

OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTES INTERNA DA TAP
MANUTENÇÃO E ENGENHARIA

Mariana Perdigão Lopes

Projeto Empresa submetido como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Gestão de Serviços e Tecnologia

Orientadora:

Prof^a. Doutora Inês Marques, Prof. Auxiliar, Departamento de Engenharia e Gestão, Instituto
Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Coorientador:

Eng^o. Pedro Costa, Diretor Departamento Processos e Melhoria Contínua, TAP Manutenção e
Engenharia

Setembro 2017

Agradecimentos

Ao longo deste último ano foram várias as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto empresa.

Começo por agradecer à Professora Inês Marques, pelo à vontade, pela disponibilidade e pelo profissionalismo com que me orientou ao longo deste projeto.

A todos os Engenheiros com quem me cruzei na TAP M&E, pela integração e por todo o conhecimento transmitido.

Gostaria de agradecer também a todos os meus amigos que me apoiaram ao longo deste último ano e acompanharam de perto a realização deste trabalho.

À minha família, em particular aos meus pais, ao avô João e à avó Mila, por todo o apoio e paciência.

Resumo

A TAP *Maintenance & Engineering* (TAP M&E) pretende melhorar o modo como efetua o transporte do material entre os armazéns, os hangares (local onde os aviões dão entrada para a manutenção) e as diversas oficinas espalhadas pelo seu campus.

Pretende-se, com este trabalho, otimizar o processo de transporte de material entre os armazéns, os hangares e as diferentes oficinas para que a empresa consiga responder mais rapidamente aos pedidos de material feitos aos armazéns.

As organizações vivem, hoje em dia, num ambiente bastante instável, deparando-se diariamente com novos desafios, procurando sempre melhorar a sua posição face aos seus concorrentes. É neste sentido que a TAP M&E procura uma solução para o transporte de material dentro das suas instalações, que torne a empresa mais competitiva e contribua para a otimização dos processos de manutenção de aviões.

Este projeto recai na procura de uma melhor solução para efetuar o transporte de material, que é pedido aos armazéns e distribuído pelas oficinas e hangares dispersos dentro do campus TAP, de forma rápida e eficiente, reduzindo o tempo percorrido entre o pedido e a receção de material.

Foram encontradas várias soluções para o transporte de material, consoante os destinos mais frequentes ou a proximidade do destino ao respetivo armazém.

As soluções encontradas foram apresentadas e analisadas com a empresa. Foi decidido implementar uma solução que permite à empresa reduzir o tempo de ciclo, aumentar a padronização do processo e reduzir o *lead time* para a entrega de material.

Palavras-Chave

Melhoria Contínua, Logística, Cadeia de Abastecimento, Transportes

Abstract

TAP *Maintenance & Engineering* (TAP M&E) intends to improve the way in which the material is transported between the warehouses, hangars (the place where the aircraft enters to perform the maintenance) and the workshops spread across the campus.

Nowadays organizations live in a very unstable environment facing new challenges every day and always seeking to improve their position against their competitors. Therefore, TAP M&E seeks a solution for the transport of the material inside its facilities with the main purpose of making the company more competitive and contributing to the optimization of the maintenance processes.

This project focus on the search for a better solution to transport the material which is ordered from the warehouses and distributed through the workshops and hangars dispersed inside the TAP M&E campus. The aim is to reduce the time between the order and the arrival of the material to his destination turning this process quicker and more efficient.

Several solutions were found for the transport of the material according to the most frequent destinations and the proximity of the delivery destination.

The solutions found were presented and analyzed with the company. It was decided to implement a solution that allows the company to reduce the cycle time, to increase standardization of the material transportation process and to respond faster to material requests from warehouses – decreasing lead time.

Keywords

Continuous improvement, Logistics, Supply chain, Transports

Sumário executivo

As empresas pretendem tornar-se cada vez mais competitivas, diminuir custos nos seus processos produtivos e diferenciar-se junto dos seus clientes. Aumentar a rentabilidade e eficiência das suas operações, não perdendo a sua posição perante os seus concorrentes, é um dos maiores desafios que enfrentam no seu dia-a-dia. As empresas começam, assim, a dar uma maior importância às diferentes atividades logísticas e ao valor que estas podem trazer à empresa com vista a serem mais eficientes nestas atividades.

A TAP Portugal é a principal companhia aérea portuguesa, em operação desde 1945 e membro da *Star Alliance* desde 14 de março de 2005. Tem o seu *hub* principal em Lisboa, e em dezembro de 2016, dispõe de uma frota com cerca de 63 aviões *Airbus*.

A TAP Portugal foi uma empresa 100% pública até novembro de 2015, mês em que foi assinado um acordo entre o governo Português e a *Atlantic Gateway*, o consórcio privado composto pelo grupo Barraqueiro, de Humberto Pedrosa, e pelo grupo de David Neeleman, empresário brasileiro dono de companhias aéreas como a Azul e a JetBlue. O processo de privatização vem ajudar a empresa a ter maior capacidade de investimento, permitindo desenvolver uma “Companhia cada vez mais moderna e competitiva, atenta às necessidades dos seus Clientes e fortemente comprometida em servir os mercados onde opera”, como afirmou Fernando Pinto, Presidente Executivo do Grupo TAP, numa nota de imprensa em janeiro de 2016, tornando público, também nesta nota de imprensa, a aquisição de 53 novos aviões da família *Airbus* e um investimento de 60 milhões de euros na modernização dos interiores de cabine da atual frota.

A TAP M&E é uma organização de manutenção aeronáutica – *Maintenance, Repair and Overhaul* (MRO) - que, em conjunto com a TAP Transportes Aéreos e a TAP Serviços, formam a TAP Portugal SA.

Na indústria aeronáutica, as atividades de MRO são definidas como o conjunto de todas as ações necessárias à reparação de equipamentos, máquinas ou sistemas de aeronaves, que possibilitem a sua alteração para um estado que seja possível a sua operação no grau de desempenho desejado (Srinivasan et al., 2014), sendo o principal objetivo das atividades de MRO, o fornecimento de aeronaves totalmente operacionais, quando exigidas pelo cliente, a um custo acessível e razoável em simultâneo com um nível de qualidade ótima (Ayeni et al., 2011).

A manutenção da frota TAP é feita pela TAP M&E. Esta organização, para além da manutenção da frota TAP, trabalha também para terceiros, clientes TAP M&E, e oferece um conjunto de

soluções de manutenção de aviões (*Care²Airframe*), motores (*Care²Engines*) e manutenção de componentes (*Care²Components*).

A TAP M&E possui um total de três bases divididas entre Portugal e o Brasil. A base de Lisboa é a principal das três, onde se realiza a grande maioria das suas operações. Tem uma área total de 71,200 m² e é constituída por três hangares, oficinas de apoio e armazéns.

A TAP M&E procura gerar valor para os seus clientes, eliminando custos desnecessários, e tornando-se cada vez mais competitiva no mercado da aviação.

É neste âmbito que surge o interesse em elaborar um projeto, para melhorar o modo como se efetua o transporte de material pedido aos armazéns dentro do campus TAP, em Lisboa.

A TAP M&E lida diariamente com o inconveniente de as suas oficinas de apoio e os seus armazéns não se encontrarem junto dos hangares, tendo por isso de ser garantida uma forma de transportar o material pedido aos armazéns que têm como destino os hangares, as oficinas e os armazéns.

Este transporte de material é feito via terrestre, através de carrinhas dedicadas para o efeito, no entanto, não é muito rigoroso e não existem horários específicos para fazer o transporte, o que leva à insatisfação dos diversos clientes dos armazéns (oficinas, hangares e os diferentes armazéns).

O objetivo deste projeto é encontrar formas de melhorar o processo de transporte de material e fazer chegar, aos destinos finais, os materiais pedidos aos armazéns, no momento em que são necessários, evitando atrasos e tempos de transporte elevados.

Numa fase inicial, é descrita a forma como o campus TAP está organizado e são identificados os locais para onde é necessário haver transporte de material dentro do campus. Segue-se uma breve descrição da área de Suporte Logístico, a sua composição geral, e a secção de transportes. Procede-se depois a uma breve análise ao modo como é realizado, atualmente, o transporte de material, que foi possível verificar através do acompanhamento das operações *in loco*. Surge, então a análise dos dados fornecidos pela empresa e obtidos através da implementação de questionários, no que diz respeito aos pedidos feitos aos armazéns, organizados em termos de destinos mais frequentes e horas com mais volume de pedidos ao longo do dia. Posteriormente, discutem-se os dados recolhidos e são apresentadas propostas para o transporte de material feitas à empresa. Segue-se a análise de uma matriz de decisão, elaborada em conjunto com os Engenheiros responsáveis, e, finalmente, são expostas conclusões e limitações encontradas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Índice

1.	Definição do contexto do problema	1
2.	Revisão de literatura.....	3
2.1	Evolução do conceito de logística	3
2.2	A importância da logística nas organizações.....	4
2.3	Atividades logísticas.....	5
2.4	Transporte.....	7
2.5	Vehicle routing problem – algoritmo vizinho mais próximo	8
3.	Metodologia	10
4.	Caracterização da empresa	12
4.2	Processo de fornecimento de encomendas pelos armazéns - Circuito logístico.....	18
4.2.1	Área de Suporte Logístico e a secção de transportes	19
5.	Recolha e análise de dados relativos à rede de transportes atual da TAP M&E.....	20
5.1	Questionários	20
5.2	Acompanhamento in loco.....	21
5.3	Análise de requisições	23
5.4	Análise do campus TAP M&E	28
6.	Cenários desenvolvidos para a melhoria da rede de transportes	28
6.1	C1 - Cenário base	29
6.2	C2 - Adição de um carro elétrico.....	30
6.3	C3 - Passar mais do que uma vez nos armazéns e nas oficinas.....	31
6.4	C4 - Inverter o sentido de trânsito do túnel	33
6.5	Custos estimados dos cenários propostos.....	34
7.	Metodologia de apoio à decisão / Interação com os stakeholders.....	36
8.	Conclusões	38
	Referências bibliográficas	41

Anexos.....	44
Anexo A – Foto das carrinhas e das zorras utilizadas para a distribuição de material	44
Anexo B – Formulário dos Questionários e os principais resultados dos mesmos.....	45
Anexo C – Trajetos e tempos registados nos dias de acompanhamento do serviço (tempo de serviço e o tempo de transporte)	50
Anexo D – Quadro resumo dos tempos médios de serviço em cada ponto	56
Anexo E – Fotografia das zorras utilizadas para transporte de material dentro do campus	57
Anexo F – Gráficos com os destinos das requisições, por armazém	58
Anexo G – Gráficos destinos por hora de satisfação, por armazém	61
Anexo H – Matriz de distâncias entre cada par de pontos	64
Matriz tempos de transporte entre cada par de pontos	65
Anexo I – Representação dos cenários propostos	66

Índice de Figuras

Figura 1 – Metodologia	10
Figura 2 - Organigrama da TAP M&E com a identificação das diferentes áreas. Fonte: adaptado de https://www.tap-mro.com	14
Figura 3 - Mapa do campus com identificação das diferentes áreas/direções	16
Figura 4 - Estradas com um único sentido de trânsito	16
Figura 5 - Identificação dos diversos armazéns, oficinas e hangares no mapa do campus TAP M&E.....	17
Figura 6 - Processo de fornecimento de requisições	18
Figura 7 – Esquema-resumo dos cenários desenvolvidos.....	29

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Total de requisições por armazém, em termos absolutos e percentuais	25
Gráfico 2 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém central, em termos absolutos e percentuais	25
Gráfico 3- Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém de produtos, em termos absolutos e percentuais	26
Gráfico 4 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém de ferrosos, em termos absolutos e percentuais	26
Gráfico 5 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém de interior de cabines, em termos absolutos e percentuais	26
Gráfico 6 - Principais destinos por hora de satisfação no total de requisições do total de armazéns	27

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Composição das áreas da TAP	15
Tabela 2 - Armazéns agrupados	24
Tabela 3 - Resumo C1 (Cenário base)	29
Tabela 4- Resumo do C2, referente ao Carro Elétrico	31
Tabela 5 - Resumo do C2 referente à carrinha de distribuição	31
Tabela 6 - Resumo C3	32
Tabela 7 - Resumo C4	33
Tabela 8 - Preços dos diferentes recursos	34
Tabela 9 - Distâncias percorridas, em quilómetros, por turno e total diário	34
Tabela 10 - Cálculos dos gastos totais por ano	35
Tabela 11 - Critérios de decisão	36
Tabela 12- Matriz de decisão	37

1. Definição do contexto do problema

A TAP Manutenção & Engenharia (TAP M&E) pretende tornar o seu processo de manutenção aeronáutico mais ágil e rápido para ir de encontro às suas próprias necessidades e às necessidades dos seus clientes e tornar-se uma empresa mais competitiva. Os aviões em terra implicam uma perda significativa de receitas para as companhias aéreas.

Com a recente introdução de novas rotas, o aumento do número de clientes transportados pela companhia e o objetivo constante de servir melhor os seus clientes, a TAP anunciou uma modernização da sua frota dos aviões de médio curso e a aquisição de novos aviões de médio e longo curso. Com esta modernização da frota e a aquisição de novas aeronaves, os processos de manutenção levados a cabo pela TAP M&E têm de ser mais eficientes, rápidos e praconizados. É neste contexto que surge a necessidade de analisar e melhorar a rede interna de transportes na base de Lisboa, para que a empresa seja capaz de responder a todo este investimento e seja uma empresa “cada vez mais forte e capaz de prestar um serviço ainda melhor, com os valores de sempre” (Fernando Pinto, Presidente Executivo da TAP, janeiro 2016)¹.

O cenário ideal seria ter todas as oficinas e armazéns necessários à manutenção dos aviões, junto dos hangares, de forma a que seja mínimo o tempo de transporte (*time-in-transit*) do material que sai do avião, para reparar ou fazer manutenção nas respetivas oficinas, e o material pedido ao armazém, tornando o processo mais rápido e eficiente. No caso da TAP M&E, as oficinas e os armazéns encontram-se geograficamente dispersos, ao ponto de o material ter de ser transportado via terrestre através de carrinhas e de funcionários inteiramente dedicados a este serviço.

A problemática deste projeto incide precisamente sobre a forma como é feito este transporte de material entre os armazéns, as oficinas e os hangares. O objetivo final deste trabalho é definir uma melhor rede de transportes para a distribuição do material dos diferentes armazéns pelos diferentes destinos, de forma a melhorar todos os processos de manutenção da empresa e tornar a empresa mais competitiva.

“A melhoria da eficiência é fundamental para sobrevivermos num mercado cada vez mais competitivo” (Fernando Pinto, Presidente Executivo do Grupo TAP, janeiro 2016)².

Com o intuito de dar uma solução à empresa, o trabalho incide inicialmente sobre a pesquisa na área logística, de formas de definir uma rede de transportes. Seguidamente é feita uma análise

¹ <http://www.tapportugal.com/Info/pt/sobre-tap/grupo-tap/a-nova-tap> Consultado em 6 de outubro de 2016

² <http://www.tapportugal.com/Info/pt/sobre-tap/grupo-tap/a-nova-tap> Consultado em 6 de outubro de 2016

aos dados relativos à rede de transportes atual e são desenvolvidos quatro cenários com propostas à melhoria da rede de transportes da empresa. São expostas as vantagens e desvantagens de cada cenário e é feita uma análise dos custos estimados com a implementação. Por último é apresentada a matriz de decisão que levou à escolha de um dos cenários para implementar na empresa.

2. Revisão de literatura

A definição de logística tem vindo a sofrer alterações ao longo dos anos. Na prática, a sua importância nem sempre foi reconhecida como é atualmente. A Logística e *Supply chain management* desempenham um papel bastante importante na capacidade de as empresas permanecerem competitivas no mercado. (Shankar, 2001; McGinnis et al., 2010; Mellat-Parast et al., 2014).

No presente capítulo, é revista a literatura sobre logística e atividades logísticas, em particular, a atividade de transporte e o algoritmo do vizinho mais próximo na definição de rotas, de forma a sustentar o presente projeto. Começa-se pela apresentação de diversas definições de logística (Secção 2.1), passando posteriormente pela explicação da importância da logística (Secção 2.2) e das suas atividades (Secção 2.3) no que diz respeito ao ganho de vantagem competitiva das empresas em relação aos seus concorrentes e, por último, faz-se uma breve explicação da atividade de transporte (Secção 2.4) e do algoritmo do vizinho mais próximo (Secção 2.5) para a definição de rotas de transporte de material.

2.1 Evolução do conceito de logística

Entre os anos 50 e 60, a logística esteve muito ligada à experiência militar. É muitas vezes argumentado que o estudo da logística surgiu das necessidades da guerra em mover tropas, equipamentos e mantimentos para os campos de batalha (Rutner, 2012).

Kent and Flint's (1997) usam a literatura para identificar seis épocas específicas do desenvolvimento do conceito logístico e identificam as maiores influências de cada era, considerando a área militar como a maior influência da segunda era "*segmented functions*", identificando também as áreas funcionais independentes, o inventário e distribuição física como as principais características desta era.

A partir dos anos 70, o conceito de logística começou a sofrer notáveis alterações. Nas últimas décadas, foram vários os autores que surgiram com diferentes definições de logística. Algumas destas definições ajudam a perceber a importância que a área logística tem dentro de uma organização, nos dias de hoje.

Segundo Lambert et al. (1998), "a gestão logística preocupa-se com o fluxo eficiente das matérias-primas, dos *stocks* e dos produtos acabados desde o seu ponto de origem até ao consumo final". Para Carvalho (2004), "logística é definida como o processo estratégico que

acrescenta valor, permite diferenciação, cria vantagem competitiva, aumenta a produtividade e rentabiliza a organização. A diferenciação é conseguida por via da inovação logística”.

Contudo, a mudança de paradigma na gestão moderna das empresas levou a que as empresas individuais deixassem de competir como entidade autónomas e passassem a fazer parte de uma rede que relaciona diversas áreas e diversos negócios (Lambert and Cooper, 2000).

Surge, assim, o conceito de *supply chain management* (SCM) ou gestão da cadeia de abastecimento.

De acordo com Stock and Lambert (2001) (cit por Larson and Halldorsson (2004)), *supply chain management* é “a integração de processos-chave de negócios desde o consumidor final até ao fornecedor de origem que fornece produtos, serviços e informação que adicione valor para o cliente e para os *stakeholders*”.

O *Council of SCM Professionals* (CSCMP) refere que “*supply chain management* engloba o planeamento e a gestão de todas as atividades envolvidas no fornecimento, procura, conversão e em todas as atividades de gestão logística. Inclui também a coordenação e colaboração com os parceiros da rede, os quais podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços terceiros e clientes. Essencialmente, *supply chain management* integra a gestão da oferta e da procura dentro e entre empresas”. O CSCMP considera ainda que “gestão logística é a parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso, e a armazenagem de produtos, serviços e informação relacionada, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com a finalidade de satisfazer os requisitos dos clientes”.

2.2 A importância da logística nas organizações

As últimas décadas podem ser definidas como um período de expansão e globalização. A logística torna-se um fator chave para a economia moderna, acompanhando as necessidades que as empresas apresentam, tendo em conta as constantes mudanças na envolvente a que estão sujeitas.

Num mercado altamente competitivo e global como o atual, a pressão para as empresas encontrarem novas formas de criar e oferecer valor para os clientes é cada vez maior. O facto de as empresas estarem sujeitas a um ambiente externo instável, implica que tenham de ter capacidade para dar uma resposta rápida a qualquer mudança na envolvente externa, de forma a manter, ou aumentar, a sua vantagem competitiva.

Deve, no entanto, ser reconhecido que o impacto destas mudanças na logística pode ser notável e vantajoso, revelando-se um grande desafio para as empresas. Na verdade, de entre os muitos

problemas estratégicos que as empresas têm de enfrentar hoje em dia, talvez o mais desafiante esteja na área logística.

Rodrigues (2005) considera a logística como um dos maiores custos envolvidos no comércio internacional, tendo as empresas de olhar para os seus processos produtivos e encarar a logística como uma forma de ganhar vantagem competitiva. Isto é, ver a logística como uma forma de reduzir os custos, aumentar a eficiência e ampliar a rentabilidade da empresa. É essencial a minimização de custos, de forma a permitir maior competitividade. Hoje em dia, as empresas procuram satisfazer o cliente tendo os custos mais baixos possíveis. As diferentes atividades logísticas passam assim a ser consideradas como uma forma de ganhar vantagem sobre os seus concorrentes. Quando uma empresa obtém vantagem competitiva por via da alteração dos processos logísticos, torna-se difícil sofrer imitação por parte dos seus concorrentes. Este cenário leva a que cada vez mais empresas pensem em redesenhar a sua estratégia logística, sendo um dos principais objetivos a redução de custos nos seus processos.

2.3 Atividades logísticas

A logística desempenha um papel estratégico no que toca ao sucesso da empresa, sendo considerada um dos elementos críticos da cadeia de abastecimento e uma fonte importante para o ganho de vantagem competitiva. As atividades de gestão logística incluem, transportes, armazenamento, gestão de inventário, manuseamento de materiais, processamento de encomendas, desenho da rede logística, planeamento da oferta e da procura e gestão dos fornecedores e serviços logísticos.

Ballou (2004) reparte as atividades da logística em dois grupos: atividades primárias e atividades de suporte. Considera como atividades primárias:

- Transporte,
- Gestão de inventários,
- Processamento de ordens de encomenda.

E como atividades de suporte:

- Armazenamento,
- Embalagem, proteção e manuseamento,
- *Purchasing/procurement*,
- Planeamento de produção,
- Tecnologias de informação.

Segundo o autor, as atividades primárias são atividades críticas no processo logístico, isto é, tratam-se de atividades essenciais para a coordenação efetiva e completa da função logística. Por outro lado, são também as atividades que mais contribuem para a formação dos custos totais logísticos. As atividades de suporte, tal como o nome indica, suportam as atividades primárias, permitindo assim que as atividades primárias possam ser executadas.

Segundo Porter (1985), a execução das atividades primárias e de suporte, de uma forma mais eficiente e eficaz que a concorrência, ou a forma única como as empresas executam estas atividades, criando valor para o cliente final, é a maior geradora de vantagem competitiva nas empresas. A cadeia de valor é demonstrada pela maneira como as empresas estruturam e organizam as suas atividades internas com o intuito de criar valor para o cliente. Em termos competitivos, valor é o montante que os clientes estão dispostos a pagar pelo que a empresa lhes oferece. As empresas podem conseguir vantagem competitiva por via da diferenciação da qualidade do serviço (valor) prestado aos clientes ou operando com custos mais baixos, ou ainda optando por soluções mistas.

Benjamin Moura (2006) refere que “a chave do sucesso empresarial pode estar na logística e nas suas potencialidades para reduzir custos, reduzir o tempo de resposta aos pedidos dos clientes ou melhorar o serviço ao cliente. No atual contexto competitivo, quem for mais célere a dar informações, quem servir melhor, quem entender melhor as necessidades e as expectativas dos clientes, tem mais possibilidades de ganhar a sua preferência”.

A logística controla o valor utilidade em tempo e lugar nos produtos, principalmente através do transporte, gestão da informação e de inventários

Para Ballou (2004), a logística consiste em criar valor para os clientes, para os fornecedores da empresa e para os *stakeholders*. O valor em logística está representado em utilidade em tempo e lugar. Os produtos e os serviços não têm valor se não estiverem na posse do consumidor quando (tempo) e onde (lugar) os consumidores os desejarem consumir.

O desempenho de uma cadeia de abastecimento depende da eficiência e da qualidade da logística responsável pela organização do transporte dos seus produtos, tornando as empresas, principalmente aquelas que têm operações geograficamente distantes, muito dependentes dos sistemas de transporte e vulneráveis às suas fragilidades. O transporte garante a ligação entre os diversos pontos da cadeia de abastecimento, proporcionando valor acrescentado através da criação de utilidade em lugar e tempo: movimentando os produtos para o local certo, no momento desejado pelo cliente e nas condições (qualidade e quantidade) desejadas (Carvalho, 2012).

2.4 Transporte

O transporte é, assim, uma das principais atividades logísticas e, sendo o mercado onde as empresas se inserem altamente concorrencial e globalizado, torna-se necessário rever o processo logístico das empresas, de forma a ir ao encontro das necessidades dos clientes, cada vez mais exigentes ao nível da qualidade do produto a preços baixos.

