



ANDRÉ LEITÃO
DOS SANTOS

**GESTÃO DE ATIVOS MÓVEIS NA
INDÚSTRIA VIDREIRA: ESTUDO DE
CASO DOS CAVALETES NA
VITROCHAVES S. A.**

Relatório de Projeto do Mestrado em
Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

ORIENTADORES

Professor Doutor Tiago Pinho

Professor Doutor Vítor Caldeirinha

Dezembro 2025

**ANDRÉ LEITÃO
DOS SANTOS**

**GESTÃO DE ATIVOS MÓVEIS NA
INDÚSTRIA VIDREIRA: ESTUDO DE
CASO DOS CAVALETES NA
VITROCHAVES S. A.**

JÚRI

Presidente: Prof. Coordenador João Miguel Lemos
Chasqueira Nabais

Vogal Arguente: Prof. Adjunto Conv. Hugo Miguel da Silva
Carvalho

Orientador: Prof. Coordenador Tiago Miguel Santa Rita
Simões de Pinho

Dezembro 2025

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus orientadores, Tiago Pinho e Vítor Caldeirinha, por toda a orientação, disponibilidade e compreensão para a realização deste trabalho.

Reconheço igualmente o apoio da empresa Vitrochaves S.A., que possibilitou o desenvolvimento deste projeto e proporcionou as condições necessárias para a sua concretização.

Não poderia deixar de mencionar o suporte constante da minha família e amigos, cujo incentivo foi fundamental ao longo de todo o trajeto académico.

Por fim, expresso o meu reconhecimento a todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o percurso que tornou este trabalho possível.

Resumo

A gestão de ativos físicos constitui um elemento central na otimização das operações em contextos industriais, com impacto direto na eficiência, segurança e continuidade produtiva. Na indústria vidreira, os cavaletes utilizados para o transporte e armazenamento de vidro transformado assumem particular relevância, enquanto ativos móveis de suporte logístico. Este projeto, tem como objetivo analisar os processos associados à gestão destes ativos da Vitrochaves S.A., empresa nacional com atividade consolidada no sector. A abordagem metodológica adotada é de natureza quantitativa, assente na observação direta e sistematização de dados operacionais recolhidos entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024. Pretende-se, com este estudo, aprofundar a compreensão sobre a atual realidade da gestão de cavaletes nesta unidade, contribuindo para a reflexão sobre práticas, desafios e potenciais de melhoria em cenários industriais semelhantes.

Palavras-chave: Gestão de ativos físicos, Cavaletes, Logística, Indústria Vidreira

Abstract

Physical asset management plays a central role in optimizing operations within industrial contexts, with direct implications for efficiency, safety, and production continuity. In the glass industry, the glass transport racks used for transporting and storing processed glass are particularly relevant, as mobile logistical assets. This project aims to examine the processes related to the management of these assets of Vitrochaves S.A., a Portuguese company with a consolidated presence in the sector industry. The methodological approach is quantitative, based on direct observation, and the systematization of operational data collected between January 2023 and December 2024. The study seeks to deepen understanding of the current state of rack management in this unit, contributing to broader reflection on practices, challenges, and opportunities for improvement in similar industrial environments.

Keywords: Physical asset management, Glass transport racks, Logistics, Glass Industry

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Índice	vi
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	viii
Introdução	1
1. Revisão de Literatura.....	3
1.1 Gestão de ativos físicos: fundamentos e normas	3
1.2 Tecnologias de rastreamento e controlo de ativos.....	5
1.3 Gestão de ativos na indústria vidreira.....	8
1.4 Considerações finais da revisão de literatura.....	9
2. Objetivos e Metodologia.....	11
2.1 Objetivo geral do estudo	11
2.2 Objetivos específicos	12
2.3 Metodologia.....	12
2.4 Técnicas de recolha de dados e fontes de informação.....	13
3. Caracterização da Empresa.....	15
3.1 Enquadramento geral da Vitrochaves S.A.	15
3.2 Estrutura produtiva da Vitrochaves S.A.....	16
3.3 Cadeia de abastecimento da Vitrochaves S.A.....	18
3.4 Logística na Vitrochaves S.A.....	21
3.4.1 Organização da atividade logística	21
3.4.2 Rede de transporte e tipologia de rotas	23
3.4.3 Fluxo operacional da movimentação de cavaletes.....	25
4. Análise e Discussão de Resultados	28
4.1 Contextualização do problema e objeto de estudo	28
4.2 Estrutura e preparação dos dados para análise	30
4.3 Caracterização dos registos de cavaletes.....	31
4.3.1 Estrutura dos dados de movimentação	31
4.3.2 Tipologias de cavaletes.....	32

4.4 Análise dos dados de movimentação de cavaletes	37
4.4.1 Volume total de movimentações (2023–2024)	37
4.4.2 Evolução mensal das movimentações de cavaletes	39
4.4.3 Distribuição geográfica das movimentações de cavaletes.....	41
4.4.4 Investimento em cavaletes: reforço da capacidade logística	46
4.5 Propostas de melhoria	49
5. Conclusão	56
Referências Bibliográficas.....	59
Apêndices	1
Apêndice A - Documentação visual do processo logístico externo dos cavaletes.....	1
Apêndice B - Exemplos de guias de entrega/recolha de cavaletes	3
Apêndice C - Registos fotográficos de cavaletes carregados	5
Apêndice D – Dados estatísticos complementares	7

Índice de Figuras

Figura 1. Fachada da fábrica de Benavente.....	16
Figura 2. Armazenamento de chapas e mesa de corte	18
Figura 3. Fluxo da cadeia de abastecimento da Vitrochaves S.A.	20
Figura 4. Layout do armazém.....	20
Figura 5. Camião da Vitrochaves S.A. carregado para expedição	22
Figura 6. Camião Tir da Vitrochaves S.A.	24
Figura 7. Processo de circulação externo dos cavaletes	26
Figura 8. Cavaletes vazios dispostos no parque exterior da Vitrochaves S.A.....	33
Figura 9. Exemplo de cavalete simples utilizado pela Vitrochaves S.A.	34
Figura 10. Exemplo de cavalete duplo utilizado pela Vitrochaves S.A.....	35
Figura 11. Exemplo de cavalete triplo utilizado pela Vitrochaves S.A.	36
Figura 12. Evolução mensal dos cavaletes entregues em 2023 e 2024.....	40
Figura 13. Evolução mensal dos cavaletes recolhidos em 2023 e 2024	40
Figura 14. Representação geográfica das entregas de cavaletes em Portugal (2023–2024).....	45

Índice de Tabelas

Tabela 1. Quantidade de cavaletes identificados por tipologia	33
Tabela 2. Caracterização técnica dos cavaletes Simples	34
Tabela 3. Caracterização técnica dos cavaletes Duplos	35
Tabela 4. Caracterização técnica dos cavaletes Triplos	36
Tabela 5. Movimentação total de cavaletes	38
Tabela 6. Entregas e recolhas de cavaletes por rota geográfica (2023)	42
Tabela 7. Entregas e recolhas de cavaletes por rota geográfica (2024)	43
Tabela 8. Número de cavaletes comprados e valor total associado (2023–2024)	47
Tabela 9. Preços médios unitários por tipologia de cavalete	48

Introdução

A gestão de ativos físicos tem vindo a assumir um papel cada vez mais estratégico no contexto organizacional, sobretudo em setores industriais onde a eficiência operacional, a segurança e a disponibilidade de equipamentos têm impacto direto na produtividade e na competitividade das corporações. De acordo com Neely (2021), as organizações industriais de elevado desempenho são aquelas que conseguem integrar a gestão de ativos na sua estratégia global, transformando-a num fator de criação de valor e de sustentabilidade funcional. Nesta circunstância, o controlo e o rastreamento eficaz de ativos móveis, a exemplo dos cavaletes utilizados no transporte e armazenamento de vidro transformado, representam um desafio crescente, frequentemente negligenciado pelas organizações.

O setor da transformação de vidro, devido à natureza frágil, volumosa e personalizada dos seus produtos, exige uma logística cuidada e altamente coordenada. Os cavaletes desempenham aqui um papel fundamental, servindo como suporte físico indispensável ao manuseamento e expedição do vidro para os clientes finais. A sua gestão inadequada pode originar perdas logísticas, atrasos na produção, aumento de custos e, em casos extremos, a interrupção do processo produtivo por falta de equipamentos disponíveis. Tal como salientam Christopher e Peck (2012), a eficácia logística e a gestão de fluxos físicos constituem pilares essenciais da resiliência organizacional, sendo determinantes para o desempenho competitivo das empresas industriais.

A Vitrochaves S.A., empresa portuguesa do setor vidreiro, com unidades em Chaves e Benavente, enfrenta atualmente diversas limitações no que respeita à gestão sistemática dos seus cavaletes. O controlo das movimentações é realizado de forma manual, através de guias físicas, sem integração digital e sem reais mecanismos de responsabilização atribuídos aos clientes quanto à devolução atempada dos equipamentos. Esta realidade, aliada ao aumento do volume da atividade da companhia, tem conduzido nos últimos anos, a um investimento contínuo na aquisição de novos cavaletes, traduzindo-se num aumento significativo de custos operacionais.

Face a esta circunstância, o presente projeto, tem como objetivo geral analisar os processos de gestão de cavaletes na Vitrochaves S.A., de modo a identificar fragilidades, desafios e oportunidades de melhoria, com base na análise quantitativa dos dados funcionais da empresa e nas práticas de gestão de ativos observadas no setor. Pretende-se, em particular, compreender

de que forma o estudo das movimentações e dos saldos de cavaletes pode contribuir para a definição de estratégias mais eficientes de controlo e recuperação dos equipamentos.

A pergunta de partida que orienta o estudo é a seguinte: como pode a Vitrochaves S.A. otimizar a gestão e o rastreamento dos seus cavaletes, assegurando uma utilização eficiente e sustentável destes recursos logísticos?

Para alcançar este propósito, a investigação procura caracterizar o sistema atual de gestão de cavaletes, identificar as suas principais limitações de execução e analisar os padrões de utilização e recuperação através do tratamento quantitativo dos dados disponíveis. A partir dessa análise, propõem-se ações de melhoria que visam reforçar a eficiência do processo logístico e a racionalização da gestão destes ativos móveis.

A metodologia adotada baseia-se num estudo de caso de natureza quantitativa, apoiado na recolha e tratamento de dados reais da empresa referentes aos anos de 2023 e 2024. O estudo inclui a análise das guias de entrega e recolha de cavaletes, a organização da informação em bases de dados estruturadas, a elaboração de gráficos e tabelas de apoio, bem como a interpretação crítica dos resultados obtidos.

A estrutura do trabalho organiza-se da seguinte forma: a presente introdução estabelece o enquadramento e os objetivos da investigação; o Capítulo 1 desenvolve a revisão da literatura, trata os principais conceitos de gestão de ativos físicos, aborda a gestão aplicada no contexto industrial e explora as tecnologias de rastreamento e controlo; o Capítulo 2 apresenta os objetivos e a metodologia de investigação, explicitando as etapas e os procedimentos adotados; o Capítulo 3 caracteriza a empresa em estudo; o Capítulo 4 analisa e interpreta os dados recolhidos e por fim, o Capítulo 5 reúne as conclusões, as implicações práticas e as recomendações para trabalhos futuros.

1. Revisão de Literatura

Esta secção contém a revisão da literatura que visa enquadrar teoricamente o tema em estudo, apresentando os principais conceitos e abordagens associados à gestão de ativos físicos, com especial atenção aos ativos móveis utilizados em ambiente industrial. Pretende-se, através desta revisão, identificar os contributos existentes na literatura científica e técnica, bem como as lacunas que justificam a pertinência do estudo de caso desenvolvido na Vitrochaves S.A..

A revisão organiza-se em quatro eixos principais. O primeiro, aborda os fundamentos teóricos da gestão de ativos físicos, os seus princípios e enquadramento normativo. É ainda analisado o caso particular dos ativos móveis. Segue-se a apreciação das tecnologias de monitorização e rastreamento de ativos, verificando o contributo dos sistemas digitais para a melhoria do controlo operacional. O terceiro eixo, dissecar a literatura disponível no caso particular da indústria vidreira. Por fim, são apresentadas as considerações finais, com as ideias a destacar.

1.1 Gestão de ativos físicos: fundamentos e normas

O interesse na gestão de ativos físicos tem vindo a aumentar de forma significativa, tanto na esfera industrial, como na académica, devido às crescentes pressões competitivas, tecnológicas e ambientais (Davis et al., 2018).

A literatura recente defende uma visão integrada, onde a gestão de ativos deve ser encarada como uma área estratégica, transversal às áreas da engenharia, gestão e logística. Com esta estratégia, garante-se que o valor do ativo contribui para os objetivos institucionais das empresas industriais (Liyanage & Badurdeen, 2020). Esta visão é relevante, pois num cenário industrial cada vez mais competitivo e diversificado, as organizações tendem a otimizar a utilização dos seus ativos físicos, de forma a alinhar as suas decisões operacionais com os objetivos estratégicos da empresa (Maletič et al., 2018).

A literatura evidencia ainda, que a aplicação prática da gestão de ativos em ambiente industrial, deve considerar a integração com a logística e com a cadeia de abastecimento, uma vez que a circulação física dos ativos está diretamente associada à performance operacional (Jasiulewicz-Kaczmarek & Drożyner, 2021).

A norma ISO 55000, publicada pela International Organization for Standardization (ISO, 2024), estabelece a estrutura para uma gestão de ativos eficiente, pelas organizações, ao longo do seu ciclo de vida, assegurando a máxima extração de valor dos mesmos (ISO 55000:2024).

Esta norma, concebe às empresas desenvolver processos de controlo mais robustos, uma minimização de riscos e a valorização dos bens físicos (Konstantakos, et al., 2019).

Concretamente, segundo a ISO 55000, um Sistema de Gestão de Ativos, representa “um conjunto de elementos interrelacionados (...) de uma organização, cuja função é estabelecer a política e os objetivos de gestão de ativos bem como os processos necessários para atingir esses objetivos”.

Esta norma, especifica ainda, que um sistema eficiente deve (i) facilitar a concretização do propósito de uma organização, (ii) garantir a possibilidade de realizar uma gestão proativa dos ativos de modo a precaver riscos e custos e (iii) demonstrar aos interessados internos e externos (e.g. funcionários, clientes, seguradoras) a sua capacidade e intenção de gerir adequadamente os seus ativos.

Estes princípios, convergem com as ideias de Hastings (2015), que defende que a eficácia da gestão de ativos depende, em grande medida, da capacidade das empresas em conciliar diferentes fatores de forma integrada, garantindo o equilíbrio entre desempenho, risco e custo ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos.

Outro ponto valioso é apresentado por Maletič et al. (2018), que reforça esta perspetiva ao sublinhar que um planeamento sistemático dos bens, implica inicialmente uma avaliação do risco, uma gestão contínua, desde a aquisição até ao seu abate, e uma monitorização constante de indicadores de desempenho, o que permite compreender a gestão de ativos como um processo dinâmico de melhoria contínua.

Da mesma forma, no caso particular dos ativos móveis, a sua gestão é uma temática essencial no setor industrial, que enfrenta desafios devido à progressiva complexidade dos sistemas produtivos (Dovere et al., 2012).

Em ambientes industriais, onde o transporte, a movimentação e o armazenamento de materiais e equipamentos desempenham um papel central no fluxo produtivo, ativos móveis, como contentores, paletes, racks ou cavaletes, são frequentemente utilizados para apoiar processos de produção e logística. Nestes ambientes, estes bens são considerados essenciais para garantir a continuidade das operações. É devido a estes fatores, que uma má gestão pode levar a perda de produtividade (Crespo, 2007).

Por outro lado, Lampe et al. (2004) apontam uma limitação comum a vários sistemas de gestão destes ativos, que consiste na tendência a disponibilizarem apenas dados agregados, limitando

o controlo individualizado de cada ativo. Esta insuficiência reflete-se na dificuldade em acompanhar o ciclo de vida dos ativos móveis, na medida em que, a recolha de dados é frequentemente obtida de forma manual, sendo dispendiosa, sujeita a erros e pouco fiável. Como consequência, as organizações enfrentam perdas de eficiência, aumento de custos de processo e dificuldades acrescidas na rastreabilidade e recuperação dos seus equipamentos.

Dado o acima exposto, podemos assumir que a gestão de ativos industriais evoluiu de uma função técnica isolada para uma abordagem sistémica, que incorpora práticas de controlo, monitorização e otimização de recursos físicos, tanto fixos como móveis. Esta visão integrada, constitui a base conceptual que sustenta o presente estudo, centrado na análise dos cavaletes como ativos logísticos reutilizáveis e na avaliação do seu impacto sobre a eficiência e sustentabilidade nas práticas da Vitrochaves S.A..

1.2 Tecnologias de rastreamento e controlo de ativos

A massa empresarial está integrada na quarta revolução industrial, frequentemente designada como Indústria 4.0, na qual a digitalização e automação assumem um papel determinante na competitividade organizacional. O aparecimento e implementação de equipamentos inteligentes e sistemas conectados está a alterar a forma como é feita a gestão dos ativos (Samir et al., 2019).

No contexto da digitalização da gestão de ativos, destaca-se o papel dos sistemas de Enterprise Asset Management (EAM), concebidos para integrar, num único ambiente informático, as funções de manutenção, rastreabilidade, planeamento de recursos e análise de desempenho. Estes sistemas concedem uma gestão centralizada e baseada em dados, apoiando a tomada de decisão estratégica e o alinhamento entre objetivos operacionais e financeiros (Liyanage et al., 2020). De acordo com Neely (2021), o EAM representa um avanço face aos tradicionais sistemas de manutenção CMMS (Computerized Maintenance Management Systems), na medida em que ampliam o foco da gestão para todo o ciclo de vida dos ativos, incluindo aspetos económicos, ambientais e de sustentabilidade.

Segundo Sharma et al. (2020), a implementação de tecnologias como os códigos QR Code (Quick Response Code), sistemas RFID (Radio Frequency Identification), sensores IoT (Internet of Things) e sistemas de posicionamento RTLS (Real-Time Location Systems) admite às empresas obter informações fidedignas acerca da utilização dos seus ativos, contribuindo para a redução de perdas, otimização de inventários e melhoria da eficiência logística.

