

2023

Projeto Almoxarifado Central

Relatório Etapa 02 – Dimensionamento de Recursos

Referente ao contrato 240/2022, autorização de fornecimento 1060/2022, número de empenho 2423/2022

Elaborador: Elton Voltolini, Dr. Eng

EXCENT Consultoria

09/01/2023



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	NOSSE ENTENDIMENTO	3
1.2	OBJETO DA ETAPA 02 DO PROJETO	4
1.3	DIRETRIZES E RESTRIÇÕES DO PROJETO	6
1.3.1	1.3.1 Princípios de armazenagem.....	9
2	RECURSOS LÓGISTICOS DE ARMAZENAGEM.....	13
2.1	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA ESTRUTURAS DE ESTOCAGEM.....	14
2.2	TIPOS DE ESTRUTURAS DE ESTOCAGEM CONVENCIONAIS	15
2.2.1	Estante Simples.....	16
2.2.2	Porta Pallets Convencional	17
2.2.3	Drive-trough.....	18
2.2.4	Drive-in	18
2.2.5	Cantilever.....	20
2.2.6	Push-back.....	21
2.2.7	Flow rack.....	22
2.2.8	Rack dinâmico.....	23
2.2.9	Estrutura porta tubos	24
2.2.10	Estrutura porta-bobinas	24
2.2.11	Blocagem.....	25
2.3	CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO	26
2.4	TIPOS DE EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO	27
2.4.1	Paleteira.....	28
2.4.2	Transpaleteira elétrica.....	28
2.4.3	Empilhadeira elétrica patolada	29
2.4.4	Empilhadeira contrabalançada	30
2.4.5	Empilhadeira retrátil.....	31
2.4.6	Empilhadeira lateral	31
2.4.7	Empilhadeira trilateral ou quadrilateral	32
2.4.8	Seccionadora de pedidos	33
2.4.9	Rebocador industrial.....	34

2.4.10	Guindastes.....	34
2.4.11	Transelevadores	34
2.4.12	6. Ponte rolante.....	35
2.4.13	7. Esteiras transportadoras	36
2.4.14	Monovias.....	36
3	RECURSOS LOGÍSTICOS A SEREM EMPREGADOS NO ALMOXARIFADO CENTRAL	36
3.1	RECURSOS DE ESTOCAGEM RECOMENDADOS	37
3.1.1	Estante simples.....	38
3.1.2	Estrutura porta-pallet.....	38
3.1.3	Blocagem	39
3.1.4	Estrutura porta-tubos	39
3.1.5	Porta-bobinas	40
3.2	EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO RECOMENDADOS	40
3.2.1	Paleteira manual	42
3.2.2	Empilhadeira elétrica patolada	42
3.2.3	Empilhadeira com contrapeso à combustão	43
3.3	RECURSOS LOGÍSTICOS COMPLEMENTARES.....	43

1 INTRODUÇÃO

Este documento refere-se é uma proposta técnico-comercial que contém os termos e condições para a realização de serviços de consultoria para compor o pré-projeto do Almocharifado Central do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMA E) de Jaraguá do Sul (SC), a ser instalado em terreno de antiga unidade da empresa Wiest. Esta proposta aborda uma das três frentes de atuação, tendo o foco no pré-projeto da operação de armazenagem. Caso algum ponto não esteja claro ou de acordo com as expectativas, estamos à disposição para esclarecimentos e eventuais correções.

1.1 Nosso entendimento

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (Samae) iniciou suas atividades em 28 de maio de 1968, com o objetivo de operar, manter, conservar e explorar os serviços de água potável, de esgotos sanitários, de coleta de resíduos e drenagem urbana no município de Jaraguá do Sul.

Desde a primeira ligação residencial em 1968 o SAMA E expandiu sua rede de distribuição de água e posteriormente de esgoto para toda a cidade de Jaraguá do Sul, acompanhando o próprio crescimento da cidade, tendo a cobertura atual de 99,8% e 90,0%, respectivamente. Adicionalmente o escopo de atuação se ampliou envolvendo a drenagem urbana e a coleta de resíduos sólidos, o que permite que 27% dos resíduos sólidos gerados na cidade sejam reciclados.

O crescimento das operações do SAMA E em termos de volume e a ampliação dos tipos de serviços oferecidos levaram à abertura de bases operacionais distribuídas pela cidade, bem como a descentralização dos estoques de insumos e componentes, o que compromete a qualidade da gestão logística e não favorece a otimização dos recursos. Atualmente o Sistema de Abastecimento de Água conta com duas Estações de Tratamento de Água (ETA). A principal está situada no bairro Água Verde e atende 81% da demanda de água, com capacidade de 1.000 litros por segundo (l/s). A segunda estação está situada na localidade de Garibaldi, com capacidade para 160 litros por segundo, atendendo 19% da demanda. Na reservação o sistema de abastecimento possui 39 reservatórios, totalizando 24,6 milhões de litros de água potável. Além disso, para garantir o abastecimento em locais mais altos ou afastados, há 72 unidades de pressurização, chamados de boosters e Estações de Recalque de Água.

Entendemos que de forma geral e aplicando-se em particular ao SAMA E, a manutenção dos custos operacionais em patamares saudáveis está associada e uma trajetória consistente para o Projeto de Fábrica e Layout, que não se constitui uma atividade simples e isolada, estando relacionada a uma sequência de decisões estruturais e não estruturais essenciais para máximo desempenho de uma unidade produtiva. O projeto de um layout industrial (ou seu desenho

final) deve estar fortemente relacionado a maneira como a operação será realizada. Assim, não se limita a distribuir os estoques e postos de trabalho de acordo com a sequência de atividades do processo, mas deve considerar outras variáveis, tais como:

- o método e a necessidade de espaço para abastecimento de materiais;
- intervenções de manutenção;
- espaço para estoques de materiais e componentes diversos;
- a maneira como a empresa pretende as ordens de serviço;
- existências de kits de serviços;
- perspectiva de crescimento ou diminuição da demanda ao longo do tempo;
- turnos de trabalho planejados.