O CSCMP refere, no seu relatório anual “*State of Logistics Report 2015*”³, que o custo de transporte de mercadoria contribui 62,6% para o custo total gasto com as atividades logísticas nos Estados Unidos da América. Dentro dos custos com o transporte de mercadorias, o transporte rodoviário, nomeadamente através de camiões, representa 48,4% dos custos totais logísticos, enquanto os restantes meios de transporte de mercadorias (aéreo, ferroviário, marítimo ou *pipelines*) representam 14,2% dos custos totais logísticos.

O transporte é uma atividade primária da logística que contribui em grande escala para o cálculo dos custos totais e acrescenta utilidade (valor), em tempo e lugar, ao produto. Segundo Ballou (2004), a atividade de transporte é responsável por absorver entre um a dois terços dos custos logísticos totais de uma empresa. Já Lambert et al. (1998), considera que o transporte físico traduz o movimento de produtos, quer sejam matérias-primas ou produtos acabados, desde o local onde são produzidos até ao local onde são consumidos. Este movimento através do espaço ou distância adiciona valor ao produto (utilidade em lugar). O transporte, como visto anteriormente, é um fator de utilidade em tempo, uma vez que determina a rapidez e a consistência com que um produto se move de um ponto para outro, nomeadamente o tempo de trânsito e a consistência do serviço. Um sistema de transportes eficiente é uma característica necessária a qualquer empresa industrializada.

Durante a atividade de transporte, a qualidade e o tempo são considerados os aspetos mais importantes. Sendo o transporte uma atividade necessária em todo o processo produtivo, desde a produção até à entrega ao consumidor final, inclusive até à sua devolução (logística inversa ou *reverse logistics*) e sendo um dos elementos mais visíveis da operação logística, faz que os custos de transporte representem uma parte bastante significativa dos custos totais da logística. Torna-se, então, necessário e fundamental à empresa tirar o máximo partido do equipamento e das pessoas que dispõe para fazer o transporte de material, de modo a maximizar a eficiência das suas operações. De acordo com Lambert et al. (1998), os principais benefícios, de uma rede de transportes adequada e eficiente, para uma empresa são:

- melhor utilização dos veículos disponíveis;

³<http://www.scdigest.com/ASSETS/FIRSTTHOUGHTS/15-06-25.php?cid=9451> Acedido a 17 de outubro de 2016

- aumento dos níveis de qualidade do serviço prestado ao cliente;
- custos de transporte mais baixos;
- redução do capital investido em equipamento;
- melhores decisões em matérias de gestão.

É fundamental a qualquer empresa tomar as decisões mais acertadas e construir uma rede de transportes adequada ao seu processo produtivo, de forma a ganhar vantagem competitiva, melhorar o serviço prestado ao cliente e reduzir os custos de operação.

2.5 *Vehicle routing problem* – algoritmo vizinho mais próximo

Segundo dados do Eurostat⁴, no ano de 2014, cerca de 76% dos movimentos de mercadorias na União Europeia foram feitos através de meios rodoviários; no nosso país este número ascende para 93,5%. Estes números salientam a importância que os problemas relacionados com o planeamento de rotas têm na distribuição de mercadorias. Uma rede de transportes onde as rotas, ao longo das quais circulam os produtos e as mercadorias, estão bem definidas é um dos grandes fatores para o bom funcionamento da cadeia de abastecimento.

O *Vehicle Routing Problem* (VRP) pode sintetizar-se como um problema de definição de rotas necessárias para o transporte de mercadoria desde um armazém central para um conjunto de clientes. Numa perspetiva mais simples, este problema tem essencialmente dois elementos: a afetação de todos os clientes a uma rota e a determinação da sequência em que cada cliente é visitado.

O VRP é um problema de otimização combinatória, que requer a maximização ou a minimização de uma função objetivo, como por exemplo, a distância total percorrida ou o custo total com as rotas. Este problema, face à sua aplicação prática nas áreas de transportes e logística, tem sido alvo de muita investigação ao longo das últimas décadas, nomeadamente, Braekers et al. (2016) consideram que o VRP é um dos tópicos mais estudados, dentro da área da gestão de operações, nos últimos anos.

Braekers et al. (2016) faz uma vasta revisão de literatura acerca do VRP, salientando que este problema foi inicialmente abordado por Dantzig e Ramser, em 1959, onde os autores introduziram o conceito *truck dispatching problem*, modelando uma frota homogénea de camiões que servem, desde um ponto de origem central, a procura de petróleo por parte de um conjunto de gasolinhas, minimizando a distância percorrida pelos camiões. Anos mais tarde, em 1964, Clark e Wright generalizam o *truck dispatching problem* para o conhecido VRP e

⁴ <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> Acedido a 2 de novembro de 2016

resumem este problema como sendo “um problema para encontrar a melhor solução para servir um conjunto de clientes geograficamente dispersos à volta de um ponto central” - definição clássica de VRP (Braekers et al., 2016).

Geralmente o VRP divide-se em duas partes: agrupamento (*grouping phase*) e construção da rota (*routing phase*). Iniciando-se com o agrupamento, em que o objetivo é agrupar os clientes em vários grupos (rotas), correspondendo uma rota a um grupo. A fase seguinte passa pela construção da rota, em que o passo chave para a construção da rota é a definição do próximo ponto (cliente) por onde a rota tem de passar. Nesta segunda fase de construção da rota, é frequente utilizar-se o algoritmo do vizinho mais próximo/*nearest neighbour* para a construção da rota inicial, sendo que este algoritmo baseia-se na escolha do ponto mais próximo ao local onde encontra para a construção da rota. O algoritmo do vizinho mais próximo acaba por ser uma maneira fácil e eficiente de resolver o VRP e é considerada uma técnica importante na procura de soluções para um design particular (Mohammed et al., 2017).

3. Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia utilizada no desenvolvimento do presente projeto, assim como os métodos utilizados na obtenção e tratamento de dados, de forma a responder ao problema proposto pela empresa.

A Figura 2 esquematiza as etapas da metodologia utilizada neste projeto:

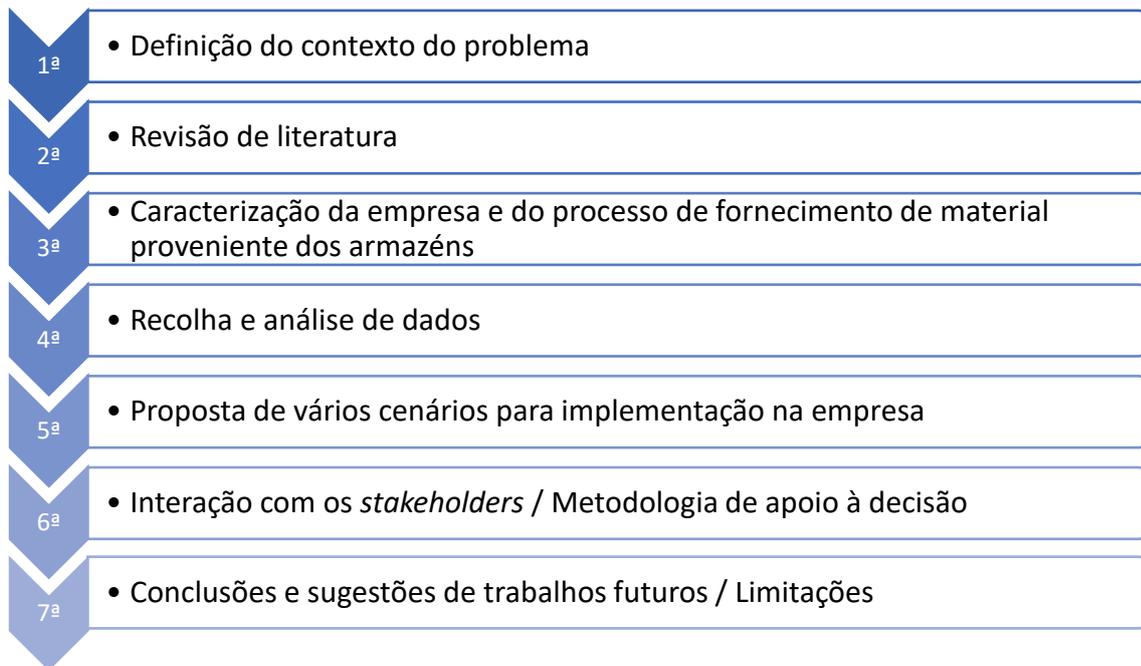


Figura 1 – Metodologia

Na primeira etapa, descreve-se o contexto em que surge este problema, na envolvente da TAP M&E, e são apresentadas as razões pelas quais a empresa necessita de melhorar a rede de transportes interna.

Na segunda etapa, é feita uma revisão de literatura dentro da área de estudo do projeto para dar suporte teórico à resolução do problema de investigação definido na etapa anterior.

Na terceira etapa, apresenta-se uma caracterização da empresa e das diferentes áreas que a constituem, seguida da descrição do processo de fornecimento de encomendas pelos armazéns e posiciona-se este projeto dentro deste processo. É também descrita a forma como a área logística se encontra organizada e a forma como funciona a secção de transportes.

Na quarta etapa, é realizada a recolha, análise e tratamento de dados disponíveis para caracterizar e avaliar a situação atual da rede de transportes interna da empresa. Estes dados foram recolhidos através da realização de questionários aos responsáveis das diferentes direções e aos responsáveis dos grupos de trabalho. Foram, também, recolhidos dados por meio de observação e acompanhamento *in loco* das operações de transporte de material dentro da

empresa, realizada ao longo de cinco dias. Por fim, foram ainda analisados dados informáticos, fornecidos por colaboradores do departamento informático da TAP M&E. Os dados fornecidos, referem-se à listagem de todas de requisições feitas ao conjunto de armazéns existentes no campus, entre junho de 2015 e julho de 2016. Estes dados incluem informação sobre: o dia e a hora em que foi feita a encomenda, o número de referência, a que armazém se refere cada encomenda, observações - campo onde é introduzido o destino final da encomenda – e a data e hora em que a encomenda ficou pronta a ser transportada para o seu destino. Após a recolha de dados realizou-se a organização, análise e tratamento dos mesmos, principalmente através da utilização do Microsoft Excel, de modo a permitir uma melhor e mais rápida compreensão dos dados recolhidos. Foram analisados os principais destinos das requisições feitas a cada um dos armazéns, para perceber entre que armazéns e oficinas ou hangares existe maior movimento de material, e agruparam-se os armazéns que partilham o mesmo ponto de expedição de material. De forma a simplificar a análise de dados e subsequente conceção dos cenários propostos à empresa, para a melhoria da rede interna de transportes, foram também analisadas as horas ao longo do dia de trabalho em que são satisfeitas mais encomendas e foi calculada uma média do número de requisições feitas, por hora, em cada turno de trabalho. Por último, é apresentada uma análise detalhada do campus da TAP M&E. Incluem-se as distâncias entre todos os pontos de fornecimento e destino de material da empresa; os tempos de transporte calculados pela divisão entre as distâncias e o limite de velocidade de circulação automóvel imposto dentro do campus (20 km/hora). É, ainda, apresentada uma média dos tempos de serviços observados no acompanhamento *in loco*, de forma a perceber em que local os funcionários demoram mais tempo, em média. Todos estes dados são, posteriormente, utilizados na elaboração dos cenários (etapa 5).

Na quinta etapa, são apresentados quatro cenários elaborados com base nos dados trabalhados na etapa anterior. Em cada cenário, é apresentada uma rota que a carrinha/carro de distribuição deve seguir, bem como a distância total percorrida em cada volta, o tempo de transporte, o tempo de serviço e o tempo de ciclo total estimado (soma do tempo de transporte com o tempo de serviço).

Na sexta etapa, são analisados os diferentes cenários propostos e, com recurso a uma metodologia de apoio à decisão e interação com os responsáveis das áreas da TAP M&E, conclui-se sobre o cenário mais adequado para ser implementado na empresa, tendo em vista a melhoria da rede de transportes.

Na sétima e última etapa, são apresentadas conclusões e limitações do projeto.

As etapas descritas coincidem com os capítulos apresentados no presente documento.

4. Caracterização da empresa

No quarto capítulo, é feita uma caracterização da empresa. São descritas as diferentes áreas e direções existentes na empresa, e quais as oficinas ou armazéns que constituem cada uma dessas áreas. As diferentes áreas, direções e seus constituintes são também representados na planta do campus TAP M&E com a respetiva identificação da sua localização. São ainda apresentadas as restrições de sentido de circulação dentro do campus que afetam a distribuição de material. Posteriormente, é retratado o processo de fornecimento de encomendas aos armazéns. Por último, é caracterizada com mais pormenor a área de suporte logístico e a secção de transportes, ambas importantes para compreender o desenvolvimento do presente projeto.

4.1. Diferentes áreas e direções da TAP M&E

A TAP M&E pretende organizar e melhorar o modo como efetua o transporte de material dentro do seu campus, situado junto ao Aeroporto Humberto Delgado, em Lisboa. De forma a compreender melhor o projeto desenvolvido, é importante começar por descrever a forma como a TAP M&E está organizada, entender a disposição do seu campus, compreender como se organizam os armazéns e o processo de fornecimento de encomendas, e ainda o modo de funcionamento da subárea de transportes.

A TAP M&E é constituída por 8 direções, como é possível observar na Figura 3. Para este projeto foram apenas consideradas as três direções da área de Produção: Manutenção de Aviões, Manutenção de Componentes e Manutenção de Motores; uma área de Suporte Administrativo composta por: Marketing e Vendas, Qualidade e Segurança Operacional, Organização e Desenvolvimento e Engenharia; e uma área de Suporte Logístico. A Tabela 1 detalha a composição destas áreas, as suas direções e designações, assim como os respetivos códigos.

A Manutenção de Aviões (MA) é constituída pelos três hangares existentes no campus (hangares 4, 5 e 6) e pelas oficinas diretamente ligadas à manutenção de aviões: Oficina de Estruturas (MA – Edf.36), Oficina de Interior de Cabines (MA-H5-OIC) e a Linha/Pista (MA-LINHA). Esta última engloba toda a manutenção dos aviões que estão na pista (lado ar) e que ao realizar os testes finais, antes de iniciar um novo voo, podem notar que precisam de algum material e pedem o respetivo material em falta aos armazéns. As requisições com destino a MA-LINHA não são incluídas neste projeto uma vez que a MA-LINHA dispõe de um serviço de transporte próprio adequado às suas necessidades. Por vezes, o avião pode estar já cheio de passageiros na pista, pronto para descolar e é detetada a falta de uma peça. Procedese, então, à requisição da peça aos armazéns e como o avião não pode ficar à espera que a peça chegue

através do serviço de transportes existente atualmente no campus, a MA-LINHA dispõe de um serviço de transportes autónomo, adequado à urgência das suas necessidades, e assim que se procede à requisição do material o funcionário dedicado a esta tarefa vai ao respetivo armazém buscar a requisição e transporta-a para o seu destino final. A passagem entre o lado ar (Linha/Pista) e o lado terra (restantes áreas do campus da TAP M&E) é bastante restrita e apenas pessoal devidamente autorizado e identificado pode fazer esta passagem. Os funcionários responsáveis pelo transporte de material de e para a MA-LINHA têm esta autorização, sendo fisicamente reconhecidos por um colete refletor cor-de-rosa.

A Manutenção de Componentes (MC) possui todas as oficinas onde os componentes de avião dão entrada para a manutenção. Esta área é constituída pela Oficina de Hidráulicos e Pneumáticos (HP) e pela Oficina de Instrumentação e Eletrónica (IE). A Oficina MC-HP agrega ainda a Oficina de Equipamentos de Emergência (EE). Apesar de estas duas oficinas não se localizarem geograficamente no mesmo local, integram a mesma oficina e os funcionários de MC-HP têm obrigatoriamente de se deslocar à Oficina de EE, por isso o material com destino à Oficina de EE é tratado ao longo do projeto como tendo a Oficina MC-HP como destino final e os funcionários de MC-HP são responsáveis por transportar o material para a Oficina de EE. A Manutenção de Motores (MM) é uma área produtiva mais autónoma, uma vez que a TAP M&E tem clientes que utilizam os serviços da organização apenas para a manutenção de motores de avião. Esta direção é composta pelas Oficinas de Motores (MM – Edf. 23), Oficina de Máquinas (MM – Edf. 7) e Oficina de Tratamentos Eletrolíticos (Químicos).

A área de Suporte logístico (LG) é composta por: todos os armazéns que existem no campus; pela Receção, onde dão entrada, obrigatoriamente, todos os materiais adquiridos ao exterior e a Expedição, para onde são encaminhados todos os materiais que têm de ser enviados para o exterior do campus. Ainda dentro da direção de LG, existe a secção de transportes, a qual está responsável por todo o movimento de material dentro do campus. Esta secção específica é analisada com maior detalhe mais à frente no decorrer do trabalho.

Por último, a área de Suporte Administrativo (DIV) inclui as direções já referidas, ou seja, todas as áreas de staff e escritórios da TAP M&E, incluindo também os laboratórios físico-químicos. Os materiais referentes aos laboratórios físico-químicos são tratados, ao longo do trabalho, como tendo “Químicos” como destino final, juntamente com o material com destino à Oficina de Tratamentos Eletrolíticos, apenas porque estas duas oficinas se localizam geograficamente próximas uma da outra, facilitando assim a análise dos dados. As áreas referidas no ponto anterior encontram-se dispersas geograficamente dentro do campus. A Figura 4 ajuda a entender a forma como se dispõe o campus TAP M&E em Lisboa. É entre estas áreas que é

necessário garantir, diariamente, o transporte de material. Existem, no entanto, algumas restrições no que diz respeito ao sentido da circulação dentro do campus, estas restrições estão contempladas na Figura 5. A estrada assinalada a azul, na Figura 5, tem apenas um sentido. Esta estrada, porém, não tem relevância para o projeto, uma vez que a distribuição do material dos armazéns não requer a sua utilização. Dentro do campus TAP M&E existe ainda um túnel, assinalado na Figura 5 com a cor amarela, que tem também apenas um sentido. Este túnel é o único acesso aos pontos 8, 9, 11, 12 da Figura 6 pelo que se torna uma condicionante importante no que toca ao transporte de material dentro do campus. A Figura 6 permite visualizar a localização de todas as áreas que compõem as direções referidas na Tabela 1. Estes são os pontos de destino final do material que sai dos armazéns e é para estes destinos que é necessário haver transporte. As figuras referidas ajudam a contextualizar o universo TAP M&E, como se organiza o campus, e perceber como as diferentes áreas e os armazéns estão dispersos dentro do campus. O cenário ideal seria ter todas as oficinas e armazéns necessários à manutenção de aviões junto dos hangares de modo a minimizar a deslocação de material entre o avião em manutenção, oficinas e armazéns fosse, no caso da TAP M&E isso não acontece, os hangares, as oficinas e os armazéns encontram-se geograficamente dispersos dentro do campus e é necessário transportar material entre as diversas áreas da empresa.

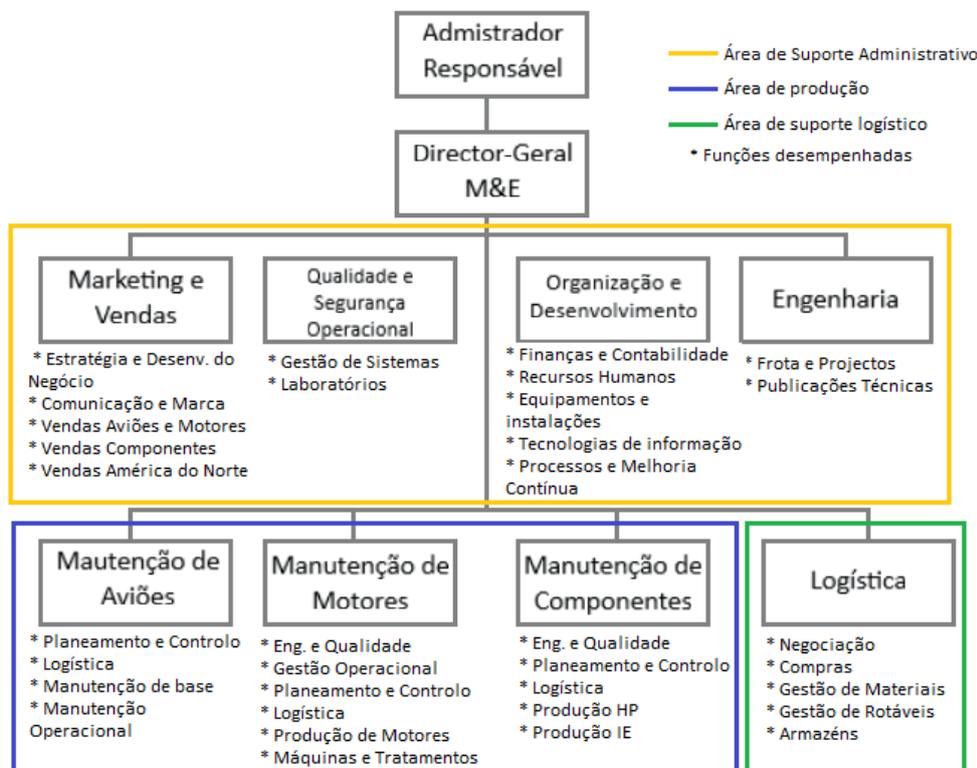


Figura 2 - Organograma da TAP M&E com a identificação das diferentes áreas. Fonte: adaptado de <https://www.tap-mro.com>

Área	Direções	Designação	Composta por	Código
Produção	Manutenção de Aviões	MA	Hangar 4	MA - H4
			Hangar 5	MA - H5
			Hangar 6	MA - H6
			Oficina de Estruturas	MA - Edf. 36
			Oficina de Interior de Cabines	MA – H5 - OIC
			Linha/Pista	MA - LINHA
	Manutenção de Componentes	MC	Oficina de Hidráulicos e Pneumáticos	MC - HP
			Oficina de Equipamento de Emergência	MC - EE
			Oficina de Instrumentação e Eletrónica	MC - IE
	Manutenção de Motores	MM	Oficina de Motores	MM - Edf. 23
Oficina de Máquinas			MM – Edf. 7	
Tratamentos Eletrolíticos			Químicos	
Suporte Logístico	Logística	LG	Receção	LG - Receção
			Expedição	LG - EXP
			Armazém de Consumo	MA25
			Armazém Robô	MR30
			Armazém de Motores	MT35
			Armazém Kit diversos	MKit
			Armazém de Produtos	MP10
			Armazém de Ferrosos	MM15
			Armazém de Interior de Cabines	MC20
			Armazém de Ferramentas	MF26
			Armazém de Economato	ME27
Armazém de Rotáveis	ARROT			
Suporte Administrativo	Marketing e Vendas	DIV	Staff e Laboratórios	DIV
	Qualidade e Segurança Operacional			
	Organização e Desenvolvimento			
	Engenharia			

Tabela 1 - Composição das áreas da TAP

 Armazéns Consumo
 Armazém de Rotáveis

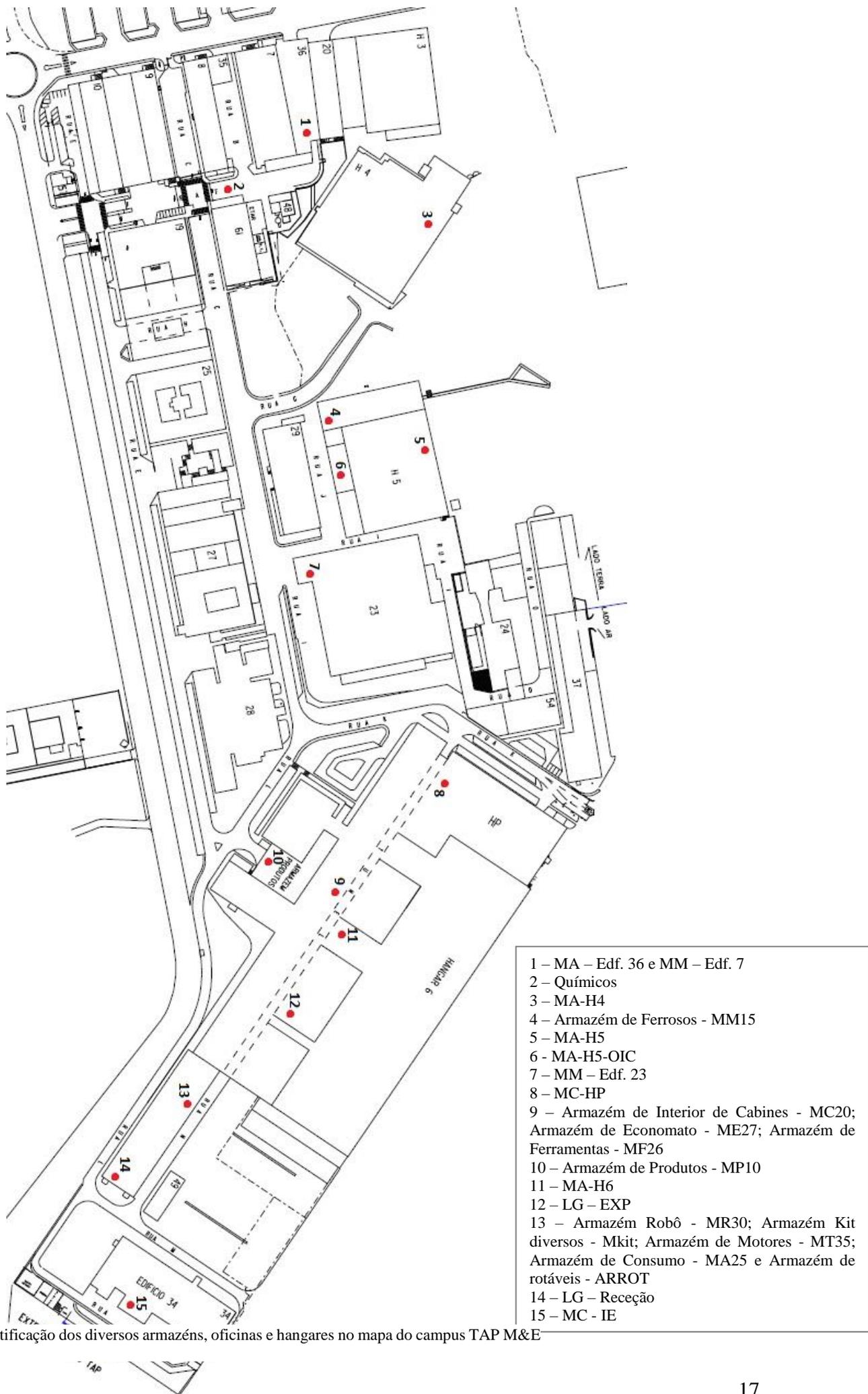


Figura 5 - Identificação dos diversos armazéns, oficinas e hangares no mapa do campus TAP M&E

4.2 Processo de fornecimento de encomendas pelos armazéns - Circuito logístico

O processo de fornecimento de encomendas pelos armazéns, começa quando se procede à requisição de material nos sistemas informáticos da empresa. *Requisição de material* é a expressão que é comumente utilizada no universo TAP M&E para o ato de informar o respetivo armazém que existe uma necessidade de material por parte da oficina em questão. Após proceder-se à requisição informática de material, a requisição chega ao respetivo armazém. Surgindo no computador a informação de uma nova requisição, esta é processada pelo funcionário que se encontra no local. O termo utilizado na empresa para o ato de processar uma requisição é *satisfação da requisição*; depois da requisição chegar ao armazém, esta é satisfeita, o que significa que a encomenda foi processada e ficou pronta para ser transportada para o destino final. No fim da requisição ser satisfeita, e enquanto aguarda o transporte para o seu destino final, é colocada num carrinho de despacho ou numa estante de expedição. Estes dois locais encontram-se divididos consoante os diferentes destinos, isto é, uma vez satisfeita a requisição, esta é colocada no carrinho de despacho ou na estante, no local sob a etiqueta com o respetivo destino. A informação de destino também se encontra na etiqueta da requisição, mas, deste modo, o trabalho do funcionário que vai transportar a requisição para o destino final é facilitado. Posteriormente, o funcionário responsável pelo transporte da requisição recolhe a encomenda e transporta-a para a carrinha, para ser entregue no destino final. Sistematizando, o funcionamento do processo está descrito na Figura 5. A caixa vermelha que se observa na Figura 5, identifica os dois pontos do processo de fornecimento de requisições onde se insere este projeto, ou seja, na distribuição das requisições desde os armazéns até aos diferentes destinos.