Ferdousmou et al. (2024) destacam que a integração destas tecnologias nas cadeias de abastecimento, originam vantagens consideráveis na trajetória de circulação de ativos. Antonov (2023) reforça esta visão ao demonstrar que a combinação destas tecnologias contribui diretamente para a redução de perdas e melhoria da rastreabilidade industrial, destacando que estas soluções devem ser frequentemente integradas com sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), pois potenciam uma abordagem mais integrada e estratégica no controlo dos equipamentos.

Deste modo, entre as principais tecnologias destacam-se:

- EAM/CMMS: Assumem-se como sistemas que centralizam a recolha e análise de dados dos ativos, suportando funcionalidades como o planeamento e execução de manutenção, controlo de inventário e apoio à tomada de decisão informada. (Shankar et al., 2021).
- QR Code: Sistema de identificação visual bidimensional que concede a leitura rápida de informações associadas a um ativo através de dispositivos móveis. A sua utilização em contextos industriais facilita o registo digital e a rastreabilidade de bens, constituindo uma alternativa económica a outras tecnologias de identificação automática (Benrahman, 2021).
- RFID: Utilizada para a identificação automática e sem contacto de ativos, permitindo o rastreamento em tempo real em ambientes industriais dinâmicos (Zhao et al., 2019).
- RTLS: São sistemas essenciais para o rastreamento de ativos móveis em grandes instalações ou cadeias de abastecimento. Estas tecnologias facultam identificar padrões de utilização, localização e até prever falhas com base em comportamento anómalo (Fosso Wamba et al., 2015).
- IoT (Internet das Coisas): A interligação de sensores inteligentes em ativos permite a recolha de dados sobre localização, condições de funcionamento e estado de conservação, sendo particularmente útil em operações preditivas (Lee & Lee, 2018).

Segundo Lee e Lee (2018), a integração de sensores inteligentes concede ainda, monitorizar variáveis críticas como vibrações, impactos ou temperatura, oferecendo informações adicionais sobre as condições de operação e possíveis danos sofridos pelos ativos durante o seu manuseamento. Além disso, como referem Parra et al. (2021), a integração destas tecnologias com CMMS ou EAM, possibilitam o planeamento de intervenções preventivas ou preditivas, baseadas em dados recolhidos a tempo real, reforçando a transição de uma manutenção reativa

para uma gestão orientada por dados, o que contribui para uma maior fiabilidade e disponibilidade dos ativos.

Mais recentemente, Mu e Antwi-Afari (2023) acrescentam que o verdadeiro valor da Indústria 4.0 reside na integração coerente destas tecnologias num ecossistema digital unificado, capaz de gerar dados preditivos e apoiar decisões estratégicas.

No contexto da Logística 4.0, estas tecnologias assumem um papel estruturante, ao permitirem a digitalização e integração de toda a cadeia de abastecimento. A rastreabilidade em tempo real e a análise de dados provenientes de sensores e sistemas de identificação automática possibilitam uma gestão mais transparente, eficiente e sustentável dos fluxos logísticos. Segundo Winkelhaus e Grosse (2019), a Logística 4.0 representa a convergência entre a Indústria 4.0 e a gestão moderna da cadeia de valor, promovendo decisões autónomas e colaborativas baseadas em dados.

A implementação destas soluções, no entanto, implica considerar não apenas os aspetos tecnológicos, mas também fatores relacionados com a adaptação dos processos internos, a formação dos operadores e a análise de custos versus benefícios. Segundo Figueiredo et al. (2023), a introdução de sistemas de rastreamento e controlo exige um alinhamento entre a estratégia de manutenção e a gestão de ativos, garantindo que a informação recolhida seja efetivamente utilizada na tomada de decisão.

Nesta linha de pensamento, Tan e Sidhu (2022), não descartam as vantagens de alternativas tecnológicas, mas alertam para questões de interoperabilidade, standardização e resistência organizacional, especialmente em ambientes onde ainda predominam sistemas manuais ou processos fragmentados.

Em consonância com esta abordagem, outra limitação apontada à implementação das referidas tecnologias são os altos custos de implementação inicial, que exigem um investimento significativo em hardware, infraestruturas de comunicação e integração de sistemas. Esta barreira ao rápido retorno do investimento leva a que muitos produtores não as considerem soluções viáveis (Shahriar et al., 2024). Contudo, Strøm (2025) argumenta que a redução progressiva dos custos de sensores e o avanço das soluções baseadas em cloud têm vindo a mitigar estas limitações, tornando a adoção mais acessível, sobretudo para pequenas e médias empresas.

Em suma, a adoção de tecnologias de rastreamento e controlo em ativos móveis, como os cavaletes utilizados na indústria vidreira, representam uma oportunidade para reduzir perdas, aumentar a visibilidade das ações e promover uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos, em linha com os princípios da Indústria 4.0 e da transformação digital industrial.

1.3 Gestão de ativos na indústria vidreira

O vidro é um material amplamente utilizado na construção de edifícios, sendo reconhecido pelo contributo que oferece à sustentabilidade e à eficiência energética. Acrescenta valor pela sua sustentabilidade, durabilidade, estética e pela luminosidade natural que confere aos espaços interiores. É espectável que o contínuo e crescente investimento no setor construtor aumente a procura por este produto (Grand View Research, 2024), uma vez que as janelas são fatores fundamentais nos edifícios, e são cruciais no controlo da luz e do conforto térmico (Nur-E-Alam et al., 2024).

De acordo com a Grand View Research (2024), o mercado global de manufatura de vidro foi avaliado em cerca de 121,4 mil milhões de dólares em 2024, sendo projetado atingir 167,5 mil milhões de dólares até 2030, o que representa um crescimento médio anual de 5,6 % entre 2025 e 2030. No caso específico do vidro plano, estima-se um crescimento de 4,6 % ao ano, passando de 311,4 mil milhões em 2024 para 404,7 mil milhões de dólares em 2030 (GVR, 2024). No contexto europeu, o mercado do vidro plano deverá crescer a uma taxa anual de 3 % entre 2025 e 2033, evoluindo de 21,1 mil milhões para 27,9 mil milhões de dólares, enquanto que no fabrico desta matéria perspetiva-se uma previsão de crescimento média anual de 4 % entre 2024 e 2031 (Cognitive Market Research, 2024; IMARC Group, 2024). Estes dados revelam um setor em expansão contínua, impulsionado pela inovação tecnológica, pela eficiência energética e crescente exigência na aposta de materiais sustentáveis.

Miègeville (2005) descreve que, no âmbito da indústria de vidro plano, as chapas de vidro são transportadas em cavaletes dedicados, concebidos para suportar folhas de grandes dimensões. São considerados ativos dispendiosos e de disponibilidade limitada, pressupondo soluções de armazenamento que maximizem a eficiência do espaço. O tipo de cavalete abordado pelo autor, refere-se a estruturas utilizadas em fases iniciais da cadeia produtiva, porém, a sua análise é conceptualmente pertinente para o presente estudo, pois tal como refere o mesmo, o vidro já transformado caracteriza-se por ser uma matéria-prima sensível à obsolescência, sobretudo

quando se encontra incorporado em ambientes húmidos, o que reforça a existência de condições adequadas ao seu armazenamento.

Em termos de manuseio e tratamento, o vidro é um material especial. Exige especial atenção ao nível do transporte, armazenamento e nos processos de carregamento e descarregamento (Qurbanov e Mirzaabdullayev, 2024).

Deste modo, o transporte e a movimentação de vidro requerem equipamentos especializados, e os cavaletes assumem-se como um dos principais ativos móveis que garantem a integridade do material e a eficiência logística das operações. Contudo, apesar da sua importância, os cavaletes são frequentemente negligenciados nos processos de gestão de ativos, o que evidencia uma lacuna entre a valorização do material e a gestão dos meios que o suportam, já que recorrentemente, ocorrem perdas marcantes por extravio, subutilização ou deterioração dos equipamentos (Miègeville, 2005). Segundo Souza e Lima (2021), em ambientes industriais no qual os equipamentos móveis circulam entre diferentes áreas – produção, armazenamento, expedição e retorno, a ausência de um sistema de rastreamento eficaz, pode desencadear ao descontrolo acerca da quantidade disponível, localização e estado dos equipamentos, comprometendo seriamente o fluxo produtivo. Assim, observa-se que a eficiência logística associada ao transporte do vidro depende diretamente da capacidade de gerir, localizar e conservar os seus ativos móveis.

1.4 Considerações finais da revisão de literatura

A revisão da literatura realizada neste capítulo, abordou uma base teórica sobre o conceito de gestão de ativos físicos, explorou a sua relevância estratégica e identificou as principais práticas adotadas em ambientes industriais. Reconheceu-se que a gestão eficaz de ativos, quando devidamente alinhada com as normas internacionais, contribui de forma impactante para a otimização de custos, aumento da fiabilidade e sustentabilidade dos processos (Maletič et al., 2018; Woodhouse, 2015). Mais recentemente, Jasiulewicz-Kaczmarek et al. (2023) reforça esta perspetiva ao demonstrar que a integração de tecnologias digitais no ciclo de vida dos ativos constitui um fator determinante para a sustentabilidade e para a transição associada à Indústria 4.0, reforçando o papel estratégico da digitalização na competitividade industrial.

No âmbito das tecnologias de rastreamento e controlo de ativos, destaca-se o papel das soluções digitais, como o RFID, IoT, e QR Codes, na promoção da visibilidade, rastreabilidade e monitorização de ativos móveis em tempo real (Sharma et al., 2020; Lee & Lee, 2018). Estas

tecnologias, integradas com sistemas de gestão da manutenção (CMMS) ou gestão de ativos (EAM), oferecem suporte fundamental para a tomada de decisão baseada em dados, facilitando a implementação de estratégias de manutenção preditiva e de otimização de recursos. De igual modo, Abdelmoti et al. (2025) salientam que a adoção de soluções inteligentes de monitorização representa um avanço significativo na gestão de ativos físicos, viabilizando maior controlo sobre o desempenho e sobre a integridade das infraestruturas industriais, numa lógica de gestão orientada por dados.

Apesar da abundância de estudos sobre gestão de ativos em sectores como a energia, transportes e logística, observa-se uma relativa escassez de investigações relacionadas com o sector vidreiro, particularmente em relação à gestão de ativos móveis tão relevantes como os cavaletes.

A literatura disponível evidencia que, embora os cavaletes constituam elementos essenciais no transporte e armazenamento de vidro, a sua gestão é frequentemente realizada de forma empírica, sem integração de sistemas de informação ou ferramentas de rastreabilidade adequadas (Amadi-Echendu et al., 2010). Tal constatação ganha particular relevância, quando se observa, na realidade prática, a existência de diversas fragilidades e limitações no controlo e na rastreabilidade destes equipamentos (Hastings, 2015).

Neste sentido, o presente estudo pretende apresentar possíveis soluções e contribuir para a reflexão e o reconhecimento da problemática existente, alertando para os riscos associados à ausência de uma gestão eficaz destes bens.

A investigação aqui desenvolvida visa, assim, aprofundar a compreensão sobre as dificuldades enfrentadas na gestão de cavaletes numa fábrica de vidro, contextualizando o problema à luz da literatura e reforçando a necessidade de atenção a este tema por parte das organizações. Espera-se, deste modo, que o estudo contribua para colmatar parte da escassez teórica identificada, ao oferecer um enquadramento empírico que relacione as práticas industriais com os princípios da Indústria 4.0.

Os tópicos explorados neste capítulo permitiram, desta forma, estabelecer o enquadramento teórico necessário para a caracterização do problema e para a definição dos objetivos da investigação, os quais serão detalhados nas secções seguintes.

2. Objetivos e Metodologia

Este capítulo apresenta os objetivos que orientam o desenvolvimento do presente estudo, bem como a metodologia adotada para a sua realização. A investigação centra-se numa organização denominada Vitrochaves S.A., uma empresa vocacionada para a transformação de vidro plano. Neste projeto pretende-se analisar as fragilidades e desafios existentes na gestão de cavaletes utilizados nos processos de transporte e armazenamento de vidro transformado.

A definição clara dos objetivos, tanto gerais como específicos, permite delimitar o âmbito da investigação e assegurar a coerência entre a problemática identificada e a abordagem metodológica adotada. Assim, descrevem-se neste capítulo os principais objetivos do estudo, o tipo de investigação realizado, as técnicas de recolha de dados utilizadas e as fontes de informação que fundamentam a análise desenvolvida.

Em termos científicos, o estudo procura contribuir para o avanço do conhecimento na área da gestão de ativos móveis, colmatando uma lacuna identificada na literatura, que revela uma escassez de estudos aplicados ao setor vidreiro. Pretende-se deste modo, comprovar empiricamente a relação entre rastreabilidade, eficiência e sustentabilidade, demonstrando que a ausência de mecanismos sistematizados afeta negativamente o desempenho logístico e produtivo.

2.1 Objetivo geral do estudo

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a problemática associada à gestão de cavaletes na Vitrochaves S.A., uma unidade industrial do sector vidreiro, localizada em Portugal. Pretende-se compreender as limitações, fragilidades e desafios existentes nos processos de controlo, movimentação e rastreamento destes ativos móveis.

Esta investigação, pretende contribuir para a identificação dos fatores que condicionam a eficácia da gestão dos cavaletes na organização em estudo, e em simultâneo, propor soluções exequíveis que possam ser proveitosas à organização. A abordagem adotada, visa alertar para os riscos operacionais e logísticos decorrentes da ausência de práticas sistematizadas, destacando a necessidade de maior atenção e de eventual reestruturação nos processos de controlo e rastreabilidade destes equipamentos no panorama específico da Vitrochaves S.A..

Adicionalmente, pretende-se que o presente estudo reforce a literatura existente sobre a gestão de ativos móveis, em particular, a gestão de cavaletes na indústria vidreira, fornecendo uma perspectiva empírica sobre um tema pouco explorado e ainda carente de validação quantitativa.

2.2 Objetivos específicos

De forma a concretizar o objetivo geral delineado, o presente estudo estabelece os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os procedimentos atualmente utilizados na gestão de cavaletes na Vitrochaves S.A., nomeadamente no que respeita ao seu domínio, movimentação e rastreamento.
- Diagnosticar as principais debilidades associados à ausência de práticas formalizadas ou tecnologicamente suportadas na gestão destes ativos móveis.
- Analisar o impacto resultante da falta de rastreabilidade e controlo dos cavaletes na eficiência logística e no processo produtivo da organização.
- Propor oportunidades de melhoria e mecanismos que promovam a otimização do processo de gestão de cavaletes, promovendo a eficiência operacional e a sustentabilidade logística.

2.3 Metodologia

A metodologia adotada neste estudo tem como propósito compreender e caracterizar a problemática associada à gestão de cavaletes na empresa Vitrochaves S.A.. A investigação segue uma abordagem quantitativa e descritiva, apoiada num modelo analítico que se revela adequado para examinar os fenómenos de forma objetiva e passível de quantificação. A investigação quantitativa, conforme defendem Lakatos e Marconi (2010), privilegia a utilização de instrumentos padronizados e assegura maior precisão na análise dos dados. Já a pesquisa descritiva, segundo Gil (2017), visa identificar e expor as características de determinado fenómeno, bem como estabelecer relações entre variáveis, sem a interferência direta do investigador.

A escolha desta abordagem justifica-se pela necessidade de quantificar as relações entre variáveis, abrindo espaço a analisar de forma objetiva o impacto das práticas de rastreamento e controlo na eficiência logística. Esta opção metodológica é sustentada por Creswell (2014) e

Saunders et.al (2019), que referem que os estudos quantitativos são apropriados quando se procura testar relações casuais e generalizar resultados a partir de dados empíricos.

Desta forma, o estudo assume uma função predominantemente diagnóstica, própria de uma investigação descritiva, ao procurar caracterizar os processos atuais de gestão dos cavaletes e identificar as limitações existentes. Pretende-se, assim, reconhecer a influência que tais fragilidades exercem sobre a operação, incluindo potenciais situações de paragem de produção decorrentes da indisponibilidade deste tipo de equipamento.

2.4 Técnicas de recolha de dados e fontes de informação

A recolha de dados para este estudo utilizou quatro técnicas complementares, associadas a diferentes fontes de informação.

Uma primeira dimensão correspondeu à utilização de base de dados interna da empresa, que reúne informação relativa a rotas, motoristas e utilização de cavaletes por parte de cada cliente. Esta fonte, de carácter preliminar, permitiu caracterizar o funcionamento do sistema e mapear os fluxos logísticos.

Paralelamente, procedeu-se a uma análise documental centrada nos registos logísticos da organização, com especial atenção às guias de entrega e recolha de cavaletes relativas ao período compreendido entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024. Posteriormente, desenvolveu-se um ficheiro de listagem interna em Microsoft Excel, que possibilitou a construção de uma base de dados estruturada neste mesmo software, servindo de suporte à análise quantitativa subsequente. O modelo analítico integra as seguintes variáveis: número de cavaletes, quantidade de cavaletes entregues e recolhidos por distrito, número de cavaletes perdidos e custo médio de cavaletes adquiridos no período em estudo. Utilizando o Excel, realizaram-se processos de estatística descritiva, designadamente a contagem de ocorrências, o cálculo de médias e percentagens, bem como a identificação de padrões de comportamento nos fluxos logísticos.

A investigação foi ainda enriquecida, por observação direta dos processos de carga, descarga e preenchimento das guias. Esta técnica possibilitou identificar práticas, rotinas e constrangimentos que dificilmente seriam captados apenas através dos registos documentais.

Por fim, integraram-se conversas informais com motoristas, clientes e responsáveis logísticos. Estas interações permitiram esclarecer dúvidas sobre práticas correntes, compreender a

perceção dos intervenientes relativamente ao sistema em vigor e reforçar a interpretação crítica dos dados recolhidos.

A combinação destas técnicas e fontes assegurou uma base de informação sólida e multifacetada, adequada ao objetivo de caracterizar os processos em vigor e identificar as limitações que afetam a gestão dos cavaletes.

A fiabilidade dos dados é assegurada através do processo de verificação das guias manuais, de modo a identificar e eliminar eventuais erros, duplicações ou incoerências que pudessem comprometer o tratamento da informação no Microsoft Excel. Esta validação permitiu garantir a consistência dos registos utilizados na análise. No entanto, reconhece-se como limitação o facto de não ter sido possível realizar um apuramento totalmente preciso relativamente aos cavaletes que não possuíam identificação, o que poderá ter condicionado parcialmente a exatidão dos resultados obtidos.

