



Pedro Miguel Capela Bacalhau
Licenciado em Ciências de Engenharia Mecânica

Contributos para concepção e projeto de armazéns
de bobinas de papel e de metal

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2022



Contributos para concepção e projeto de armazéns de bobinas de papel e de metal

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Pedro Miguel Capela Bacalhau

Licenciado em Ciências de Engenharia Mecânica

Orientadora: Professor António Gabriel Santos
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

- Presidente:** António José Freire Mourão,
Professor Associado, FCT-NOVA
- Arguentes:** João Manuel Vicente Fradinho,
Professor Auxiliar, FCT-NOVA
- Orientador:** António Gabriel Marques Duarte dos Santos
Professor Auxiliar, FCT-NOVA

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2022

Contributos para concepção e projeto de armazéns de bobinas de papel e de metal

Copyright © Pedro Miguel Capela Bacalhau, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor António Gabriel Santos, que demonstrou sempre que necessário disponibilidade para apoiar o meu trabalho e espírito crítico de modo a ajudar a aperfeiçoar o mesmo, pontos que foram fundamentais no desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço aos meus pais, por todo o apoio que me deram ao longo de todo o período académico desde o primeiro momento até ao momento de terminar esta última tarefa académica, que sem eles não teria sido possível terminar.

Agradeço a todos os colegas e amigos que a FCT me deu por terem sido meus companheiros ao longo de todo o percurso académico, mesmo nos momentos mais complicados demonstraram se sempre disponíveis a ajudar-me.

Gostaria de agradecer a todos os professores da FCT, que fizeram parte do meu percurso académico, pois, também foram eles que me ajudaram durante estes cinco anos a desenvolver-me como pessoa e a preparar-me para o meu futuro.

E quero agradecer a mim por nunca ter desistido e ter conseguido tornar este objetivo possível.

"You cannot teach a man anything; you can only help him
discover it in himself." (Galileo).

RESUMO

Nesta dissertação pretendeu-se apresentar diferentes sistemas de receção, transporte e armazenamento de bobinas, como algumas recomendações, através de fluxogramas, para orientação dos projetistas das melhores opções, tanto para a receção como para o armazenamento das bobinas. Para tal foram estudados diferentes sistemas essenciais a uma eficaz intralogística num armazém, oferecendo sempre uma ou mais referências de fabricantes, de modo a permitir ao projetista realizar as melhores escolhas, consoante as variáveis existentes no seu armazém.

Realizou-se o estudo de receção das bobinas, tendo sido reunido diferentes sistemas que permitam realizar a verificação da qualidade das bobinas quando estas são recebidas num armazém. Foi também desenvolvido um processo com recomendações do que fazer na receção das bobinas, de maneira que sejam evitadas bobinas danificadas ou que não correspondam às bobinas pretendidas a entrarem no armazém. A segunda etapa desta dissertação foi o estudo dos transportadores, no qual foram apresentados diferentes sistemas de transporte que podem servir de opção para realizar a movimentação das bobinas dentro do armazém. A terceira etapa, foi o armazenamento das bobinas, tendo sido realizada a pesquisa de variados sistemas de armazenamento de modo a permitir realizar da melhor maneira os fluxogramas de decisão, apresentando recomendações consoante as variáveis que possam aparecer num armazém.

No final foi realizado um excerto, onde são sugeridas recomendações de medidas de segurança e em que o projetista é alertado de situações a serem evitadas num armazém, com o objetivo de diminuir o número de acidentes.

Palavras-chave: Bobinas, Logística, Receção, Armazenamento

ABSTRACT

This dissertation intended to present the different systems of reception, transport, and storage of coils, as well as some recommendations, through flowcharts, to guide on the best options, for the reception and storage of coils. For this, different systems that are essential to an efficient intralogistics in a warehouse were analyzed. Offering a wide window of solutions, in order to allow the designer to make the best choice of equipment according to the variables existing in his warehouse.

A study of the reception of the coils was carried out, joining different systems that help in the verification of the quality of the coil when they are received in a warehouse. Was also developed a flowchart with recommendations of what to do, so that damaged coils, or coils that do not match the needs to enter the warehouse are avoided. The second stage of this dissertation was the conveyors, in which the research was carried out on different transport systems that can serve as a solution to carry out the movement of the coils within the warehouse. The third stage was based on the storage of the coils, research has been carried out into different storage systems so that the decision flowcharts can be carried out in the best way possible, presenting recommendations according to the variables that may appear in a warehouse.

At the end it was made an excerpt, in which recommendations for safety measures are suggested and in which the designer is alerted to situations to be avoided in a warehouse. The aim is for the designer to be aware of these situations to reduce the number of accidents.

Key Words: Coils, Logistic, Acceptance, Storage

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Motivação:.....	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Estrutura do documento	4
2	SISTEMAS DE INTRALOGÍSTICA	5
3	CARATERIZAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE BOBINAS	7
3.1	Bobinas de papel.....	8
3.2	Bobinas de metal.....	8
4	RECEÇÃO DA BOBINA	11
4.1	Pesagem da bobina.....	12
4.1.1	Dinamómetro	13
4.1.2	Balança	14
4.2	Inspeção Visual da Bobina.....	15
4.3	Fluxograma de receção da bobina.....	16
5	TRANSPORTADORES DE BOBINAS	19
5.1	Transportadores por solo.....	20
5.1.1	Veículos guiados automaticamente:.....	20
5.1.2	Carros rolantes.....	23
5.1.3	Empilhadores.....	24

5.1.4	Transportadores de bobinas através de correia.....	26
5.1.5	Empurradores.....	28
5.2	Transporte de bobinas num nível superior.....	31
5.2.1	Pontes Rolantes.....	31
5.2.2	Mecanismo de vácuo.....	36
6	ACESSÓRIOS PARA O TRANSPORTE DE BOBINAS.....	37
6.1	Acessórios para o transporte a nível do solo.....	37
6.1.1	Sistema de rotação das bobinas.....	37
6.1.2	Virador de bobinas.....	40
6.2	Acessórios para o transporte num nível superior.....	42
6.2.1	Sistema de transporte de bobinas horizontal.....	42
6.2.2	Acessórios de transporte de bobinas com o seu eixo na vertical.....	43
7	ARMAZENAMENTO DE BOBINAS.....	45
7.1	Armazenamento no solo.....	46
7.1.1	Tapete de bobinas - <i>Coilmates</i>	47
7.1.2	Blocos de armazenamento em forma de berço.....	49
7.1.3	Sistemas de armazenamento por calços.....	51
7.1.4	Armazenamento de bobinas de espessura reduzida.....	55
7.1.5	Armazenamento de fácil manuseamento.....	58
7.2	Armazenamento em níveis superiores.....	60
7.3	Comparação entre armazenamento a nível do solo e em níveis superiores.....	64
7.4	Fluxogramas de armazenamento das bobinas.....	69
8	CUIDADOS E SEGURANÇA A TER NUM ARMAZÉM.....	87
9	CONCLUSÕES.....	91
10	TRABALHOS FUTUROS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1- Bobinas de papel	8
Figura 3.2 - Bobina de fio de metal	9
Figura 3.3 - Bobinas de tiras e chapas de metal	9
Figura 3.4 - Bobinas de cabos elétricos	9
Figura 4.1 - Dinamómetro da empresa PCE	13
Figura 4.2 - Dinamómetro da empresa Galoce	14
Figura 4.3 - Balança	15
Figura 4.4 - Rolo de inspeção	15
Figura 4.5 - Modelo de decisão - Receção das bobinas.....	17
Figura 5.1 - AGV com deslocamento através de rodas	21
Figura 5.2 - AGV com deslocamento através de um rail	21
Figura 5.3 - AGV com formato para transportar duas bobinas	21
Figura 5.4- AGV preparado para transportar bobinas pelo eixo central	21
Figura 5.5-AGV preparado para transportar paletes	21
Figura 5.6 - Veículos Guiados Automaticamente da empresa <i>OX WorldWide</i>	22
Figura 5.7 -Veículos Guiados Automaticamente da empresa <i>IrwinCar</i>	22
Figura 5.8 - Carro Rolante da empresa <i>IrwinCar</i>	23
Figura 5.9 - Carro rolante da empresa <i>Perft</i>	24
Figura 5.10 - Empilhador <i>ETW 60</i>	25
Figura 5.11 - Empilhador <i>ETB 80</i>	25
Figura 5.12 - Empilhador <i>Hubtex Roxx</i>	25
Figura 5.13 - Empilhador <i>sideloader</i>	25
Figura 5.14 - Transportador de bobinas com motor da empresa <i>SICMA</i>	26

Figura 5.15- Transportador de bobinas com motor da empresa <i>C&M Conveyor</i>	27
Figura 5.16- Transportador de bobinas manual da empresa <i>C&M Conveyor</i>	27
Figura 5.17- Transportador de bobinas manual da empresa <i>MHSA</i>	28
Figura 5.18- Empurrador fixo da empresa <i>C&M Conveyor</i>	29
Figura 5.19 - Empurrador fixo da empresa <i>Harmax</i>	29
Figura 5.20 Empurrador móvel da empresa <i>Power Pusher</i>	30
Figura 5.21- Empurrador móvel da empresa <i>DJProducts</i>	30
Figura 5.22 - Empurrador misto da empresa <i>Sinolion</i>	31
Figura 5.23- Ponte rolante univiga da empresa <i>Marco Vil</i>	33
Figura 5.24 - Ponte rolante univiga da empresa <i>STAHL</i>	33
Figura 5.25 - Ponte biviga da empresa <i>Marco Vil</i>	34
Figura 5.26 - Ponte biviga da empresa <i>STAHL</i>	34
Figura 5.27 - Pórtico biviga da empresa <i>Marco Vil</i>	35
Figura 5.28 - Pórtico univiga da empresa <i>Marco Vil</i>	35
Figura 5.29 - Pórtico univiga da empresa <i>KoneCranes</i>	36
Figura 5.30- Mecanismo de transporte através de vácuo.....	36
Figura 6.1- Sistema de rotação misto da empresa <i>Henan Perfect Handling Equipment</i>	38
Figura 6.2 - Sistema de rotação com motor da empresa <i>Metal Handling Sales Associates</i>	39
Figura 6.3 - Sistema de rotação manual da empresa <i>Metal Handling Sales Associates</i>	39
Figura 6.4 - Virador de bobinas fixo da empresa <i>Shangai Jinglin Packaging Machinery</i>	40
Figura 6.5 - Virador de bobinas fixo da empresa <i>Dumeta</i>	41
Figura 6.6 - Virador de bobinas móveis da empresa <i>Kaup</i>	41
Figura 6.7 - Gancho em C da empresa <i>OX Worldwide</i>	42
Figura 6.8 - Gancho em C da empresa <i>Conte</i>	43
Figura 6.9 - Mecanismo de duplo gancho da empresa <i>Conte</i>	43
Figura 6.10 - Acessórios de transporte de bobinas na vertical da empresa <i>Bradley Lifting</i>	44
Figura 6.11 Acessórios de transporte de bobinas na vertical da empresa <i>Conte</i>	44
Figura 7.1 - Tapete de bobinas da empresa <i>Urethane</i>	48
Figura 7.2 - Tapete de bobinas da empresa <i>Profit Kunststoff Technik</i>	48
Figura 7.3 - Blocos de armazenamento em forma de berço da empresa <i>Universal Urethane</i>	50
Figura 7.4 – Blocos de armazenamento em forma de berço da empresa <i>Lankhorst</i>	50
Figura 7.5 - Sistema de calços modelo <i>Coilwedges</i> da empresa <i>Lankhorst</i>	52

Figura 7.6 - Sistema de calços modelo <i>Coilwedges</i> da empresa <i>Profil Kunststoff</i>	52
Figura 7.7 - Sistema de calços modelo <i>Roll Stop System</i>	53
Figura 7.8- Sistema de calços modelo <i>Roll Blocks</i> da empresa <i>Lankhorst</i>	54
Figura 7.9- Sistema de calços modelo <i>Roll Blocks</i> da empresa <i>Profil Kunststoff Technik</i>	55
Figura 7.10-Armazenamento de bobinas de espessura reduzida modelo <i>Steel Floor Slit Coils</i>	56
Figura 7.11- Armazenamento de bobinas de espessura reduzida modelo <i>Mobile Slit Coil Rack</i>	57
Figura 7.12- Armazenamento de bobinas de espessura reduzida modelo <i>Portable Slit Coil Rack</i>	58
Figura 7.13 - Sistema de armazenamento Rollpalets	59
Figura 7.14 - Sistema de armazenamento pronto para o transporte <i>Coilcarrier</i>	59
Figura 7.15 - Armazenamento em estante da empresa SJF.....	62
Figura 7.16 - Armazenamento em estante da empresa Ross	62
Figura 7.17 - Armazenamento em estante da empresa OHRA.....	63
Figura 7.18 - Armazenamento de estantes através de vigas da empresa OHRA.....	64
Figura 7.19 - Modelo de decisão inicial para o armazenamento das bobinas	70
Figura 7.20 - Modelo de decisão - Bobinas de papel.....	75
Figura 7.21 - Modelo de decisão 5 - Bobinas de Papel.....	76
Figura 7.22 - Modelo de decisão 2 - Bobinas de metal.....	80
Figura 7.23 - Modelo de decisão 3-Bobinas que não têm comprimento suficiente para se suportarem sozinhas na vertical	83
Figura 7.24- Modelo de decisão 4 - Armazenamento de Curta Duração.....	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos Positivos e Negativos do armazenamento no solo e em patamares superiores	68
--------------------------------------------------------------------------------------------	----

INTRODUÇÃO

Todas as áreas de engenharia apontam a descobrir novas maneiras e novos métodos para criar e aprimorar processos, com o intuito de alcançar o máximo de eficiência em todas as atividades ou construções humanas.

A indústria não é exceção. Um dos conceitos que tem vindo, progressivamente, a ter mais importância para os engenheiros é a intralogística. A intralogística é o conceito que se refere à movimentação de objetos no interior de instalações de uma fábrica, centros de distribuição ou armazéns. Na prática trata-se do percurso desde o momento em que estes chegam até ao momento em que saem das instalações. Esta tem vindo a ter um grande desenvolvimento com o objetivo de desenvolver, otimizar, automatizar, integrar e gerir os materiais e informações que integram uma unidade de negócio, de maneira a viabilizar o funcionamento ideal da distribuição, garantindo o máximo de fluidez durante o processo.

A intralogística tem um impacto que pode influenciar de forma acentuada os rendimentos de uma empresa. As consequências de uma boa intralogística estão diretamente relacionadas com a redução dos produtos desperdiçados, com um melhor fluxo do material, com o aumento da capacidade de armazenamento e com a melhoria das condições de trabalho. Isto levará, consecutivamente, a um menor custo do transporte do material e ao aumento dos rendimentos da empresa.

De todas as empresas onde a intralogística desempenha um papel determinante, encontram-se as empresas de bobinas. Este é um mercado dinâmico e de grandes dimensões tendo em conta o constante aparecimento de novas empresas do ramo. Em Portugal, existem várias empresas cuja mercadoria principal são as bobinas, com destaque para a Navigator, empresa portuguesa conhecida a nível mundial pela produção de papel. Ainda na península

ibérica, distingue-se a *Bamesa*, empresa espanhola com fábricas em Portugal, que utiliza bobinas de metal no seu processo fabril.

Quando um projetista, inicia um projeto de logística de movimentação de cargas pesadas, nomeadamente bobinas, tem de ter previamente conhecimento de diversas variáveis, como: as características das bobinas, as características do armazém, a disposição das diferentes atividades no armazém, entre outras variáveis que irão ter impacto nas tomadas de decisões.

Para além de ser necessário analisar estas variáveis, qualquer empresa que pretenda ser competitiva, necessita de deter os melhores e mais indicados sistemas de receção de bobinas, de transporte, acessórios ao transporte e sistemas de armazenamento de forma a retirar o melhor rendimento possível das condições existentes no armazém.

Após o completo conhecimento de todas estas características e a análise dos diferentes modelos pertencentes a um armazém, poderá então iniciar-se a elaboração do projeto da logística das bobinas e a escolha dos sistemas para cada área.

O projetista, terá sempre de ter em conta a necessidade de evitar danos nas bobinas, durante o seu transporte, bem como garantir a segurança de todos os trabalhadores envolvidos neste processo, pois estas são bastante pesadas e podem ser perigosas caso colidam com alguma pessoa.

Assim, neste trabalho foi desenvolvido um guia pioneiro, a fim de formar uma estratégia otimizada da organização de um armazém de bobinas. Procurar-se-á facilitar o trabalho do projetista, num contexto específico, pois devido a existir um grande leque de fatores que podem variar de armazém para armazém e um vasto número de sistemas que façam parte da logística das bobinas, tornar-se-á impossível arranjar um método universal.

1.1 Motivação:

Existem inúmeras empresas de bobinas no mundo e todos os anos há o aparecimento de novas empresas dentro deste ramo de negócio. Contudo, caso se pretenda desenvolver e organizar a logística da movimentação de bobinas num determinado armazém, é reduzida a documentação que sirva de guião e auxilie o projetista na organização do armazém de bobinas. A empresa que pretende desenvolver o seu negócio de bobinas, irá ter de contratar um serviço especializada em intralogística da área.

É com essa motivação de tornar acessível a todos, que se desenvolveu e se escreveu esta dissertação, organizando toda a informação de modo a deixar acessível um guião que possa servir de base, para qualquer projetista que for desenvolver e conceber um armazém.

1.2 Objetivos

O objetivo desta dissertação é criar um documento pioneiro dentro da área das bobinas que consiga facilitar o trabalho do projetista quando este realiza o projeto e otimização de um armazém de bobinas, resumindo toda a informação que se encontra dispersa, num guião que seja acessível a qualquer pessoa.

Para tal foram definidos como sub-objetivos:

- Juntar-se diferentes sistemas de receção, de transporte e de armazenamento de bobinas.
- Compreender-se diferentes fatores que podem fazer variar a forma de receção e de armazenamento das bobinas.
- Criar-se fluxogramas com recomendação de procedimentos relativos à receção e ao armazenamento das bobinas

1.3 Estrutura do documento

Este documento foi estruturado em oito capítulos diferentes:

- Iniciou-se por realizar um estudo sobre a intralogística onde se abordou o que é a intralogística e o porquê de ser importante desenvolver uma boa intralogística para um eficiente funcionamento do armazém.
- No capítulo seguinte foram analisadas as bobinas, em que foi explicado os tipos de bobinas que seriam estudadas nesta dissertação, como os materiais e as dimensões destas.
- Do quarto ao sétimo capítulo foram estudadas três etapas da intralogística do armazém: recepção das bobinas, transporte das bobinas e armazenamento das bobinas. Tendo sido enumerados diferentes equipamentos que possam ser úteis para o projetista utilizar no desenvolvimento da intralogística do armazém, como apresentados fluxogramas de decisão que auxiliem o projetista.
- No oitavo capítulo foram realizadas recomendações de cuidados e segurança a ter dentro de um armazém de modo a diminuir os prejuízos tanto financeiros como pessoais.

INTRALOGÍSTICA

A intralogística é atualmente uma das palavras com mais relevância dentro de um armazém. Qualquer empresa que pretenda ter um bom desempenho, tem de desenvolver uma boa intralogística. Esta encontra-se em todas as etapas de movimentação de bens desde o recebimento da mercadoria até ao ponto de expedição das instalações e refere-se à otimização e automatização de todas as suas etapas.

As empresas de intralogística têm-se focado na automação, no controlo e na integração de diversos tipos de equipamentos em um só sistema. Contudo o que acontece é que não existe uma receita certa para uma boa intralogística, existem é diversos fatores que com o planeamento estratégico certo e com as análises mais apuradas das operações, podem levar a uma eficiente intralogística.

Esta não se resume simplesmente à otimização de etapas e processos, mas também em torná-los mais seguros, menos dispendiosos e com resultados mais satisfatórios para as empresas nas suas operações. A automatização pode ser o caminho principal para uma maior eficácia e flexibilidade no seu armazém. Mas nem sempre todas as soluções conduzem automaticamente ao sucesso.

Uma imprópria intralogística pode levar a que haja falta de controlo no inventário e a um mau planeamento estratégico de operações o que pode conduzir a um aumento dos custos.

Sendo por isso um dos pontos mais importantes a ter em atenção por uma empresa que pretenda ter o máximo de produtividade num armazém, devido às inúmeras vantagens que existem:

- Otimização de gastos - Desaparecerão custos que se encontravam associados a uma má intralogística, o que permite maiores reinvestimentos na própria empresa como na melhoria das infraestruturas.
- Aumento da competitividade - Com uma boa intralogística a empresa passa a ter um maior controlo sobre o fluxo de materiais, processos e inventários tornando-se assim inevitavelmente mais competitiva.
- Maior eficiência operacional - Todos os processos tornam-se mais eficientes com uma boa intralogística, levam assim a que haja um aumento de processamento das operações permitindo também um aumento do número de bobinas trabalhadas.
- Agilidade na movimentação dos itens dentro do armazém - Uma boa intralogística, refere-se também á utilização dentro do armazém dos sistemas de transporte de bobinas adequados, o que leva a uma movimentação segura, eficiente e ágil das bobinas.

Todas estas vantagens, podem levar a uma significativa melhoria da produtividade da empresa. Sendo isso que será levado a cabo no decorrer desta dissertação, apresentando as diversas soluções de receção, de transporte, de acessórios de transporte e de sistemas de armazenamento de modo que o projetista consiga elaborar o seu projeto.

CARATERIZAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE BOBINAS

Nesta dissertação serão abordados os diferentes processos de logística num armazém relacionados com a receção, movimentação e o armazenamento de bobinas.

Todavia, antes de se iniciar o estudo da logística da receção, movimentação e armazenamento das bobinas foi essencial uma prévia análise das bobinas.

As bobinas, devido a serem objetos não normalizados, dificultaram na criação de um documento que pudesse ser utilizado por todas as empresas de bobinas. Para tal, foi apresentado, diferentes opções de equipamentos como de processos de logística de modo a escrever este documento o mais global possível.

As bobinas podem ser constituídas por diferentes materiais, de papel, de metal ou entre outros que não foram abordados nesta dissertação como é o exemplo das bobinas de madeira que se encontram enroladas por cabos. Tendo estas a possibilidade de apresentarem inúmeras características distintas, como diferentes diâmetros interiores e/ou exteriores, volumes diferentes, densidades, entre outras características que podem variar de bobina para bobina.

3.1 Bobinas de papel

As bobinas de papel, representadas na Figura 3.1, são objetos em que uma das maiores preocupações é a sua pouca resistência ao impacto e a facilidade de se danificarem, sendo, necessário que todo o seu processo seja realizado com o máximo de precaução. Nesta dissertação foi realizado o estudo tendo em conta que estas poderiam variar o seu diâmetro entre 1,5 m a 2 m e o seu comprimento entre 2 m a 3 m. O peso destas poderá variar entre as 2 e 3 toneladas.



Figura 3.1- Bobinas de papel [1]

3.2 Bobinas de metal

As bobinas de metal são objetos bastante pesados obrigando a um cuidado redobrado durante a sua movimentação no armazém. Nesta dissertação foi realizado o estudo com base que as suas dimensões poderiam variar entre 0,7 m a 2,5 m de diâmetro e de comprimento poderiam variar entre os 0,2 m e os 2,5 m. Quanto ao seu peso, as bobinas podem variar entre as 2 e as 20 toneladas.

As bobinas de metal foram divididas em dois grupos:

- Bobinas de fios - Fios de diferentes diâmetros, que são enrolados em bobinas para melhor manuseio. Podendo os fios serem em formato de arame que será manipulada de modo a produzirem produtos como cercas metálicas, redes de

segurança entre outros produtos [2] (Figura 3.2) ou em fios de maior diâmetro como por exemplo os cabos grossos de alta tensão. 2] (Figura 3.3).



Figura 3.3 - Bobina de fio de metal [2]



Figura 3.2 - Bobinas de cabos elétricos [2]

- Bobinas de tiras e chapas - Utilizadas para a produção de chapas muito finas de metal laminado, sendo uma bobina de uma placa de metal fina produzida continuamente [2] (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Bobinas de tiras e chapas de metal [2]

RECEÇÃO DA BOBINA

As bobinas até serem entregues no armazém podem estar sujeitas a sofrerem pequenas amolgadelas, rasgos ou deformações.