Figura 6 - Processo de fornecimento de requisições

4.2.1 Área de Suporte Logístico e a secção de transportes

A área de LG, tal como foi referido na Tabela 1, é responsável por toda a parte logística, pelos diferentes armazéns dentro do campus TAP M&E, pela receção e pela expedição.

Os armazéns existentes no campus dividem-se entre armazéns de consumo e armazéns de rotáveis (ver Tabela 1). Os armazéns de consumo são todos os armazéns que possuem peças de consumo - peças que são pedidas aos armazéns para serem usadas nas manutenções de aviões, motores ou componentes. Tratam-se de consumíveis que não voltam ao armazém. O armazém de rotáveis possui material rotável, material que após sofrer manutenção pode ser recondicionado e novamente utilizado. Por vezes, as oficinas ou a MA-LINHA pedem este tipo de material ao armazém para testar outros componentes de avião.

A receção recebe, diariamente, material do exterior do campus e distribui-os pelos diferentes pontos de destinos após proceder ao registo de entrada de material nos sistemas informáticos da empresa. Este material, vindo do exterior, não é analisado neste projeto uma vez que a receção também dispõe de um transporte próprio para realizar esta distribuição de material. O material analisado neste projeto, referente à receção, é apenas o material excedente requisitado pelas diferentes oficinas, hangares ou armazéns que tem de dar novamente entrada nos armazéns. Para dar entrada em armazém o material tem de ser registado informaticamente como estando novamente em *stock* pela receção. Quanto à expedição, esta engloba todo o material que tem de ser reparado no exterior do campus TAP M&E e todo o material requisitado aos armazéns que tem como destino outros aeroportos ou as bases da TAP M&E no Brasil. Todo o material cujo o destino seja o exterior do campus TAP M&E, é encaminhado para a expedição e posteriormente conduzido para o exterior do campus através de um contrato com um prestador de serviços que a empresa detém.

Dentro da área de suporte logístico existe ainda a subárea de transportes que é responsável por todo o movimento de material entre armazéns, oficinas e hangares. Funciona em dois turnos: o turno da manhã, das 8h às 16h30; e o turno da tarde, das 16h às 24h. Dentro deste horário, o transporte de material dentro do campus tem de ser assegurado. Esta subárea é composta por um grupo de trabalhadores, designados Técnico Auxiliar de Manutenção (TAM), que se dividem entre os dois turnos. Esta subárea é composta por 5 TAM distribuídos entre os dois turnos: 3 no turno da manhã e 2 no turno da tarde; e três carrinhas Citroen Berlingo (pode ver-se fotografias das carrinhas nas Figuras 8 e 9 do Anexo A).

5. Recolha e análise de dados relativos à rede de transportes atual da TAP M&E

Neste capítulo, é realizada uma análise detalhada à rede de transportes da TAP M&E. São expostas as conclusões dos questionários elaborados às diferentes áreas (Secção 5.1), seguindo-se a apresentação dos dados recolhidos ao longo de cinco dias⁵, no acompanhamento das operações, no local (acompanhamento *in loco*), do transporte de material dentro do campus (Secção 5.2). Numa fase posterior, encontra-se uma análise das requisições feitas aos diferentes armazéns durante um ano (entre julho de 2015 e junho de 2016), de forma a entender quais os destinos mais frequentes do material requisitado aos diferentes armazéns e as horas em que as requisições são satisfeitas e ficam prontas a aguardar transporte (*hora de satisfação*) (Secção 5.3). Por último, é apresentada uma análise mais detalhada do campus, onde se incluem as distâncias (em metros) entre os armazéns e os pontos de destino de material, o tempo de transporte e os tempos médios de serviço - tempo médio que o TAM demora em cada ponto de paragem (Secção 5.4). Todos estes passos são importantes para perceber como se pode melhorar a distribuição do material proveniente dos diferentes armazéns dentro das instalações da empresa, tendo em conta a situação atual, os possíveis pontos de melhoria e os objetivos da empresa.

5.1 Questionários

O primeiro passo na recolha e análise de dados são os questionários feitos às diferentes áreas de produção. É importante perceber, na ótica dos responsáveis das diferentes direções e dos responsáveis dos grupos de trabalhos, o estado atual da rede interna de transportes da empresa e a suas opiniões relativamente aos aspetos que devem ser melhorados. Existem, no entanto, diferentes tipos de material que têm de ser transportados dentro do campus, e apesar deste projeto incidir apenas sobre o circuito logístico - material proveniente dos armazéns -, os questionários englobam todos os outros materiais e equipamentos que estão sujeitos a transporte dentro do campus. É objetivo da área de melhoria contínua da TAP M&E, dar continuidade a este projeto de forma a vir a melhorar os restantes serviços de transportes existentes dentro do campus. Este questionário é também relevante para a empresa compreender as necessidades globais de transporte de material dentro das instalações da empresa. O formulário completo do questionário desenvolvido e os resultados obtidos encontram-se no Anexo B. Este questionário divide-se, essencialmente, em cinco partes: (1) a primeira parte identifica o inquirido; (2) a

⁵ Entre os dias 25 e 29 de julho de 2016.

segunda parte refere-se ao transporte de equipamento dentro do campus e (3) a terceira refere-se ao transporte de material, estas duas partes apresentam perguntas semelhantes e têm como propósito perceber de onde provém, qual a frequência de receção ao longo do dia e se o tempo de receção atual do equipamento/material se adequa às suas necessidades; (4) a quarta parte interroga os inquiridos se os tempos propostos para a receção de material (consumo e rotável), tendo em conta o seu nível de prioridade, se adequam às suas necessidades; (5) a quinta e última parte do questionário inclui uma opinião própria quanto ao espaço existente para melhorar a rede interna de transportes da empresa.

No total, foram feitos 22 questionários, aos responsáveis das diferentes direções e grupos de trabalho (Gráfico 7, Anexo B). É possível verificar maior volume de receção de material no turno da manhã do que no turno da tarde (Gráfico 8, Anexo B). O material recebido pode ter várias origens consoante o tipo de material em questão. Para este projeto, apenas é relevante o material proveniente dos armazéns e, através do Gráfico 9 do Anexo B, pode verificar-se que o *Armazém Central* - nome dado ao conjunto dos armazéns MR30, MA25, MT35, Mkit e ARROT (ponto número 13 da Figura 6) - é aquele que recebe mais requisições de material. As respostas às duas últimas perguntas do questionário (Gráfico 10 e 11, Anexo B) mostram que os inquiridos estão de acordo quanto ao espaço que existe para melhorar a rede interna de transportes da TAP M&E: 100% das respostas afirmam que a rede de transportes pode ser melhorada. No Anexo B, encontram-se também as propostas de melhoria, da rede de transportes, dadas pelos inquiridos na última pergunta do questionário. Pode ver-se que os principais pontos mencionados estão relacionados com a frequência e a regularidade com que a carrinha de distribuição passa nos diferentes destinos, uma vez que a situação atual não satisfaz as necessidades da empresa, de acordo com os inquiridos.

5.2 Acompanhamento *in loco*

Ao longo de cinco dias⁶, foi possível acompanhar as operações de transporte de material dentro do campus da TAP M&E. O acompanhamento *in loco* do serviço de transportes da empresa consistiu em acompanhar, em determinado turno, o TAM responsável por efetuar o transporte de material do circuito logístico. Como todos os armazéns, à exceção dos armazéns MR30, MA25, MT35 e MKIT, trabalham apenas oito horas por dia, isto é, das 8h às 16h, o turno da manhã tem mais volume de material para transportar, dos diferentes armazéns para os diferentes destinos, do que o turno da tarde. Está estabelecido na empresa que o transporte de material do

⁶ Entre os dias 25 e 29 de julho de 2016.

circuito logístico tem início às 8h, quando o TAM sai do armazém central (ponto número 13 da Figura 4) com o material proveniente destes armazéns, para transportar para os restantes destinos do campus. O serviço de transportes tem início neste ponto porque é neste local que os TAMs se apresentam ao serviço e é também neste ponto que se encontram estacionadas as carrinhas com que é efetuado o transporte de material. Após deixar o armazém central, não existe nenhuma rota nem horário pré-estabelecido que o TAM tenha de cumprir para transportar o material. As rotas de distribuição dependem do TAM ao serviço e dos destinos para onde têm de transportar material. Geralmente, a primeira paragem é a receção (ponto número 14 da Figura 4) ou a oficina IE (ponto número 15 da Figura 4) pois são os pontos, de destino de material, mais próximos ao ponto de partida, mas não é regra acontecer sempre desta forma. Consoante os destinos por onde tem de passar, o TAM ao serviço ajusta a rota à sua forma de trabalho e de acordo com a sua experiência. Isto leva a que os horários de passagem nos pontos de destino de material sejam sempre diferentes e quando se procede a uma requisição a um armazém, não é possível saber-se quando será recebido. Nas Tabelas 13-17 do Anexo C, é possível encontrar todos os trajetos efetuados ao longo dos dias de acompanhamento do serviço, bem como o *tempo de serviço* – tempo que o TAM demora a entregar o material em cada ponto - e o tempo de transporte. A Tabela 8 (Anexo D) apresenta um resumo com os tempos de serviço médios em cada ponto de paragem.

Por vezes, o material a transportar é de grande dimensão, não sendo possível transportar o material dentro da carrinha. Nestes casos, o material tem de ser transportado num atrelado (no universo da empresa, estes atrelados designam-se *zorras* – podem ver-se fotografias de zorras nas Figura 10-12 do Anexo E), o que aumenta o tempo de transporte, pois é necessário uma condução mais lenta e demora algum tempo a atrelar a zorra à carrinha. Foram também registadas todas as pausas (para cafés ou conversas, por exemplo) que os TAM fizeram ao longo dos turnos acompanhados e os *idle time*. Ao longo do acompanhamento *in loco*, foi ainda possível verificar que os armazéns que mais utilizam zorras como meio de transporte são o armazém de produtos e o armazém de ferrosos, uma vez que o material que estes armazéns fornecem tem regularmente dimensões superiores ao compartimento da carrinha. Foi também possível verificar que, por vezes, é difícil encontrar zorras dentro do campus pois estas encontram-se ocupadas com material “abandonado” ou encontram-se ao serviço das oficinas ou hangares. Isto dificulta o trabalho do TAM que transporta o material dos armazéns para os diferentes destinos, tendo este por vezes de procurar zorras disponíveis dentro do campus, transportá-las para os armazéns onde são necessárias, eventualmente aguardar, no armazém, que carreguem a zorra com o material, e por fim transportar a zorra para o seu destino final.

Este acompanhamento permitiu também perceber que o material do armazém ME27 só é transportado uma vez por semana, à quarta-feira. Foi também notória a falta de comunicação entre os turnos e os diferentes TAM, uma vez que, em alguns turnos, a distribuição do material proveniente do armazém MC20 é parte integrante do circuito logístico e noutros turnos faz parte de outro serviço de transportes existente no campus. Outra observação registada bastantes vezes foi a falta de locais específicos destinados à recolha e entrega de material. Por vezes, o TAM, chegando ao destino da encomenda, tem de se deslocar a mais do que um local para entregar diferentes materiais. Por exemplo, chegando a uma oficina, o TAM tem de ser deslocar à zona de preparação e à zona de ferramentaria, o que faz com que demore mais tempo para continuar a distribuição do restante material. Por último, a partir, aproximadamente, das 17h, deixa de haver serviço de transporte de material do circuito logístico, uma vez que alguns dos armazéns encerram a essa hora (exceto aqueles já referidos) e algumas das oficinas que trabalham em regime H8 (8 horas por dia - turno 1, das 8 às 16) também encerram. A partir desta hora, a distribuição do material do circuito logístico passa a ser feita consoante as necessidades. Se os hangares ou alguma das diversas oficinas precisarem de material (urgente) dos armazéns, deve telefonar para o armazém central e pedir para que seja feito o transporte do material pelo serviço de urgências, caso contrário, terá de aguardar que o material chegue ao destino por outro serviço de transportes existente no campus.

5.3 Análise de requisições

Foram analisadas 261.969 requisições feitas ao conjunto de armazéns da TAP M&E, entre julho de 2015 e junho de 2016. Através da análise do Gráfico 6, é possível observar os armazéns a que se referem estas requisições e concluir que o armazém mais requisitado é o MR30 com 60,6% das requisições, seguindo-se o MA25 (11,5%) e o MP10 (8,6%).

Os destinos mais frequentes das requisições variam consoante o armazém de onde provém o material em questão. Entre os Gráficos 12 e 20 do Anexo F, podem ver-se os principais destinos por cada um dos armazéns. No entanto, como alguns dos armazéns se situam geograficamente próximos e partilham o mesmo ponto de expedição de material, os armazéns foram agrupados em quatro, como se pode ver na Tabela 2. O *armazém central* é constituído pelo armazém MR30, MA25, MR30, MT35, Mkit e ARROT; o armazém de produtos é apenas constituído por si próprio, assim como o armazém de ferrosos; e o armazém de interior de cabines (MC20) é agrupado com o armazém MF26 e o ME27. No Gráfico 7, é possível observar que os principais destinos do armazém central são o MA-H6, oficina de MC-HP e a MA-LINHA. Pode ver-se

também no Gráfico 16 do Anexo F, no que diz respeito apenas ao armazém ARROT, que a MA-LINHA e o MA-H6 são os que mais requerem materiais deste armazém. Se o armazém ARROT não for considerado na análise das requisições feitas ao armazém central, os principais destinos das requisições deste armazém são o MA-H6, MC-HP e a MC-IE (Gráfico 17 Anexo F).

Armazém Central	MA25
	MR30
	MT35
	Mkit
	ARROT
Armazém de Produtos	MP10
Armazém de Ferrosos	MM15
Armazém de Interior de cabines	MC20
	MF26
	ME27

Tabela 2 - Armazéns agrupados

É importante mencionar que em todos os gráficos apresentados aparece uma percentagem relativa a destinos *unknown* (UNK), isto é, destinos que não foi possível identificar. O campo de destino, nos sistemas informáticos da empresa, é um campo aberto (campo de observações) onde o utilizador escreve o destino da requisição. Como se trata de um campo aberto e cada utilizador escreve o destino da requisição de forma diferente, foi necessário analisar todas as requisições, recorrendo à ferramenta “filtrar” do Microsoft Excel, para identificar os destinos das mesmas. Porém, há requisições cujo destino não é possível identificar, devido ao campo de destino não estar suficiente claro. Todas as requisições cujo destino não é identificado são tratadas como *unknown* ao longo do projeto. O Gráfico 8 permite identificar que os hangares são os principais requerentes de material ao armazém de produtos, nomeadamente MA-H6, MA-H4 e MA-H5. Como este armazém possui materiais que podem ser utilizados por todas as áreas, tal como economato ou material de consumo, todas as áreas da TAP M&E podem requisitar material a este armazém. É por esta razão que os restantes armazéns aparecem como possíveis destinos das requisições feitas ao armazém de produtos. Os principais destinos dos materiais provenientes do armazém de ferrosos são as oficinas MA-H5-OIC e MM-ed.7 (Gráfico 9). Este armazém possui materiais relacionados com ferros e matérias-primas metálica e pneus, por isso espera-se que os principais destinos do material deste armazém sejam oficinas diretamente ligadas à manutenção de aviões e de motores. No que diz respeito ao armazém de interior de

cabines (Gráfico 10), é possível ver que o principal destino das suas requisições é o MA-H6⁷, sendo que a MA-LINHA, o MA-H4 e a MC-HP, embora muito abaixo do primeiro, são também destinos frequentes deste armazém.

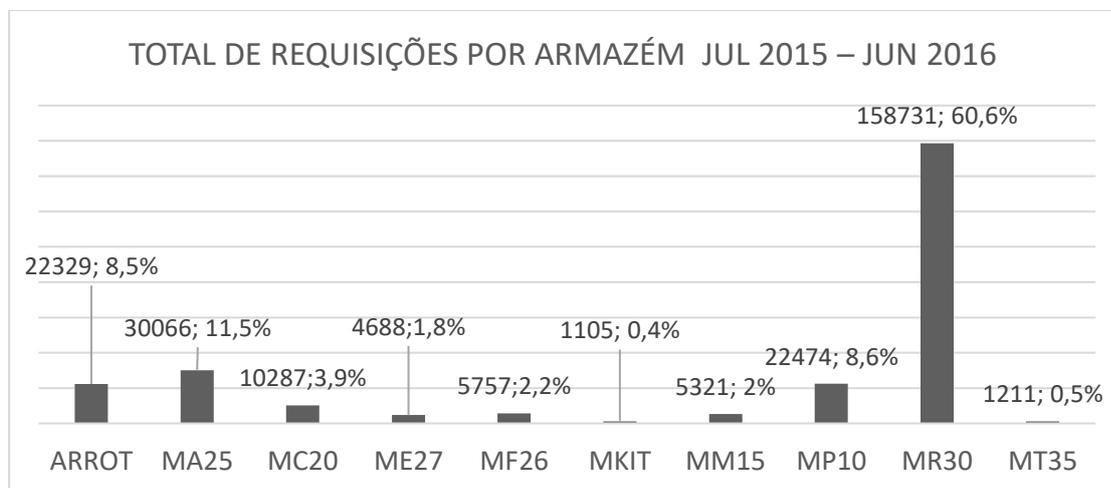


Gráfico 1 - Total de requisições por armazém, em termos absolutos e percentuais

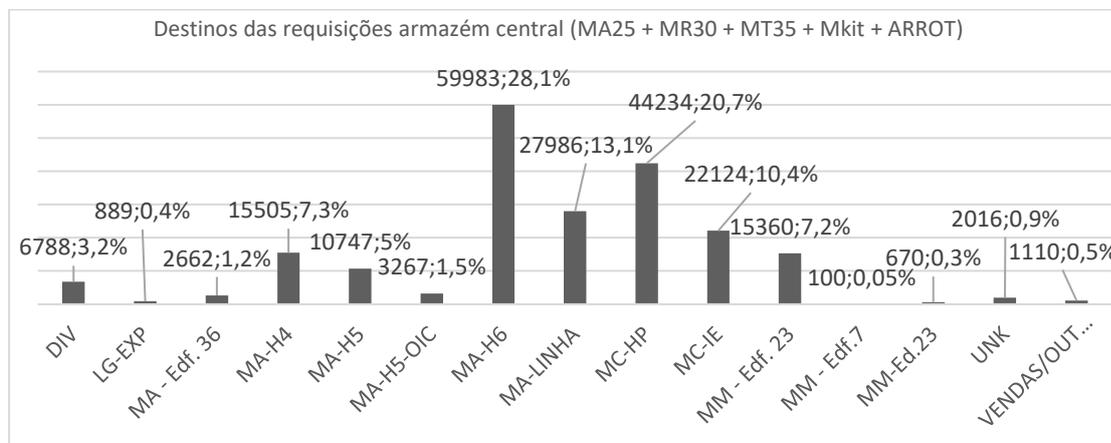


Gráfico 2 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém central, em termos absolutos e percentuais

⁷ O H6 é maior dos três hangares da TAP, onde cabem 6 aviões (A320) ao mesmo tempo

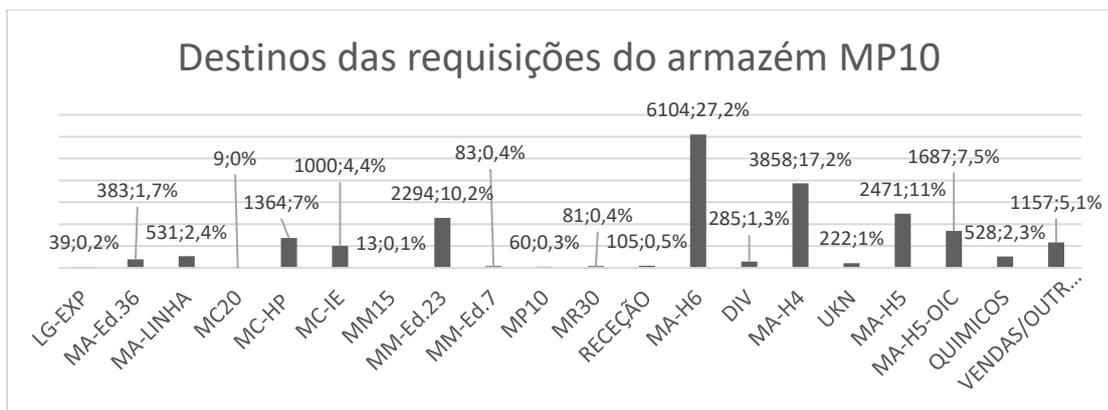


Gráfico 3- Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém de produtos, em termos absolutos e percentuais