3. Caracterização da Empresa

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a organização em estudo, com uma breve descrição da sua história, das principais áreas de atividade e do funcionamento operacional. Esta caracterização, é indispensável para compreender o contexto empresarial e produtivo no qual se desenvolve o projeto, e permite identificar os elementos internos que enquadram a gestão dos ativos móveis e a eficiência logística.

Como defendem Saunders et.al (2019), uma compreensão clara do ambiente organizacional constitui requisito para a validade e a coerência das conclusões em estudos empíricos. Assim, apresenta-se uma visão integrada da Vitrochaves S.A., que contempla a estrutura produtiva e a organização logística de forma a sustentar a análise subsequente sobre a gestão e movimentação de cavaletes.

3.1 Enquadramento geral da Vitrochaves S.A.

A Vitrochaves S.A. é uma empresa portuguesa dedicada à transformação de vidro plano, com uma história marcada pelo crescimento sustentado e aposta na modernização tecnológica e pelo compromisso com a qualidade e a satisfação dos seus clientes. Fundada no início da década de 1980, por iniciativa dos irmãos Chaves Alves, a empresa iniciou a sua atividade em instalações modestas, com apenas 50 m², na cidade de Chaves (Vidrochaves S.A., 2025).

Ao longo das últimas quatro décadas, a Vitrochaves evoluiu de uma pequena oficina local para uma referência no setor vidreiro a nível nacional e ibérico. A sua expansão foi sustentada por investimentos regulares em tecnologia, infraestruturas e qualificação dos recursos humanos, o que lhe permitiu acompanhar as crescentes exigências do mercado industrial. Atualmente, a empresa conta com cerca de 200 colaboradores e dispõe de recursos e know-how que lhe consente apresentar soluções em vidro em diversos setores de atuação, respondendo aos mais exigentes padrões de qualidade. O foco principal centra-se na esfera arquitetónica, contudo, a Vitrochaves disponibiliza igualmente soluções para os setores do mobiliário, decoração, automóvel e eletrodomésticos. A atividade basilar da empresa incide na transformação de vidro plano e os processos abrangem ações de corte e acabamento até à produção de vidro laminado, temperado, duplo e triplo, com recurso a equipamentos especializados e linhas de produção automatizadas. Os produtos da companhia destinam-se a uma ampla variedade de aplicações, incluindo fachadas, divisórias interiores, janelas de alta performance térmica e acústica, portas e soluções arquitetónicas personalizadas.

Atualmente, a empresa dispõe de três unidades funcionais: a sede e principal centro de produção em Chaves, uma unidade fabril em Benavente, e uma nova estrutura automatizada dedicada ao fabrico de vidro isolante e equipada com tecnologia de ponta. No seu conjunto, estas instalações totalizam mais de 23.000 (vinte e três mil) m² de área construída, representando um crescimento expressivo face às suas origens modestas e refletindo o percurso de modernização e expansão contínua da Vitrochaves. A empresa, atua com base em princípios de rigor técnico e certificado, inovação contínua e forte orientação para o cliente, valores que sustentam a sua presença no mercado há mais de quarenta anos. A aposta na modernização dos processos, aliada à experiência acumulada, posiciona esta corporação como um ator valioso na fileira da indústria vidreira em Portugal, com capacidade para dar resposta a desafios técnicos exigentes e a projetos diferenciados.

Figura 1. Fachada da fábrica de Benavente



Fonte: Elaboração própria

3.2 Estrutura produtiva da Vitrochaves S.A.

A Vitrochaves S.A. dispõe de dois complexos industriais em Portugal: um localizado em Chaves, inserido na região transmontana do norte do país e outro em Benavente, situado no Ribatejo. Em conjunto, estes parques asseguram a totalidade da atividade industrial da

organização, abrangendo as etapas de produção, transformação, armazenamento e expedição de vidro plano. Embora distintas em dimensão e capacidade, ambas desempenham funções complementares, garantindo uma cobertura nacional eficiente e uma resposta ágil às necessidades do mercado (GW-News, 2025).

A unidade de Chaves constitui o principal polo industrial da empresa, uma vez que concentra a maior parte da capacidade produtiva, de armazenamento e também de recursos humanos. Com um layout altamente funcional e adaptado às características do vidro, este armazém, com cerca de 10.000 (dez mil) m², acomoda chapas de vidro de diversas dimensões e variadíssimas gamas, sendo na sua maioria chapas com medidas máximas que atingem os 6.000x3.210 mm. Está equipado com mesas de corte, máquinas de aresta, uma sala de laminagem, fornos de têmpera e linhas de produção de vidro duplo/triplo. Esta ampla gama de equipamentos admite responder a projetos de elevada exigência técnica e grande complexidade. No entanto, em atividades fabris onde se movimenta material cortante e de elevado risco, torna-se igualmente essencial garantir corredores de circulação seguros para os colaboradores, bem como espaço adequado para que cada um desempenhe as suas funções de forma cómoda e em total segurança.

Nos últimos anos, a administração decidiu apostar fortemente na modernização industrial através de elevados investimentos em automação. Esse projeto, exigiu não apenas a aquisição de tecnologia de ponta, mas também a construção de uma nova nave ligada ao núcleo de Chaves de aproximadamente 6.000 (seis mil) m², especialmente concebida para acolher uma linha de produção totalmente automatizada. Graças a esta automação avançada, a empresa conseguiu maior eficiência produtiva e consistência na qualidade, enquanto liberou recursos humanos para áreas mais críticas dentro da atividade (LiSEC, 2025).

A fábrica de Benavente com cerca de 7.000 (sete mil) m², por sua vez, desempenha igualmente um papel de destaque no equilíbrio da gestão da organização. Dispõe igualmente de áreas de armazenamento para chapas de vidro, máquinas de corte e aresta, bem como linhas de produção de vidro duplo e triplo, que lhe concebem responder de forma eficaz às necessidades dos clientes, em particular das regiões Centro e Sul de Portugal. Pela sua localização estratégica, devido à sua posição geográfica no país, Benavente assume ainda um papel determinante na consolidação e distribuição de cargas, funcionando como um centro de distribuição e um elo de ligação com a unidade de Chaves, sobretudo no que respeita a material que apenas pode ser fabricado neste complexo, dado que Benavente não dispõe de semelhante capacidade produtiva nem da mesma diversidade de gamas de vidro que lhe permita ser autossuficiente.

Ambos os centros integram infraestruturas de apoio complementares, como escritórios administrativos, áreas de atendimento ao cliente, parques de estacionamento para colaboradores e zonas exteriores destinadas ao carregamento e descarregamento de viaturas, bem como à gestão de cargas. Esta configuração, assegura não apenas a capacidade produtiva, mas também o suporte organizacional e logístico indispensável à fluidez das tarefas.

No seu conjunto, os dois complexos formam uma estrutura produtiva integrada: Chaves afirma-se como o centro nevrálgico da capacidade industrial e da inovação tecnológica, enquanto Benavente conjuga produção e distribuição, reforçando a proximidade ao cliente e a eficiência da cadeia de abastecimento.

Figura 2. Armazenamento de chapas e mesa de corte



Fonte: Elaboração própria

3.3 Cadeia de abastecimento da Vitrochaves S.A.

A cadeia de abastecimento da Vitrochaves S.A. assenta numa lógica de integração que envolve o fornecimento de matérias-primas pelos seus parceiros, a respetiva transformação através dos processos produtivos internos e, por fim, a distribuição ao cliente final do produto transformado.

O abastecimento de matérias-primas da Vitrochaves S.A. centra-se na aquisição de vidro plano, que constitui o núcleo da sua cadeia de valor. A maior parte da matéria é recebida em camiões

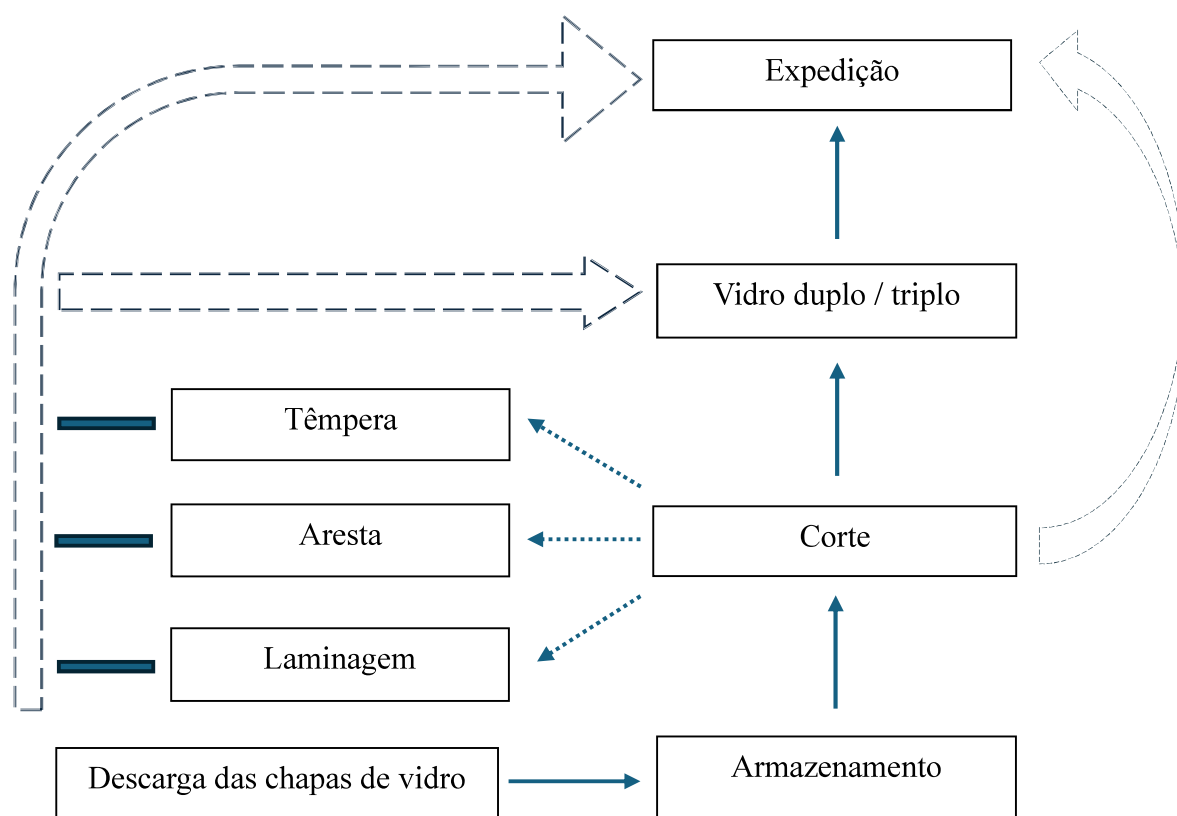
gôndola, sob a forma de chapas de grandes dimensões (6.000 mm x 3.210 mm), embora também seja rececionada em semi-reboques ou contentores, quando se tratam de chapas de menor dimensão, normalmente acondicionadas em lotes ou caixas. Paralelamente, a empresa recebe recorrentemente outros materiais indispensáveis ao processo produtivo e ao normal funcionamento das operações, entre os quais se destacam perfis de alumínio, gás árgon, tamiz, plásticos destinados à queima de cavaletes, separadores de vidro e fitas de fixação.

Tal como em qualquer organização, os clientes assumem um papel central na atividade da corporação. A empresa direciona a sua oferta comercial a empresas de montagem de janelas, empresas de construção e outras entidades ligadas ao setor da reabilitação e edificação. Deste modo, consolida-se como parceira de referência para operadores que necessitam de soluções em vidro de elevada qualidade, em conformidade com os requisitos técnicos e normativos do setor. Perante este cenário, a satisfação das encomendas torna-se prioritária, uma vez que a empresa não fabrica para stock, pois tal prática não é viável: cada encomenda apresenta medidas específicas e personalizadas, o que inviabiliza a produção de vidros standard.

Desta forma, após a receção da encomenda por parte do cliente, geralmente por via e-mail, esta é introduzida em sistema, ou seja, num software de gestão específico para a indústria vidreira, na qual é definida uma data de entrega que procure ir ao encontro das necessidades e expectativas do cliente. Porém, o prazo de entrega é variável, pois naturalmente, depende da especificidade do pedido, designadamente da disponibilidade de vidro, do número de processos a que o produto está sujeito e das particularidades da sua produção. Além disso, existe a necessidade de garantir a otimização da chapa, evitando desperdícios que assegurem a eficiência do processo. Para além destes fatores, a definição da data de entrega requer um alinhamento constante entre os diferentes intervenientes da cadeia, nomeadamente as áreas de coordenação, produção, expedição e logística.

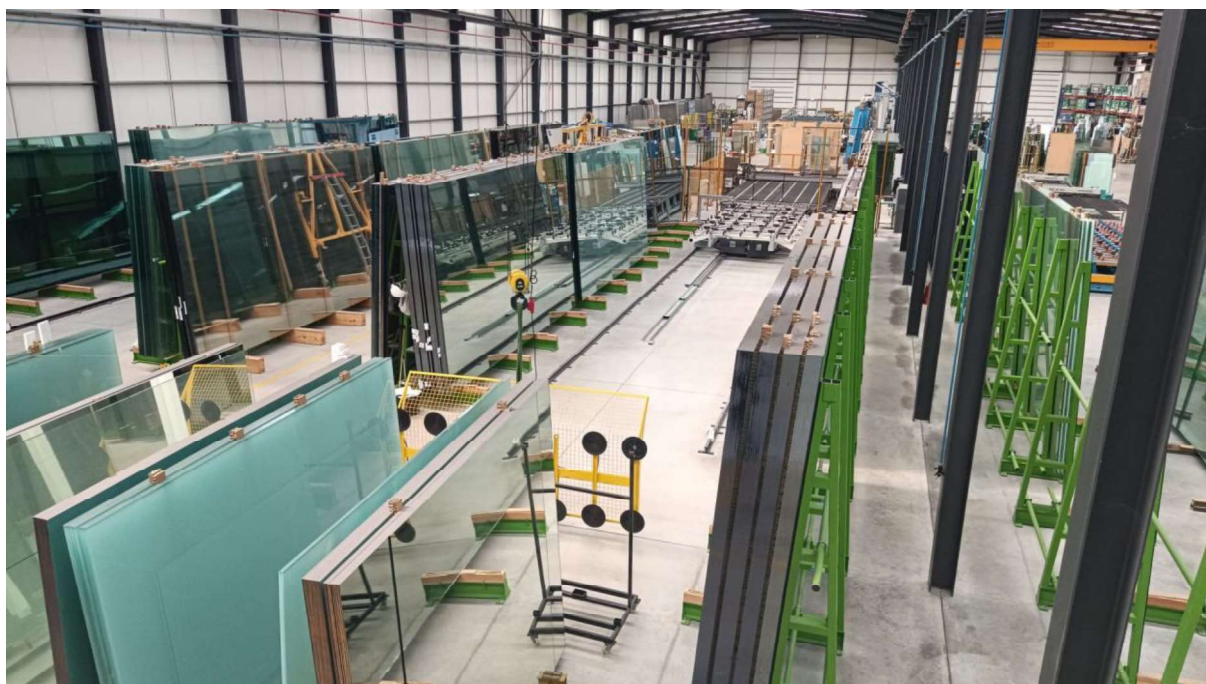
Em síntese, a cadeia de abastecimento da Vitrochaves S.A. representa um ciclo integrado que se inicia com a receção de matérias-primas e termina com a disponibilização do vidro transformado ao cliente final. Para uma melhor compreensão deste processo, apresenta-se um diagrama que ilustra, de forma sequencial, as diferentes etapas, desde a descarga das chapas de vidro até à expedição do produto acabado (Figura 3). Seguidamente, é disponibilizada uma perspetiva superior do armazém (Figura 4), proporcionando uma visão global da área de trabalho.

Figura 3. Fluxo da cadeia de abastecimento da Vitrochaves S.A.



Fonte: Elaboração própria

Figura 4. Layout do armazém



Fonte: Elaboração própria

3.4 Logística na Vitrochaves S.A.

A logística da Vitrochaves S.A. constitui um dos pilares centrais do seu funcionamento, viabilizando a ligação entre a produção e a distribuição nacional e internacional da mercadoria. A empresa dispõe de uma rede estruturada de rotas que abrange grande parte do território português, complementada por fluxos regulares de exportação, em particular para Espanha.

3.4.1 Organização da atividade logística

A atividade logística da Vitrochaves S.A. encontra-se organizada de forma descentralizada, com equipas localizadas em Chaves e em Benavente, que gerem as cargas de forma independente. Entretanto, a comunicação direta e constante entre ambas as equipas são precisas para articular a frota, e ao mesmo tempo, reduzir custos logísticos. A título de exemplo, sempre que um cliente possui material em fabrico em Benavente e, simultaneamente em Chaves, coordena-se a possibilidade de a entrega decorrer numa única viagem, ao invés de mobilizar dois camiões distintos, viabilizando assim maior eficiência da distribuição e uma retenção de custos.

As cargas são planeadas, a partir da informação disponibilizada pela produção de cada unidade (Chaves e Benavente). Com base nestas relações, as cargas são estruturadas por rotas, em função da disponibilidade de camiões e dos compromissos existentes. Em Benavente, verifica-se ainda a particularidade de se proceder ao descarregamento de material proveniente de Chaves, o que normalmente acontece com a receção de dois a três camiões semanais, embora em alguns períodos, esse número possa ser superior. Após a definição das cargas, as mesmas são distribuídas pelos operários de expedição, que têm como função acompanhar o material que sai das linhas de produção e relacionar com o produto já acabado de forma a dispor os vidros nos cavaletes para expedição. Estes são organizados de acordo com os parâmetros definidos, nomeadamente devem ser agrupados por cliente e pelo tamanho dos vidros, levando sempre em consideração o espaço disponível na carroçaria do camião. Posto isto, no final do dia, cada carga é validada pelo responsável que a preparou, posteriormente são emitidas as respetivas guias de transporte. Na sequência o operador finaliza a sua tarefa procedendo ao embalamento plastificado dos cavaletes e ao carregamento dos camiões destinados às entregas.

Quanto à relevância de ambos os espaços, a sede operacional de Chaves assegura todas as expedições dirigidas ao norte do país e desempenha igualmente um papel fundamental nos processos de exportação internacional. A partir desta instalação, realizam-se com frequência transportes para Espanha, cargas regulares para Benavente, bem como carregamentos de

contentores destinados a expedições marítimas. Embora este último fluxo não envolva o uso de cavaletes, mas sim de caixas especificamente preparadas para o acondicionamento do vidro, demonstra a versatilidade da empresa e a sua capacidade de responder a diferentes exigências logísticas.