A verificação da qualidade da bobina quando esta chega ao armazém, deve ser tida bastante em consideração, de modo a evitar que entrem no armazém bobinas danificadas devido a não terem sido atempadamente verificadas, o que se pode traduzir num enorme prejuízo para a empresa.

O exemplo disso, é uma empresa que recebe e aceita em média 300 bobinas por mês de 3 toneladas cada, caso 2% destas se encontrem danificadas, significa que 6 bobinas danificadas todos os meses entram no armazém. Estando a bobina de metal, na altura que a dissertação se encontra a ser redigida, avaliada em 700 € a tonelada, 6 bobinas de 3 toneladas danificadas traduz-se em 12.600 € mensalmente, o que ao fim de um ano representa um prejuízo de 144.000 €. Valor este que pode ser bastante significativo nas contas de uma empresa.

Sabendo-se que qualquer empresa pretende conseguir o máximo de lucro possível, podemos compreender o quão importante é para uma empresa tomar atenção a este ponto. Caso não receba a devida atenção por parte do projetista pode levar a que a empresa venha a ter grandes dificuldades no futuro.

Para resolver essa questão, são propostos alguns pequenos procedimentos de modo a diminuir a percentagem de bobinas que se encontrem danificadas a entrar no armazém.

O procedimento passa por uma verificação inicial do número de série da bobina e uma verificação do peso da mesma, com o objetivo de esclarecer se não há engano relativamente ao pedido que foi realizado e para se garantir que é a bobina certa. Depois caso esta bobina corresponda a todas as características da que foi encomendada e não haja qualquer problema em

relação a identificação desta, será realizado uma verificação visual por parte do operador, com o objetivo de verificar se esta não se encontra danificada com qualquer rasgo, amolgadela ou deformações que possam ter ocorrido durante o seu transporte até ao armazém.

Para realizar todo este procedimento de forma mais eficiente possível foi efetuado uma pesquisa de diferentes sistemas que facilitem a elaboração desta etapa e criados fluxogramas que ajudem no processo de escolha de quais as melhores soluções a serem utilizadas consoante as variáveis do sistema.

4.1 Pesagem da bobina

A pesagem da bobina é um ponto de verificação bastante importante no armazém. É nesta etapa que se irá realizar uma das primeiras verificações da bobina, podendo-se de imediato identificar as que possam estar enganadas, evitando que estas entrem no armazém.

Para tal, é necessário ter-se conhecimento dos procedimentos de como realizar esta verificação, de maneira que possa ser efetuada de forma eficiente e fácil.

A realização desse processo irá estar dependente da forma como serão retiradas as bobinas do transportador que as leve até ao armazém. Estas podem ser retiradas de duas maneiras distintas: pela parte superior do transportador ou então pela lateral do mesmo. Caso a bobina seja retirada pela parte superior do transportador, irá usar-se um dispositivo do tipo guindaste para retirar a bobina e nesse caso a pesagem dessa será realizada através de um dinamómetro. Já se a bobina for retirada pela lateral, será retirada com um empilhador. Posteriormente a bobina juntamente com o empilhador serão colocados sobre uma balança instalada previamente no chão do armazém onde será verificado o peso da bobina.

Adiante serão apresentados os dois sistemas de pesagens de mercadorias, que serão utilizados consoante a forma como a carga for retirada do transportador, sendo em cada sistema apresentado pelo menos um fabricante destes modelos.

4.1.1 Dinamómetro

Os dinamómetros são aparelhos de pesagem de objetos, utilizados em operações de medições de tração. Estes aparelhos incorporam-se em pontes de levantamento de mercadorias, guias ou guindaste sendo montados entre o cabo das guias e o acessório que irá erguer a bobina. Estes ligam tanto ao guindaste como ao acessório e possuem incorporado um pequeno ecrã onde se pode visualizar o peso da mercadoria.

Como tudo, este sistema apresenta diversos pontos positivos e negativos. Sendo as vantagens deste aparelho a rapidez e eficiência da pesagem da bobina, durante a ação de levantamento desta. Contudo, só pode ser utilizado para mercadorias que sejam levantadas de forma vertical e para além disso têm o pequeno inconveniente, como estes se encontram anexados aos guindastes por vezes torna-se complicado o operador visualizar o ecrã.

Para superar o problema de o operador não conseguir alcançar o dinamómetro, muitos destes possuem como acessório, um simples comando, para onde é transmitido a informação que se encontra no ecrã do dinamómetro.

Foram escolhidas como soluções para os dinamómetros duas empresas a *PCE* e a *Galoce*. Em ambas as soluções apresentadas, optou-se por dinamómetros que possuam os sistemas de transmissão da informação, do dinamómetro para um ecrã extra de modo a facilitar o trabalho do operador. Teve-se em consideração durante a escolha dos dois dinamómetros, estes terem amplitudes de medição diferentes de modo a oferecer flexibilidade ao projetista para este ter a liberdade de conseguir realizar a escolha consoante as bobinas que serão utilizadas na empresa.

A primeira solução apresentada, representada na Figura 4.1, é um dinamómetro produzido pela empresa PCE, que apresenta uma construção compacta e leve. Modelo este que tem a capacidade de realizar a medição em diferentes unidades (kg/ t / lbs / N), com cargas até 50 000 kg e com uma precisão de cerca de 0,1% da faixa de medição [3].



Figura 4.1 - Dinamómetro da empresa PCE [3]

A segunda opção representada na Figura 4.2, foi escolhida tendo em conta abranger outras gamas de valores. Para tal selecionou-se o modelo GWD200 da empresa *Galocce*, com a capacidade de medir até 200 toneladas, uma bateria com duração de 250 horas e permitindo realizar a medição em diferentes unidades (kg / t / lbs / N). Apresenta também a possibilidade de ser utilizado com um desvio de medição +/- 0.05% e uma distância do *wireless* de 80 a 200 m [4].



Figura 4.2 - Dinamómetro da empresa *Galocce* [4]

4.1.2 Balança

As balanças são um outro aparelho utilizados para se realizar a pesagem das bobinas, utilizados para a pesagem de bobinas que sejam transportadas pelo solo.

As balanças são instaladas no chão do armazém, numa área próxima do local de descarregamento das bobinas, de modo que possa ser verificado o peso das bobinas logo após a retirada do transportador. As balanças podem ser preparadas para conectar até quatro plataformas independentes, para que seja possível realizar a pesagem dos dois eixos do empilhador em conjunto com a bobina, de modo que seja verificado o peso da mesma. Para facilitar a subida e descida do empilhador sobre a balança existem duas rampas com altura de seis centímetros de cada lado. Este método apresenta a vantagem de que não haja praticamente perda de tempo, durante o processo de pesagem da bobina.

A solução escolhida representada na Figura 4.3, é um modelo da Loja das Balanças, com capacidade de pesar entre 3 a 20 toneladas e que tem a possibilidade de ser instalada sobre o solo ou encastrada [5].

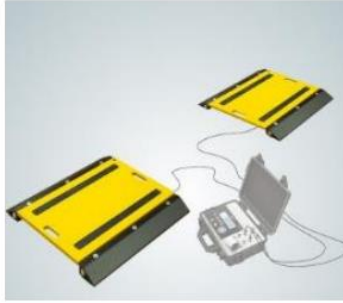


Figura 4.3 - Balança [5]

4.2 Inspeção Visual da Bobina

O rolo de inspeção é um sistema utilizado no processo de verificação visual das bobinas, este sistema permite identificar-se as bobinas que chegam ao armazém com danos.

Esta plataforma após a bobina ser colocada em cima iria erguer-se, levantando a bobina da superfície e através dos dois rolos que se encontram incorporados e irá realizar a rotação da mesma, de modo que o operador tenha a possibilidade de verificar se a bobina apresenta qualquer deformação, cortes ou amolgadelas.

Contudo, este processo apenas pode ser utilizado caso a bobina seja transportada pelo solo.

Como solução, foi apresentado um rolo de inspeção representado na Figura 4.4, da empresa *MHSA*, em que o operador aciona o sistema através do pé, fazendo com que a bobina seja levantada e realize a rotação sobre si, permitindo que o operador realize a inspeção desta. Caso a bobina venha coberta de um outro material é uma boa solução para retirar a cobertura [6].



Figura 4.4 - Rolo de inspeção [6]

4.3 Fluxograma de receção da bobina

Neste primeiro fluxograma serão colocadas questões que irão ajudar no processo de decisão, se a bobina poderá ser aceite no armazém, sendo que as questões colocadas são:

- **O número de série da bobina corresponde ao número da encomenda:**

Com esta questão, pretende-se entender se a bobina que chega ao armazém corresponde à bobina encomendada.

No caso afirmativo, o número de série da bobina corresponde ao número da encomenda realizada.

- **A bobina tem o peso correspondente ao da sua etiqueta:**

Com esta questão, de uma forma semelhante a anterior, pretende-se entender se a bobina tem o peso igual a bobina encomendada, de modo que não sejam aceites bobinas diferentes.

- **A bobina não apresenta qualquer dano:**

O objetivo desta questão é evitar que bobinas, possam entrar no armazém com pequenos danos devido a qualquer processo que tenha acontecido até ao momento da chegada.

No caso afirmativo, em que esta não se encontra danificada, rasgada ou amolgada será aceite sua entrada.

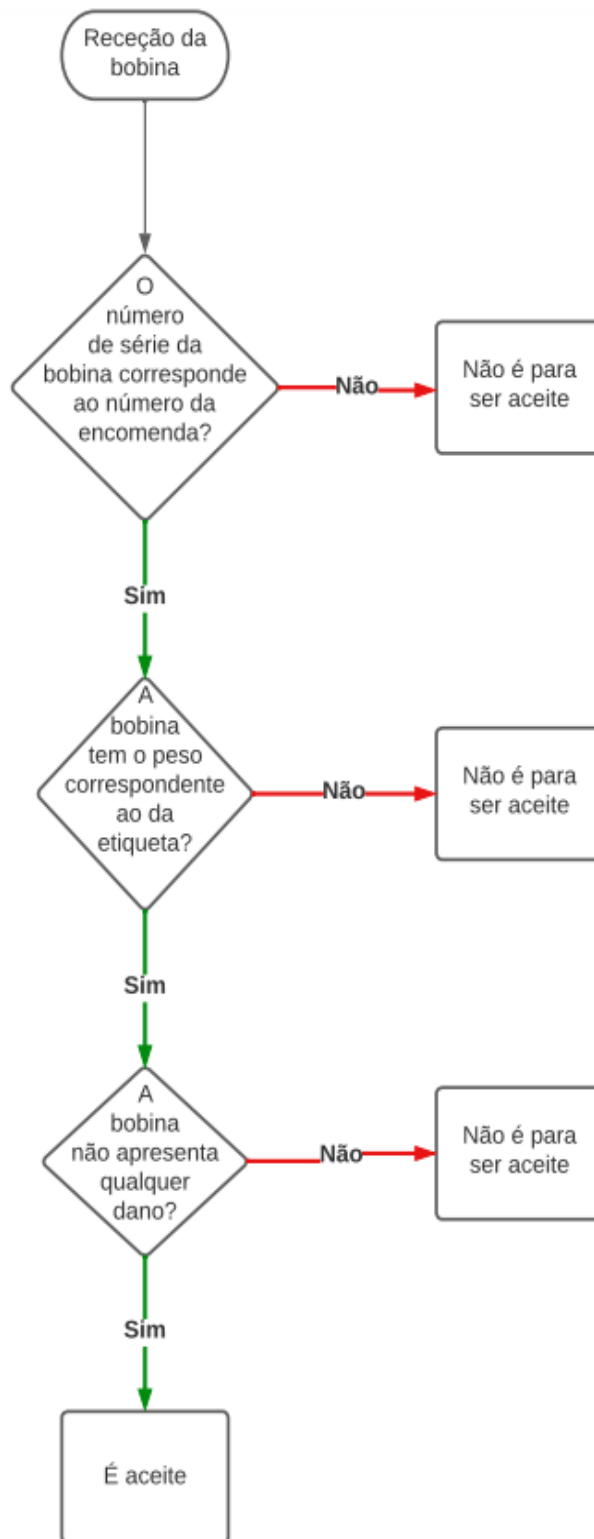


Figura 4.5 - Modelo de decisão - Receção das bobinas

Do fluxograma anterior representado na Figura 4.5, podemos retirar como conclusão, que a bobina apenas deve ser aceite no armazém e continuar o seu processo caso supere três diferentes testes: se o número de série da bobina corresponde ao número da encomenda, se as bobinas têm o peso correspondente ao da etiqueta e se a bobina não apresenta qualquer dano.

Contudo para realizar a receção da bobina existem dois métodos diferentes, a partir da parte superior ou da parte lateral do meio de transporte. Dependendo do método de retirar a bobina irá variar o processo de verificação da mesma.

No caso de a bobina ser retirada a partir da parte superior será utilizado para retirar a bobina um sistema do tipo guindaste. Neste caso é recomendado a instalação de uma estrutura perto da zona de elevação da bobina, com o objetivo de o operador poder subir essa estrutura e facilmente conseguir realizar a verificação se o número de série corresponde ao número da bobina, também com o objetivo que o operador esteja mais próximo da bobina para poder realizar a verificação visual se esta encontra se ou não danificada. O processo de verificação do peso da bobina é realizado através do dinamómetro, quando a bobina for elevada pelo guindaste e o operador receber o valor.

No caso, em que a bobina é retirada a partir da parte lateral, será utilizado um empilhador para tirar a bobina do transportador. Neste caso o processo de verificação do peso da bobina passa por colocar o empilhador juntamente com a mesma sobre a balança, que se encontra instalada no chão do armazém. Após este passo é recomendado que a bobina seja colocada sobre o rolo de inspeção, onde esta realizará uma rotação sobre si com o objetivo de se poder verificar se o número da encomenda corresponde ao número da bobina e também se a bobina apresenta algum dano. Caso passe todo os processos de validação poderá ser aceite e continuar o processo dentro do armazém.

TRANSPORTADORES DE BOBINAS

Sendo o objetivo otimizar ao máximo um armazém de bobinas é então importante entender-se o funcionamento e as características de uma das peças mais relevantes neste processo, os transportadores.

Os transportadores acompanham a bobina em diferentes etapas dentro do armazém e são bastantes importantes, desde a receção das bobinas, como no processo de armazenamento e expedição caso seja a ocorrência.

O transporte impróprio das bobinas pode causar perdas, danos no material e ineficiências no seu transporte, o que leva a empresa a ter grandes prejuízos no fim do ano. De modo a evitar esses problemas, é imprescindível investir em equipamentos adequados às necessidades da empresa.

O transportador ideal é aquele que consegue movimentar a mercadoria de uma forma segura, ter a capacidade de otimizar os carregamentos, tornando-os mais eficientes, fazendo com que os produtos demorem menos tempo a chegar ao seu destino final e ter a capacidade de se adaptar ao espaço livre de modo que consiga realizar o carregamento na área disponível.

Consoante as necessidades da empresa e as diferentes características das bobinas utilizadas no armazém, podem ser utilizados diferentes transportadores. Estes foram divididos em dois grandes grupos: transportadores utilizados para transportar as bobinas a nível do solo e os transportadores utilizados para transportar a um nível superior, tendo sido realizado neste capítulo uma junção de diferentes soluções relativas a cada grupo, de modo a tornar o processo de escolha mais simples e rápido para o projetista.

5.1 Transportadores por solo

Conforme os diferentes modelos de armazéns, poderá ser necessária a utilização entre as variadas etapas, de diferentes transportadores.

Com o objetivo de diminuir o tempo de transporte e o número de funcionários envolvidos, foram apresentadas diversas alternativas para a movimentação das bobinas, sendo em algumas destas atividades necessário o auxílio de um operador.

Neste capítulo não foram apenas apresentados os sistemas de transporte de bobinas, por forma a enriquecer esta pesquisa, realizou-se um levantamento sobre os diferentes produtores de cada sistema de transporte de bobinas existentes no mercado à data da elaboração desta dissertação, apresentando as diferentes características de cada transportador.

5.1.1 Veículos guiados automaticamente:

Os veículos guiados automaticamente, AGV, são equipamentos de alta-tecnologia que se deslocam de forma independente, seguindo uma trajetória traçada previamente. Devido à sua versatilidade têm uma aplicação ilimitada nos setores da indústria pesada, pois tanto a sua superfície de transporte como o método de se deslocar podem ser compostos por diferentes alternativas consoante a necessidade do armazém.

Estes sistemas apresentam inúmeras vantagens para uma empresa. Por serem mais rápidos e eficientes comparando com os transportadores convencionais permitem que haja mais flexibilidade, uma elevada confiabilidade de operação, fácil ligação com outros sistemas e a minimização dos custos de operação.

Por norma, apresentam diversas opções de acessórios que variam consoante o produtor e que podem ser escolhidos em linha com as necessidades da empresa, opções essas como [7]:

- **A fonte de energia que será utilizada:** Estes veículos podem ser alimentados por cabo ou por bateria.

- **Tipo de sistema de deslocamento:** Existem variadas formas, sendo as mais utilizadas através de *rails* representado na Figura 5.1 e rodas representado na Figura 5.2.



Figura 5.1 - AGV com deslocamento através de rodas [7]



Figura 5.2 - AGV com deslocamento através de um rail [8]

- **Sistemas de colisão:** De modo a evitar colisões na sua rota o sistema pode ser constituído por sensores que em caso de se deparar com possíveis obstáculos reduz automaticamente a velocidade ou caso seja necessário parar. Por vezes também pode ter incorporado um sistema acústico-luminoso de aviso à sua movimentação.
- **Possibilidade de serem usados com diferentes cargas específicas:** Devido à grande variedade de formatos que existem disponíveis, podem ser usados para diferentes mercadorias. Como por exemplo no transporte de bobinas representado na Figura 5.3 e na Figura 5.4 ou no transporte de paletes representado na Figura 5.5.



Figura 5.5 - AGV com formato para transportar duas bobinas [7]



Figura 5.3- AGV preparado para transportar bobinas pelo eixo central [10]



Figura 5.4-AGV preparado para transportar paletes [9]

Sendo este sistema uma ramificação dos sistemas de transporte de bobinas pelo solo, com bastante competitividade, foram apresentadas duas soluções diferentes.

A primeira solução, apresentada na Figura 5.6, é um modelo da empresa *OX Worldwide*, empresa que apresenta uma ampla variedade de oferta de AGVs, para realizar o transporte de mercadorias nomeadamente bobinas. Os AGVs desta empresa apresentam capacidade de se deslocarem a uma velocidade entre os 10 m/min e os 30 m/min, e caso seja necessário apresenta a possibilidade de subir encostas até 3° de inclinação. Para além das opções apresentadas anteriormente, a empresa disponibiliza a opção de incluir caso seja pretendido sistemas de elevação e de rotação da bobina, de pesagem da carga e direção elétrica [7].



Figura 5.6 - Veículos Guiados Automaticamente da empresa *OX WorldWide* [7]

A segunda solução, apresentada na Figura 5.7, é da empresa *IrwinCar*, empresa que produz vários modelos de AGVs que apresentam a possibilidade de serem configuradas para carregar diferentes mercadorias. Estes podem ter diferentes dimensões, tendo uma larga capacidade de carregamento entre 1 e 200 toneladas. Programados para realizar o carregamento e descarregamento de forma automática e realizarem a deslocação seguindo linhas a laser, radio frequências ou sistema magnéticos. Como extras apresenta-se já programado com múltiplas zonas de segurança e direção disponível em todas as rodas permitindo assim realizar manuseamento das mercadorias em locais apertados, cantos e realizar viagens para ambos os lados [8].



Figura 5.7 -Veículos Guiados Automaticamente da empresa *IrwinCar* [8]

5.1.2 Carros rolantes

Os carros rolantes são aparelhos de transporte que não possuem motor, limitam-se apenas a seguir outros veículos a que se encontram acoplados. Estes veículos são utilizados em fábricas e armazéns e realizam o transporte de mercadoria que não é possível ser transportada num só veículo, seja este um AGV como outro sistema de transporte de mercadorias.

São constituídos por duas peças que se ligam ao transportador de mercadoria através de um pin. As barras de ligação podem ser colocadas tanto na frente como na parte de trás do transportador ou em ambos os lados de modo a permitir ligar mais do que um carro rolante. A estrutura do carro é feita de aço permitindo suportar cargas elevada e assim evitar-se deformações, prolongando o tempo de serviço.

Para os carros rolantes são apresentadas duas soluções das empresas *IrwinCar* e a *Perft*.

A *IrwinCar* empresa que já foi apresentada nos AGVs, produz carros rolantes, que se encontram representados na Figura 5.8. Esta produz carros com a capacidade de suportar até 400 toneladas, com 6 padrões de direção, reboque disponível de qualquer extremidade e equipados com um sistema de subida e descida da plataforma de modo a facilitar a transferência de cargas [12].



Figura 5.8 - Carro Rolante da empresa *IrwinCar* [12]

A segunda empresa escolhida é a *Perft*, empresa chinesa que produz vários transportadores que podem ser utilizados num armazém. Apresentam um modelo de carro rolante, representado na Figura 5.9, que têm aplicação em diversas instalações para o transporte de mercadorias. Este tem a capacidade de carregar até 30 toneladas e a possibilidade de produzir modelos de 4, 8 ou 10 rodas [11].



Figura 5.9 - Carro rolante da empresa *Perft* [11]

5.1.3 Empilhadores

Um empilhador é um equipamento com capacidade de movimentar bobinas, semelhante aos AGVs, contudo estes não são automáticos e necessitam para o seu funcionamento de um operador. A utilização do empilhador apropriado para as tarefas que serão executadas é bastante importante tanto para a segurança no armazém como para a sua produtividade, regra geral são essenciais para a movimentação e transporte de mercadorias e são utilizados em várias áreas do armazém.

Devido à sua eficiência, rapidez e versatilidade os empilhadores apresentam grande desempenho com elevada rentabilidade, permitindo realizar operações de movimentação de mercadorias com um custo bastante reduzido. Para que o empilhador se desloque é obrigatório que no interior do armazém o chão seja liso e se encontre arranjado e sem sinuosidades.

Foram apresentados alguns empilhadores, tendo em conta diversas características necessárias ao seu funcionamento no armazém, como a altura que conseguem elevar a mercadoria, a carga máxima que conseguem suportar e o tempo de funcionamento destes.

Com base nos critérios referidos, a primeira opção que foi apresentada é da empresa *Jungheinrich*, empresa especializada no fornecimento de soluções de intralogística e que dispõe de um vasto número de empilhadores. Tendo sido escolhidos como soluções os seguintes modelos [13].

Transportador elétrico ETB 80, representado na Figura 5.10, é um equipamento direcionado para as bobinas de aço. Para o seu funcionamento necessita de um operador e tem a capacidade de suportar até 8 000 kg.

Transportador ETW 60, representado na Figura 5.11, é um equipamento direcionado para as bobinas de papel, apresenta a capacidade de carga de 6 000 kg.



Figura 5.11 - Empilhador ETW 60 [13]



Figura 5.10 - Empilhador ETB 80 [13]

A segunda solução apresentada é da empresa *Hubtex*, empresa especializada em tecnologia de transporte e logística. Do universo de ofertas desta empresa foram escolhidos dois modelos diferentes para o transporte das bobinas [14].

A primeira opção, representada na Figura 5.12, é o modelo *Hubtex Roxx*. Caracteriza-se por ter dimensões externas bastante compactas comparativamente com os seus competidores e com uma capacidade de carga até 25 toneladas.

A segunda opção, representada na Figura 5.13, é um empilhador *sideloader*, sistema diferente dos abordados até agora. Caracteriza-se pela sua reduzida largura, o que permite a fácil circulação entre corredores traduzindo-se numa acrescida eficiência para o armazém podendo ser bastante útil no armazenamento em estantes.