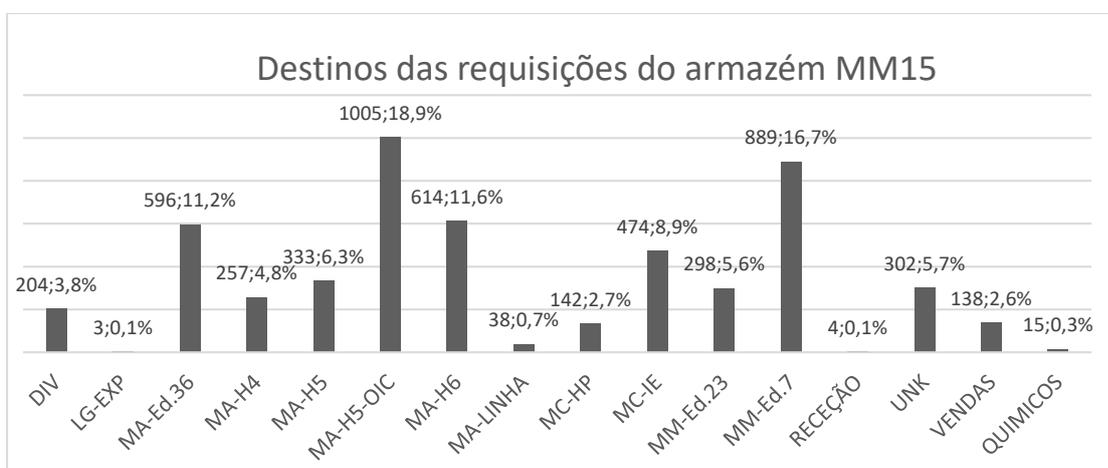


Gráfico 4 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém de ferrosos, em termos absolutos e percentuais

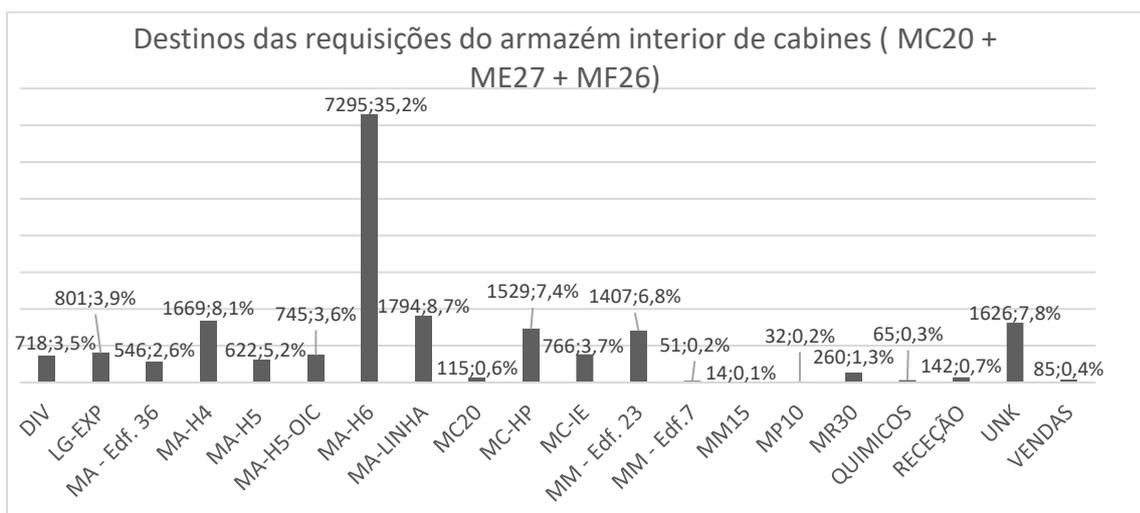


Gráfico 5 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém de interior de cabines, em termos absolutos e percentuais

Se a variante *hora de satisfação* for incluída na análise dos dados, é possível verificar (Gráfico 11) que, em média, no turno da manhã ficam prontas para transporte 77 requisições, por hora, e no turno da tarde este valor reduz para apenas 31 requisições, por hora, no total de armazéns. Através do mesmo gráfico, é ainda possível concluir que as áreas MA-H6, MC-HP e MC-IE são aquelas que mais requerem material aos armazéns. Nos Gráficos 21-25 do Anexo G, encontra-se informação detalhada no que diz respeito a cada um dos armazéns – é possível observar, por conjunto de armazéns, as horas ao longo do dia em que são satisfeitas mais requisições e os seus destinos, assim como o número médio de requisições satisfeitas, por hora, em cada turno de trabalho. Resumindo, através da análise dos Gráficos mencionados do Anexo G, pode dizer-se que em média, por hora, são satisfeitas no armazém central 58 requisições no turno da manhã e 38 no turno da tarde, sendo este o armazém com maior número de requisições satisfeitas por hora; segue-se o armazém de produtos onde, em média, são satisfeitas 10 requisições por hora; posteriormente, o armazém de interior de cabines, com uma média de 7 requisições satisfeitas, por hora; e, por último, o armazém de ferrosos, com uma média de 2 requisições satisfeitas, por hora. Os três últimos armazéns trabalham em horário H8, isto é, trabalham apenas das 8 às 16 horas, e nos Gráficos 24-26 do Anexo G é possível verificar que são satisfeitas mais encomendas entre as 8 e as 10 horas. Isto deve-se ao facto de as áreas procederem a requisições de material depois do horário de trabalho destes armazéns e, de manhã, quando estes armazéns entram ao serviço, têm um número mais elevado de requisições para satisfazer.

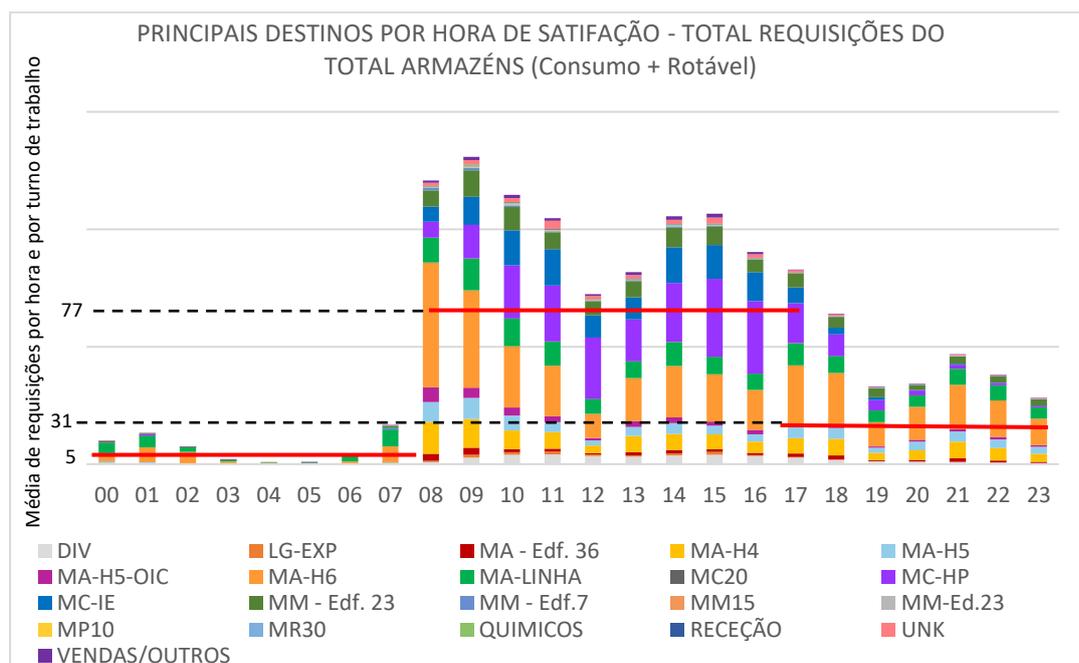


Gráfico 6 - Principais destinos por hora de satisfação no total de requisições do total de armazéns

5.4 Análise do campus TAP M&E

A análise do campus TAP M&E é relevante para a apresentação de todos os dados necessários à criação dos diferentes cenários propostos à empresa. Importa lembrar a Figura 4, na qual são localizadas, na planta do campus, os diferentes hangares, armazéns e oficinas entre os quais existe transporte de material. Importa também lembrar a Figura 3, onde estão representadas as restrições que existem quanto ao sentido de circulação dentro do campus, nomeadamente, o túnel (representada a a amarelo na Figura 3) que dá acesso à oficina MC-HP (ponto número 8, Figura 4); Armazém de Interior de Cabines (ponto 9, Figura 4), MA-H6 (ponto 11, Figura 4) e LG-EXP (ponto 12, Figura 4). Assim, o passo seguinte na análise do campus, é a medição das distâncias (em metros) entre cada ponto identificado na Figura 4, tendo em conta as restrições de sentidos existentes no campus (Figura 3), optando-se sempre pelo caminho mais curto no caso de existir mais do que uma opção de trajeto entre dois pontos (ver Tabela 19, Anexo H). Segue-se o cálculo do tempo que se espera que a carrinha demore a percorrer as distâncias da Tabela X (tempo de transporte). Como dentro das instalações do campus TAP, o limite máximo de circulação de viaturas é 20 km/h, o tempo de transporte entre cada par de pontos é obtido através da fórmula:

$$\text{Tempo} = \text{Distância} / \text{Velocidade}$$

Neste caso, como o tempo se apresenta em minutos, a velocidade considerada é de 333,3333 metros/minuto e as distâncias são os valores que se encontram na Tabela 19 do Anexo H. Os resultados encontram-se na Tabela 20, Anexo H.

O último dado recolhido e utilizado para a construção dos cenários é o tempo médio de serviço. Neste caso, são utilizados os tempos registados no acompanhamento *in loco* e é calculada uma média destes tempos para obter o tempo médio de serviço em cada ponto (ver novamente Tabela 8, Anexo D).

Uma vez apresentados todos estes dados, é possível passar à construção de cada cenário.

6. Cenários desenvolvidos para a melhoria da rede de transportes

Neste capítulo, são apresentados os cenários desenvolvidos com base nos dados recolhidos e analisados no capítulo anterior. Na Figura 8, é possível ver-se um esquema-resumo (e os respetivos acrónimos pelos quais vão ser tratados ao longo do texto: C1, C2, C3 e C4) dos cenários desenvolvidos e que são analisados detalhadamente neste capítulo. Para cada cenário, é apresentada uma tabela onde se encontra a rota por onde deve passar a carrinha de distribuição (nas Figuras 13-16 do Anexo I encontra-se o mapa do campus com a representação de cada rota

apresentada nos diferentes cenários), a distância total percorrida (em metros), o tempo de transporte, o tempo de serviço e o tempo de ciclo esperado que cada volta de distribuição de material demore – o tempo de ciclo em cada cenário corresponde à soma do tempo de transporte com o tempo de serviço.

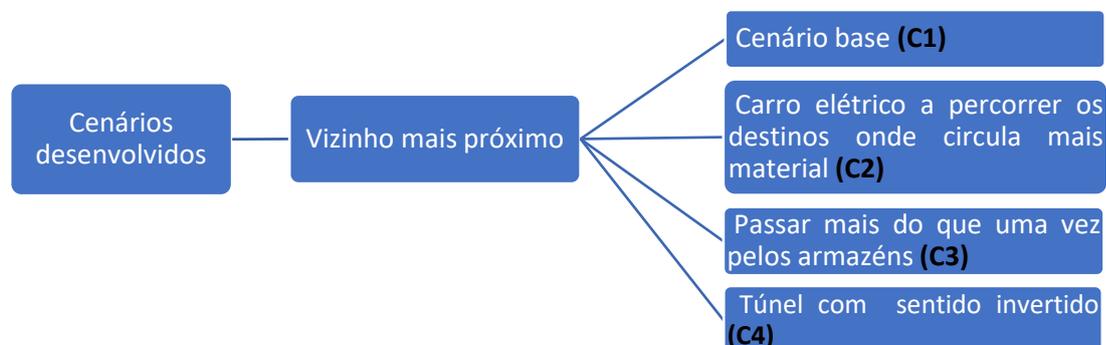


Figura 7 – Esquema-resumo dos cenários desenvolvidos

6.1 C1 - Cenário base

O primeiro cenário é desenvolvido de forma a que o ponto seguinte, a cada paragem de distribuição de material, seja sempre o ponto mais próximo do local onde se encontra – aplicando, assim, um algoritmo de vizinho mais próximo/*nearest neighbour* -, passando uma única vez por ciclo em cada ponto (armazéns, oficinas ou hangares). Como já foi referido, a distribuição de material do circuito logístico tem sempre início no armazém central (ponto 13 da Figura 4). Observando novamente as intersecções da Tabela 18 (Anexo D) e as Tabelas 19 e 20 (Anexo H), é possível chegar à rota e aos valores que se apresentam na Tabela 3.

*	Rota	Distância (m)	Travel Time (min)	Tempo de Serviço Esperado (min)
13	ARMZ. CENTRAL			
14	RECEÇÃO	138	0,414	1
15	MC-IE	151	0,453	2
10	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	498	1,494	5
7	MM - EDF. 23 (Motores)	240	0,72	1
6	MA-H5-OIC	116	0,348	2
4	ARMZ. FERROSOS (MM15)	49	0,147	3
3	MA-H4	234	0,702	4
5	MA-H5	305	0,915	5
2	QUIMICOS	653	1,959	2
1	MA - Edf. 36 + MM -Edf. 7	62	0,186	2
8	MC-HP	712	2,136	2
9	ARMZ. INT. CABINES (MC20)	145	0,435	1
11	MA-H6	13	0,039	4
12	LG-EXP	83	0,249	1
13	ARMZ. CENTRAL	73	0,219	
	TOTAL	3472	10,416	34,37
	* Número correspondente na Figura 4		Total ciclo	10,416 + 34,37 = 44,79 min

Tabela 3 - Resumo C1 (Cenário base)

Neste primeiro cenário, é possível concluir que a distância total percorrida em cada volta ao campus, passando por todos os pontos de distribuição, é 3.472 metros e tem uma duração total de cerca de 45 minutos. A rota passa apenas uma vez em cada armazém e em cada ponto de distribuição. A vantagem deste primeiro cenário é facto de ser padronizado e de fácil implementação para a empresa, apenas requer que um TAM – o que faz atualmente a distribuição do material - siga uma rota pré-estabelecida e dentro de um horário pré-definido.

6.2 C2 - Adição de um carro elétrico

O segundo cenário é, em parte, idêntico ao primeiro, com o complemento de existir um carro elétrico a circular entre o armazém central e os pontos que requerem mais material a este armazém. Relembrando o Gráfico 6, é possível concluir que 81,5% do material do circuito logístico a circular dentro do campus TAP M&E provém do armazém central (ARROT + MA25 + MKIT + MR30 + MT35) e, através do Gráfico 7, verifica-se que os principais destinos, do material requerido ao armazém central, são o MA-H6, MC-HP e MC-IE, representando 59,2% do total das requisições feitas a este armazém. Assim sendo, este cenário inclui um carro elétrico a distribuir o material requerido ao armazém central por estes pontos. Este carro tem um tempo de ciclo curto, aproximadamente 15 minutos, e percorre um total de 1.206 metros em cada ciclo: sai do armazém central, dirigindo-se ao Hangar 6 (MA-H6), seguindo-se a oficina de HP (MC-HP) e, por último, segue para a Oficina IE (MC-IE), parando no armazém central (ver Tabela 5). No caso do carro elétrico, é considerada uma velocidade máxima de 10 km/h nos cálculos apresentados. Neste cenário, a carrinha de distribuição percorre o mesmo percurso do cenário anterior. Pode ver-se o percurso e os detalhes referentes a cada um dos veículos nas Tabela 4 e 5.

Com a adição do carro elétrico, existe a vantagem de os pontos com maior necessidade de material terem um tempo de entrega (*lead time*) mais reduzido, os quais, pelo princípio do vizinho mais próximo, são os últimos por onde passa a carrinha da distribuição. No entanto, este cenário requer mais recursos para ser implementado: é necessário adicionar o carro elétrico e um TAM dedicado exclusivamente a este percurso.

Como existem dois tempos de ciclo diferentes, procede-se a um cálculo auxiliar entre os dois tempos de ciclo, de forma a ser possível utilizar o valor final do tempo de ciclo em termos comparáveis com os restantes cenários.

É, assim, necessário calcular o peso do tempo de ciclo do carro elétrico e da carrinha de distribuição no tempo de ciclo total destes dois carros. Considerando as 81,5% de requisições referentes ao armazém central como o total 100%, os 59,2% referentes aos destinos mais

frequentes deste armazém têm um peso 48,248% no tempo de ciclo total ($0.592 \times 0.815 = 0.482$). Deste modo, o tempo de ciclo da carrinha de distribuição tem um peso de 51,752%. O tempo ponderado de ciclo total é 30,05 minutos ($14,24 \times 0,48248 + 44,79 \times 0,51752$).

*	Rota	Distância (m)	Travel Time (min)	Tempo de Serviço Esperado (min)
13	ARMZ. CENTRAL			
11	MA-H6	156	0,936	2
8	MC-HP	158	0,948	2
13	ARMZ. CENTRAL	314	1,884	1
15	MC-IE	289	1,734	2
13	ARMZ. CENTRAL	289	1,734	
TOTAL		1206	7,24	7,00
* Número correspondente na Figura 4			Total ciclo	7,24 + 7 = 14,24 min

Tabela 4- Resumo do C2, referente ao Carro Elétrico

*	Rota	Distância (m)	Travel Time (min)	Tempo de Serviço Esperado (min)
13	ARMZ. CENTRAL			
14	RECEÇÃO	138	0,414	1
15	MC-IE	151	0,453	2
10	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	498	1,494	5
7	MM - EDF. 23 (Motores)	240	0,72	1
6	MA-H5-OIC	116	0,348	2
4	ARMZ. FERROSOS (MM15)	49	0,147	3
3	MA-H4	234	0,702	4
5	MA-H5	305	0,915	5
2	QUIMICOS	653	1,959	2
1	MA - Edf. 36 + MM -Edf. 7	62	0,186	2
8	MC-HP	712	2,136	2
9	ARMZ. INT. CABINES (MC20)	145	0,435	1
11	MA-H6	13	0,039	4
12	LG-EXP	83	0,249	1
13	ARMZ. CENTRAL	73	0,219	
TOTAL		3472	10,416	34,37
* Número correspondente na Figura 4			Total ciclo	10,416 + 34,37 = 44,79 min

Tabela 5 - Resumo do C2 referente à carrinha de distribuição

6.3 C3 - Passar mais do que uma vez nos armazéns e nas oficinas

No terceiro cenário, a rota da carrinha de distribuição passa, em cada ciclo, mais do que uma vez nos armazéns e em certas oficinas, mantendo-se o carro elétrico para a distribuição de material entre o armazém central e os destinos mais frequentes deste armazém. Pode ver-se, na Tabela 6, um resumo da rota a efetuar pela carrinha de distribuição. A rota do carro elétrico mantém-se igual à da Tabela 4. O facto de a carrinha de distribuição passar mais do que uma vez nos armazéns e em alguns pontos de distribuição, faz com que esta transporte mais requisições que ficam satisfeitas no intervalo de passagem da carrinha e com que o volume de material transportado na carrinha reduza. Observando a Tabela 6, pode ver-se que a rota de distribuição passa duas vezes pelo armazém de ferrosos (MM15) e pelo armazém de produtos

(MP10), sendo que, a primeira vez que passa no armazém MP10 leva apenas o material referente aos pontos onde vai passar até voltar novamente a este armazém, isto é, transporta primeiro o material referente aos pontos 1-7, da Figura 4, e quando volta a passar no MP10 é que recolhe as requisições satisfeitas com destino aos pontos 8-15 da mesma figura. O mesmo acontece com o armazém MM15: na primeira passagem transporta unicamente as requisições com destino aos pontos 3, 5, 2 e 1, e na segunda passagem transporta o resto das requisições. Esta abordagem tem a vantagem de reduzir o *lead time* das requisições feitas pela Oficina OIC (ponto 6) ao armazém de ferrosos (ponto 4), representando 18,9% das requisições feitas a este armazém (Gráfico 9).

Passando mais do que uma vez em alguns armazéns e oficinas, este cenário aumenta a distância percorrida e conseqüentemente o tempo de ciclo, perfazendo no total 4.106 metros com um total de ciclo de aproximadamente 58 min.

Tal como no C2, é necessário proceder-se a cálculos semelhantes de forma a determinar um tempo de ciclo total comparável com os restantes cenários. Deste modo, obtém-se 36,72 min para o tempo ponderado de ciclo total pelo cálculo de: $14,24 * 0.48248 + 57,68 * 0.51752$

*	ROTA	Distância (m)	Travel Time (min)	Tempo de Serviço Esperado (min)
13	ARMZ. CENTRAL			
10	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	485	1,455	5
7	MOTORES (EDF. 23)	240	0,72	1
6	MA-H5-OIC	116	0,348	2
4	ARMZ. FERROSOS (MM15)	49	0,147	3
3	MA-H4	234	0,702	4
5	MA-H5	305	0,915	5
2	QUIMICOS	653	1,959	2
1	MA - Edf. 36 + MM - Edf. 7	62	0,186	2
4	ARMZ. FERROSOS (MM15)	378	1,134	3
6	MA-H5-OIC	49	0,147	2
7	MOTORES (EDF. 23)	116	0,348	1
10	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	240	0,72	5
8	MC-HP	287	0,861	2
9	ARMZ. INT. CABINES (MC20)	145	0,435	1
11	MA-H6	13	0,039	4
12	LG-EXP	83	0,249	1
15	MC-IE	362	1,086	2
14	RECEÇÃO	151	0,453	1
	ARMZ. CENTRAL	138	0,414	
TOTAL		4106	12,318	45,36
* Número correspondente na Figura 4			Total ciclo	12,318 + 45,36 = 57,68 min

Tabela 6 - Resumo C3

6.4 C4 - Inverter o sentido de trânsito do túnel

Neste cenário, é considerada a possibilidade de o sentido de trânsito do túnel (assinalado a amarelo na Figura 3) ser invertido. Devido a razões de segurança, este túnel apenas pode ter um sentido de circulação. Afim de perceber se é benéfico para a empresa alterar o sentido de circulação do túnel, é necessário efetuar de novo a medição das distâncias entre cada par de pontos, mas neste caso, assumindo que o túnel tem o sentido inverso (ver Figura 17, Anexo J). Estas novas medidas encontram-se na Tabela 21 (Anexo J). O raciocínio seguido na elaboração deste cenário foi o mesmo utilizado no cenário base – utilizando o algoritmo do vizinho mais próximo. Observando a Tabela 7, rapidamente se conclui que, passando uma única vez em cada armazém e em cada ponto de destino de material, a rota percorre a mesma distância e tem o mesmo tempo de ciclo do C1, isto é, 3.472 metros num tempo de ciclo total de cerca de 45 minutos. As diferenças deste cenário para o C1 estão na passagem, em primeiro lugar, no MA-H6 e MC-HP - os dois principais destinos das requisições feitas ao armazém central (Gráfico 2) e na passagem no armazém de produtos (MP10) - o terceiro armazém com mais requisições, segundo o Gráfico 1 - apenas no regresso ao armazém central. Recordando o Gráfico 5, é possível constatar que os principais destinos das requisições feitas ao MP10 são os hangares (MA-H6, MA-H5, MA-H4), a Oficina de Motores (MM- edf. 23) e a Oficina de OIC (MA-H5-OIC) e observando a rota apresentada na Tabela 7, percebe-se que a passagem no MP10 acontece apenas depois da passagem nos principais destinos deste armazém, o que aumenta o *lead time* de material por parte deste armazém para os diferentes destinos.

*	Rota	Distância (m)	Travel Time (min)	Tempo de Serviço Esperado (min)
13	ARMZ. CENTRAL			
12	LG-EXP	73	0,219	1
11	MA-H6	83	0,249	4
9	ARMZ. INT. CABINES (MC20)	13	0,039	1
8	MC-HP	145	0,435	2
7	MM - EDF. 23 (Motores)	279	0,837	1
6	MA-H5-OIC	116	0,348	2
4	ARMZ. FERROSOS (MM15)	49	0,147	3
3	MA-H4	234	0,702	4
5	MA-H5	305	0,915	5
2	QUIMICOS	653	1,959	2
1	MA - Edf. 36 + MM -Edf. 7	62	0,186	2
10	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	673	2,019	5
14	RECEÇÃO	347	1,041	1
15	MC-IE	151	0,453	2
13	ARMZ. CENTRAL	289	0,867	
TOTAL		3472	10,416	34,37
* Número correspondente na planta do campus		Total ciclo	10,416 + 34,37 = 44,79 min	

Tabela 7 - Resumo C4

6.5 Custos estimados dos cenários propostos

Os serviços de transporte envolvem a utilização de vários tipos de recursos e, por conseguinte, de vários tipos de custos. Neste ponto é apresentada uma estimativa dos custos com as operações de transporte associados a cada um dos cenários propostos. Para estes cálculos, considera-se a informação presente na Tabela 8, onde são apresentados os valores de cada recurso necessário para os cálculos. Os valores da Tabela 8 são aproximados ao que se verificam, atualmente, no ambiente TAP M&E.