Por sua vez, o armazém de Benavente, pela sua localização geográfica, assume um papel estratégico na cobertura das regiões Centro e Sul de Portugal. Funciona como plataforma de consolidação de cargas, pois recebe regularmente vidro proveniente de Chaves para posterior distribuição e garante, em paralelo, a expedição direta de produtos fabricados localmente. Esta complementaridade entre polos logísticos, consente otimizar recursos, reduzir tempos de transporte e reforçar a proximidade com os clientes dessas regiões.

Figura 5. Camião da Vitrochaves S.A. carregado para expedição



Fonte: Elaboração própria

3.4.2 Rede de transporte e tipologia de rotas

A rede logística da Vitrochaves S.A. é formada com uma frota própria de nove camiões, composta por dois veículos semi-reboques e sete viaturas de dois e três eixos, três dos quais equipados com grua, recurso particularmente útil para descargas nas obras de construção civil. Para além desta frota própria, o departamento de logística recorre regularmente a transporte subcontratado, sempre que a procura assim o exija, contando atualmente de forma diária com um camião grua a atuar a partir do núcleo de Benavente.

No que respeita à cobertura territorial, a empresa organiza as suas operações através de um conjunto de rotas que asseguram a distribuição nacional. Estas abrangem os seguintes distritos de Portugal Continental: A norte (Vila Real, Bragança, Viana do Castelo, Braga, Porto, Aveiro e Viseu), no centro (Guarda, Coimbra, Leiria, Castelo Branco) e a sul (Lisboa, Setúbal, Évora e Faro). Para além do território nacional, a firma assegura ainda fluxos regulares de transporte para Espanha, consolidando assim, a sua presença no mercado ibérico.

O serviço de transporte praticado pela Vitrochaves caracteriza-se, de forma geral, pela entrega do produto final, particularmente de vidro disposto em cavalete, elemento central do presente estudo. Portanto, cabe aos motoristas, assegurar a correta fixação dos cavaletes à carroceria dos camiões, garantindo a segurança durante o transporte. Quanto às viagens, estas realizam-se, na maioria dos casos, no espaço de um dia, com saída matinal a partir das unidades e regresso ao complexo industrial no período da tarde. Contudo, existem cenários que obrigam à extensão da deslocação por dois dias, circunstância que decorre de fatores tais como a sobrecarga de clientes, distâncias mais longínquas ou a necessidade de aguardar pela disponibilidade de determinado material. Devido a esta conjuntura, cada viatura integra uma cama, de modo a conceber a pernoita do motorista quando necessário. As operações de descarga decorrem habitualmente nas instalações dos clientes ou, em alguns casos, diretamente nas obras, quando são solicitadas pelo consumidor. O processo de descarga implica a remoção dos vidros dos cavaletes, de forma a que estes permaneçam no camião, ou em alternativa, quando a operação assim o exige, os cavaletes ficam retidos na posse do cliente. Relativamente às principais dificuldades do serviço prestado, estas prendem-se nomeadamente com as condições de acesso aos locais de entrega, pois nem sempre se revelam adequadas ao porte dos veículos, em especial nos grandes centros urbanos, o que acrescenta dificuldades logísticas na entrega. Entretanto, a preparação das viagens contempla estes constrangimentos e obedece a um planeamento prévio, estruturado em função da proximidade dos clientes e face aos compromissos de entrega assumidos pela coordenação.

Um aspeto diferenciador da atividade logística da Vitrochaves, prende-se com a gestão das viagens de retorno e ao contrário do que acontece em muitos setores industriais, os transportes raramente regressam em vazio. Sempre que possível, as viaturas retornam com cavaletes vazios recolhidos nos clientes, de forma a garantir o abastecimento contínuo das fábricas e minorando a necessidade de investimento em novos suportes. Esta prática, contribui de forma decisiva para a eficiência da cadeia de abastecimento e para a mitigação da escassez de cavaletes, problemática central do presente estudo.

Em termos globais, a rede logística da Vitrochaves, caracteriza-se pela sua abrangência nacional, pela integração das duas unidades fabris e pela utilização de estratégias de planeamento e aproveitamento das viagens de retorno. Este modelo, embora funcional, apresenta fragilidades que serão exploradas nos capítulos seguintes, em particular no que respeita à rastreabilidade e ao controlo dos cavaletes ao longo do circuito.

Figura 6. Camião Tir da Vitrochaves S.A.



Fonte: Elaboração própria

3.4.3 Fluxo operacional da movimentação de cavaletes

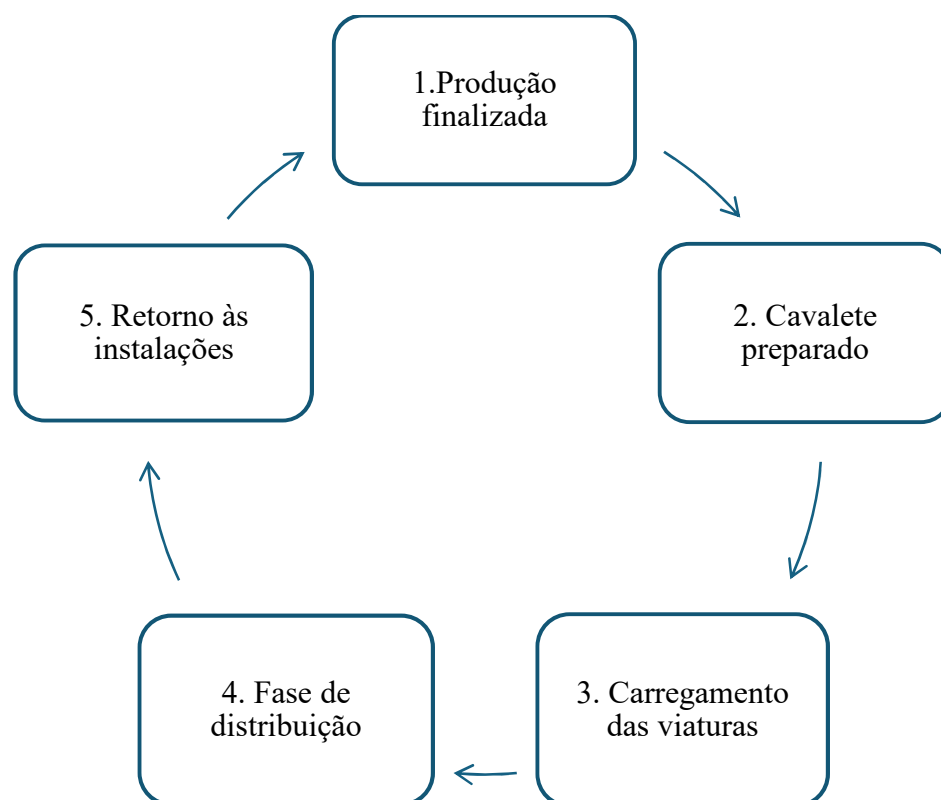
O processo logístico da Vitrochaves S.A. estrutura-se num conjunto de atividades interligadas, que asseguram o transporte do vidro transformado, desde os polos produtivos até aos clientes finais. Para este efeito, o material é armazenado e movimentado em cavaletes, equipamentos que assumem um papel central no fluxo diário da empresa. Estes suportes, constituem parte integrante da cadeia de valor, assumindo um papel essencial, na medida em que garantem a movimentação segura do vidro e a sua proteção durante as fases de manuseamento, transporte e descarga. Daí decorre a sua relevância estratégica, uma vez que, no final de cada viagem, é fundamental o retorno dos cavaletes vazios provenientes das entregas, de modo a que o ciclo se renove diariamente.

Para além da sua utilização na expedição e no transporte externo, importa também referir que os cavaletes desempenham igualmente uma função essencial no processo produtivo. Após o corte das chapas de vidro nas mesas, os vidros já fracionados são colocados em cavaletes, que servem de suporte intermédio para a preparação do processo seguinte. Consoante a especificidade de cada encomenda, os vidros são encaminhados para diferentes etapas do fluxo de produção, pois podem ser direcionados para a manufatura ou para as máquinas de aresta, seguir para os fornos de têmpera, avançar para as linhas de produção de vidro duplo/triplo ou, em determinados casos, ser enviados diretamente para a expedição.

À luz do que foi apresentado, é importante mencionar que os cavaletes assumem, assim, uma função dual: são fundamentais no apoio às etapas internas do processo de produção e, em simultâneo, configuram-se como elementos centrais na logística externa da organização, na medida em que asseguram a continuidade do fluxo até ao cliente, conforme se demonstrará adiante.

Deste modo e dada a centralidade dos cavaletes no processo logístico externo, importa compreender de forma sistemática as etapas que compõem o seu ciclo. Assim, a Figura 7 apresenta, de forma esquemática, o fluxo operacional da movimentação de cavaletes. Encontram-se representadas as principais fases no processo de expedição, estendendo-se desde a saída do vidro da linha de produção até ao retorno dos cavaletes vazios às instalações. As etapas representadas encontram-se descritas de seguida, possibilitando uma análise pormenorizada de cada momento do processo:

Figura 7. Processo de circulação externo dos cavaletes



Fonte: Elaboração própria

1. Saída do vidro da linha de produção e colocação no cavalete – à medida que os vidros são produzidos, são imediatamente posicionadas em cavaletes adequados, de acordo com as dimensões do vidro;
2. Preparação do cavalete – o operador da expedição, responsável pela carga, confere a quantidade exata de vidros e, de seguida, procede à plastificação do cavalete;
3. Carregamento dos cavaletes no camião – os cavaletes são movimentados por meios mecânicos e colocados nos veículos de transporte, assegurando-se o correto posicionamento e fixação de forma a evitar danos durante o trajeto;
4. Transporte e entrega ao cliente – o camião, totalmente carregado e após os cavaletes estarem devidamente amarrados e presos à carroceria, é enviado para o destino correspondente;
5. Retorno com cavaletes vazios – após as entregas, os cavaletes são recolhidos e regressam à empresa, encerrando o ciclo logístico de utilização viabilizando a sua reutilização no processo fabril.

A descrição destas etapas, faculta compreender de forma prática a forma como a execução se desenvolve, evidenciando a sequência das atividades e os respectivos pontos de controlo. A representação fotográfica correspondente a cada fase, encontra-se disponível no Apêndice A, onde são apresentadas imagens ilustrativas que documentam as ações descritas neste diagrama.

Em suma, o Capítulo 3 permitiu caracterizar a Vitrochaves S.A. em termos da sua estrutura produtiva, cadeia de abastecimento e organização logística, com especial destaque para os processos e recursos que suportam a sua atividade. Concluída esta contextualização, passa-se agora para o Capítulo 4, dedicado à análise e discussão de resultados.

4. Análise e Discussão de Resultados

O presente capítulo dedica-se à análise e discussão dos resultados obtidos no âmbito do estudo desenvolvido, tendo como foco central a gestão dos cavaletes enquanto ativos logísticos da Vitrochaves S.A.. Após a caracterização da empresa, torna-se pertinente examinar de forma crítica, os dados recolhidos e avaliar as implicações que deles decorrem para a eficiência operacional.

A análise incidirá sobre os registos de movimentação dos cavaletes, as dinâmicas de entrega e recolha, bem como os impactos económicos e práticos associados à sua gestão. Através desta abordagem, procura-se identificar possíveis desequilíbrios na sua ponderação e explorar tendências que condicionam a circulação regular dos equipamentos móveis.

Mais do que uma descrição quantitativa, este capítulo assume uma perspetiva interpretativa, relacionando os resultados empíricos com a revisão da literatura e com as práticas registadas no setor. Pretende-se, assim, não apenas evidenciar os problemas existentes, mas também fornecer uma base de reflexão sólida que sustente a formulação de conclusões e propostas de melhoria para a organização.

4.1 Contextualização do problema e objeto de estudo

Os cavaletes utilizados pela Vitrochaves S.A. desempenham um papel central no processo logístico da empresa, funcionando como suporte ao transporte e armazenamento de vidro entre as unidades fabris e para os clientes finais. Apesar de frequentemente encarados como elementos acessórios, estes equipamentos constituem, na realidade, ativos móveis essenciais ao funcionamento da operação. A sua indisponibilidade, pode comprometer não apenas a eficiência da distribuição, mas também a própria produção e o cumprimento dos prazos de entrega, assumindo assim uma relevância estratégica no desempenho global da organização. Esta centralidade dos cavaletes confirma a ideia defendida por Hastings (2015) de que a gestão eficaz de ativos físicos é determinante para a sustentabilidade das atividades industriais.

A problemática central desta dissertação reside na escassez recorrente de cavaletes necessários ao transporte e armazenamento de vidro. Esta limitação, traduz-se em dois impactos imediatos: por um lado, a empresa vê-se obrigada a realizar investimentos regulares na aquisição de novos elementos; por outro, quando os cavaletes disponíveis não são suficientes, torna-se necessário acionar processos extraordinários de recolha. Nestes casos, a prática corrente consiste em

contactar diretamente os clientes - via e-mail ou, em alternativa, por telefone - para solicitar a devolução urgente de cavaletes vazios. Tal procedimento, embora inevitável em determinadas circunstâncias, gera constrangimentos procedimentais e relacionais, uma vez que os clientes podem receber múltiplos pedidos num curto espaço de tempo, por vezes emitidos por diferentes interlocutores da empresa. Este tipo de dinâmica evidencia a ausência de um sistema de rastreamento integrado, o que, à luz da literatura sobre logística 4.0 (Sharma et al., 2020; Jasiulewicz-Kaczmarek, 2023), compromete a visibilidade do fluxo de ativos e aumenta a probabilidade de falhas de coordenação entre os intervenientes.

Em situações extremas, a indisponibilidade de cavaletes implica reprogramar a logística de entregas, alocando viaturas que estariam destinadas à distribuição de vidro para realizar viagens focalizadas na recolha de cavaletes. Esta necessidade de replaneamento traduz um desvio de recursos que reduz a eficiência global do sistema logístico e reforça a importância de mecanismos de rastreabilidade que permitam antecipar roturas e otimizar o planeamento das rotas.

A gestão destes ativos tem vindo a revelar fragilidades estruturais, sobretudo no que respeita à rastreabilidade, ao controlo e ao retorno atempado. O sistema atualmente em vigor, baseado em guias manuais que são posteriormente digitalizadas e registadas em ficheiros Excel, apresenta limitações de atualização, fiabilidade e facilidade de consulta, pois dificulta o acompanhamento em tempo real da localização e disponibilidade dos ativos. Esta limitação confirma as conclusões expostas na revisão de literatura, que apontam a dependência de processos manuais como uma das principais causas de ineficiência e erro na gestão de ativos móveis. Para além das fragilidades do registo, verifica-se que muitos clientes mantêm estes suportes nas suas instalações por períodos prolongados, mesmo após a receção do vidro, o que reduz a disponibilidade para novas dinâmicas. Em casos críticos, este fenómeno conduz a rutura de stock de cavaletes, afetando diretamente o processo de expedição e, em última instância, a continuidade da produção.

Ademais, a empresa não cobra qualquer valor pela disponibilização dos cavaletes, o que, embora estrategicamente compreensível, tende a gerar um menor sentido de responsabilidade por parte dos clientes quanto à sua devolução. Foram já testadas medidas dissuasoras, como a aplicação de um custo por cada unidade entregue, mas estas acabaram revertidas devido à pressão comercial exercida por determinados clientes. Esta situação demonstra o equilíbrio delicado entre a eficiência operacional e competitividade comercial, um dilema amplamente

reconhecido na literatura sobre gestão de ativos (Woodhouse, 2015), onde as decisões estratégicas tendem a privilegiar a relação com o cliente em detrimento do controlo de custos operacionais. Este cenário evidencia que a problemática não é apenas processual, mas também estratégica e relacional. Com efeito, a gestão de cavaletes na Vitrochaves S.A. constitui um exemplo prático da interdependência entre fatores técnicos e comportamentais, confirmando que a eficácia dos sistemas logísticos depende tanto de infraestruturas adequadas como de práticas colaborativas entre os agentes envolvidos.

Posto isto, a presente investigação tem como objeto de estudo a gestão de cavaletes na Vitrochaves, a análise à relação entre volumes de entrega e recolha, os impactos operacionais da sua escassez e as potenciais melhorias a implementar. Trata-se de uma investigação aplicada, baseada em dados reais recolhidos durante um intervalo delimitado, que procura oferecer uma interpretação crítica do modelo atual de gestão e das suas consequências logísticas e económicas para a organização.

4.2 Estrutura e preparação dos dados para análise

A análise da eficiência da gestão de cavaletes na Vitrochaves S.A. baseou-se na organização sistemática dos dados de procedimento disponíveis, referentes ao período compreendido entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024. A escolha deste intervalo temporal, justifica-se pela existência de registos consolidados e pela possibilidade de examinar dois anos completos, o que favorece reconhecer padrões de comportamento e avaliar a consistência das práticas de gestão ao longo do tempo.

Os dados em estudo, correspondem às movimentações documentadas de cavaletes, registadas em guias internas que acompanham cada transporte. Num primeiro momento, procedeu-se à validação da coerência dos registos, identificando duplicações, lacunas ou erros de preenchimento. Após esta verificação, foi possível reconhecer, para cada movimento logístico, a quantidade de cavaletes entregues e recolhidos por cliente, bem como as respetivas datas e destinos. Para efeitos de tratamento, toda a informação foi extraída e transposta para uma base estruturada em Excel, tornando possível a sua sistematização cronológica e analítica.

Ao longo do período analisado, foi dada especial atenção, à construção de um indicador de rácio recolha/entrega, calculado por período e por rota, que se assume como métrica fundamental na avaliação da eficácia da circulação destes ativos. Este indicador, permite detetar situações de

retenção excessiva de cavaletes, identificar eventuais desequilíbrios logísticos e apontar padrões funcionais de relevância para a gestão.

O recurso a técnicas de análise descritiva simples, apoiadas em tabelas e representações gráficas, tem como objetivo evidenciar os principais comportamentos logísticos ao longo do período considerado. Esta abordagem, de natureza quantitativa, privilegia a objetividade e a clareza interpretativa, o que viabiliza inferir tendências sem recorrer à divulgação de dados sensíveis. A interpretação crítica dos resultados, em articulação com a revisão da literatura, é desenvolvida nas secções seguintes, com o propósito de identificar os impactos inerentes às atividades mais relevantes e assinalar potenciais áreas de melhoria no modelo de gestão de ativos móveis da empresa.