Figura 5.13 - Empilhador *Hubtex Roxx* [14]



Figura 5.12 - Empilhador *sideloader* [14]

5.1.4 Transportadores de bobinas através de correia

Neste capítulo são abordados transportadores de bobinas em que estas são transportadas sobre correias. São divididos em dois grupos: os transportadores de bobinas com motor e os transportadores de bobinas manuais em que para se movimentar a bobina é necessário que estas sejam empurradas por um operador.

Por norma é escolhido um transportador com motor para armazéns que tem um fluxo constante de bobinas, enquanto o transportador manual é utilizado essencialmente em armazéns que apenas seja necessário a movimentação esporádica das mesmas.

Estes sistemas são bastante eficientes, possibilitando a rápida e fácil deslocação das bobinas. No caso do modelo com motor, sistema automático, acresce ainda a vantagem da empresa minimizar os custos de operação, tendo em conta não necessitar de um operador para realizar a movimentação da bobina.

Contudo têm como desvantagem principal a ocupação constante do solo do armazém, limitando o espaço para outras atividades e devido a ser um sistema fixo não permite mudanças de trajetórias, acresce ainda salientar que no caso dos transportadores de bobinas manuais não há um controlo rígido sobre a velocidade da bobina.

5.1.4.1 Transportadores de bobinas com motor

Foram apresentadas duas empresas que desenvolvem este transportador:

A primeira empresa é *SICMA* empresa italiana que desenvolve sistemas de transporte na indústria de papel desde 1962. Esta apresenta uma solução que se encontra representada na Figura 5.14, com capacidade de transportar bobinas até 1,5 m de diâmetro e carga máxima de 8 toneladas [15].



Figura 5.14 - Transportador de bobinas com motor da empresa *SICMA* [15]

A segunda empresa que foi apresentada é a *C&M Conveyor* representado na Figura 5.15, com um sistema que pode ser configurado consoante as necessidades de toda a linha de transporte. Tem a capacidade de transportar bobinas de aproximadamente 11 toneladas, permitindo ainda transportar mais de uma bobina num só carril. O posicionamento deste sistema permite que os empilhadores tenham fácil acesso às bobinas [16].



Figura 5.15- Transportador de bobinas com motor da empresa *C&M Conveyor* [16]

5.1.4.2 Transportadores de bobinas manual

Para realizar o transporte de bobinas num sistema de correias sem o auxílio de um motor foram apresentadas duas empresas:

C&M Conveyor, empresa já anteriormente referida nos transportadores com motor, apresenta também nesta área uma solução de movimentação das bobinas de forma fácil, eficiente e com benefícios económicos, representado na Figura 5.16. Apresenta um transportador com uma capacidade de transporte de bobinas com diâmetro até 1,5 metros e suportar até 2,5 toneladas. Devido ao transportador estar nivelado com o chão, permite que o operador coloque facilmente a bobina em cima deste e caso seja necessário o empilhador tenha fácil acesso às bobinas [17].



Figura 5.16- Transportador de bobinas manual da empresa *C&M Conveyor* [17]

A segunda solução, apresentada na Figura 5.17, é da empresa *Material Handling Sales Associates* (MHSA), modelo *Ez-Roll Track*, concebido para realizar a movimentação das cargas pesadas com o mínimo de esforço físico. Este sistema tem a capacidade de realizar a movimentação de bobinas até 1,5 toneladas, permitindo ainda que se disponham mais do que uma bobina em simultâneo sobre o transportador [18].



Figura 5.17- Transportador de bobinas manual da empresa *MHSA* [18]

5.1.5 Empurradores

Outra solução que existe na movimentação da bobina no armazém são os empurradores. Os empurradores são um sistema que como o nome refere, empurram a bobina através de um único movimento permitindo a deslocação das bobinas entre diferentes secções do armazém. Estes podem ser instalados sob o solo do armazém ou à superfície, consoante a força exercida a bobina é movida para uma certa posição com uma determinada velocidade. Permitem movimentar as bobinas de forma automática não sendo necessário um operador para o seu acionamento, podendo este sistema ser colocado em qualquer posição do armazém. Associados a este sistema encontram-se sempre instalados amortecedores que rececionam a bobina na sua posição final.

Os empurradores foram divididos em três grupos: fixos, móveis e mistos tendo sido apresentado soluções para cada caso.

5.1.5.1 Empurradores Fixos

Para os empurradores fixos, foi escolhida uma solução da empresa *C&M Conveyor*, representado na Figura 5.18. Esta apresenta um sistema acionado pneumáticamente, desenvolvido com a capacidade de ajustar a velocidade do deslocamento da bobina consoante a força aplicada

nesta. A sua instalação é feita ao nível do chão de modo a evitar perigos, tendo este a capacidade de movimentar bobinas até 6 toneladas e com diâmetro de 2 metros [19].



Figura 5.18- Empurrador fixo da empresa *C&M Conveyor* [19]

A segunda opção, representada na Figura 5.19, é um empurrador da empresa *Harmax* sistema de confiança, eficiência e durabilidade. Nesta solução, o empurrador é utilizado com o objetivo de retirar bobinas de cima de uma palete. A palete juntamente com a bobina são colocadas sobre uma plataforma que desce, ficando a bobina ao nível do solo. Esta que depois irá sofrer uma ação por parte do empurrador saindo da palete e dirigindo-se para o transportador ou para a área que lhe está destinada. Este sistema tem a capacidade de realizar o deslocamento de bobinas até 3 metros de diâmetro e consegue suportar até 7 toneladas [20].



Figura 5.19 - Empurrador fixo da empresa *Harmax* [20]

5.1.5.2 Empurradores Móveis

Os empurradores móveis são um outro modelo de transporte de bobinas que são utilizados com a intervenção de um operador. Podem ser também preparados como acessórios de outros transportadores, sendo montados na frente destes de modo a realizarem a movimentação das bobinas. Salienta-se também a menor ocupação de espaço em relação aos outros transportadores, contudo não permite automatizar o sistema, pois a movimentação da carga tem de ser realizada de forma manual, sendo necessário um operador para movimentar a carga.

Como soluções de empurradores moveis, foram apresentadas duas empresas que realizam esse mecanismo de auxílio ao transporte das bobinas: *Power Pusher* e a *DJ Production*.

A primeira solução apresentada, representada na Figura 5.20, é da empresa *Power Pusher*, modelo *Super Power Pusher*, ideal para realizar a movimentação de bobinas de grande densidade, conseguindo mover bobinas até 55 toneladas. Este sistema apresenta uma baixa manutenção e uma extrema durabilidade [21].



Figura 5.20 Empurrador móvel da empresa *Power Pusher* [21]

A segunda solução, representada na Figura 5.21, é da empresa *DJProducts*, modelo *CartCaddy Roll Pusher*, já utilizado com sucesso em inúmeras movimentações de bobinas de papel. Este tem uma capacidade de empurrar bobinas até 10 toneladas, e permite de se deslocar até uma velocidade de 5 km/h [22].



Figura 5.21- Empurrador móvel da empresa *DJProducts* [22]

5.1.5.3 Empurradores Mistos

A solução escolhida encontra-se representada na Figura 5.22, da empresa *Sinolion*. Neste caso os empurradores, encontram-se instalados à superfície e podem trabalhar de forma fixa ou móvel, na segunda opção deslocando-se ao longo de um carril [23].



Figura 5.22 - Empurrador misto da empresa *Sinolion* [23]

5.2 Transporte de bobinas num nível superior

Existem por vezes empresas que apresentam limitações ao nível do espaço no solo, em virtude de uma decisão do projetista que prefere não ocupar o espaço disponível com o transporte de bobinas pretendendo otimizar ao máximo o armazém para futuras atividades que a empresa possa vir a realizar ou em resultado do espaço no solo estar a ser utilizado com outras atividades.

Assim a solução passa pelas empresas realizarem o transporte das bobinas num nível superior. É então importante entender-se o funcionamento e as características dos variados transportadores que existem para realizar esse processo, de modo que as empresas tenham na sua posse o equipamento indicado de elevação que levará a uma melhoria na produção e eficiência do processo, proporcionando melhor agilidade, rapidez e segurança.

5.2.1 Pontes Rolantes

As pontes rolantes são equipamentos transversais a inúmeras áreas da indústria, utilizadas devido às diversas vantagens que estas têm para realizar o levantamento e movimentação de mercadorias de grandes volumes ou que sejam muito pesadas.

Estas são constituídas por diversos componentes, salientando-se a viga, parte principal da estrutura, o carro componente que se movimenta ao longo da viga e a talha que é montado no carro e é responsável pela movimentação da carga.

O carro pode ser utilizado sobre ou sob a viga tendo diferentes vantagens entre os diferentes modelos. A utilização deste sobre a viga apresenta como vantagens ser mais barato, menores custos de manutenção, maior capacidade de elevar a carga e uma maior distância do chão o que permite maior elevação da carga. Contudo por vezes o armazém não tem altura suficiente para montar o carro sobre a viga o que impede que seja realizado essa montagem, obrigando a que este seja montada sob esta.

Por norma, para a movimentação da ponte, é realizado o controlo através de um comando conectado eletricamente ao painel, que permite ao operador posicionar-se em segurança e visualizar em perfeitas condições a mercadoria.

Serão em seguida, apresentados vários tipos de pontes rolantes que existem no mercado.

5.2.1.1 Ponte rolante apoiada univiga

A ponte rolante apoiada univiga é um modelo de movimentação de cargas, constituída por uma só viga montada sobre a estrutura do armazém. Esta, por norma, é utilizada para transportar cargas mais leves como bobinas de papel ou pequenas bobinas de aço. Por vezes, devido à limitação de espaço existente no armazém, esta torna-se a única solução disponível.

Foram apresentadas duas empresas que produzem este modelo.

A primeira solução, representada na Figura 5.23, foi da empresa *Marco Vil*. Sistema composto por uma viga principal apoiada nas extremidades, onde estão localizadas as rodas que executam a translação da ponte ao longo do armazém. O carro desloca-se sob a viga podendo deslocar-se com duas velocidades diferentes. Como medidas de segurança apresenta um sistema luminoso e sonoro de modo a avisar a movimentação de carga. Tem incorporado um botão de emergência tanto no comando de controlo remoto como numa das suas pernas de maneira a tornar a movimentação o mais seguro possível. Os modelos apresentados por esta empresa têm a capacidade de realizar a movimentação de bobinas até 12,5 toneladas e tamanho máximo das bobinas até 30 metros [24].



Figura 5.23- Ponte rolante univiga da empresa *Marco Vil* [24]

A segunda solução, representada na Figura 5.24, foi da empresa *STAHL*, empresa que se encontra no mercado de pontes há mais de 40 anos. Esta empresa apresenta diversos meios de conexão de modo a facilitar a adaptação das vigas aos diversos formatos de armazéns. Têm como características serem flexíveis e adaptáveis a diferentes variantes de montagem e com capacidade de elevar cargas até 16 toneladas [25].



Figura 5.24 - Ponte rolante univiga da empresa *STAHL* [25]

5.2.1.2 Ponte Rolantes biviga

As pontes rolantes bivigas são equipamentos utilizados para processos mais exigentes na movimentação das mercadorias em grandes alturas, são constituídos por duas vigas paralelas. Estas apresentam vantagens em relação às pontes univigas, possibilitam a elevação da carga a uma altura superior devido ao motor deslocar-se sobre a ponte e permite ainda a elevação de cargas de maior peso com segurança e precisão. Contudo este modelo apresenta um custo superior comparativamente com a univiga.

Foram escolhidas como soluções duas empresas que se encontram no mercado.

Empresa *Marco Vil*, apresenta um sistema, representado na Figura 5.25, composto por duas vigas de suporte que se movem ao longo do armazém. Neste sistema o carro desloca-se sobre a

viga, podendo ser utilizado mais do que um carro para realizar o transporte da bobina. Este sistema tem capacidade de elevação até 200 toneladas, podendo o comprimento das vigas chegar aos 40 metros [24].



Figura 5.25 - Ponte biviga da empresa *Marco Vil* [24]

A segunda solução, representada na Figura 5.26, é da empresa *STAHL*. Oferece um sistema que permite mover bobinas pesadas com segurança e precisão. Tem a capacidade de elevar até 250 toneladas e o comprimento das vigas pode chegar aos 40 metros entre apoios [25].



Figura 5.26 - Ponte biviga da empresa *STAHL* [25]

5.2.1.3 Pontes Rolantes em Pórticos

Por vezes, devido às características do armazém não existe a possibilidade de instalação das pontes univiga ou bivigas. Este impedimento deve-se a três pontos: por o armazém ter uma dimensão demasiada grande que as vigas não têm comprimento suficiente para chegar de um pilar a outro, por os pilares não terem capacidade de sustentação ou simplesmente por escolha do projetista.

Com o objetivo de realizar a movimentação de bobinas, ultrapassando os obstáculos que impedem a colocação de pontes univigas e bivigas, é instalado por muitas empresas nos armazéns pontes rolantes em pórticos. Estas são instaladas em estruturas que suportem a carga e que se deslocam ao longo do armazém através de um carril existente no chão.

Foram então apresentadas duas soluções diferentes que produzem este modelo:

A primeira solução, representada na Figura 5.27, é da empresa *Marco Vil*, empresa que produz pórticos com dupla viga e univiga. O pórtico de dupla viga assenta em quatro pernas conectados aos carris que executam a translação do pórtico no movimento transversal, este tem a capacidade de elevar até 200 toneladas, com um comprimento máximo de 40 metros de viga [26].



Figura 5.27 - Pórtico biviga da empresa *Marco Vil* [26]

O pórtico univiga, representado na Figura 5.28, tem a possibilidade de ser escolhido com duas ou quatro pernas, que se encontram conectados aos carris onde irá ser realizada a translação do pórtico, este tem a possibilidade de suportar até 12,5 toneladas, sendo o comprimento máximo das vigas de 30 metros [26].



Figura 5.28 - Pórtico univiga da empresa *Marco Vil* [26]

A segunda empresa escolhida foi *KoneCranes*, que apresenta pórticos construídos com a máxima simplicidade e usabilidade, representada na Figura 5.29. Estes são feitos de uma estrutura de ferro e podem ser utilizados tanto no interior como no exterior do armazém. Têm incorporado diversos mecanismos de segurança com o objetivo de prevenir colisões, descarrilamentos e danos, como um sistema de travagem de emergência e uns limpadores de trilho para que o pórtico se movimente sem problemas. Tem uma capacidade de elevar até 12,5 toneladas e até 20 metros de altura [27].



Figura 5.29 - Pórtico univiga da empresa *KoneCranes* [27]

5.2.2 Mecanismo de vácuo

Para além dos tradicionais sistemas de movimentação de bobinas através de pontes rolantes, existem empresas da indústria do papel que optam pela utilização de um mecanismo de vácuo. Este é um sistema rápido, seguro e fácil de ser utilizado e apresenta a grande vantagem em relação aos outros sistemas de ter o formato das bobinas, oferecendo a possibilidade de realizar um armazenamento com pouco espaço entre as bobinas.

Como solução para este transportador foi apresentado o modelo *VacuCoil*, representado na Figura 5.30, da empresa, *FEZER*. Este pode ser encomendado com câmaras de supervisão ou com braços que iriam ajudar no transporte das bobinas. Tem capacidade de realizar o transporte de bobinas até 10 toneladas, com dimensão máxima de 3 metros de diâmetro [28].



Figura 5.30- Mecanismo de transporte através de vácuo [28]

ACESSÓRIOS PARA O TRANSPORTE DE BOBINAS

Para se movimentar as bobinas é necessário para além dos transportadores, adquirirem-se também os seus acessórios de modo que se consiga realizar a sua movimentação.

São necessários diferentes acessórios para a movimentação das bobinas seja para a movimentação a nível do solo, seja para movimentação num nível superior. Na movimentação das bobinas a nível do solo, são abordados dois tipos de acessórios ao transporte: sistema de rotação das bobinas e sistema de viragem. Para a movimentação num nível superior serão abordados outros acessórios divididos em acessórios para a movimentação das bobinas com o seu eixo na vertical e com o seu eixo na horizontal.

6.1 Acessórios para o transporte a nível do solo

6.1.1 Sistema de rotação das bobinas

No processo de transporte das bobinas ao nível do solo existe por vezes a necessidade de mudança de direção no menor espaço possível, muitos transportadores não possuem esta capacidade, então uma das soluções existentes para superar este obstáculo são mesas de rotação de bobinas.

Estes mecanismos podem ter diferentes configurações de acordo com as necessidades e a aplicação no armazém. A escolha destes mecanismos depende de fatores como o número de utilizações, a velocidade de rotação e a carga a movimentar.

Com este sistema pretende-se promover um alto nível de segurança e reduzir o cansaço do operador, aumentando a velocidade e eficiência da linha de produção devido a permitir realizar a rotação das bobinas mais pesadas com facilidade e a mudança de direção num espaço reduzido.

As mesas de rotação de bobinas podem ser divididas em três grupos: mesas de rotação com motor, mesas de rotação manuais ou mesas de rotação mistas.

As mesas de rotação com motor, permitem realizar a rotação das bobinas de forma automática, fabricadas para linhas de produção com rotação contínua. As mesas de rotação manuais, são ideais para aplicação em produções com intervalos irregulares, que requerem movimentação em específicos períodos de tempo. As mesas de rotação mistas caracteriza-se pela possibilidade de realizar a rotação utilizando um motor ou de forma manual.

6.1.1.1 Sistema de rotação misto

A solução apresentada de rotação misto é da *Henan Perfect Handling Equipment*, empresa chinesa que oferece uma grande variedade de equipamentos de rotação. Esta solução, representada na Figura 6.1, caracteriza-se pela possibilidade de realizar a rotação utilizando um motor ou de forma manual. É um sistema de rotação estável e com grande precisão na conexão dos *rails* da plataforma giratória com os que se encontram no armazém. Tem a capacidade de suportar até 150 toneladas, a base pode ter até 7 metros de diâmetro e a velocidade de rotação pode estar entre 0 a 25 m/min [29].



Figura 6.1- Sistema de rotação misto da empresa *Henan Perfect Handling Equipment* [29]

6.1.1.2 Sistema de rotação com motor

A solução apresentada de rotação com motor, representada na Figura 6.2, pertence à empresa *Metal Handling Sales Associates*. Esta apresenta um sistema com diâmetro até 3,55 metros [30].



Figura 6.2 - Sistema de rotação com motor da empresa *Metal Handling Sales Associates* [30]

6.1.1.3 Sistema de rotação manual

A solução apresentada para o sistema de rotação de bobinas manual, representada na Figura 6.3, pertence à empresa *Metal Handling Sales Associates*. Tem como características ter: quatro posições de entrada e saída, fácil rotação da bobina, o operador tem a possibilidade de realizar a rotação de 90° ou 180° e constituído por rolamentos que permitem a fácil entrada e saída da bobina [31].

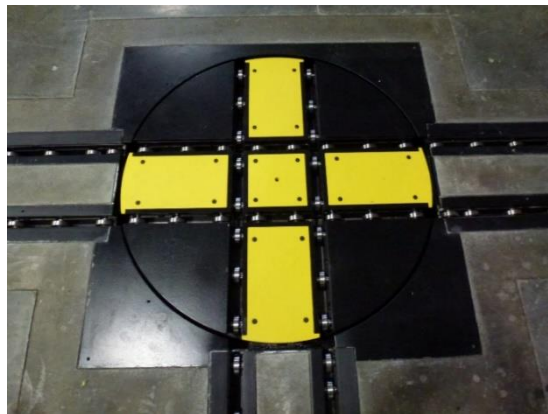


Figura 6.3 - Sistema de rotação manual da empresa *Metal Handling Sales Associates* [31]

6.1.2 Virador de bobinas

As bobinas desde que chegam ao armazém até à sua etapa final poderão necessitar de alterar a posição do seu eixo em 90°, passando o eixo que se encontra na vertical para a horizontal e vice-versa. O mecanismo utilizado para a realização desta operação é o virador de bobinas. Este permite que as bobinas sejam posicionadas correctamente e prontas a serem transportadas. Foram apresentados dois sistemas para realizar a sua rotação, um modelo que se encontra fixo no armazém e um modelo que é utilizado como acessório dos empilhadores que permite realizar a rotação das bobinas em diversas posições do armazém.

6.1.2.1 Virador de bobinas fixo

A primeira solução apresentada, representada na Figura 6.4, pertence à empresa *Shangai Jinglin Packaging Machinery*, modelo FZ-20. Este caracteriza-se por ser seguro, durável e eficiente para realizar a rotação das bobinas. Eexecuta todo o processo automaticamente, no entanto em caso de emergencia permite ser imobilizado em qualquer posição.

Tem capacidade máxima de realizar a rotação de bobinas com diâmetro até 1,66 metros e de aproximadamente 20 toneladas [32].



Figura 6.4 - Virador de bobinas fixo da empresa *Shangai Jinglin Packaging Machinery* [32]

A segunda solução, representada na Figura 6.5, pertence á empresa *Dumeta*, empresa alemã especializada em projetos de engenharia. Esta apresenta um modelo de rotação da bobina, que realiza a rotação do eixo vertical para horizontal e vice versa e também a rotação de 180° sobre o mesmo eixo. Permite realizar a rotação de bobinas até 65 toneladas [33].



Figura 6.5 - Virador de bobinas fixo da empresa *Dumeta* [33]

6.1.2.2 Virador de bobinas móveis

A empresa *Kaup*, desenvolveu um acessório para colocar nos empilhadores, representado na Figura 6.6, modelo *Rotating Rol Clamps*, de modo a funcionar como um virador de bobinas móveis. Este acessório é constituído por dois braços hidráulicos, que abraçam a bobina e permitem realizar a rotação destas em 360°. Em relação aos viradores fixos, apresenta a vantagem de poder deslocar-se ao longo de todo o armazém. Tem a capacidade de realizar a rotação de bobinas até 5,5 toneladas e com um diâmetro máximo de 1,8 metros [34].

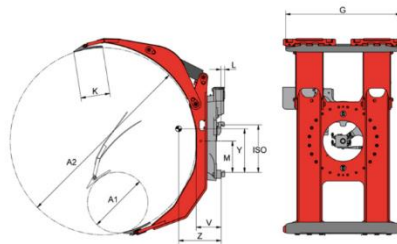


Figura 6.6 - Virador de bobinas móveis da empresa *Kaup* [34]

6.2 Acessórios para o transporte num nível superior

6.2.1 Sistema de transporte de bobinas horizontal

6.2.1.1 Gancho em C

Os ganchos com formato em C são utilizados com grande frequência na indústria tanto no transporte de bobinas de papel como de metal. Este para além de ser um sistema fácil de manusear, necessita de baixa manutenção devido a não ter partes do mecanismo que se movam. Apresenta uma estrutura com a capacidade de se equilibrar sozinha devido a um contrapeso que tem instalado, permitindo realizar o transporte das bobinas de forma equilibrada.

Foram então apresentadas duas soluções:

A primeira solução, representada na Figura 6.7, é da empresa *OX Worldwide*, empresa que disponibiliza um número alargado de opções de acessórios ao transporte das bobinas em patamares superiores de uma forma equilibrada e controlada.

Esta apresenta ganchos em forma de C com a capacidade de realizar o transporte até 30 toneladas e com um comprimento de 1,5 metros. Caso seja requerido pelo cliente, permite a colocação de um motor de modo que este consiga rodar 360° sobre si [35].



Figura 6.7 - Gancho em C da empresa *OX Worldwide* [35]

A segunda solução, representada na Figura 6.8, pertence à empresa *Conte* empresa especializada em desenho e construção de equipamentos de transporte de mercadorias.

Esta apresenta um acessório, com a capacidade de transportar bobinas até 40 toneladas e com comprimento máximo de 2,7 metros. Disponibiliza a possibilidade de prevenir danos na

bobina ao colocar uma cobertura de plástico sobre a estrutura, e permite a instalação de um motor para realizar a rotação de 360° [36].



Figura 6.8 - Gancho em C da empresa Conte [36]

6.2.1.2 Duplo gancho para o transporte horizontal das bobinas

O acessório de duplo gancho é uma outra solução para realizar o transporte das bobinas.