€ Gasóleo	1 €	/litro
€ Funcionário (TAM)	800 €	/mês
€ <i>Leasing</i> , seguros e manutenção	300 €	/mês
Consumo da carrinha	6	litros/100
Custo por km (€ gasóleo * consumo da carrinha)	6 €	/100km

Tabela 8 - Preços dos diferentes recursos

Considera-se ainda que, no turno da manhã, a carrinha realiza sete voltas ao campus, com as respetivas distâncias apresentadas anteriormente em cada um dos cenários. Observando de novo o Gráfico 5, conclui-se que a partir das 18 horas o volume de material a ser transportado reduz substancialmente, consequência do encerramento de várias oficinas e armazéns a essa hora. Assim, considera-se que no turno da tarde a carrinha efetua ainda duas voltas com a mesma distância percorrida no turno da manhã e a partir das 18h, a distância do percurso diminui para 3170 metros (3,17 quilómetros), efetuando cinco voltas com a distância encurtada até ao final do turno (às 00 horas). Ou seja, no total dos dois turnos, entre as oito da manhã e a meia noite são feitas nove voltas ao campus com as distâncias do turno da manhã e cinco com as distâncias do turno da tarde. A Tabela 9 relembra as distâncias (em quilómetros) percorridas, por turno, em cada um dos cenários e apresenta o somatório das distâncias percorridas num dia de trabalho.

	C1	C2	C3	C4
Distância percorrida - turno da manhã	3,472	3,472	4,106	3,472
Distância percorrida - turno da tarde	3,170	3,170	3,170	3,170
Total	47,588	47,588	52,804	47,098

Tabela 9 - Distâncias percorridas, em quilómetros, por turno e total diário

Tendo em conta que a empresa já possui um carro elétrico e que este se encontra operacional, não sendo por isso necessário fazer novo investimento, para os cálculos apenas é considerado o custo com o condutor (TAM) do carro, no C2 e no C3. Na Tabela 10, são apresentados os cálculos dos custos de cada cenário. O valor do custo com o gasóleo é proporcional às distâncias percorridas e apresentadas na tabela anterior; nos custos com os TAMs, é considerado que são necessários dois funcionários no C2 e no C3 para a condução da carrinha e do carro elétrico; os custos com *leasing*, manutenção e seguros são constantes ao longo do ano. Pode ver-se que, como esperado, o C1 e o C4 têm os mesmos custos operacionais e o C3 é o cenário com maiores custos, com um total de 23.636,42€ por ano.

	C1	C2	C3	C4
€ Gasóleo (por mês)*	62,17 €	62,17 €	69,70 €	62,17 €
€ TAM (por mês)	800 €	1 600 €	1 600 €	800 €
€ <i>Leasing</i> , seguros e manutenção (por mês)	300 €	300 €	300 €	300 €
TOTAL/ano	13 946,03 €	23 546,03 €	23 636,42 €	13 946,03 €

* 1 mês = 22 dias

Tabela 10 - Cálculos dos gastos totais por ano

7. Metodologia de apoio à decisão / Interação com os *stakeholders*

Após a descrição de todos os cenários tendo em vista a melhoria da rede interna de transportes da empresa, segue-se a apresentação da metodologia de apoio à decisão, a qual, levou à seleção de um dos cenários apresentados para implementação no campus da empresa. Para tal, são definidos critérios de decisão e atribuídos um determinado peso que traduz as preferências dos agentes de decisão, identificadas ao longo deste projeto. Assim, da interação com os Engenheiros responsáveis pela área de melhoria contínua da TAP M&E resultam os critérios e respetivos pesos apresentados na Tabela 11:

Crítérios de decisão			Peso do critério
Redução do tempo de ciclo	=	V	0,1
<i>Standardização</i> das operações	=	W	0,3
Facilidade de Implementação	=	X	0,2
Tempo de resposta (<i>lead time</i>)	=	Y	0,3
Custos Operacionais	=	Z	0,1

Tabela 11 - Critérios de decisão

Considerando os critérios de decisão da Tabela 11, pretende-se maximizar a seguinte função objetivo:

$$\text{Máx. : } 0.1V + 0.3W + 0.2X + 0.3Y + 0.1Z$$

A Tabela 12 resulta também da interação com os Engenheiros responsáveis. Tendo em conta os critérios considerados, foi atribuído um valor entre 1 e 4 consoante melhor (4) ou pior (1) é o cenário em relação ao respectivo critério. Relativamente ao critério “Redução do tempo de ciclo”, considerando o descrito no ponto 6, conclui-se que o tempo de ciclo mais curto é do C2 seguindo-se o C3 e, por último, o C1 e o C4 têm o mesmo tempo de ciclo, pior do que o apresentado no C2 e no C3. Quanto ao critério W, o C1 e o C4 são os cenários que permitem uma maior *standardização* das operações, seguindo-se o C2 com a introdução do carro elétrico e por último o C3. No que diz respeito à “facilidade de implementação”, o C1 é o cenário mais fácil de implementar nas instalações da empresa, pois é aquele que implica menos mudanças e recursos, tratando-se o C4 do oposto, a inversão do sentido de circulação no túnel requer grandes mudanças e requer autorizações por parte das chefias da empresa. Em relação ao critério Y, considera-se que o C2 tendo o tempo de ciclo mais curto é aquele que melhor dá resposta às necessidades da empresa no que se refere ao *lead time*, seguindo-se o C3 e o C1. O C4 é considerado o pior cenário no critério “tempo de resposta aos clientes”, pelo facto de a

rota do C4 passar no armazém de produtos apenas após visitar a maior parte das oficinas, o que provoca aumento consideravelmente do *lead time* deste armazém. Por último, quanto aos custos com a operação de transportes (calculados no ponto 6.5), é possível ver que o C1 e o C4 têm os mesmos custos – mais baixos que os restantes cenários – seguindo-se o C2 e por último o C3, pois necessita de mais recursos e percorre uma maior distância.

Maximizando a função objetivo, e tendo em conta os critérios e os valores presentes na Tabela 12, propõe-se como melhor cenário para implementar na empresa é o C2 com uma pontuação de 3,3, superior aos restantes cenários.

Critérios de decisão		Cenários			
		C1	C2	C3	C4
Redução do tempo de ciclo	V	1	4	3	1
<i>Standardização</i> das operações	W	4	3	2	4
Facilidade de Implementação	X	4	3	2	1
Tempo de resposta aos clientes ⁸ (<i>lead time</i>)	Y	2	4	3	1
Custos Operacionais	Z	4	2	1	4
TOTAL		3,1	3,3	2,3	2,2

Tabela 12- Matriz de decisão

⁸ Entenda-se por clientes (dos armazéns) todas as oficinas, hangares e outros armazéns que façam requisições de material aos diferentes armazéns.

8. Conclusões

Neste último capítulo, são expostas as principais conclusões que resultam do trabalho desenvolvido. São também apresentadas algumas limitações encontradas ao longo da realização do projeto, bem como orientações para trabalhos.

Este projeto resulta de uma necessidade da TAP M&E em pretender melhorar a sua rede de transportes interna. O objetivo final deste projeto é criar uma rede de transportes interna, capaz distribuir o material requerido de forma mais rápida e eficiente, diminuindo o elevado *lead time* existente.

Tendo em vista a obtenção de uma solução para o serviço de transportes ajustada às necessidades da empresa, são estudadas e avaliadas várias alternativas (cenários). O ponto de partida para este projeto é a elaboração de questionários aos responsáveis das diferentes áreas e o acompanhamento *in loco* da operação de transporte dentro do campus TAP M&E em Lisboa, de forma a compreender o funcionamento da rede de transportes.

Para além dos questionários e do acompanhamento *in loco*, foi feita a uma análise detalhada do total de requisições feitas ao conjunto dos armazéns entre junho 2015 e julho de 2016, de maneira a ficar perceptível quais os armazéns mais requisitados, os destinos mais frequentes de material e as horas em que maior número de requisições ficam satisfeitas. Desta análise, é possível concluir que o armazém mais requisitado no campus é o armazém central, tendo este uma média de 58 requisições satisfeitas por hora no turno da manhã e 38 no turno da tarde. A análise das requisições permite também confirmar os resultados obtidos nos questionários no que diz respeito à maior quantidade de material que é necessário transportar no turno da manhã face ao turno da tarde. Quanto aos destinos mais frequentes, isto é, os que mais material requerem aos armazéns, pode concluir-se que o Hangar 6 - o principal e maior hangar do campus TAP M&E – o Hangar 4 e a Oficina de motores são os nomes de destino mais frequentes.

Com base nesta análise e na análise feita ao campus da TAP M&E são elaborados quatro cenários, com vista a melhoria da rede de transportes, os quais foram apresentados e discutidos com a empresa.

Através de uma matriz de decisão elaborada com a interação dos Engenheiros responsáveis, é possível concluir que o cenário 2, entre os quatro propostos, é aquele que deve ser implementado no campus da empresa, tendo em conta os critérios de decisão considerados.

O cenário 2 consiste numa volta ao campus regular e padronizada em que a carrinha de distribuição sai do armazém central e a partir desse ponto visita sempre o ponto mais próximo ao qual se encontra, passando apenas uma vez em cada ponto de distribuição até chegar novamente ao ponto de partida. Este cenário conta também com a adição de um carro elétrico a percorrer os principais destinos do armazém central,

nomeadamente, Hangar 6, Oficina de hidráulicos e pneumáticos (HP) e oficina de instrumentação e eletrónica (IE). Este cenário permite à empresa reduzir o tempo de ciclo de cada volta de distribuição de material, e por consequência reduzir o tempo de resposta aos clientes dos armazéns. O facto do cenário 2 considerar o carro elétrico para distribuição de material do armazém central para os seus principais destinos faz com que o *lead time* deste armazém para os seus principais destinos reduza substancialmente, tendo apenas a desvantagem de passar apenas uma vez por ciclo em cada um dos pontos. Este cenário, em relação aos restantes, é aquele que permite conjugar o menor tempo de ciclo com os menores custos de transporte, sendo também por isso o mais vantajoso e eficiente para a empresa.

No entanto, é necessário ter em conta que o bom funcionamento do cenário a ser implementado depende sempre do fator humano – o condutor. De forma a garantir uma maior eficiência, considera-se necessário equipar as carrinhas com sistemas GPS de forma a monitorizar, em tempo real, o desempenho da rede de transportes permitindo à empresa a capacidade de gerir mais eficiente e eficazmente os seus recursos.

Limitações e recomendações

Ao longo do desenvolvimento deste projeto foram várias as dificuldades encontradas, muitas das quais constituem limitações ao estudo do problema.

A maior limitação encontrada relaciona-se com o facto de não haver um campo específico onde introduzir o destino da requisição quando se procede à requisição de material nos sistemas informáticos da empresa. Quando se regista uma requisição de material, o destino da mesma é introduzido de forma manual no campo “observações”, levando a que cada pessoa introduza o nome do destino de forma diferente e haja uma percentagem de 1,59% entre o total de requisições analisadas cujo o destino não é possível identificar.

As características das instalações da TAP M&E, nomeadamente as localizações dos armazéns dentro das instalações e o facto das carrinhas de distribuição de material começarem sempre a distribuição no ponto 13 da Figura 4 foi outra limitação encontrada no desenvolvimento do projeto.

De forma a que todo o processo de distribuição de material funcione em pleno, considera-se essencial a criação de um horário pré-estabelecido para a passagem da carrinha de distribuição nos diferentes destinos e nos diferentes armazéns, com base nos tempos de transporte e tempos de serviços considerados no presente projeto e que seja de conhecimento de toda a empresa para um melhor planeamento do trabalho.

A criação de indicadores de desempenho para a atividade de transportes seria fundamental para criar uma base de comparação e evolução dos indicadores ao longo da implementação da nova rede de transportes.

Considera-se também importante a criação de um espaço dentro do campus para colocar as zorras que se encontram disponíveis para utilizar no transporte de material, de forma a evitar perdas de tempo à procura das mesmas e evitar situações em que as zorras estão ocupadas com material obsoleto. A criação de locais específicos nas oficinas, hangares e armazéns para entrega e recolha de material será também útil para o processo de distribuição, por forma a reduzir o tempo de serviço em cada ponto e padronizar ainda mais o processo.

Como trabalho futuro considera-se relevante e interessante a elaboração de um estudo da implementação de um tubo pneumático nas instalações da TAP M&E para a distribuição do material proveniente dos armazéns.

Referências bibliográficas

- Ayeni, P., Baines, T., Lightfoot, H., Ball, P. 2011. State-of-the-art of 'Lean' in the Aviation Maintenance Repair Overhaul Industry. *Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 225, No. 11, pp. 2108-2123.
- Ballou, R. 2004. *Business logistics/supply chain management*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall.
- Braekers, K., Ramaekers, K. and Van Nieuwenhuysse, I. 2016. The vehicle routing problem: state of the art classification and review. *Computers & Industrial Engineering*, 99:300-313.
- Carvalho, J.M.C. 2004. *Logística* (3ª Edição). Lisboa: Edições Sílabo.
- Carvalho, J.M.C. 2012, *Logística e gestão na cadeia de abastecimento* (2ª Edição). Lisboa: Edições Sílabo.
- Lambert, D. & Cooper, M. 2000. Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1):65-83.
- Lambert, D., Stock, J. and Ellram, L.1998. *Fundamentals of logistics management*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Larson, P. and Halldorsson, A. 2004. Logistics versus supply chain management: An international survey. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 7(1)17-31.
- Kent, J.L. Jr and Flint, D.J. 1997. Perspectives on the evolution of logistics thought. *Journal of Business Logistics*, 18(2):15-29.
- McGinnis, M.A., Kohn, J.W. and Spillan, J.E. 2010. A longitudinal study of logistics strategy: 1990-2008. *Journal of Business Logistics*, 31(1): 217-235.

Mellat-Parast, M. and E. Spillan, J. 2014. Logistics and supply chain process integration as a source of competitive advantage. *The International Journal of Logistics Management*, 25(2):289-314.

Mohammed, M., Ghani, M., Hamed, R., Mostafa, S., Ibrahim, D., Jameel, H. and Alallah, A. 2017. Solving vehicle routing problem by using improved K-nearest neighbor algorithm for best solution. *Journal of Computational Science*, 21:232-240.

Moura, B.C.2006, *Logística: Conceitos e tendências* (1ª Edição). Famacão: Centro Atlântico. (Desafios).

Porter, M. E. 1985. *Competitive Advantage: Creating and sustaining superior performance*. New York: The Free Press

Srinivasan, M.M., Bowers, M.R., Gilbert, K.C. (2014), *Lean Maintenance Repair and Overhaul: Changing the Way You Do Business*, McGraw-Hill, New York.

Shankar, V. 2001. Integrating demand and supply chain management. *Supply Chain Management Review*, 5(5):76-81.

Rodrigues, A.M., Bowersox, D.J. and Calantone, R.J. 2005. Estimation of global and national logistics expenditures: 2002 data update. *Journal of Business Logistics*, 26 (2):1-15.

Rutner, S., Aviles, M. and Cox, S. 2012. Logistics evolution: a comparison of military and commercial logistics thought. *The International Journal of Logistics Management*, 23(1):96-118.

Council of Supply Chain Management Professionals (2016) Definition of Supply Chain and Logistics. <https://cscmp.org/iMIS0/CSCMP/>

<http://www.scdigest.com/assets/newsviews/15-06-24-2.php?cid=9443> - Acedido dia 17 outubro de 2016

<http://www.tapportugal.com/Info/pt/sobre-tap/grupo-tap/a-nova-tap> - acedido dia 6 de outubro de 2016

<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> - acedido a 2 de novembro de 2016

Council of Supply Chain Management Professionals (2016) Definition of Supply Chain and Logistics. <https://cscmp.org/iMIS0/CSCMP/> - acedido dia 10 de outubro de 2016

Anexos

Anexo A – Foto das carrinhas e das zorras utilizadas para a distribuição de material



Figura 9 - Fotografia da carrinha que distribui o material dentro do campus



Figura 8 - Fotografia da carrinha que distribui o material dentro do campus

Anexo B – Formulário dos Questionários e os principais resultados dos mesmos

1. Identifique por favor a sua área de trabalho *

Marcar apenas uma oval.

- MA/LG
- MA/MB
- MA/MO
- MM/PM
- MM/LG
- MC/LG
- MC/HP
- MC/IE
- LG/AR
- Outro

2. Se respondeu "Outro" no ponto anterior, por favor, indique qual:

3. Selecione por favor o tipo de horário em vigor na sua área de trabalho *

Marcar apenas uma oval.

- H8
- H16
- H24

4. De onde provem o Equipamento que recebe na sua área de trabalho? *

Ordene de 1 a 4, Sendo: 1 - Esporádico, 2 - Pouco Frequente, 3 - Frequente, 4 - Bastante Frequente

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	N/A
Armazém "Central"	<input type="radio"/>				
Armazém - Produtos Químicos	<input type="radio"/>				
Armazém - Ferrosos	<input type="radio"/>				
Armazém - Interior de Cabines	<input type="radio"/>				
MA H4	<input type="radio"/>				
MA H5	<input type="radio"/>				
MA H6	<input type="radio"/>				
MA OIC	<input type="radio"/>				
MA Pintura	<input type="radio"/>				
MA Oficina de Estruturas	<input type="radio"/>				
MC HP	<input type="radio"/>				
MC IE	<input type="radio"/>				
MC Oficina Equip. Emergência	<input type="radio"/>				
MM Oficina Motores	<input type="radio"/>				
MM Oficina Tratamentos Electrolíticos	<input type="radio"/>				
MM Oficina Máquinas	<input type="radio"/>				
Outro:	<input type="radio"/>				

5. Se respondeu "Outro" no ponto anterior, indique por favor qual

6. Comentários

7. Qual a frequência com que recebe Equipamentos na sua área de trabalho ao longo do dia?

Marcar apenas uma oval por linha.

	0	<3	3-6	6-9	>9	N/A
Turno 1	<input type="radio"/>					
Turno 2	<input type="radio"/>					
Turno 3	<input type="radio"/>					

8. Acha que o tempo que demora a receber o Equipamento necessário é adequado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- N/A

9. Comentários

10. De onde provem o Material que recebe na sua area de trabalho? *

Ordene de 1 a 4, Sendo: 1 - Esporádico, 2 - Pouco Frequente, 3 - Frequente, 4 - Bastante Frequente

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	N/A
Armazém "Central"	<input type="radio"/>				
Armazém - Produtos Químicos	<input type="radio"/>				
Armazém - Ferrosos	<input type="radio"/>				
Armazém - Interior de Cabines	<input type="radio"/>				
MA H4	<input type="radio"/>				
MA H5	<input type="radio"/>				
MA H6	<input type="radio"/>				
MA OIC	<input type="radio"/>				
MA Pintura	<input type="radio"/>				
MA Oficina de Estruturas	<input type="radio"/>				
MC HP	<input type="radio"/>				
MC IE	<input type="radio"/>				
MC Oficina Equip. Emergência	<input type="radio"/>				
MM Oficina Motores	<input type="radio"/>				
MM Oficina Tratamentos Electrolíticos	<input type="radio"/>				
MM Oficina Máquinas	<input type="radio"/>				
Outro:	<input type="radio"/>				

11. Se respondeu "Outro" no ponto anterior, indique por favor qual

12. Qual a frequência com que recebe Materiais na sua área de trabalho ao longo do dia?

Marcar apenas uma oval por linha.

	0	<3	3-6	6-9	>9	N/A
Turno 1	<input type="radio"/>					
Turno 2	<input type="radio"/>					
Turno 3	<input type="radio"/>					

13. Acha que o tempo que demora a receber o Material requisitado é adequado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- N/A

14. Comentários

15. Indique-nos por favor se os tempos que apresentamos em seguida para a recepção do Material de consumo desde a sua requisição, por prioridade, lhe parecem adequados face às necessidades actuais da área *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não	N/A
4+ ASAP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 < 45 min	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 < 1h e 30 min	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 < 3 horas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 Turno Seguinte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
0 Dia seguinte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Comentários

17. Indique-nos por favor se os tempos que apresentamos em seguida para a recepção do Material rotavel desde a sua requisição, por prioridade, lhe parecem adequados face às necessidades actuais da área

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não	N/A
Urgente Linha ASAP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Urgente < 45 min	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não urgente 1h e 30 min	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programado Na hora e data estipulada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Comentários

19. Acha que rede de transportes interna da TAP M&E pode ser melhorada?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

20. Indique-nos por favor num pequeno comentário, caso tenha, uma proposta de melhoria para efectuar o transporte de materiais e/ou equipamentos TAP

Respostas à última pergunta do questionário com as propostas de melhoria dos inquiridos:

Indique-nos por favor num pequeno comentário, caso tenha, uma proposta de melhoria para efectuar o transporte de materiais e/ou equipamentos TAP

19 respostas

entrega de bicicleta para facilitar aqui no hangar 6. ou carros electricos só aqui no túnel
ter um comboio a passar a horas em sítios específicos de 30 min ou 45 min
As voltas q eles fazem são muito grandes. Em termos de paragens- Devia haver transporte por zonas, sectorial. zona 1 zona 2 zona 3. Toda a gente sabe a que horas passa a distribuição.
aumentar a frequência, um bocadinho como os autocarros. determinadas horas com mais fluxo. criar transporte para tudo, e não para rotaveis e outros materiais. transporte partilhado para varias coisas. Serviço transversal.
comboio de 30 em 30 minutos, horario de recolha do carro até as 5.30/6 . Muitas pessoas a trabalhar das 9.30 e se recolher o carro as 4.30 ficam materiais para o dia seguinte
melhorar o sistema de fornecimento, mais voltas a passar aqui. 4/5 voltas por dia. ver o horario da recepção porque está gente na oficina até 17.30 e a ultima volta passa as 4
volta mais regular, de x em x horas ter mais pessoas a passar. estão muito perto do armazém
Stands para identificação de material urgente
Criação de uma rede de transportes, eventualmente uma secção
volta grande demorada (inter oficinas) Dificuldade de acesso a pista com material
aumentar frequencia e nivel de atendimento - Eles nao passam nos sítios. entrega adequada do material/equipamento nos sítios certos
horário fixo a passar de x em x horas. transporte de azoto liquido perigoso
outsourcing dos transportes boa rede comunicação
rigor em cumprir horários, cumprir o que está pré-estabelecido, nos motores está pre-estabelecido existirem 4 frequências diárias daqui la para baixo para estruturas/electroliticos. informar as pessoas sobre o horários das voltas. planear. noção do papel de cada um. definir funções
carros só com banco para motorista



Gráfico 7 - Número de respostas ao questionário, por área

Qual a frequência com que recebe Materiais na sua área de trabalho ao longo do dia?

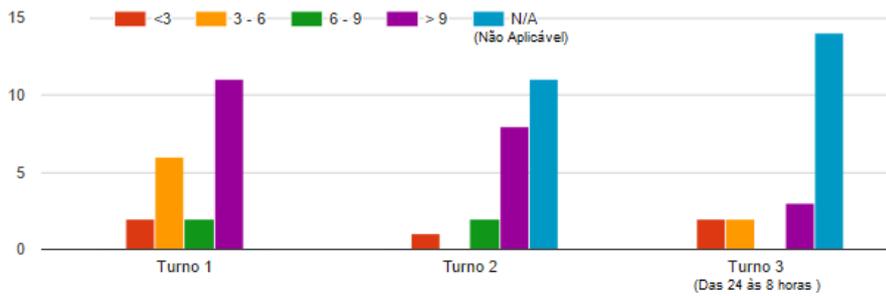


Gráfico 8 - Frequência de receção de material nos diferentes turnos

De onde provem o Material que recebe na sua area de trabalho?