4.3 Caracterização dos registos de cavaletes

A caracterização da gestão de cavaletes na Vitrochaves S.A. requer uma análise prévia da forma como os movimentos destes ativos são registados. Os registos constituem a base de informação que suporta o estudo, possibilitando compreender a sua estrutura e identificar as diferentes tipologias de cavaletes em circulação. A consistência e qualidade desta informação são determinantes para a fiabilidade da análise subsequente, razão pela qual estes dois aspetos serão detalhados nos subcapítulos seguintes.

4.3.1 Estrutura dos dados de movimentação

Os dados utilizados têm origem nas guias internas designadas por *Guia de Entrega/Recolha – Cavaletes de Transporte, propriedade da Vitrochaves S.A.*, ilustradas no Apêndice B. Estes documentos, são preenchidos manualmente pelos motoristas e validados através da assinatura do cliente no momento de cada operação. Os exemplares originais acompanham os motoristas, enquanto uma cópia é entregue ao cliente, viabilizando o devido registo da transação.

Estas guias numeradas são organizadas por um conjunto de variáveis que requerem o preenchimento das seguintes informações: o número da guia, a data da viagem, o nome do condutor, a matrícula da viatura, o nome do cliente, o local de entrega e a empresa a que está associado o transporte. Adicionalmente, contemplam duas secções distintas: uma destinada à identificação dos cavaletes de transporte entregues e outra dedicada à identificação dos cavaletes recolhidos.

Por conseguinte, cada recolha e/ou entrega de cavalete por cliente, deve estar abrangida com o registo de uma guia numerada. Após finalizada a respetiva viagem, os motoristas entregam os documentos manuais à divisão responsável, que procede à consolidação e integração da informação numa base de dados em ficheiro Excel, disponível para os colaboradores das áreas administrativas. Esta configuração evidencia um esforço de sistematização, contudo apresenta dificuldades na medida em que atualmente, não existe qualquer ligação de entrada com o sistema ERP da empresa. A inexistência de um sistema digital integrado impossibilita a obtenção de dados em tempo real e limita a visibilidade sobre a localização e o estado dos ativos. Esta fragilidade confirma a necessidade de evolução para um modelo de gestão de ativos digitalizado que reforça a necessidade de automatização futura dos processos.

4.3.2 Tipologias de cavaletes

Segundo os registos em vigor, a Vitrochaves S.A. dispõe de cerca de trinta e cinco modelos distintos de cavaletes, organizados em três grandes classes estruturais, Simples, Duplo e Triplo que se diferenciam entre si pelas respetivas características. Importa referir ainda que a identificação individual por modelo revela-se pouco viável, uma vez que muitos destes correspondem a modelos que já não se encontram em comercialização. Esta heterogeneidade tipológica constitui um desafio adicional para a gestão, uma vez que dificulta a padronização dos processos e a uniformização dos métodos de controlo.

Complementa-se ainda, a dificuldade de reconhecimento decorrente da ausência ou degradação das placas identificativas, a partir da qual, em alguns dos cavaletes existentes já não se encontram inseridas. Estes suportes são compostos em Ferro (Fe), sendo que estes equipamentos caracterizam-se pela sua robustez, fator que lhes confere resistência e durabilidade no ordenamento das práticas logísticas. De seguida, encontra-se desenvolvida a descrição técnica detalhada de cada classe.

No que respeita à quantidade disponível, a empresa possui 3.074 (três mil e setenta e quatro) cavaletes identificados, distribuídos conforme retrata a Tabela 1. Para além destes, estima-se a existência de cerca de 1.000 (mil) cavaletes sem número de identificação em utilização diária. A ausência de identificação individual compromete de forma significativa a rastreabilidade, impedindo o acompanhamento detalhado do ciclo de vida de cada unidade. Tal lacuna afeta não só a gestão de inventário, mas também a capacidade de cálculo de indicadores de desempenho logístico, em conformidade com as limitações apontadas por Parra et al. (2021).

Tabela 1. Quantidade de cavaletes identificados por tipologia

Tipo de Cavalete	Quantidade
Simple	2895
Duplo	140
Tripla	39
Totais cavaletes identificados	3074

Fonte: Elaboração própria

Figura 8. Cavaletes vazios dispostos no parque exterior da Vitrochaves S.A



Fonte: Elaboração própria

Na sequência desta quantificação, apresentam-se as tabelas de caracterização técnica de cada tipologia de cavalete, complementadas por uma ilustração que visa proporcionar uma compreensão mais clara e perceptível das três categorias expostas.

Tabela 2. Caracterização técnica dos cavaletes simples

Atributo	Descrição
Exemplo de Modelo	ECO1, BCGG-45
Dimensões médias	Comprimento: 1000-1200mm; Largura: 800–1000mm; Altura: 1700-2000mm.
Peso estimado	70–90 kg
Carga Máxima Admissível	Até 2000 Kg
Estrutura	Duas faces com apoios horizontais e verticais em ambos os lados
Utilização típica	Transporte de vidro de pequena/média dimensão
Vantagem logística	Ocupam menos espaço; fácil posicionamento

Fonte: Elaboração própria

Figura 9. Exemplo de cavalete simples utilizado pela Vitrochaves S.A.



Fonte: Elaboração própria

Tabela 3. Caracterização técnica dos cavaletes duplos

Atributo	Descrição
Exemplo de Modelo	APAD1, EC3 15
Dimensões médias	Comprimento: 1800-2000mm; Largura: 800–1000mm; Altura: 2000-2300mm.
Peso estimado	100-120 kg
Carga Máxima Admissível	Até 2500 kg
Estrutura	Duas faces com apoios horizontais e verticais em ambos os lados
Utilização típica	Vidro em maiores volumes ou transporte bidirecional
Vantagem logística	Maior eficiência de carga; manuseamento mais complexo

Fonte: Elaboração própria

Figura 10. Exemplo de cavalete duplo utilizado pela Vitrochaves S.A.



Fonte: Elaboração própria

Tabela 4. Caracterização técnica dos cavaletes triplos

Atributo	Descrição
Exemplo de Modelo	ECE-LU24B; ECE-002
Dimensões médias	Comprimento: 2500-2700mm; Largura: 800–1000mm; Altura: 2300-2600mm.
Peso estimado	>120 kg
Carga Máxima Admissível	Até 3000 kg
Estrutura	Duas faces com apoios horizontais e verticais em ambos os lados
Utilização típica	Obras de grande escala; exportações
Vantagem logística	Otimizam grandes volumes; requerem mais espaço

Fonte: Elaboração própria

Figura 11. Exemplo de cavalete triplo utilizado pela Vitrochaves S.A.



Fonte: Elaboração própria

A avaliação dos quadros técnicos e das respetivas ilustrações evidencia que cada tipologia de cavalete apresenta características próprias, sendo a sua utilização diferenciada em função das necessidades do material a transportar. Tal como referido, os vidros de maiores dimensões devem ser posicionados nos cavaletes de maior capacidade, o que garante estabilidade e segurança no manuseamento. Com o intuito de proporcionar uma perceção mais completa, no Apêndice C apresentam-se exemplos representativos de cada classe de cavalete, carregados com material preparado para expedição.

4.4 Análise dos dados de movimentação de cavaletes

O tratamento dos dados de movimentação dos cavaletes, tem como objetivo avaliar a dinâmica entre as unidades entregues e recolhidas ao longo do período, e analisar em que medida, essa relação condiciona a disponibilidade destes ativos móveis no fluxo diário. Partindo de uma visão global, procura-se identificar a magnitude do desequilíbrio existente e a sua evolução temporal, de forma a confirmar a relevância da problemática e enquadrar as avaliações mais detalhadas que se apresentam nas secções seguintes.

Nesta sequência, a apresentação inicia-se com a caracterização do volume total de movimentações registadas nos anos de 2023 e 2024, o que possibilita aferir a propensão geral e quantificar o défice acumulado de cavaletes. Prossegue-se com a avaliação por rotas logísticas, tendo em vista a identificação de focos territoriais de maior impacto e, por fim, com a análise do investimento associado à reposição de ativos durante o período em apreço, o que contribui para uma visão integrada das consequências económicas da gestão atual.

4.4.1 Volume total de movimentações (2023–2024)

De forma a enquadrar a avaliação detalhada que se seguirá, importa começar pela análise do volume total de entregas e recolhas de cavaletes registado em 2023 e 2024. Este primeiro retrato, admite quantificar, de forma imediata, o desequilíbrio entre unidades expedidas e recuperadas, bem como observar a evolução da taxa de desperdício ao longo dos dois anos completos em observação. Além dos valores absolutos de entregas e recolhas, este indicador relativo possibilita comparar a eficiência do processo entre anos distintos, independentemente do volume total movimentado.

Tabela 5. Movimentação total de cavaletes

Ano	Entregues (unid.)	Recolhidos (unid.)	Saldo Líquido: Recolhidos – Entregues (unid.)	Taxa de Desperdício (%)
2023	12 354	12 109	-245	1,98
2024	12 224	11 723	-501	4,10
Total	24 578	23 832	-746	3.04

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024)

A leitura da Tabela 5, permite constatar que, em ambos os anos analisados, o saldo líquido das movimentações de cavaletes foi negativo, confirmando a existência de um déficit estrutural destes ativos no sistema logístico da Vitrochaves S.A..Em 2023, a diferença situou-se em 245 unidades não recuperadas, agravando-se em 2024 para 501, o que perfaz um total acumulado de 746 cavaletes em falta nas instalações da empresa.

Este resultado, por si só, demonstra a magnitude da problemática. A taxa de desperdício, entendida como a proporção de cavaletes entregues e não recolhidos, evidencia de forma clara esta tendência. Em 2023 fixou-se em 1,98%, mas no ano seguinte duplicou para 4,10%, refletindo uma deterioração considerável da capacidade de retorno. A evolução percentual, aparentemente residual, traduz-se, em termos absolutos, numa perda de escala com impacto direto na disponibilidade de equipamentos. Com efeito, a média da taxa de desperdício nos dois anos em estudo, ascende a 3,04%, valor que, embora moderado em termos relativos, corresponde a um volume significativo de ativos em falta, cujas implicações operacionais são particularmente consideráveis. Tal constatação reforça a ideia de que pequenas ineficiências acumuladas podem gerar consequências logísticas expressivas, especialmente em contextos industriais dependentes de ativos reutilizáveis.

A importância deste fenómeno acentua-se pela natureza reutilizável dos cavaletes. Cada unidade em falta, representa não apenas uma perda patrimonial, mas sobretudo, uma limitação funcional. A indisponibilidade destes suportes compromete a cadência dos fluxos de expedição, obriga à adoção de soluções alternativas menos eficientes e pressiona a necessidade de reforço do investimento em novos ativos – questão que será abordada mais adiante neste trabalho.

Acrescenta-se que perante a apreciação dos dados, observa-se um elemento fulcral que intensifica a problemática do rastreamento e controlo: em 2023, registaram-se 2.145 entregas efetuadas com recurso a cavaletes desprovidos de numeração, correspondendo a 17,4% do total anual; em 2024, este valor ascendeu a 2.352, equivalente a 19,2% das entregas realizadas nesse ano. No conjunto do período, contabilizam-se 4.498 ocorrências desta natureza, o que representa 18,3% do universo de entregas efetuadas nos dois anos em avaliação, sinalizando uma fragilidade estrutural que compromete a rastreabilidade individual dos suportes e potencia o risco de perdas definitivas.

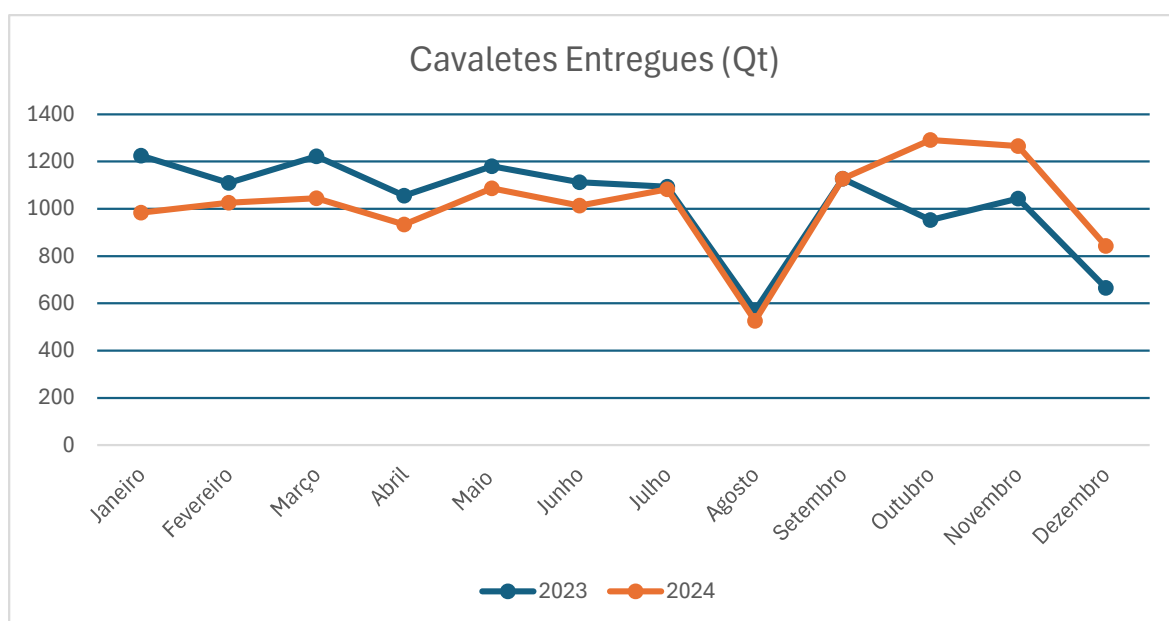
Sumariamente, os dados apresentados não só confirmam a existência de um desequilíbrio estrutural entre entregas e recolhas, como demonstram uma tendência de agravamento em 2024. A conjugação de um saldo líquido persistentemente negativo com o aumento da taxa de desperdício, associada ainda à utilização recorrente de cavaletes desprovidos de numeração, evidencia um problema de fundo na gestão do ciclo de utilização destes ativos, cuja resolução se assume como imperativa para assegurar a sustentabilidade e a eficiência da atividade logística.

Concluída a apreciação global dos dados relativos a 2023 e 2024, importa observar a evolução mensal das movimentações de cavaletes, de modo a identificar tendências e oscilações que, embora menos visíveis numa análise agregada, assumem relevância para a compreensão da dinâmica funcional.

4.4.2 Evolução mensal das movimentações de cavaletes

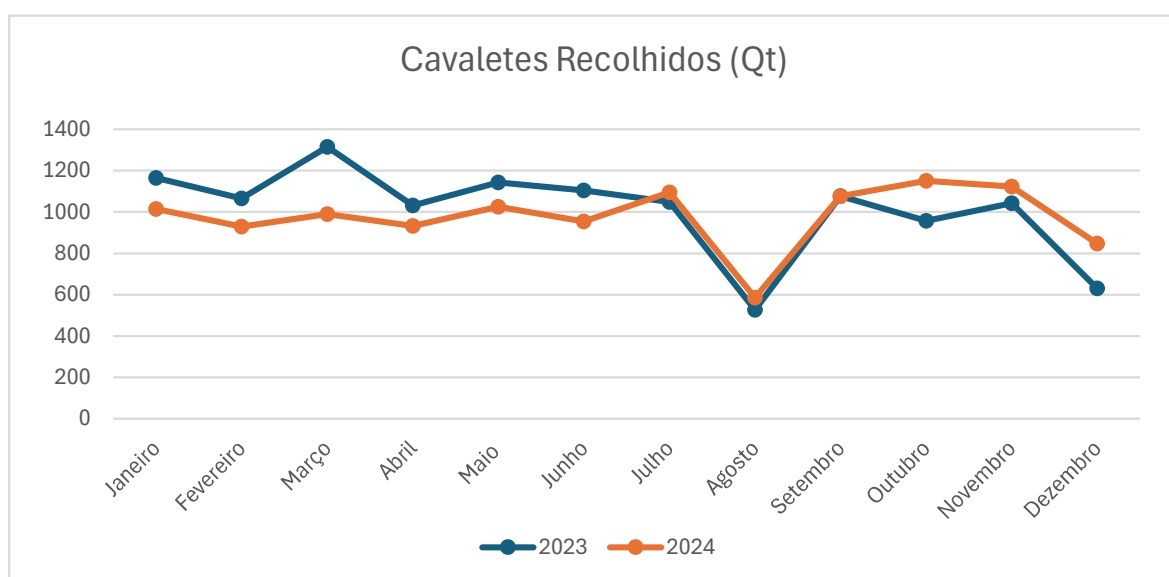
A evolução mensal das movimentações de cavaletes viabiliza identificar padrões de variação ao longo dos dois anos em estudo. Os gráficos seguintes, apresentam a trajetória das quantidades entregues e recolhidas, evidenciando não apenas a regularidade dos fluxos, mas também focos de sazonalidade e momentos críticos associados à atividade. A sua leitura constitui, assim, um ponto de partida essencial para compreender as oscilações registadas no decurso do período avaliado, possibilitando ainda estabelecer relações com fatores externos, como o nível de procura, o calendário de produção ou constrangimentos logísticos. Desta forma, esta interpretação estatística, fornece subsídios pertinentes para a definição de estratégias de planeamento e para a adoção de medidas que mitiguem o impacto de momentos sensíveis na execução.

Figura 12. Evolução mensal dos cavaletes entregues em 2023 e 2024



Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

Figura 13. Evolução mensal dos cavaletes recolhidos em 2023 e 2024



Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

Os valores dos gráficos resultam da quantificação sistematizada na Tabela que se encontra disponível no Apêndice D, no qual se retratam os valores mensais detalhados de entregas e recolhimentos de cavaletes. Esta informação complementar, garante maior rigor analítico e constitui suporte essencial para a validação dos resultados discutidos neste segmento.

Durante a apreciação dos gráficos, sobressai uma quebra acentuada no mês de agosto em ambos os anos, decorrente da paragem parcial da atividade fabril durante o período de férias coletivas. Fenómeno idêntico ocorre em dezembro, mês em que a atividade sofre retração em virtude das festividades, registando-se igualmente uma redução importante tanto nas entregas como nas recolhas.