A empresa *Conte*, apresenta um sistema, representada na Figura 6.9, com capacidade de realizar o transporte de bobinas até 45 toneladas e com um comprimento máximo de 2,6 metros. O sistema apresenta um tempo de 13 a 18 segundos desde que se encontra no mínimo até ao máximo de amplitude.

A empresa disponibiliza a possibilidade de instalação de um motor, permitindo que o sistema realize a rotação até 360°, proteção interna e externa de modo a não danificar as bobinas, sensores laterais e sistema de pesagem [36].



Figura 6.9 - Mecanismo de duplo gancho da empresa Conte [36]

6.2.2 Acessórios de transporte de bobinas com o seu eixo na vertical

Ao longo do trajeto no armazém as bobinas por vezes encontram-se com o seu eixo central na vertical, sendo necessário soluções para as movimentar. Foram apresentadas diferentes soluções de duas empresas.

A empresa *Bradley Lifting*, apresenta três acessórios, representados na Figura 6.10, para elevar as bobinas que se encontrem com o eixo na vertical.

O primeiro acessório, imagem da esquerda, realiza o levantamento das bobinas através da sua face inferior. Esta é levantada através de pés que se encaixam sob a parede da bobina, contudo para que este tipo de unidade funcione corretamente, as bobinas devem ser armazenadas de forma que exista espaço para ser realizado o encaixe dos pés.

Os outros dois acessórios direcionam-se para situações que não seja possível chegar à parte inferior da bobina, dependendo das necessidades do projetista, pode ser utilizado para o transporte com uma só garra ou uma dupla garra. O uso de uma só garra significa que a bobina é segura apenas de um dos lados. Já o uso de um duplo aro é mais seguro uma vez que a pinça prende em ambos os lados da bobina [37].



Figura 6.10 - Acessórios de transporte de bobinas com o seu eixo na vertical da empresa *Bradley Lifting* [37]

A segunda solução é da empresa *Conte* que disponibiliza uma grande variedade de acessórios para a movimentação das bobinas quando estas se encontram na vertical, representado na Figura 6.11. Apresentado acessórios para o transporte das bobinas pela face inferior, através de pés que encaixam na face inferior das bobinas ou através de garras que suportam as bobinas pela face superior. Tem capacidade de realizar o levantamento de bobinas até 35 toneladas e proteção contra danos nas bobinas [36].



Figura 6.11 Acessórios de transporte de bobinas com o seu eixo na vertical da empresa *Conte* [36]

ARMAZENAMENTO DE BOBINAS

O armazenamento das bobinas é um ponto bastante importante na logística de um armazém. O espaço livre dentro de um armazém é muito valioso. Desse modo um armazenamento adequado é obrigatório caso a empresa pretenda otimizar ao máximo o seu espaço, a sua qualidade, a produtividade e a eficiência.

O armazenamento desadequado das bobinas pode causar grandes perdas para a empresa. O armazenamento é a última etapa por onde as bobinas passam, o que significa que todo o processo que o antecede, caso esta seja danificada, foram em vão. Resultando num elevado custo monetário para a empresa.

De modo que consigamos alcançar o objetivo pretendido, é necessário que se evitem situações de dano e acréscimo de custos em todo o processo. É necessário estruturar todo o processo de armazenamento, por forma a garantir que os procedimentos sejam seguros.

Para alcançarmos tais objetivos, este capítulo foi organizado em três partes distintas.

A primeira parte destina-se a dar a conhecer ao projetista os diferentes sistemas de armazenamento de bobinas existentes no mercado. Para cada modelo foi apresentado pelo menos uma solução existente no mercado, na data de desenvolvimento desta dissertação, de modo a tornar o trabalho do projetista o mais simplificado possível.

Na segunda parte deste capítulo é realizado uma comparação entre o armazenamento a nível do solo e o armazenamento num nível superior, onde são apresentadas vantagens e desvantagens de cada sistema.

Na terceira e última parte deste capítulo são apresentado fluxogramas, com diferenciadas soluções de sistemas de armazenamento das bobinas, tendo em linha de conta as características

do armazém, o tipo de bobina armazenada entre outros fatores que possam aparecer num armazém.

7.1 Armazenamento no solo

O armazenamento no solo é um procedimento simples, que necessita somente de uma base que iniba as bobinas de rolar, daí ser um sistema que pode ser utilizado tanto para bobinas de papel como de metal.

Neste sentido, ao longo deste capítulo serão apresentadas diferentes soluções que permitam o armazenamento ao nível do solo, tendo em consideração as características das bobinas tais como o material, o diâmetro, o comprimento, o peso, o tempo que estas irão estar armazenadas bem como outras variáveis da logística do armazém.

Tendo em conta as variadas soluções, estas foram agrupadas em cinco conjuntos diferentes de armazenamento das bobinas; tapete de bobinas sendo esta a opção mais económica de realizar o armazenamento, blocos de armazenamento em forma de berço destinado ao armazenamento individual, armazenamento por calços, armazenamento de espessura reduzida destinado a armazenar bobinas que não tenham a capacidade de se suportar sem qualquer apoio com o seu eixo na horizontal e sistemas de armazenamento de fácil manuseamento destinado ao armazenamento provisório.

No armazenamento no solo salienta-se uma diversidade de pontos positivos, entre os quais a versatilidade deste, a possibilidade de agregar um leque variado de bobinas, boa visibilidade ao longo do armazém, fácil mobilidade das bobinas e acresce ainda a reduzida manutenção dos sistemas de armazenamento bem como a durabilidade dos mesmos.

Os modelos de armazenamento que serão apresentados, representam uma solução bastante importante nos dias de hoje. Permitem a substituição das tradicionais bases de armazenamento em madeira por materiais com uma maior durabilidade, tendo como consequência benefícios ambientais.

7.1.1 Tapete de bobinas - *Coilmates*

Tapetes de bobinas, são bases projetadas com o objetivo de armazenar bobinas de diversos materiais. Estes tapetes são produzidos de modo a serem uma simples, fácil e económica forma de armazenar as bobinas. A sua instalação e organização correta permite prevenir danos nas bobinas bem como desperdícios.

Tipicamente os tapetes são feitos de plástico, produzidos num formato em V, impedindo desta forma o deslocamento das bobinas. Pois como já anteriormente foi citado a segurança é um fator primordial em todo o processo de logística e de armazenamento.

Importante salientar a diversidade de pontos positivos, apresentados por este sistema, nomeadamente quanto a sua montagem, esta é fácil, rápida e versátil, sendo apenas necessário colocá-los no chão do respetivo local onde será efetuado o armazenamento encontrando-se de imediato, prontos a serem utilizados. Este sistema possibilita a reorganização da disposição dos tapetes a qualquer momento, garantindo sempre que as bobinas se encontram armazenadas de um modo seguro e estável. Acresce ainda a vantagem de não necessitar praticamente de qualquer manutenção, o que de ponto de vista económico lhe confere uma mais-valia para a empresa.

Porém, como acontece em todos os sistemas de armazenamento, este sistema apresenta pontos menos positivos e mesmo limitações, podendo levar a que alguns projetistas quando optem pela utilização dos tapetes de bobinas, complementem-no com um outro sistema auxiliar.

Foram apresentadas duas empresas diferentes, a *Urethane* e a *Profit Kunstsoff Technik* que realizam a produção deste sistema de armazenamento.

A primeira empresa Urethane, apresenta uma vasta experiência no mercado, contendo um largo número de modelos no seu portfólio.

A empresa disponibiliza-se para caso seja necessário a criação de modelos particulares, contudo esta apresenta no seu portfólio cinco modelos diferentes, produzidos em plástico reciclado, sendo um deles representado na Figura 7.1. Cada modelo tem dimensões próprias ao nível do ângulo, do formato e da largura variando esta entre 0,42 m e 0,51 m, sendo apenas o comprimento a única variável constante de 2,43 m. Como medida de segurança, foram produzidos tapetes de diferentes cores: amarelo, laranja e vermelho, de modo que o operador tenha facilidade em identificar os tapetes quando se encontra a realizar o armazenamento das bobinas [38].



Figura 7.1 - Tapete de bobinas da empresa *Urethane* [38]

A segunda empresa selecionada *Profit Kunststoff Technik*, tem mais de vinte anos de experiência na criação e inovação de sistemas de armazenamento de bobinas, podendo-se encontrar modelos da *Profit* em díspares empresas espalhadas pelo mundo.

O modelo que a empresa disponibiliza, representado na Figura 7.2, tem de comprimento 1,65 m e de largura 0,45 m, permitindo armazenar as bobinas de uma forma fácil e flexível. Devido ao seu reduzido peso de 54 Kg permite que seja transportado facilmente para qualquer posição do armazém. À semelhança do modelo anterior não necessita de ser fixo ao chão, sendo apenas necessário que se posicione onde se pretende, estando de imediatamente pronto a ser utilizado. Tem a capacidade de armazenar bobinas até 30 toneladas, permitindo que se armazenem bobinas com uma amplitude de diâmetro entre 0,5 m e os 2 m [39].



Figura 7.2 - Tapete de bobinas da empresa *Profit Kunststoff Technik* [39]

7.1.2 Blocos de armazenamento em forma de berço

O sistema em formato de berço é uma forma de armazenamento das bobinas, que tende a servir as necessidades de certos armazéns. Por vezes os armazéns possuem bobinas que precisam de ser armazenadas de forma isolada, devido ao seu material, às suas dimensões ou por se encontrarem numa situação de armazenamento temporário.

Este sistema de armazenamento, devido à sua simplicidade permite que sejam colocados em diferentes pontos do armazém, mantendo caso necessário uma pequena distância entre eles de modo que as bobinas sejam armazenadas em segurança. Por norma apresentam um formato de um "berço", de modo a impedir que as bobinas rolem para fora do apoio. Este apresenta dois modos de utilização, com uma só peça a realizar o suporte da bobina ou utilizando duas peças que podem ser colocadas a diferentes distâncias.

Este sistema apresenta diversos pontos positivos que podem ser importantes para um armazém. Tendo em conta a simplicidade deste sistema a rápida e versátil instalação, pode ser movido para qualquer área do armazém. Não têm praticamente a necessidade de manutenção, que pode ser uma grande mais-valia para a empresa e garante um estável armazenamento de bobinas sem que haja quaisquer danos.

Contudo, apresenta também pontos negativos. Como relevante ponto negativo, tem a questão de ocupar uma grande área no solo do armazém, pois para além de cada bloco ocupar a área equivalente a uma bobina terão de ser mantidas margens de segurança por forma a que as bobinas não se toquem entre elas.

Foram apresentadas duas empresas, escolhidas com o propósito de mostrar os dois diferentes modelos de armazenamento. Um deles, armazenamento com duas peças, representado na Figura 7.3, produzido por uma empresa já abordada nesta dissertação, *Universal Urethane* e outro modelo, armazenamento com uma peça, representado na Figura 7.4, produzido por uma outra empresa com grande experiência no mercado, *Lankhorst*.

A empresa *Universal Urethane*, possui no seu portfólio dez opções de modelos de armazenamento feitas de poliuretano em formato de berço com configurações semelhantes, apresentado cada um com diferentes valores de largura, de comprimento e de ângulo. Como acontecia nos tapetes de bobinas, estes modelos apresentam a possibilidade de ser fabricada em três cores distintas (amarelo, vermelho ou laranja) de modo que seja facilitado o trabalho do armazenador [40].

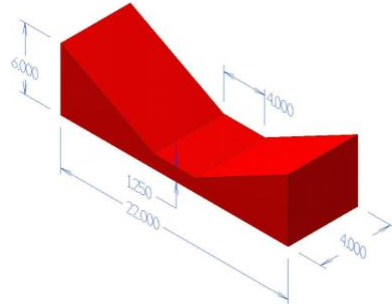


Figura 7.3 - Blocos de armazenamento em forma de berço da empresa *Universal Urethane* [40]

A segunda solução apresentada pertence à empresa *Lankhorst*, empresa que se encontra no mercado há mais de trinta e cinco anos.

Esta, desenvolveu um modelo de uma só peça em forma de “berço”, que pode ser usada como uma peça móvel. No entanto caso a empresa pretenda pode ser fixada ao chão do armazém.

Os modelos desta empresa, apresentam todos a mesma tipologia, diferenciando-se apenas pelas suas dimensões, que variam no comprimento entre 0,74 m e os 2 m e entre os 0,45 m e os 0,8 m de largura. Quanto ao ângulo estes apresentam todos um ângulo de 15° relativamente à horizontal.

Consoante o modelo utilizado, há a possibilidade de armazenar bobinas que tenham diâmetros entre o 0,5 m e os 2,5 m. Sendo que a capacidade máxima de armazenamento que a empresa disponibiliza é de 60 toneladas, havendo modelos que têm capacidades mais reduzidas de armazenamento [41].



Figura 7.4 – Blocos de armazenamento em forma de berço da empresa *Lankhorst* [41]

7.1.3 Sistemas de armazenamento por calços

Uma das alternativas mais utilizadas na indústria de bobinas são os sistemas de armazenamento por calços. Estes sistemas permitem caso se reúna as condições para tal, que se armazenem as bobinas em dois ou três níveis de altura.

Estes sistemas são utilizados por bastantes empresas devido aos inúmeros pontos positivos que apresentam para o armazém. Para além de ser fácil e rápida montagem, são um sistema de armazenamento a nível do solo que consegue ser bastante eficiente na ocupação de espaço.

Contudo, como todos os outros, este sistema apresenta desvantagens o que leva em alguns casos a não ser o modelo de escolha mais eficiente, devido:

- As bobinas são posicionadas umas sobre outras e caso seja necessário alcançar-se algumas que se encontrem posicionadas no patamar inferior, pode ser um processo demorado, sendo necessário mover-se todas as outras que se encontrem sobre esta, tornando menos eficiente todo o processo no armazém.
- Quando se pretende colocar uma bobina sobre outras duas, convém que as bobinas que se encontrem por baixo tenham tamanhos semelhantes e rigidez suficiente de modo que permita haver estabilidade da que será colocada sobre estas.

Refere-se de seguida, três diferentes soluções que se encontram no mercado para o armazenamento por calços: *CoilWedges*, *Roll Stop System* e os *Roll Blocks*.

7.1.3.1 *Coilwedges*

É um sistema de armazenamento de fácil e rápida instalação que permite flexibilidade no armazenamento das bobinas em dois níveis. Este tem a capacidade de armazenar bobinas de diferentes diâmetros como de diferentes comprimentos. Constituído por quatro simples componentes, permite que haja um bom nível de segurança para as bobinas como para os trabalhadores.

Este sistema de armazenamento devido ao tamanho da base como o seu ângulo, permite uma larga diversidade de bobinas, sendo uma solução para as empresas que necessitam de armazenar bobinas de grandes densidades e de diferentes volumes

A empresa *Lankhorst* é uma das produtoras deste modelo de armazenamento, representado na Figura 7.5. Esta empresa apresenta seis diferentes modelos em catálogo, diferenciando-se pelas dimensões e pela capacidade de armazenamento. Estes modelos podem variar entre 1,20

m e 1,5 m relativamente ao comprimento, de largura podem variar entre 0,34 m e 0,5 m e a base de suporte das bobinas faz um ângulo com a horizontal de 21°, pois segundo estudos realizados pela empresa este representa o ângulo ideal para se conseguir suportar a maior diversidade de bobinas.

Devido a estas capacidades, estes modelos permitem o armazenamento de bobinas, com valores de diâmetro entre 0,54 m e 2 m e com somatório de massas até 80 toneladas [42].



Figura 7.5 - Sistema de calços modelo *Coilwedges* da empresa *Lankhorst* [42]

A segunda solução apresentada, representada na Figura 7.6, é da empresa *Profil Kunststoff*, modelo *DK 1135*, com características muito semelhantes ao anteriormente apresentado. Um modelo fixo com capacidade de armazenar diversas dimensões de bobinas em simultâneo e com capacidade de armazenar até dois níveis. Diferencia-se pelo seu formato em berço.

Este modelo apresenta a possibilidade de ser adquirido com comprimentos a variar entre 0,7 m e 2 m, apresentando um ângulo de 18° com a horizontal.

Devido a essas características consegue suportar bobinas com diâmetros entre os 0,8 m e os 2 metros e com massa até 60 toneladas [43].



Figura 7.6 - Sistema de calços modelo *Coilwedges* da empresa *Profil Kunststoff* [43]

7.1.3.2 *Roll Stop System*

É o modelo de armazenamento mais popular dos de armazenamento por calços. Apresenta uma enorme capacidade de armazenamento, sendo facilmente adaptável a diferentes bobinas, garantindo sempre uma boa segurança. Caracteriza-se pela sua durabilidade e a possibilidade de caso seja necessário aparafusar-se ao chão.

Este sistema permitir que se coloquem bobinas até três níveis de armazenamento, permitindo o armazenamento de bobinas com diâmetros diferenciados, dado apresentar a possibilidade de mover as peças do sistema consoante as necessidades que existam.

Neste sistema foi apenas apresentada uma solução, representada na Figura 7.7, da empresa *Lankhorst* com o modelo *KLP Roll Stop System*. Tendo sido desenvolvido este sistema de armazenamento em 2005 é ainda hoje um dos modelos de armazenamento mais vendidos pela empresa.

Em relação a este sistema de armazenamento, a empresa disponibiliza diferentes modelos, diferenciando-se cada modelo pelas suas características dimensionais e pelas capacidades de suporte das bobinas. Como características dimensionais, salienta-se a diversidade de diâmetros que este sistema permite suportar, variando estes valores entre os 0,56 m e os 2,5 m. Quanto a capacidade de suporte das bobinas estes variam entre 40 toneladas e 100 toneladas [44].



Figura 7.7 - Sistema de calços modelo *Roll Stop System* [44]

7.1.3.3 *Roll Blocks*

Os suportes *Roll Blocks*, são uma outra solução utilizada por inúmeras empresas no armazenamento de bobinas, sendo um sistema muito parecido ao *Roll Stop System*, anteriormente apresentado. Oferece flexibilidade e segurança no armazenamento das bobinas tendo a capacidade de suportar até três níveis destas.

Como no sistema anterior, os blocos não têm posição fixa podendo estes serem movimentados consoante o diâmetro das bobinas, este sistema torna-se ideal quando sazonalmente existe uma rotatividade de modelos de bobinas, pois como foi visto anteriormente este modelo de armazenamento não é o mais eficiente caso haja grande diversidade de diâmetros em simultâneo.

Deste sistema são então apresentadas duas soluções de empresas que realizam estes suportes, a *Lankhorst* e a *Profil Kunststoff Technik*, ambas já abordadas em outros sistemas desta dissertação.

A primeira solução apresentada, representada na Figura 7.8, é da empresa *Lankhorst*, o modelo *KLP Roll Blocks* produzido desde 1986. É fabricado em plástico sendo garantido pela empresa de que o produto é praticamente indestrutível.

Atendendo ao seu ângulo de 28°, permite armazenar bobinas que tenham diâmetros de 0,5 m até 2,51 m. Sendo necessário, como demonstrado na figura, que cada bobina seja suportada por quatro blocos, tendo cada bloco uma capacidade máxima de 25 toneladas resulta na possibilidade de armazenar até um total de 100 toneladas [45].



Figura 7.8- Sistema de calços modelo *Roll Blocks* da empresa *Lankhorst* [45]

A segunda solução, representada na Figura 7.9, é da empresa *Profil Kunststoff Technik*, que apresenta o modelo *Rollblock EK 550-EC*. Produzido de plástico reciclado tendo em conta os problemas ambientais.

Este modelo, como o anterior, tem a possibilidade se for necessário de mudar a disposição dos blocos apresentando uma capacidade máxima de suportar até 25 toneladas em cada bloco, o que perfaz num total de 100 toneladas.

As bobinas colocadas nos blocos, podem ter diâmetro entre os 0,7 m e os 2,30 m e um comprimento entre os 0,7 m e os 2 m. Apresenta um ângulo de 28° com a horizontal.

A empresa *PKT*, desenvolveu outros modelos semelhantes, para outras necessidades do projetista. Por exemplo caso as bobinas sejam colocadas no exterior é apresentada a solução *Rollblock System PKT Profile UNP 180*. Já caso seja para colocar bobinas que são armazenadas ainda quentes, os blocos de plástico são substituídos por blocos resistentes ao calor [46].



Figura 7.9- Sistema de calços modelo *Roll Blocks* da empresa *Profil Kunststoff Technik* [46]

7.1.4 Armazenamento de bobinas de espessura reduzida

Existem bobinas no mercado, nomeadamente as de metal, que se caracterizam pela reduzida espessura e elevado peso. Atendendo às suas características têm de ser armazenadas de forma segura num sistema de armazenamento de bobinas de espessura reduzida.

Existem diversos modelos semelhantes de armazenamento de bobinas de espessura reduzida, como será apresentado em diante, tendo sido escolhidos três que consigam abranger o máximo de bobinas possíveis.

O objetivo destes sistemas é o de ajudarem na organização do armazém, aperfeiçoando assim a eficiência deste. Dos três modelos que serão apresentados, todos tem em comum serem constituídos por uma base e vigas verticais que irão servir de sustento às bobinas.

Uma das vantagens deste sistema é a sua durabilidade e resistência devido a serem produzidos em ferro, possuindo também a capacidade de se ajustar as vigas às dimensões das bobinas. Outra característica importante é estes se encontrarem ao nível do chão, facilitando assim as operações com as bobinas.

Contudo, este sistema não apresenta a capacidade de suportar bobinas com diâmetros menores do que sessenta centímetros o que pode ser visto como o principal ponto negativo.

Neste capítulo são apresentadas as diferentes soluções de armazenamento de bobinas de pequena espessura, todas estas pertencentes à empresa *Phill Pott*. Empresa com uma grande experiência em sistemas de armazenamento de bobinas e que apresenta um vasto número de opções de modo que sejam utilizadas da melhor maneira possível.

O primeiro modelo apresentado, representado na Figura 7.10, é *Steel Floor Slit Coils Storage Rack* sendo este o produto economicamente mais acessível da empresa. É um sistema de aço resistente de alta qualidade.

Este modelo quando requisitado permite que seja adaptado consoante os objetivos da empresa, podendo ser escolhidos com vigas verticais fixas ou com vigas verticais que tenham a possibilidade de se ajustar consoante a largura das bobinas.

Dentro deste modelo, a empresa oferece várias alternativas variando as suas dimensões de protótipo para protótipo. No que se refere à largura, existe a possibilidade de se encontrar modelos que tenham entre 0,66 m e 0,92 m, de comprimento pode haver bases com dimensões entre 1,59 m e 3 m. Os modelos com menores dimensões, apresentam uma capacidade de armazenar até 8 bobinas e os modelos com maiores dimensões apresentam uma capacidade de armazenar até 14 bobinas.

Este sistema apresenta apenas a capacidade de armazenar bobinas que tenham de 0,63 m de diâmetro até bobinas com 1,82 m de diâmetros [47].



Figura 7.10- Armazenamento de bobinas de espessura reduzida modelo *Steel Floor Slit Coils* [47]

O segundo modelo apresentado é *Mobile Slit Coil Rack*, representado na Figura 7.11, desenhado com uma base que permite ter a possibilidade de um empilhador ter fácil acesso caso seja necessário elevar e movê-las de lugar, não tendo sido projetado, com o propósito de servirem para a movimentação constante de bobinas.

Como o modelo anterior, também este apresenta a possibilidade de ajustar os postes de suporte das bobinas de modo a dar a possibilidade de armazenar bobinas de diferentes larguras. Apresentando uma base revestida de borracha de modo que as bobinas se encontrem protegidas contra possíveis marcas de armazenamento. Existe a possibilidade de escolha de diferentes dimensões, tendo todos os modelos uma largura de 1 m, variando apenas o comprimento destes entre 1 m e 3 m. Os modelos de armazenamento de menor dimensão têm a capacidade de se colocar 6 divisões enquanto os de maior dimensão apresentam a possibilidade de se colocar 16 divisões. Tem uma capacidade de suportar bobinas com um diâmetro mínimo de 0,92 m.



Figura 7.11- Armazenamento de bobinas de espessura reduzida modelo *Mobile Slit Coil Rack* [47]

O último modelo apresentado, representado na Figura 7.12, é o *Portable Slit Coil Rack*, dos modelos com maior durabilidade que a empresa apresenta. Desenvolvido para armazenar e caso necessário realizar o transporte das bobinas, através de um empilhador de forma organizada e eficiente.