Ordene de 1 a 4, Sendo: 1 - Esporádico, 2 - Pouco Frequente, 3 - Frequente, 4 - Bastante Frequente

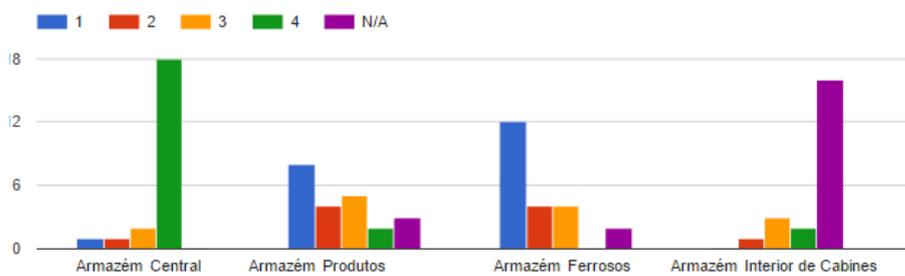


Gráfico 9 - Origem dos materiais recebidos pelas diferentes áreas

Acha que o tempo que demora a receber o Material requisitado é adequado? (22 respostas)

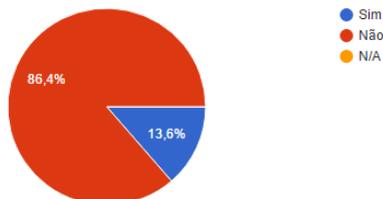


Gráfico 10 - Tempo adequado para receber material requisitado

Acha que rede de transportes interna da TAP M&E pode ser melhorada? (22 respostas)

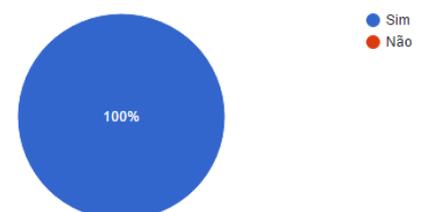


Gráfico 11 - Melhoria na rede de transportes

Anexo C – Trajetos e tempos registados nos dias de acompanhamento do serviço (tempo de serviço e o tempo de transporte)

DIA 1					
LOCAL	CHEGADA	PARTIDA	entre postos	no posto	Comentários
Armazém central	início	08:27	00:04		
MP10	08:31	08:31	00:03	00:00	Fechado
QUIMICOS	08:34	08:34	00:02	00:00	Nada
MA-edf.36	08:36	08:36	00:03	00:00	Não há zorras
MA-edf.36	08:39	08:40	00:03	00:01	à procura de zorras
MM15	08:43	08:45	00:02	00:02	
MP10	08:47	08:56	00:01	00:09	
MA-H6	08:57	08:59	00:01	00:02	
Armazém central	09:00	09:38	00:01	00:38	Pausa
MC-IE	09:39	09:42	00:02	00:03	
MP10	09:44	09:52	00:02	00:08	Zorra não estava pronta
MM-edf.23	09:54	09:55	00:01	00:01	
MA-H5-OIC	09:56	10:01	00:03	00:05	
MA-H5	10:04	10:07	00:02	00:03	
MA-H4	10:09	10:24	00:02	00:15	
Pintura H4	10:26	10:29	00:01	00:03	
MA-edf.36	10:30	10:36	00:02	00:06	
MM-edf.23	10:38	10:39	00:02	00:01	
QUIMICOS	10:41	10:43	00:02	00:02	
MC-HP	10:45	10:47	00:01	00:02	
Armazém central	10:48	11:00	00:01	00:12	
MP10	11:01	11:03	00:01	00:02	Não deu para descarregar
MA-H6	11:04	11:06	00:06	00:02	Carrinha de colega sem combustível
Armazém central	11:12	fim			
ALMOÇO					
Armazém central	início	13:24	00:02		
MA-edf.36	13:26	13:27	00:02	00:01	Coisas de antes de almoço
LG-RECEÇÃO	13:29	13:31	00:01	00:02	
Armazém central	13:32	13:34	00:00	00:02	
MC-IE	13:34	13:36	00:01	00:02	
MP10	13:37	13:41	00:02	00:04	
MC-HP	13:43	13:48	00:01	00:05	
Armazém central	13:49	13:49	00:03	00:00	Recepção fechada para almoço
MM-edf.23	13:52	13:54	00:02	00:02	
MA-H5-OIC	13:56	14:00	00:04	00:04	
Pintura H4	14:04	14:07	00:04	00:03	
MP10	14:11	14:13	00:01	00:02	
MA-H5-OIC	14:14	14:15	00:00	00:01	
MM15	14:15	14:18	00:01	00:03	
MP10	14:19	14:21	00:01	00:02	
QUIMICOS	14:22	14:28	00:04	00:06	Apresentação do Lab / Engarafamento
LG-RECEÇÃO	14:32	14:34	00:01	00:02	
MC-IE	14:35	14:39	00:02	00:04	
MP10	14:41	14:44	00:01	00:03	
MC-HP	14:45	14:46	00:01	00:01	
Armazém central	14:47	15:01	00:02	00:14	Pausa
MC-IE	15:03	15:04	00:01	00:01	
MP10	15:05	15:06	00:02	00:01	
MM-edf.23	15:08	15:10	00:03	00:02	
MC-HP	15:13	15:13	00:02	00:00	
MM15	15:15	15:16	00:02	00:01	
MA-edf.36	15:18	15:19	00:04	00:01	
MC-HP	15:23	15:24	00:00	00:01	
Armazém central	15:24				

Tabela 13 - Registo do acompanhamento in loco, dia 1

DIA 2						
LOCAL	CHEGADA	PARTIDA	entre postos	no posto	Comentários	
Armazém central	início	08:20	00:10			
Armazém central	08:30	08:33	00:01	00:03		à procura de zorras: mc-ie, mm-edf.23, ma-h5, ma-h4, groundforce, clube tap, ma-h6
MC-IE	08:34	08:35	00:02	00:01		
MP10	08:37	08:39	00:01	00:02		abrir a porta da frente, demorou 1 min
MC-HP	08:40	08:41	00:02	00:01		
Armazém central	08:43	10:02	00:01	01:19		sem serviço, na central
MC-IE	10:03	10:04	00:01	00:01		
MP10	10:05	10:09	00:02	00:04		faltam zorras, carrega o carro, coisas pesadas
MM15	10:11	10:17	00:03	00:06		carrega material pesado
MA-H5	10:20	10:29	00:00	00:09		Abre portão da frente, caminho comprido com obstáculos, 2 levás, usou carrinho próprio
MA-H5	10:29	10:36	00:01	00:07		(Pintura) Foi buscar zorra pedida nos combustíveis. Zorras a ser usadas como bancada de trabalho.
*Compostos	10:37	10:40	00:01	00:03		execção, só para deixar material
MP10	10:41	10:45	00:02	00:04		Descarrega a carga. Material pesado. Levou-se a zorra que se trouxe
MM15	10:47	10:51	00:01	00:04		1 min transito. 2 levás
MA-H4	10:52	10:54	00:00	00:02		(pintura)
MA-H4	10:54	10:55	00:02	00:01		muito material, 2 pessoas
MM15	10:57	10:58	00:01	00:01		
MA-edf.36	10:59	11:01	00:04	00:02		zorra apanhada pelo caminho
MC-HP	11:05	11:06	00:00	00:01		
MA-H6	11:06	11:07	00:01	00:01		
MC-IE	11:08	11:09	00:01	00:01		
Armazém central	11:10	11:30		00:20		não acompanhei a volta a seguir ao almoço, já só voltei perto das 15h a fazer o circuito
Almoço						
Armazém central	Início	15:00	00:01			
MC-IE	15:01	15:02	00:01	00:01		
LG-RECEÇÃO	15:03	15:05	00:02	00:02		
Armazém central	15:07	15:30	fim			

Tabela 14 - Registo do acompanhamento in loco, dia 2

DIA 3					
LOCAL	CHEGADA	PARTIDA	entre postos	no posto	Comentários
Armazém central	início	08:44	00:08		
MA-edf.36	08:52	08:54	00:01	00:02	à procura de zorras
MM-edf.23	08:55	08:57	00:01	00:02	bidons
MP10	08:58	09:00	00:01	00:02	
MC-HP	09:01	09:03	00:01	00:02	
MC20	09:04	09:05	00:01	00:01	
Armazém central	09:06	10:01	00:01	00:55	idle
MC-IE	10:02	10:04	00:02	00:02	mix de coisas
MP10	10:06	10:12	00:02	00:06	quimicos/tintas
MA-H5-OIC	10:14	10:15	00:01	00:01	peças vieram erradamente da logística
MM15	10:16	10:20	00:03	00:04	
MA-H5-OIC	10:23	10:26	00:01	00:03	
MA-H4	10:27	10:38	00:01	00:11	pintura
MA-H4	10:39	10:41	00:04	00:02	desembarque armazém
MA-edf.36	10:45	10:46	00:01	00:01	
MA-H5-OIC	10:47	10:49	00:01	00:02	
MP10	10:50	10:51	00:02	00:01	
MC-HP	10:53	10:54	00:02	00:01	
Armazém central	10:56	11:07	00:01	00:11	
MC-IE	11:08	11:09	00:21		21 min à espera de material
Armazém central	11:30				
ALMOÇO					
Armazém central	Início	13:16	00:01		
MC-IE	13:17	13:19	00:01	00:02	
MP10	13:20	13:22	00:02	00:02	
MA-H4	13:24	13:25	00:03	00:01	pessoal a almoçar, pintura traseiras
MC-HP	13:28	13:29	00:01	00:01	
MA-H6	13:30	13:31	00:02	00:01	pintura
MP10	13:33	13:34	00:01	00:01	
MM-edf.23	13:35	13:36	00:01	00:01	
MC-HP	13:37	13:37	00:02	00:00	
Armazém central	13:39	13:54	00:03	00:15	
MA-H4	13:57	14:00	00:01	00:03	pintura traseiras
MM15	14:01	14:02	00:02	00:01	material para H4 pintura!
MA-H4	14:04	14:05	00:02	00:01	pintura traseiras
MA-edf.36	14:07	14:08	00:01	00:01	
MA-H4	14:09		00:00		TAM foi a pé, novamente para H4 pintura (traseiras)
MA-edf.36		14:10	00:03		
MA-H5-OIC	14:13	14:14	00:01	00:01	
MP10	14:15	14:28	00:01	00:13	
MC-HP	14:29	14:32	00:01	00:03	
Armazém central	14:33	14:36	00:01	00:03	
MC-IE	14:37	14:38	00:02	00:01	botijas
MP10	14:40	14:40	00:03	00:00	
MA-edf.36	14:43	14:44	00:01	00:01	
MM15	14:45	14:53	00:01	00:08	
Armazém central	14:54	fim			

Tabela 15 - Registo do acompanhamento in loco, dia 3

DIA 4					
LOCAL	CHEGADA	PARTIDA	entre postos	no posto	Comentários
Armazém central	inicio	08:22	00:05		
MC-HP	08:27	08:30	00:01	00:03	
Armazém central	08:31	08:33	00:03	00:02	
MP10	08:36	08:42	00:02	00:06	
MC-HP	08:44	08:44	00:01	00:00	
Armazém central	08:45	09:45	00:01	01:00	
MC-IE	09:46	09:47	00:01	00:01	
MP10	09:48	09:55	00:02	00:07	encher recipientes de plasticos e garraf. com hidroxio de sodio e hexano para o H4 e H5
MA-H5	09:57	10:05	00:02	00:08	H5 pintura
MA-H4	10:07	10:09	00:01	00:02	H4 ferramenta
MA-H4	10:10	10:12	00:01	00:02	deixar algumas garrafas (garraf.) de platisco Pintura H4
MP10	10:13	10:16	00:02	00:03	
MM15	10:18	10:23	00:02	00:05	
MP10	10:25	10:27	00:03	00:02	descarregar caixas e garraf., carregar outras e atrelar zorra com produtos para a lavagem
MA-H4	10:30	10:33	00:03	00:03	leave the trailer and the box and bottles, H4 lavagem
MC-HP	10:36	10:38	00:02	00:02	
MA-H6	10:40	10:49	00:01	00:09	lavagem
MC-IE	10:50	10:51	00:03	00:01	
MM15	10:54	10:58	00:03	00:04	
MA-edf.36	11:01	11:05	00:04	00:04	
MA-H5	11:09	11:11	00:03	00:02	
MC-HP	11:14	11:15		00:01	
Almoço					
Armazém central	inicio	13:25	00:01		
MC-IE	13:26	13:27	00:01	00:01	
MP10	13:28	13:45	00:01	00:17	
MA-H5-OIC	13:46	13:48	00:00	00:02	
MM15	13:48	13:49	00:02	00:01	
MA-edf.36	13:51	13:53	00:02	00:02	
MM-edf.23	13:55	13:55	00:03	00:00	
MA-H5	13:58	14:00	00:03	00:02	
MC-HP	14:03	14:06	00:01	00:03	
Armazém central	14:07	14:12	00:01	00:05	
LG.RECEÇÃO	14:13	14:13	00:01	00:00	
MC-IE	14:14	14:16	00:01	00:02	deixar algumas caixer e buscar documentos
MP10	14:17	14:22	00:02	00:05	
MM15	14:24	14:25	00:02	00:01	deixar caixas vazias
MA-H5-OIC	14:27	14:30	00:02	00:03	
MM-edf.23	14:32	14:32	00:01	00:00	deixar caixas
MC-HP	14:33	14:34	00:02	00:01	buscar caixas com peças
Armazém central	14:36	14:39	00:01	00:03	
LG.RECEÇÃO	14:40	14:40	00:04	00:00	deixar documentos
MP10	14:44	15:04	00:02	00:20	
MM-edf.23	15:06	15:10	00:03	00:04	deixar caixas com peças
MC-HP	15:13	15:15	00:01	00:02	
Armazém central	15:16		00:00	fim	

Tabela 16 - Registo do acompanhamento in loco, dia 4

DIA 5					
LOCAL	CHEGADA	PARTIDA	entre postos	no posto	Comentários
Armazém central	inicio	08:34	00:01		
MC-IE	08:35	08:38	00:03	00:03	
MC-HP	08:41	08:48	00:02	00:07	atrelar zorra
MP10	08:50	08:57	00:01	00:07	4 min idle time
MC-HP	08:58	09:03	00:00	00:05	
MC20	09:03	09:04	00:04	00:01	
Armazém central	09:08	09:09	00:01	00:01	
MC-IE	09:10	09:12	00:03	00:02	1 min idle time
MP10	09:15	09:18	00:01	00:03	
MM-Edf. 23	09:19	09:20	00:03	00:01	porta da frente
MA-H5-OIC	09:23	09:24	00:00	00:01	
MM15	09:24	09:25	00:02	00:01	
MM-Edf.36	09:27	09:33	00:09	00:06	
MA-H4	09:42	09:45	00:01	00:03	
MM-Edf. 23	09:46	09:47	00:07	00:01	
MC-HP	09:54	09:56	00:02	00:02	
Armazém central	09:58	10:26	00:01	00:28	
Recepção	10:27	10:29	00:00	00:02	
MC-IE	10:29	10:35	00:04	00:06	atrelar zorra
MP10	10:39	10:40	00:02	00:01	
MM-Edf. 23	10:42	10:43	00:00	00:01	
MA-H5-OIC	10:43	10:44	00:00	00:01	
MM15	10:44	10:45	00:02	00:01	
MM-Edf.36	10:47	10:49	00:03	00:02	
MC-IE	10:52	10:53	00:02	00:01	
MM15	10:55	10:59	00:02	00:04	
MM-Edf.36	11:01	11:03	00:01	00:02	
MC-HP	11:04	11:05	00:02	00:01	
Armazém central	11:07 fim				
Almoço					
Armazém central	inicio	14:00	00:02		
MC-IE	14:02	14:08	00:02	00:06	
MP10	14:10	14:24	00:02	00:14	atrelar zorra
MC-HP	14:26	14:33	00:01	00:07	atrelar zorra
Armazém central	14:34	14:35	00:01	00:01	
MC-IE	14:36	14:37	00:03	00:01	
MM-Edf. 23	14:40	14:45	00:00	00:05	
MA-H5-OIC	14:45	14:51	00:01	00:06	
MM15	14:52	14:55	00:04	00:03	
MM-Edf.36	14:59	15:00	00:04	00:01	
MC-HP	15:04	15:05	00:00	00:01	
MA-H6	15:05	15:09	00:01	00:04	
Armazém central	15:10	15:17	00:01	00:07	
MC-IE	15:18	15:20	00:02	00:02	
MP10	15:22	15:24	00:01	00:02	
MA-H5-OIC	15:25	15:26	00:01	00:01	
MM15	15:27	15:30	00:02	00:03	
MA-H4	15:32	15:33	00:08	00:01	
MC-HP	15:41	15:42	00:00	00:01	
MC20	15:42	15:43	00:00	00:01	
MA-H6	15:43	15:44	00:01	00:01	
MC-IE	15:45	15:46	00:01	00:01	
Armazém central	15:47 fim				

Tabela 17 - Registro do acompanhamento in loco, dia 5

Anexo D – Quadro resumo dos tempos médios de serviço em cada ponto (Calculados através dos tempos de serviço registados no acompanhamento *in loco*)

	Tempo de serviço Médio (Tempos registados)				Tempos de Serviço registados no acompanhamento in loco
	Pior caso	Melhor caso	Valor esperado		
MC-IE	4	1	2	MÉDIA (2;2;1;1;2;1;1;1;1;3;1;3;2;4;1;1;1;1;1;2;2;1;1;1;2)	
Armz. Produtos (MP10)	20	1	5	MÉDIA (0;9;8;2;4;2;2;3;1;2;4;4;2;6;1;2;1;13;0;6;7;3;2;17;5;20;5;4;1;14;2;3;3)	
Motores (edf. 23)	5	1	1	MÉDIA (0;1;1;5;1;1;1;1;1;2;2;2;1;0;4;0)	
Armz. Ferrosos (MM15)	8	1	3	MÉDIA (1;3;3;1;4;2;1;2;3;1;6;4;1;4;1;8;5;4;1;1)	
MA-H5-OIC	5	1	2	MÉDIA (1;1;1;2;1;1;3;5;4;1;1;2;1;2;3)	
MA-H4 (+ pintura)	15	1	4	MÉDIA (3;1;4;15;3;3;1;1;3;11;2;2;3)	
MA-H5	9	2	5	MÉDIA (3;9;3;8;2;2)	
Máquinas/Estruturas	6	1	2	MÉDIA (2;1;2;1;2;6;0;1;6;1;1;2;1;1)	
MC-HP	7	1	2	MÉDIA (2;2;5;1;0;1;1;1;2;1;1;0;3;0;2;1;3;1;2;2;2;7;1;1;1;7;5;2)	
MA-H6	9	1	4	MÉDIA (3;9;3;8;2;2;1;1;9)	
Recepção	2	1	1	MÉDIA (2;2;0;0;1)	
Químicos	6	1	2	MÉDIA (0;2;6;1)	
Armz int. cabines	1	1	1	MÉDIA (1;1;1;1;1)	
LG-EXP	1	1	1	MÉDIA (1)	

Tabela 18 - Tempos médios de serviço

Anexo E – Fotografia das zorras utilizadas para transporte de material dentro do campus



Figura 12 - Fotografia das zorras para transportam material dentro do campus



Figura 10 -Fotografia das zorras para transporte de material dentro do campus



Figura 11 - Fotografia das zorras para transporte de material dentro do campus

Anexo F – Gráficos com os destinos das requisições, por armazém

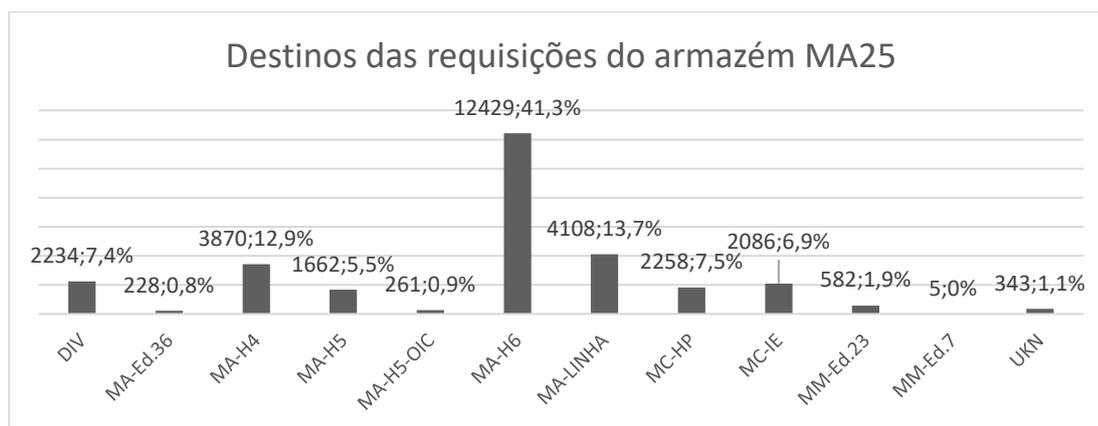


Gráfico 12 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém MA25, em termos absolutos e percentuais

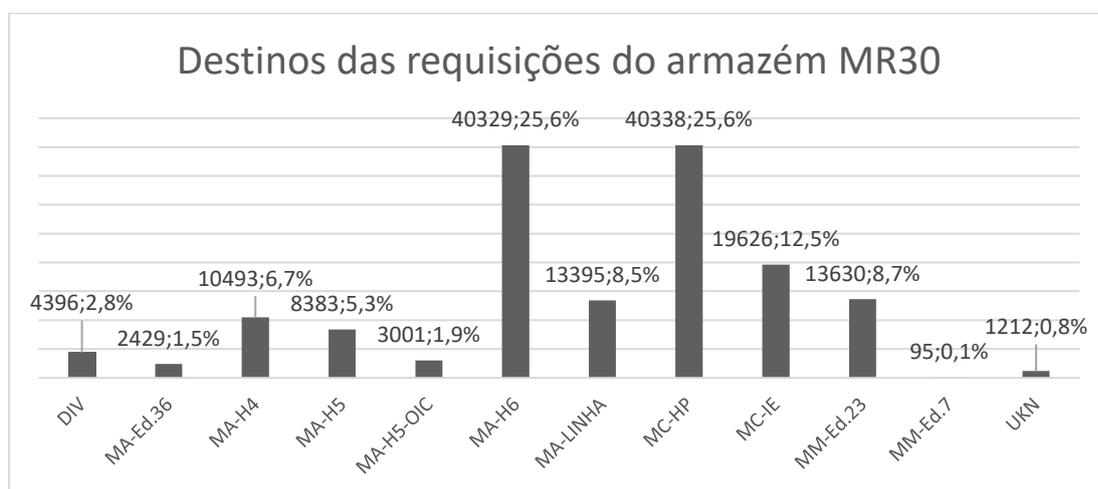


Gráfico 13 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém MR30, em termos absolutos e percentuais

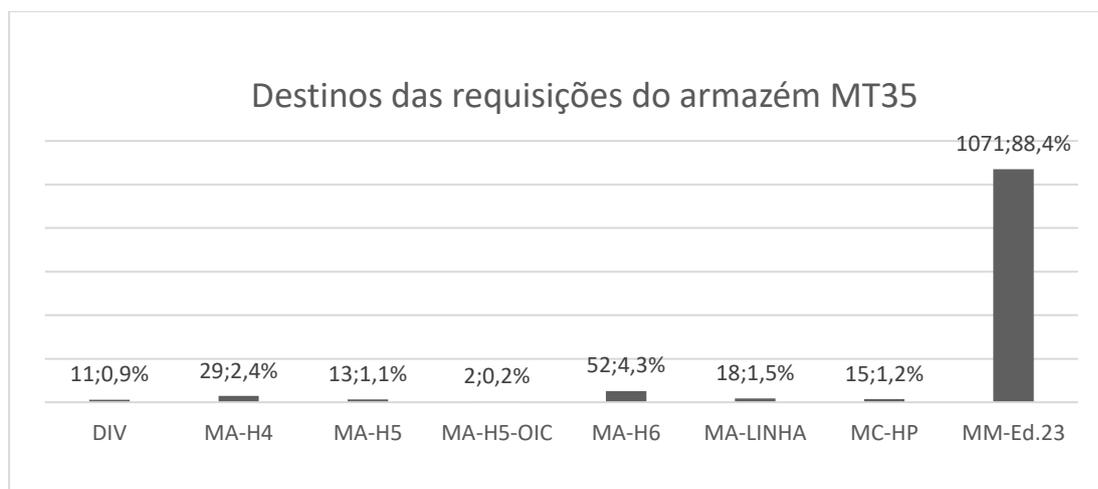


Gráfico 14 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém MT35, em termos absolutos e percentuais