Para além destas oscilações sazonais expectáveis, a análise revela situações particularmente críticas em outubro e novembro de 2024, período que concentrou um saldo acumulado negativo de -283 cavaletes. Este resultado, encontra explicação no recurso intensivo ao aluguer de camiões TIR para suprir necessidades adicionais de transporte. Pois, os motoristas subcontratados, tendem a limitar a sua atuação à entrega de vidro e cavaletes, sem assegurar a recolha dos equipamentos vazios. Tal prática decorre, por um lado, de constrangimentos práticos aliadas à contratação do serviço e, por outro, da ausência de sensibilização para com o cliente referente à importância na recuperação destes bens.

Este desvio, não apenas compromete a taxa de desperdício, como introduz implicações influentes na relação com os clientes. A ausência de recolhas regulares e sistemáticas, pode induzir a perceção de uma menor responsabilidade por parte da Vitrochaves S.A., afetando negativamente a imagem de consistência da empresa e aumentando o risco de perdas permanentes de ativos.

Em síntese, a análise temporal evidencia tanto as quebras sazonais inerentes ao setor, fases de maior intensidade da atividade, bem como fragilidades estruturais associadas ao modelo de transporte subcontratado, cuja gestão ineficaz, impacta de forma direta a eficiência do sistema de circulação e recuperação de cavaletes.

4.4.3 Distribuição geográfica das movimentações de cavaletes

A análise das entregas/recolhas de cavaletes por rotas logísticas, permite aprofundar a compreensão da circulação na rede de transporte da Vitrochaves S.A., identificando configurações geográficas de movimentação. Neste âmbito, importa clarificar que cada rota corresponde à deslocação até determinado distrito, onde se encontram localizados os clientes da empresa. Assim, a entrega de cavaletes numa definida rota, equivale à entrega a clientes situados nesse distrito específico. Importa ainda sublinhar, que estas rotas se encontram previamente estabelecidas pela empresa e estão associadas às fichas de cliente, tornando possível uma correspondência direta entre cada cliente e a rota a que pertence.

Para além da caracterização dos fluxos operacionais, esta abordagem oferece uma perspetiva mais ampla, ao permitir identificar a localização dos clientes de maior expressividade para a Vitrochaves, fornecendo uma visão clara da sua distribuição geográfica. Este nível de detalhe revela-se fundamental, não apenas para avaliar o desempenho das operações por zona, mas também para compreender a concentração da carteira de clientes e os impactos que daí resultam na organização da rede logística. Neste cenário, apresentam-se de seguida, duas tabelas, referentes aos anos de 2023 e 2024, que sintetizam as recolhas e entregas de cavaletes por rota, correspondentes, aos distritos que apresentam representação de clientes em Portugal, incluindo ainda a totalidade das tarefas realizadas em Espanha.

Tabela 6. Entregas e recolhas de cavaletes por rota geográfica (2023)

Distrito	2023		Saldo Líquido: Recolhidos - Entregues (unid.)
	Entregues (unid.)	Recolhidos (unid.)	
Aveiro	600	536	-64
Braga	5 132	5088	-44
Bragança	52	56	4
Coimbra	118	108	-10
Castelo Branco	929	912	-17
Évora	438	414	-24
Santarém	278	270	-8
Setúbal	765	737	-28
Faro	656	635	-21
Guarda	4	9	5
Leiria	363	360	-3
Lisboa	676	669	-7
Porto	845	812	- 33
Viana Do Castelo	92	80	- 12
Vila Real	692	697	5
Viseu	87	88	1
Sub Total	11 727	11 471	-256
Espanha	627	638	11
Total	12 354	12 109	-245

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

Tabela 7. Entregas e recolhas de cavaletes por rota geográfica (2024)

Distrito	2024		Saldo Líquido: Recolhidos - Entregues (unid.)
	Entregues (unid.)	Recolhidos (unid.)	
Aveiro	715	672	-43
Braga	3 685	3 518	-167
Bragança	17	14	-3
Coimbra	197	186	-11
Castelo Branco	1154	1167	13
Évora	442	445	3
Santarém	244	235	-9
Setúbal	1172	1081	-91
Faro	864	803	-61
Guarda	3	1	-2
Leiria	417	388	-29
Lisboa	861	872	11
Porto	899	833	-66
Viana Do Castelo	110	119	9
Vila Real	678	666	-12
Viseu	191	156	-35
Sub Total	11 649	11 156	-493
Espanha	575	567	-8
Total	12 224	11 723	-501

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

A leitura das tabelas propicia constatar, que a circulação de cavaletes não se distribui de forma homogénea no território, evidenciando antes, dinâmicas diferenciadas entre rotas logísticas, pois cada uma, apresenta especificidades próprias que são influenciadas pela proximidade às unidades fabris, por uma intensidade da procura, mediante condições rodoviárias e pelo perfil dos clientes servidos.

De forma agregada, sobressai a expressiva concentração de movimentações no Distrito de Braga, que se assume inequivocamente como a principal área da rede de distribuição da Vitrochaves S.A., apresentando volumes muito significativos de entregas e recolhas. Porém, em 2024 verificou-se uma quebra abrupta de cerca de 1.500 (mil e quinhentas) unidades nesta rota, sinalizando uma perda significativa. Em seguida, destacam-se o Distrito do Porto e o Distrito de Vila Real com impactante expressividade. Neste último caso, importa salientar que

a rota correspondente ao distrito de Vila Real, integra naturalmente a zona do Alto Tâmega, cuja relevância decorre, da proximidade à sede da empresa em Chaves e da elevada densidade de clientes aí concentrados.

Outro aspeto digno de registo, e de importante apontamento relaciona-se com a logística de retorno. Muitos camiões que regressam a Chaves depois de descarregarem em Benavente, realizam recolhas de cavaletes mesmo quando não transportam vidro no percurso. Estes fluxos de regresso, seguem essencialmente dois itinerários: (i) pela zona centro (Benavente – Entroncamento – Leiria – Pombal – Coimbra – Chaves); e (ii) pela via interior (Entroncamento – Castelo Branco – Guarda – Viseu – Chaves). Este aproveitamento das viagens de retorno, contribui para equilibrar o stock de cavaletes entre as unidades fabris e mitigar o impacto de eventuais défices de recolha.

No que respeita às rotas da Grande Lisboa e da Margem Sul do Tejo, os dados mostram números globalmente positivos em termos de presença nestas regiões. De destacar, que a proximidade com as instalações de Benavente facilita a frequência das recolhas, porém, o congestionamento rodoviário que caracteriza estas zonas, pode comprometer a eficiência das viagens diárias, explicando porque nem sempre a taxa de recuperação atinge os níveis expectáveis. De salientar, que distritos como Setúbal, Lisboa, mas também Coimbra evidenciaram crescimentos consideráveis face ao ano transato, reforçando o seu peso relativo na rede logística da empresa. Quanto aos clientes presentes no distrito de Faro, realça-se que a distância a partir de Benavente e a dispersividade de clientes espalhadas pelo território algarvio, obrigam a uma organização distinta. As viagens são frequentemente planeadas para dois dias, o que proporciona maior margem para efetuar recolhas de cavaletes junto dos clientes, sobretudo quando as cargas não incluem múltiplas entregas. Esta estratégia, concede melhorar a taxa de recuperação, numa rota que, pela sua extensão geográfica, tenderia a apresentar maior desequilíbrio. Entretanto a comparação entre os dois anos, patenteia um desenvolvimento progressivo do volume de distribuições, reforçando a relevância logística desta zona no conjunto do circuito de abastecimento da organização.

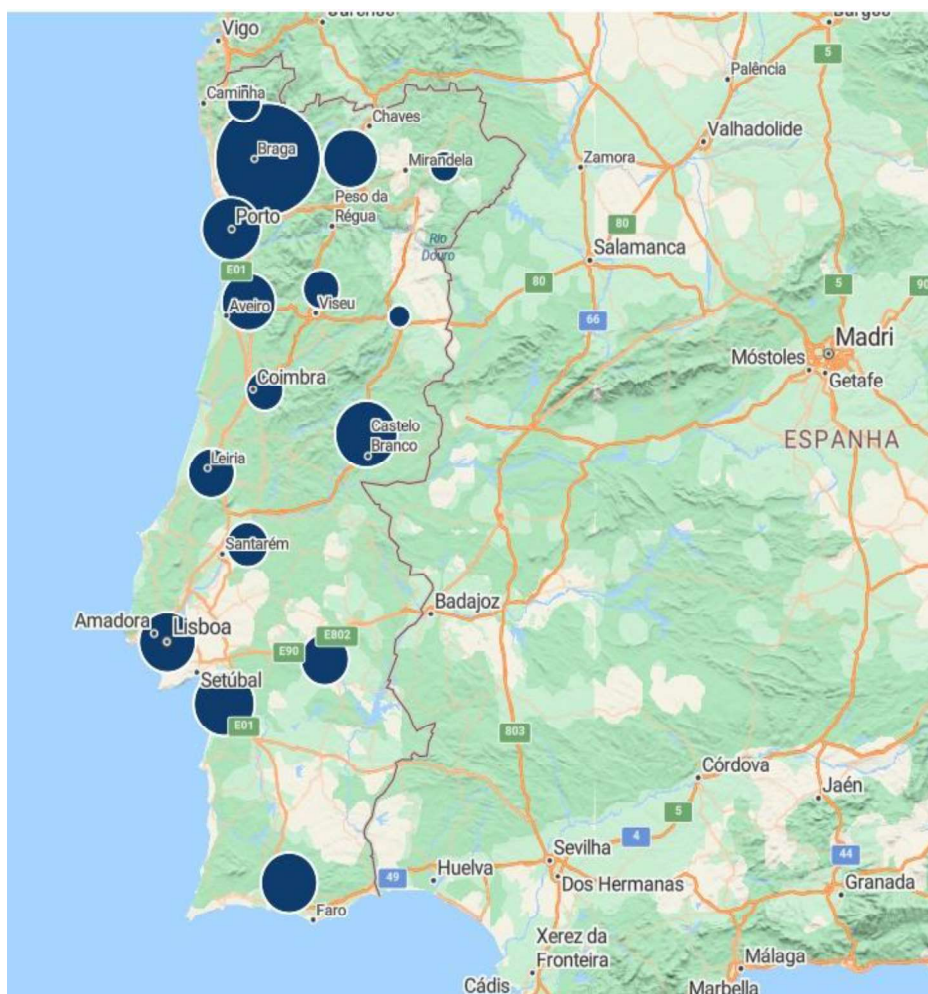
Em contraste, as rotas de menor expressão, como Bragança e Guarda, registam movimentações residuais, porém, contribuem para a dispersão territorial da estrutura logística. Importa ainda referir, que os distritos de Beja e Portalegre não se encontram representados nesta análise, uma vez que a Vitrochaves S.A. não dispõe atualmente de clientes localizados nessas regiões.

Destaca-se igualmente o papel do mercado externo, com foco exclusivo para Espanha, que apresenta volumes de movimentação consideráveis e uma taxa de recuperação próxima do

equilíbrio. Ainda assim, os dados evidenciam uma diminuição face ao ano transato sinalizando uma ligeira retração.

De modo a enriquecer a análise quantitativa apresentada, procede-se à representação geográfica das entregas de cavaletes no território nacional. A Figura 14. ilustra, através de *bubbles* de diferentes dimensões, a concentração das entregas nos anos de 2023 e 2024. Importa sublinhar, que estes círculos traduzem volumes agregados por distrito, sendo posicionados sobre a respetiva área territorial, não representando a dispersão individualizada de cada cliente. Ainda assim, esta representação abre espaço para captar de forma imediata e precisa, a expressividade territorial dos fluxos, no qual se destacam as regiões com maior intensidade de atividade e que evidenciam a distribuição da rede de clientes da Vitrochaves S.A. pelo território português.

Figura 14. Representação geográfica das entregas de cavaletes em Portugal (2023–2024)



Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

Em resultado da análise desenvolvida, a avaliação territorial das rotas logísticas, complementada pela representação geográfica das entregas, confirma a relevância diferenciada das diversas regiões na circulação de cavaletes. A conjugação entre dados quantitativos e uma ilustração cartográfica, admite abranger com maior clareza a concentração e a dispersão dos fluxos, expondo simultaneamente os locais onde os cavaletes permanecem retidos, e pela qual revelam os desequilíbrios que daí resultam para a gestão global do sistema.

4.4.4 Investimento em cavaletes: reforço da capacidade logística

Conforme ficou demonstrado nos pontos anteriores, os cavaletes constituem um ativo de elevado valor para a Vitrochaves S.A., assumindo-se como elementos absolutamente indispensáveis para o armazenamento e transporte do vidro. Fabricados em ferro, estas estruturas são de considerável robustez, o que lhes confere uma elevada resistência, característica essa que os torna adequados às exigências do setor industrial. Face a esta importância, a empresa dispõe de uma parceria regular com serralheiros locais que se dedicam à reparação e manutenção destes equipamentos. Estes materiais, requerem intervenções periódicas, que podem consistir na substituição de barras de apoio ou em ajustes estruturais quando se encontram empenados. Estas ações de manutenção, habilitam prolongar a sua vida útil e assegurar a sua praticabilidade diária, contudo, a problemática não resulta somente do desgaste natural do material, mas também advém do uso indevido por parte de alguns clientes. A partir de diálogos estabelecidos com os motoristas, foi transmitido que, particularmente aquando das recolhas em cenário de obra, é recorrente a identificação de anomalias decorrentes de práticas inadequadas, nomeadamente, através do lançamento dos cavaletes a partir de andares superiores, o que origina danos irreversíveis provenientes do impacto na queda. Este comportamento, agrava a taxa de perdas identificada e aumenta a pressão sobre a necessidade de reposição.

Face a estas circunstâncias, e em conformidade com os registos anteriormente apresentados, a administração, constatou a necessidade de proceder a aquisições regulares de novos cavaletes, tornando possível a continuidade da sua atividade logística. Importa ainda sublinhar, que este investimento, não decorreu apenas das perdas ou indisponibilidades verificadas, mas também do aumento da atividade produtiva e do crescimento das vendas, fatores que reforçaram a necessidade de ampliar a disponibilidade destes ativos para dar resposta à procura. Posto isto, foi possível apurar no período em estudo (2023–2024), a compra na totalidade de 1003 unidades, representando um investimento acumulado de 218.215,50 €. Convém salientar, que

em 2024 verificou-se um reforço substancial, com 741 unidades adquiridas (75% do total), face às 262 unidades registadas em 2023, confirmando a necessidade crescente de reposição. Esta tendência fica patente na Tabela 8, que sistematiza os valores de aquisição por ano. Para além do volume global, a frequência de compras revela também a pressão sobre a gestão destes ativos, na medida em que no ano de 2023 registaram-se 6 aquisições enquanto em 2024 o número aumentou para 17 transações de compra.

Tabela 8. Número de cavaletes comprados e valor total associado (2023–2024)

Ano	Quantidade (unid.)	Valor (€)
2023	262	54 445,00
2024	741	163 770,50
Total	1 003	218 215,50

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

No que respeita ao custo unitário por cavalete, a empresa disponibilizou somente valores médios de aquisição referente a cada tipologia, tal como demonstra a tabela 9. Acrescenta-se que nos montantes divulgados, já se encontram contabilizadas as despesas de transporte associadas à compra de cavalete. Todavia, importa destacar uma limitação para esta amostra: não foi possível aceder à informação detalhada, sobre a quantidade efetiva adquirida por cada tipologia, pois os preços médios apresentados, resultam de uma aproximação concebida pela empresa e encontram-se fortemente condicionados pelo grau de urgência das encomendas e pela disponibilidade dos fornecedores em atender ao pedido. Em situações de necessidade imediata, o custo por unidade tende a ser mais elevado, refletindo tempos de preparação reduzidos e condições específicas impostas pelos fornecedores.

Tabela 9. Preços médios unitários por tipologia de cavalete

Preço médio na compra de cavalete (unid.)	
Simples	197,50 €
Duplos	237,00 €
Triplos	249,00 €

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da Vitrochaves S.A. (2023–2024).

De forma conclusiva, os custos apurados evidenciam que a aquisição de novos cavaletes representa um encargo financeiro significativo para a Vitrochaves S.A. Todavia, a dimensão económica não constitui o único fator de relevância para a entidade. Durante o período examinado, e de acordo com os registos e comunicações internas disponíveis, foi possível apurar, cerca de doze interrupções totais da produção devido à indisponibilidade destes equipamentos. Embora não seja possível quantificar com precisão o custo financeiro associado a cada paragem, importa salientar que o impacto económico é significativo. O valor efetivo varia em função do tipo de vidro em fabrico e da natureza das encomendas em curso, podendo envolver produtos de maior ou menor valor acrescentado. Independentemente dessa variabilidade, cada interrupção traduz-se em perdas operacionais diretas, designadamente pelo tempo improdutivo dos recursos humanos e pelo incumprimento de prazos de entrega, fatores que comprometem a eficiência produtiva e a fiabilidade do serviço prestado. Para além deste indicador, estima-se que o número real de ocorrências seja consideravelmente superior, uma vez que os dados recolhidos apenas contemplam situações de paragem integral, não refletindo eventuais interrupções parciais registadas em diferentes setores da fábrica. Tal evidência reforça a centralidade dos cavaletes no funcionamento da operação logística e demonstra que a sua gestão eficaz se assume como um elemento crítico tanto para a eficiência produtiva como para a sustentabilidade económica da empresa.

4.5 Propostas de melhoria

O estudo realizado permitiu analisar, de forma aprofundada, a gestão dos cavaletes na Vitrochaves S.A., evidenciando o papel central que estes desempenham no funcionamento da cadeia logística da empresa. Os resultados, confirmaram que os cavaletes constituem não apenas um suporte físico para o transporte de vidro, mas um verdadeiro ativo logístico, cuja indisponibilidade ou má gestão compromete a eficiência global da operação.

Ao longo da investigação, constatou-se a existência de um desequilíbrio entre entregas e recolhas, agravado em 2024, que resultou num défice acumulado de cavaletes disponíveis. Paralelamente, verificou-se que 18,3% das entregas realizadas nos dois anos em análise, envolveram cavaletes sem numeração, o que compromete de forma impactante a rastreabilidade e potencia perdas irreversíveis. A par deste problema, registou-se a necessidade de um investimento superior a 218 mil euros na aquisição de novos cavaletes, reforçando o peso financeiro de uma gestão ainda marcada por ineficiências.