Como todos os sistemas de armazenamento de bobinas de pequena dimensão apresentados até agora, este também tem a possibilidade de se ajustar a diferentes tamanhos de bobinas de forma segura, organizada e eficiente.

Tem de largura 0,83 m e de comprimento 1,27 m. Apresenta a possibilidade de suportar bobinas com diâmetro entre os 0,83 m e 1,67 m. Capacidade de realizar o transporte até 11,5 toneladas.



Figura 7.12- Armazenamento de bobinas de espessura reduzida modelo *Portable Slit Coil Rack* [47]

7.1.5 Armazenamento de fácil manuseamento

Por vezes nos armazéns as bobinas aguardam num ponto de armazenagem de curta duração até serem transportadas para o seu local final. Para tal foram desenvolvidos sistemas de armazenamento de curta duração, sendo fabricados de modo que se consiga uma fácil movimentação destes por parte dos transportadores, nomeadamente por parte dos empilhadores.

Estes modelos primam pela sua flexibilidade, permitindo o armazenamento e o transporte das bobinas tanto com o seu eixo horizontal como na vertical de acordo com a necessidade da linha de armazenagem. Saliem-se pela sua resiliência e resistência, tornando eficiente o processo de armazenagem das bobinas.

A empresa *Lankhorst*, apresenta dois modelos distintos que permitem o armazenamento e transporte das bobinas.

7.1.5.1 *Rollpalets*

É um modelo que foi desenvolvido, pela empresa *Lankhorst*, de modo a facilitar o armazenamento e transporte de bobinas com o eixo central na vertical. É constituído por duas partes idênticas conectadas por um pino, formando um círculo rígido e resiliente.

Este componente, representado na Figura 7.13, foi desenvolvido de forma a oferecer o máximo de proteção e segurança tanto do produto a ser transportado como do operador que realizará o seu transporte. Para tal foram eliminados os cantos, produzindo assim uma base circular, que leva a que o sistema esteja menos propício a sofrer danos ou choques e assim diminuindo também o espaço necessário para o seu armazenamento.

As bobinas quando colocadas na *Rollpalets*, entram dentro destas cerca de 10 centímetros, o que faz com que seja formado uma só rígida combinação, impedindo que haja movimentação da carga.

A solução desenvolvida tem as características de permitir transportar bobinas com diâmetro entre os 0,94 m e 1,76 m. Tendo a possibilidade de empilhar até quatro níveis de bobinas não podendo o seu somatório ultrapassar as 60 toneladas [48].



Figura 7.13 - Sistema de armazenamento *Rollpalets* [48]

7.1.5.2 *Coilcarrier*

É um outro modelo de armazenamento de bobinas desenvolvido pela empresa *Lankhorst*, pretende facilitar o armazenamento e transporte das bobinas, mas neste caso com o eixo central das bobinas na horizontal.

Este componente de armazenamento, representado na Figura 7.14, oferece a possibilidade de um empilhador elevar as bobinas através dos quatro lados, facilitando assim a logística do armazém, contudo não é o melhor método para otimizar o espaço devido a não permitir que mais do que uma bobina seja armazenada sobre outra. Apresenta a capacidade de armazenar bobinas com diâmetros compreendidos entre 1 m e 1,8 m e pode suportar até 10 toneladas [49].

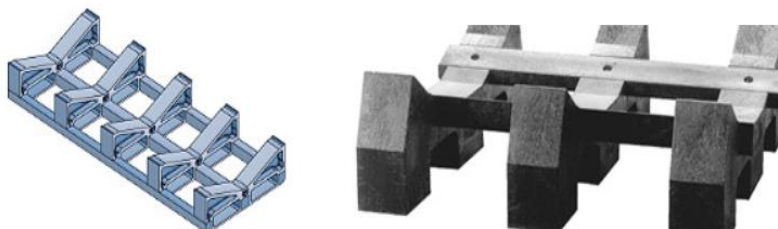


Figura 7.14 - Sistema de armazenamento pronto para o transporte *Coilcarrier* [49]

7.2 Armazenamento em níveis superiores

O armazenamento das bobinas em níveis superiores é uma outra alternativa para o armazenamento das bobinas.

Pode ser realizado de duas maneiras diferentes, através de estruturas constituídas por áreas individuais, formadas por materiais de alta resistência onde as bobinas ficam armazenadas ou através de uma outra estrutura semelhante constituída por resistentes vigas perpendiculares à estrutura onde cada bobina é armazenada através do seu eixo central.

Ambas as soluções têm o objetivo de suportar as bobinas na posição correta, realizando o armazenamento de forma segura e organizada. Permite, dependendo das características do armazém, armazenar as bobinas até quatro ou cinco níveis, tendo em conta as limitações oferecidas pelos produtores deste sistema no mercado.

Estes sistemas de armazenamento caracterizam-se pelo reduzido espaço ocupado ao nível do solo, permitindo à empresa desenvolver outras atividades. Destaca-se ainda a facilidade e rapidez na seleção de uma bobina em particular, em contraposição com o método utilizado ao nível do solo que quando é necessário selecionar uma bobina poderá obrigar a mover diversas bobinas. Acresce ainda a possibilidade de armazenar bobinas de diferentes tamanhos sem ser necessário grande logística, bem como a facilidade de acesso para cargas e descargas. Importante ainda salientar os reduzidos danos nos materiais devido a cada bobina ser armazenada individualmente.

Contudo como todos os sistemas apresentados ao longo da dissertação, também estes têm pontos menos positivos. Salienta-se o custo elevado da estrutura em relação aos sistemas de armazenamento a nível do solo, não terem a possibilidade de armazenar bobinas com peso elevado e destaca-se ainda o maior perigo para a segurança dos funcionários caso alguma anomalia ocorra na estrutura.

De modo que o armazenamento seja seguro e realizado de forma otimizada é necessário que sejam cumpridos os níveis de segurança, sendo para tal indispensável que seja construído com o melhor material, de maneira que ofereça resistência e durabilidade. É ainda necessário conhecer os diferentes métodos de armazenamento em altura, conhecer as empresas que realizam as estruturas para este tipo de armazenamento e quais as melhores soluções tendo em conta as variáveis que existam no armazém.

São então apresentadas algumas soluções neste capítulo, tendo sido realizado um estudo dos sistemas que permitam o armazenamento em altura e dando a conhecer produtores de cada sistema de armazenamento, de modo a facilitar a escolha do projetista.

7.2.1.1 Armazenamento em estante

As estantes são estruturas metálicas utilizadas no interior dos armazéns, preparadas para suportarem diversas bobinas de forma organizada. Tendo por norma o formato de áreas quadradas onde serão colocadas as bobinas.

Sendo as cargas pesadas um desafio para qualquer estante, as empresas têm vindo a desenvolver sistemas que tenham a capacidade de suportar cada vez mais cargas, sem que seja perigoso para os trabalhadores.

Estes sistemas de armazenamento apresentam diversos pontos positivos, como anteriormente citado, que tem como consequência o aumento da eficiência do projeto. Desses podemos enaltecer a questão da libertação do espaço a nível do chão, disponibilizando esta área para outras atividades e a facilidade de movimentação das bobinas deixando de se ter de realizar todo o processo de movimentação das bobinas em redor da pretendida caso se pretenda alcançar uma bobina em particular. Estes pontos, têm convencido cada vez mais clientes a adaptarem os seus armazéns a este sistema.

Apresenta também pontos menos positivos, sendo os principais o custo elevado que este sistema apresenta em relação a outros sistemas já apresentados, não ter a possibilidade de ser instalado caso a altura do armazém não seja suficientemente elevada e não permite armazenar bobinas demasiado pesadas.

São apresentadas a seguir três soluções de empresas diferentes.

A primeira solução é da empresa *SJF*, empresa especializada na criação e desenvolvimento de soluções direcionadas às necessidades das empresas. Esta, apresenta uma solução bastante segura e resistente que permite armazenar as bobinas, representado na Figura 7.15.

Apresenta um modelo construído de ferro de modo a conseguir suportar grandes cargas. Tendo diversas configurações, sendo cada configuração adaptada ao armazém em questão. As estruturas têm capacidade para suportarem bobinas até 14 toneladas [50].



Figura 7.15 - Armazenamento em estante da empresa SJF [50]

A segunda solução é da empresa *Ross*, empresa especializada na produção e desenvolvimento de produtos de engenharia. Realiza as estruturas para serviços pesados usando sempre os padrões da *American Institute of Steel Construction*, associação que fornece um guia para os padrões aceitáveis na contratação de aço estrutural.

Esta apresenta outro modelo de armazenamento de bobinas em estantes, representado na Figura 7.16, fabricando todos os componentes em aço, de modo que tenham o máximo de qualidade, resistência mecânica e durabilidade. Esta empresa dá a garantia de conseguir suportar bobinas até 36 toneladas por prateleira, limitando a quatro níveis de altura.

Como extra todas as vigas têm um revestimento evitando a corrosão e permitindo a colocação de barras nas laterais para prevenir a queda das bobinas [51].



Figura 7.16 - Armazenamento em estante da empresa Ross [51]

A terceira solução é da empresa *OHRA*, empresa com mais de quarenta anos, especializada na produção de sistemas de estantes para diferentes produtos. Esta empresa apresenta soluções que respondem a diferentes requisitos, assim como às elevadas exigências no que diz respeito a segurança durante o seu funcionamento. Apresenta um modelo, representado na Figura 7.17, onde todas as peças da estrutura principal são em perfil de aço laminado a quente, com uma capacidade de carga de 10 toneladas em cada compartimento. Caso se pretenda, existe a possibilidade de a qualquer momento ser ampliável e convertível, tendo quando necessário uma manutenção simples e rápida [51].



Figura 7.17 - Armazenamento em estante da empresa OHRA [51]

7.2.1.2 *Cantilever Racking*

Por norma o armazenamento num nível superior é associado ao armazenamento em estantes em formato quadrado onde se armazenam as bobinas de forma individual. Contudo para bobinas mais leves existem outros modelos para melhorar o aproveitamento do espaço.

O sistema de armazenamento apresentado é composto por vigas em consola perpendiculares aos pilares da estrutura. Estas caracterizam-se pela sua robustez, flexibilidade movendo-se para cima e para o lado caso haja embate, a possibilidade de serem ajustáveis à sua altura e a capacidade de sustentar até 2.5 toneladas [52].

Neste caso será apenas apresentada uma solução, representada na Figura 7.18, da empresa já abordada *OHRA* que se destaca dos outros produtores deste sistema de armazenamento, devido à estrutura ser fabricada usando perfis de aço maciço em todos os elementos de sustentação.



Figura 7.18 - Armazenamento de estantes através de vigas da empresa OHRA [52]

7.3 Comparação entre armazenamento a nível do solo e em níveis superiores

Após se realizar a pesquisa dos diferentes sistemas de armazenamento de bobinas, foi realizada a comparação entre o armazenamento a nível do solo e o armazenamento em níveis superiores.

A escolha não é de todo simples, variando bastante consoante os requisitos e variáveis do projeto que irão influenciar qual a escolha mais adequada. Ambos os métodos apresentam pontos positivos e pontos negativos, sendo alguns destes pontos, vantagens e desvantagens em relação ao outro método de armazenamento.

O tradicional armazenamento de bobinas a nível do solo utilizado por muitas empresas, caracteriza-se por ser um método simplificado de armazenar as bobinas, necessitando somente de uma base que iniba as bobines de rolar. Podendo assim, devido à sua simplicidade ser um sistema utilizado tanto para bobina de papel como de metal.

O armazenamento a nível do solo apresenta diversos pontos positivos sendo alguns destes vantagens em relação ao armazenamento em níveis superiores:

- **Boa visibilidade:** Devido às bobinas se encontrarem armazenadas no chão da empresa, permite que se consiga ter uma boa visibilidade ao longo do armazém, facilitando o controlo do mesmo.
- **Não necessita praticamente de manutenção:** Devido à simplicidade destes sistemas de suporte das bobinas, a sua manutenção é muito reduzida, podendo esta ser uma grande mais-valia a nível financeiro.
- **Elevada durabilidade:** Devido á sua simplicidade estes sistemas de armazenamento têm reduzida probabilidade de se danificarem.
- **Possibilidade de serem colocadas em zonas temporárias do armazém:** Caso o projetista pretenda mudar a configuração da empresa, com este tipo de armazenamento é facilmente modificado.
- **Permite armazenar todo o tipo de bobinas:** Tendo em conta que este método de armazenamento é realizado através da colocação de bases sobre o chão, as restrições de cargas a serem armazenadas são reduzidas, possibilitando o armazenamento de bobinas de papel como as de metal.
- **Versátil, permite armazenamento temporário ou definitivo:** Para além de poderem ser armazenadas de forma temporária, também estes sistemas podem ser colocados no solo de uma forma mais duradoura.

Mas como tudo este apresenta também pontos negativos sendo alguns destas desvantagens em relação ao armazenamento em níveis superiores:

- **Dificuldade de realizar um inventário:** Devido às bobinas se encontrarem armazenadas no chão umas sobre outras, pode tornar-se um desafio bastante grande caso se pretenda identificar uma bobina em concreto.

- **Retira demasiado espaço do chão do armazém:** Estando as bobinas armazenadas no solo do armazém, limita a área deste para outras atividades da empresa, impedindo assim a otimização do espaço.
- **Facilidade de se danificar o material:** Tendo em conta o peso das bobinas e sendo estas armazenadas umas sobre as outras ou por vezes apenas encostadas, existe risco de danificação, podendo estas serem achatadas ou dobradas.
- **Dificuldade de alcançar algumas bobinas:** Caso as bobinas se encontrem armazenadas umas sobre as outras e se pretenda retirar uma bobina em específico que não se encontre no patamar superior, será necessário movimentar um conjunto de bobinas. Este processo consiste em movimentar as bobinas que se encontram no patamar superior até que o transportador consiga alcançar a bobina pretendida. Após se retirar a bobina pretendida é necessário voltar a reagrupar as restantes bobinas, tornando todo este processo um procedimento moroso o que significa menor eficiência para o armazém.

O armazenamento em níveis superiores, apresenta diversos pontos positivos sendo algumas dessas vantagens em relação ao armazenamento em solo:

- **Reduzida probabilidade de danificação do material:** Visto que as bobinas serão armazenadas individualmente estas encontram protegidas através da estrutura de armazenamento, reduzindo assim a probabilidade de se achatarem ou se dobrarem.
- **Libertação de espaço no chão do armazém:** Devido às bobinas serem armazenadas em altura, o espaço disponível a nível do chão do armazém aumenta, permitindo a realização de outras atividades da empresa.

- **Fácil acesso às bobinas:** Estas encontram-se armazenadas individualmente assim caso se pretenda mover uma bobina deixa de ser necessário mover todas em redor desta, permitindo ao transportador alcançar facilmente qualquer bobina.
- **Fácil de realizar um inventário:** Devido as bobinas se encontrarem armazenadas individualmente de forma organizada e de fácil acesso, permite que caso seja necessário o processo de realizar um inventário não se torne uma tarefa complicada.

Este apresenta também alguns pontos negativos, tais como:

- **Custos da estrutura elevado:** Devido a estrutura de armazenamento ter a necessidade de conseguir suportar bobinas pesadas em patamares elevados, obriga a que este seja um sistema complexo comparativamente aos sistemas de armazenamento a nível do solo, o que leva que o custo seja mais elevado.
- **Não permite armazenar bobinas muito pesadas:** Embora os avanços na indústria, não existe um sistema acessível com capacidade de suportar as bobinas mais pesadas, tendo estes apenas a capacidade de armazenar bobinas de papel ou bobinas de metal até trinta e seis toneladas.
- **Tempo de montagem demorado:** Dada a complexidade do sistema de armazenamento, a sua montagem é muito mais demorada em relação ao armazenamento a nível do solo.
- **Não permite ser usado como sistema de armazenamento temporário:** Devido a ser bastante demorada a sua montagem, este não é uma boa opção para ser utilizado como um sistema de armazenamento temporário.
- **Necessita de manutenção regular:** Devido á sua complexidade e perigo caso algo corra mal, este sistema necessita de ter uma manutenção regular, em linha com os procedimentos estabelecidos pelo produtor.

- **Segurança dos funcionários:** Caso alguma anomalia ocorra na estrutura de armazenamento pode vir a ser bastante perigoso. Visto que nos encontramos a armazenar bobinas pesadas em compartimentos elevados, caso uma secção caia, todas as outras poderão ser danificadas e causar grandes danos colocando em risco a segurança dos trabalhadores.

Tabela 1 - Pontos Positivos e Negativos do armazenamento no solo e em níveis superiores

Armazenamento ao nível do solo	Armazenamento em nível superior
Pontos Positivos	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa Visibilidade ✓ Permite armazenar todo o tipo de bobinas ✓ Possibilidade de serem colocadas em zonas temporárias do armazém ✓ Não necessita praticamente de manutenção ✓ Elevada durabilidade ✓ Versátil 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reduzida possibilidade de danificação do material ✓ Libertação de espaço no chão do armazém ✓ Fácil acesso às bobinas ✓ Fácil realização de um inventário
Pontos Negativos	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Retira demasiado espaço do chão do armazém ✓ Dificuldade de realizar um inventário ✓ Facilidade de se danificar o material ✓ Dificuldade de alcançar algumas bobinas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Custo de estrutura elevado ✓ Não permite armazenar bobinas muito pesadas ✓ Tempo de montagem demorado ✓ Não permite ser utilizado como sistema de armazenamento temporário ✓ Necessita de manutenção regular

7.4 Fluxogramas de armazenamento das bobinas

Após a realização das duas primeiras etapas do capítulo do armazenamento de bobinas, onde foi realizado o estudo de diferentes sistemas de armazenamento, apresentando fabricantes desse mesmo produto e posteriormente realizado a comparação entre o armazenamento das bobinas a nível do solo e o armazenamento das bobinas em níveis superiores, foi agora realizada a terceira e última etapa, os fluxogramas de decisão do sistema de armazenamento de bobinas, que irão ajudar o projetista a utilizar da melhor maneira possível a informação recolhida até este ponto.

Tendo esta dissertação o objetivo de ajudar o projetista a tomar a melhor decisão para o seu armazém, foram analisadas diferentes variáveis que podem surgir num armazém de bobinas, de modo a escolher o melhor sistema para o armazenamento.

A primeira abordagem passou por entender qual o material das bobinas a ser armazenado, pois consoante o material destas poderá variar o sistema de armazenamento, direcionando desde logo o projetista para os sistemas a utilizar.

Foi realizada a divisão em duas opções:

- **Bobinas de papel** - Constituídas por diferentes modelos de papel com diferentes resistências, devido às suas características podem ser facilmente danificadas, caso não sejam armazenadas da forma correta.
- **Bobinas de metal** - As bobinas de metal apresentam bastantes variáveis. Aspetos como o peso, o diâmetro, o comprimento, entre outras, tudo características que poderão conduzir a diferentes modelos de armazenamento.

Na Figura 7.19, encontra-se o fluxograma que traduz estas questões.

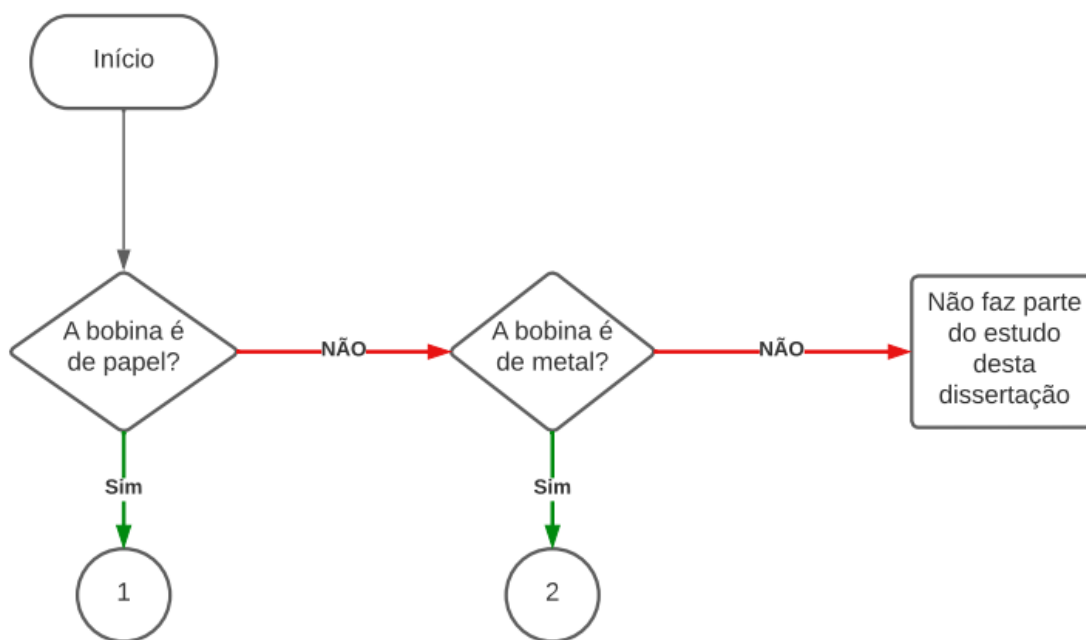


Figura 7.19 - Modelo de decisão inicial para o armazenamento das bobinas

Após a análise do fluxograma da Figura 7.19, será encaminhado para a posição relativa ao material da bobina, a partir do qual se recomendará o tipo de armazenamento.

Começando por analisar o fluxograma da Figura 7.19, caso as bobinas utilizadas sejam de papel, será encaminhado para a posição número 1, se as bobinas forem de metal, será encaminhado para a posição número 2. Caso no armazém não sejam utilizadas nenhum destes dois tipos de bobinas, não será então feito o estudo desse caso nesta dissertação.

Nesta dissertação, também não será realizado o estudo de armazéns que trabalhem com ambas as bobinas, tendo em conta que por norma nos armazéns é apenas utilizado bobinas de papel ou de metal. As duas opções em simultâneo não são utilizadas devido ao investimento ser demasiado grande em material de transporte como de armazenamento.

Embora os materiais das bobinas sejam diferentes, os critérios utilizados para se distinguir qual o melhor sistema de armazenamento e as soluções apresentadas por vezes são muito idênticas.

Após a análise do fluxograma presente na Figura 7.19, caso tenha sido encaminhado para o ponto 1, segue-se outro fluxograma relativo ao armazenamento de bobinas de papel, Figura 7.20.

Neste fluxograma, será direcionado para as diferentes recomendações de armazenamento das bobinas de papel, sendo necessário para que o processo de decisão seja realizado e a escolha do sistema recaia no mais indicado que se tenha em consideração algumas questões, relacionadas com as características das bobinas e do armazém.

As questões que se podem colocar para a tomada de decisão são:

- **O armazenamento das bobinas será de curta duração?**

Com esta questão, pretende-se entender se no armazém existe pontos de armazenamento transitórios, em que a bobina é colocada antes de ser deslocada para a posição seguinte.

No caso afirmativo, existem duas situações de armazenamento de curta duração, a primeira situação ocorre, caso no armazém existam pontos onde as bobinas terão de permanecer um curto espaço de tempo entre a alternância de dois transportadores. Na segunda situação a bobina foi utilizada numa atividade da empresa e permanece num sistema de armazenamento de curta duração até que o transportador a venha buscar.

No caso negativo em que não ocorre nenhuma destas situações nem outras semelhantes prosseguir-se-á no fluxograma onde será encaminhado para o modelo de armazenamento indicado para situações de armazenamento de maior duração.

- **As bobinas serão transportadas pelo solo até a área de armazenamento?**

Com esta pergunta, o objetivo é perceber se o transporte das bobinas será realizado através do solo do armazém ou não, esta é uma questão importante pois pode alterar o modelo de armazenamento a ser escolhido, nomeadamente pode levar a que o armazenamento em estante seja ou não um modelo de armazenamento recomendado.

No caso positivo, em que há a possibilidade de se realizar o transporte das bobinas pelo solo, podemos ter em consideração todos os modelos de armazenamento inclusive o modelo de armazenamento em estante.