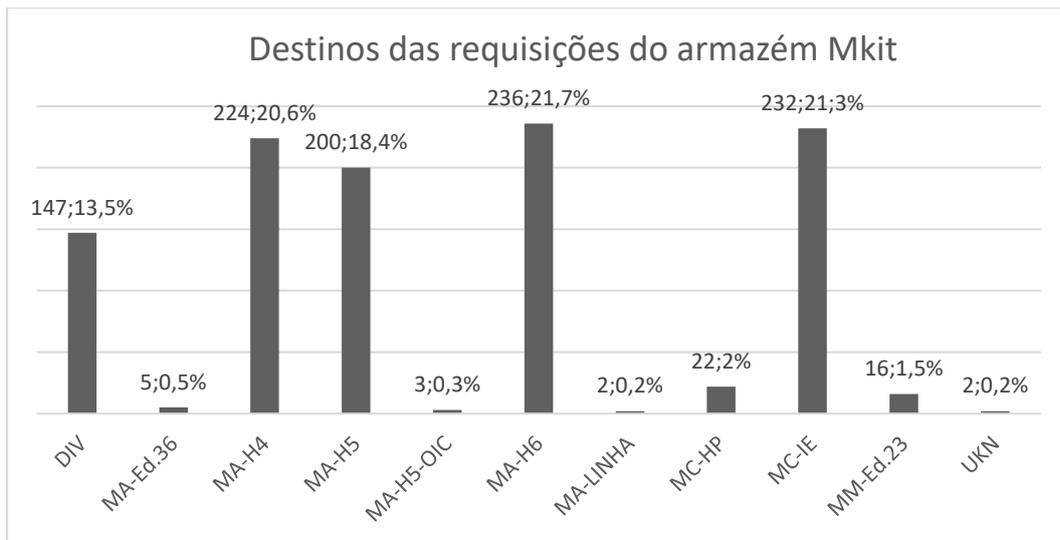


Gráfico 15 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém Mkit, em termos absolutos e percentuais

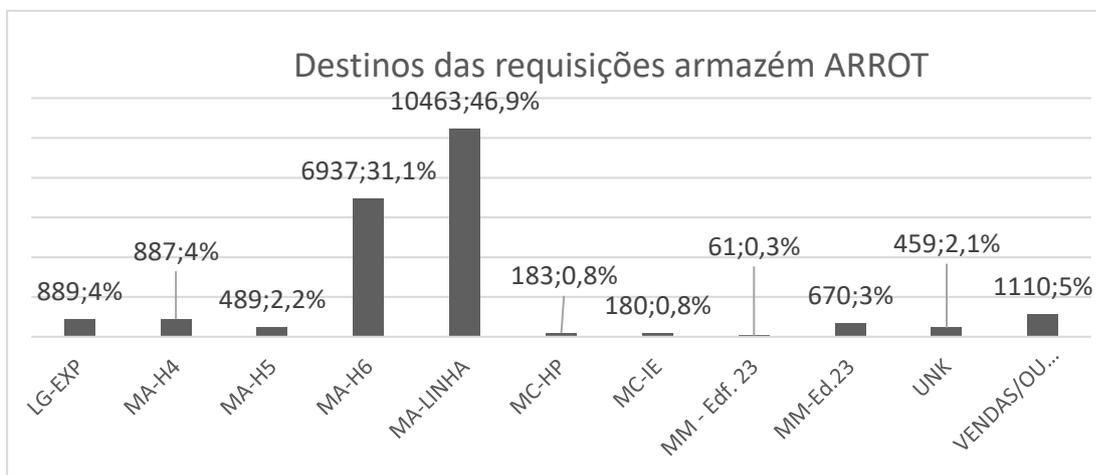


Gráfico 16 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém ARROT, em termos absolutos e percentuais

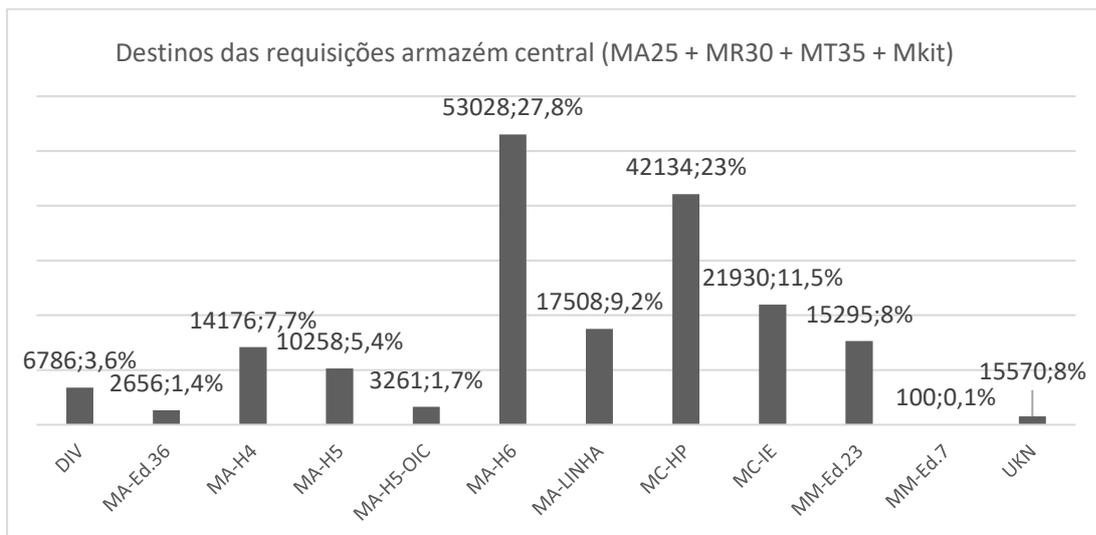


Gráfico 17 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém central (sem considerar ARROT), em termos absolutos e percentuais

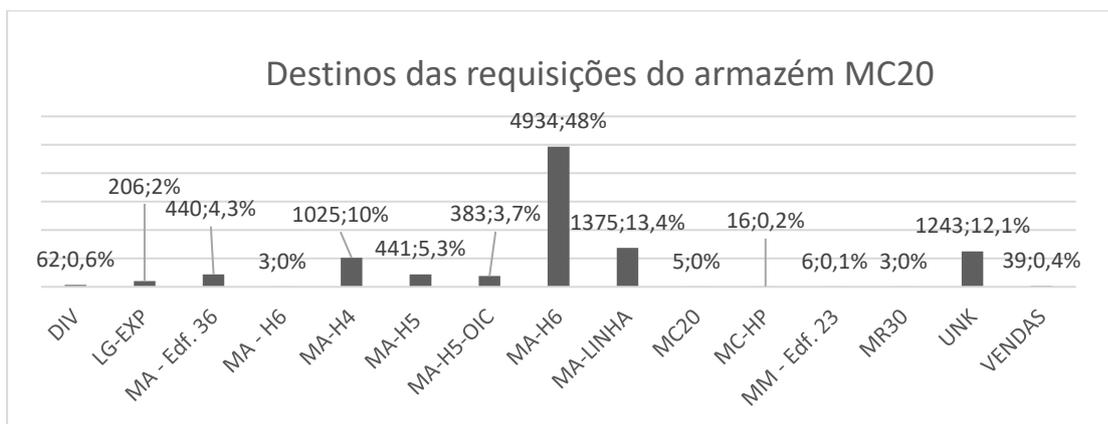


Gráfico 18 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém MC20, em termos absolutos e percentuais

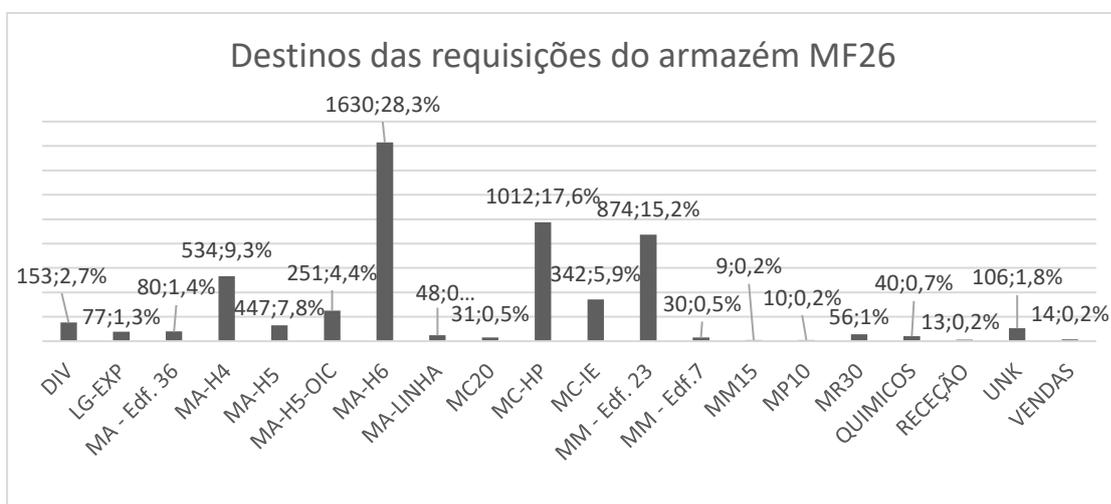


Gráfico 19 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém MF26, em termos absolutos e percentuais

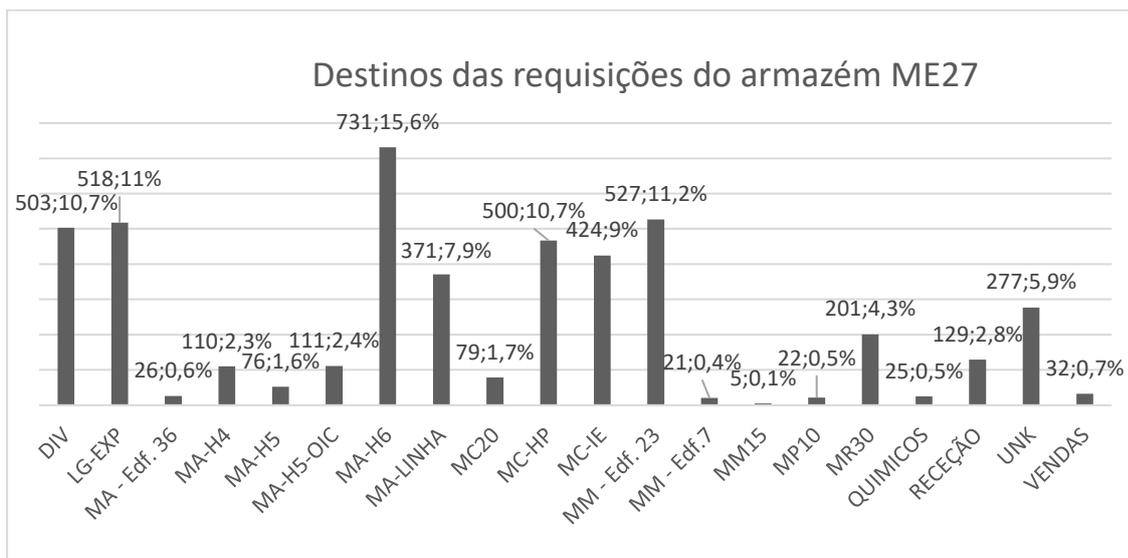


Gráfico 20 - Destinos das requisições analisadas feitas ao armazém ME27, em termos absolutos e percentuais

Anexo G – Gráficos destinados por hora de satisfação, por armazém

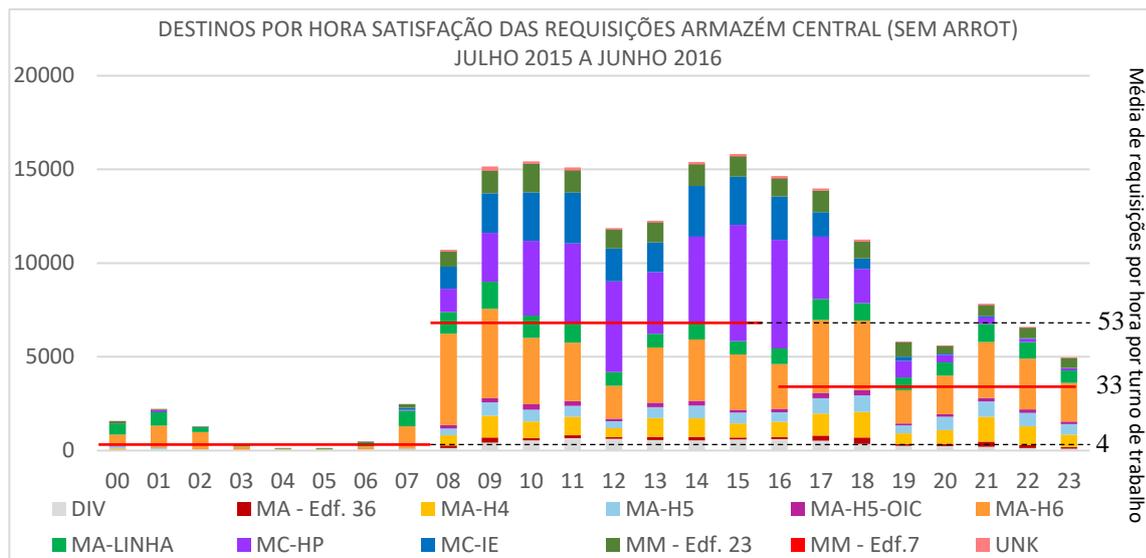


Gráfico 21- Principais destinos por hora de satisfação referente ao armazém central (total e média por hora em cada turno de trabalho)

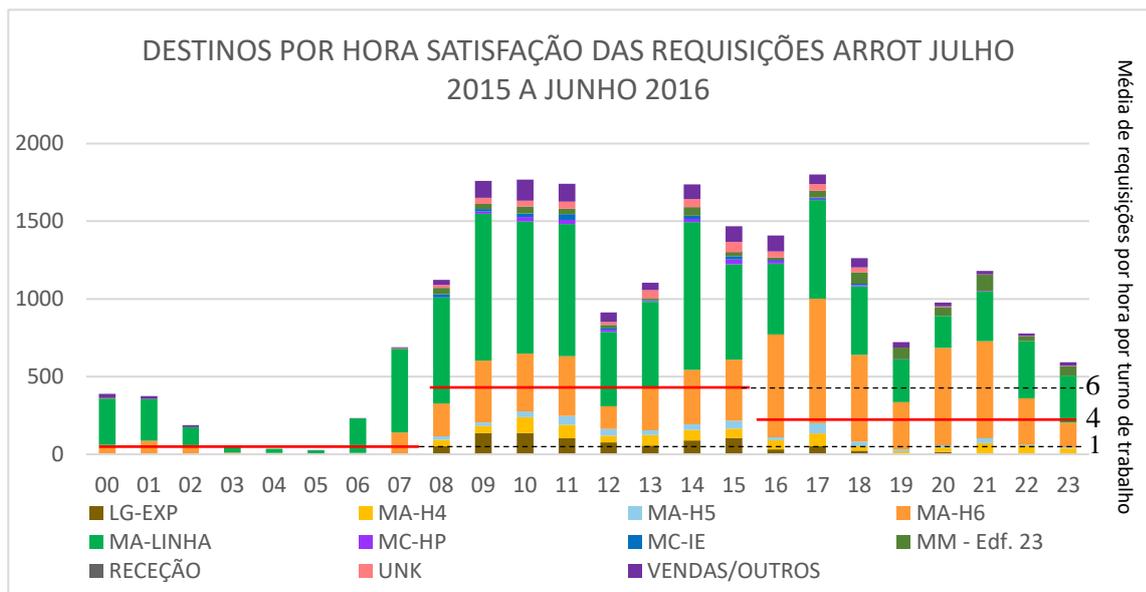


Gráfico 22 - Principais destinos por hora de satisfação do armazém ARROT (total e média por hora em cada turno de trabalho)

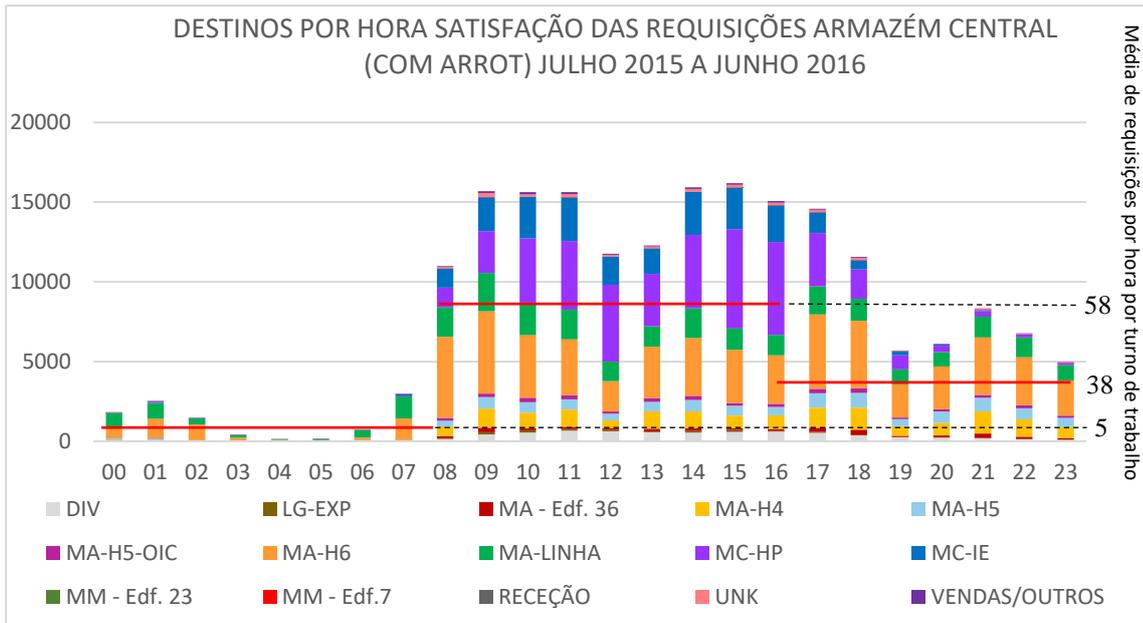


Gráfico 23 - Principais destinos por hora de satisfação do armazém central com armazém ARROT (total e média por hora em cada turno de trabalho)

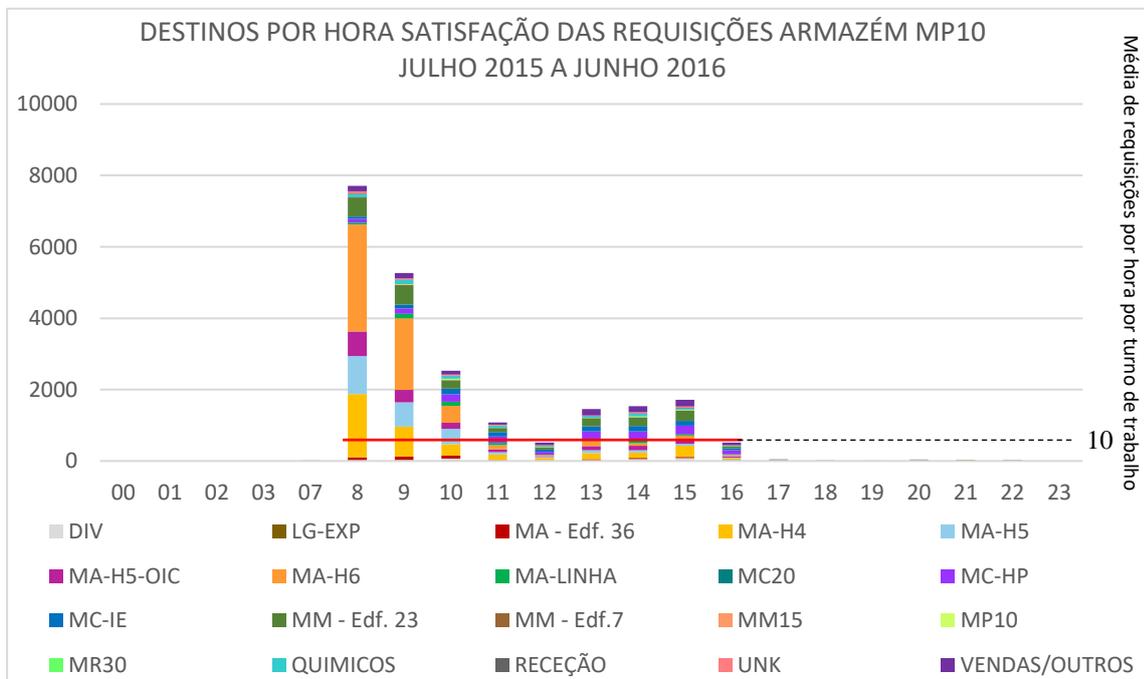


Gráfico 24 - Principais destinos por hora de satisfação do armazém MP10 (total e média por hora em cada turno de trabalho)

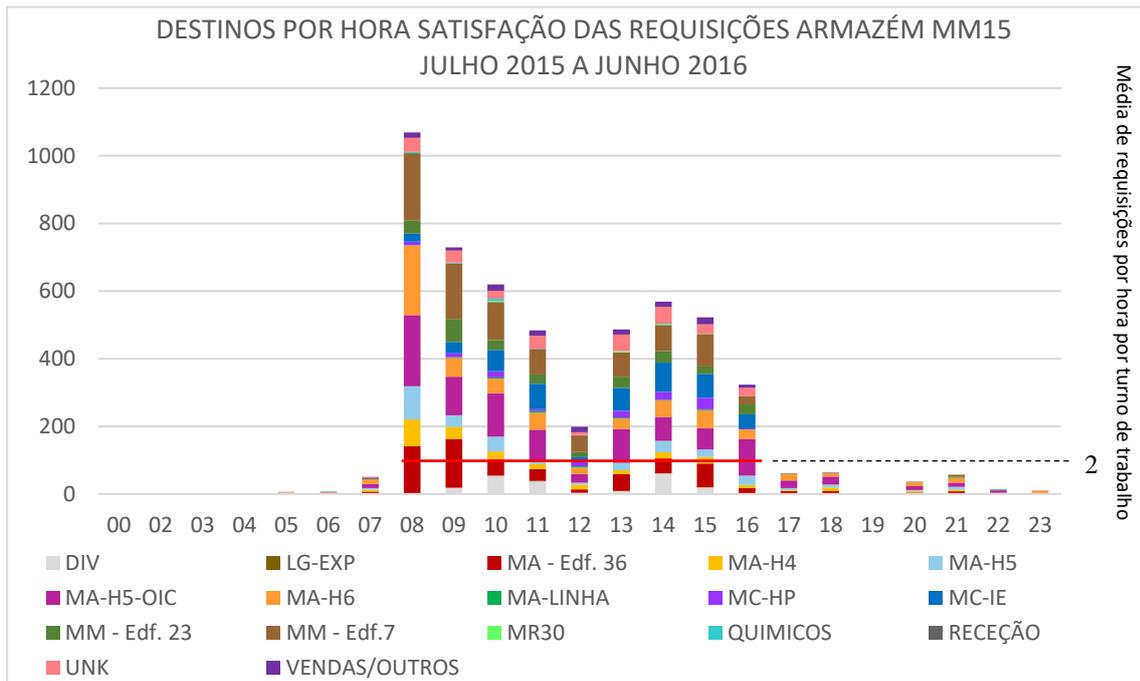


Gráfico 26 - Principais destinos por hora de satisfação do armazém MM15 (total e média por hora em cada turno de trabalho)

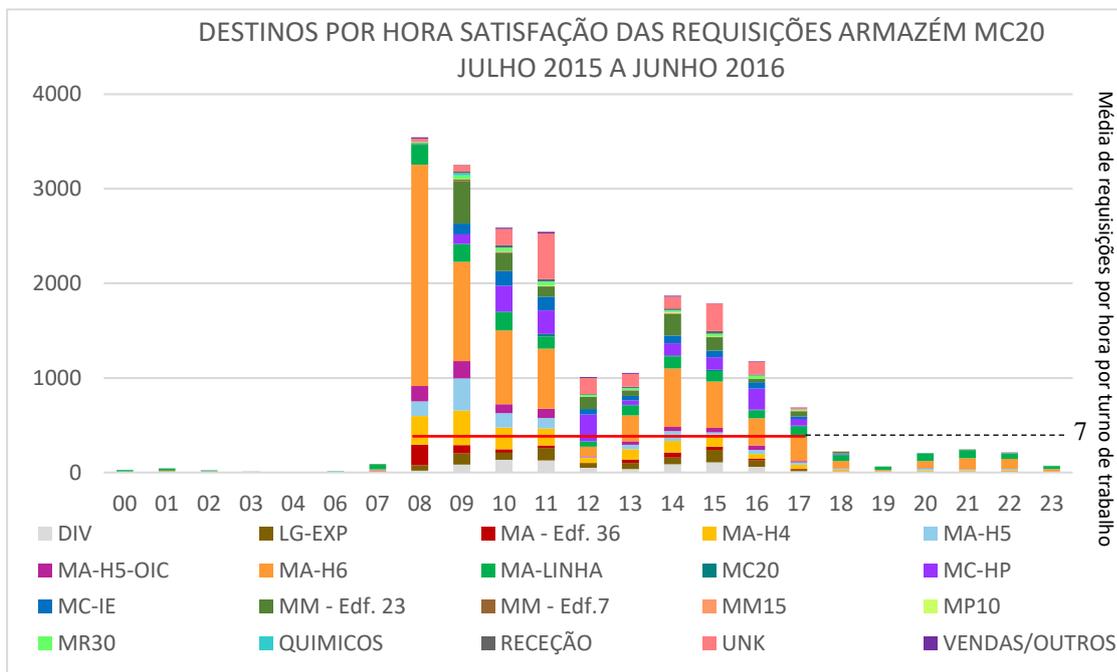


Gráfico 25 - Principais destinos por hora de satisfação do armazém MC20 (total e média por hora em cada turno de trabalho)