Importante destacar que esse grande número de variáveis torna um projeto de layout logístico muito particular, quase único e diferente de outras empresas ainda que do mesmo segmento. Por outro lado, cabe a adoção de uma abordagem estruturada e multidepartamental com intuito de organizar as informações e os requisitos de desempenho, realizar as análises, identificar alternativas, conceber cenários e validar os mesmos.

Não temos a pretensão de esgotar esta lista, mas sim de chamar atenção para o fato de que produtos possuem variações importantes ao longo de sua cadeia de suprimentos, mas etapas de suprimentos, produção e distribuição. Este tipo de consideração é relevante para o projeto, assim como a compreensão do sistema produtivo existente em termos de seus objetivos de desempenho, estando os mesmos contemplados na metodologia empregada pela EXCENT.

Em relação aos objetivos estratégicos do SAMAE, certamente a disponibilidade do produto, o cumprimento dos pedidos programados e a eficiência operacional estão presentes nas preocupações e indicadores dos gestores e de seus times e estes objetivos são diretamente relacionados com a proposta apresentada pela EXCENT. Percebe-se a intensão de crescer muito o faturamento e o volume de produtos vendidos nos próximos anos e uma convicção que de que isto só será viável com investimentos. Enfim, trata-se de um programa de longo prazo, transformacional, mas que se levado ao cabo com diligência terá resultados impactantes.

1.2 Objeto da etapa 02 do projeto

O projeto logístico do novo almocharifado central, referente ao contrato 240/2022, com autorização de fornecimento 1060/2022 e com número de empenho 2423/2022, está dividido em seu edital em 4 (quatro) etapas, sendo elas:

- Etapa 01 – Definição das estratégias dos sistemas de armazenagem e diagnóstico do sistema atual;
- Etapa 02 – Dimensionamento de recursos;
- Etapa 03 – Elaboração do layout final;
- Etapa 04 – Mapeamento dos processos, acompanhamento da execução e treinamentos.

Considera-se que a Etapa 01 foi encerrada com a apresentação para Diretoria do SAMAE de Jaraguá do Sul e para Time do Projeto no dia 19/12 (figura 01), no qual foram apresentados os macro layouts, diversas configurações de layout por setor, a estruturas de estocagem recomendadas para cada tipo de material, equipamentos de movimentação e suas aplicações e os recursos de unitização de carga. O arquivo da apresentação e os arquivos dos macro layouts e dos layouts dos setoriais foram disponibilizado para o gestor do projeto e para o fiscal do projeto, como elementos técnicos constituintes da entrega da Etapa 01.



Figura 01 – Apresentação da Etapa 01 no Auditória do SAMAE JGS

Na segunda etapa, que é objeto deste documento, está previsto no Edital que se desenvolva o dimensionamento dos recursos necessários para atendimento às necessidades do SAMAE definidas na etapa 01. Nesta fase de projeto, deverão ser realizados o dimensionamento do estoque necessário, o dimensionamento dos recursos humanos a serem alocados, dos equipamentos produtivos, e dimensionamento das estruturas de armazenagem, equipamentos de movimentação e embalagem.

Desta forma, destaca-se que o foco da etapa 02, tratada neste relatório são os recursos necessários para operação logística do novo Almocharifado Central na configuração e mix atual de itens estocados e com volume de movimentação (entrada e saída) similar acrescido de 30%, que é incremento previsto para os primeiros 12 meses.

Também está previsto que sejam levados em conta as restrições estabelecidas pela equipe do SAMAE JGS, que serão relacionadas na próxima sessão.

1.3 Diretrizes e restrições do projeto

Todo projeto de uma operação de fabricação ou logística precisa partir de elementos definidos em um estágio anterior do projeto. No caso do projeto dos recursos materiais e humanos do almoxarifado central do SAMAE de Jaraguá do Sul, não foi diferente e a etapa 01 teve como um dos seus objetivos o levantamento das características da operação atual, dos requisitos da empresa e dos setores envolvidos, das restrições e de dados que pudessem subsidiar nossas análises.

Inicialmente é importante contextualizar a as instalações existentes atualmente sob o ponto de vista mais geral, com a visão do layout supra da antiga fábrica da Wiest Escapamentos, conforme pode ser visto na figura 02. Isto é relevante, pois apresenta a denominação inicial dos galpões e permite realizar associação com restrições ao projeto.

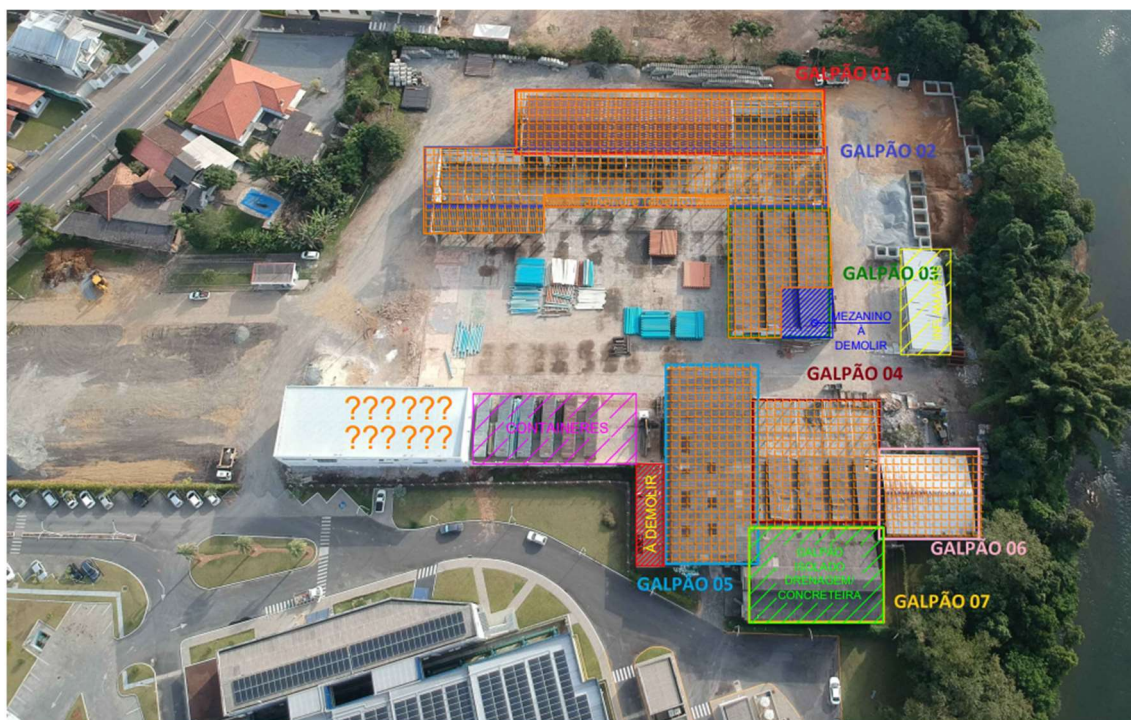


Figura 02 – Identificação dos galpões

Como ponto de partida para o projeto, após a reunião de Kick-off realizada em outubro de 2022, as seguintes restrições foram apresentadas:

1. Manutenção da portaria no local já construído.
2. Produtos à granel não podem ficar na frente do galpão ou entre este e a área da ETA.
3. Não serão construídos novos galpões.
4. Não será construído ou reformado piso dos galpões.
5. Estrutura ao lado do galpão 05, hachurada em vermelho será demolida.
6. Mezanino hachurado em azul pode ser demolido.
7. Instalação do tanque de contato na posição demarcada na figura 03, constituindo-se numa restrição que precisou ser observada em todas as opções de layout supra desenvolvidos pela EXCENT.

Posteriormente após a apresentação realizada no dia 19/12/2022, no qual diversos layouts foram apresentados, bem como os tipos de recursos de estocagem, movimentação e unitização, o grupo gestor do SAMAE deliberou pela escolha do layout 01 (ver figura 03) e encaminhou algumas decisões adicionais que são determinantes para as etapas 02 e 03. A figura 03, trás a “ata” com as decisões a partir do layout escolhido como base para detalhamento nas referidas etapas, sendo abaixo relacionadas as deliberações:

1. Não será construída Sala de Espera de Motoristas, que estava em todas as propostas de layout da EXCENT Consultoria.
2. Área na entrada a esquerda do galpão (marcada como 2), que servirá de espaço de estocagem adicional para tubos de concreto e de PVC, quando não houver espaço nas áreas de pátio primárias; terá revestimento asfáltico.
3. O galpão 03 da figura 02 será demolido para construção de baias para material a granel. Não será trazida a produção de artefatos de concreto, evitando circulação adicional de funcionários que não estão relacionadas às atividades logísticas.
4. O galpão 04 da figura 02, atualmente bastante danificado e edificado com maneira será demolido.

Em relação às deliberações acima, apenas fazemos uma ressalva em relação à primeira, pois a obra teria um baixo custo e permitiria tanto um conforto aos motoristas, que ali teriam sanitários, água, espaço com mais conforto para aguardar serem chamados para realizar a entrega ou coleta de materiais; quanto evitaria que os motoristas circulassem pelas dependências externas do Centro Logístico do SAMAE, quando não estivesse envolvidos no carregamento ou descarregamento do seu veículo.

