram-se algumas das vantagens e desvantagens do *layout* celular [14].

Tabela 3.3 – Vantagens e desvantagens do *layout* celular.

Vantagens	Desvantagens
Flexibilidade	Dificuldade na formação de famílias de produtos e respetivas células
Ajuste a vários volumes de fabrico	Investimentos associados à duplicação de equipamentos para criação de células
Simplicidade na gestão	
Redução de tempos não produtivos	Dificuldade em acomodar novos produtos que não se “encaixem” em nenhuma da família ou célula em produção
Autonomia	
Menores quantidades de stock	

Tem-se por último o ***layout* de posição fixa**, neste caso o produto encontra-se fixo num determinado local e são os equipamentos, materiais e mão de obra que se deslocam consoante as fases de trabalho, figura 3.5 [18]. Este *layout* é utilizado na construção de navios, aviões, pontes, centrais energéticas, onde as dimensões, o peso e a complexidade

do produto não permite que a sua conceção decorra de outra forma [15].

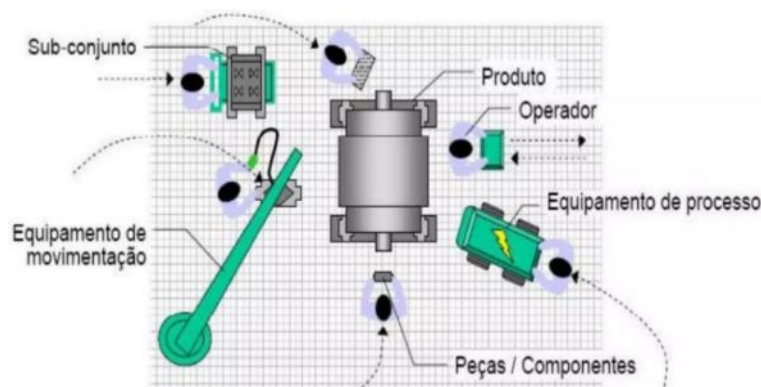


Figura 3.5 - Exemplo de um *layout* de posição fixa [18].

Na tabela 2.4 encontram-se as vantagens e desvantagens da utilização desta tipologia de *layout* de posição fixa [10].

Tabela 3.4 – Vantagens e desvantagens do *layout* de posição fixa.

Vantagens	Desvantagens
Movimentação de material reduzida	Elevado custo
Flexibilidade nas alterações do produto	Área de trabalho muito grande
Possibilidade de ajustes face à falta de material ou colaboradores alterando sequencias de operações	Dificuldade em termos de planeamento e controlo de operações

3.2. Design, planeamento e implementação de *Layout*

O projeto de *layout* industrial consiste no design, planeamento e implementação da melhor disposição física dos equipamentos e meios produtivos pelo espaço fabril, com o objetivo de otimizar o custo, flexibilidade e eficiência produtiva e logística da organização [22].

O design de *layout* começa com a recolha de informações que permitam selecionar a tipologia de *layout* mais adequada à organização. Nesse processo, são analisadas as necessidades específicas relacionadas com a produção, logística e manutenção, todas diretamente influenciadas pela ocupação do espaço. Também são consideradas possíveis restrições, como pilares estruturais, fluxos de colaboradores e de materiais, acessibilidade e ergonomia. Na fase de planeamento, define-se detalhadamente a localização, orientação e organização dos equipamentos e meios produtivos, que simplifica o decorrer das

operações produtivas, logísticas e de manutenção. A fase de implementação consiste na execução física do *layout* projetado e planejado, pode existir a necessidade de ajustes e adaptações que não foram previstas nas fases anteriores [22][23].

A seguir, são apresentadas duas abordagens sistemáticas de *layout* que as organizações devem considerar ao enfrentar o desafio de ocupação do espaço. Cada uma tem características específicas que respondem a diferentes necessidades organizacionais, as quais devem ser ponderadas na escolha da abordagem mais adequada.

3.2.1. Systematic Layout Planning – SLP

O *Systematic Layout Planning* (SLP) é um método prático e padronizado para reorganizar instalações existentes ou projetar novas. Desenvolvido por Richard Muther e os seus associados na década de 1970, o SLP permanece como um dos mais aplicados devido à sua abordagem simples e passo-a-passo. Adapta-se a vários ambientes como fábricas, armazéns, escritórios, laboratórios, hospitais, entre outros [24].

O SLP está dividido em quatro fases sequenciais, desde o objetivo inicial traçado pela organização até a instalação física final. Para alcançar os melhores resultados, Richard Muther sugere que essas fases sejam sobrepostas, figura 3.6 [25].

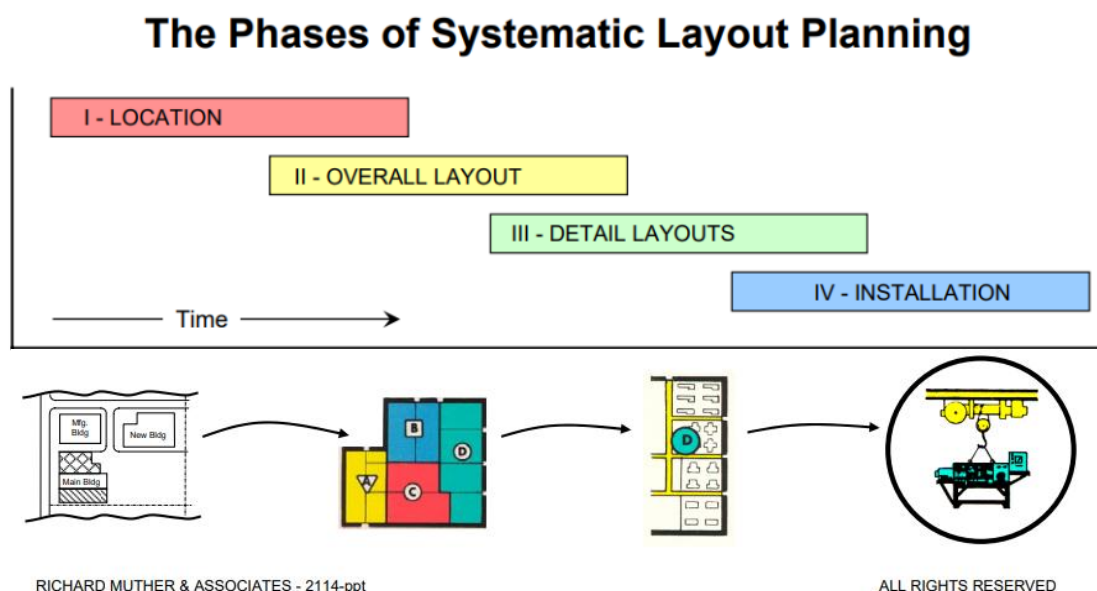


Figura 3.6 – Fases constituintes do SLP [25].

A fase I de localização consiste no estabelecimento da área que será alvo de planeamento, tendo em conta o espaço disponível e o ambiente envolvente. Na fase II de

layout geral planeia-se a organização das áreas e dos departamentos de forma genérica, como um esquema de blocos, bem como os corredores principais de movimentação de colaboradores e materiais. A fase III do layout detalhado corresponde à disposição de equipamentos e meios produtivos específicos de cada bloco representado na fase II, prontos para a instalação. Por fim a fase IV de instalação compreende a preparação dos desenhos e especificações técnicas necessárias à instalação dos equipamentos, acompanhamento e supervisão dos trabalhos a decorrer e a formação dos colaboradores[25][26].

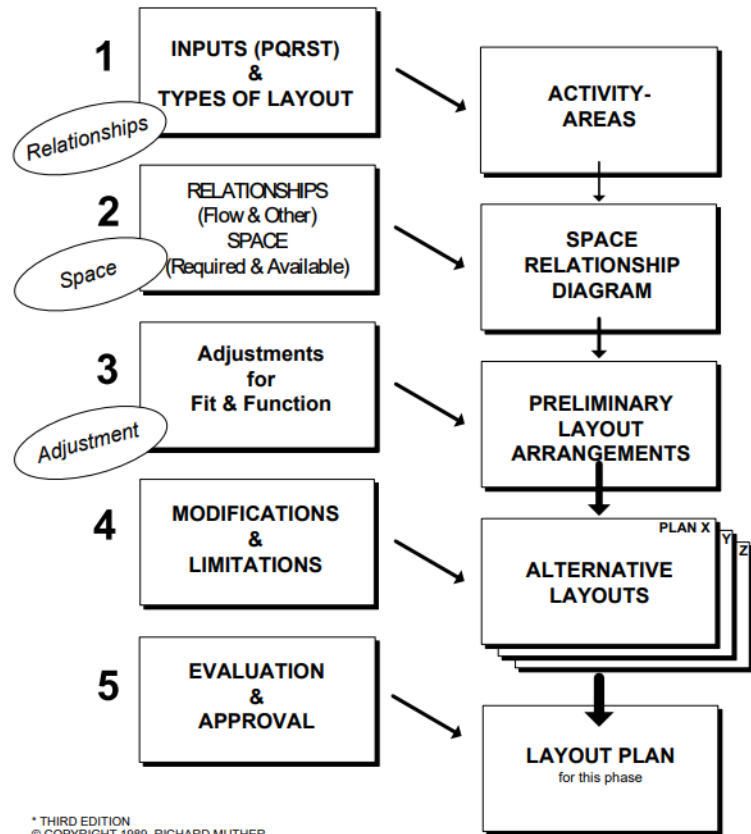
As fases I e IV, por norma, não fazem parte das funções do coordenador do planeamento do *layout*, mas podem impactar ou influenciar os planos do coordenador nas fases II e III. As fases intermédias, o *layout geral* e o *layout detalhado*, são muito críticas porque envolvem a determinação do fluxo de materiais entre áreas, a análise de requisitos especiais de proximidade e a definição do espaço necessário para cada área, equilibrando-o com o espaço disponível. Incluem também a incorporação de restrições práticas, como orçamento e limitações estruturais, e o desenvolvimento de *layouts* alternativos [25][26].

O desenvolvimento do *layout geral* (fase II) e, posteriormente, do *layout detalhado* (fase III) segue um padrão de procedimentos sustentado em três princípios fundamentais que, segundo Richard Muther, são aplicados em todos os *layouts* independentemente do campo de ação [26].

1. Relações – O grau relativo de proximidade desejado ou necessário entre as coisas.
2. Espaço – A quantidade, o tipo e a forma ou configuração das coisas que estão a ser dispostas.
3. Ajustamento – A disposição dos objetos de forma a obter o melhor ajuste realista.

O padrão consiste numa série de cinco secções passo-a-passo, com base nas inter-relações entre departamentos e na disponibilidade do espaço físico, tendo em consideração as necessidades atuais do mercado e as futuras expectativas. A figura 3.7 representa o padrão para o planeamento do *layout*, as secções do lado esquerdo representam a recolha e a análise dos dados, enquanto as do lado direito mostram a síntese e a apresentação de resultados. Com a implementação deste padrão, devem ser desenvolvidas no mínimo duas alternativas de *layout*, que serão posteriormente avaliadas, seleccionando-se a mais adequada. Quanto mais complexo for o problema de *layout*, mais útil e económico se torna o padrão [25][26].

Systematic Layout Planning Pattern*



RICHARD MUTHER & ASSOCIATES - P-2010-ppt

ALL RIGHTS RESERVED

Figura 3.7 – O padrão de procedimentos do SLP [25].

Na secção *INPUTS (PQRST) & TYPES OF LAYOUT* recolhe-se as informações da organização que constituem os fundamentos para as tomadas de decisão das seguintes secções, assim sendo [26]:

(P) produto – Identificar os produtos fabricados e as respetivas características;

(Q) quantidade – Saber o volume de produção atual e futuro para os produtos identificados;

(R) rotas – Fluxos logísticos desde a da entrada de matéria-prima até à saída do produto acabado (PA).

(S) serviços – São todos os serviços de suporte, equipamentos, meios produtivos, de controlo, laboratório, manutenção, entre outros.

(T) tempo – Tempo associado ao fabrico dos produtos e à estratégia de produção da organização.

A análise entre o produto e a quantidade, designada também por *estudo do mix de produtos* resulta em combinações lógicas de vários produtos ou grupos de produtos, identificando por consequência grupos de máquinas, locais de trabalho e áreas comuns. Combinando a análise P-Q com a R, S e T são identificadas todas as atividades a incluir no *layout*, desde armazéns, equipamentos, meios de controlo, máquinas dedicadas ou até mesmo uma simples bancada de apoio. Esta relação conduz ao tipo de *layout* que, segundo Richard Muther se seleciona da seguinte forma [26]:

O *layout* por posição fixa é geralmente adotado quando o produto é fisicamente grande, a quantidade, muito pequena, e quando o processo envolve apenas ferramentas manuais.

O *layout* por processo é adotado quando o produto é fisicamente mais pequeno, embora de diversas variedades, a quantidade grande e quando o processo ou o seu equipamento é grande, dispendioso, exigindo instalações ou edifícios especiais.

O *layout* por produto é adotado quando o produto é especial de alguma forma, a quantidade, muito elevada; e o processo, relativamente simples.

Na secção *RELATIONSHIPS (Flow & Other)* esquematiza-se o fluxo de materiais, informações e outros. Com o intuito de se compreender o nível de proximidade que os departamentos, equipamentos e demais envolvidos no projeto precisam de ter entre si, reduzindo movimentos desnecessários. O nível de proximidade tem como base uma escala com as seguintes classificações [25][26]:

- (A) absolutamente necessário;
- (E) especialmente importante;
- (I) importante;
- (O) pouco importante;
- (U) desnecessário;
- (X) indesejável.

Além disso, há uma tabela de razões para o nível de proximidade, onde: (1) refere-se ao fluxo de material, (2) à supervisão, (3) à conveniência, (4) ao controlo do produto, (5) à presença de contaminantes e fumos e (6) ao controlo de material [26].

As classificações são definidas por análises realizadas a cada área, envolvendo os seus responsáveis, resultando no gráfico de relações entre atividades (*Activity Relationship Chart – ARC*), figura 3.8. Quando a relação de proximidade entre duas áreas é (A) significa que devem estar o mais próximas possíveis, se o nível atribuído for (X) proximidade não é desejada [25][26].

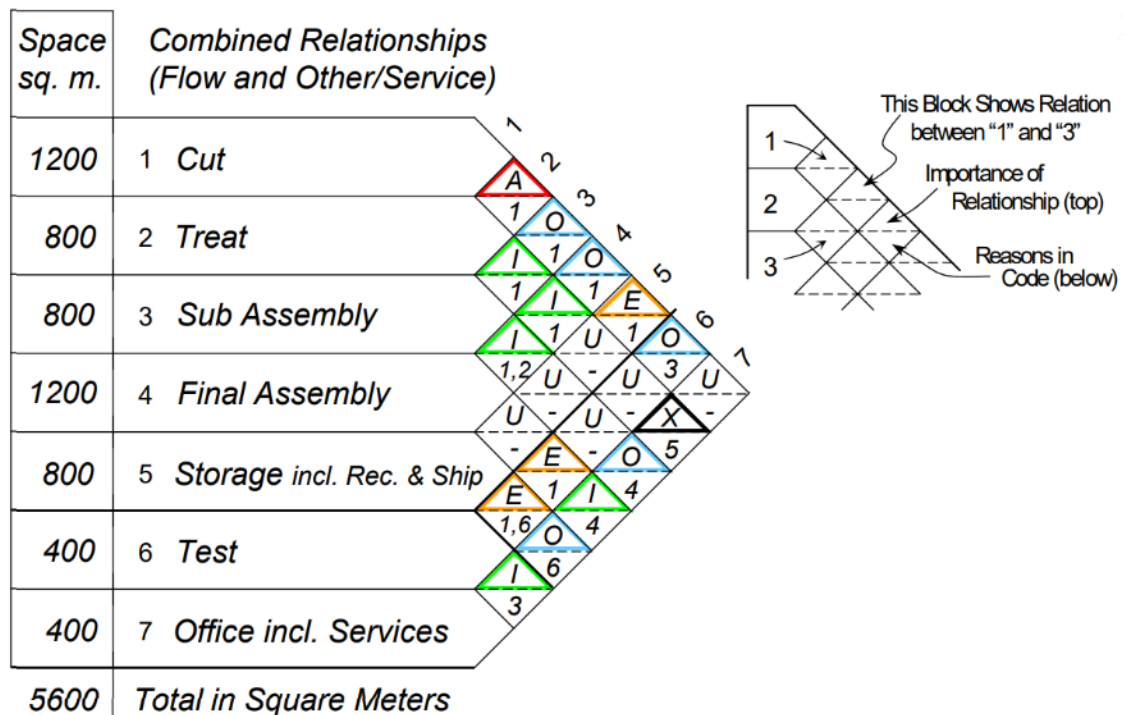


Figura 3.8 – Gráfico de relações entre atividades – ARC [25].

Complementando com as relações e restrições identificadas no ARC, o próximo passo é a elaboração do diagrama de relações de atividades. Este diagrama representa um esboço do *layout*, ajudando a identificar e a reduzir *bottlenecks* e a melhorar o fluxo geral. Em seguida, a cada atividade identificada no gráfico de relações é associado um símbolo de processo, figura 3.9 (a) e de acordo com a classificação do nível de proximidade, é atribuído um número específico de linhas que representam as relações entre departamentos, figura 3.9 (b) [25][26].

Process Chart Symbols & Action*	
* ○	Operation
* ➡	Transportation
◊	Handling
* ▼	Storage
* D	Delay
* □	Inspection

(a)

Vowel Letter	No. Value	No. of Lines	Importance or Intensity Rating	Color Code
A	4	////	<u>A</u> bnormally High	Red**
E	3	///	<u>E</u> specially High	Orange Yellow**
I	2	//	<u>I</u> mportant	Green**
O	1	/	<u>O</u> rdinary	Blue**
U	0		<u>U</u> nimportant	Uncolored**
X	-1	~~~~	<u>N</u> ot Desirable	Brown**
XX	-2,-3,-4,?	~~~~~	<u>E</u> xtremely Undesirable	Black

(b)

Figura 3.9 – Constituintes do diagrama de espaço entre atividades [25].

A figura 3.10 mostra o diagrama de relações entre atividades, sendo o *output* da secção *RELATIONSHIPS and SPACE*, quanto maior o número de linhas entre atividades, significa que mais próximas as mesmas devem estar no *layout*[25][26].

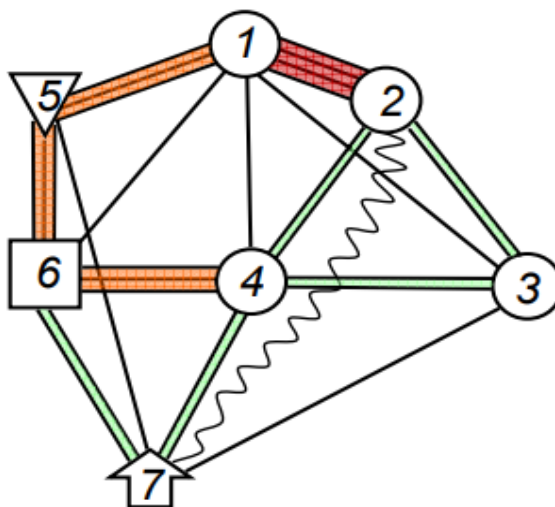


Figura 3.10 – Diagrama de relações entre atividades [25].

Na secção *Adjustments for Fit and Function*, o espaço necessário para cada atividade é confrontado com o espaço disponível. São identificados todos os equipamentos operacionais e de suporte necessários para que cada atividade ocorra em conformidade. Com base na tipologia do produto, na quantidade e nas rotas, calcula-se a área necessária para a realização de cada atividade, a área de suporte, por sua vez, é determinada pela combinação do produto, quantidade e serviço. Nesta fase, obtém-se o diagrama de relações no espaço (*Space Relationship Diagram – SRD*), conforme mostrado na figura 3.11, que é essencialmente um primeiro *layout* [25][26].

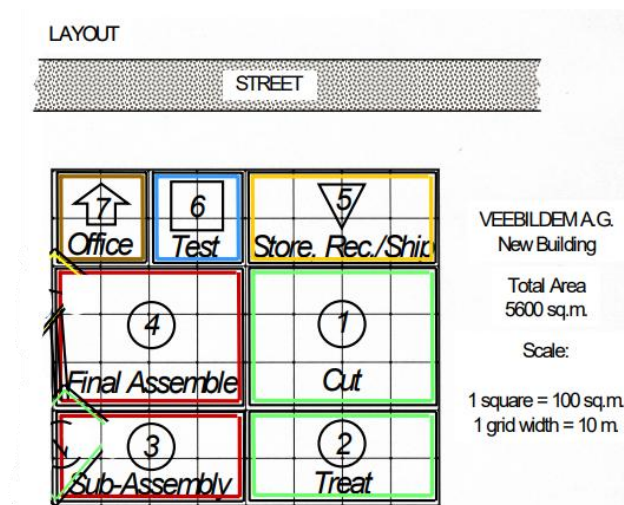


Figura 3.11 – Diagrama de relações no espaço – SRD [25].

O diagrama de relações no espaço não representa o *layout* final, mas sim um esboço do que pode ser. Esse esboço tem de ser ajustado e manipulado com base nas modificações necessárias, entrando-se assim na seção *Modifications & Considerations* do padrão SLP. As modificações podem envolver o processo produtivo, armazenamento, ergonomia, flexibilidade, acessibilidade, entre outros aspetos. Com essas mudanças, diferentes ideias de organização do espaço começam a surgir. Essas ideias têm de enfrentar o desafio das limitações práticas, como o custo, segurança, legislação e restrições físicas do edifício [26].

Ao integrar as modificações com as limitações, as ideias de *layout* são desenvolvidas e analisadas, as que possuem valor prático são mantidas, enquanto as que não atendem aos requisitos são descartadas. No final, permanecem duas a cinco propostas alternativas de *layout*, todas viáveis e com valor agregado, sendo o próximo desafio a decisão de que *layout* deve ser selecionado [26].

Na secção *Evaluation & Approval*, as propostas de *layout* são avaliadas, cada uma delas satisfaz os objetivos da organização, no entanto, possuem aspetos diferentes que têm de ser analisados, ponderados e debatidos entre a equipa multidisciplinar, para que seja selecionada a proposta a implementar [26].

Para a avaliação das propostas no padrão do SLP são apresentados três métodos básicos [26]:

1. Balanceamento das vantagens e desvantagens.
2. Classificação por análise de fatores, apoiada, sempre que possível por comparação de medidas.
3. Comparação e justificação de custos.

Relativamente ao método de balanceamento das vantagens e desvantagens é o método mais fácil dos três, consiste em apresentar as vantagens e desvantagens de implementar cada uma das propostas para a organização, no futuro próximo e a longo prazo [26].