No caso negativo, o armazenamento em estantes é excluído devido a ser um modelo de armazenamento que faz sentido se as bobinas forem armazenadas com transportadores que se

movimentem pelo solo. Não sendo este modelo de transportar as bobinas recomendado em duas situações distintas:

- Armazéns com área bastante limitada que devido à sua atividade torna-se inoperante a cedência de espaço para que o transporte seja realizado pelo solo, de modo a sobrar espaço para o armazenamento.
- Armazéns que tenham bastante área, contudo devido à disposição da maquinaria no armazém inviabilizam o transporte das bobinas pelo solo até à zona de armazenamento.

- **O armazém terá altura igual ou superior a 8 metros?**

A questão é colocada com o objetivo de se saber, se o armazém tem altura que possibilite a instalação de uma estante ou o armazenamento das bobinas empilhadas com o seu eixo na vertical.

Caso a resposta seja afirmativa, existem duas situações que podem ocorrer, na primeira situação as bobinas são armazenadas com o seu eixo na vertical e empilhadas umas sobre as outras, caso estas tenham as condições necessárias para o empilhamento, como diâmetros semelhantes e rigidez para suportarem outras bobinas. Na segunda situação, permite a instalação de um sistema de armazenamento em estante onde as bobinas serão armazenadas na horizontal.

No caso do armazém não ter altura suficiente, serão utilizados outros sistemas de armazenamento, dependendo das características das bobinas. Estas podem ser armazenadas em sistema de armazenamento por calços, tapete de bobinas, em sistema *Rollpalets* ou diretamente no solo.

- **As bobinas terão todas diâmetros semelhantes?**

Com esta pergunta pretende-se excluir modelos de armazenamento em que se as bobinas não tiverem diâmetros semelhantes, possam tornar o armazenamento perigoso.

No caso da resposta ser positiva, existem duas situações que se tornam possíveis. A primeira situação é o empilhamento das bobinas com o seu eixo na vertical e a segunda alternativa é o empilhamento destas com o seu eixo na horizontal.

No caso da resposta ser negativa exclui-se os modelos de armazenamento das bobinas de forma empilhada, pois se os tamanhos das bobinas forem diferentes, quando estamos a efetuar um armazenamento com o seu eixo na horizontal poderá levar a que o peso destas não seja distribuído equitativamente. O mesmo no armazenamento com o seu eixo na vertical, se a bobina do nível inferior tiver um diâmetro bastante menor, trará instabilidade às bobinas armazenadas sobre estas, sendo em ambos os casos, pouco seguro e aumentando o risco de danificação das bobinas. Nestas situações são sugeridas duas alternativas: a instalação de sistemas de armazenamento de um só nível ou no caso de o armazém ter altura a instalação de estantes.

- **As bobinas terão rigidez para serem empilhadas?**

O objetivo desta questão é semelhante a anterior para saber se existe a possibilidade de armazenar as bobinas umas sobre as outras, sem que ocorram danos nas bobinas. Para tal, é necessário identificar-se a resistência destas e concluir que essa diferença das massas das bobinas não é suficiente para que uma das bobinas seja danificada.

No caso afirmativo, permite o armazenamento de forma indiferenciada tanto com o seu eixo na vertical como com o seu eixo na horizontal.

No caso negativo de modo que as bobinas não sejam danificadas, são sugeridas como alternativas a instalação de sistemas de armazenamento de um só nível ou no caso de o armazém ter altura a instalação de estantes.

- **Será necessária frequente seleção de bobinas específicas?**

Com esta questão pretende-se perceber a diversidade de bobinas e entender a sua rotação dentro do armazém. Pois caso seja necessário movimentar diferentes bobinas ao longo do dia temos de ter em atenção a facilidade de o transportador conseguir ter acesso as mesmas de modo a não gastar demasiado tempo nesse processo.

Em caso afirmativo, modelos de armazenamento como armazenamento em dois ou três níveis de calços e as bobinas empilhadas com o seu eixo na vertical serão desaconselhadas, pois para alcançar bobinas específicas ao longo do dia, seria por vezes necessário movimentar várias bobinas para que o transportador tenha acesso à bobina em específico. Neste caso podemos ter duas alternativas: na primeira se o armazém tiver altura suficiente poderá ser colocada uma estante de

modo a ser facilmente retirada as bobinas em específico. Na segunda alternativa, se o armazém não tiver altura suficiente para a colocação de uma estante, poderá ser realizado o armazenamento em um só nível, possibilitando o fácil acesso às bobinas.

No caso negativo, dependendo das características das bobinas e do armazém podemos ter duas situações: na primeira, se as bobinas tiverem diâmetros semelhantes e rigidez para suportarem outras bobinas empilhadas podemos armazenar as bobinas em dois ou três níveis tanto com o seu eixo na vertical como com o seu eixo na horizontal. Na segunda, as bobinas não apresentam uma dessas características e consoante a altura do armazém poderá ser utilizado um sistema de estante ou o tapete de bobinas.

- **As bobinas serão armazenadas com o seu eixo na vertical?**

Com esta questão o objetivo é perceber se as bobinas têm características para serem armazenadas na horizontal ou na vertical, com o objetivo de otimizar o espaço do armazém e recomendar o modelo de armazenamento mais adequado.

No caso afirmativo, temos a situação onde as bobinas apresentam um comprimento superior ao seu diâmetro. Neste caso de modo a rentabilizar ao máximo o espaço do armazém é sugerido que estas sejam armazenadas com o seu eixo na vertical.

No caso negativo, temos a situação oposta onde as bobinas apresentam um diâmetro superior ao seu comprimento.

Na figura 7.20, encontra-se o fluxograma que traduz estas questões e permite chegar ao sistema de armazenamento recomendado para as bobinas de papel.

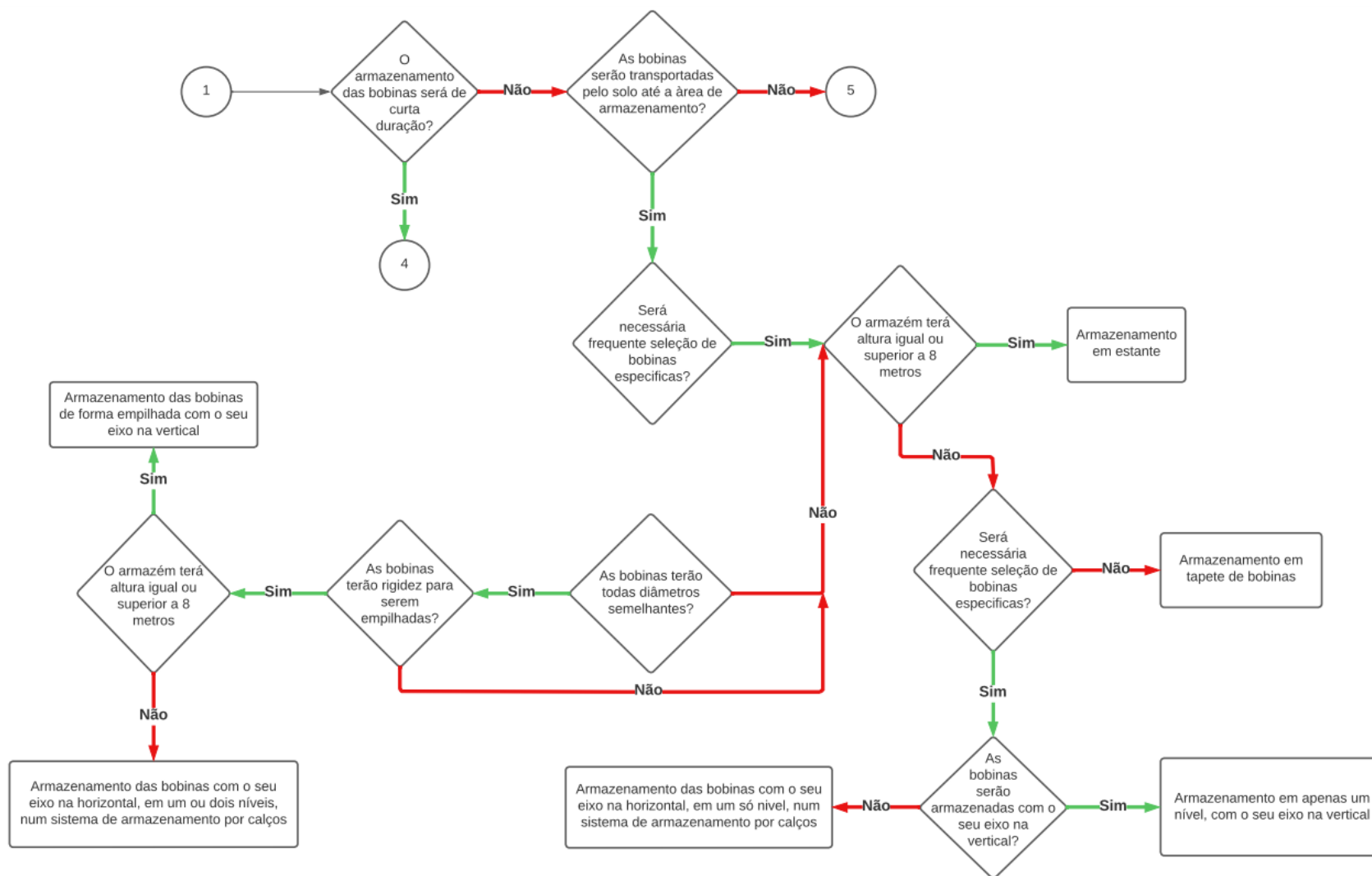


Figura 7.20 - Modelo de decisão 1 - Bobinas de papel

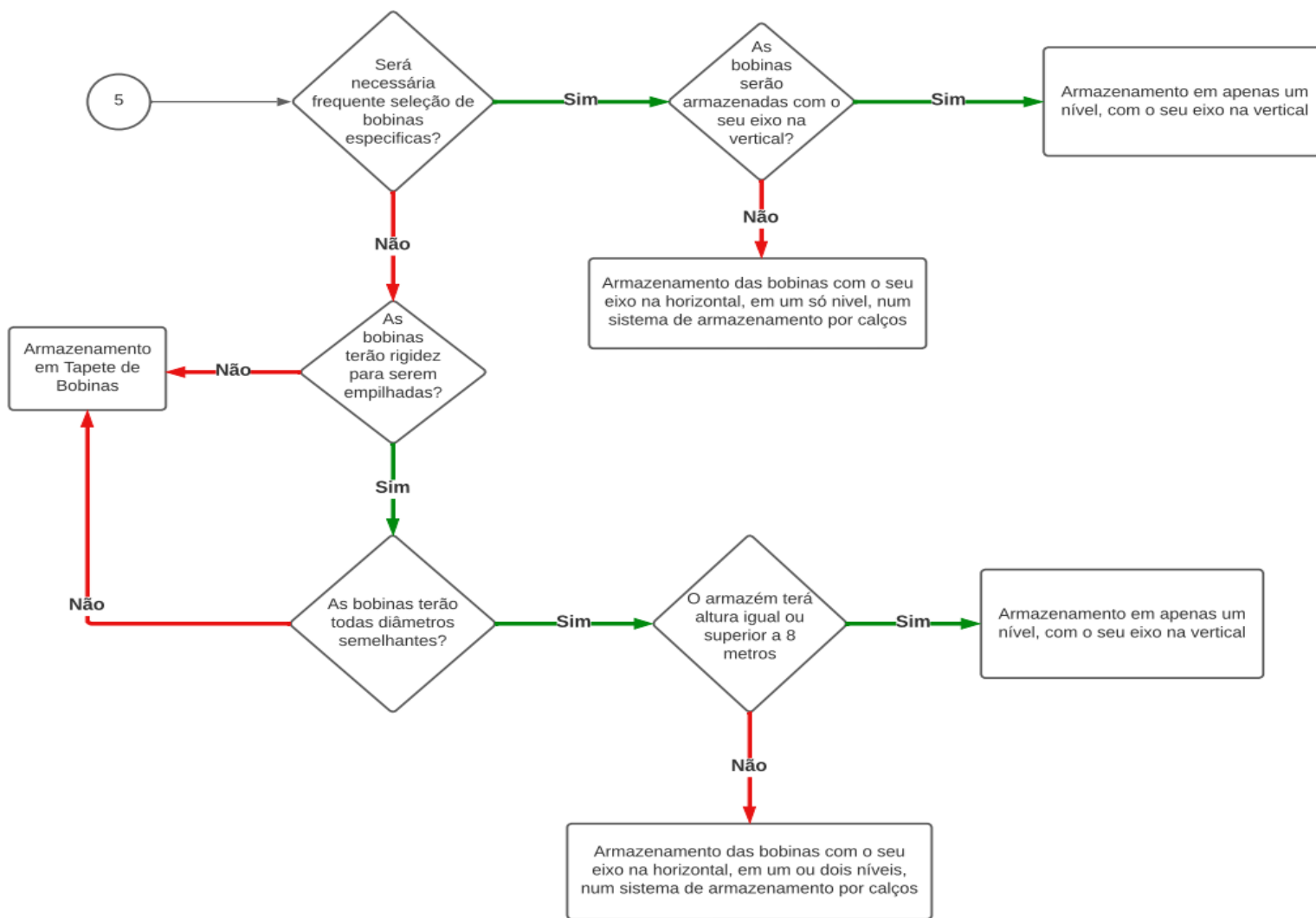


Figura 7.21 - Modelo de decisão 5 - Bobinas de Papel

Após a análise do fluxograma da Figura 7.20 e 7.21, já é possível ter uma ideia de qual o sistema de armazenamento recomendado para as bobinas de papel.

Começando por analisar os fluxogramas das Figuras 7.20 e 7.21, deparamo-nos com a questão de se o armazenamento é de curta duração, no caso de o ser, indica-se o fluxograma do ponto número 4, Figura 7.24 onde irão ser enumerados, sistemas de armazenamento recomendados para esta situação.

Caso o armazenamento não seja de curta duração a escolha do sistema de armazenamento varia em linha com as características apresentadas pelo armazém e pelas bobinas. Foram recomendadas diferentes opções de armazenamento para as bobinas, sendo que estes sistemas de armazenamento podem ser substituídos por outros semelhantes.

Surge então a questão se é pretendido e se existe a possibilidade de serem transportadas pelo solo até à zona de armazenamento, sendo a partir desta questão direcionadas para os restantes sistemas de armazenamento:

O armazenamento em estantes, é um sistema de armazenamento que devido à sua estrutura reduz a probabilidade de danificação das mesmas, permitindo a libertação de espaço ao nível do solo e caso seja necessário a seleção de bobinas em particular possibilita o fácil acesso dos transportadores a estas. Para que este sistema de armazenamento seja utilizado é necessário que o armazém tenha altura suficiente para a sua instalação, sendo aconselhado o uso em situações que as bobinas são transportadas pelo chão, isto porque a colocação das bobinas nas estantes é realizado através de empilhadores.

O sistema de armazenamento por calços, que poderia ser um destes três modelos: *CoilWedges*, *Roll Stop System* ou *Roll Blocks* tendo cada um destes as suas vantagens em relação ao outros, podem ser usados independentemente de as bobinas serem transportadas pelo solo ou por níveis superiores. Consoante as características das bobinas, podem ser utilizados dois processos distintos, utilizando apenas um só nível, bem como em mais do que um nível:

- O armazenamento de um só nível é recomendado nas situações em que é necessário a seleção frequente de bobinas específicas e que devido às suas características são armazenadas com o seu eixo na horizontal.
- A utilização do armazenamento em mais do que um nível é recomendado quando as bobinas têm rigidez para serem empilhadas e diâmetros semelhantes, contudo o armazém apresenta limitações na sua altura.

Tapete de bobinas, devido à sua simplicidade é o sistema de armazenamento mais económico e que apresenta maior facilidade de mudança do seu posicionamento dentro do armazém, sendo este sistema recomendado em duas situações distintas:

- As bobinas não apresentam diâmetros semelhantes ou rigidez para serem empilhadas, o armazém não tem altura suficiente para que seja colocado uma estante e não é necessário realizar-se a seleção de bobinas em particular.
- As bobinas não têm diâmetros semelhantes ou rigidez para serem empilhadas e não é necessário realizar-se a seleção de bobinas em específico.

Armazenamento das bobinas com o seu eixo vertical é um modelo de armazenamento que pode ser utilizado em três situações:

De forma individual:

- Caso seja necessário frequente seleção das bobinas e se as dimensões das bobinas levarem a que seja recomendado o seu armazenamento com o seu eixo na vertical.
- Caso seja necessário frequente seleção das bobinas, não tiverem diâmetros semelhantes ou rigidez suficiente para que sejam empilhadas e o armazém não tenha altura para ser instalado uma estante.

De forma empilhada:

- Caso não seja necessário a frequente seleção das bobinas, estas apresentarem diâmetros semelhantes e rigidez suficiente para que sejam empilhadas e o armazém tenha altura suficiente.

Este modelo de armazenamento pode ser realizado diretamente no chão ou se as bobinas tiverem dimensões que assim permitam, num sistema *RollPalets*.

Após a análise do fluxograma presente na Figura 7.19, caso tenha sido encaminhado para o ponto 2, segue-se outro fluxograma relativo ao armazenamento de bobinas de metal representado na Figura 7.22.

Neste fluxograma, será direcionado para as diferentes recomendações de armazenamento das bobinas de metal, sendo necessário para que o processo de decisão seja realizado e a escolha do sistema recaia no mais indicado que se tenha em consideração algumas questões, relacionadas com as características das bobinas e do armazém.

Para escolher a solução mais indicada, para além das questões já apresentadas na explicação do fluxograma da Figura 7.20 foram enumeradas outras questões:

- **As bobinas terão capacidade para se suportarem sozinhas com o seu eixo na horizontal?**

Com esta questão pretende-se entender, se existem no armazém bobinas que apresentem uma espessura reduzida, que as impossibilite de se suportarem sozinhas na posição em que o seu eixo se encontra na horizontal.

- **As bobinas terão um peso menor de duas toneladas e meia e terão menos de um metro de diâmetro?**

Com esta questão pretende-se direcionar as bobinas para o sistema de estantes indicado. No caso afirmativo, de modo a rentabilizar ao máximo o espaço do armazém é sugerido que estas sejam armazenadas num sistema de Cantilever Racking. No caso negativo, temos a situação oposta onde as bobinas não apresentam as características enunciadas e serão armazenadas num sistema de estante.

Assim sendo na figura 7.22, encontra-se o fluxograma que traduz estas questões e permite chegar ao sistema de armazenamento recomendado para as bobinas de metal.

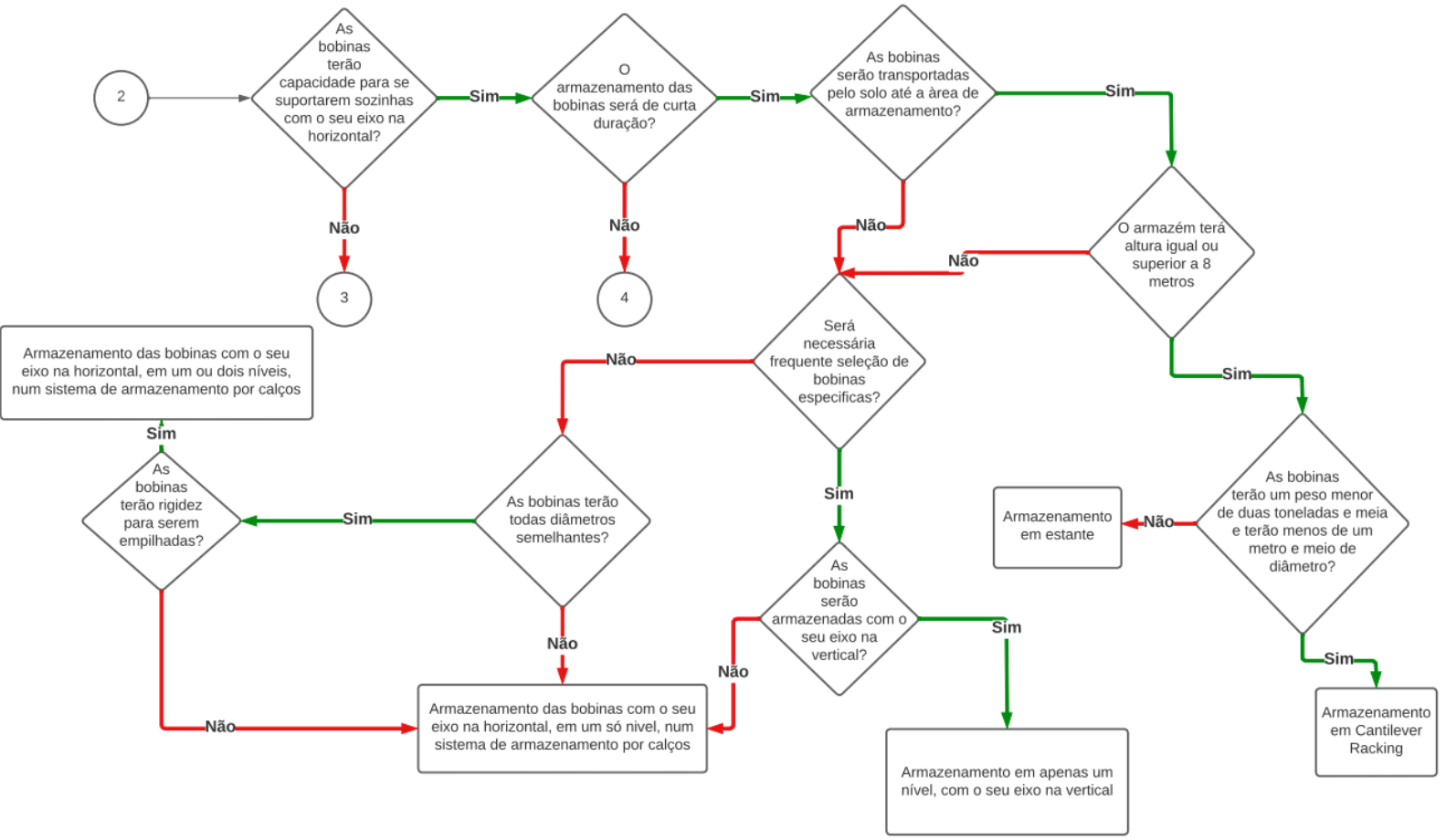


Figura 7.22 - Modelo de decisão 2 - Bobinas de metal

Após a análise do fluxograma da Figura 7.22, é possível o projetista, ter uma ideia de qual o sistema de armazenamento recomendado para as bobinas de metal. Foram recomendadas diferentes opções de armazenamento para as bobinas, sendo que estes sistemas de armazenamento podem ser substituídos por outros semelhantes.

Começando por analisar o fluxograma da Figura 7.22 relativo ao armazenamento de bobinas de metal deparamo-nos com a questão de se as bobinas têm capacidades para se suportarem sozinhas com o seu eixo na horizontal. Caso não reúnam esta característica o projetista deve dirigir-se para o fluxograma do ponto número 3, representado na Figura 7.23, onde será abordado outros sistemas de armazenamento das bobinas para essa situação.

Se as bobinas tiverem a capacidade para se sustentarem sozinhas com o seu eixo na horizontal é colocada a questão se o armazenamento destas será de curta duração, caso sejam, será indicado ao projetista para se dirigir para o fluxograma do ponto número 4, representado na Figura 7.24, onde será abordado sistemas de armazenamento de curta duração.

Surge então a questão se é pretendido e se existe a possibilidade de serem transportadas pelo solo até à zona de armazenamento, sendo a partir desta questão direcionados para os restantes sistemas de armazenamento.

Iniciando pela possibilidade de se dirigir para os sistemas de armazenamento em níveis superiores, pode ser direcionado para dois diferentes sistemas: em estante ou em Cantilever Racking. Independentemente do sistema de armazenamento selecionado, será necessário garantir que o armazém possui altura suficiente para se instalar uma estrutura e é aconselhado que as bobinas sejam transportadas pelo solo, isto porque a colocação das bobinas nas estantes é realizado através de empilhadores. Caso a resposta seja afirmativa nestes duas questões é realizada a distinção entre os dois sistemas de armazenamento através da resposta à questão se as bobinas pesam menos de 2.5 toneladas e se têm menos de 1 m de diâmetro.