Tais evidências tornam clara a necessidade de adotar medidas de modernização e controlo integrado, orientadas por princípios de rastreabilidade, digitalização e responsabilização. Deste modo, apresentam-se as seguintes propostas de melhoria, organizadas segundo a sua relevância estratégica, o impacto esperado e a viabilidade técnica:

1. Digitalização do registo e integração no ERP. A dependência de registos manuais constitui uma das fragilidades mais evidentes na recolha e análise de dados. A sua substituição por um sistema digital integrado no ERP da empresa constitui um passo essencial para modernizar o controlo dos cavaletes e assegurar uma gestão mais rigorosa e eficiente. A proposta contempla o desenvolvimento de uma aplicação móvel, que permita o registo imediato das entregas e recolhas, eliminando a necessidade de preenchimento manual das guias atualmente utilizadas.

Para que esta solução seja eficaz, é fundamental que a aplicação apresente uma interface simples e intuitiva, capaz de garantir rapidez e fiabilidade no processo de registo. Nela, deverá estar contida a totalidade dos modelos de cavaletes existentes, assim como contemplada toda a base de clientes da organização, permitindo a seleção direta das variáveis fundamentais para o controlo. Precisar-se-á igualmente de possibilitar o registo simultâneo de vários cavaletes entregues ou recolhidos referentes a cada atividade, evitando que os motoristas necessitem de introduzir os dados individualmente para cada

unidade, o que comprometeria a celeridade do processo e afastaria uma das mais valias desta proposta.

Uma das principais vantagens deste procedimento residiria na sua ligação direta à base de dados central. A informação registada pelos motoristas seria automaticamente sincronizada com o ERP, eliminando a necessidade de reunir as guias físicas no final de cada viagem e de proceder à sua transposição manual para ficheiros Excel, tal como acontece atualmente. Este fator permitiria libertar tempo administrativo, reduzir os custos em papel, minimizar o risco de erros e assegurar a atualização contínua dos dados. Além disso, a digitalização do processo poderia contemplar a emissão automática de um comprovativo digital para o cliente, substituindo a cópia física atualmente entregue. Esse documento de validação poderia ser enviado de forma síncrona via email e garantiria transparência do movimento realizado, reforçando a confiança entre as partes.

Em termos organizacionais, esta medida facilitaria o acompanhamento em tempo real das movimentações de cavaletes, o que permite identificar desvios, atrasos e volumes acumulados por rota ou cliente. A integração total entre os registos de campo e o sistema informático corporativo traria ganhos significativos de rapidez, consistência e fiabilidade, transformando um processo essencialmente manual num procedimento digital coeso e transparente.

Esta proposta enquadra-se no âmbito de um sistema de Enterprise Asset Management (EAM), ao promover a integração digital dos registos de movimentação de cavaletes num módulo centralizado de gestão de ativos. Em síntese, a digitalização do registo constitui uma evolução necessária para a Vitrochaves S.A., a fim de não apenas agilizar o trabalho dos motoristas, mas principalmente de forma a reduzir erros, eliminar tarefas redundantes e aumentar a precisão da informação disponível para análise e tomada de decisão.

2. Numeração uniforme e implementação gradual de QR Codes. Em estreita ligação com a proposta anterior, a digitalização dos registos só atingirá o seu pleno potencial caso todos os cavaletes estejam devidamente identificados. A adoção de um sistema de numeração uniforme e codificação digital representa, assim, um avanço decisivo para garantir a rastreabilidade e a fiabilidade da informação.

A inexistência de identificadores em parte expressiva dos cavaletes constitui, atualmente, uma das principais limitações ao controlo do fluxo destes ativos. Ao

introduzir-se uma numeração padronizada em conjunto com o uso de tecnologias digitais como os QR Codes, tornar-se-ia possível a leitura imediata por meio de dispositivos móveis, com vista a associar cada unidade às respectivas guias digitais e ao histórico de utilização. Assim, cada motorista, munido de um leitor portátil, poderia realizar o registo dos cavaletes através de uma simples leitura dos códigos, eliminando a necessidade de introduzir manualmente as referências. Este método representaria uma evolução marcante no processo de rastreabilidade, acelerando as rotinas logísticas, reduzindo erros e aumentando a fiabilidade dos registos.

Contudo, a eficácia deste sistema depende da durabilidade e permanência da identificação aplicada a cada cavalete. Atualmente, verificam-se fragilidades significativas: etiquetas metálicas em vinil ou inscrições em tinta são facilmente removidas, desgastadas ou cobertas durante o manuseamento e transporte. Acresce que os cavaletes circulam em ambientes externos, expostos a condições meteorológicas adversas, o que também acelera o desgaste dos materiais utilizados para marcação. Estes constrangimentos conduzem frequentemente à perda de identificação, inviabilizando a correspondência entre os registos e os ativos físicos.

Por este motivo, a proposta inclui a substituição gradual do sistema de identificação atual por soluções integradas e resistentes, preferencialmente gravadas ou incorporadas na estrutura metálica dos cavaletes. A marcação direta por gravação mecânica ou laser, embora mais dispendiosa na fase inicial, asseguraria maior longevidade e reduziria drasticamente o risco de perda da identificação.

Em última instância, esta medida permitiria instituir uma norma interna segundo a qual nenhum cavalete poderia sair das instalações sem se encontrar devidamente identificado, garantindo a rastreabilidade total desde o momento da expedição até ao retorno. Reconhece-se, todavia, que esta política exigiria uma gestão cuidadosa do stock disponível, sob pena de em situações de escassez, determinadas entregas poderem ser adiadas por ausência de suportes identificados.

Apesar desse desafio, a adoção de uma numeração vinculativa e permanente, articulada com um sistema de registo digital, constituiria um passo determinante na consolidação da rastreabilidade e na redução das perdas. Esta combinação fortaleceria a coerência dos dados, tornaria o acompanhamento mais transparente e alinharia as práticas da

Vitrochaves S.A. com as tendências da Indústria 4.0, que privilegiam a integração entre o ativo físico e a sua representação digital.

3. Redefinição da política de responsabilização dos clientes. A atual política de cedência gratuita dos cavaletes aos clientes, embora compreensível do ponto de vista comercial, tem contribuído para práticas de retenção prolongada e para a degradação ou extravio dos equipamentos. Esta ausência de responsabilização formal gera comportamentos pouco rigorosos na gestão dos equipamentos, conduzindo à diminuição da disponibilidade e ao aumento do investimento necessário para reposição.

Neste contexto, torna-se pertinente a redefinição da política de utilização e devolução dos cavaletes, de modo a introduzir mecanismos de corresponsabilização entre a empresa e os seus destinatários. Uma das alternativas passaria pela criação de um sistema de caução devolutiva associado a cada entrega. Este mecanismo garantiria que o consumidor assumisse a responsabilidade pela guarda e devolução dos cavaletes, recuperando o valor depositado apenas após a confirmação do retorno em boas condições.

Outra possibilidade consistiria na implementação de taxas proporcionais ao tempo de retenção, aplicadas sempre que o período de devolução ultrapassasse o prazo previamente acordado. Tal medida, permitiria desincentivar a acumulação desnecessária de cavaletes nas instalações dos parceiros e promoveria uma maior rotatividade dos equipamentos. Complementarmente, poderiam ser introduzidas cláusulas contratuais explícitas relativas ao bom uso e conservação dos suportes, salvaguardando o direito da empresa de imputar custos em caso de dano, perda ou retenção excessiva.

Uma terceira alternativa, de carácter mais flexível, poderia basear-se num modelo de aluguer controlado, em que os cavaletes permaneceriam propriedade da Vitrochaves S.A., mas seriam cedidos temporariamente mediante condições comerciais claras. Caso o prazo de devolução fosse ultrapassado, o sistema emitiria automaticamente uma fatura adicional. Esta prática, já aplicada em outros setores industriais, tem demonstrado eficácia na promoção do uso responsável dos ativos partilhados e na redução de perdas.

Independentemente da solução adotada, é indispensável que a implementação desta medida seja encetada a partir de uma comunicação transparente com os clientes. Esta iniciativa deve ter em conta que a política de devolução não representa uma penalização, mas antes uma medida de eficiência mútua, essencial para garantir a continuidade do

bom serviço e o cumprimento dos prazos de entrega. Ao sensibilizar as entidades para a importância destes equipamentos na cadeia de abastecimento, reforça-se o sentido de parceria e compromisso, substituindo uma lógica de mera cedência gratuita por uma relação de corresponsabilidade.

Por fim, embora se reconheça que a venda direta dos cavaletes aos clientes poderia ser considerada como alternativa, esta opção não resolveria o problema de fundo. A alienação dos suportes privaria a empresa de um ativo essencial à sua própria atividade, perpetuando o risco de indisponibilidade e descontrolo. Assim, o foco deve incidir sobre a criação de incentivos positivos e regras claras, capazes de promover a devolução atempada, reduzir perdas e consolidar uma cultura de gestão partilhada dos recursos.

4. Implementação de Inventários Periódicos e Dashboards de Monitorização. A ausência de um controlo sistemático sobre a localização e o estado dos cavaletes tem dificultado a obtenção de informação fiável acerca do número efetivamente disponível e da sua distribuição entre as diferentes rotas e entidades destinatárias. A realização de inventários físicos periódicos surge, por isso, como uma medida de baixo custo e elevada relevância para reforçar a fiabilidade dos dados.

Recomenda-se a implementação de um inventário trimestral, conduzido de forma estruturada e com base em critérios uniformes de registo. Esta prática permitiria identificar desvios, incongruências e perdas não reportadas, além de possibilitar a atualização dos saldos reais de cada modelo de cavalete. A recolha sistemática desta informação acrescentaria uma camada adicional de segurança ao controlo patrimonial, a fim de detetar tendências de desaparecimento ou de degradação dos equipamentos.

Paralelamente, a adoção de dashboards logísticos dinâmicos, desenvolvidos em ferramentas de Business Intelligence permitiria representar graficamente os dados em tempo real, oferecendo uma visão integrada da circulação dos cavaletes. Os painéis poderiam contemplar indicadores simples, como saldos por cliente, duração média de retenção dos equipamentos e notificações de recolha em atraso. A visualização imediata dos resultados facilitaria a identificação de anomalias e apoiaria a tomada de decisão.

A conjugação das duas medidas – inventários físicos regulares e dashboards digitais – criaria um sistema híbrido de controlo, simultaneamente preventivo e analítico. Enquanto os inventários garantiriam a precisão da informação de base, os dashboards

forneceriam uma leitura contínua e interpretativa dos fluxos logísticos, visando uma gestão mais proativa dos recursos.

Importa sublinhar que esta proposta não exige um investimento financeiro elevado, podendo ser implementada de forma faseada com recurso a ferramentas já disponíveis na empresa. O impacto esperado traduz-se num aumento substancial da fiabilidade da informação e na capacidade de identificar, em tempo útil, desvios significativos ou padrões de ineficiência.

Em suma, a institucionalização de inventários periódicos e o desenvolvimento de painéis de monitorização digital representam instrumentos complementares de gestão, que reforçam a transparência e o controlo sobre os ativos. A adoção destas práticas alinha-se com as tendências contemporâneas da logística baseada em dados, favorecendo uma cultura organizacional mais orientada para a análise e a melhoria contínua.

5. Aplicação de tecnologias avançadas de rastreamento. As tecnologias digitais representam uma oportunidade notável para reforçar a rastreabilidade e a visibilidade dos ativos, com vista a uma gestão mais rigorosa e transparente dos recursos físicos. Porém, a sua adoção exige uma análise prudente da relação entre custo, complexidade e retorno efetivo. Entre as soluções disponíveis, a tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) destaca-se pela capacidade de identificação automática e pela leitura à distância, possibilitando o acompanhamento em tempo real dos cavaletes e reduzindo de forma expressiva a ocorrência de erros humanos. No entanto, importa salientar que outras soluções tecnológicas, como sensores IoT, não se afiguram adequadas ao contexto da Vitrochaves S.A., uma vez que o seu nível de sofisticação e os custos inerentes à instalação e manutenção superariam largamente os benefícios práticos esperados, não se revelando proporcional ao tipo de controlo necessário.

Entretanto, a sua implementação integral na Vitrochaves S.A.. enfrenta desafios relevantes, pois pese embora o custo unitário das tags RFID tenha diminuído nos últimos anos, o investimento necessário em equipamentos de leitura, antenas e integração de software continua a representar uma barreira impactante. Cabe ressaltar ainda, que o material metálico dos cavaletes interfere com a propagação das ondas de rádio, podendo afetar a precisão das leituras e exigir soluções técnicas adicionais.

Não obstante os potenciais benefícios, a elevada quantidade de cavaletes atualmente em circulação torna o processo de implementação particularmente moroso, uma vez que a aplicação da tecnologia exige o retorno individual de cada unidade às instalações da empresa para integração do dispositivo. Assim, a adoção do RFID deve ser encarada como uma estratégia de médio a longo prazo, cuja viabilidade deve ser testada através de um projeto-piloto restrito a um número limitado de cavaletes recentemente adquiridos. Esta abordagem permitiria avaliar a fiabilidade das leituras, os custos de manutenção e o impacto real na gestão logística antes de uma eventual expansão do sistema.

Comparativamente, a utilização generalizada de QR Codes duráveis constitui uma alternativa mais imediata e economicamente viável, sendo que o RFID deve ser perspectivado como uma aposta estratégica de longo prazo, dependente de uma análise económica rigorosa e de testes técnicos controlados. O seu sucesso estará condicionado à capacidade da empresa em equilibrar o investimento necessário com os benefícios tangíveis em termos de fiabilidade, rastreabilidade e eficiência do processo logístico.

5. Conclusão

O presente estudo teve como finalidade analisar a gestão dos cavaletes utilizados pela Vitrochaves S.A., identificando as fragilidades associadas à sua rastreabilidade, disponibilidade e controlo. Apesar da relevância dos resultados alcançados, importa reconhecer algumas limitações que condicionaram a amplitude e profundidade da investigação.

A principal limitação está relacionada com a ausência de informação integral acerca dos cavaletes sem identificação numérica, o que dificultou a quantificação exata do parque total de equipamentos em circulação. Para além disso, não foi possível determinar a que tipologia pertenciam esses cavaletes, o que inviabilizou a sua categorização segundo as classes estruturais definidas. Do mesmo modo, não foi possível aceder à totalidade das faturas de aquisição de novos cavaletes, o que teria permitido conhecer com exatidão os custos associados e a quantidade efetivamente adquirida por cada tipologia. Os preços médios utilizados resultaram, assim, de uma estimativa fornecida pela empresa, concebida para efeitos de aproximação, o que delimita a precisão da análise económica. Durante a análise das guias, identificaram-se algumas incongruências pontuais nos registos, nomeadamente situações em que determinados clientes recebiam cavaletes identificados e devolviam outros sem numeração, e vice-versa, o que poderá decorrer de lapsos de registo ou do uso indistinto dos equipamentos entre diferentes clientes, refletindo a complexidade prática das operações logísticas. Embora esta circunstância não tenha comprometido o cálculo global das entregas e recolhas, limitou a possibilidade de realizar uma análise individualizada por cliente. Cabe ressaltar ainda que, por razões de confidencialidade, de respeito pelos clientes e em conformidade com as normas do tratamento de dados, não foi possível divulgar nem cruzar informação detalhada relativa a entidades específicas, o que se compreende plenamente no contexto de salvaguarda da informação interna da organização. Por fim, seria igualmente valioso dispor de informação mais detalhada sobre as interrupções produtivas associadas à falta de cavaletes. O acesso a dados concretos, como relatórios de produção, folhas de registo ou custos reais das paragens, teria permitido avaliar de forma mais precisa a dimensão económica dos condicionamentos identificados. A quantificação rigorosa destas ocorrências acrescentaria valor à investigação e proporcionaria uma base mais sólida para a mensuração dos impactos operacionais e financeiros do problema. Estas limitações, ainda que não comprometam as conclusões centrais, devem ser tidas em consideração na interpretação dos resultados e na formulação de recomendações futuras.

No decurso da investigação, foi adotada uma abordagem quantitativa e descritiva, apoiada num modelo analítico desenvolvido a partir do tratamento estatístico dos registos internos de

movimentação. Esta metodologia permitiu avaliar o comportamento dos fluxos de entrega e recolha de cavaletes, quantificar perdas acumuladas e identificar padrões de utilização. O estudo baseou-se exclusivamente em dados recolhidos junto da própria organização, o que assegura a sua relevância prática, mas restringe a possibilidade de generalização a outros contextos industriais.

Os resultados obtidos demonstraram a existência de um desequilíbrio estrutural entre as entregas e as recolhas de cavaletes, confirmando a perda acumulada de 746 unidades no período em análise. Tal constatação evidencia a ausência de um sistema eficaz de rastreamento e controlo, refletida também na elevada percentagem de cavaletes sem numeração (18,3% das entregas), que compromete a rastreabilidade e favorece perdas irreversíveis. Verificou-se ainda um aumento expressivo da taxa de desperdício de 1,98% para 4,10% entre 2023 e 2024, bem como um reforço do investimento em novos ativos, superior a duzentos mil euros no período, revelando o impacto financeiro direto da ineficiência do modelo de gestão vigente.

A análise crítica dos dados, articulada com a literatura existente, confirmou que as fragilidades observadas correspondem a problemáticas amplamente referidas em estudos sobre gestão de ativos móveis e logística industrial. Tal como defendem autores como Sharma et al. (2020) e Lee e Lee (2018), a rastreabilidade e a digitalização constituem fatores determinantes para a eficiência e a sustentabilidade das operações logísticas. No caso concreto da Vitrochaves S.A., os resultados corroboram a pertinência dessas conclusões, ao demonstrar que a ausência de sistemas integrados de controlo compromete a disponibilidade de ativos, gera custos acrescidos e introduz vulnerabilidades operacionais que afetam a continuidade da produção e o cumprimento de prazos de entrega.

Do ponto de vista prático, o estudo permitiu propor um conjunto de medidas que visam mitigar as fragilidades diagnosticadas. Entre as mais marcantes destacam-se: a digitalização do processo de registo através da integração num módulo específico do ERP; a numeração uniforme dos cavaletes acompanhada da introdução gradual de QR codes; a redefinição da política de responsabilização dos clientes; a realização periódica de inventários físicos complementados por dashboards de acompanhamento; e, a médio prazo, a eventual implementação de tecnologias de rastreamento como o RFID, cuja viabilidade deverá ser avaliada à luz dos custos de investimento e das condições operacionais da empresa. A adoção progressiva destas medidas poderá representar um passo decisivo para a consolidação de uma gestão mais eficiente, transparente e sustentável dos ativos logísticos.