A classificação por análise de fatores foca-se na avaliação dos custos intangíveis que cada *layout* tem, que por várias razões práticas, não podem ser medidos em termos monetários. Que diversas vezes ajuda na decisão da proposta, pelo simples facto de não terem diferenças de custos monetários, mas terem em fatores intangíveis. Este método segue o conceito de engenharia de decompor o problema nos seus elementos e analisar cada um deles, tornando-o mais objetivo. Essencialmente, o procedimento é o seguinte (ver anexo II) [26]:

1. Enumerar todos os fatores que são considerados importantes ou significativos para decidir qual o *layout* a selecionar.
2. Ponderar a importância relativa de cada um destes fatores entre si.
3. Classificar os planos alternativos em função de um fator de cada vez.
4. Ampliar os valores ponderados e classificados e comparar o valor total dos vários planos.

Os fatores podem incluir a flexibilidade, custo de investimento, segurança, capacidade de aumentar a produção, fluxo de materiais, entre outros que a organização considere significativos para a escolha da proposta. Este método oferece uma forma conveniente e organizada de envolver tanto aqueles que devem fazer o *layout* funcionar

(na classificação) quanto aqueles que precisam aprovar os custos (na definição dos fatores e/ou pesos atribuídos). Mais importante ainda, permite que o coordenador do SLP alinhe a sua percepção de valores com o pensamento da gestão e da equipa antes de recomendar uma das propostas [26].

Por último, o método de comparação e justificação de custos deve ser aplicado, pois é necessário justificar a viabilidade económica de cada proposta e também comparar as propostas entre si. Existem duas abordagens para realizar uma análise de custos, ou são considerados os custos totais envolvidos, sendo a mais indicada para uma implementação de *layout* nova, ou apenas os custos que serão impactados pela proposta em análise, no caso de um *re-layout* [26].

Assim sendo é necessária uma forma sistemática de classificar os elementos de custo e acumular os valores de modo que, se compare e justifique os custos das propostas, conforme o padrão do SLP, o procedimento é o seguinte [26]:

1. Preparar uma ou mais folhas de trabalho que recolham os requisitos de investimento para cada alternativa.
2. Preparar uma folha de trabalho que estabeleça estimativas de custos de funcionamento.
3. Efetuar cálculos para comparar ou justificar as despesas dos planos alternativos.

Antes de aprovar uma proposta em relação às restantes, cada uma deve ser verificada pelos diversos departamentos, identificando possíveis erros e promovendo um sentimento de participação e inclusão entre os colaboradores. Cada proposta deve ser apresentada de forma clara e precisa, resumindo o trabalho desenvolvido e contemplando os investimentos necessários, especificando quando serão necessários, quais os retornos esperados e quando vão ocorrer, bem como as vantagens intangíveis [26].

Além disso, a apresentação deve ser capaz de responder às questões críticas para a aprovação da proposta, nomeadamente [26]:

- a. O que é que ganhamos com esta disposição?
- b. O que é que arriscamos com este esquema?
- c. Como é que esta disposição me afeta a mim pessoalmente e ao grupo que represento?

Como resultado, uma das propostas é selecionada, concluindo o padrão de procedimentos SLP para o *layout* geral, isto é, a fase II. Desta forma, avançamos para a fase de planeamento detalhado, a fase III. O padrão a ser utilizado nesta fase permanece o mesmo, no entanto, existem algumas diferenças, tais como [26]:

1. Layout dos equipamentos, nesta fase a disposição é mais pormenorizada, localizando cada equipamento e auxiliares num local específico, sendo necessários dados como dimensões e acessos para cada um.
2. Uma área de cada vez, só se avança para uma próxima área quando a primeira estiver totalmente fechada e definida.
3. Dentro dos limites de um layout geral, neste momento o espaço de cada atividade, os limites e configurações estão bem estabelecidos do *layout* geral, sendo necessário respeitá-los.
4. A um ritmo mais lento, esta fase requer soluções para questões entre departamentos e pormenores que levam tempo de atividade em atividade.
5. Diferentes pessoas, o *layout* detalhado é comum ser desenvolvido por quem trabalha diretamente na atividade, ou pelo menos terem um papel ativo no seu desenvolvimento.

No desenvolvimento da fase III, seguindo o padrão explicado anteriormente, são apresentadas diversas alternativas para cada atividade, selecionando-se uma proposta para cada uma. Com o *layout* geral e do *layout* detalhado de cada atividade definidos, segue-se a fase IV, a implementação do projeto [26].

A preparação para a implementação inicia-se na fase II, quando o *layout* geral está a ser preparado, sendo a facilidade de instalação um dos fatores considerados na seleção e exclusão das propostas de *layout*. Uma forma eficaz de desenvolver os principais elementos do plano de instalação é inserir notas numeradas sequencialmente no desenho do *layout* selecionado, ou fazê-lo sobre um desenho atualizado do *layout* em vigor. Esta atividade deve ser realizada em grupo, com a participação dos responsáveis pelo *layout*, produção, engenharia e manutenção. Caso ocorram interrupções temporárias na produção, o planeamento de produção também deve estar incluído no plano de instalação.

Instalações grandes e complexas exigem, frequentemente, uma variedade de especialistas, que trabalham de forma sequencial ou simultânea num determinado espaço. Para coordenar essas atividades, são elaboradas instruções, cronogramas minuciosos e,

geralmente, é necessário também um orçamento de custos associados à implementação do *layout*. Além disso, com a movimentação de equipamentos e auxiliares de produção há a oportunidade real para realizar outras alterações e melhorias na zona produtiva, que devem ser integradas no cronograma e atribuídas a responsáveis, tais como [26]:

1. Reparar, reconstruir ou repintar o equipamento.
2. Acrescentar novos equipamentos, acessórios, alimentações.
3. Iniciar novos métodos de trabalho, procedimentos e controlos.
4. Abandonar as más práticas operacionais de todos os tipos.
5. Adaptar-se a novos materiais ou a novas especificações de produtos.
6. Realinhar as atribuições de mão de obra, o equilíbrio, as competências e os padrões de tempo.
7. Incorporar práticas de segurança melhores.
8. Reparar o chão, as paredes, os tetos e efetuar outros trabalhos de manutenção importantes.
9. Realinhar as responsabilidades de supervisão.
10. Limpeza, remoção de objetos desnecessários do chão e implementação de gestão visual: sinalização, códigos de cores, quadros de exposição, quadros de sombra para ferramentas, marcação do chão com tinta e/ou fita adesiva.

O ato físico de remover, deslocar e realocar as máquinas e os equipamentos para as suas novas localizações é apenas uma parte do processo de implementação de *layout*. A preparação para a mudança física é uma tarefa realmente importante, que inclui a aprovação das verbas necessárias, os planos e desenhos de instalação, a programação da mudança e a comunicação a todos os envolvidos. Estabelecer o que deve ser feito, quando e por quem, é a parte mais importante da coordenação da instalação. Posteriormente, devem ser realizadas verificações periódicas para garantir que a nova instalação é concluída no prazo estipulado e com o mínimo de perturbações [26].

O responsável pelo desenvolvimento do *layout* pode planear e coordenar a instalação, embora, na maioria das vezes, seja outra pessoa a responsável por esta fase. A instalação física é normalmente responsabilidade da equipa de manutenção da

organização, podendo, no entanto, recorrer-se a empresas externas. A redução de custos, a familiaridade com os equipamentos, a burocracia menos exigente e a rápida resposta a alterações de última hora, são fatores que tornam a manutenção interna uma escolha mais favorável para a instalação do *layout* [26].

Embora seja difícil encontrar uma altura de instalação que satisfaça completamente todas as partes interessadas da organização, a mesma tem de acontecer. Por isso, ao programar a instalação de um *layout*, é necessário considerar que a mesma deve ocorrer em períodos de baixa produção ou durante alterações no produto, processo ou equipamento, de forma a evitar perdas de produção e paragens do cliente [26].

Durante a instalação, o responsável do *layout* deve estar presente no local, ou, no mínimo, prontamente disponível para ajudar quem está a realizar a instalação. Isto porque, mesmo que o planeamento tenha sido feito ao detalhe, vão sempre existir ajustes durante o processo, e o responsável do *layout* tem de interpretar, analisar e garantir que esses ajustes podem ser feitos sem perturbar a continuação dos trabalhos. Para facilitar a alocação dos equipamentos, os desenhos e esquemas do *layout* detalhado de cada um devem ser fornecidos à equipa responsável pela movimentação. Estes desenhos incluem as dimensões reais e uma referência física, que devem ser marcadas no chão antes da movimentação, para que esta ocorra de forma precisa e eficiente [26].

Terminando a instalação de um equipamento, o mesmo deve ser verificado e testado pelo responsável da movimentação, antes de ser entregue à produção. Esta verificação serve para garantir que o equipamento está a funcionar corretamente e que cumpre todos os requisitos de qualidade, segurança e outros regulamentos, tal como na sua localização anterior [26].

Numa perspetiva de futuros projetos de *layout* e controlo adequado do espaço, deve haver um acompanhamento após a instalação, realizado pelo responsável pelo projeto de *layout*. Este acompanhamento visa verificar se a nova disposição está correta, funcional, se está a ser cumprida e se existem reclamações por parte de quem a está a utilizar [26].

O responsável pelo *layout* tem de analisar os eventuais problemas que possam estar a ocorrer. É essencial analisar se a disposição está a ser utilizada conforme o pretendido, se o projeto se revelou menos prático do que o planeado e se os procedimentos estão a ser seguidos corretamente. Estes pontos exigem uma atenção e análise imediata, caso se verifique uma falha no projeto, o responsável tem de autorizar as alterações necessárias.

No entanto, se a falha do projeto estiver relacionada a fatores externos, pode ser necessário envolver superiores da organização para assegurar o correto funcionamento do mesmo [26].

Com o projeto de *layout* concluído, é aconselhável realizar uma auditoria após instalação para avaliar as poupanças e custos estimados, a fim de tornar futuras estimativas mais precisas e fundamentadas [26].

A abordagem *Systematic Layout Planning* apresenta diversas vantagens para uma organização que se depare com o problema da disposição do espaço, tais como [26][27]:

Redução dos custos de movimentação de materiais: Ao otimizar a movimentação de materiais, o método SLP pode reduzir significativamente o transporte desnecessário dentro das instalações.

Segurança e acessibilidade aprimoradas: Um *layout* bem planejado e projetado reduz obstruções, melhora a visibilidade e garante a conformidade com os padrões de segurança.

Maior produtividade: Os fluxos de trabalho simplificados e os *layouts* eficientes permitem um processamento mais rápido e reduzem o tempo não produtivo.

Flexibilidade: A abordagem estruturada do SLP facilita o processo de expansão ou reconfiguração do *layout* conforme as mudanças nas necessidades do mercado.

Maior satisfação dos colaboradores: A eliminação de tarefas repetitivas e a melhor disposição dos recursos aumentam a satisfação no local de trabalho.

Por outro lado a metodologia SLP também apresenta limitações na sua aplicação, tais como [26][27]:

Complexidade: O processo pode ser demorado e complexo, especialmente para instalações de grande porte com muitos processos interdependentes.

Custo e tempo de implementação: Desenvolver e implementar um *layout* ideal pode ser caro e exigir períodos longos, especialmente para grandes reformulações de instalações.

Em resumo, o *SLP* é uma abordagem estruturada e baseada em dados para a concepção da disposição das instalações, que se dedica à otimização do fluxo de materiais, pessoas e informações de forma a melhorar a eficiência operacional e reduzir os custos associados. É altamente eficaz quando aplicado na íntegra, mas requer uma consideração cuidadosa das restrições, necessidades futuras e desafios de implementação. No anexo III encontra-se um resumo da abordagem *SLP* descrita no presente relatório [26][27].

3.2.2. *Lean layout*

A metodologia *Lean*, trata-se de uma filosofia de gestão, com origens no sistema de produção da Toyota, *Toyota Production System* (TPS), desenvolvida por Taiichi Ohno como resposta à necessidade de melhorar a eficiência, reduzir os desperdícios na produção e maximizar o valor para o cliente [5].

O *Lean*, como metodologia de gestão, baseia-se em cinco princípios, que servem de linhas orientadoras estabelecidas com o objetivo de condicionarem os comportamentos organizacionais:

Princípio 1 – Identificar Valor – A empresa tem de ser capaz de analisar e identificar, tanto quanto possível, o que o mercado interpreta como valor nos produtos que oferece. Considera-se valor aquilo que é entregue ao cliente e que este considera como compensador do seu tempo, esforço e/ou dinheiro [5] [28].

Princípio 2 – Identificar a Cadeia de Valor – Significa identificar todos os processos envolvidos na produção do produto, não apenas os que acrescentam valor, mas também os que não acrescentam valor. Recorrendo à ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM), representa-se graficamente o fluxo de materiais ao longo dos vários processos. O objetivo é analisar os principais obstáculos do fluxo, definir um plano de ações para os ultrapassar e atingir um processo melhor [28].

Princípio 3 – Criar Fluxo Contínuo – O objetivo é garantir que todos os produtos que se encontrem em fabrico nunca parem, ou seja, ou estão em transformação numa operação ou estão a ser transportados, o mínimo possível, para a operação seguinte [28].

Princípio 4 – Implementar a Produção Puxada pelo Cliente – Idealmente quer dizer que uma operação/processo só é executada quando a operação/processo a jusante precisar, sendo a entrega ao cliente a última dessas operações. A procura é que comanda como é que os vários componentes fluem ao longo do processo produtivo [28].

Princípio 5 – Procurar Constantemente a Perfeição – Melhorar continuamente a organização em toda a sua totalidade. Este princípio requer grandes transformações, na estrutura e cultura organizacional, podendo ser dividido em três aspetos principais [28]:

1. Eliminação de desperdícios – operações e movimentações sem valor acrescentado, mesmo a utilização de recursos humanos em atividades sem valor.
2. Consideração permanente pela segurança dos colaboradores – Garantir em todas e quaisquer situações que a segurança do colaborador está a salvo de qualquer risco de acidente, bem como a não exposição a ambientes que possam causar problemas a longo prazo.
3. Exposição das capacidades dos colaboradores – Através da atribuição de mais responsabilidade e autoridade, promovendo o potencial de cada um.

A metodologia *Lean* não se aplica exclusivamente à produção, atualmente é utilizada nas mais diversas áreas, como saúde, tecnologia e serviços. Dentro da própria produção, o *Lean* não se restringe somente ao fabrico de um produto, encontra-se também no *layout* fabril.

O *Lean layout* refere-se à organização sistemática do espaço físico, com o propósito de otimizar o espaço, os fluxos logísticos e de colaboradores, maximizando a eficiência, eliminando os desperdícios e promovendo um ambiente de trabalho mais ágil e organizado [28][29].

Com base nos princípios referidos, resumidamente, o valor no *layout* centra-se em atividades que contribuem diretamente para a melhoria do produto. A eliminação de desperdícios a nível do espaço físico pode significar a remoção de um equipamento obsoleto ou a eliminação de stock desnecessário. A melhoria contínua envolve o processo repetitivo de fazer pequenas alterações e testar o impacto que têm no espaço e em quem interage com as mesmas. O respeito pelos colaboradores engloba o respetivo envolvimento no processo de planeamento e de tomada de decisões para garantir que o *layout* projetado satisfaz as suas necessidades e aumenta a sua produtividade [28][29].

O processo de implementação de um *Lean layout* inicia-se com a avaliação da distribuição do espaço atual, com o objetivo de se detetarem ineficiências ou a subutilização do espaço. Os pontos que devem ser alvo de uma avaliação e análise, são[28][29]:

Fluxo de trabalho – Acompanhar a forma que os materiais e colaboradores circulam

no espaço de trabalho, de forma que, se identifiquem gargalos, movimentações desnecessárias ou sobreprocessamento.

Disposição atual – Avaliar se a distribuição atual dos equipamentos, máquinas e auxiliares é a ideal para um fluxo de trabalho eficiente e garantido deslocamentos mínimos dos colaboradores.

Recolha de informação – Procurar saber junto dos colaboradores quais são os desafios e ineficiências que enfrentam diariamente com a atual disposição do espaço.

Com base nas informações retiradas das observações, tem-se uma base sólida para projetar um novo *layout* fabril, um *Lean layout* que instigue a eficiência operacional, elimine os desperdícios e promova a produtividade e melhoria contínua. No momento que se projeta o futuro *layout* é necessário considerar alguns aspectos importantes, como[28]:

Projetar para o fluxo – A reorganização do espaço deve ter em conta a sequência de realização das tarefas, minimizando as deslocamentos durante o processo produtivo. Como exemplo tem-se a aproximação da matéria-prima ao operador, através de sistemas de bordo de linha, ou seja, as peças e componentes necessários para a montagem são depositados pela logística, de forma a ficarem ao alcance do operador nos postos [28].

Utilização eficaz do espaço – O espaço deve ser reorganizado de forma a ser o mais eficiente possível para quem opera no mesmo [5].

Flexibilidade – Deve-se ter em conta as alterações do mercado, isto é, o *layout* projetado tem de ser ajustável a futuras alterações [5].

Gestão visual – Ajudas visuais no posto de trabalho de forma a orientar os colaboradores no processo produtivo e na organização do espaço [5].

Com base nos aspectos referidos e na visão da empresa, previamente à implementação física do *Lean layout* devem ser realizadas simulações para visualizar e verificar a sua funcionalidade. Com recurso a tecnologias como o CAD (*Computer Aided Design*), representa-se cada *layout* proposto de forma precisa e à escala, verificando se a disposição projetada é a adequada aos resultados que se procuram alcançar [29].

Após a implementação do novo *Lean layout*, o seu cumprimento deve ser respeitado, no entanto deve ser também monitorizado para se verificar a eficácia e possivelmente realizar ajustes necessários com base nos *feedbacks* dos colaboradores. Para tal recorre-se aos KPIs (*Key Performance Indicator*), os indicadores de desempenho da organização,

tais como [5]:

Tempo de Ciclo – Corresponde ao tempo que demora a completar o processo produtivo do início ao fim de um determinado produto. Por norma quando a área envolvente é eficiente o tempo de ciclo diminui, o colaborador tem ao seu rápido alcance todos os meios que necessita para completar a tarefa.

Taxa de Qualidade – A diminuição de defeitos, peças para retrabalhos ou sucata, pode ser atribuída a processos mais eficientes, facilitados pelo *Lean layout*.

Rendimento - A capacidade de um sistema alcançar resultados, sendo a relação com os *outputs* obtidos e os valores definidos, isto é, os resultados esperados.

Disponibilidade - A relação entre o tempo útil de trabalho, contabilizando as paragens não programada, como avarias, e o tempo disponível para trabalho.

Eficácia Global do Equipamento (OEE) – A eficiência global mede o desempenho global de um equipamento em relação à sua disponibilidade, rendimento e qualidade. Um OEE mais elevado pode resultar de ajustes realizados no *layout*.

A implementação de um *Lean layout* promove diversas vantagens para a organização em diferentes vertentes, tais como [28][29]:

Eficiência – Com o posicionamento estratégico de equipamentos, e materiais, as deslocações e tempos de transporte são minimizados, pelo que o fluxo de trabalho é simplificado e as operações decorrem de forma mais rápida, fluida e eficaz.

Custos – Através da eliminação de desperdícios e otimização dos recursos, podem ser alcançadas reduções de custo significativas em áreas como a manutenção e energia.

Segurança dos colaboradores – Áreas de trabalho mais limpas e organizadas, reduzem o risco de acidentes e contribuem para um ambiente mais seguro.

Qualidade dos produtos – Com a melhoria dos processos e com o espaço produtivo organizado, a probabilidade de erros diminui, os custos de retrabalhos e ou sucata diminuem e a qualidade dos produtos incrementa.

Colaboradores – O envolvimento dos colaboradores no projeto e implementação do *layout* aumenta o empenho e satisfação.

Flexibilidade – O *Lean layout* permite que a organização se adapte às mudanças do

mercado ou que introduza novos processos ou tecnologias mais facilmente.

No entanto a implementação de um *Lean layout* por se tratar de um processo transformador para a organização, apresenta desafios que têm de ser geridos de forma ponderada para garantir o sucesso da organização. A resistência à mudança é um dos desafios que se enfrenta em todas as transformações organizacionais, assim, a implementação de um *Lean layout* terá também este desafio. A resistência não parte exclusivamente dos colaboradores, a própria administração e diretores podem estar dependentes das formas de trabalho que têm desde sempre, pelo que podem estar céticos em relação às mudanças. Como forma de ultrapassar este obstáculo é importante, formar todos os que integram a organização acerca dos benefícios do *Lean layout* e entenderem o porquê da mudança. O envolvimento no projeto e implementação das alterações, facilita a aceitação, o apoio visível das chefias é importante para influenciar os colaboradores que estejam mais hesitantes. A implementação de modificações que resultem em melhorias num curto período cria dinâmica entre os colaboradores e reduz a resistência à mudança. Com a implementação destas estratégias os integrantes da organização vão estar mais dispostos e proativos na mudança para um *Lean layout* [28][29].

Aquando se reorganiza um *layout* fabril o espaço e os recursos podem ser desafios difíceis de superar, no entanto se existir a abordagem correta o projeto *Lean layout* é inteiramente viável. Os espaços devem ser reorganizados de uma forma diferente do que foi feito até ao momento, como por exemplo a implementação de armazéns verticais, que libertam área fabril necessária para a instalação de novos equipamentos. Os stocks que representam uma área fabril relativa devem ser reduzidos e para tal deve ser implementada a prática *just-in-time* (JIT), em stocks mínimos libertando a área fabril. Todas as áreas fabris devem ser sujeitas à metodologia 5S que irá tornar a área mais eficaz, eficiente e segura. Quando se trata de áreas fabris muito limitadas, as atividades que não agreguem valor devem ser realizadas externamente, libertando área para operações que efetivamente contribuem com valor para o cliente. Na possibilidade de investir, devem ser realizados investimentos em equipamentos de dimensões reduzidas, porém de elevada eficiência, não comprometendo a produtividade nem prejudicando a área fabril reduzida [28][29].

Em suma, o *Lean layout* é uma abordagem estratégica que promove a eliminação de desperdícios, a criação de fluxos contínuos, a segurança e ergonomia dos colaboradores. Resultando numa área fabril mais eficiente, com redução de custos e adaptável conforme

as necessidades da organização. Além da reorganização física do *layout* fabril, o *Lean layout* procura estabelecer uma mentalidade organizacional de melhoria contínua, incentivando a procura constante por resultados cada vez melhores e a competitividade no mercado.

Na tabela seguinte encontra-se uma comparativa entre as duas técnicas, SLP e o *Lean layout*, de acordo com os critérios que foram referidos anteriormente.

Tabela 3.5 – Comparação entre o SLP e o *Lean layout*.