O sistema de armazenamento por calços escolhido para o armazém, poderia ser um destes três: *CoilWedges*, *Roll Stop System* ou *Roll Blocks*. Consoante as características das bobinas, os sistemas de armazenamento por calços podem ser utilizados para armazenar as bobinas num só nível, bem como em mais do que um nível:

- O armazenamento de um só nível é recomendado nas situações em que é necessária a seleção frequente de bobinas específicas e devido às dimensões destas irão ser armazenadas na horizontal ou no caso de não ser necessário a seleção frequente de bobinas específicas mas estas não têm diâmetros semelhantes ou rigidez para serem empilhadas.

- O armazenamento em mais do que um nível é recomendado em situações em que não é necessário a seleção frequente de bobinas específicas e que estas tenham diâmetros semelhantes e rigidez para serem empilhadas.

O armazenamento das bobinas com o seu eixo vertical de forma individual é um modelo que pode ser utilizado, caso seja necessário frequente seleção da bobinas e se as medidas das bobinas levarem a que seja recomendado o seu armazenamento com o seu eixo na vertical.

Após a análise do fluxograma presente na Figura 7.22, caso tenha sido encaminhado para o ponto 3, segue-se outro fluxograma, representado na Figura 7.23, relativo ao armazenamento de bobinas de metal que não têm capacidade para se suportarem sozinhas com o seu eixo na horizontal.

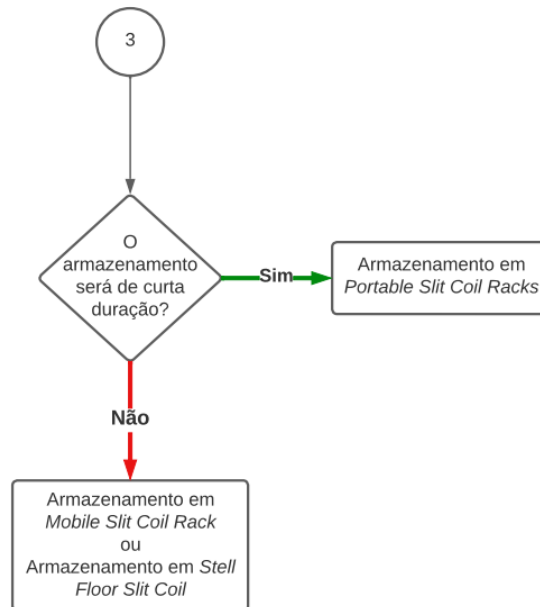


Figura 7.23 - Modelo de decisão 3-Bobinas que não têm comprimento suficiente para se suportarem sozinhas na vertical

Quando se começa a analisar o fluxograma da Figura 7.23 deparamo-nos com a questão se o armazenamento destas bobinas é de curta duração. No caso de o armazenamento ser de curta duração é recomendada a utilização do sistema *Portable slit coil rack*, indicado para armazenar este modelo de bobinas e caso seja necessário movimentá-las ao longo do armazém, devido a este estar adaptado para ser movimentado através de empilhadores.

Caso o armazenamento não seja de curta duração é recomendado a escolha entre dois sistemas de armazenamento de bobinas: *Mobile slit coil rack* sistema de valor mais elevado em comparação com o *Stell Floor Slit Coils*, contudo oferece uma maior capacidade de armazenamento e melhor segurança para as bobinas devido à sua base ser revestida em plástico ou no caso de pretender um solução mais acessível economicamente é recomendado o sistema *Stell Floor Slit Coils*.

Após a análise dos fluxogramas presentes nas Figuras 7.20 e 7.22, caso tenha sido encaminhado para o ponto 4, segue-se o fluxograma relativo ao armazenamento de bobinas de curta duração, Figura 7.24.

Neste fluxograma, será direcionado para as diferentes recomendações de sistemas de armazenamento de bobinas de curta duração. Para que o processo de decisão seja realizado e a escolha do sistema recaia no mais indicado, é necessário que se tenha em consideração as seguintes questões:

- **O eixo central das bobinas irá estar na vertical?**

Com esta questão o objetivo é perceber se as bobinas têm características que leve a que estas sejam armazenadas com o seu eixo na horizontal ou na vertical, com o objetivo de otimizar o espaço do armazém e recomendar o modelo de armazenamento mais adequado.

No caso afirmativo, temos a situação onde as bobinas apresentam um comprimento superior ao seu diâmetro. Neste caso de modo a rentabilizar ao máximo o espaço do armazém é sugerido que estas sejam armazenadas com o seu eixo na vertical.

No caso negativo, temos a situação oposta onde as bobinas apresentam um diâmetro superior ao seu comprimento.

- **A bobina terá mais do que 10 toneladas?**

O objetivo desta questão é realizar a recomendação mais indicada entre dois sistemas de armazenamento, que podem ser usados para esta situação.

No caso afirmativo, devido a bobina ter mais de 10 toneladas é recomendado o sistema em bloco de berço, em que as bobinas são armazenadas de forma individual na horizontal enquanto não são movimentadas para a sua posição seguinte.

No caso negativo, será recomendado a utilização do sistema *Coilcarrier*, que oferece a possibilidade de um empilhador elevar as bobinas através dos quatro lados, facilitando assim a logística do armazém.

Assim sendo na figura 7.24, encontra-se o fluxograma que traduz estas questões e permite chegar ao sistema de armazenamento de forma provisória recomendado.

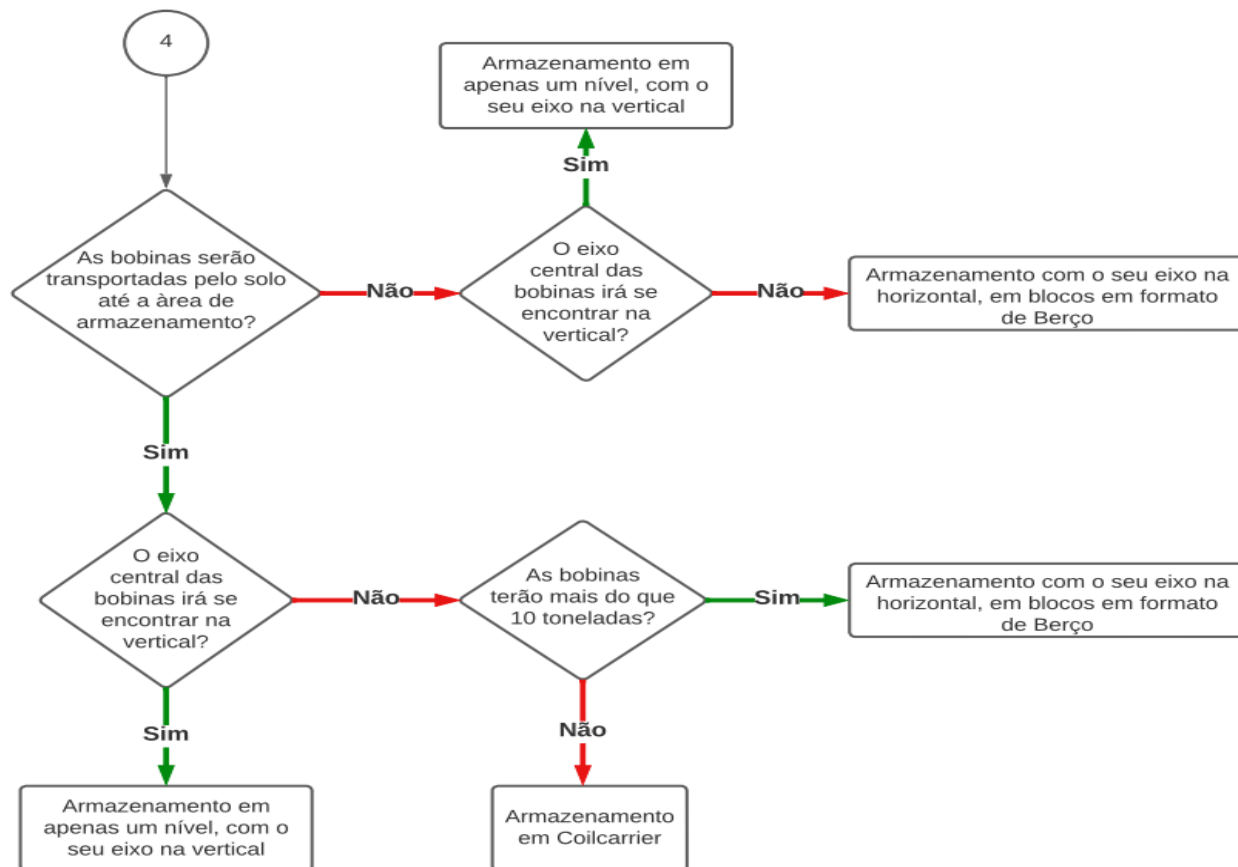


Figura 7.24- Modelo de decisão 4 - Armazenamento de Curta Duração

Após a análise do fluxograma da Figura 7.24, é recomendado ao projetista a utilização dos sistemas de armazenamentos para situações de armazenamento de curta duração. Neste fluxograma foram recomendadas três diferentes opções de armazenamento para as bobinas, sendo que estas podem ser substituídas por outros semelhantes.

Os blocos de armazenamento em forma de berço, podem ser utilizados em duas situações:

- No caso de as bobinas serem transportadas por níveis superiores e se tiverem o seu eixo na horizontal.
- No caso de as bobinas serem transportadas pelo solo, com o seu eixo na horizontal e tendo estas mais de dez toneladas.

O armazenamento com o seu eixo na vertical é um modelo de armazenamento que pode ser utilizado independentemente de as bobinas serem transportadas com o seu eixo na horizontal ou na vertical. Para tal será apenas utilizado o critério se estas têm as dimensões que levem a que sejam colocadas nessa posição. Após a decisão de que as bobinas são armazenadas com o seu eixo na vertical, estas poderão ser armazenadas, consoante as suas dimensões, diretamente no chão do armazém ou no sistema *RollPalets*, no caso das bobinas apresentarem dimensões que permitam o encaixe dentro deste (diâmetro entre 0,94 m a 1,74 m).

O modelo de armazenamento *Coilcarrier* é recomendado se as bobinas forem transportadas pelo solo do armazém com o seu eixo na horizontal e tiverem menos de 10 toneladas.

CUIDADOS E SEGURANÇA A TER NUM ARMAZÉM

Ao longo de toda a dissertação foram apresentadas recomendações de modo a tornar o armazém o mais eficiente possível. Neste capítulo, foi continuado esse trabalho, realizando uma síntese de situações que ocorrem em diferentes pontos da operação de logística e caso sejam evitadas ou reduzidas ao máximo, podem levar a diminuir prejuízos significativos tanto financeiros e pessoais, tornando o armazém mais eficiente.

Para se evitar esses problemas, é necessário que no armazém todo o sistema de operações seja bem gerido, sendo apresentadas algumas recomendações de cuidados a ter no armazém de modo a garantir um ambiente seguro para os trabalhadores e estes se preocuparem exclusivamente com suas funções principais:

- Evitar o uso de correntes para realizar o transporte das bobinas.
- Inspeção dos cabos de aço permanentemente, substituindo-se as suas partes defeituosas.
- Evitar usar pneus no armazenamento das bobinas. Estes podem se comprimir e originar danos nas bobinas.
- Não colocar bobinas que ultrapassem o limite de carga do sistema de armazenamento. Caso o sistema de armazenamento se quebre, poderá ser bastante perigoso para os trabalhadores como para a integridade das bobinas que podem ser danificadas.

- Não armazenar bobinas sem verificar que o ângulo do apoio se encontra na posição recomendada pelo fornecedor. Caso o ângulo esteja muito alto a bobina irá escorregar, caso esteja muito baixo a bobina irá facilmente subir e pode sair do apoio.
- Evitar armazenar bobinas de forma empilhadas com diferentes comprimentos e diâmetros exteriores, de modo que o armazenamento seja seguro.
- Não empilhar bobinas maiores sobre bobinas menores.
- Não empilhar bobinas de material menos resistente sob bobinas com densidade superior. Poderá danificar as bobinas que se encontram no patamar inferior.
- Ter em atenção se as prateleiras de armazenamento, tem pontas que possam danificar as bobinas.
- Bobinas com a dimensão de altura superior à largura, devem ser suportadas lateralmente de modo que não caiam.
- Evitar que as bobinas sejam colocadas no exterior em exposição ao ambiente. Caso a área dentro do armazém seja um problema, uma solução será colocar um contentor no exterior do armazém.
- Não movimentar bobinas que se encontram danificadas no seu interior, sem que seja colocado um reforço na bobina, de modo a sustentar a mesma.

Para além de cuidados a ter com as bobinas é necessário que se sigam regras de higiene e ambientais. Algumas das recomendações são:

- Higienização das máquinas para evitar que estas se estraguem mais rapidamente.
- Realização da manutenção das máquinas no seu tempo devido.
- Manter o piso do armazém limpo e conservado de forma que não seja perigosa a movimentação das bobinas.
- O lixo deve ser retirado do armazém todos os dias e deve ser realizado a verificação se todos os funcionários realizam o processo de higienização da sua área de trabalho.
- Deve haver uma rotina de higienização do armazém.

A sinalização tem um papel relevante na prevenção de acidentes, sendo de grande importância sinalizar os locais no armazém, que indicam situação de perigo exigindo maior atenção.

- Sinalização da zona de movimentação das bobinas caso estas sejam transportadas num patamar superior
- Sinalização em todos os equipamentos da carga máxima de trabalho permitida, num lugar visível.
- Sinalização das secções no chão do armazém destinados a armazenar as bobinas de modo que o armazenamento seja controlado e se possa alcançar facilmente as bobinas com os transportadores sem danificar as adjacentes.
- Os equipamentos de transporte motorizados deverão possuir sinal de advertência sonora.

Por fim é necessário garantir a segurança dos trabalhadores no armazém, sendo a utilização de equipamento de segurança essencial para poder evitar certos acidentes. Para tal como equipamento de segurança é recomendado a utilização de:

- Capacete, que podem proteger o trabalhador.
- Luvas de armazém que protejam o trabalhador contra cortes ou outros acidentes durante as atividades do armazém.
- Casacos com boa visibilidade, ideais serem utilizados no armazém de modo que os trabalhadores estejam sempre visíveis evitando acidentes.
- Sapatos de trabalho com biqueira de aço, para proteção do trabalhador nas atividades com cargas e maquinaria pesada.

CONCLUSÕES

Esta dissertação aborda as principais dificuldades que um projetista tem de superar para projetar e otimizar um armazém. As escolhas assertivas dos sistemas de receção, transporte e armazenamento em linha com as diferentes variáveis existentes no armazém, permitem aumentar e melhorar a sua qualidade.

De toda a análise efetuada concluímos que existe uma elevada oferta de sistemas que permite rentabilizar e otimizar um armazém de bobinas, tendo sido estudados diferentes processos de intralogística, desde a receção até ao armazenamento.

Concluímos que um bom planeamento nas decisões e na elaboração de ações de verificação das bobinas à entrada do armazém torna-se uma ferramenta fundamental para a otimização de todo o processo.

À semelhança do que acontece com a receção das bobinas, no processo de armazenamento é também idêntico, isto é, existem sistemas direcionados para cada bobina de modo a otimizar ao máximo a capacidade de armazenamento.

Por fim, concluímos que não são necessários muitos procedimentos para otimizar e rentabilizar um armazém, contudo pela importância dos processos referidos anteriormente o incumprimento destes terá consequências muito negativas para a empresa.

TRABALHOS FUTUROS

Como futuros trabalhos seria interessante a apresentação de outros mecanismos para a recepção, como para o transporte ou o armazenamento das bobinas, podendo ser exploradas diferentes variáveis que levariam à criação de novos modelos de decisão.

Para completar o estudo desta dissertação sugeria-se a criação de novos modelos que realizem uma melhor ligação entre os transportes indicados a cada modelo de armazenamento, pois diferentes modelos de armazenamento exigem diferentes formas de transportar as bobinas.

Outra questão que poderá ser estudada é a criação de um *layout* de um armazém onde fosse integrado o sistema de recepção das bobinas, transporte e armazenamento de modo que estes sejam otimizados.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Collins, "Collins Machine Works" [Online]. <https://collinsmachine.com/industry/paper-pulp/> [Acedido em 28 de Abril 2022]
- [2] Airpes, "Crosby Airpes" [Online]. <https://www.airpes.com/c-hook-for-lifting-metal-coils/> [Acedido em 29 de Abril 2022]
- [3] PCE "PCE" [Online]. https://www.pce-instruments.com/portugues/instrumento-de-medica%C3%A3o/medidor/dinam%C3%B4metro-pce-instruments-dinam%C3%B4metro-pce-ddm-50-det_5953481.htm?_list=kat&_listpos=31 [Acedido em 22 de Março de 2022]
- [4] Galoce "Galoce Weighing Is Believing" [Online] <https://www.galoce.com/products/wireless-dynamometer/> [Acedido em 22 de Março de 2022]
- [5] Loja das Balanças "Loja das Balanças" [Online] <https://www.lojadasbalancas.pt/produtos-pesagem/317-pr-pesa-rodas.html> [Acedido em 23 de Março de 2022]
- [6] MHSA "Material Hándling Sales Associates" [Online] <https://materialhsa.com/folding-carton-and-converting-market/> [Acedido em 24 de Março de 2022]
- [7] OX WORLDWIDE "Heavy Lifting Equipment" [Online] <https://oxworldwide.com/coil-car/> [Acedido em 10 de Março de 2022]
- [8] TRANSCYKO "TRANSCYKO" [Online] <https://transcyko.com/rail-guided-vehicle/> [Acedido em 15 de Setembro de 2022]
- [9] Direct Industry "Direct Industry" [Online] <https://guide.directindustry.com/pt/que-agv-escolher/> [Acedido a 15 de Setembro de 2022]
- [10] IRWIN "Irwin Car and Equipment" [Online] <https://www.irwincar.com/phillips-products/automated-guided-vehicle/> [Acedido a 11 de Março de 2022]

- [11] China Rail Cart "Perft" [Online] <http://www.chinarailcart.com/products/359.html> [Acedido a 16 de Março de 2022]
- [12] IRWIN "IRWIN CAR and Equipment" [Online] <https://www.irwincar.com/phillips-products/industrial-trailers/> [Acedido a 24 de Março de 2022]
- [13] Jungheinrich "Jungheinrich" [Online]. Available <https://www.jungheinrich.pt/produ-tos/construcao-especial-445382> [Acedido a 19 de Abril de 2022]
- [14] Hubtex "Hubtex" [Online]. Available <https://www.hubtex.com/en-us/industry-soluti-ons/coil-transport> [Acedido a 19 de Abril de 2022]
- [15] SICMA "SICMA" [Online]. Available <http://www.sicma.com/?lang=en> [Acedido a 24 de Março de 2022]
- [16] C&M Conveyor "Mesh-Belt Roll Track" [Online]. Available <https://www.cmcon-veyor.com/mesh-belt-roll-track-2/> [Acedido a 24 de Março de 2022]
- [17] C&M Conveyor "ET Manual Roll Track System" [Online]. Available <https://www.cmcon-veyor.com/et-manual-roll-track-system-3/> [Acedido a 16 de Março de 2022]
- [18] MHSA "Material Hándling Sales Associates" [Online] Available <https://materi-alhsa.com/smc-fp-ez-roll-track/> [Acedido a 24 de Março de 2022]
- [19] C&M "Flush Floor Roll Kickers and Roll Catchers" [Online] Available <https://www.cmcon-veyor.com/flush-floor-roll-kickers-and-roll-catchers-2/> [Acedido a 16 de Março de 2022]
- [20] Harmax Rollcon "Converting Track Systems" [Online] Available <http://www.converting-tracksystems.com/motorized-roll-handling.html> [Acedido a 25 de Março de 2022]
- [21] PowerPusher "PowerPusher" [Online] Available <https://powerpusher.com/products/super-power-pusher/> [Acedido a 26 de Março de 2022]
- [22] DjProduct "DjProduct" [Online] Available <https://www.djproducts.com/product/roll-pusher/> [Acedido a 26 de Março de 2022]
- [23] Sinolion "Sinolion" [Online] Available <https://www.sinolion.cc/movable-kicker/> [Acedido a 27 de Março de 2022]
- [24] MARCOVIL "Marco Vil" [Online] Available <https://marcovil.com/elevation/overhead-cra-nes/> [Acedido a 30 de Março de 2022]
- [25] STHAL "STAHL CRANE SYSTEM" [Online] Available <https://www.stahlcranes.com/pt/pro-dutos/sistemasde-ponterolante.html> [Acedido a 27 de Abril de 2022]
- [26] MARCOVIL "Marco Vil" [Online] Available <https://marcovil.com/elevation/mobile-gantry-cranes/> [Acedido a 30 de Março de 2022]

- [27] Konecranes "Konecranes" [Online] Available <https://www.konecranes.com/equipment/overhead-cranes/gantry-cranes> [Acedido a 27 de Abril de 2022]
- [28] Fezer "Fezer Simply Move More" [Online] Available <https://www.fezer.com/Vacucoil-for-split-strips-and-coils-up-to-10-t.html> [Acedido a 28 de Abril de 2022]
- [29] PERFT "Henan Perfect Hándling EQUIPMENT" [Online] Available http://www.pfthandling.com/productgrouplist-808005747/Rail_Turntable.html?spm=a2700.shop_index.88.38 [Acedido a 18 de Abril de 2022]
- [30] MHSA "Material Handling Sales Associates" [Online] Available <https://materialhsa.com/fc-motorized-turn-tables/> [Acedido a 25 de Março de 2022]
- [31] MHSA "Material Handling Sales Associates" [Online] Available <https://materialhsa.com/smc-fp-ez-turntable/> [Acedido a 25 de Março de 2022]
- [32] ShjI Packing " Packing Solution" [Online] Available <https://www.shjlpacking.com/turnover-machine/coil-turnover-machine/fz-20-mechanical-coil-tilter.html> [Acedido a 28 de Abril de 2022]
- [33] Dumeta "Dumeta Coil turning system" [Online] Available <https://www.dumeta.nl/en/rotating-systems/coil-turning-system-rot-pro/coil-turning-system-rotpro-180> [Acedido a 28 de Abril de 2022]
- [34] Kaup "Kaup" [Online] Available <https://www.kaup.de/en/attachment/rotating-roll-clamp-t458bc-2> [Acedido a 28 de Abril de 2022]
- [35] OxWorldwide "C Hook Ox WorldWide" [Online] Available <https://oxworldwide.com/> [Acedido a 29 de Abril de 2022]
- [36] Conte "Product for Coils Handling" [Online] Available <https://www.contemm.it/en/coils-handling/> [Acedido a 29 de Abril de 2022]
- [37] Bradley Lifting "Motorized Horizontal Coil Lifters" [Online] Available <https://www.bradley-lifting.com/blog/coil-handling-equipment-options/> [Acedido a 29 de Abril de 2022]
- [38] Universal Urethane Products "Universal Urethane Products" [Online] Available <https://www.universalurethane.com/urethane-coil-storage-pad-polyurethane-floor-mat> [Acedido a 3 de Maio de 2022]
- [39] PKT "Profil Kunststoff Technik" [Online] Available <https://p-k-t.at/en/pkt-coilmats/> [Acedido a 3 de Maio de 2022]
- [40] Universal Urethane Products "Universal Urethane Products" [Online] Available <https://www.universalurethane.com/urethane-coil-storage-saddle> [Acedido a 3 de Maio de 2022]

- [41] Lankhorst "Lankhorst Engineered Products" [Online] Available <https://www.coilstorage.com/en/coil-pads> [Acedido a 3 de Maio de 2022]
- [42] Lankhorst "Lankhorst Engineered Products" [Online] Available <https://www.coilstorage.com/en/coil-mat> [Acedido a 4 de Maio de 2022]
- [43] PKT "Profil Kunststoff Technik" [Online] Available https://p-k-t.at/wp-content/uploads/2019/04/Produktblatt_PKT_DK_2015_en.pdf [Acedido a 4 de Maio de 2022]
- [44] Lankhorst "Lankhorst Engineered Products" [Online] Available <https://www.coilstorage.com/en/coil-racks> [Acedido a 4 de Maio de 2022]
- [45] Lankhorst "Lankhorst Engineered Products" [Online] Available <https://www.coilstorage.com/en/rollblock> [Acedido a 4 de Maio de 2022]
- [46] PKT "Profil Kunststoff Technik" [Online] Available <https://p-k-t.at/en/pkt-rollblock-system-550-ek-ec/> [Acedido a 4 de Maio de 2022]
- [47] Philpott "Philpott solution" [Online] Available <https://philpottsolutions.com/slit-coil-storage> [Acedido a 5 de Maio de 2022]
- [48] Lankhorst "Lankhorst Engineered Products" [Online] Available <https://www.coilstorage.com/en/roll-pallets> [Acedido a 6 de Maio de 2022]
- [49] Lankhorst "Lankhorst Engineered Products" [Online] Available <https://www.coilstorage.com/en/coil-carrier> [Acedido a 6 de Maio de 2022]
- [50] SJF "SJF" [Online] Available <https://www.sjf.com/coil-racks.html> [Acedido a 28 de Junho de 2022]
- [51] Ross "Ross Technology" [Online] Available <https://www.rosstechnology.com/industrial-storage/dexco-structural-i-beam-coil-rack-systems/> [Acedido a 8 de Maio de 2022]
- [52] OHRA "OHRA" [Online] Available <https://www.ohra.pt/setores/engenharia-mecanica-processamento-de-metal> [Acedido a 17 de Maio de 2022]

APÊNDICE

Especificações técnicas

Faixa	50.000 kg / 500 kN
Resolução	20 kg / 200 N
Peso mín. *	400 kg
Peso	39 kg
Com grilhões	128 kg

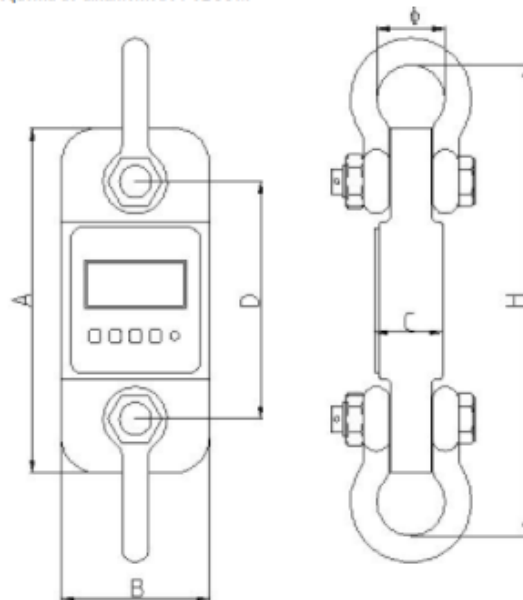
* O dinamômetro indica o peso também abaixo do peso mínimo indicado.