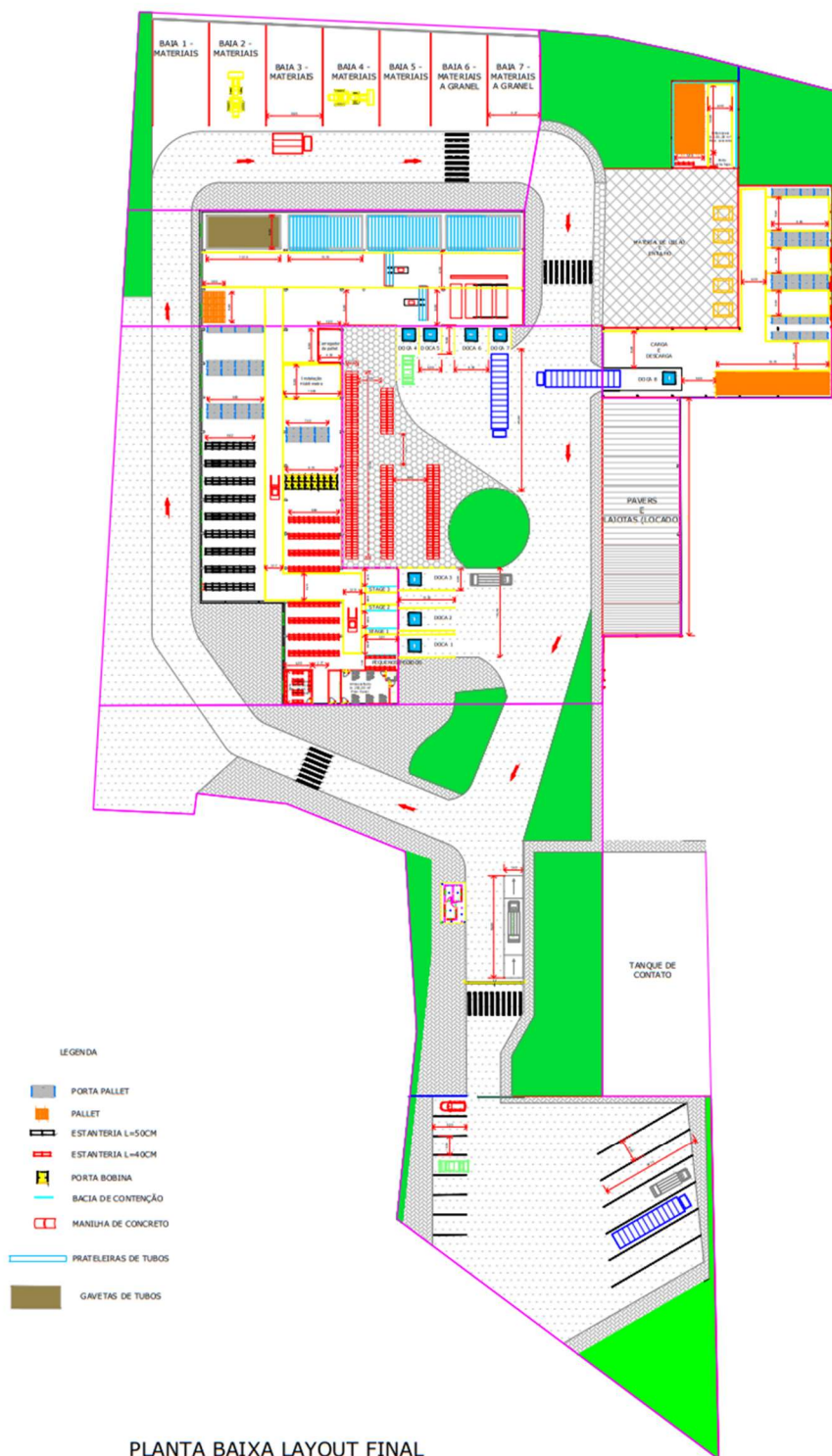


Figura 03 – Visão geral do layout 01

Sobre a deliberação 4, cabe destacar que sobre a precariedade das instalações do galpão 04, todas em madeira em mal estado, com pé direito de aproximadamente 4 metros, com grande presença de pilares, que dificultam a distribuição adequada dos estoques e sua movimentação. Adicionalmente as instalações sofrem com pontos de infiltração de chuva, e risco de incêndio pelo estado da rede elétrica. Como local de operação logística, este espaço não era adequado e era inseguro; fazendo sentido sua demolição para aproveitamento da área para colocação de caçambas de entulhos e itens para leilão até que se tome uma decisão futura de ampliação de área construída.

1.3.1 1.3.1 Princípios de armazenagem

Para o desenvolvimento o projeto do novo Almoxarifado Central temos levado em conta princípios norteadores para o projeto de armazéns modernos e altamente efetivos, tendo por base o Manual de Logística escrito por Reinaldo Moura (1998). A seguir são listados os 25 princípios com uma breve descrição de cada um:

1. **Princípio do Planejamento** - é necessário determinar o melhor método (rotina de trabalho), do ponto de vista econômico, para a movimentação de materiais, considerando-se as condições particulares de cada operação.
2. **Princípio do Sistema Integrado** - as atividades de movimentação e armazenagem de materiais devem ser totalmente integradas, formando um sistema operacional coordenado (recebimento, estocagem, produção, inspeção, embalagem, expedição e transportes). O desenvolvimento de todos os layouts do projeto sempre levou em conta a integração dos subsistemas de armazenagem, evitando desconexões e garantindo que cada tipo de atividade fosse desenvolvida no local e na sequência adequadas.
3. **Princípio do Fluxo de Materiais** - é necessário projetar um fluxo contínuo e progressivo de materiais, sendo esse o mais econômico. O posicionamento das máquinas e instalações deve prever a redução nas movimentações de materiais (isso é particularmente importante no planejamento de novas instalações industriais, onde muitas vezes esse princípio é negligenciado ou não totalmente observado pela Engenharia. A análise dos fluxos é algo que precisa ser feito antes da definição da localização dos novos equipamentos). Apesar das restrições construtivas estabelecidas para este projeto, a distribuição dos corredores e das zonas de operação dentro dos galpões foi elaborada através do estudo dentre vários layouts alternativos, gerando um fluxo mais eficiente.
4. **Princípio da Simplificação** - deve-se sempre procurar reduzir, combinar ou eliminar movimentos e/ou equipamentos desnecessários. Quanto mais simples o processo, melhor.

5. **Princípio da Gravidade** - a força motora mais econômica é a gravidade. Ela deve ser utilizada sempre que possível para a movimentação de materiais. Apesar de não termos esteiras para aplicação deste princípio, pela baixa intensidade da operação; este princípio está sendo observado na localização dos produtos nos níveis de estocagem, aspecto que estará detalhado no relatório da etapa 03.
6. **Princípio da Utilização do Espaço** - o aproveitamento vertical do espaço contribui para o descongestionamento das áreas de armazenagem e para a redução dos custos unitários de estocagem. É também importante destacar que é preciso maximizar a densidade de estocagem, porém com o devido equilíbrio em relação à acessibilidade e seletividade dos itens. Neste projeto estamos propondo a verticalização de forma ampla através de estruturas de estocagem distintas e adaptadas às particularidades dos produtos e da operação.
7. **Princípio do Tamanho da Carga** - a economia em Movimentação de Materiais é diretamente proporcional ao tamanho da carga movimentada. Reduz-se grandemente o manuseio, e consequentemente os custos associados, quando unidades pequenas podem ser agrupadas para formar uma unidade maior. Para aplicação destes princípios neste projeto estamos recomendando o uso de paletes de madeira, contentores metálicos com grades e contentores para tubos.
8. **Princípio da Segurança** - a produtividade aumenta conforme as condições de trabalho se tornam mais seguras. É necessário analisar as condições de segurança e melhorá-las continuamente. Para isso tivemos o cuidado de separar as zonas de operação de empilhadeiras mais pesadas dos locais onde existe maior movimentação de peças pequenas, que demandem maior presença de operadores a pé. Este princípio também foi observado com as identificações de piso, corredores, áreas de carga e descarga e com o cuidado em evitar fluxos cruzados.
9. **Princípio da Ergonomia** - para garantir operações seguras e eficazes, é importante reconhecer e respeitar as limitações e capacidades humanas ao projetar tarefas e equipamentos para movimentação e armazenamento de materiais. Neste relatório fica evidente a observância deste princípio com a escolha da altura e profundidade das estanterias, bem como pelo uso de equipamentos para a movimentação horizontal e vertical de carga, atualmente não disponíveis nos armazéns do SAMAE.
10. **Princípio do Meio Ambiente** - Ao planejar e escolher sistemas alternativos de movimentação de materiais e equipamentos, deve-se levar em consideração o impacto ambiental e o consumo de energia (* reutilizar recipientes, paletes e outros materiais sempre que possível) .
11. **Princípio da Mecanização** - Sempre use equipamento de movimento mecanizado quando for prático. As máquinas são tipicamente mais produtivas, seguras e econômicas do que a força física humana. Identificamos espaço para mecanização da

movimentação das cargas através da incorporação de empilhadeiras e paleteiras na estrutura do almojarifado, conforme será melhor descrito a seguir.