Critério	<i>Systematic Layout Planning (SLP)</i>	<i>Lean layout</i>
Objetivo principal	Criar um <i>layout</i> ideal com base em relacionamentos entre áreas e fluxo de materiais	Eliminar desperdícios e aumentar o fluxo contínuo
Origem	Desenvolvido por Richard Muther (anos 70) – abordagem sistemática e universal	Baseado nos princípios do <i>Lean Manufacturing (Toyota Production System)</i>
Abordagem	Estruturada, sequencial e baseada em análise espacial e funcional	Prática, adaptativa e centrada na eficiência operacional
Etapas principais	Diagrama de relações → Análise de fluxos → Alternativas de <i>layout</i> → Seleção	Redução de desperdício → Nivelamento → <i>Layout</i> em U / célula de produção
Foco da análise	Proximidade entre setores, tipo e frequência de movimentações	Redução de movimentações, stocks, esperas e excessos
Ferramentas comuns	Diagramas de relacionamento, quadros de espaçamento, matriz de fluxo	Mapeamento de fluxo de valor (VSM), 5S, Kanban, <i>layout</i> em célula
Flexibilidade / Atualização	Mais rígido e formal, ideal para projetos novos ou reestruturações complexas	Alta adaptabilidade, ideal para ambientes dinâmicos e melhoria contínua
Aplicação típica	Fábricas novas, mudanças de grande escala, reorganizações físicas	Linhas existentes, produção em série, operações que buscam eficiência
Resultado esperado	<i>Layout</i> lógico, racional e funcional	<i>Layout “Lean”</i> , com fluxo contínuo e menos desperdício

A compreensão das diferentes abordagens ao projeto de *layout* permite seleccionar estratégias que melhor atendam às necessidades específicas de cada ambiente produtivo, contribuindo para a otimização da eficiência e da competitividade industrial..

Capítulo 4

Caracterização da Situação Inicial

Este capítulo dedica-se à apresentação do *layout* inicial da Gestamp Vendas Novas, analisando detalhadamente a situação que se encontrava, bem como o porquê de modificar todo o *layout* industrial. São expostas e explicadas as diferentes simulações realizadas para cada secção de produção que resultaram na otimização do espaço fabril. Por fim apresenta-se um equipamento em particular para que seja analisada a condição antes da otimização.

4.1. Layout Inicial

A Gestamp Vendas Novas contempla na sua instalação fabril diversos processos que conduzem ao fabrico dos seus produtos, incluindo os processos produtivos e os de suporte direto à produção. Compreende-se como processos produtivos na GVN a estampagem a frio (progressiva e manual), soldadura (por resistência, *Metal Active Gas* – MAG - e por protuberâncias), conformação de varão, injeção de plástico, furação, rebitagem, pintura, lavagem e aplicação de componentes. Como suporte direto à produção tem-se a embalagem, o armazém, a manutenção robótica, industrial e a ferramentaria.

Todos estes processos estão presentes diariamente no chão de fábrica, relacionando-se entre si, sendo importante o local onde se encontram e como estão distribuídos na área fabril.

Com base no estado atual, referente a 2023, e com os olhos no futuro, a GVN organizou um seminário para definir e planear o futuro da empresa, seguindo a metodologia *Want To Be Condition* (WtbC), em setembro de 2023. Enquadrado no sistema de produção da Gestamp (*Gestamp Production System*, GPS (anexo IV)), o WtbC, figura 4.1, trata-se de uma metodologia de melhoria contínua que consiste na descrição do objetivo e estado que se quer atingir de acordo com a visão da empresa.

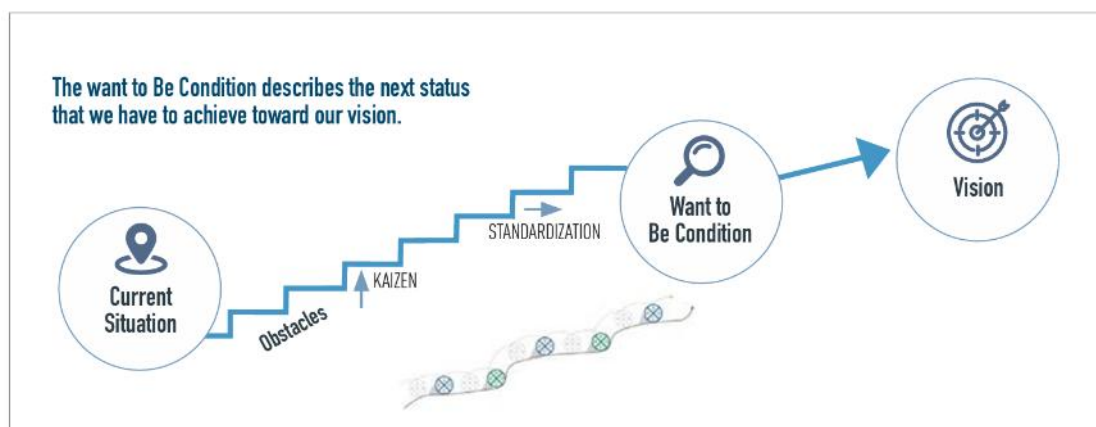


Figura 4.1 – Metodologia *Want to be Condition*.

Primeiramente é necessário analisar e compreender o estado atual da organização, sendo importante ficar claro para todos os que integram o processo. Posto isto e com base na visão da empresa define-se o objetivo a ser alcançado, o WtbC, relativamente a toda a organização, aos postos de trabalho, fluxos logísticos ou outras áreas de interesse. Nesta fase descrevem-se também os obstáculos que podem surgir durante o percurso até atingir o WtbC e de que forma podem ser superados ou contornados. Uma vez definido o WtbC,

recorre-se a diferentes ferramentas do GPS como o *Plan Do Check Act* (PDCA), *Standardize Do Check Act* (SDCA), reorganização do espaço, definição de fluxos logísticos, entre outras que sejam aplicáveis. Resultante deste processo formam-se grupos multidisciplinares com tarefas definidas, periódicas e supervisionadas, até que se atinjam os objetivos e se alcance o WtbC definido para a organização. Quando o WtbC se torna a situação atual, o ciclo reinicia-se, tornando-se um trabalho de rotina de melhoria contínua.

No seminário de setembro de 2023 foram envolvidos os responsáveis de cada departamento e alguns subordinados dos mesmos. Foi feito um ponto de situação do estado da fábrica naquele momento, incluindo tópicos de qualidade, fluxos logísticos, produção e armazém.

A visão futura da GVN concentra-se em zero empilhadores na nave fabril com a integração de AGV's, *Automated Guided Vehicle*, na automatização da saída de produto acabado e na integração dos carros kit. Com base na visão futura e tendo em conta a situação de setembro de 2023, foi definido o WtbC a alcançar. Na situação futura delineada incluem-se diversas alterações ao nível de disposição de equipamentos, e outras só serão possíveis se esta for realizada como a simplificação dos fluxos logísticos e a redução de deslocamentos por parte do operador. Na figura 4.2 encontra-se um quadro resumo do processo WtbC desenvolvido na GVN.

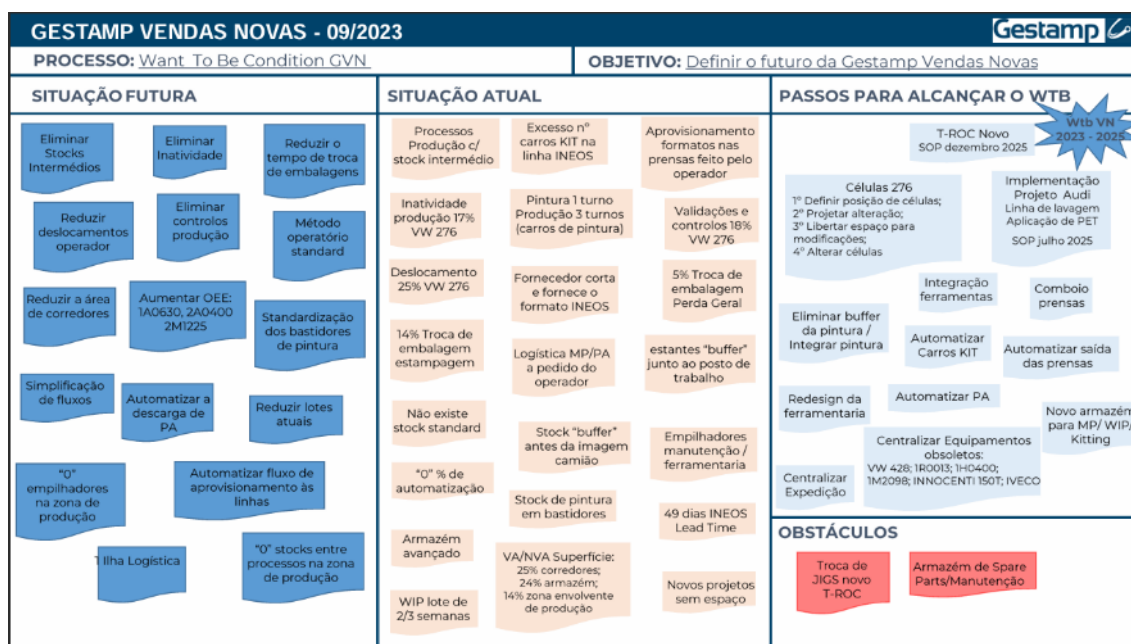


Figura 4.2 – Quadro de resumo do processo WtbC na GVN 2023.

Com base na situação futura delineada, foram por fim definidos cinco grupos de trabalho multidisciplinares, com tarefas definidas, o grupo de qualidade, responsável por analisar os controlos efetuados na linha e retrabalhos, o de logística e armazém, focado em simplificar os fluxos e melhorar as esperas por matéria-prima. O grupo de superfícies encarregue de projetar, desenvolver e implementar a reorganização do espaço fabril, trabalho abordado no presente projeto, e o do posto de trabalho dedicado à organização individual de cada posto de trabalho da fábrica. Foi também criado o grupo de trabalho de pintura, mas ficará em *standby* até conclusão dos outros trabalhos, por se tratar de uma área que necessita de intervenção em várias vertentes.

Relativamente à organização do espaço, em setembro de 2023 o *layout* geral da GVN encontrava-se distribuído como se observa na figura 4.3.

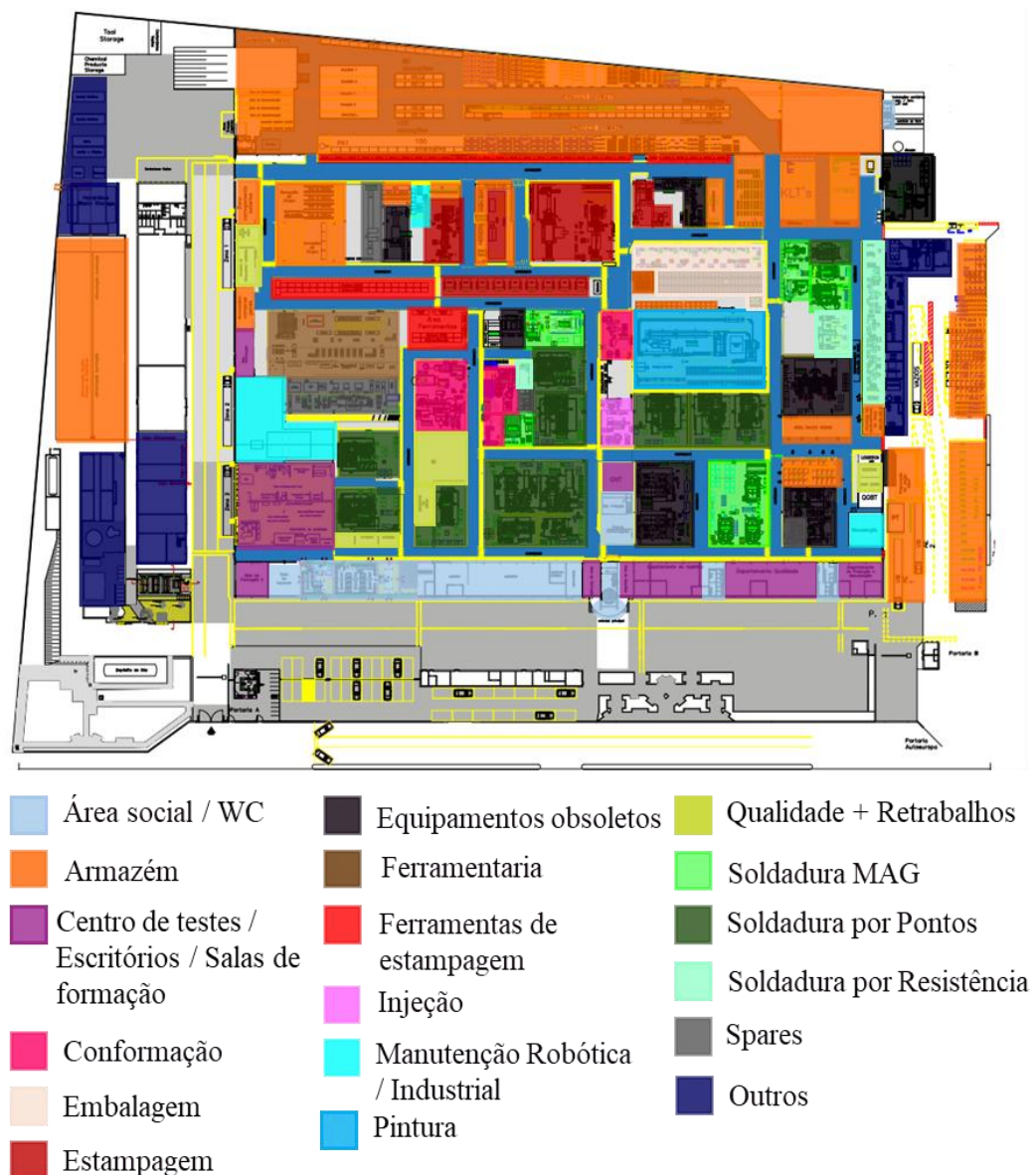


Figura 4.3 – *Layout* geral da GVN em 2023.

Conforme se observa na figura 4.3, o *layout* da GVN, no ano de 2023, apresentava-se pouco organizado, em relação à disposição por tipologia de máquinas, o que comprometia a eficiência na distribuição de materiais aos operadores logísticos, bem como dificultava a atuação da equipa de manutenção. Uma vez que essas áreas já se encontram divididas segundo as tipologias de equipamentos, o *layout* físico ainda não refletia essa estruturação. Diversos equipamentos obsoletos encontravam-se ainda na área produtiva, uma vez que os seus projetos chegaram a fim de vida e, até então, não havia necessidade de retirada dos equipamentos. Essa necessidade evidenciou-se com o ganho de novos projetos iniciados em 2023. Observa-se também que áreas como a ferramentaria e a manutenção apresentavam uma utilização ineficiente do espaço disponível, ocupando áreas superiores às estritamente necessárias para suas funções, evidenciando a carência de uma otimização adequada do espaço.

4.2. Necessidades de Otimização

Conforme referido anteriormente entre 2023 e 2024 foram adjudicados novos projetos à GVN, com volumes de produção elevados, que necessitam de novos equipamentos para a sua produção, para tal foi necessário analisar a atual distribuição de equipamentos e perceber o que poderia e teria de mudar.

Dos novos projetos destaca-se o projeto dos veículos elétricos que obedece a requisitos e especificações técnicas das normas VDA 19.1 e VDA 19.2 diretrizes elaboradas pela *Verband Der Automobilindustrie* (VDA) - Associação Alemã da Indústria Automotiva, que estabelece padrões para a limpeza técnica dos componentes e da respetiva zona de produção. Sendo a GVN uma metalomecânica o ambiente da nave fabril não corresponde aos requisitos, surgindo a necessidade de criar de uma área dedicada a este projeto no *layout* industrial.

Para o projeto do novo T-ROC, a maioria das peças serão fabricadas em células do modelo anterior. No entanto, as longarinas que não estavam a ser produzidas pela GVN necessitam agora de uma área de 26 metros de largura por 36 metros de comprimento para a sua produção. A GVN aguardava ainda a entrega de mais dois equipamentos de soldadura por resistência e um equipamento de soldadura MAG, para diferentes projetos incluindo o novo T-ROC.

Apesar do pouco espaço existente para a instalação dos novos equipamentos ser o ponto central da necessidade de otimização do espaço, a reorganização do *layout* trata-se

de otimizar todas as áreas produtivas da GVN. Do *layout* presente na figura 4.3, compreende-se que máquinas da mesma tipologia estão distantes entre si, isto porque chegavam à GVN de forma descontinuada e não era analisado o espaço pela necessidade eminente de produzir.

Um exemplo do impacto da distância no *layout* é a conformação de varão, formada por cinco equipamentos que se encontram em diferentes zonas, figura 4.3, impedido o aproveitamento total do operador e dos equipamentos. Três destes equipamentos após arranque de produção exigem pouco do operador, sendo possível que um único controle os três equipamentos. Contando com um número reduzido de operadores aptos a trabalhar nesta área, era frequente só trabalhar um equipamento quando, em termos de tempo, era possível trabalhar com mais. Para resolver estas limitações é necessário realocar os equipamentos e orientar a saída do produto acabado para o mesmo sentido, otimizando o controle e troca de embalagens.

Assim sendo, a redefinição do *layout* fabril terá em conta a tipologia de equipamentos, priorizando o seu agrupamento, de forma a criarem-se sinergias quando possível. Uma outra consequência da fraca disposição no espaço são os fluxos logísticos e a quantidade de corredores que foram desenvolvidos em resposta ao posicionamento dos equipamentos. Posto isto, com a reorganização de *layout* um dos objetivos é a simplificação dos fluxos logísticos, eliminando corredores desnecessários de forma a otimizar o espaço para novos equipamentos.

Com a disposição de *layout* de setembro de 2023 é necessário um operador em cada célula do T-ROC, ou nos casos em que o tempo de ciclo é mais reduzido dois operadores, no entanto se ocorrer uma redução drástica de volume por parte do cliente, como estão dispostas as células não é possível que um operador seja capaz de efetuar 2 células, situação também analisada no momento da redefinição.

Tendo em conta todos estes aspetos ficou claro que era necessário analisar o *layout*, compreender as necessidades de cada área e simular diferentes orientações no espaço até se obter o *layout* mais promissor para a Gestamp Vendas Novas.

4.3. Propostas de Otimização

4.3.1. Conformação, Injeção e Furação

A conformação é composta por cinco equipamentos, três dedicados unicamente à conformação de varão e os outros dois equipamentos além de conformarem varão detém também de soldadura, sendo um processo contínuo. A injeção é constituída por três equipamentos, um dos equipamentos encontra-se obsoleto pelo que será removido do *layout*. Os outros dois equipamentos estão operacionais e com os novos projetos a iniciarem produção um destes detém de um volume de produção elevado.

Conforme se observa na figura 4.3 os equipamentos destas áreas estão dispersos no *layout* industrial, não havendo uma lógica na sua distribuição. A proposta de *layout*, figura 4.4, apresentada teve em conta a tipologia de equipamentos, a área de trabalho necessária para cada um e a zona fabril que mais se indicava.

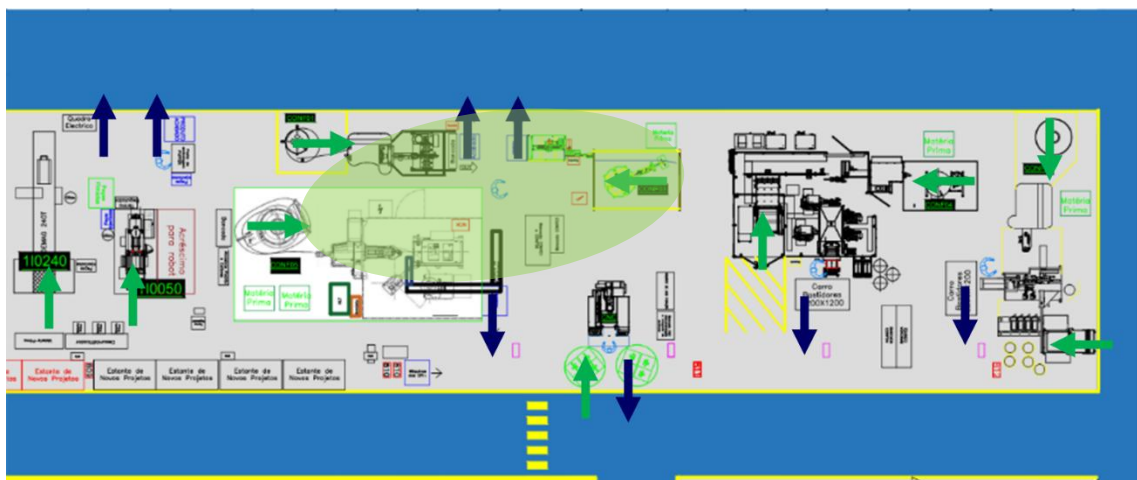


Figura 4.4 – Proposta de *layout* para conformação, injeção e furação.

A injeção de plásticos constituída pelos dois equipamentos que se observam à esquerda na figura 4.4, ficam mais próximos do processo antecedente, a pintura, e do processo consequente, a embalagem, proporcionando a simplificação de fluxos logísticos.

Os equipamentos da conformação foram agrupados de acordo com o tipo de peças que produzem e potencial de sinergia entre si, uma vez que a necessidade de operadores nos três equipamentos dedicados unicamente à conformação, equipamentos realçados, varia com as seguintes situações:

- 1 Operador poderá operar todos os equipamentos caso estejam em modo

produção e em funcionamento normal;

- 2 Operadores se 2 equipamentos estiverem em Setup;
- 3 Operadores no caso de estarem 3 equipamentos em Setup.

Os dois equipamentos mais à direita na figura 4.4 representam os equipamentos de conformação de varão e soldadura, dedicados à produção de ganchos de reboque, com esta localização dos equipamentos o fluxo entre este processo e o consequente, a pintura, é simplificado. Um dos trabalhos a ser desenvolvido é mesmo a sincronização destes dois equipamentos com a pintura, isto é, eliminação de stocks.

Foi adicionado à proposta de *layout* um posto de trabalho CNC (*Computer Numeric Control*) dedicado à furação de peças estampadas que exigem uma precisão, que não é atingida no processo de estampagem, este posto foi alocado nesta área pela proximidade com o armazém de estampagem.

Com esta reorganização de *layout* o *team leader*, responsável inicialmente por coordenar cinco postos, tem agora a seu cargo oito postos de trabalho, correspondente a 4 – 5 pessoas a seu cargo devido à sinergia criada. Com a concentração dos equipamentos numa mesma área, o *team leader* estará de forma equivalente em todos os postos. Com a movimentação dos equipamentos destes processos foi possível libertar área útil 856m² do chão de fábrica que é necessário para alocar novos projetos.