Anexo H – Matriz de distâncias entre cada par de pontos

	ARMZ. CENTRAL	LG - RECEÇÃO	MC-IE	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	MM - EDF. 23 (MOTORES)	MA-H5-OIC	ARMZ. FERROSOS (MM15)	MA-H4	MA-H5	QUÍMICOS	MÁQUINAS (MM-EDF. 7) + ESTRUTURAS (MA-EDF. 36)	MC-HP	ARMZ. INTERIORES CABINES (MC20+MEZ7+MF26)	MA-H6	LG-EXP
	ARMZ. CENTRAL	138	289	485	679	795	844	1078	1239	1050	1112	726	871	884	967
	LG - RECEÇÃO		151	347	541	657	706	940	1101	912	974	588	733	746	829
	MC-IE	1053		498	692	808	857	1062	1223	1063	1125	739	884	897	980
	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	578	498		240	356	405	639	800	611	673	287	432	445	528
	MOTORES (MM - EDF. 23)	593	692	240		116	165	399	560	371	433	279	424	437	520
	MA-H5-OIC	709	808	356	116		49	283	444	365	427	395	540	553	636
	ARMZ. FERROSOS (MM15)	758	857	405	165	49		234	395	316	378	444	589	602	685
	MA-H4	1004	1062	639	399	283	234		305	492	554	690	835	848	931
	MA-H5	1165	1223	800	560	444	395	305		653	715	851	996	1009	1092
	QUÍMICOS	964	1063	611	371	365	316	492	653		62	650	795	808	891
	MÁQUINAS (MM-EDF. 7) + ESTRUTURAS (MA-EDF. 36)	1026	1125	673	433	427	378	554	715	62		712	857	870	953
	MC-HP	314	603	799	993	1109	1158	1392	1553	1364	1426		145	158	241
	ARMZ. INTERIORES CABINES (MC20+MEZ7+MF26)	169	458	654	848	964	1013	1247	1408	1219	1281	895		13	96
	MA-H6	156	445	641	835	951	1000	1234	1395	1206	1268	882	13		83
	LG-EXP	73	362	558	752	868	917	1151	1312	1123	1185	799	944	957	

Tabela 19 - Distâncias entre cada par de pontos dentro do campus TAP M&E

Matriz tempos de transporte entre cada par de pontos (calculados através da fórmula Tempo (min) =Distância/Velocidade)

	ARMZ. CENTRAL	RECEÇÃO	MC-IE	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	MOTORES (EDF. 23)	MA-H5-OIC	ARMZ. FERROSOS (MM15)	MA-H4	MA-H5	QUIMICOS	MÁQUINAS (MM-EDF. 7) + ESTRUTURAS (MA-EDF. 36)	MC-HP	ARMZ. INTERIORES CABINES (MC20+ME27+MF26)	MA-H6	LG-EXP
ARMZ. CENTRAL		0,414	0,867	1,455	2,037	2,385	2,532	3,234	3,717	3,15	3,336	2,178	2,613	2,652	2,901
RECEÇÃO	0,414		0,453	1,041	1,623	1,971	2,118	2,82	3,303	2,736	2,922	1,764	2,199	2,238	2,487
MC-IE	0,867	0,453		1,494	2,076	2,424	2,571	3,186	3,669	3,189	3,375	2,217	2,652	2,691	2,94
ARMZ. PRODUTOS (MP10)	1,455	1,041	1,494		0,72	1,068	1,215	1,917	2,4	1,833	2,019	0,861	1,296	1,335	1,584
MOTORES (EDF. 23)	1,779	1,623	2,076	0,72		0,348	0,495	1,197	1,68	1,113	1,299	0,837	1,272	1,311	1,56
MA-H5-OIC	2,127	1,971	2,424	1,068	0,348		0,147	0,849	1,332	1,095	1,281	1,185	1,62	1,659	1,908
ARMZ. FERROSOS (MM15)	2,274	2,118	2,571	1,215	0,495	0,147		0,702	1,185	0,948	1,134	1,332	1,767	1,806	2,055
MA-H4	3,012	2,82	3,186	1,917	1,197	0,849	0,702		0,915	1,476	1,662	2,07	2,505	2,544	2,793
MA-H5	3,495	3,303	3,669	2,4	1,68	1,332	1,185	0,915		1,959	2,145	2,553	2,988	3,027	3,276
QUIMICOS	2,892	2,736	3,189	1,833	1,113	1,095	0,948	1,476	1,959		0,186	1,95	2,385	2,424	2,673
MÁQUINAS (MM-EDF. 7) + ESTRUTURAS (MA-EDF. 36)	3,078	2,922	3,375	2,019	1,299	1,281	1,134	1,662	2,145	0,186		2,136	2,571	2,61	2,859
MC-HP	0,942	1,356	1,809	2,397	2,979	3,327	3,474	4,176	4,659	4,092	4,278		0,435	0,474	0,723
ARMZ. INTERIORES CABINES	0,507	0,921	1,374	1,962	2,544	2,892	3,039	3,741	4,224	3,657	3,843	2,685		0,039	0,288
MA-H6	0,468	0,882	1,335	1,923	2,505	2,853	3	3,702	4,185	3,618	3,804	2,646	0,039		0,249
LG-EXP	0,219	0,633	1,086	1,674	2,256	2,604	2,751	3,453	3,936	3,369	3,555	2,397	2,832	2,871	

Tabela 20 - Tempos de transporte entre cada par de pontos no campus TAP M&E

ROTA:

Carrinha de distribuição:

- 13 – Armazém Central
- 14 – LG – Recepção
- 15 – MC - IE
- 10 – Armazém de Produtos - MP10
- 7 – MM – Edf. 23
- 6 - MA-H5-OIC
- 4 – Armazém de Ferrosos - MM15
- 3 – MA-H4
- 5 – MA-H5
- 2 – Químicos
- 1 – MA – Edf. 36 e MM – Edf. 7
- 8 – MC-HP
- 9 – Armazém de Interior de Cabines - MC20;
- 11 – MA-H6
- 12 – LG – EXP
- 13 – Armazém Central

Carro Elétrico:

- 13 – Armazém Central
- 11 – MA-H6
- 8 – MC-HP
- 13 – Armazém Central
- 15 – MC - IE

- Carrinha
- Carro elétrico

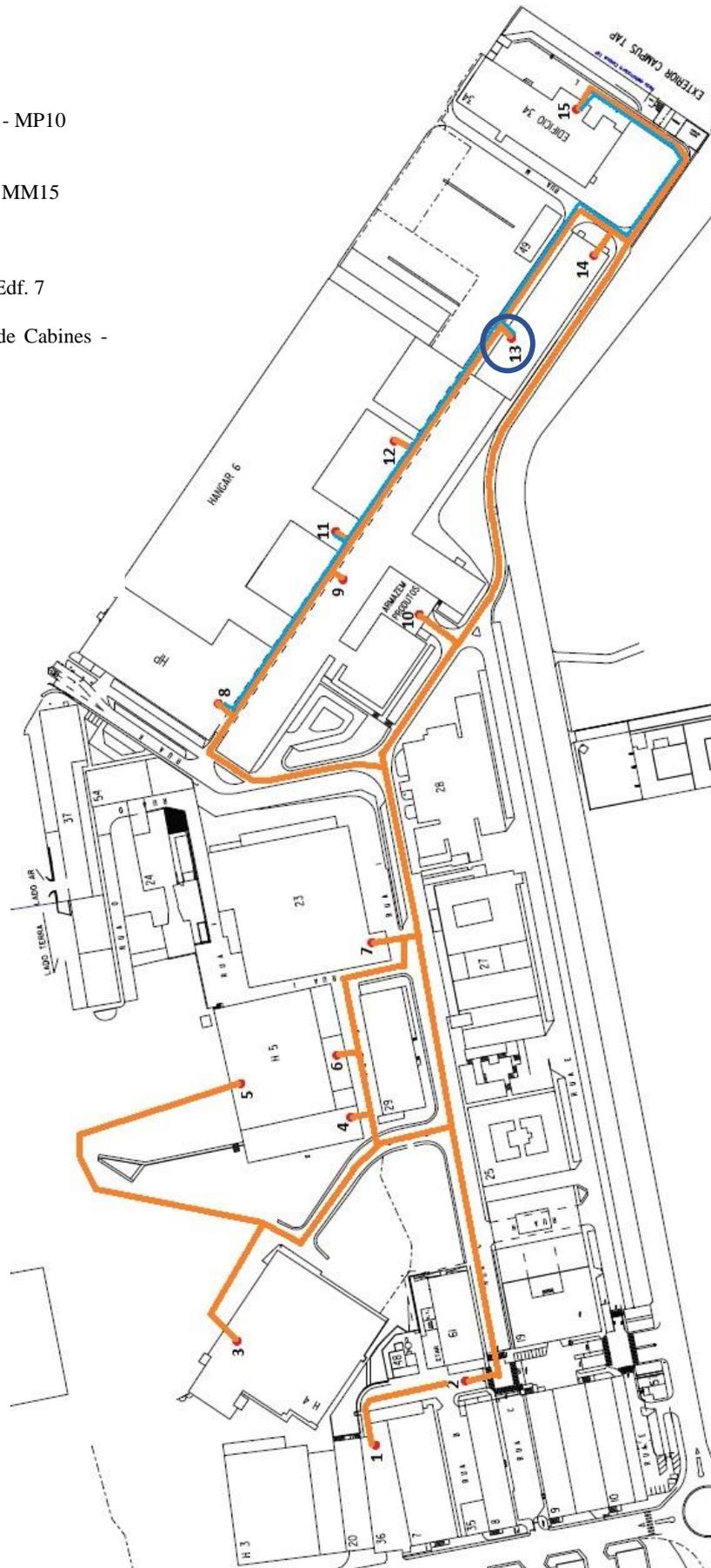


Figura 14 - Representação na planta do campus do C2

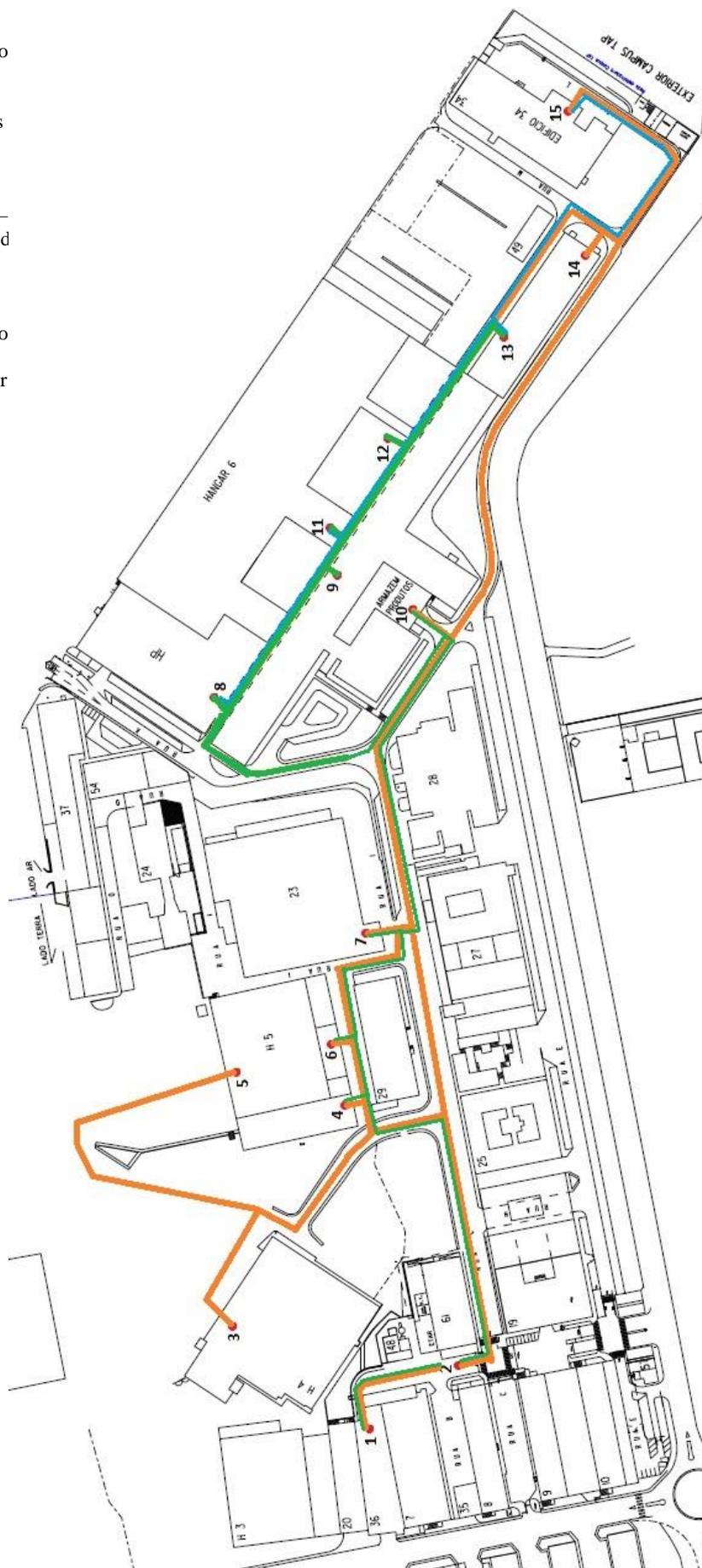
ROTA:

Carrinha de distribuição:

- (ida) 13 – Armazém Central
- 14 – LG – Recepção
- 15 – MC - IE
- 10 – Armazém de Produto
- 7 – MM – Edf. 23
- 6 – MA-H5-OIC
- 4 – Armazém de Ferrosos
- 3 – MA-H4
- 5 – MA-H5
- 2 – Químicos
- 1 – MA – Edf. 36 e MM –
- (volta) 4 – Armazém d
- MM15
- 6 - MA-H5-OIC
- 7 – MM – Edf. 23
- 10 – Armazém de Produto
- 8 – MC-HP
- 9 – Armazém de Interior
- MC20;
- 11 – MA-H6
- 12 – LG – EXP
- 13 – Armazém Central

Carro Elétrico:

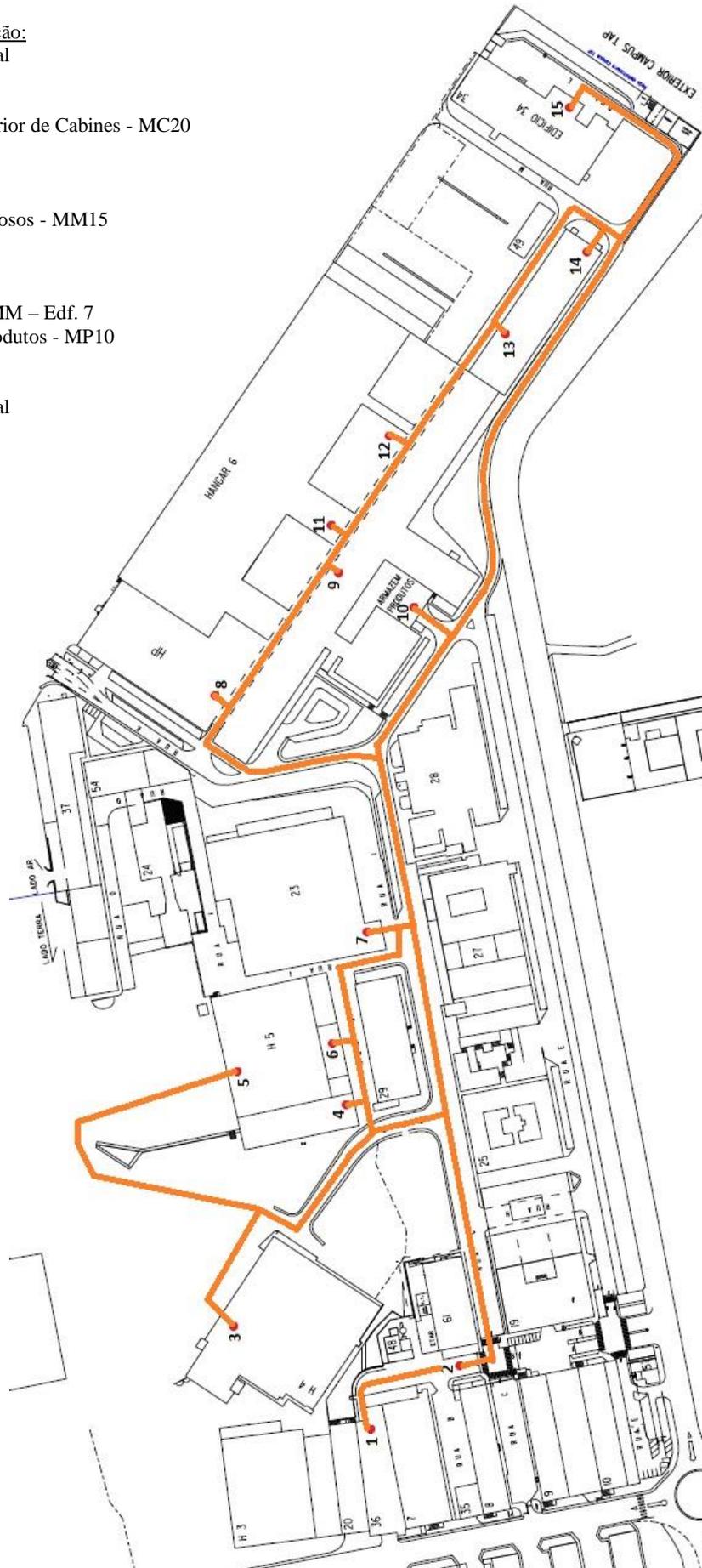
- 13 – Armazém Central
- 11 – MA-H6
- 8 – MC-HP
- 13 – Armazém Central
- 15 – MC - IE
- 13 – Armazém Central



ROTA:

Carrinha de distribuição:

- 13 – Armazém Central
- 12 – LG – EXP
- 11 – MA-H6
- 9 – Armazém de Interior de Cabines - MC20
- 8 – MC-HP
- 7 – MM – Edf. 23
- 6 – MA-H5-OIC
- 4 – Armazém de Ferrosos - MM15
- 3 – MA-H4
- 5 – MA-H5
- 2 – Químicos
- 1 – MA – Edf. 36 e MM – Edf. 7
- 10 – Armazém de Produtos - MP10
- 15 – MC - IE
- 14 – LG – Recepção
- 13 – Armazém Central



ANEXO J – Representação do sentido inverso do túnel e matriz de distâncias entre cada par de pontos considerando o sentido inverso do túnel

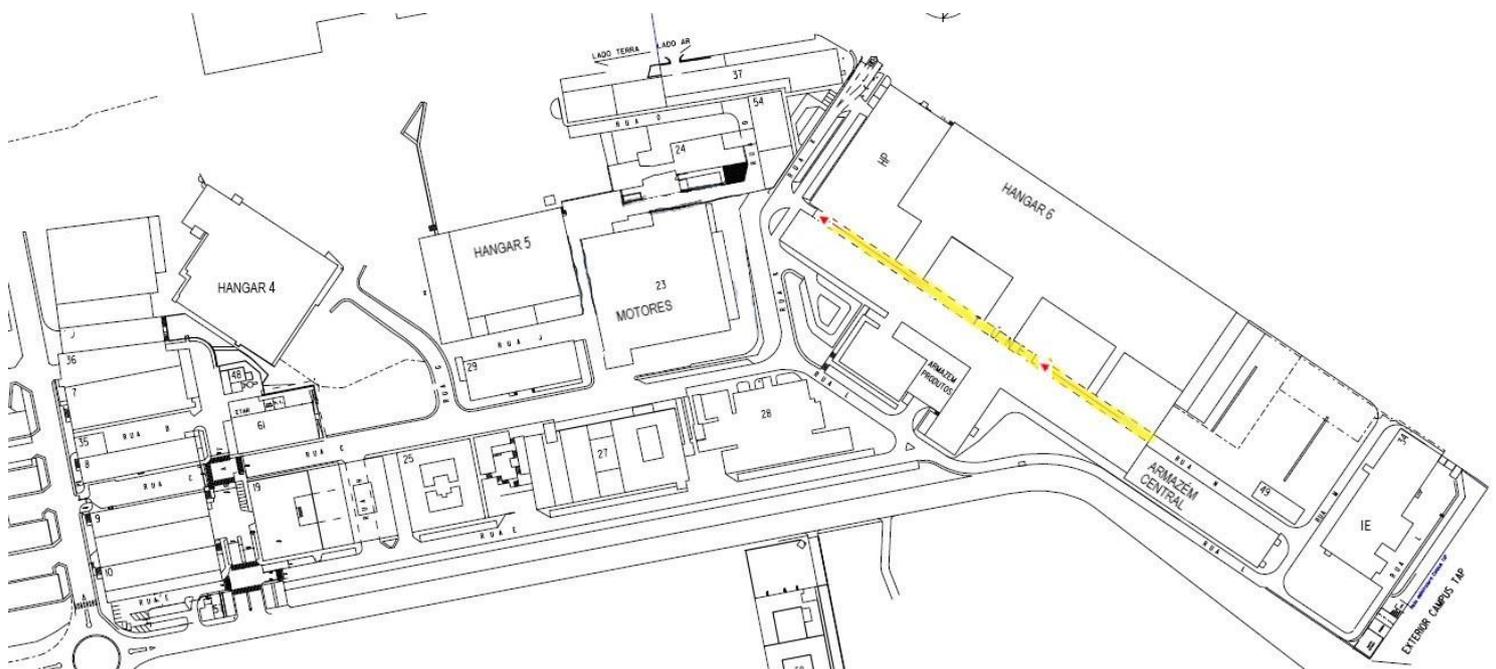


Figura 15 - Representação do sentido inverso do túnel

	ARMZ. CENTRAL	RECEÇÃO	MC-IE	ARMZ. PRODUTOS (MP10)	MOTORES (EDF. 23)	MA-HS-OIC	ARMZ. FERROSOS (MM15)	MA-H4	MA-H5	QUIMICOS	MÁQUINAS (MM-EDF. 7) + ESTRUTURAS (MA-EDF. 36)	MC-HP	ARMZ. INTERIORES CABINES (MC20+ME27+MF26)	MA-H6	LG-EXP
		138	289	485	593	709	758	992	1153	964	1026	314	169	156	73
RECEÇÃO	138		151	347	541	657	706	940	1101	912	974	452	307	294	211
MC-IE	289	151		498	692	808	857	1091	1252	1063	1125	603	458	445	362
ARMZ. PRODUTOS (MP10)	485	347	498		240	356	405	639	800	611	673	799	654	641	558
MOTORES (EDF. 23)	679	541	692	240		116	165	399	560	371	433	993	848	835	752
MA-HS-OIC	795	657	808	356	116		49	283	444	365	427	1109	954	951	868
ARMZ. FERROSOS (MM15)	844	706	857	405	165	49		234	395	316	378	1158	1013	1000	917
MA-H4	1078	940	1091	636	399	283	234		305	492	554	1392	1247	1234	1151
MA-H5	1239	1101	1252	800	560	444	395	305		653	715	1553	1408	1395	1312
QUIMICOS	1050	912	1063	611	371	365	316	492	653		62	1364	1219	1206	1123
MÁQUINAS (MM-EDF. 7) + ESTRUTURAS (MA-EDF. 36)	1112	974	1125	673	433	427	378	554	715	62		1426	1281	1268	1185
MC-HP	726	588	739	287	279	395	444	678	839	650	712		895	882	799
ARMZ. INTERIORES CABINES (MC20+ME27+MF26)	871	733	884	432	424	540	589	823	984	795	857	145		1027	944
MA-H6	884	746	897	445	437	553	602	836	997	808	870	158	13		1040
LG-EXP	967	829	980	528	520	636	685	919	1080	891	953	241	96	83	

+ perto lado esquerdo do tunel

Tabela 21- Distâncias entre cada par de pontos, considerando o sentido inverso do túnel