12. **Princípio da Seleção do Equipamento** - na escolha do equipamento para movimentação, devem ser levados em consideração todos os aspectos do material a ser movimentado, bem como os movimentos a serem realizados e os métodos a serem empregados. É fundamental ter cuidado na escolha do equipamento, certificando - se de que todas as fases do problema de movimento foram examinadas e os demais princípios norteadores respeitados.
13. **Princípio da Padronização** - padronizar métodos, bem como os tipos e tamanhos de equipamentos de movimento. Sempre haverá um método melhor para mover uma determinada carga em uma determinada circunstância. Os sistemas mais eficazes são normalmente os mais fáceis de usar. Este princípio também será explorado na etapa 04 do projeto.
14. **Princípio da Flexibilidade** - o valor de um equipamento está diretamente relacionado ao seu grau de adaptabilidade. Maior adaptabilidade significa que o mesmo equipamento pode ser utilizado em uma gama maior de operações ou áreas, mantendo seu status de melhor equipamento em caso de mudanças. A flexibilidade foi um ponto muito importante na seleção tanto das estruturas de estocagem, quanto dos equipamentos de movimentação, permitindo operar com grande variedade de peças do estoque do SAMAE ao longo dos subsistemas de armazenagem.
15. **Princípio do Peso Morto** - quanto mais econômicas forem as condições de operação, menor será o peso real do equipamento móvel em relação à sua capacidade de carga. Equipamentos superdimensionados não são apenas mais caros, mas também normalmente mais lentos. Desta forma, estamos prevendo equipamentos com uma relação muito atrativa entre capacidades de carregamento, custo, tamanho e peso.
16. **Princípio do Tempo Ocioso** - reduza o tempo oportunista ou improvisado, tanto para o equipamento quanto para o trabalho de Movimentação de Materiais. O tempo que os veículos devem permanecer nas zonas de carga e descarga deve ser reduzido ao mínimo necessário para a operação.
17. **Princípio do Trabalho** - a quantidade de trabalho deve sempre ser reduzida sem sacrificar a produtividade ou o nível de suporte necessário para a operação. Os procedimentos devem ser diretos, as sequências operacionais devem ser óbvias e os layouts devem ser consistentes, por isso se faz necessário um estudo integrado de processos e projeto de armazém.
18. **Princípio da Automação** - as operações de movimentação e armazenagem de materiais devem ser automatizadas, quando viável, para aumentar a responsividade, melhorar a consistência e a previsibilidade, diminuir custos operacionais e eliminar mão de obra repetitiva e potencialmente insegura. Devido ao baixo uso de mão-de-

obra, baixa repetibilidade das atividades e diversidade dos produtos a aplicação da automação no SAMAE não é um caminho com viabilidade econômica. Entende-se como muito interessante, por outro lado, o uso de coletores de dados para apoiar atividades dos operadores e aumentar a confiabilidade delas, exigindo para isso, um sistema de gestão de armazéns preparado para uso deste tipo de equipamentos.

19. **Princípio da Movimentação** - o equipamento projetado para movimentação de material deve ser mantido em movimento. Significa que, sendo necessário o transporte e impossível a sua redução ou eliminação, cumpre efetuar-lo sem interrupção, do início ao fim do processo. É preciso reduzir as interrupções (tempos de carga e descarga, inspeções, esperas etc.).
20. **Princípio da Manutenção** - deve-se planejar adequadamente a manutenção preventiva e o reparo programado de todos os equipamentos de movimentação. A prática de manutenção de equipamentos móveis deve ser considerada indispensável. Quanto melhor a manutenção preventiva, menores as interrupções e mais produtivos serão os equipamentos.
21. **Princípio da Obsolescência** – deve-se substituir métodos e equipamentos de movimentação obsoletos quando métodos e equipamentos mais eficientes vierem a melhorar as operações. Todos os equipamentos estão sujeitos a depreciação, bem como surgem novos equipamentos mais eficazes no mercado. Sempre que viável, a troca dos equipamentos deve ser avaliada dentro de um planejamento de renovação.
22. **Princípio do Controle** – o controle num armazém está muito relacionado a aspectos que garantam em primeiro lugar a acurácia dos estoques, que é o fato de que as quantidades registradas de estoque para os itens nos respectivos endereços serão as mesmas nos meios físicos e no sistema. Também se faz necessário estabelecer controles e restrições de acessos de pessoas, entradas e saídas de materiais.
23. **Princípio da Capacidade** – um armazém tem dois tipos iniciais de capacidade que precisam ser monitoradas e potencializadas, as quais são: capacidade estática (quanto é possível estocar de materiais simultaneamente, considerando as instalações) e capacidade dinâmica (quanto é possível receber, movimentar e expedir). Para o desenvolvimento deste projeto, tivemos que considerar os dados existentes e analisar a formar como os almoxarifados atendiam seus clientes internos e fornecedores para dimensionar a capacidade no novo armazém. Também é importante registrar que a capacidade estática do novo almoxarifado ficou restrita pela necessidade de utilizar uma instalação prévia, que tinha um perfil fabril antigo e com limitações importantes (altura, layout, piso, colunas, área construída). Desta forma, o projeto da capacidade estática teve que ser direcionar para o melhor uso do ambiente disponível e não para o projeto de um armazém.

24. Princípio do Desempenho - determine a eficiência do desempenho da Movimentação de Materiais em termos de despesas por unidade movimentada (*grande parte das empresas já utilizam indicadores de desempenho por unidade de medida movimentada - R\$/t, R\$/Kg etc.). O desenvolvimento de um painel de indicadores e de relatórios de desempenho é um princípio básico da gestão e merece atenção do SAMAE, tão logo o novo almocharifado inicie sua operação.
25. Princípio do Custo do Ciclo de Vida – é muito comum que ao projetar um novo armazém ou fábrica, exista um investimento massivo em ativos, mas não se pode esquecer de monitorar seu ciclo de vida e, portanto, sua substituição. Adicionalmente novos equipamentos precisam ser incorporados aos ativos para ampliar as capacidades existentes.

Estes princípios e fundamentos da logística são a base para o sucesso do gerenciamento da Movimentação e Armazenagem de Materiais em uma empresa e devem ser considerados em todas as decisões relacionadas à logística. A seguir serão apresentados os principais recursos empregados na estocagem, com uma breve descrição.