4.3.2. Soldadura por Resistência

A soldadura por resistência é um processo produtivo que engloba catorze células, das quais doze estão dedicadas a 100% ao projeto da AE, os outros dois equipamentos produzem para outros projetos. Trata-se de uma área produtiva com grande destaque e relevância para a GVN, uma vez que a AE é o maior volume de negócio da organização. As simulações para esta área foram feitas com elevado detalhe e com várias soluções que foram avaliadas mais do que uma vez até se selecionar a opção mais indicada a implementar. Nas simulações que se seguem, a representação da entrada de MP é feita pela seta a verde e a saída de produto acabado pela seta a azul.

A proposta apresentada na figura 4.5 tem por base o que estava anteriormente implementado na GVN, a entrada de matéria-prima e saída de produto acabado das células estavam orientadas para os corredores de circulação de empilhadores. Não se

tratava de nenhuma implementação com desafio, a organização já sabia como funcionava, seria fácil realocar os equipamentos desta forma. Com esta implementação seria possível alocar mais três equipamentos no futuro.

No entanto segundo esta orientação, nunca seria possível haver um operador a fazer mais do que uma célula, mesmo com a saída de produto acabado automatizada, devido à distância da entrada entre células.

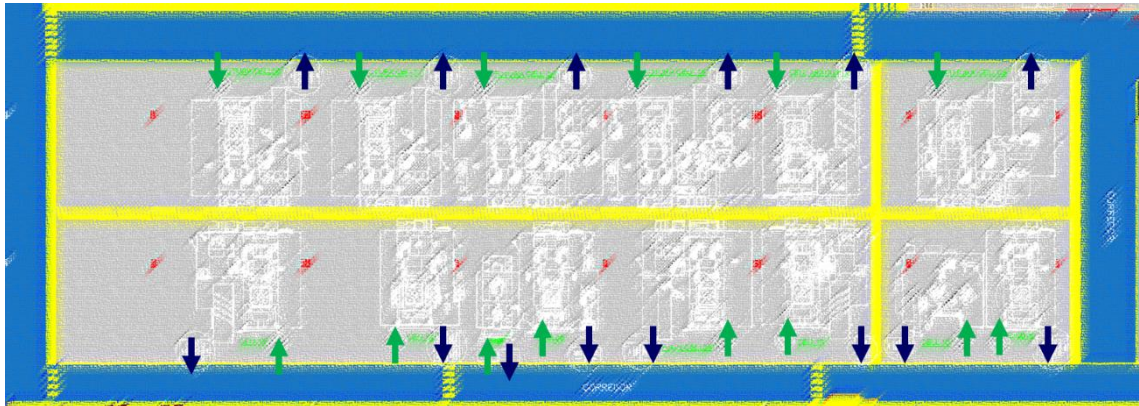


Figura 4.5 - Proposta de *layout* - Fluxos logísticos para os corredores.

A segunda proposta de *layout*, figura 4.6, foi projetada com o intuito de criar ilhas de quatro células, como são produzidas maioritariamente peças esquerdas e direitas as células que produzem a mesma tipologia de produto, foram alocadas uma em frente à outra.

Neste *layout* teve-se em conta os princípios de distância mínima, para que um operador seja capaz de efetuar duas máquinas se o volume de produção assim o possibilitar e a entrada de matéria-prima e WIP será sempre recorrendo a carro kit devido ao espaço reduzido que necessita. Com esta orientação não só era necessário movimentar as células como modificar a saída de muitas, devido ao comprimento dos tapetes de saída de produto acabado. Será possível inserir mais uma ilha de quatro células com a automatização de produto acabado, no espaço que se encontra livre na figura 4.6.

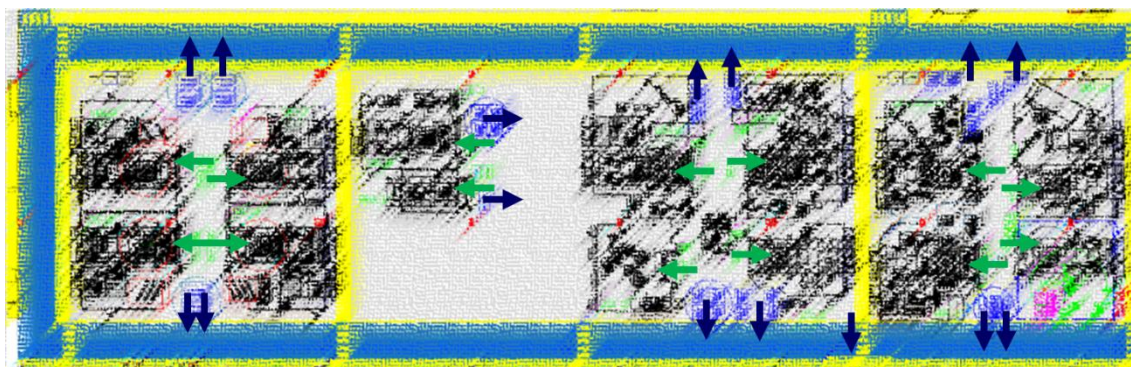


Figura 4.6 – Proposta de layout - Ilhas de quatro células.

Por fim a proposta de *layout* com as células voltadas para o interior, isto é, os quadros elétricos das células é que ficavam para os corredores principais. Nesta configuração, figura 4.7, o acesso às células por parte da logística seria muito complicado, quer para entrada de matéria-prima, devido ao espaço inexistente para a passagem do comboio, quer para a saída de produto acabado, não era seguro um empilhador circular no corredor central das células.

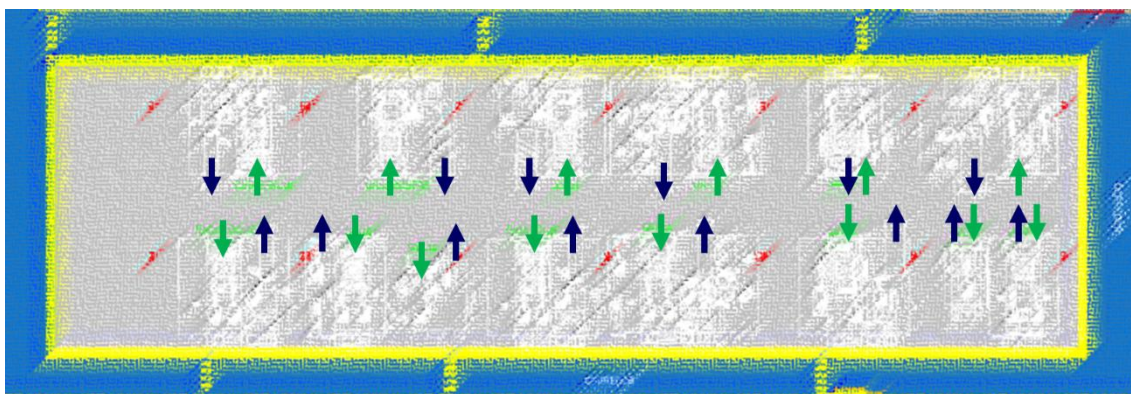


Figura 4.7 – Proposta de *layout* - Quadros Elétricos para os corredores.

Com base nas propostas apresentadas e após a revisão, reposição de várias células e ponderação dos prós e contras a equipa da GVN decidiu implementar a proposta de *layout* de ilhas de quatro células que se encontra na figura 4.6. Um dos prós desta disposição é ser a única que permitia aproximar as células ao ponto de que reunindo a condição de baixo volume, saída automatizada e carros kit um operador será capaz de efetuar mais do que uma célula. Outro aspeto era o desafio que a organização iria enfrentar, por não optar por algo que já estava familiarizado, visto tanto como um ponto contra como a favor desta implementação. Um dos pontos vistos como difícil é a retirada de produto acabado até à concretização da automatização da saída de produto acabado e a coexistência dos dois

projetos, T-ROC antigo e novo, durante mais de um ano.

Com esta reorganização as células de soldadura por resistência que se encontravam bastante dispersas no *layout* encontram-se agora todas numa só área, permitindo ao *team leader* um acompanhamento mais próximo da produção, à logística uma orientação diferente dos fluxos e à manutenção uma concentração de equipamentos da mesma tipologia.

4.3.3. Soldadura MAG

A área de soldadura MAG que se pretende criar é constituída por nove equipamentos, dos quais três têm de ser realocados e um equipamento está por chegar à GVN. Nesta área não é possível dedicar um operador a mais do que uma máquina, não só pelos tempos de ciclo, mas também pela limpeza de projeções de soldadura que é necessário realizar em todas as peças, uma vez que não podem passar para os processos seguintes.

O *layout* destes equipamentos teve como base o espaço para realizar a produção sem restrições, foram consideradas entradas e saídas dos equipamentos por contentores, uma vez que de momento nenhuma das células tem carros kit. Foi ainda contemplada uma área comum para maquetes de controlo, que só necessitam de estar no posto quando o mesmo se encontra a produzir determinada peça que corresponde a uma determinada maquete.

Após o posicionamento de todos os equipamentos de soldadura MAG, foram alocados mais cinco equipamentos, três dos quais dedicados à soldadura de tucker por resistência, um equipamento de cravação e um equipamento de rebitagem. A área destes foi projetada de acordo com o espaço necessário para realizar a produção sem qualquer restrição.

Com esta redefinição foi possível libertar mais área útil central do chão de fábrica, cerca de 264 m², deixando ainda uma zona livre para alocação de novos equipamentos. Mais uma vez esta redefinição possibilita ao *team leader*, à logística e à manutenção uma forma de trabalhar que anteriormente não era possível, mais fluida e simplificada.

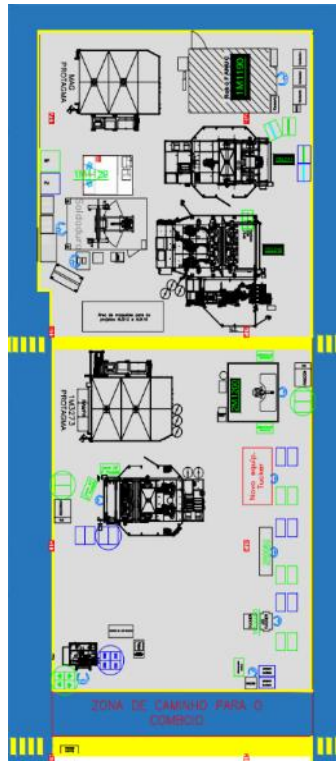


Figura 4.8 – Proposta de *layout* para a soldadura MAG.

4.3.4. Soldadura por Protuberâncias

A soldadura por protuberâncias encontra-se dividida em duas áreas, a área de prensas de soldadura constituída por nove equipamentos dedicadas à soldadura de porcas e parafusos e a área de multireferências constituída por duas células.

O *layout* dos nove equipamentos não sofreu quaisquer alterações sem ser a realocação dos equipamentos de soldadura *tucker*, mencionados anteriormente, uma vez que esta área tinha sido alterada em 2022/2023. Os postos detêm do espaço necessário para trabalhar, existe ainda uma área de *jigs* porque as peças aqui fabricadas necessitam de um posicionamento físico para que a soldadura ocorra conforme o esperado.

As células de multireferências utilizam um sistema de visão artificial, previamente programado, pelo que o operador só tem de carregar o tapete de entrada de material e esvaziar o tapete de saída após o robô efetuar a soldadura das porcas. Neste caso é possível que um único operador trabalhe com ambas, pelo que devem ser colocadas o mais próximo possível, não comprometendo o seu correto funcionamento, surgindo a proposta que se encontra na figura 4.9.

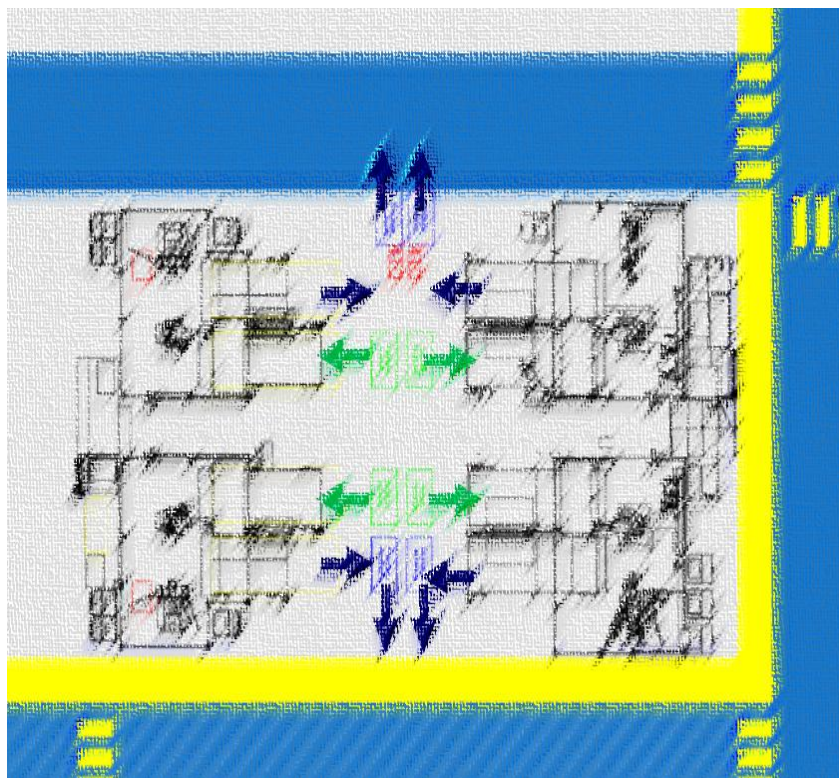


Figura 4.9 – Proposta de *layout* para as células multireferências.

4.3.5. Caso particular – Célula 17 Layout Inicial

De forma a analisar uma mudança de *layout* mais pormenorizada, na figura 4.10 tem-se a distribuição a célula 17, uma célula de soldadura por resistência dedicada ao projeto da AE, a produção de peças para o T-ROC.

Como se pode observar o material chegava à célula em diversos contentores, de forma duplicada porque neste caso a célula produzia peças esquerdas e peças direitas, o espaço ocupado pelos contentores é relativo, o que obrigava o operador a realizar várias deslocações. Além destas deslocações, na lateral inferior da célula encontrava-se um “supermercado” que a logística abastecia e o operador tinha de ir buscar material de forma acíclica. Outra acíclica que o operador tinha de efetuar era a troca de contentores de matéria-prima, o que significa que o tempo dedicado a acíclicas é tempo de valor acrescentado perdido. Outro aspeto é a disposição dos contentores de produto acabado, como a logística não garante a troca de contentores a tempo de não parar a célula é necessário deter segundas posições de tudo, incluindo o contentor de saída de produto acabado.

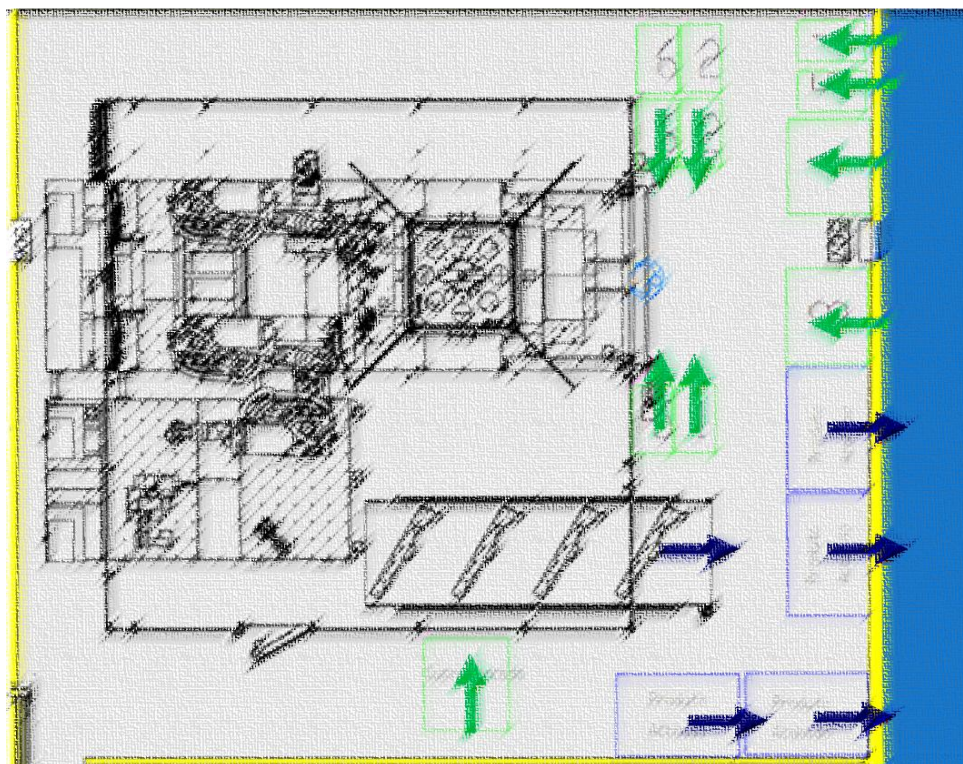


Figura 4.10 - *Layout* da célula 17 antes da redefinição.

Capítulo 5

Caracterização da Situação Futura

O presente capítulo expõe todo o processo de implementação do *layout* definido no capítulo anterior, enunciado as principais alterações nos postos de trabalho, modos de trabalho e fluxos logísticos. São referidas as dificuldades experimentadas durante o processo de implementação do *layout* futuro e conclui-se o capítulo com o resultado da otimização do equipamento em particular.

5.1. Implementação do *Layout* Futuro

A implementação do novo *layout* na principal nave fabril da GVN envolveu a cooperação interna entre todos os departamentos, mas também entre estes e fornecedores externos.

A cooperação entre a equipa da GVN e os fornecedores é mais direcionada para as células de soldadura por resistência dedicadas ao projeto T-ROC da AE. Neste caso foi necessário conciliar a produção diária de peças para o atual carro fabricado, mas também iniciar a produção de pré-séries do novo modelo em desenvolvimento. Por estes motivos, as movimentações destas células tinham de ter em conta não só as paragens de trabalho da AE, uma vez que a produção necessária era mínima ou mesmo zero. Como também tinha de ter em conta as intervenções necessárias dos integradores para que fosse possível fabricar as peças do novo modelo.

Antes de cada movimentação é necessário informar antecipadamente o planeamento de produção para garantir que existe um stock de segurança e é possível efetuar a movimentação. A manutenção tem de ter tempo para gerir a preparação antecipada das ligações elétricas, ar comprimido e água, bem como proceder à reparação e pintura do chão das novas áreas de cada célula. A prioridade das movimentações foi estabelecida com base nos equipamentos que ocupavam a futura área de instalação das células das longarinas, que iria ocorrer no fim de novembro de 2024. Nesta área encontravam-se várias células de soldadura por resistência, equipamentos de conformação, soldadura MAG e a área da ferramentaria dedicada à reparação e manutenção de ferramentas de estampagem.

As movimentações iniciaram-se concretamente na semana 15, em abril de 2024. Realizada pela equipa interna de manutenção industrial e robótica, que procedeu à realocação da célula 2R2075 de soldadura por resistência. A operação decorreu sem qualquer imprevisto e teve a duração de uma semana, após a qual foi novamente entregue à produção. Após a movimentação, o abastecimento de matéria-prima continuava a ser feito por contentores, exigindo ainda um espaço envolvente relativamente amplo.

Para permitir a movimentação seguinte, foi necessário reorganizar a área do muro de qualidade, zona dedicada ao controlo de peças após três meses do início da produção em série, ou sempre que ocorre uma reclamação do cliente. Dessa forma, na semana 18, foi realizada a mudança da célula 17, desta vez executada por um integrador, que decorreu também sem contratempos. A célula passou a ser abastecida por carros kit, que ocupam

uma área envolvente menor, facilitando o trabalho do operador, que agora dispõe de toda a matéria-prima concentrada num único local, em contraste com os vários contentores utilizados anteriormente.

Na figura 5.1 encontra-se o detalhe do *layout* descrito, as células a destacado são as movimentadas, do lado esquerdo a célula 17 e do lado direito a célula 2R2075.

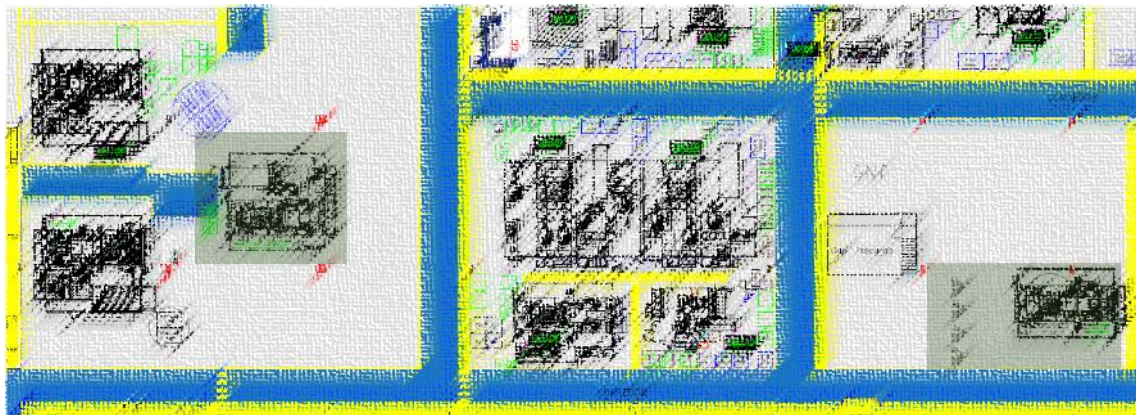


Figura 5.1 – Modificações no *layout* da GVN em abril de 2024.

No início de maio de 2024, foi realocada a área central de *vending*, passando todas as máquinas de venda para a sala de lazer. Simultaneamente, o gabinete central da produção, onde estavam os supervisores e *team leaders*, foi removido, sendo estes temporariamente instalados no gabinete de responsável de produção e engenharia de produção.

Concluídas estas preparações, na semana 20 (maio de 2024), a célula 15 foi movimentada internamente e posicionada defronte da célula 2R2075. Esta foi a primeira situação de proximidade entre células, respeitando a distância mínima, o que trouxe os primeiros desafios relacionados com a nova configuração do *layout* na GVN.

De acordo com o definido durante o seminário WtbC, a distância mínima recomendada entre entradas de células é de três metros. Assim, a célula 15 foi posicionada exatamente a três metros da célula 2R2075. Contudo, com essa distância, verificou-se uma incompatibilidade de espaço para as entradas de matéria-prima e as racks de produto acabado de ambas as células. Como solução provisória, a saída de produto acabado da célula 2R2075 foi reposicionada para a lateral da célula 15, e as racks de saída da célula 15 foram colocadas em frente à sua respetiva saída. Estes ajustes implicaram um aumento da complexidade operacional, sendo necessário alocar um segundo operador à célula 2R2075 para evitar paragens de produção, devido à distância adicional até às racks de

produto acabado.