No entanto, a precisão indicada é a partir do peso mínimo indicado.

Outras especificações técnicas

Desvio de medição / precisão	$\pm 0,1\%$ da faixa de medição
Faixa de tara	Máx. 20% da faixa de tara
Display	LCD com dígitos de 22 mm de altura
Unidades	kg / t / lbs / N / kN
Alcance sem fio	Aprox. 80 m
Quota de medição	2,5 Hz
Temperatura operacional	-10 ... + 40 °C
Alimentação	3 pilhas de 1,5 V, tipo AA (aparelho de mão) 4 pilhas de 1,5 V, tipo AA (receptor sem fio)
Tempo operacional	Aprox. 50 horas em medição contínua (32 mA)

Esquema do dinamômetro PCE-DDM



Modelo	A	B	C	D	Ø	H	Material
PCE-DDM 50	465	150	104	305	184	930	Aço

Body protection	Aluminum and alloy steel capacities are powder coated
Accuracy	0.05% for 1-50t, 0.1% for above 50t capacity
Units	Units are clearly display on the screen, available in the following measurment reading: kilograms(kg), short Tons(t) pounds(lb), Newton and kilonewton(kN)
Battery	3pcs AA size alkaline batteries, 50 hours radio continuous using
DISPLAY	25mm (1") 5digits LCD with backlight for easy distant viewing
Shackles	High tension industrial standard G2130 anchor shackle bows, galvanized finish
Ultimate Load	400% of capacity
Operation temperature	-20°C to 50°C
Gravity regulation	The acceleration of gravity can be regulated through red infrared remote controller according to different places value
Functions	Zero, tare, Low battery warnings, peak hold, overload warning. User calibration
Package	Packed with carry case, easy to bring

Anexo 2-Dinamômetro GWD400

CARACTERÍSTICAS

- Plataformas pesa eixos conjunto composto por 2.
- Altura 60mm.
- Inclui rampas.
- Com duas asas e rodas laterais para facilitar a mobilidade.
- Fabricada em alumínio.
- Células de carga homologadas classe C3.
- Conexão para indicadores MK3, K3i e K3.
- Capacidades de 3T a 20T.
- Quatro medidas disponíveis.
- Instalação sobre o solo ou encastrada.

Características indicador MK3

- Fabricado em ABS com mala.
- Display con retroiluminação interna.
- Memória de 20 taras.
- Saída RS 232-C para PC ou display remoto.
- Auto desconexão.
- Bateria interna recarregável.

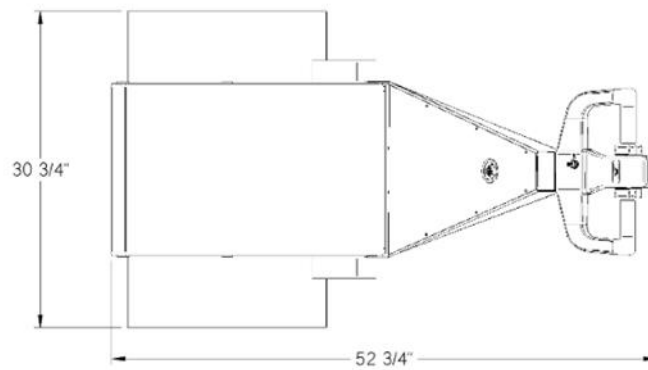
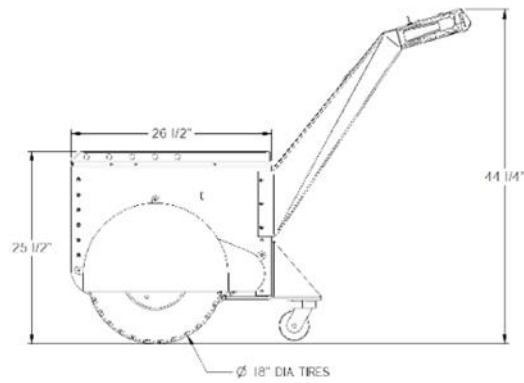
Características indicador MK3P

- Indicador com mala e bateria incorporada.
- Disponível com impressora (MK3 Printer).
- Preparado para conectar até 4 plataformas independentes.
- Impressão por eixos e total.
- Saída RS 232-C para PC ou display remoto.
- Impressão de data e hora.

Referência	Capacidade (tn)	Resolução (kg)	Dimensões total (mm)
PRX3T	3 TN	0,5	350x350
PRS10T	10 TN	2	500x400
PRM15T	15 TN	5	700x450
PRL20T	20 TN	5	900x500

Anexo 3- Balança

Motor type:	36 Volt DC - 1500W
Drive mechanism:	2 x Chain & Sprocket
Gearbox:	Single speed reduction gearbox with differential
Controller:	Digital, fully programmable with fault diagnostic facility
Batteries:	3 x 90 Ah Dryfit, Gel Type. Sealed & maintenance free
Battery charger:	On Board, 3 Stage, 3 x 15 Amp Output 110v or 240v
Push / Pull Capacity:	Up to 120,000 lbs. (Subject to rolling resistance)



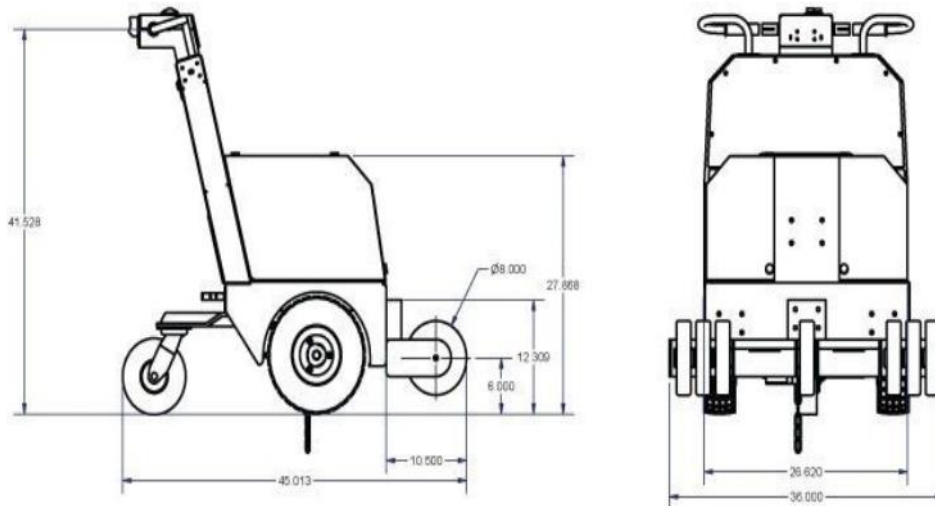
Anexo 4 - Super PowerPusher

Roll Pusher Features and Specifications

- Tubular Steel Frame
- 1500 lb. Differential / Transaxle
- High Tech Speed Controller
- Neutral Throttle Braking
- Adjustable Acceleration/Braking
- 36v(3) 115 Amp Batteries
- Variable Speed Twist Grip
- 0-3 mph Forward/ Reverse
- Non-Marking Tires
- Battery Gauge
- Automatic Charger
- 16-Hours of Continuous Use Batteries, Plenty of Battery Life to Usually Last Two Shifts.

Powered Roll Pusher Optional Features

- Foam Filled Tires
- Safety Stop Switch and Guard Kit
- Safety Light
- Safety Horn
- Custom / Adjustable Roller System
- High Output Controller
- Dual Drive Wheel Kit
- Heavy Duty Motor Drive System
- Extra Weight
- Wagon Wheel Steering
- Remote Control



Anexo 5- CartCaddy Roll Pusher

■ Standard □ Opção

Modelo	Capacidade de carga até [kg]	Estacionário	Carro biviga OE	Carros monoviga		
				KE	UE	DKE
SH 3	3.200	■	■	■	■	■
SH 4	6.300	■	■	■	■	■
SH 5	10.000	■	■	■	■	■
	12.500	■	■	■	■	□
SHR 6	16.000	■	■	■	■	□
SH 6	25.000	■	■	□	■	□
	32.000	■	■	□	□	□
ASR 7	32.000	■	■	□	□	□
AS 7	80.000	■	■	□	□	□
AS 7 ZW	125.000	■	■	□	□	□
SHW 8	250.000	■	■	□	□	□

■ Standard □ Opção

Modelo	Capacidade de carga até [kg]	Estacionário	Carro de translação sobre rolos	Carro elétrico	Carro articulado	Carro curto	Carro super curto	Diferencial de corrente duplo	Big Bag
ST 05	125 – 630	■	■	■	■	■	■	■	–
ST 10	500 – 1.000	■	■	■	■	■	–	■	■
ST 20	1.000 – 2.000	■	■	■	■	■	–	–	–
ST 30	1.250 – 3.200	■	■	■	■	■	■	■	■
ST 32	1.250 – 3.200	■	■	■	■	■	–	–	–
ST 50	2.500 – 5.000	■	■*	■	■	■	■	■	■
ST 60	3.200 – 6.300	■	■*	■	■	■	□	■	–

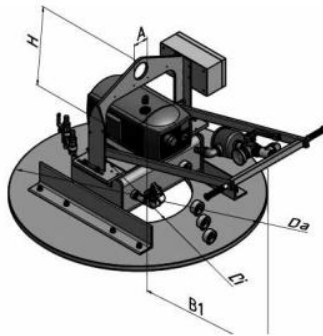
* Só é fornecido na gama standard com uma passagem pelo gorne 1/1. Capacidade de carga superior a pedido.

Anexo 7 - Ponte rolante univiga da empresa STAHL

FEATURES	SPECIFICATIONS
Hoist models	CXT wire rope hoists 5-series synthetic rope hoists
Lifting capacity	Up to 12.5 tons
Span	Up to 20 meters
Lifting height	Up to 10 meters
Runway	Up to 120 meters
Hoist speed control	2-speed or inverter hoisting (ASR and ESR)
Crane control options	Pendant, radio, or radio with backup pendant
Girder design	Box girder

Anexo 6 - Pórtico univiga da empresa KoneCranes

Capacity (kg)	Type	Diameters		Number of chambers	Pump (m ³ /h)	B1 (mm)	H (mm)	A (mm)	Own weight (kg)
		inside Di min (mm)	outside Da max (mm)						
250	VC-	100 ... 250	400 ... 1.500	1 ... 4	16 ... 60	900	700 ... 1.000	100	200 ... 400
500	VC-	100 ... 250	400 ... 1.500	1 ... 4	16 ... 60	900	700 ... 1.000	100	200 ... 400
750	VC-	100 ... 250	400 ... 1.500	1 ... 4	16 ... 60	900	700 ... 1.000	100	300 ... 500
1.000	VC-	100 ... 250	400 ... 1.500	1 ... 4	16 ... 60	900	700 ... 1.000	100	300 ... 500
2.000	VC-	150 ... 400	650 ... 3.000	2 ... 8	40 ... 100	1.500	1.000 ... 2.500	160	1.000 ... 1.500
3.000	VC-	150 ... 400	650 ... 3.000	2 ... 8	40 ... 100	1.500	1.000 ... 2.500	160	1.000 ... 1.500
4.000	VC-	150 ... 400	650 ... 3.000	2 ... 8	40 ... 160	1.500	1.000 ... 2.500	160	1.000 ... 2.000
5.000	VC-	150 ... 400	650 ... 3.000	3 ... 10	40 ... 160	1.500	1.000 ... 2.500	160	1.000 ... 2.000
7.500	VC-	150 ... 400	650 ... 3.000	3 ... 10	40 ... 160	1.500	1.500 ... 3.000	160	2.000 ... 3.500
10.000	VC-	150 ... 400	650 ... 3.000	3 ... 10	40 ... 160	1.500	1.500 ... 3.000	160	2.000 ... 3.500



Anexo 9 - VacuCoil VC

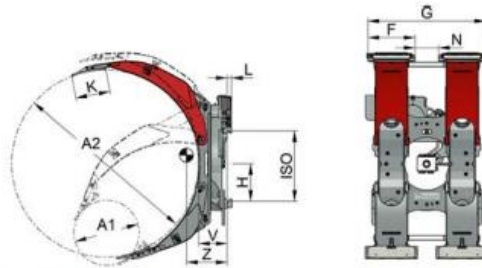
Model	BXC-2T	BXC-20T	BXC-50T	BXC-100T	BXC-150T
Rated Load(t)	2	20	50	100	150
Wheel Base(mm)	1200	2800	4200	4900	7000
Rail Inner Gauge(mm)	1200	1435	1435	2000	2000
Wheel Diameter(mm)	270	350	500	600	600
Wheel Quantity	4	4	4	4	8
Ground Clearance(mm)	50	50	50	75	75
Running Speed(min)	0-25	0-20	0-20	0-20	0-18
Motor Power(kw)	1	2.2	5	10	15
Battery Capacity	180	180	330	440	600
Running Time	4.32	4	3.3	3.2	2.9
Battery Voltage	24	48	48	72	72
Running Distance(Km)	6.5	4.8	4	3.8	3.2

Anexo 8 - Sistema de rotação da empresa Henan Perfect Handling Equipment

Model	Capacities (t)	Dimensions (mm)			
		A	B	C	L
ROTPRO 180-3	3	1100	1100	1020	700 (±350)
ROTPRO 180-5	5	1100	1100	1020	700 (±350)
ROTPRO 180-10	10	1500	1500	1250	1000 (±500)
ROTPRO 180-15	15	1500	1500	1500	1000 (±500)
ROTPRO 180-20	20	1800	1800	1500	1200 (±600)



Anexo 11 - Virador de bobinas da empresa Dumeta



Rotating Roll Clamp T458BC 360° rotation continuous - short arm fixed

Model	Capacity kg	A1-A2 mm	F mm	G mm	H mm	K mm	L mm	N mm	Torque Δpa 125 bar Nm	Oil volume required per rev. ltr.	ISO cl.	V mm	CofG Z mm	Weight kg
1T 458 BC	1.200	450 - 1.350	300	700	208	250	33	100	6.013	7,6	2	185	279	397
2T 458 BC	2.400	450 - 1.350	340	850	270	250	33	170	7.700	9,7	2 ² / ₃	207	278	556
2T 458 BC	2.000	650 - 1.600	340	850	270	250	33	170	7.700	9,7	2 ² / ₃	207	310	606
3T 458 BC	3.200	450 - 1.350	340	850	339	250	36	170	8.950	11,3	3	242	282	677
3T 458 BC	2.800	650 - 1.600	340	850	339	250	36	170	8.950	11,3	3	242	317	738
4T 458 BC	3.700	550 - 1.450	420	1.000	363	300	36	160	12.591	11,2	3 ¹ / ₄	270	344	1.033
4T 458 BC	3.500	600 - 1.600	420	1.000	363	300	36	160	12.591	11,2	3 ¹ / ₄	270	350	1.083
5T 458 BC	4.750	600 - 1.600	420	1.000	350	300	40	350	12.591	11,2	4	315	367	1.163
5T 458 BC	4.200	700 - 1.830	420	1.000	350	300	40	350	12.591	11,2	4	315	397	1.214
6T 458 BC	5.500	700 - 1.800	420	1.000	350	300	40	350	19.998	17,9	4	327	395	1.419
6T 458 BC	4.600	900 - 2.200	420	1.000	350	300	40	350	19.998	17,9	4	327	432	1.544

Anexo 10 - Virador Rotating Rol Clamps

OPTIONS:

- Top fixation elements: single eye, pin or 2-leg chainsling.
- Clamp protections depending on the load to manipulate.
- Articulated safety pins.
- Reduced dimensions.
- Suitable for working at high temperatures.
- Protecciones de high-density polyethylene (HDPE)

OPCIONES:

- Fijaciones superiores: Oreja de tiro oxi-cortada y redondeada para gancho de grúa simple, bulón mecanizado con mella de centrado o enganche con elementos comerciales como pulpo de cadena.
- Protecciones de Polietileno de Alta Densidad o de Poliuretano en la base y el frontal para evitar daños al material a apoyar o en otras zonas para eventuales contactos a determinar por el cliente.
- Caballete de apoyo específico.
- Funciones adicionales integradas como enganche giratorio motorizado, etc.

CODE CODIGO	MATERIAL (1) MATERIAL (2)	SWL (t) CMU (t)	DIMENSIONS DIMENSIONES (mm)					WEIGHT PESO (kg)
			A	B	C	D	E	
806GCS0005	ACERO AL CARBONO (1)	5	750	550	1040	1075	1135	195
806GCS0010	ACERO AL CARBONO (1)	10	1200	700	1567	1470	1530	605
806GCS0015	ACERO AL CARBONO (2)	15	1700	700	2130	1621	1712	781
806GCS0020	ACERO ALTA TENACIDAD (2)	20	1500	880	1965	1797	1877	767
806GCS0025	ACERO ALTA TENACIDAD (2)	25	1350	900	1965	1933	2013	1111
806GCS0030	ACERO ALTA TENACIDAD (2)	30	1500	1000	2032	2237	2322	1655

Anexo 12 - Gancho em C da empresa OX Worlwide

Product	Type (cm)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Chock angle (°)	Diameter range (mm)	Maximum load (tons)
Storageblock	74 x 80 x 14	740	800	135	15	500 - 2400	25
Storageblock	100 x 80 x 14	1000	800	135	15	500 - 2400	60
Storageblock HR	100 x 80 x 14	1000	800	135	15	500 - 2400	60
Storageblock	150 x 80 x 14	1500	800	135	15	500 - 2400	60
Storageblock	100 x 60 x 7	1000	600	70	7	500 - 2500	50
Oiltray	165 x 45 x 5	1655	455	55	6	500 - 2500	50
Oiltray*	150 x 45 x 5	1500	455	55	6	500 - 2500	50
Oiltray HR*	150 x 45 x 5	1500	455	55	6	500 - 2500	50
Oiltray*	200 x 45 x 5	2000	455	55	6	500 - 2500	50

Anexo 13 - Blocos de armazenamento em forma de berço da empresa *Lankhorst*

Product	Type	Type rail	Length (mm)	Width (mm)	Chock angle (°)	Diameter range (mm)	Maximum load (tons) using 2 Coil-Wedges
CWS 40	120/34	RS 40	1200	340	21°	546 - 2500	40
CWS 40	120/43	RS 40	1200	430	21°	672 - 2500	40
CWS 40	150/34	RS 40	1500	340	21°	546 - 2500	40
CWS 40	150/43	RS 40	1500	430	21°	672 - 2500	40
CWS 80	120/45	RS 100	1200	450	21°	727 - 2500	80
CWS 80	150/45	RS 100	1500	450	21°	727 - 2500	80

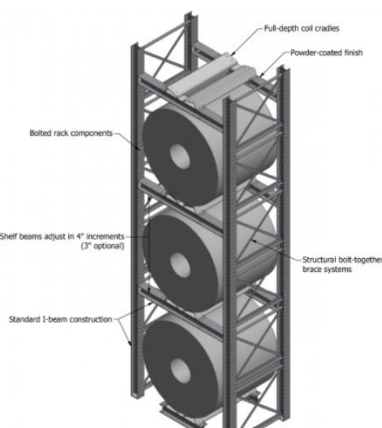
Anexo 14 - Sistema de calços modelo *Coilwedges* da empresa *Lankhorst*

Type	Application	Diameter coils (mm)	Maximum load (tons) using 4 Roll-Stops
RS100	Standard	700-2500	100
RS100 WR	Outside storage	700-2500	100
RS100 HR	Heat Resistant up to 110°C	700-2500	100
RS40	Standard	564-2500	40
RS40 WR	Outside storage	564-2500	40
RS40 HR	Heat Resistant up to 110°C	564-2500	40

Anexo 15 - Sistema de calços modelo *Roll Stop System* da empresa *Lankhorst*

Type	Application	UNP channel	Diameter coils (mm)	Maximum load (tons) using 4 Rollblocks
RB 55/16-2	Standard	180	875 - 2500	100
RB 55/16-2 HR	Heat Resistant (up to 110°C)	180	875 - 2500	100
RB 55/12 M2	Standard	140	500 - 2500	30
RB 55/12 M2 HR	Heat Resistant (up to 110°C)	140	500 - 2500	30
RB 55/16-2 'ZN'	Standard	180	500 - 2500	60

Anexo 17- Sistema de caços modelo *Roll Block System* da empresa *Lankhorst*



Our standard heavy-duty coil rack design includes everything that most businesses need to successfully store aluminum and steel coils. Features include:

- Structural I-beam construction
- Full-depth coil cradles handle any coil size and weight
- Adjustable bolted shelf beam construction accommodates changing storage needs
- Shelf beams attach to the columns using A325 structural bolts. Predrilled holes are provided in upright baseplates for anchor bolt connections to the floor
- Shelf beams adjust in 4-inch increments
- Structural bolt-together brace systems offer lateral rigidity
- Modular design makes it easy to add more bays
- Columns and shelf beams are bundled for easy installation and cost-effective shipping
- Load capacities: Ross engineers racking systems to meet virtually any weight requirement. Typical systems support loads ranging from 2,000 pounds per tier up to 80,000 pounds per tier and higher

Standard Finish

Our factory applies a powder-coated finish to protect against corrosion. We perform this step in-house for maximum control over quality.

Anexo 16- Armazenamento em estante da empresa *Ross*



2022

Pedro Miguel
Capela Bacalhau

Contributos para concepção e projeto de
armazéns de bobinas.