2 RECURSOS LÓGISTICOS DE ARMAZENAGEM

Como parte fundamental do projeto de um armazém tem-se a definição a respeito de duas classes de recursos logísticos, que são as estruturas de estocagem dos materiais e dos equipamentos de movimentação.

As estruturas de estocagem são decisivas para se acomodem os materiais dentro dos galpões com melhor aproveitamento volumétrica, segurança para os operadores, menor risco de avarias, ao mesmo tempo impactam nas movimentações a serem realizadas.

Por outro lado, os equipamentos de movimentação de carga são equipamentos e máquinas, manuais ou automatizados, utilizados para mover cargas intermitentes, em diversos percursos com a distância variada e superfícies e espaços apropriados, em que a principal função é transportar e/ou manejar. A escolha do tipo de equipamento a ser utilizado para a movimentação de carga deve ser baseada no tipo de mercadoria a ser trabalhada e a área disponível para a alocação ideal do maquinário.

A logística é fundamental para a maioria das empresas que operam com bens e costuma impactar significativamente nos custos de operação e no nível de atendimento para clientes internos e externos. Para que ela flua de forma eficiente, é fundamental investir em armazéns com estruturas de estocagem e equipamentos de movimentação de cargas a fim de que se possa aproveitar melhor o espaço físico, ter mais segurança em suas operações e agilizar o transporte e o armazenamento de produtos.

2.1 Critérios de avaliação para estruturas de estocagem

Normalmente um projeto de armazém estabelece uma combinação de estruturas de estocagem distintas, que reúnem características em determinadas medidas para melhor operar a diferentes famílias e classes de materiais. Buscando a compreensão do contexto específico do SAMAE de Jaraguá do Sul, foram feitas visitas e análises para compreender os diversos perfis de produtos, tanto em termos físicos, quanto de consumo.

Para analisar os diferentes tipos de estruturas de estocagem existentes no mercado e comparar suas aplicações e restrições, consideramos na EXCENT os seguintes critérios de avaliação:

- Quantidade por produto – quantidade a ser estocada total e por item que cada configuração de recurso de estocagem comporta. Este critério guarda relação direta com a classificação ABC de estoques, pois os itens tipo A são aqueles poucos itens (15% a 20%) que representam a grande maioria do volume transacionado no armazém; os itens C correspondem a uma grande quantidade de itens (60% a 80%), que ocupam pouco espaço dentro do armazém.
- Volume físico – trata da adaptação das estruturas às características dimensionais das unidades de estocagem, sejam elas, peças, rolos, caixas, dentre outros. Peças pequenas como conexões de PVC de 20 mm ou fitas veda rosca, consumidas na forma de peças precisam de estruturas de volumetria pequena para gerar o melhor aproveitamento cúbico.
- Densidade – se caracteriza pelo percentual de aproveitamento de um espaço (volume) de estocagem, pelos itens, considerando-se todo o volume disponível, e guarda relação inversa com a quantidade e largura de corredores necessários entre as estruturas de estocagem. Pode-se dizer que estruturas de estocagem mais densas possuem menos espaços voltados ao fluxo de produtos e aumentam a capacidade estática do armazém.
- Seletividade - indica a capacidade de acessar determinados itens de uma área de estocagem sem ter a necessidade de remanejamento de cargas, ou seja, é a proporção de itens que estão disponíveis para serem acessados no primeiro movimento. Fica evidente que, quando as empresas investem em novas áreas de armazenagem, o que predomina é a grande quantidade de espaço disponível que pode ser utilizada, assegurando assim 100% de seletividade. Em uma estrutura porta-paletes convencional, por exemplo, que permite o acesso direto a qualquer paleta com o auxílio de uma empilhadeira, o índice de seletividade é 100%.
- Prioridade da retirada dos materiais – os tipos de retirada dos materiais de um armazém definem a prioridade a ser dada no armazém para o uso dos materiais estocados em relação à sua entrada ou em relação a sua validade. Existem

estruturas de estocagem - aliadas a projetos de layout - que favorecem mais ou menos uma das seguintes regras de priorização: FIFO (first-in, first-out) ou PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai); LIFO (last-in, first-out) ou UEPS (último que entra, primeiro que sai); FEFO (first-expired, first-out), ou seja, o primeiro a sair é o primeiro a atingir a data de vencimento. Essas regras de priorização devem ser escolhidas de acordo com as particularidades do tipo de negócio e do material a ser armazenado.

2.2 Tipos de estruturas de estocagem convencionais

Quando se analisam as estruturas de estocagem para compor um armazém costumamos inicialmente avaliar a viabilidade de adotar sistemas automatizados de estocagem e picking, ou AS/RS (Automated Storage & Retrieval System), que podem ser inseridos de forma complementar ou majoritária no armazém.

No caso do projeto do novo Almoxarifado Central (AC) do SAMAE a adoção de sistemas automatizados foi descartada por uma série de incompatibilidades identificadas, os quais expomos abaixo de forma sucinta abaixo:

- baixa frequência de entrada e saída de materiais;
- baixa quantidade de mão-de-obra empregada na operação atual;
- dimensões e peso dos produtos é bastante diversa;
- o pé direito do imóvel é muito baixo, aumentando o número de partes automatizadas necessárias e consequentemente seu custo;
- estrutura de manutenção e operação com formação incompatível com o grau tecnológico;
- peças extremamente pesadas (conexões de FoFo, tubos de concreto);
- produtos de baixo valor agregado.

Os pontos relacionados acima são tipicamente contrários a adoção de estruturas AS/RS, pois tornariam o investimento muito alto e sem o retorno devido, ou mesmo gerariam grande dificuldade no seu uso. Adicionalmente os custos de operação também seriam mais altos do que os atuais sem ganhos em produtividade que pudessem justificar a adoção de um armazém com alto grau de automatização.

Dito isso, a análise de nossa equipe se concentrou na aplicação de estruturas de estocagem convencionais, que trariam os seguintes benefícios: menor investimento por posição de estocagem, maior flexibilidade, alta disponibilidade de fornecedores, facilidade de escalonamento, alta durabilidade, baixo custo de manutenção. A seguir serão apresentados os principais tipos de estruturas de estocagem disponíveis no mercado, permitindo com isso melhor compreensão do cliente, quanto as escolhas que fizemos para o Almoxarifado Central.