Ainda durante o mês de maio, a célula 9 foi movimentada por um fornecedor, sem ocorrência de imprevistos. Nesta célula, foi adicionado um robô e alterada a orientação do tapete de saída de peças. O abastecimento de matéria-prima é feito parcialmente por carro kit e um componente, devido ao seu peso, é abastecido numa *rack* de grandes dimensões. Como a área em frente à célula 9 permanece desimpedida, não existem restrições significativas à entrada de matéria-prima nem à saída de produto acabado.

O *layout* das células 2R2075, 15 (canto inferior esquerdo) e 9 (canto superior direito), em maio de 2024 encontra-se representado na figura 5.2. Destaca-se o reduzido espaço entre as células 15 e 2R2075, cuja reorganização passou a ser uma prioridade para garantir uma solução rápida e eficaz.



Figura 5.2 – *Layout* detalhado das células 2R2075, 15 e 9.

Em junho de 2024, os trabalhos de preparação de acometidas e reparação do pavimento continuaram, acompanhados da movimentação de mais uma célula de soldadura por resistência, a célula 13. Esta movimentação foi realizada pela equipa interna de manutenção, sem ocorrência de percalços da sua parte.

No entanto, à uma falha resultante da fase de projeto, os alimentadores automáticos de porcas não estavam representados no desenho 2D da célula. Esse detalhe só foi identificado após a instalação, quando a célula foi posicionada ao lado da célula 17, anteriormente movimentada. Apesar do operador conseguir abastecer os alimentadores, a

tarefa apresenta alguma dificuldade. Esta situação é temporária, uma vez que está prevista uma nova alteração de *layout* para esta célula, pois o tapete de saída atual não está orientado para o corredor azul, dedicado à circulação de empilhadores e comboios logísticos, para a retirada de produto acabado.

A célula 13 já era abastecida por carro kit e, dado que o espaço até à célula posicionada à sua frente é suficiente, não há limitações ao nível de abastecimento ou à saída de produto acabado.

Quanto à célula 15, movimentada anteriormente, foi efetuada a substituição do seu tapete de saída por uma rampa mais compacta. Essa alteração possibilitou a instalação de um rotador com duas posições para as respetivas racks de produto acabado. Com essa melhoria, passou a ser possível operar de forma mais eficiente, mantendo apenas como ponto crítico, dentro da ilha de células representada na figura 5.2, o problema de aprovisionamento e retirada de produto acabado da célula 2R2075.

Na Figura 5.3 encontra-se representado o *layout* atualizado até junho de 2024. À esquerda, observa-se a célula 13 na sua nova localização, à direita, a modificação implementada na célula 15, com a substituição do tapete por uma rampa e a instalação do rotador.

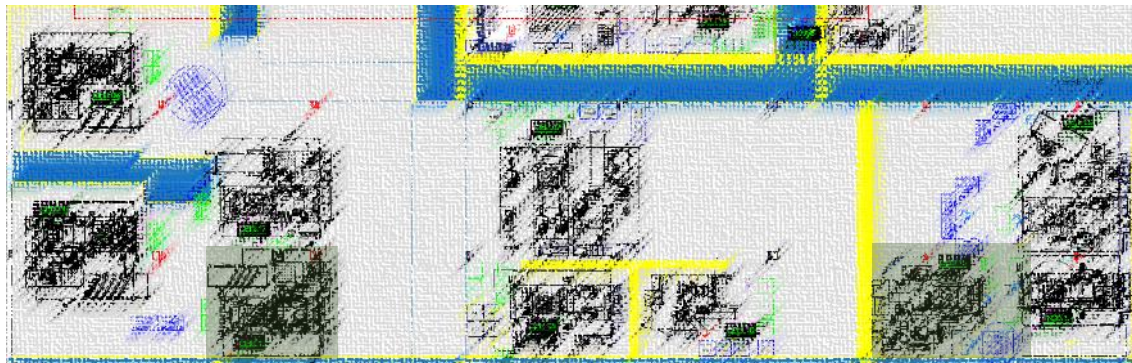


Figura 5.3 – Modificações no *layout* da GVN em junho de 2024.

No mês de julho, a célula 5 foi movimentada internamente, sem qualquer ocorrência inesperada. Neste caso, o rotador para a saída de produto acabado foi construído com antecedência, permitindo uma instalação eficiente. A célula passou a ser abastecida por carros kit, para duas das referências que produz.

Posteriormente, outras quatro células foram movimentadas por integradores externos, aproveitando a paragem de verão da AE. A célula 14 teve o seu tapete de saída invertido, uma vez que originalmente estava orientado para o interior da célula, em vez de alinhado com o corredor de circulação de comboios e empilhadores.

Cada uma das quatro células movimentadas recebeu ainda um robô adicional, em preparação para a produção das novas peças destinadas ao modelo T-ROC. As movimentações das células 7 e 14, a cargo de um integrador, decorreram sem problemas. Nesses casos, os contentores anteriormente utilizados para abastecimento foram substituídos por carros kit, e as racks de produto acabado foram posicionadas junto aos tapetes de saída.

As células 10 e 16 foram movimentadas por um segundo integrador, também sem registro de problemas durante a execução. No entanto, os rotadores de produto acabado previstos para estas células, ambos com quatro posições, considerando a produção de peças esquerda/direita, não foram instalados conforme planeado. Isto deveu-se a dois fatores, o espaço entre as células ficou abaixo do necessário e a célula 16 revelou-se 20 cm maior do que o especificado no desenho 2D. Além disso, a estrutura do rotador necessária para suportar o peso das racks cheias era mais robusta do que a inicialmente prevista.

Como solução, foi instalado apenas o rotador da célula 10, que já dispunha deste sistema na sua anterior localização. Para a célula 16, foram efetuadas modificações nas proteções, permitindo que as quatro racks fossem posicionadas o mais próximo possível do operador. Esta solução evitou a necessidade de alocar um segundo operador, como ocorreu em outras células com limitações semelhantes.

O *layout* em julho de 2024 para a tipologia de máquinas de soldadura por resistência já se encontrava bastante adiantado, como se observa na figura 5.4. Nas células a destacado à esquerda está a célula 14, superior, e a célula 10, inferior, e à direita está a célula 7, superior, e a célula 16, inferior.

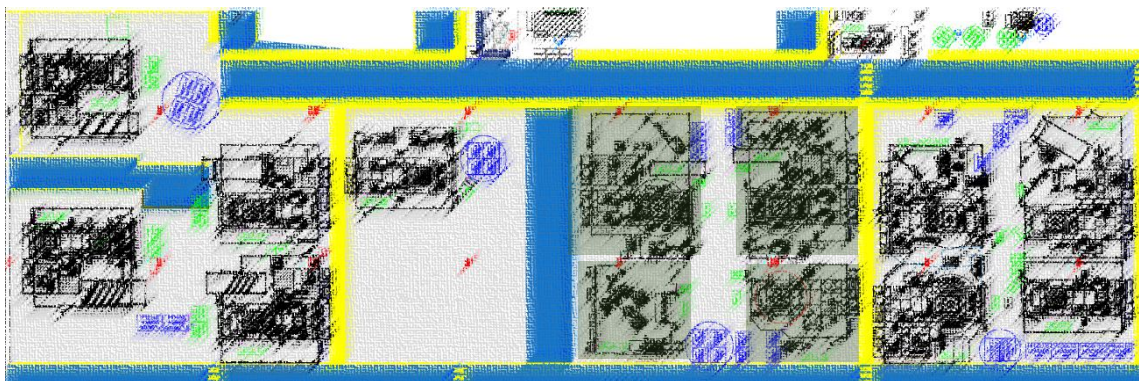


Figura 5.4 – Modificações no *layout* da GVN em julho de 2024.

Em agosto de 2024, a equipa de manutenção concentrou-se na área de *spare parts*, equipamentos dedicados à produção de peças em fim de vida, mas que ainda podem ser solicitadas pelo cliente, pelo que os meios de fabrico devem estar sempre prontos a produzir. Para tornar possível a movimentação destas máquinas, foi necessário realocar a equipa de manutenção robótica. Sendo ambas as equipas da responsabilidade do mesmo coordenador, também a manutenção industrial alterou a sua localização, antecipando uma necessidade futura. As máquinas foram então movimentadas e preparadas, ficando com todas as ligações operacionais prontas, caso venha a ser necessário realizar alguma produção.

Na figura 5.5 observa-se a área dedicada a *spares*, à direita, e a zona de instalação da nova célula de soldadura por resistência, designada célula 23, à esquerda. Para esta célula, em agosto de 2024, os quadros elétricos e os robôs foram posicionados pelo fornecedor externo. Com esta nova instalação surgiram algumas incompatibilidades de *layout*, nomeadamente no posicionamento das racks de saída de produto acabado da célula 2R2075 e da célula 9, bem como no acesso ao abastecimento da célula 2R2075.

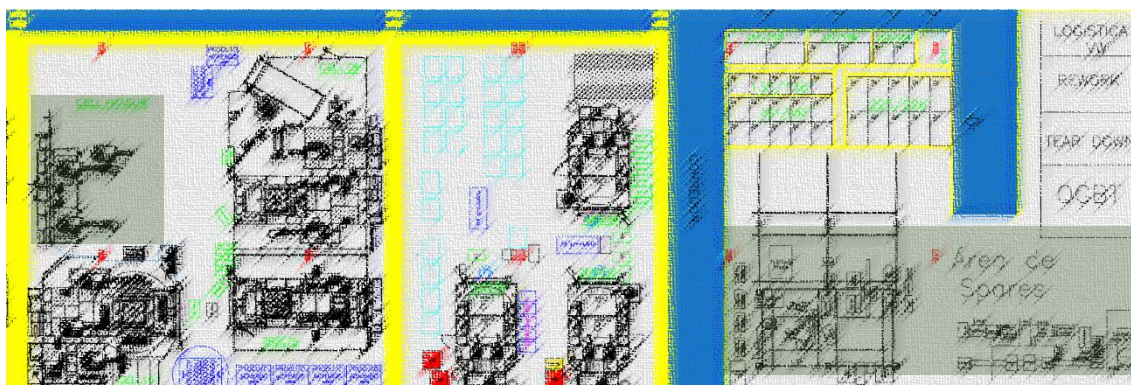


Figura 5.5 – Modificações no *layout* da GVN em agosto de 2024.

No início de setembro de 2024, o gabinete da ferramentaria foi removido, e os colaboradores foram realocados para um espaço provisório. A área dedicada à manutenção de ferramentas também foi transferida para uma zona temporária. Na semana 37, o pavimento do novo local da ferramentaria foi reparado e pintado.

Já na semana 39, realizou-se a movimentação interna da última célula de soldadura por resistência, a célula 12. O abastecimento desta célula manteve-se feito por contentores, devido à complexidade e variedade de peças produzidas. Na mesma semana, foi instalado um posto de trabalho entre as células 7 e 14, pela equipa integradora

responsável pelas suas movimentações. Neste posto será preparada uma peça que posteriormente será soldada nas referidas células.

Foi também concluída a instalação da célula 23. O detalhe das células mencionadas pode ser observado na Figura 5.6.



Figura 5.6 – Modificações no *layout* da GVN em set. de 2024 (Soldadura por resistência).

Até dezembro, o *layout* da área de soldadura por resistência não sofreu mais alterações, iniciando-se então os trabalhos noutras zonas importantes, como a conformação que ocupa uma área significativa e central para a instalação das células das longarinas. A nova área de conformação estava anteriormente ocupada por armazém, pelo que foi necessária uma solução rápida até que a obra do novo armazém estivesse concluída (tema fora do âmbito deste projeto). Assim, foram criados armazéns no espaço fabril. Embora esta não seja a solução ideal nem definitiva, face aos prazos a cumprir e à indisponibilidade do novo armazém para alocar este material, foi a opção viável, cumprindo todos os requisitos de segurança impostos.

O pavimento da nova área de conformação e injeção foi reparado, e as tubagens de ar comprimido, assim como novo circuito de ligações elétricas, foram instalados por empresas subcontratadas. O primeiro equipamento a ser movido para esta área foi a máquina de injeção 1I0240, cuja transferência ocorreu sem nenhum contratempo e dentro do prazo estipulado, na semana 39, setembro de 2024.

Na semana 40, foi movimentado o primeiro equipamento MAG, a máquina 1M1190, que também se encontrava numa área central da fábrica. Antes da movimentação, este já apresentava instabilidade e avarias recorrentes, motivo pelo qual, após a conclusão dos

as modificações referidas anteriormente.

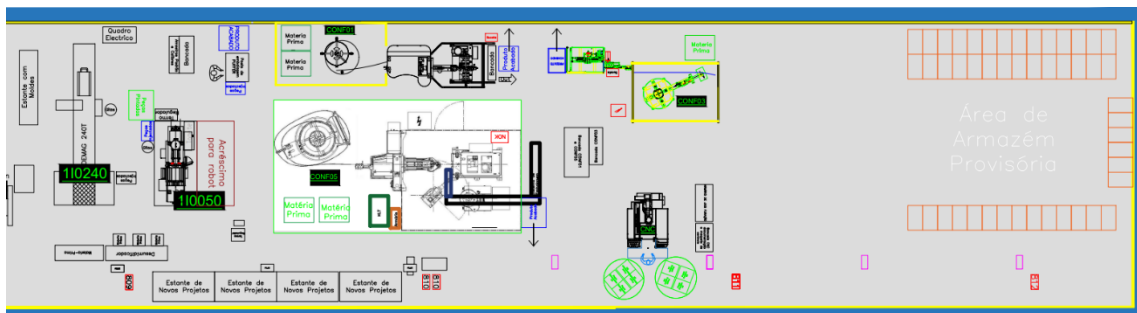


Figura 5.8 – Modificações no *layout* da GVN em outubro de 2024 (Conformação).

Em outubro de 2024, a área destinada à instalação das células das longarinas ficou praticamente desocupada, faltando apenas a movimentação de um equipamento de conformação que ocupava uma pequena parte da futura instalação. Na área de instalação encontravam-se três pontes rolantes, contudo, devido à proximidade dos prazos a cumprir na semana 44 procedeu-se à reparação e pintura do pavimento para a instalação das longarinas, sem a retirada das pontes.

No mês de novembro, a única movimentação efetuada foi a do equipamento de conformação CONF04, realizada pelo respetivo fornecedor ao longo de uma semana. Devido à sua instabilidade, este equipamento foi deixado para último para movimentação, com o objetivo de recuperar a produção e garantir os stocks de segurança. Contudo, após a instalação no novo local, o equipamento não ficou imediatamente operacional, devido às avarias sequenciais que não estavam relacionadas com a movimentação. Na figura 5.9 tem-se a CONF04 na sua posição final.

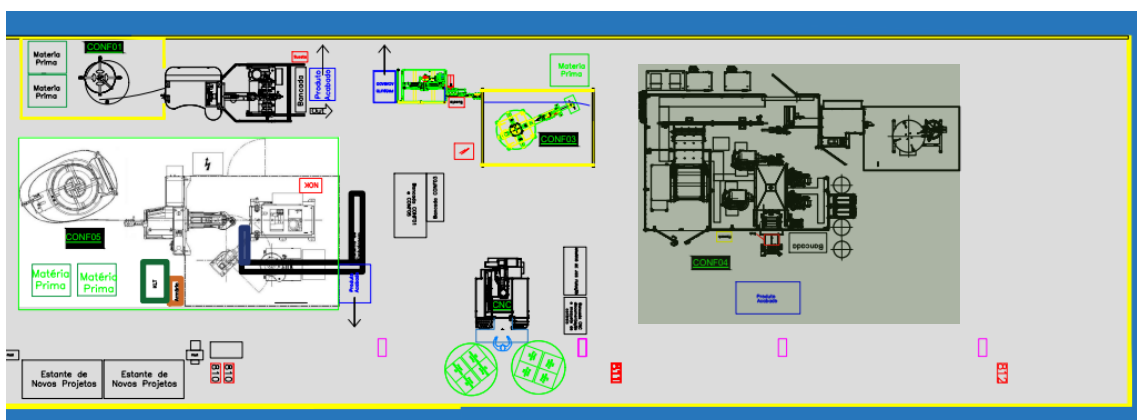


Figura 5.9 – *Layout* detalhado do equipamento de conformação CONF04.

Assim, a zona de instalação das longarinas estava livre de equipamentos, permanecendo apenas as referidas pontes rolantes, uma da antiga área da ferramentaria e duas de equipamentos de conformação. Entre as semanas 46 e 48 foram removidas por um fornecedor externo. A instalação das linhas das longarinas teve início na semana 46 e prolongou-se até à semana 50, começando pela linha esquerda, que não apresentava interferências com as pontes em processo de remoção. A montagem foi realizada pelo integrador externo responsável pelo desenvolvimento das linhas e decorreu sem qualquer contratempo. Nas semanas 49 a 51, foram efetuadas as ligações elétricas pelo fornecedor responsável das instalações elétricas da GVN. Na figura 5.10 tem-se o *layout* em novembro-dezembro de 2024, relativamente à área de instalação das longarinas.

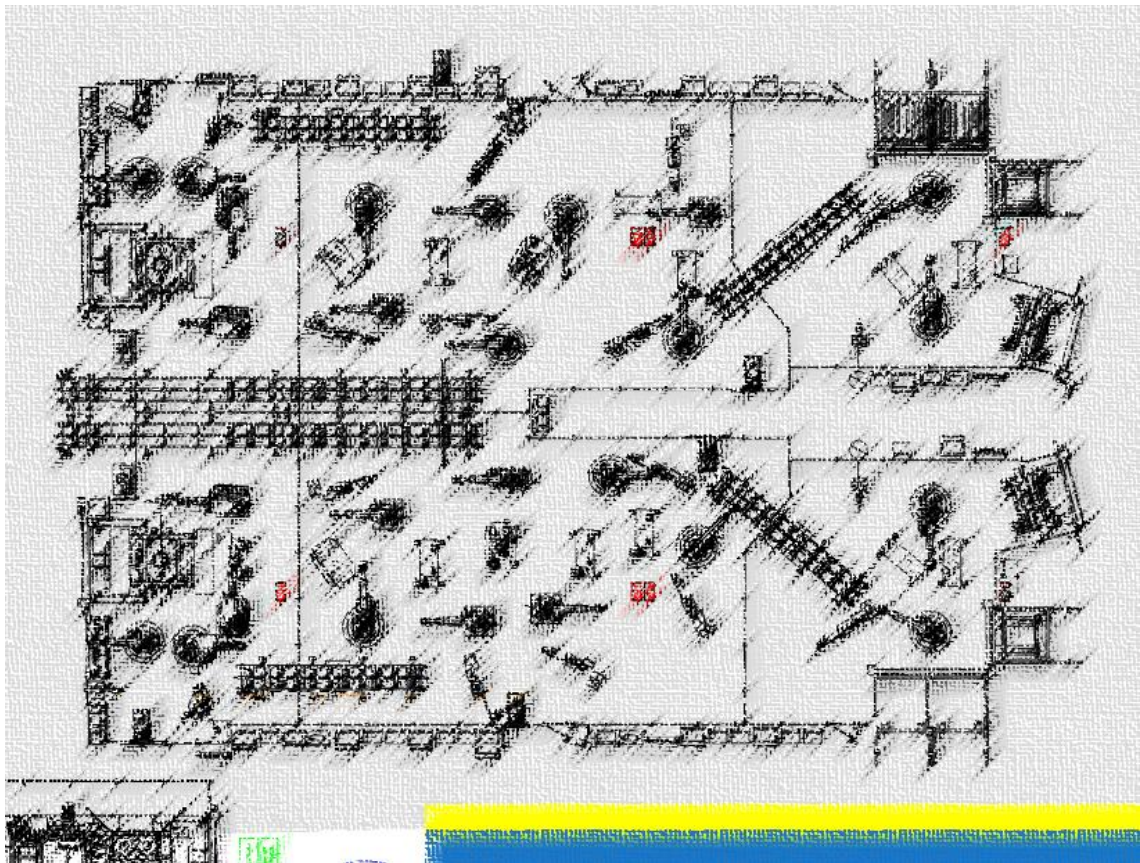


Figura 5.10 – *Layout* detalhado das células das longarinas.

No fim do mês de dezembro, foi movimentada a penúltima célula de soldadura por resistência, a célula 8, que passou a estar posicionada defronte da célula 13. Ante da movimentação, foi necessário substituir os tapetes originais das células por rampas de comprimento interior, que atendem igualmente às necessidades da produção. A célula 8, tal como a 13, é abastecida por carro kit, e para a saída de produto acabado foi instalado

um rotador com duas posições para racks de produto acabado.

O mês de janeiro de 2025 iniciou-se com a movimentação da última célula de soldadura por resistência, a célula 6, durante a semana 2 por um fornecedor externo. Esta movimentação inclui também a troca do tapete de saída, que estava para dentro e não para o corredor de circulação de empilhadores e comboios. Todo o processo decorreu sem imprevistos. Como a célula 6 ficou posicionada defronte da célula 17, previamente, os tapetes de ambas foram substituídos rampas e ambas são abastecidas por carros kit. Considerando que uma célula produz peças esquerdas e a outra peças direitas, optou-se por instalar rotadores independentes, cada um com duas posições de racks.

Na figura 5.11 encontra-se a ilha de células 6, 17, 8 e 13 no atual *layout* e com a atual configuração de abastecimento de MP e saída de PA.

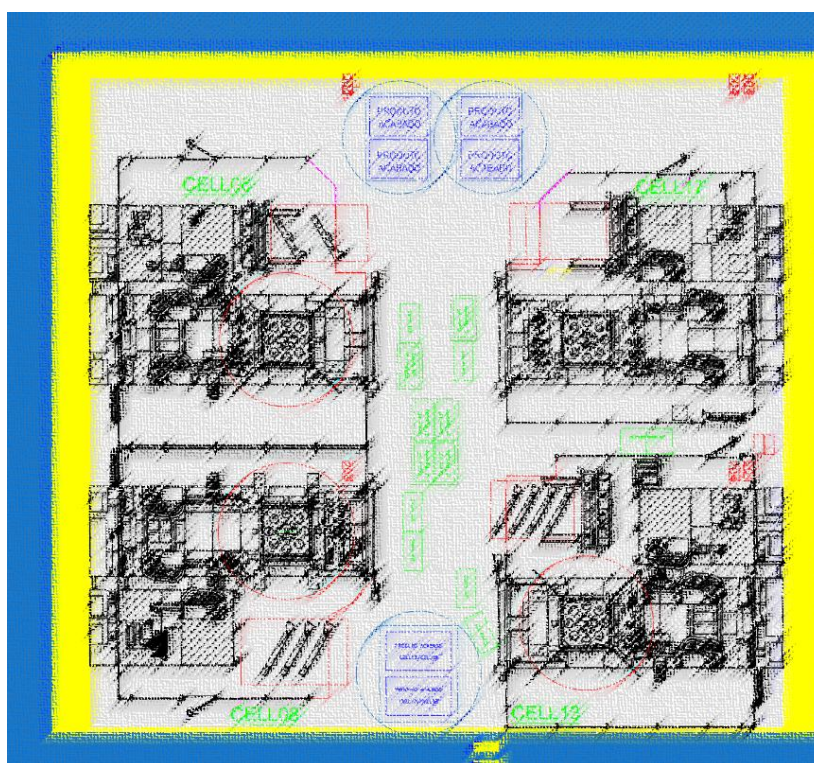


Figura 5.11 – *Layout* detalhado das células 6, 17, 8 e 13.