Em termos académicos, este trabalho contribui para a escassa literatura dedicada à gestão de ativos móveis no setor vidreiro, oferecendo um estudo empírico que relaciona práticas industriais com os princípios da Indústria 4.0 e da logística orientada por dados. Para a organização em estudo, constitui um instrumento de apoio à decisão, na medida em que fornece um diagnóstico estruturado das suas fragilidades e propõe soluções exequíveis, tecnicamente fundamentadas e adaptadas à sua realidade.

Por fim, seria igualmente pertinente ampliar o âmbito do estudo a outras empresas do setor, de modo a identificar padrões de ineficiência comuns e boas práticas replicáveis. A avaliação económica detalhada do custo das paragens produtivas associadas à indisponibilidade de cavaletes constitui também uma linha de investigação pertinente, pois seria capaz de quantificar de forma mais rigorosa o impacto financeiro do problema.

Conclui-se que a gestão eficaz de cavaletes constitui um elemento determinante para o desempenho e a sustentabilidade da organização. O investimento na rastreabilidade, na padronização dos procedimentos e na adoção de soluções tecnológicas revela-se fundamental para consolidar um modelo de gestão de ativos orientado para a eficiência e para a melhoria contínua.

Referências Bibliográficas

- Abdelmoti, A. M., Shafiq, M. T., Rauf, A., & Khalfan, M. M. A. (2025). *Challenges in asset management and digital twins: Industry insights*. *Buildings*, 15(11), 1809. <https://doi.org/10.3390/buildings15111809>
- Amadi-Echendu, J. E., Brown, K., Willett, R., & Mathew, J. (Eds.). (2010). *Definitions, concepts and scope of engineering asset management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84996-178-3>
- Antonov, A. (2023). *Comparative analysis of real-time load tracking technologies*. JSAR: Journal of Systems and Automatic Research, 25(1). <https://doi.org/10.46687/jsar.v25i1.384>
- Benrahman, A. (2021). *Asset management information and tracking system with QR code based on the human-centred design method*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1830(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1830/1/012006>
- Christopher, M., & Peck, H. (2012). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–13.
- Cognitive Market Research. (2024). *Europe glass manufacturing market report, 2024–2031*. <https://www.cognitivemarketresearch.com/regional-analysis/europe-glass-manufacturing-market-report>
- Crespo Márquez, A. (2007). *The maintenance management framework: Models and methods for complex systems maintenance*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-821-0>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Davis, S. J., Lewis, N. S., Shaner, M., Aggarwal, S., Arent, D., Azevedo, I. L., Benson, S. M., et al. (2018). Net-zero emissions energy systems. *Science*, 360(6396), 1–12. <https://doi.org/10.1126/science.aas9793>
- Dovere, E., Cavalieri, S., & Ierace, S. (2012). RFID systems for moveable asset management: An assessment model. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, 4(1), 3–28. <https://doi.org/10.3233/RFT-2012-011>
- Ferdousmou, J., Prabha, M., Farouk, M., Samiun, M., Sozib, H., & Zaman, A. (2024). IoT-enabled RFID in supply chain management: A comprehensive survey and future directions. *Journal of Computer and Communications*, 12, 207–223. <https://doi.org/10.4236/jcc.2024.1211015>

- Figueiredo, J., Pinto, R., Braga, D., Torres Farinha, J., & Raposo, H. (2023). Avaliação do impacto de um sistema informático de gestão da manutenção para apoio à implementação de sistemas de gestão de ativos pela norma ISO 55001. *RAE — Revista de Ativos de Engenharia*, 1(2), 71–85. <https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.683>
- Fosso Wamba, S., Anand, A., & Carter, L. (2015). A literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues. *International Journal of Information Management*, 35(5), 785–801. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.06.003>
- Gil, A. C. (2017). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (7. ed.). Atlas.
- Grand View Research. (2024). *Glass manufacturing market size, share & trends analysis report, 2024–2030*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/glass-manufacturing-market>
- GW-News. (2025, março 28). Lisec: The new fully automatic production line of Vitrochaves in Portugal [Vídeo]. GW-News. <https://www.gw-news.eu/manufacturing/video-lisec-new-fully-automatic-production-line-vitrochaves-portugal>
- Hastings, N. A. J. (2015). *Physical asset management: With an introduction to ISO 55000*. Springer.
- IMARC Group. (2024). *Europe flat glass market report, 2024–2033*. <https://www.imarcgroup.com/europe-flat-glass-market>
- International Organization for Standardization. (2024). *ISO 55000: Asset management — Overview, principles and terminology*. ISO.
- ISO/TC 251. (2024). *ISO 55000 guidance (Rev. 3)*. <https://committee.iso.org/files/live/sites/tc251/files/guidance/ISO%20TC251%20ISO55000%20Rev3.pdf>
- ISO/TC 251 Working Group 4. (2019). *Compreender os benefícios de um sistema de gestão de ativos ISO 55001 – Briefing note*. Organização Internacional de Normalização. Recuperado de <https://committee.iso.org/files/live/sites/tc251/files/guidance/ISO%20TC251%20WG4%20ISO%2055001%20AMS%20Benefits%20PT.pdf>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Antosz, K., Zhang, C., & Ivanov, V. (2023). *Industry 4.0 Technologies for Sustainable Asset Life Cycle Management*. *Sustainability*, 15(7), 5833. <https://doi.org/10.3390/su15075833>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Drożyner, P. (2021). Integrated maintenance and logistics management for sustainable operations. *Procedia Manufacturing*, 55, 340–347.

- Konstantakos, P., Chountalas, P. T., & Magoutas, A. (2019). The contemporary landscape of physical asset management standards. *Quality – Access to Success*, 20(169), 10–17.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2010). *Fundamentos de metodologia científica* (7. ed.). Atlas.
- Lampe, M., Strassner, M., & Fleisch, E. (2004). RFID in movable asset management. In *Proceedings of the Second IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2004)* (pp. 101–106). IEEE.
- Lee, I., & Lee, K. (2018). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 61(4), 431–440. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.005>
- Liyanage, J. P., Badurdeen, F., & Ratnayake, R. M. C. (2009). *Industrial asset maintenance and sustainability performance: Economical, environmental, and societal implications*. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 665–693). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0_24
- LiSEC. (2025, 26 março). *Vitrochaves presents the new fully automatic production line*. LiSEC. <https://www.lisec.com/news/news/detail/vitrochaves-presents-the-new-fully-automatic-production-line>
- Liyanage, J. P., & Badurdeen, F. (2020). *Sustainable asset management in industry*. Springer.
- Maletič, D., Lovrenčić, V., Grabowska, M., & Maletič, M. (2020). Value creation in physical asset management: A case study. *Acta Mechanica Slovaca*, 24(3), 32–39. <https://doi.org/10.21496/ams.2020.034>
- Maletič, D., Maletič, M., Al-Najjar, B., & Gomišček, B. (2018). Development of a model linking physical asset management to sustainability performance: An empirical research. *Sustainability*, 10(12), 4759. <https://doi.org/10.3390/su10124759>
- Miègeville, N. (2005). *Optimisation de la chaîne logistique en industrie de process: Méthodes et étude de l'industrie du verre plat* [Tese de doutoramento, École Centrale Paris]. HAL Open Science. <https://theses.fr/2005ECAP0995>
- Mu, X. (2024). *The applications of Internet of Things (IoT) in industrial management: A review of mainstream research topics*. *International Journal of Production Research*, 62(8), 1234–1256. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2290229>
- Neely, A. (2021). *Measuring business performance: The value of integrated asset management*. Routledge.

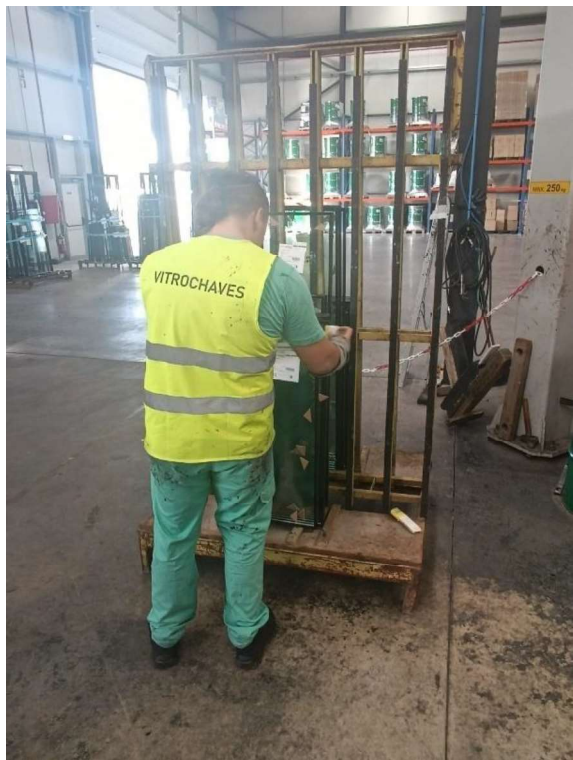
- Nur-E-Alam, M., Vasiliev, M., Yap, B. K., Islam, M. A., Fouad, Y., & Kiong, T. S. (2024). Design, fabrication, and physical properties analysis of laminated Low-E coated glass for retrofit window solutions. *Energy & Buildings*, 318, 114427. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114427>
- Parra, C., González-Prida, V., Candón, E., De la Fuente, A., Martínez-Galán, P., & Crespo, A. (2021). Integration of asset management standard ISO 55000 with a maintenance management model. In A. Crespo Márquez, D. Komljenovic, & J. Amadi-Echendu (Eds.), *14th WCEAM Proceedings* (pp. 189–200). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64228-0_17
- Qurbanov, A. M., & Mirzaabdullayev, J. B. (2024). Reducing glass loss during transportation and storage. *Technical Science and Innovation*, 2024(2), Article 14. <https://btstu.researchcommons.org/journal/vol2024/iss2/14>
- Samir, K., Maffei, A., & Onori, M. (2019). Real-time asset tracking: A starting point for digital twin implementation in manufacturing. *Procedia CIRP*, 81, 719–723. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.182>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson Education.
- Shankar, L., Singh, C. D., & Ranjit, S. (2021). Impact of implementation of CMMS for enhancing the performance of manufacturing industries. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 14(3), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01480-6>
- Shahriar, H., Islam, M. S., Jahin, M. A., Ridoy, I. A., Prottoy, R. R., Abid, A., & Mridha, M. F. (2024). Exploring Internet of Things adoption challenges in manufacturing firms: A Delphi Fuzzy Analytical Hierarchy Process approach. *PLOS ONE*, 19(11), e0311643. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311643>
- Sharma, R., Shishodia, A., & Rai, P. (2020). Asset tracking using RFID and IoT: A review. *Materials Today: Proceedings*, 33(Part 7), 5040–5044. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.558>
- Souza, M. A., & Lima, R. S. (2021). Gestão de ativos móveis em ambientes industriais: desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, 27(3), 45–58.
- Strøm, E. M. (2025). Conceptualizing Warehouse 4.0 technologies in third-party logistics: A case study. *Logistics*, 9(3), 125. <https://doi.org/10.3390/logistics9030125>
- Tan, W. C., & Sidhu, M. S. (2022). Review of RFID and IoT integration in supply chain management. *Operations Research Perspectives*, 9, Article 100229. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2022.100229>

- Vitrochaves S.A. (2025). *Sobre nós*. Recuperado em 1 de junho de 2025, de https://www.vitrochaves.com/?page_id=94&lang=pt
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2019). *Logistics 4.0: A systematic review towards a new logistics system*. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Woodhouse, J. (2015). Briefing: Standards in asset management: PAS 55 to ISO 55000. *Infrastructure Asset Management*, 2(2), 57–60. <https://doi.org/10.1680/iasma.14.00013>
- Zhao, Y., Ye, J., & Xu, K. (2019). Research on RFID-based logistics management information system. *Procedia Computer Science*, 154, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.06.019>

Apêndices

Apêndice A - Documentação visual do processo logístico externo dos cavaletes

1. Produção Finalizada



2. Cavalete preparado



3. Carregamento das Viaturas



4. Fase de Distribuição



5. Retorno às instalações



Apêndice B - Exemplos de guias de entrega/recolha de cavaletes

VITROCHAVES
INDÚSTRIA DE VIDRO S.A.

Contribuinte n.º NIPC 501 779 230
Capital Social 616.000,00€
E.N.2 - Zona Industrial de Eibedá
5400 - 757 S. Pedro de Agostim - CHAVES - PORTUGAL
Tel: 276 340 150 - Fax: 276 340 150
E-mail: vitrochaves@vitrochaves.com - www.vitrochaves.com

Delegação LISBOA
Lugar Vale Trilho - Zona Industrial - Fracção A
2130 - 111 Benavente
Tel: 263 589 750
Fax: 263 589 751

ISOLAR GLAS
KALING

PMELIDER

CERTIF
ISO 9001

ISO 14001

CERTIF
PRODUTO

GUIA DE ENTREGA/RECOLHA
CAVALETES DE TRANSPORTE PROPRIEDADE VITROCHAVES

Cliente _____ Data 51/3/2024
Lugar de entrega ALCAINS/FUNDAO N.º 63966 Condutor _____
Empresa de Transporte _____ Matricula _____

IDENTIFICAÇÃO DE CAVALETES DE TRANSPORTE ENTREGUES			
1	SIMPLES	VH1781 ECO1	ALCAINS (0312A)
1	"	VH1799 ECO1	ALCAINS (0312A)
1	"	17670	FUNDAO
1	"	VH742 BCGG-45	FUNDAO
/			

IDENTIFICAÇÃO DE CAVALETES DE TRANSPORTE RECOLHIDOS			
1	SIMPLES	VH1621 ECO1	
/			

Pelo Cliente	Pela VITROCHAVES
Assint. _____	Assint. _____
Contribuinte n.º _____	

NEUTRALUX® SOLARLUX® COMFORTLUX® AKUSTEX® MULTIPACT® DECOREX® SUN-FLEX® TEMPRADO® BOTONGLASS®

VITROCHAVES

Contribuinte n.º NIPC 501 779 230
Capital Social 815 000,00€
E.N.2 - Zona Industrial de S.ª Maria
5400 - 757 5, Pedro de Aguiar - CHAVES - PORTUGAL
N.º 276 340 150 - Fax 276 340 159
E-mail vitrochaves@vitrochaves.com - www.vitrochaves.com
Delegação LISBOA
Lugar Vile Trigueiro - Zona Industrial - Fracção A
2130 - 111 Denavente
Tel. 263 589 750
Fax. 263 589 751

**ISOLAR[®]
GLAS****GUIA DE ENTREGA/RECOLHA
CAVALETES DE TRANSPORTE PROPRIEDADE VITROCHAVES**

Cliente

Lugar de entrega

Empresa de Transporte

(S.ª Maria)
VITROCHAVES

N.º 69760

Data 14-11-2024

Conductor

Matrícula

IDENTIFICAÇÃO DE CAVALETES DE TRANSPORTE ENTREGUES1 Cav. Simples 13668
1 Cav. ETO 1/4 2344**IDENTIFICAÇÃO DE CAVALETES DE TRANSPORTE RECOLHIDOS**

1 Cav. ETO 1/4 1666

Pelo Cliente

Assint.

Contribuinte n.º

Pela VITROCHAVES

Assint.

NEUTRALUX[®] SOLARLUX[®] COMFORTLUX[®] AKUSTEX[®] MULTIPACT[®] DECOREX[®] SUN-FLEX[®] TEMPRADO[®] BOTONGLASS[®]**VITROCHAVES**

Contribuinte n.º NIPC 501 779 230
Capital Social 815 000,00€
E.N.2 - Zona Industrial de S.ª Maria
5400 - 757 5, Pedro de Aguiar - CHAVES - PORTUGAL
N.º 276 340 150 - Fax 276 340 159
E-mail vitrochaves@vitrochaves.com - www.vitrochaves.com
Delegação LISBOA
Lugar Vile Trigueiro - Zona Industrial - Fracção A
2130 - 111 Denavente
Tel. 263 589 750
Fax. 263 589 751

**ISOLAR[®]
GLAS****GUIA DE ENTREGA/RECOLHA
CAVALETES DE TRANSPORTE PROPRIEDADE VITROCHAVES**

Cliente

Lugar de entrega TURQUEL

Empresa de Transporte

N.º 68404

Data

03-05-2024

Conductor

Matrícula

IDENTIFICAÇÃO DE CAVALETES DE TRANSPORTE ENTREGUES7 Cavaletes simples 1036
ECO1-S/N
ECO1-VH 1378
ECO1-VH 1651
ECO1-VH 1141
ECO1-VH 1644
BCLG6-6 VH 562**IDENTIFICAÇÃO DE CAVALETES DE TRANSPORTE RECOLHIDOS**

1 Cavalete simples 11234

Pelo Cliente

Assint.

Contribuinte n.º

Pela VITROCHAVES

Assint.

NEUTRALUX[®] SOLARLUX[®] COMFORTLUX[®] AKUSTEX[®] MULTIPACT[®] DECOREX[®] SUN-FLEX[®] TEMPRADO[®] BOTONGLASS[®]

Apêndice C - Registos fotográficos de cavaletes carregados

Cavaletes simples



Cavalete Duplo



Cavalete triplo



Apêndice D – Dados estatísticos complementares

	2023			2024		
Mês	Entregues	Recolhidos		Entregues	Recolhidos	
Janeiro	1225	1165	-60	984	1014	30
Fevereiro	1109	1066	-43	1025	930	-95
Março	1222	1315	93	1044	990	-54
Abril	1056	1032	-24	934	932	-2
Maiο	1180	1143	-37	1087	1026	-61
Junho	1112	1105	-7	1014	954	-60
Julho	1093	1049	-44	1083	1095	12
Agosto	569	527	-42	526	585	59
Setembro	1127	1076	-51	1127	1076	-51
Outubro	953	958	5	1291	1151	-140
Novembro	1043	1042	-1	1266	1123	-143
Dezembro	665	631	-34	843	847	4
	12354	12109	- 245	12224	11 723	-501