2.2.1 Estante Simples

As estantes simples são uma das estruturas de estocagem mais comuns em armazéns, e são utilizadas para armazenar produtos de diversos tamanhos e formatos. As estantes simples geralmente são compostas por colunas verticais, vigas horizontais e prateleiras, que podem ser ajustadas em diferentes alturas.



Figura 04 – Estante simples

Entre as características das estantes simples, destacam-se:

- **Versatilidade:** as estantes simples podem ser utilizadas para armazenar produtos de diversos tamanhos e formatos, desde pequenas peças até itens maiores e mais volumosos. Isso permite que as empresas adaptem sua estrutura de estocagem às suas necessidades específicas.
- **Facilidade de montagem:** as estantes simples são relativamente fáceis de montar e desmontar, o que permite que as empresas alterem sua estrutura de armazenagem conforme necessário.
- **Flexibilidade:** as prateleiras das estantes simples podem ser ajustadas em diferentes alturas, o que permite que as empresas adaptem a estrutura de armazenagem às dimensões de seus produtos.
- **Acessibilidade:** as estantes simples permitem que os produtos sejam facilmente acessados, o que é importante para empresas que precisam movimentar seus estoques com frequência.

- Baixo custo: as estantes simples são relativamente baratas em comparação a outras estruturas de armazenagem, o que as torna uma opção viável para empresas com orçamentos limitados.

No entanto, é importante ressaltar que as estantes simples têm limitações em termos de capacidade de carga e de dimensões, sendo comum alturas de 1,8m e profundidades com 0,30m a 0,60m em módulos de 0,90m a 1,20m de largura.

2.2.2 Porta Pallets Convencional

É a estrutura mais utilizada. Empregada quando é necessária seletividade nas operações de carregamento, isto é, quando as cargas dos paletes forem muito variadas, permitindo a escolha da carga em qualquer posição da estrutura sem nenhum obstáculo — movimentação dentro dos armazéns. Apesar de necessitar de muita área para corredores, compensa por sua seletividade e rapidez na operação. O percentual de perda dos corredores diminui quando se utilizam grandes alturas. Composta por colunas que, unidas duas a duas ou três a três, através de perfis de travamento horizontal e diagonal, formam os pórticos também chamados de laterais e por vigas, também chamadas de longarinas. Podendo atingir até 30 m de altura, são normalmente usadas na faixa de 3 a 12 m. Exigem sempre corredores para a passagem de empilhadeiras. Esses corredores, dependendo do tipo do equipamento de transporte (transelevador, empilhadeira elétrica, empilhadeira de combustão interna, empilhadeira trilateral, etc.) podem variar, aproximadamente, de 1 a 4 m. Devemos considerar que a largura do corredor é sempre considerada como medida livre, ou seja, medida entre paletes, e não entre as colunas das estruturas porta-paletes.



Figura 05 – Porta-pallet

Possui custo mais baixo em relação às outras estruturas de armazenagem. Tem versatilidade para estocar produtos variados (diversos tipos e tamanhos). Com variada gama de acessórios, pode ser utilizada, também, para armazenagem de itens variados (não paletizados), como tambores, sacarias, caixas, caçambas, contêineres, chapas planas, bobinas etc. É de fácil montagem e possibilita o aproveitamento total do pé-direito, com 100% de seletividade.

2.2.3 *Drive-through*

Possui alta densidade de armazenagem de cargas iguais e propicia grande aproveitamento volumétrico para os armazéns. Este sistema deve ser utilizado preferencialmente quando o sistema de inventário obrigue a adoção do tipo FIFO (first in, first out – primeiro a entrar, primeiro a sair). Semelhante à estrutura tipo Drive-in, tem acesso também por trás, possibilitando corredores de armazenagem mais longos. Nos dois sistemas de Drive, quando os corredores de armazenagem são muito longos, a velocidade de movimentação diminui bastante, pois além de aumentar o espaço a ser percorrido pela empilhadeira, obriga o operador a voltar de ré (este último transtorno pode ser minimizado com a colocação de trilhos de guia junto ao solo).



Figura 06 – Drive-through

2.2.4 *Drive-in*

A principal característica do sistema drive-in é o aproveitamento do espaço, em função de existir somente corredor frontal, com a eliminação dos corredores. Como o drive-through, é um

porta-paletes utilizado basicamente quando a carga não é variada e pode ser paletizada, além de não haver a necessidade de alta seletividade ou velocidade. É uma estrutura bastante instável e, por este motivo, deve se ter muito cuidado no seu dimensionamento. O risco de acidentes é ainda mais elevado em função de sua operação, que deve ser lenta e cuidadosa. Por esses motivos, sua forma construtiva foi alterada. Hoje se aplica o perfil laminado, que apresenta uma maior resistência à absorção de impactos, e com isso a estrutura fica mais segura. A alta densidade de armazenagem que o sistema oferece pode ser considerada o melhor aproveitamento volumétrico de um armazém. Como resultado, obtêm-se a estrutura com o menor custo por metro quadrado, levando em consideração a eliminação da necessidade de expansões em armazéns já existentes. Deve ser utilizado preferencialmente quando o sistema de inventário for do tipo LIFO (last in, first out – último a entrar, primeiro a sair). Sua utilização torna-se necessária quando é preciso alta densidade de estocagem. Composta por pórticos e braços que sustentam trilhos destinados a suportar os paletes, exige paletes uniformes e mais resistentes. Uniformes porque a distância entre os trilhos é fixa e resistentes porque serão apoiados apenas pelas bordas. Esse tipo de estrutura não deve ultrapassar os 12 m.



Figura 07 – Drive-in

Como vantagens, válidas também para as estruturas drive-trough, podem ser incluídas: são mais seletivas, pois permitem o acesso de qualquer nível, sem a necessidade de descarregarem os de cima ou os do lado; tornam as operações mais ágeis, uma vez que a empilhadeira entra dentro das estruturas; menor risco de abalroamento da empilhadeira contra as estruturas; inventários mais fáceis, uma vez que todos os paletes ficam dispostos no corredor. A grande vantagem desse tipo de estrutura é a economia de espaço, perdendo, no entanto, no preço e na velocidade de movimentação. Para reduzir um pouco a perda de velocidade aconselha-se armazenar sempre o mesmo tipo de produto em cada corredor, pois é impossível movimentar os paletes de trás sem tirar os da frente.