O muro de qualidade, que estava numa zona provisória, foi finalmente realocado na sua área definitiva, uma vez que as obras do novo armazém estavam praticamente concluídas.

O corredor azul que contorna as células 6 e 8 foi reparado e pintado, estabelecendo a rota definitiva do comboio, que agora consegue contornar todas as células, garantindo o abastecimento de MP e WIP dentro do prazo estipulado. Também foi pintado o corredor

azul em frente às longarinas, que servirá para abastecimento de MP. Na semana 3 foram instalados os pilares e caminhos da nova ponte da área de ferramentaria.

No mês de janeiro de 2025, o *layout* da GVN encontrava-se conforme a figura 5.12, para maior detalhe consulte o anexo VI.

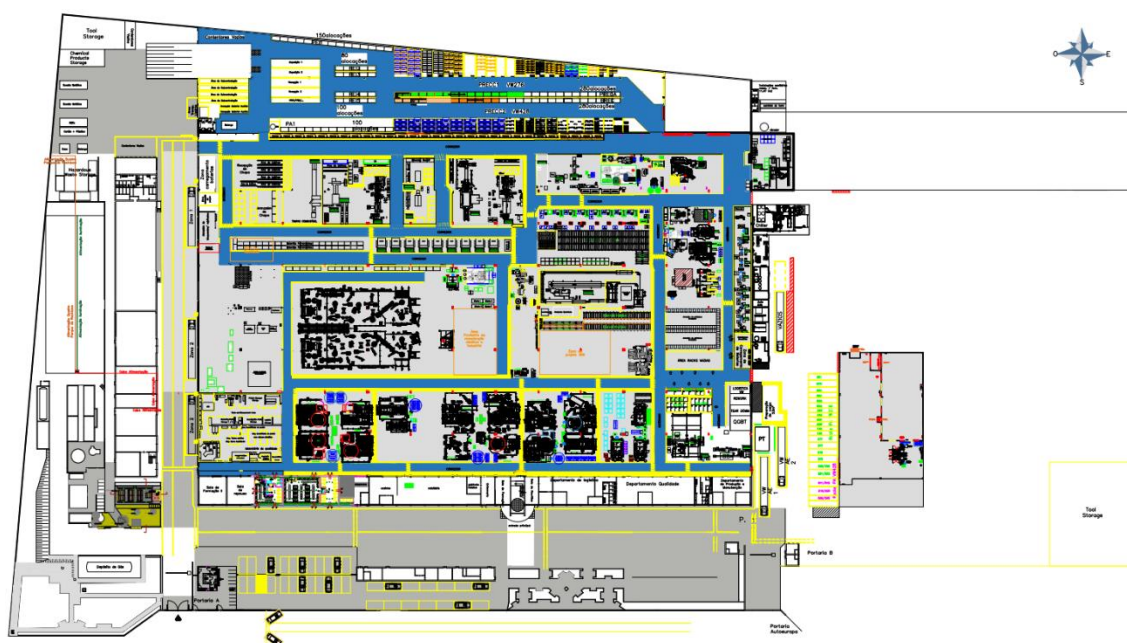


Figura 5.12 – *Layout* da GVN em Janeiro de 2025.

Em fevereiro de 2025, na semana 6, foi movimentado o equipamento de rebitagem 1DREBI, para a sua localização definitiva, foram também instalados os rotadores de entrada de MP e saída de PA.

Na semana 7, foi instalada a ponte da ferramentaria e, nas três semanas seguintes, os equipamentos como o torno, fresadoras, retificadoras (etc.), assim como bancadas e armários de apoio, foram reposicionados internamente. A equipa de trabalho desta área recebeu formação para operar com a nova ponte, ministrada pela empresa fornecedora. Só após essa formação é que a zona de reparação e manutenção de ferramentas foi realocada na área definitiva.

Entre a semana 8-12, fevereiro e março de 2025, decorreu a instalação e o arranque de produção do equipamento de aplicação de fitas protetivas, localizado na segunda nave fabril. Esta nave foi preparada em paralelo com as mudanças de *layout*, e incluiu a construção de uma sala de produção dedicada, com ambiente controlado conforme as especificações do projeto. Na figura 5.13 encontra-se a área da segunda nave, dedicada ao projeto de peças para os módulos de bateria de um carro elétrico. O equipamento à

direita dedica-se à lavagem das peças provenientes da estampagem e o equipamento à esquerda é dedicado à aplicação das fitas protetivas nas peças que vêm diretamente do processo de lavagem.

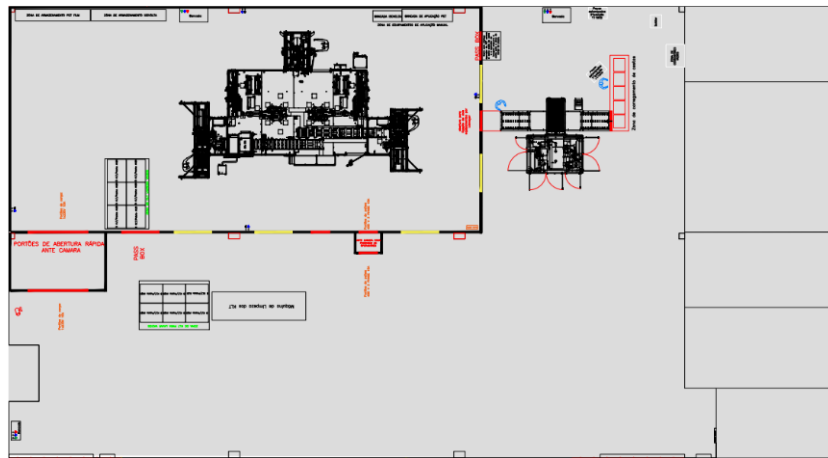


Figura 5.13 – *Layout* detalhado dos equipamentos do projeto de peças para baterias.

Nas semanas 9 a 11, foi instalada a nova máquina de soldadura MAG, 1M2240, pelo fornecedor externo. Ficará dedicado à produção de peças para o novo modelo T-ROC. Entre as semanas 17 e 18, foi movimentado internamente o último equipamento da área de conformação, a CONF02. Na figura 5.14, à direita no canto superior, tem-se a CONF02, e no canto inferior esquerdo, a nova máquina de soldadura MAG, 1M2240.

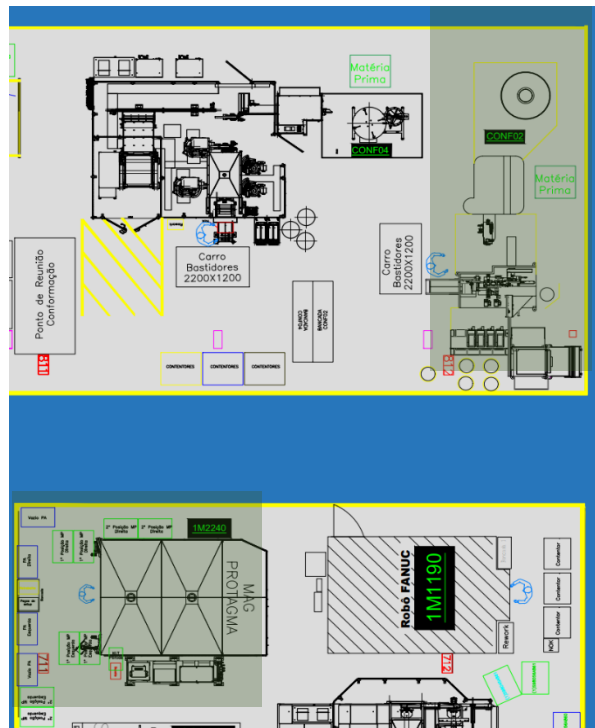


Figura 5.14 – *Layout* detalhado da CONF02 e da 1M2240.

Assim, da área de conformação, injeção e furação, resta apenas movimentar o equipamento 1I0050, uma máquina de injeção, que será transferida no início do mês de maio de 2025 pela equipa de manutenção interna.

Devido a atrasos na produção, o equipamento célula 19, dedicado à soldadura de porcas e parafusos em multireferências, só pode ser movimentado na semana 18, abril de 2025. Por isso, os equipamentos 1R0080, 6DCRAV, 2M1200 e 1M2245 não puderam ser colocados nas suas áreas definitivas, uma vez que a célula 19 ainda ocupava o espaço. Assim que a área estiver livre, essas movimentações serão realizadas internamente.

Entre as semanas 28 e 29 está planeada a movimentação interna do equipamento 1M2245, dedicado à soldadura MAG de peças para a AE, aproveitando a paragem de verão. Para este equipamento, foi projetada uma mudança de *layout* relativa, pois o operador, na situação atual, tem de movimentar oito contentores, quatro de entrada de MP e quatro de saída de PA. A nova configuração visa abastecer a MP por carro kit e retirar o produto acabado em contentores que estarão num rotador, reduzindo a área envolvente necessária para a produção e otimizando a ergonomia e trabalho do operador.

Em abril de 2025, o *layout* da GVN encontra-se conforme a figura 5.15, evidenciando-se uma grande alteração comparando com setembro de 2023. Neste momento, as áreas de soldadura por resistência, incluindo as longarinas, ferramentaria, multireferências, soldadura por protuberâncias, conformação, injeção e furação encontram-se concluídas em termos de movimentações.

Concluindo todas as movimentações, será necessário pintar os corredores de circulação de comboio e empilhadores, bem como os corredores de peões que ainda faltam e retocar os que foram pintados ao longo das movimentações. Este trabalho está planeado para ser realizado entre as semanas 30 e 31. Faltava ainda concluir a área definitiva para a manutenção robótica e industrial, que se encontra em fase de orçamentos. O objetivo é dispor de uma área isolada onde possam guardar material, equipamentos, bem como auxiliares, e realizar reparações.

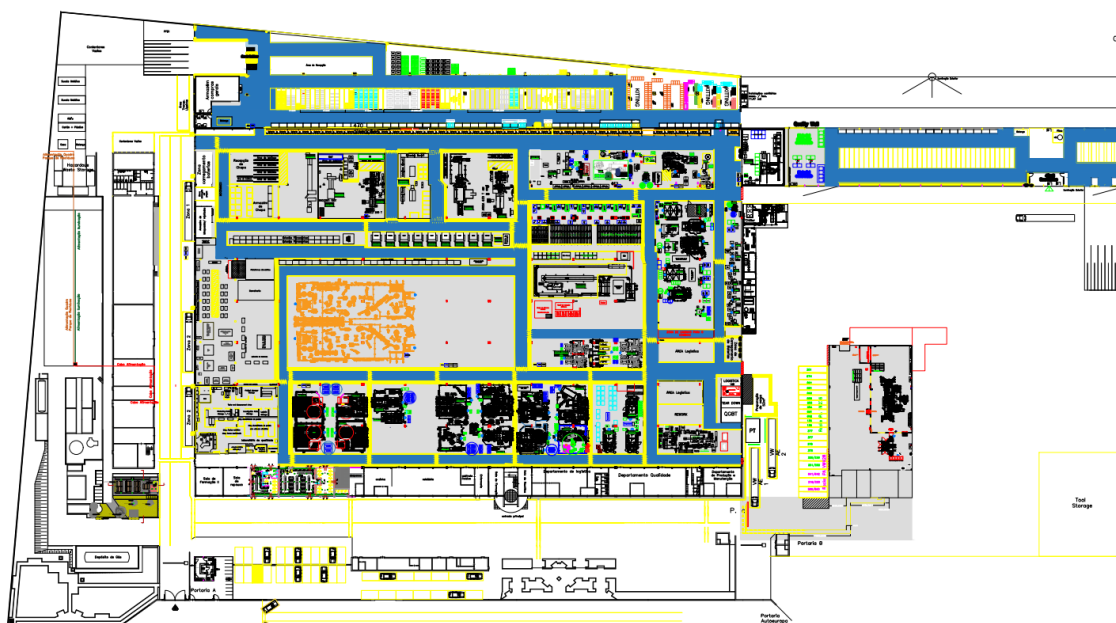


Figura 5.15 – *Layout* da GVN em abril de 2025.

Na figura 5.16 apresenta-se o *layout* previsto para setembro de 2025, acompanhado da respetiva legenda explicativa. Quando comparado com o *layout* de setembro de 2023, representado na figura 4.3, do capítulo 4, observam-se diferenças significativas ao nível da disposição dos processos produtivos, da organização do espaço livre, bem como da simplificação e linearidade dos fluxos logísticos. Verifica-se, igualmente, que a segunda nave fabril já se encontra ocupada com os novos processos produtivos, evidenciando um avanço no plano de expansão industrial. Por outro lado, o novo armazém apresenta já uma configuração definida, cuja implementação está delineada para ocorrer assim que as condições o permitam, reforçando o alinhamento entre o planeamento estratégico e a execução física do espaço fabril.

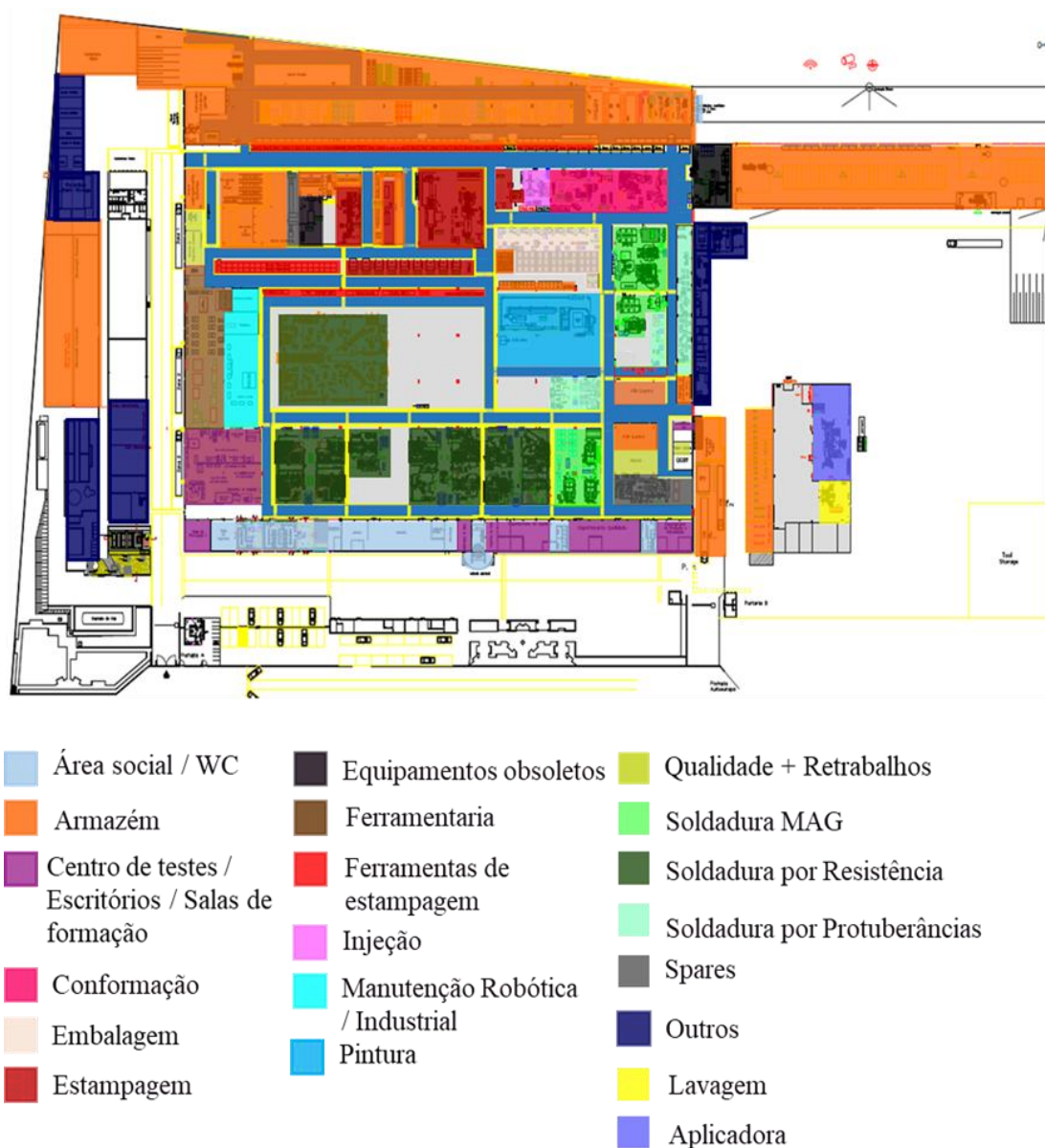


Figura 5.16 - *Layout* geral da GVN projetado para setembro de 2025.

Nos anexos V e VI encontram-se os *layouts* de início e meio, respetivamente das movimentações que ocorreram na GVN, o *layout* final, anexo VII, pode sofrer alterações que não foram contabilizadas à data da realização do presente projeto.

5.1.1. Caso particular – Célula 17 Layout Otimizado

A célula 17, apresentada de forma mais detalhada na secção 4.3.5, foi uma das células de soldadura que, além de ser movimentada para uma nova área, sofreu alterações na sua forma de abastecimento de MP e na retirada de PA. Na figura 5.16 apresenta-se a célula 17 e a sua área envolvente de produção após as modificações referidas.

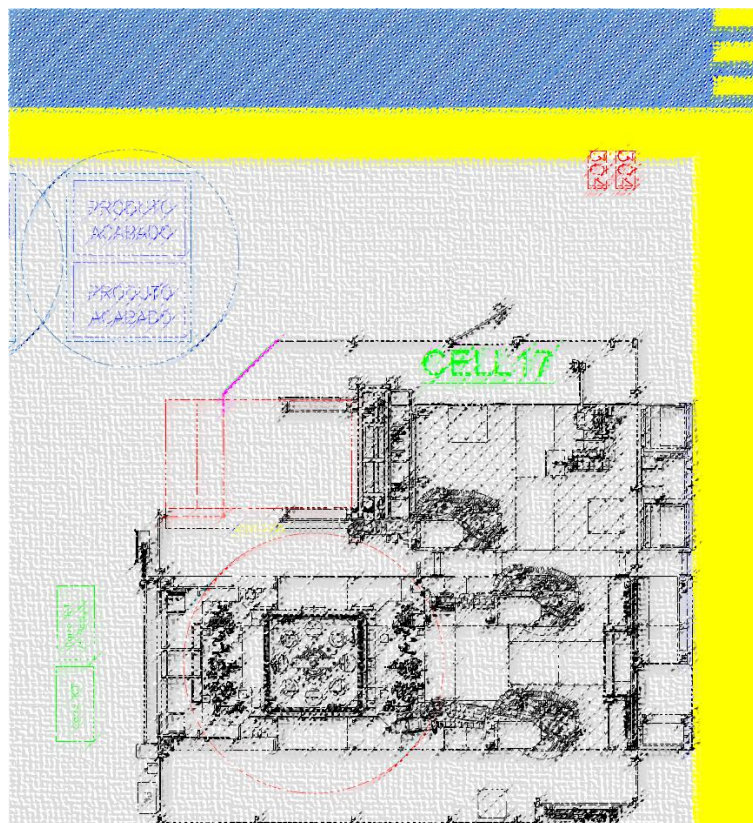


Figura 5.17 – Layout da célula 17 após a reorganização.

Como se pode observar a zona envolvente à produção está significativamente mais reduzida, o material encontra-se todo centrado num carro kit que está próximo ao operador, até mesmo a segunda posição de matéria-prima está ao seu alcance. Eliminou-se assim, as acíclicas de abastecimento ao supermercado e de trocas de contentores de MP, que acabavam por reduzir o tempo efetivo de produção. A rack de produto acabado encontra-se muito próxima à saída de peças da célula, diminuindo as deslocações do operador. Esta configuração garante também o acesso mais prático para a logística retirar a rack de PA cheia e colocar a vazia. Em termos globais a forma de trabalhar neste posto de trabalho ficou mais simplificada e fluida para todos os departamentos que interagem com o mesmo.

Capítulo 6

Análise dos Resultados

Neste capítulo são discutidos os resultados alcançados com o trabalho desenvolvido, procedendo-se a uma análise comparativa entre os dados do *layout* de 2023 e a situação atual em 2025. É ainda apresentada uma breve reflexão sobre o investimento que foi realizado na reorganização do *layout* fabril da GVN e qual o retorno do mesmo.

6.1. Resultados Alcançados

Como referido anteriormente, o *layout* de setembro de 2023 não respondia às necessidades competitivas da GVN. A distribuição do espaço limitava não só as operações diárias de trabalho, como também comprometia o crescimento competitivo da organização, uma vez que, à primeira vista, não existia espaço disponível para expansão.

Em 2023 a GVN tinha uma área coberta total de 24.710 m², dos quais correspondiam:

22.000 m² – À nave fabril principal.

1.658m² – Ao futuro armazém de expedição.

1.052m² - À segunda nave fabril.

A distribuição do *layout* fabril em 2023, considerando a totalidade da área coberta, encontra-se na figura 6.1.

As linhas de produção, que representavam 10% da área fabril, correspondiam às áreas efetivamente ocupadas por máquinas, ou seja, o que verdadeiramente agrega valor à organização. Por outro lado, a área envolvente, que representava 15%, englobava todo o espaço circundante aos equipamentos, incluindo entradas de matéria-prima, saída de produto acabado e zonas auxiliares de produção, como bancadas.

Em 2023, apenas 1% do chão de fábrica estava disponível como área livre, o que representava uma grande dificuldade para a equipa da GVN no que diz respeito à instalação de novos equipamentos. Da figura 6.1, retira-se que ainda 14% da fábrica correspondia a área de armazém, dos quais 3% encontravam-se em área produtiva, ou seja, em zonas com potencial para alocação de máquinas.

As áreas designadas como nave 2 e futuro armazém de expedição são duas zonas fabris adquiridas pela GVN no fim do ano de 2023.



Figura 6.1 – Percentagem de área ocupada discriminada em setembro de 2023.

Com base na área total ocupada, foi calculada a percentagem de valor acrescentado (VA) e de não valor acrescentado (NVA) da GVN em 2023, conforme a figura 6.2. Como área de valor acrescentado consideraram-se as linhas de produção e a área de ferramentaria, que se destina à reparação de ferramentas e elementos de jigs. A área livre, por se tratar de uma zona onde podem ser instalados novos equipamentos, também foi considerada uma área de VA. Por sua vez, toda a área de NVA inclui os armazéns, corredores, zona de controlo de qualidade e reparação, manutenção industrial e robótica, área social, escritórios e salas de formação, a zona envolvente da produção e outros.



Figura 6.2 – Percentagem de VA e NVA em setembro de 2023.

Com a reorganização do *layout* industrial, o objetivo não passava só por deixar a área fabril da GVN mais competitiva, mas também por simplificar o modo de trabalho para a produção, os fluxos logísticos, os acessos às máquinas por parte da manutenção, bem como a centralização de equipamentos por tipologia de processo. Com toda a reorganização de *layout* já referida, e com o acréscimo de duas novas zonas fabris, a distribuição de área sofreu alterações em comparação com 2023. Na figura 6.3 encontra-se a distribuição de 2025 do *layout* da GVN.

Destaca-se, nesta nova configuração, o aumento da percentagem de corredores, que são atualmente representam 35% da área coberta. É importante salientar que, que nesta secção, estão incluídos não apenas os corredores da área produtiva, mas também os acessos às máquinas pela manutenção, bem como os corredores de circulação nas duas áreas de armazém. A área de armazém manteve-se inalterada. Os 3% que, em 2023, se encontravam localizados em área produtiva foram realocados para outra zona, como resultado da reorganização e acrescento de uma nova área de armazém.

Por outro lado, registou-se, positivamente, uma redução da zona envolvente de produção para 12%, o que só foi possível devido à substituição de todo o sistema de abastecimento das células dedicadas ao projeto da AE, de contentores para carros kit. As restantes máquinas, pela tipologia de peças, continuam a ser abastecidas por contentores. A área de linhas de produção teve um incremento de 3%, resultado num total de 13% de área efetivamente ocupada por máquinas, o verdadeiro valor acrescentado da GVN. É ainda de destacar o aumento de área livre, do 1% que existia em 2023, foi possível reorganizar todo o *layout* fabril e ainda aumentar essa área em 5%, totalizando 6% de área livre após todas as modificações.

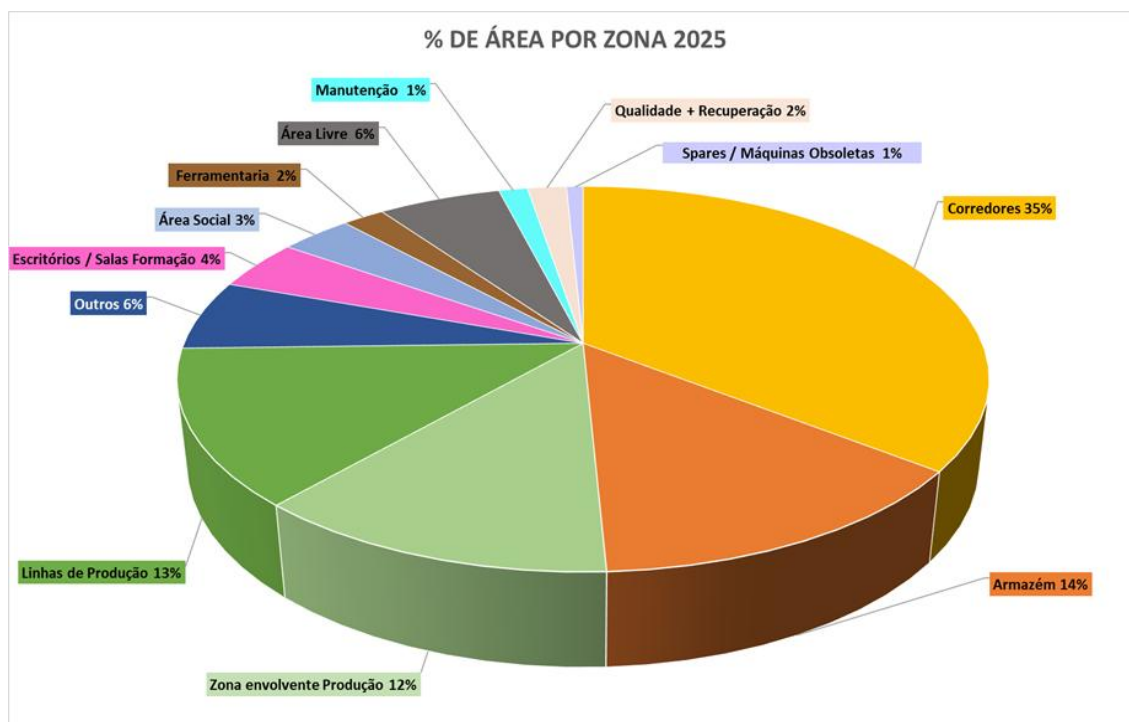


Figura 6.3 - Percentagem de área ocupada discriminada em setembro de 2025.

Na figura 6.4 tem-se a representação da percentagem de VA e NVA na GVN com o *layout* de 2025. A percentagem de NVA diminuiu 7% em comparação com 2023, o que significa que a percentagem de VA aumentou na mesma proporção. Dos 14% de VA em 2023, a GVN conseguiu evoluir para 21% de VA em 2025. Esta diferença verifica-se, em parte, com o incremento de 3% nas linhas de produção (atualmente 13%), resultado do aumento de equipamentos e robôs. Em 2023, a GVN dispunha de 57 equipamentos e 63 robôs, enquanto em 2025 passou a contar com 68 equipamentos e 112 robôs. O aumento da área livre para 6%, representou igualmente uma variação positiva de 5% no VA. Somente a área da ferramentaria, após a otimização dessa área, é que registou uma redução de 1% de VA (atualmente 2%).

Analisando as percentagens de Valor Acrescentado e Não Valor Acrescentado em metros quadrados, verificou-se que, em 2023, 21.250,6 m² correspondiam a área de NVA, enquanto apenas 3.459,4 m² eram classificados como área de VA. No ano de 2025, a área de NVA reduziu-se para 19.520,9 m², representando uma diminuição de 1729,7 m², ao passo que a área de VA aumentou para 5.189,1 m².



Figura 6.4 - Percentagem de VA e NVA em setembro de 2025.

O investimento na reorganização do *layout* da GVN foi de 635.804, 40 €. Este valor inclui trabalhos externos, como a instalação de novos caminhos elétricos, ar comprimido e de água, a movimentações de células, montagem de novas células, bem como a reparação e pintura do pavimento. Estão também contabilizados cabos de alimentação, esteiras e outros acessórios utilizados pela equipa de manutenção para as movimentações internas e as novas ligações das máquinas.

Antes a implementação do projeto WtbC de 2023, a empresa contava, na área de soldadura por resistência, com um total um total 63 colaboradores afetos à mão de obra direta (MOD) 9 colaboradores à mão de obra indireta (MOI). Com a reorganização do *layout* e com a automatização de saída de PA, estima-se que a MOD necessária será reduzida para 44 colaboradores, e a MOI para 6 colaboradores.

Esta redução será viabilizada pela implementação de AGV's e pela automatização de saídas de células, ou seja, o robô da célula coloca a peça dentro da *rack* de produto acabado. Estes investimentos são posteriores às movimentações de *layout* e restante reorganização individual dos postos de trabalho, porém são trabalhos a ser conduzidos no decorrer do ano de 2025.

Resumidamente, esta redução (*saving*) representa, ao longo de oito anos, uma poupança estimada de 2.8 milhões de euros. Com base no investimento efetuado, o retorno do investimento (*return of investment ROI*) será alcançado em 1.8 anos, equivalente a 1 ano e 10 meses. A análise referida encontra-se representada na figura 6.5.

CUSTOS		ROI – 1,8		GANHOS FUTUROS	
Cabos de alimentação / esteiras					
Plataformas					
Reparação e pintura do chão					
Brocas, anilhas, parafusos, buchas (etc)					
Quadros elétricos					
Tubagem de ar e água					
Sala limpa					
Movim. Procein / Bosco/ Haas / Numalliance					
Montagem Arazur					
Total aprox.	635 804,40€				
		DIRECT	INDIRECT		
		HEADCOUNT NOMINATION	63	9	
		HEADCOUNT WTB	44	6	2.3M€
		SAVING	19	3	0.4M€
		SAVING (eight years estim.)			2.8M€

Figura 6.5 – Custos de alteração de *layout* VS Ganhos.

O ano de 2024 representou um período particularmente exigente para a equipa da GVN. Foi necessária uma entreaajuda e um sentido de responsabilidade que até então não haviam sido requisitados com tal intensidade. Só assim foi possível alcançar os resultados atualmente verificados no âmbito da reorganização do *layout*, sem nunca comprometer o fornecimento do principal cliente, a AE, e dos restantes.

Os fluxos logísticos tornaram-se mais fluídos e simplificados, tanto para circulação de carga como de peões. A produção apresenta-se mais *lean*, organizada e com maior capacidade de resposta aos *outputs* exigidos. A manutenção, beneficiando do *layout* por processos, consegue atuar de forma mais célere. Isto porque, a equipa em cada turno está também dividida por tipologia de equipamentos, e agora ao não ter de percorrer longas distâncias dentro da fábrica, a sua eficiência operacional foi significativamente reforçada.

Globalmente, o objetivo do projeto foi alcançado, o *layout* industrial foi redefinido, os novos equipamentos foram instalados nas áreas previamente projetadas e as condições de trabalho da produção, logística e manutenção foram substancialmente melhoradas. Neste momento, a GVN encontra-se na fase de organização dos postos de trabalho e na implementação de melhorias contínuas, de forma a concluir o trabalho iniciado em 2023, mantendo sempre o foco na competitividade e futuro da organização.

Capítulo 7

Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

Neste capítulo são apresentadas as conclusões e reflexões relativas a todo o trabalho desenvolvido, os principais impactos a nível pessoal, nomeadamente as competências adquiridas ao longo do processo. Por fim, são ainda indicadas as perspetivas e propostas para trabalhos futuros a realizar.

7.1. Síntese e Conclusões

O desenvolvimento deste projeto representou uma oportunidade única de copilotar a reorganização do *layout* fabril da Gestamp Vendas Novas.

A necessidade de alocar novos equipamentos, a adaptação às mudanças proporcionadas pelos novos projetos e o crescente nível de produção com que a organização se deparava exigiu a redefinição do *layout* fabril. Com esta redefinição procurou-se proporcionar melhores condições aos departamentos diretamente envolvidos no chão de fábrica, nomeadamente a produção, logística e manutenção.

A concretização deste projeto exigiu análises técnicas rigorosas, sustentadas por conhecimento científico, que se encontra no capítulo 3. Comparando o projeto realizado na GVN com os conceitos teóricos, a tipologia de *layout* implementada corresponde a um *layout* por processos. Que substituiu a configuração anterior onde máquinas de diferentes tecnologias estavam agrupadas indiscriminadamente, organizando agora os equipamentos por secções específicas. O objetivo do novo *layout* alinha-se tanto com a metodologia SLP, com base em relacionamentos entre as áreas e fluxos de materiais. Contudo também se enquadra com o *Lean layout* pela eliminação de desperdícios e o aumento do fluxo contínuo. Contudo, devido ao curto prazo disponível para o desenvolvimento do *layout* e à ausência de conhecimento aprofundado da metodologia no início dos trabalhos, não foi possível seguir integralmente o rigoroso processo estruturado proposto por Richard Muther. Ainda assim, algumas das suas premissas fundamentais foram aplicadas, como a consideração do grau de proximidade necessária entre determinadas áreas e máquinas. Na fase de seleção do *layout*, adotou-se uma das hipóteses sugeridas por Muther, ponderando cuidadosamente as vantagens e desvantagens de cada alternativa. No que respeita à aplicação dos princípios *Lean*, destaca-se a redução das distâncias entre equipamentos no novo *layout*, o que contribuiu para a eliminação de desperdícios, nomeadamente as deslocações excessivas dos operadores, promovendo um fluxo mais eficiente e contínuo.

Além de todo o conhecimento teórico, este projeto exigiu múltiplas observações no chão de fábrica e ainda o envolvimento multidisciplinar entre os vários departamentos da Gestamp Vendas Novas cujo contributo foi essencial para a formulação de soluções adequadas.

A fase inicial consistiu na análise detalhada do *layout* inicial (setembro de 2023), com a identificação dos principais constrangimentos, complementada com o *input* dos

responsáveis de cada departamento. Por exemplo, a manutenção destacou a necessidade de um corredor técnico de 1.2m entre os quadros dos equipamentos para garantir a acessibilidade sem restrições. A produção reforçou a importância da proximidade e acessibilidade dos materiais para os operadores e a logística indicou a área de armazém que necessitava externamente para garantir a eliminação de armazéns dentro da área produtiva da nave fabril.

Com toda informação recolhida, seguiu-se a fase de simulações estáticas. Utilizando o software AutoCad 2D, foram desenvolvidas diversas propostas de *layout* até se chegar às apresentadas no capítulo 4 do presente relatório. Cada simulação foi devidamente apresentada, expondo quais os requisitos específicos para cada uma, e com base na estratégia futura da fábrica, foi selecionada a proposta mais viável.

A partir desta, construiu-se um plano de ações detalhado, identificando os equipamentos a movimentar, os responsáveis pelas tarefas e os respetivos prazos. Naturalmente, o plano sofreu ajustes ao longo do período de redefinição de *layout*, sobretudo devido a atrasos na produção que condicionaram as movimentações planeadas. Apesar disso, todas as movimentações, realizadas pela manutenção interna ou pelos fornecedores, decorreram conforme o previsto e sem comprometer os arranques de produção. A descrição detalhada e a ordem das movimentações encontram-se no capítulo 5 do presente relatório.

Para além da reorganização física da área fabril, foi igualmente necessário proceder a alterações significativas na organização do trabalho por parte de cada departamento. O ano de 2024 foi marcado por um processo constante de adaptação. À medida que as alterações de *layout* decorriam, não era afetado unicamente o departamento de produção, mas também a logística, que viu a rota de empilhadores e comboio a ser alterada diversas vezes. A necessidade de mão de obra para a preparação de carros kit também alterou, em 2023 apenas quatro equipamentos eram abastecidos por carros kit, ao passo que em 2025 já se abastecem doze células de soldadura por resistência, três de soldadura MAG, estando em desenvolvimento carros kit para mais quatro equipamentos. O armazém interno viu a sua área reduzida, obrigando à movimentação frequente de matéria-prima, WIP e produto acabado, mesmo sem o novo armazém concluído. O muro da qualidade, foi realocado várias vezes, refletindo a dinâmica exigida pela alteração do *layout*. A equipa de manutenção, por sua vez, não esteve dedicada exclusivamente às movimentações, em paralelo, assegurou a resolução de avarias diárias, a realização de manutenções

preventivas e teve ainda formação de novos equipamentos e tecnologias que chegaram à GVN. No entanto com a entreaajuda, organização e disciplina de todas as equipas, foi possível atingir o objetivo de redefinição de *layout* ambicionada por todos e os resultados foram alcançados.

No entanto, como em qualquer projeto desta dimensão, houve aspetos que podiam ter sido mais bem planeados e executados. Um dos exemplos mais evidentes foi a questão do abastecimento às células multireferências, onde o operador do armazém enfrenta atualmente dificuldades na manobra para abastecimento e retirada do produto acabado. A solução futura passará pela introdução de carros kit para KLT, mas até que essa implementação seja concretizada, tanto o armazém como a produção enfrentam um período de maior complexidade na gestão de abastecimento e recolha de PA. Esta situação revelou-se um exemplo claro de uma implementação que não considerou plenamente a dinâmica real dos operadores e empilhadores naquela zona específica da fábrica. Adicionalmente, várias movimentações foram adiadas devido a atrasos na produção, incluindo os trabalhos de fornecedores externos, o que também contribuiu para o atraso dos prazos de execução e finalização do projeto. A formação para as novas posições de trabalho foi feita de uma forma tardia e, até à data, ainda não foi possível realizar as demarcações onde ficam os carro kit (ou contentores de MP), os contentores (ou *racks*) de produto acabado. Esta ausência de marcações tem levado a incumprimentos na organização individual dos postos de trabalho e a pequenos desvios em relação ao *layout* idealizado, contudo estas marcações serão realizadas entre as semanas 30 e 31 de 2025. A proximidade entre os equipamentos de soldadura por resistência provocou alguma resistência por parte dos operadores da produção, numa fase inicial, mas com o tempo e com a formação sobre a utilização e posicionamento dos carros kit, a situação passou a ser encarada de forma mais positiva, ainda antes de se atingir ao estado final do *layout*. O atraso na disponibilização do novo armazém e os picos de produção que se verificaram ao longo do ano originaram ainda vários constrangimentos de espaço, sobretudo para armazenar MP e PA, dificultando temporariamente a operacionalização dos novos fluxos logísticos.

Tendo em conta os aspetos que decorreram de forma menos positiva, numa futura reorganização de *layout* torna-se evidente a importância de intensificar as simulações práticas no terreno, de forma mais rigorosa e contínua, para assegurar que o *layout* projetado responde efetivamente às necessidades de todas as áreas envolvidas. Apesar de

o coordenador e os supervisores de produção terem sido incluídos desde o início no processo de reorganização, a participação dos operadores revelou-se insuficiente. Uma apresentação clara ou sessão de formação conduzida pelas chefias, explicando as alterações em curso e os seus impactos no trabalho diário, teria contribuído para uma maior aceitação e adaptação por parte das equipas. Esta é, sem dúvida, uma ação a considerar prioritária em futuros projetos desta natureza.

Em termos quantitativos, a GVN contava, em 2023, com 63 robots e 57 equipamentos no seu espaço fabril. Em 2025, estes números aumentaram para 112 robots e 68 equipamentos. A reorganização permitiu reduzir a área de Não Valor Acrescentando em 7%, isto é, 1729,7 m², e além de se ter conseguido alocar mais 11 equipamentos, a área livre incrementou 5% relativamente a 2023. Os fluxos logísticos internos tornaram-se mais lineares, com rotas otimizadas e uma melhor organização dos corredores. Os *layouts* dos postos de trabalho estão mais ergonómicos e acessíveis aos operadores, e estão preparados para o seguinte passo que será a automatização.

Em suma, a possibilidade de fazer parte deste projeto e trabalhar com todos os departamentos que integram a Gestamp Vendas Novas permitiu uma visão da dinâmica da empresa. Para além dos colaboradores internos, o contacto direto com mais de dez fornecedores que auxiliaram as alterações foi essencial para a concretização do projeto. Os objetivos delineados foram atingidos, e a organização foi capaz de alterar praticamente todo o *layout* fabril sem comprometer os envios aos clientes. Ficou demonstrado, mais uma vez, que a entreajuda, rigor e organização entre os colaboradores são fatores determinantes para o sucesso de qualquer projeto industrial.

7.2. Desenvolvimento de Competências

O presente projeto constituiu um marco significativo no percurso académico e profissional, bem como no desenvolvimento de competências técnicas e pessoais. Do ponto de vista técnico, destacou-se o aprofundamento dos conhecimentos sobre planeamento de *layout*, metodologias *lean*, *AutoCAD* e a dinâmica fabril. Em termos pessoais, foram fortalecidas competências essenciais como trabalho em equipa, comunicação, gestão de tempo, resiliência e tomada de decisão em contextos de elevada exigência.

Os desafios diários no chão de fábrica, as sucessivas tentativas e ajustes nas

simulações e implementações assim como a gestão da resistência à mudança proporcionaram uma experiência transformadora e uma contribuição efetiva para a melhoria da GVN.

Este projeto não só consolidou os conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado, como reforçou a motivação para continuar a evoluir na área da engenharia, adotando uma postura crítica, colaborativa e orientada para a melhoria contínua.

7.3. Trabalhos Futuros

Após a conclusão da reorganização do *layout*, os próximos passos incluem a padronização dos métodos operatórios, a revisão e criação de instruções de processo, a formação e acompanhamento do *team leaders*, bem como a monitorização do cumprimento dos standards. Paralelamente, encontram-se em análise e preparação os investimentos em automatização, visando a eliminação dos empilhadores na nave fabril e a integração de AGV's, assim como a automatização da saída de produto acabado em diversas células de soldadura por resistência.

Em fevereiro de 2025, a equipa da GVN realizou um balanço de todo o projeto de alteração de *layout* até ao momento. Dessa reunião resultou a criação de grupos de trabalho que serão o foco das atividades ao longo de 2025. Os temas abordados incluem os 5S e *layout* de posto, documentação, indicadores de desempenho organizacionais, sincronização entre os processos de soldadura e pintura, bem como a gestão das peças de desgaste. O objetivo será novamente criar várias equipas multidisciplinares, com planos de ação definidos, estabelecendo prazos e objetivos a cumprir para a conclusão dos trabalhos até ao final de 2025.

Todas estas iniciativas, a decorrer ou planeadas, visam fortalecer os ganhos obtidos e assegurar a competitividade da GVN a médio e longo prazo.

Bibliografia

- [1] GOBETTO, M. – Historical Outlines and Industrial Strategies for Automotive Industries. In GOBETTO, M. - Operations Management in Automotive Industries. Italy: Springer, 2014. ISBN 978-94-007-7592-3. p.1-45.
- [2] MONYE, S. I., AFOLALU, A., LAWAL, L., GISANRIN, T.T., OLUWATOYIN, O. A., ADEYEMI, A.G. Now and future challenges of the automotive industry. Conferência Internacional sobre Processamento e Caracterização de Materiais, 6 de outubro de 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343001221> [Acedido a 27/10/2024].
- [3] COURTOIS, A., MATIN-BONNESEFOUS, C., PILLET, M. – Introdução. In COURTOIS, A., MATIN-BONNESEFOUS, C., PILLET, M. – Gestão da produção. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2011. ISBN 978-972-757-769-8. p.1-15.
- [4] PINTO, J. P. – Planeamento a curto prazo. In PINTO, J.P. – Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2010. ISBN 978-972-757-741-5. p.128-164.
- [5] PINTO, J. P. – Introdução ao *Lean Thinking*. In PINTO, J.P. – Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2010. ISBN 978-972-757-741-5. p.166-202.
- [6] Pedro Cunha, Planeamento de Operações – Introdução, 2023.
- [7] AICEP. Automotive and mobility industry. Disponível em: <https://www.portugalglobal.pt/en/investment/key-industries/automotive-and-mobility-industry/> [Acedido a 27/10/2024].
- [8] Jornal N. Automóvel. Setor que puxa pela economia. Disponível em: <https://ionline.sapo.pt/2024/09/10/automovel-setor-que-puxa-pela-economia> [Acedido a 27/10/2024].
- [9] GESTAMP VENDAS NOVAS. Disponível em: <https://gestampvendasnovas.com/> [Acedido a 18/07/2024].
- [10] Plant *layout* and material handling. IV B. TECH.II SEM (MR16), Department of mechanical engineering in Malla Reddy Engineering College. Disponível em: <https://www.mrecacademics.com/DepartmentStudyMaterials/20201019-plant%20layout%20and%20material%20handling.pdf> [Acedido a 05/10/2024].
- [11] MUTHER, R., HALLES, L. – Basics. In MUTHER, R. & HALLES, L. -

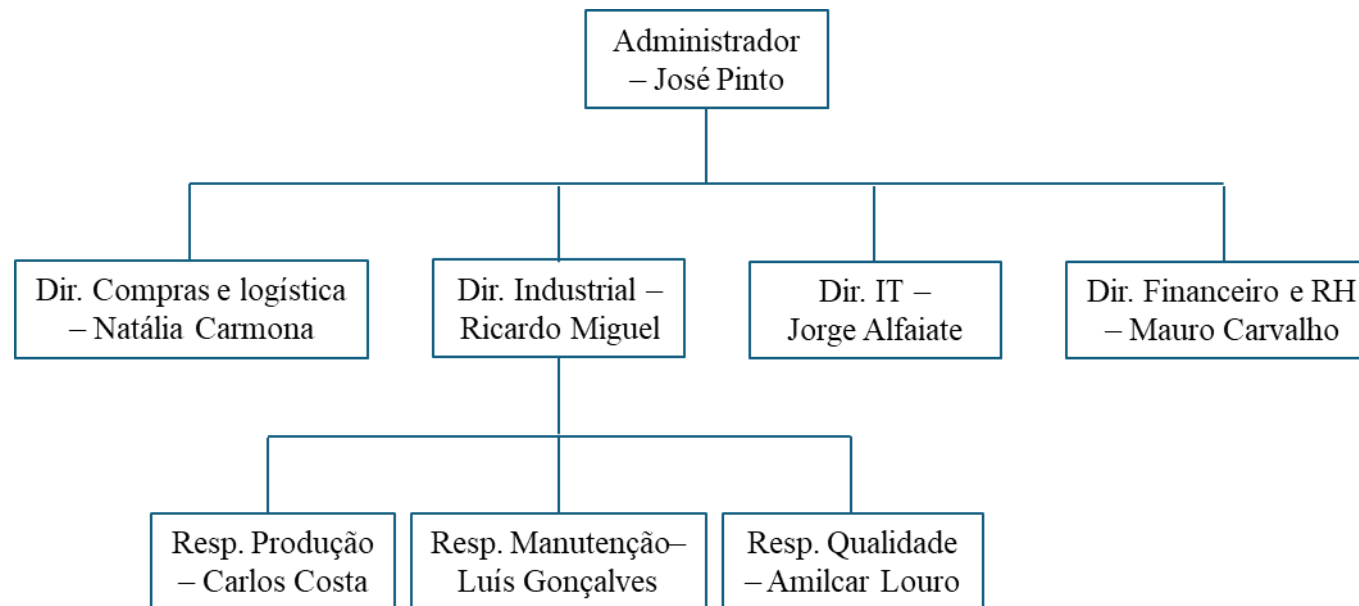
- Systematic *Layout* Planning. USA: Management & Industrial Research Publications, 2015. ISBN 978-0-933684-06-5. p.15-25.
- [12] Kotler, P., Keller, K. L., - Managing Retailing, Wholesaling, and Logistics. In Kotler, P., Keller, K. L., - Marketing Management. USA: Pearson Education Limited, 2016, ISBN: 978-1-292-09271-3. p.561.
- [13] MORAN, S. – The Discipline of *Layout* in Context. In MORAN, S. - Process Plant *Layout*. United Kingdom: ELSEVIR, 2017. ISBN 978-0-12-803355-5. p.13-15.
- [14] PINTO, J. P. – Estratégia de Operações. In PINTO, J.P. – Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2010. ISBN 978-972-757-741-5. p.28-55.
- [15] NEUMANN, C., SCALICE, K. R. – Projeto de *Layout*. In NEUMANN, C. & SCALICE, K. R. – Projeto de Fábrica e *Layout*. Rio de Janeiro: ELSEVIR, 2015. ISBN: 978-85-352-5407-5. p. 458-498.
- [16] WIENDAHL, Hans-Peter., REICHARDT, J., NYHUIS, P. - Changeability and Change Enablers. In WIENDAHL, Hans-Peter., REICHARDT, J., NYHUIS, P. - Handbook Factory Planning and Design. Germany: Springer, 2015. ISBN 978-3-662-46390-1. p. 92-101.
- [17] COURTOIS, A., MATIN-BONNESEFOUS,C., PILLET, M. – Implantação dos meios de produção. In COURTOIS, A., MATIN-BONNESEFOUS,C., PILLET, M. – Gestão da produção. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2011. ISBN 978-972-757-769-8. p.17-29.
- [18] Research Gate. Os principais tipos de arranjo físico. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Tipos-principais-de-arranjo-fisico_fig3_352769357 [Acedido a 20/10/2024].
- [19] Pedro Cunha, Planeamento de Operações – Conceção e Implantação de um Processo, 2023.
- [20] VAUGHN, A., FERNANDES, P., SHIELDS, J.TOM., Manufacturing System Design Framework Manual. Massachusetts Institute of Technology, 2002. p.58-64.
- [21] NEUMANN, C., SCALICE, K. R. – Projeto de *Layout*. In NEUMANN, C. & SCALICE, K. R. – Projeto de Fábrica e *Layout*. Rio de Janeiro: ELSEVIR, 2015. ISBN: 978-85-352-5407-5. p. 551-565.
- [22] FP: TOMPKINS, J. A., WHITE, J. A., BOZER, Y. A., & TANCHOCO, J. M. A. – *Layout* Planning Models and Desing Algorithms. – In TOMPKINS, J. A., WHITE, J. A., BOZER, Y. A., & TANCHOCO, J. M. A. – Facilities Planning. USA: Wiley,

2010. ISBN 978-0-470-44404-7. p.292-366. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/430214179/Facilities-Planning-4th-Edition-pdf>.
- [23] Richard Muther & Associates. Systematic Planning Methods. Disponível em: <https://richardmuther.com/systematic-planning-methods/> [Acedido a 03/11/2024].
- [24] Richard Muther & Associates. Systematic *Layout* Planning (SLP) – Manufacturing Plan Example. Disponível em: <https://richardmuther.com/wp-content/uploads/2014/06/RMA-1146-SLP-Overview-Mfg.pdf> [Acedido a 03/11/2024].
- [25] MUTHER, R., HALLES, L. – The Systematic *Layout* Planning Pattern. In MUTHER, R. & HALLES, L. - Systematic *Layout* Planning. USA: Management & Industrial Research Publications, 2015. ISBN 978-0-933684-06-5. p.15-25.
- [26] KHARIWAL, S., KUMAR, P., BHANDARI, M., *Layout* improvement of railway workshop using systematic *layout* planning (SLP) – A case study, Materials Today: Proceedings, Volume 44, Part 6, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.444> [Acedido a 03/11/2024].
- [27] Richard Muther & Associates. Systematic *Layout* Planning (SLP) – Capsule Summary. Disponível em: <https://richardmuther.com/wp-content/uploads/2014/06/SLP.pdf> [Acedido a 03/11/2024].
- [28] CARVALHO, J. D., SOUSA, R. M, – Melhoria Contínua nas Organizações. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2021. ISBN 978-989-752-633-6.
- [29] PINTO, J. P. – Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras. Lisboa: Lidel -Edições Técnicas, Lda, 2014. ISBN 978-989-757-032-7.

Anexo I

Organigrama

O anexo I corresponde ao organigrama da Gestamp Vendas Novas, ilustrando de forma clara e objetiva a sua estrutura organizacional, destacando as principais funções e as relações hierárquicas entre departamentos.



Anexo II

Classificação por análise de fatores

O anexo II indica o procedimento para a classificação por fatores, um dos métodos de seleção da proposta de *layout*, descrito no capítulo 3 do presente relatório.

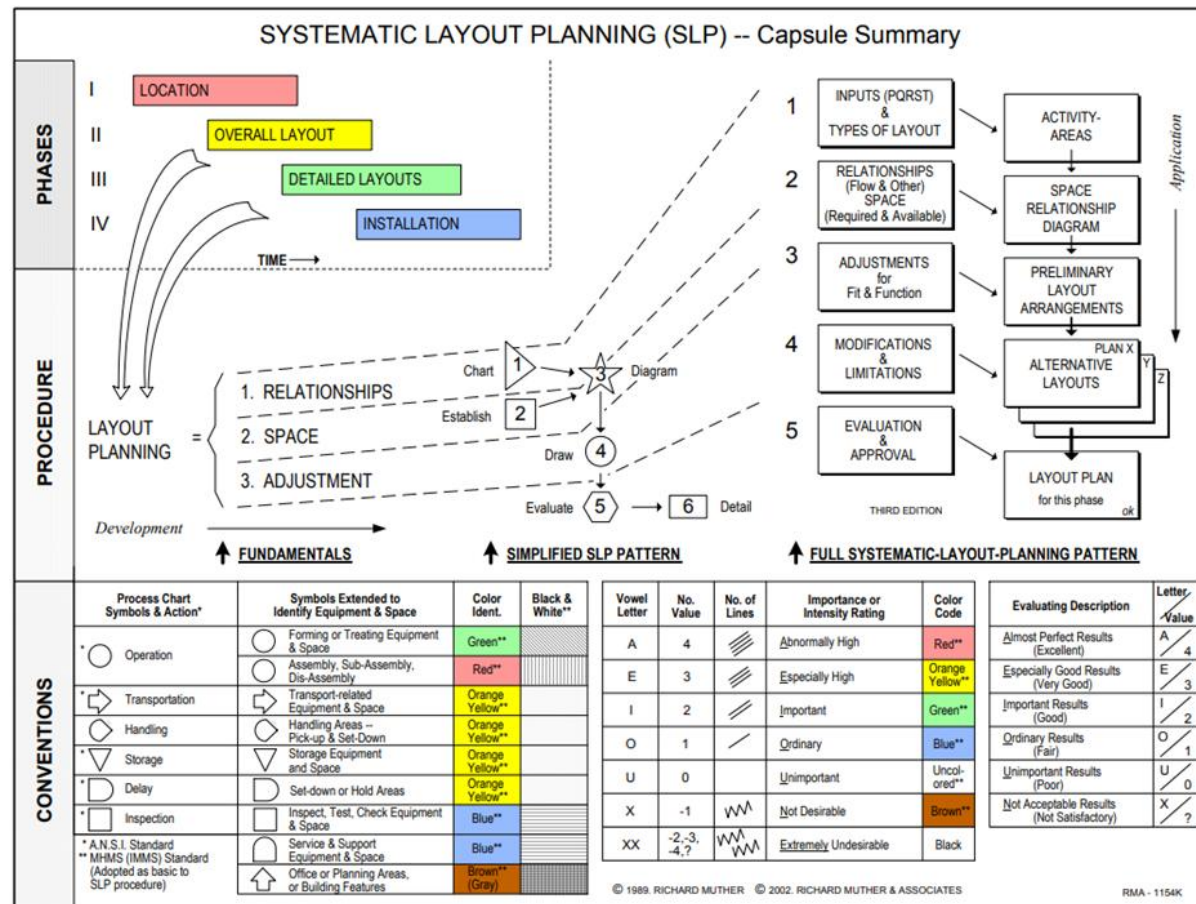
PROCEDURE FOR EVALUATING ALTERNATIVES BY FACTOR ANALYSIS

1. Identify the Plans to be Evaluated
 - a. Select the layout plans that are to be evaluated.
 - b. Have a visual plan or sketch of each layout in front of each rater, and clearly understood by all, during the evaluation process.
 - c. Identify each visual plan by letter--A, B, C, etc. Also give it a brief three-to-five word description.
2. Establish the Factors or Considerations
 - a. Establish what factors, considerations, criteria, or objectives are involved or are wanted from the layout.
 - b. Define the factors so they are clearly understood. Avoid duplication between terms and confusion as to meaning.
3. Arrange a Rating Sheet
 - a. List the factors or considerations vertically on lines of one sheet of paper or pre-printed form or use electronic spreadsheet.
 - b. Array the identification letter for each alternative plan horizontally in columns across the same sheet.
 - c. Leave room for adequate reference notes.
4. Determine the Relative Importance of Each Factor
 - a. Determine a weight or importance value of each factor relative to the other factors.
 - b. Record by whom the weight values were determined.
5. Rate Each Factor for Alternative Plans
 - a. Establish a rating code or system.
 - b. Rate each alternative on the extent to which it achieves or affords the ends represented by the factor in question – rating each layout exactly as it is planned.
 - c. Rate all plans for one factor; then take next factor.
 - d. Enter rating symbol above slant line on rating sheet.
 - e. Record by whom the rating(s) was (were) made.
6. Calculate Weighted Values and Total
 - a. Translate the rating symbols into numerical values and multiply the weight value by each rating number.
 - b. Total the weighted rating values for each alternative plan by adding the respective columns.
 - c. Record by whom the extension and tally were made.
 - d. Take action as appropriate, based on totals.

Anexo III

Resumo do *Systematic Layout Planning*

O anexo III corresponde ao resumo da abordagem *Systematic Layout Planning* descrita no capítulo 3 do presente relatório.



Anexo IV

Gestamp Production System (GPS)

O *Gestamp Production System* (GPS) constitui o modelo de gestão da produção desenvolvido e implementado pela Gestamp, tendo como objetivo principal alcançar a excelência operacional através da padronização de boas práticas nos processos produtivos e no desenvolvimento contínuo das pessoas. Alinhado com os princípios do *Lean Manufacturing*, o GPS promove a eliminação de desperdícios, a melhoria contínua, e a maximização da eficiência, qualidade e segurança em todas as unidades produtivas do grupo Gestamp. A sua estrutura assenta em três pilares fundamentais:

Fundamentos que englobam a segurança, qualidade, valores, cliente e padronização.

Processos centrados na sincronização diária da produção com foco na satisfação do cliente.

Pessoas enfatizando a aprendizagem contínua e envolvimento ativo.

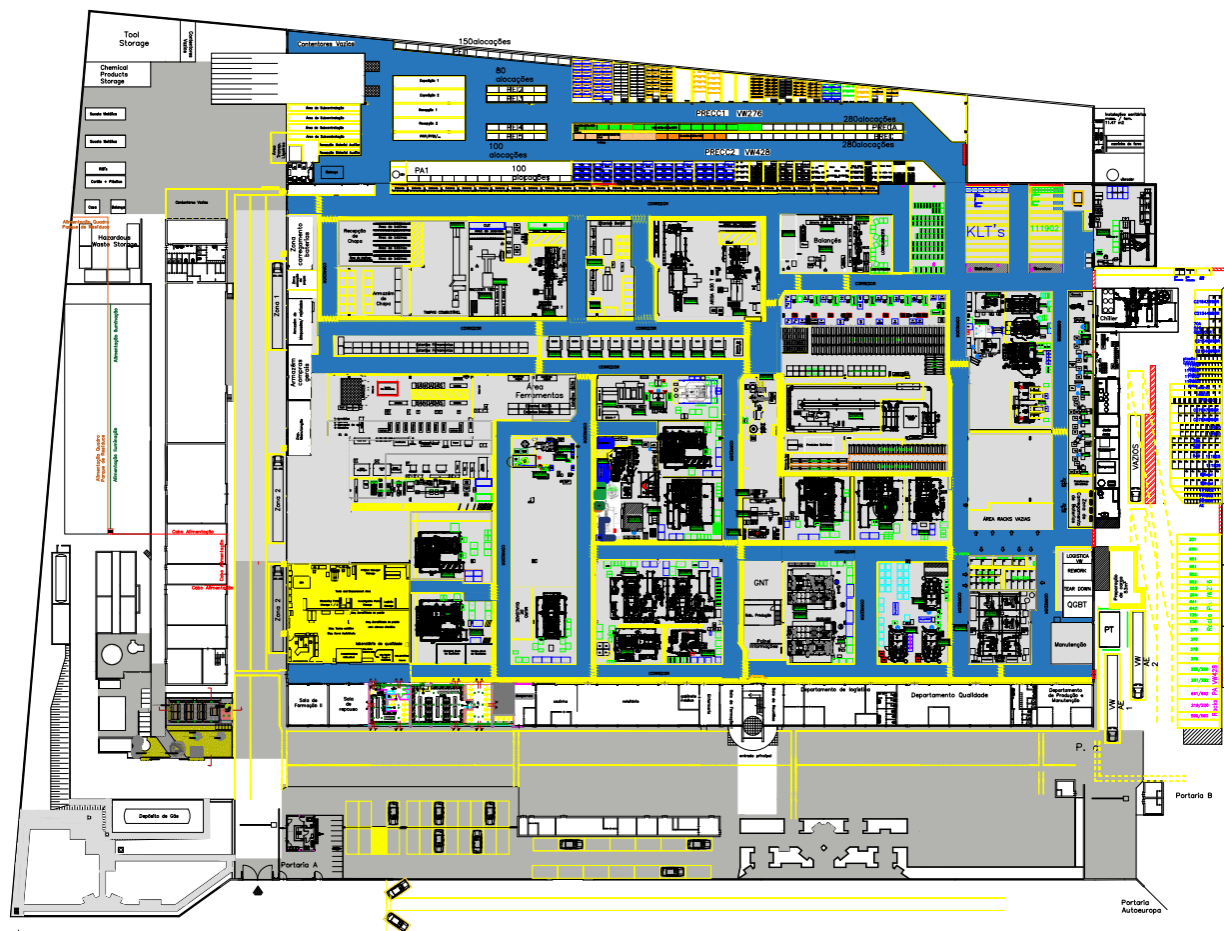
O GPS integra um vasto conjunto de ferramentas e metodologias destacando-se o 5S, a melhoria contínua, onde se inclui a abordagem WtbC, o SMED (*Single Minute Exchange of Dies*), o TPM (*Total Productive Maintenance*), a gestão visual, o trabalho padronizado, a resolução estruturada de problemas e os ciclos PDCA e SDCA, fundamentais para a estabilização e evolução dos processos. Paralelamente, o GPS incorpora projetos transversais como o *strategy deployment*, a gestão do fluxo de materiais e a partilha de boas práticas, promovendo uma cultura organizacional assente na melhoria contínua, na responsabilidade e na inovação.

Deste modo, o GPS representa um modelo de produção Lean integrado, robusto e adaptável, alinhado com os objetivos estratégicos da Gestamp e com os elevados requisitos do setor automóvel.

Anexo V

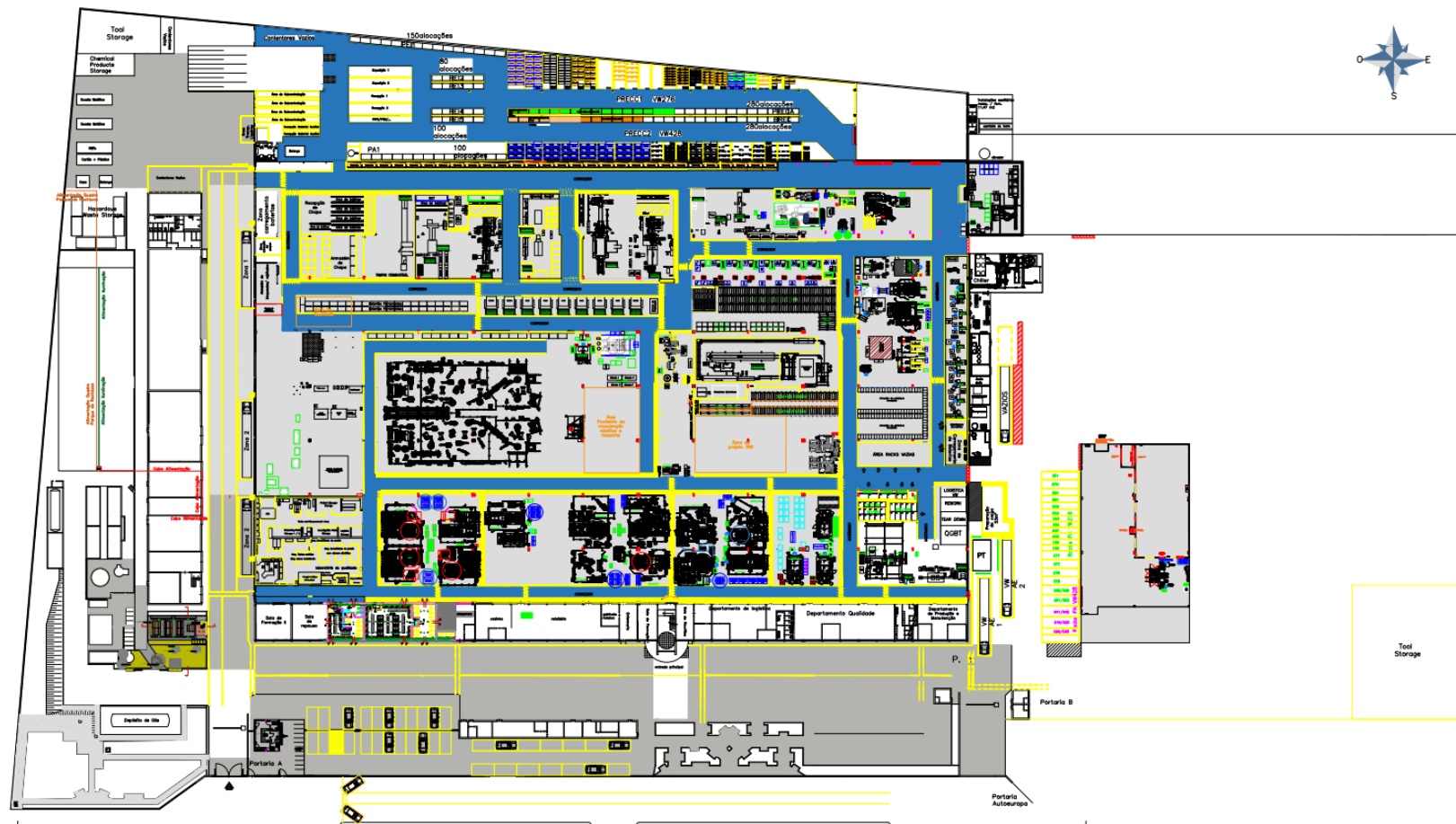
Layout Inicial da GVN

O anexo IV corresponde ao *layout* inicial da GVN, setembro de 2023, referido no capítulo 4.



Layout Intermédio da GVN

O anexo V corresponde ao *layout* intermédio da GVN, janeiro de 2025, referido no capítulo 5.



Anexo VII

Layout Final da GVN

O anexo VI corresponde ao *layout* final da GVN, setembro de 2025, referido no capítulo 5.