Possui alta densidade de armazenagem de cargas iguais e propicia grande aproveitamento volumétrico para os armazéns. Este sistema deve ser utilizado preferencialmente quando o sistema de inventário obrigue a adoção do tipo FIFO (first in, first out – primeiro a entrar, primeiro a sair). Semelhante à estrutura tipo Drive-in, tem acesso também por trás, possibilitando corredores de armazenagem mais longos. Nos dois sistemas de Drive, quando os corredores de armazenagem são muito longos, a velocidade de movimentação diminui bastante, pois além de aumentar o espaço a ser percorrido pela empilhadeira, obriga o operador a voltar de ré (este último transtorno pode ser minimizado com a colocação de trilhos de guia junto ao solo).

2.2.5 *Cantilever*

Permite boa seletividade e velocidade de armazenagem. Sistema perfeito para armazenagem de peças de grande comprimento. É destinada às cargas armazenadas, pela lateral, preferencialmente por empilhadeiras, como: madeiras, barras, tubos, trefilados, pranchas, etc. De preço elevado é composta por colunas centrais e braços em balanço para suporte das cargas, formando um tipo de árvore metálica. Em alguns casos, pode ser substituída por estrutura com cantoneiras perfuradas, montadas no sentido vertical e horizontal, formando quadros de casulos e possibilitando armazenar os mais variados tipos de perfis pela parte frontal. Esse outro tipo de estrutura é extremamente mais barato, porém exige carregamento e descarregamento manual, tornando a movimentação mais morosa que a da estrutura tipo Cantilever, onde se movimenta vários perfis ou tubos de uma só vez.

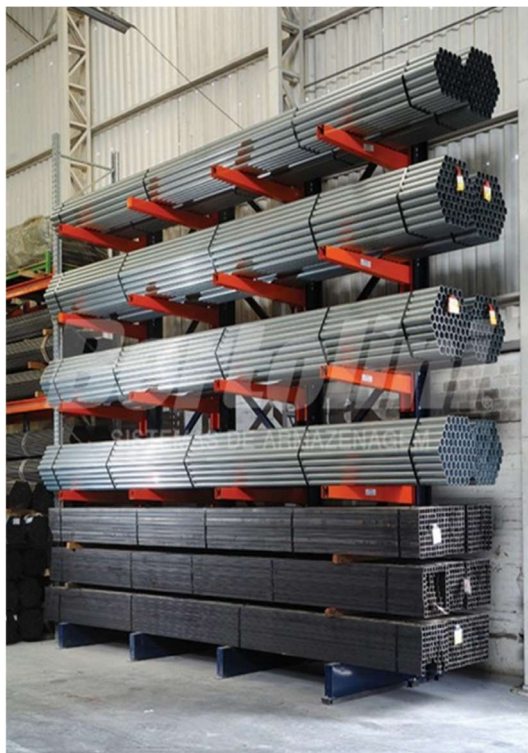


Figura 08 – Cantilever

2.2.6 *Push-back*

Sistema utilizado para armazenagem de paletes semelhante ao drive-in, porém, com inúmeras vantagens, principalmente relacionadas à operação, permitindo uma seletividade maior em função de permitir o acesso a qualquer nível de armazenagem. Neste sistema, a empilhadeira “empurra” cada paleta sobre um trilho com vários níveis, permitindo a armazenagem de até quatro paletes na profundidade. Também conhecida por Glide In (Gravity feed, Push Back) alimentado por gravidade, empurra e volta), é insuperável em produtividade de movimentação, densidade de armazenagem e economia total de armazenagem de cargas diferentes. Esta é uma opção para o aumento da densidade de armazenagem sem a necessidade de investimentos em equipamentos de movimentação, pois os paletes ficam sempre posicionados nos corredores com fácil acesso, isto é, qualquer nível é completamente acessado sem a necessidade de descarregar o nível inferior. A utilização dos perfis de aço laminados estruturais é absolutamente necessária para garantir o perfeito funcionamento de trilhos, carros e rodízios dos sistemas.

Com o aumento da ocupação volumétrica da fábrica (relação entre o volume total do armazém e o volume da carga estocada), podem-se listar como benefícios a obtenção de maior produtividade operacional (itens movimentados por homem-hora), maior agilidade no fluxo de

materiais, maior organização dos estoques, maior produtividade nas operações de inventário e a utilização do LIFO (Last in, First out) nas operações de transferências entre Centro de Distribuição e lojas ou depósitos.



Figura 09 – Push-back

2.2.7 Flow rack

Sistema indicado para pequenos volumes e grande rotatividade, onde se faz necessário o picking, facilitando a separação de materiais e permitindo naturalmente o princípio FIFO. Neste sistema, o produto é colocado num plano inclinado com trilhos que possuem pequenos rodízios deslizando, assim, por gravidade, até a outra extremidade, onde existe um “stop” para sua contenção do mesmo. É usada com movimentações manuais e mantém, sempre, uma caixa à disposição do usuário, facilitando, assim, o picking, ou seja, a montagem de um pedido, como se fosse um supermercado. Como elas precisam ser de pouca altura, pois são usadas manualmente, é bastante comum montá-las na parte inferior de uma estrutura porta-paletes convencional, no intuito de usar a parte superior para estocagem do mesmo produto, em paletes, simulando, assim, um atacado na parte superior e um varejo na parte inferior.



Figura 10 – Flow rack

2.2.8 Rack dinâmico

A principal característica é a rotação automática de estoques, permitindo a utilização do sistema FIFO pois, pela sua configuração, o palete é colocado em uma das extremidades do túnel e desliza até a outra por uma pista de roletes com redutores de velocidade, para manter o palete em uma velocidade constante. Permite grande concentração de carga, pois necessita de somente dois corredores, um para abastecimento e outro para retirada do palete. É empregada, principalmente, para estocagem de produtos alimentícios, com controle de validade, e cargas paletizadas.



Figura 10 – Rack dinâmico

Neste sistema, o palete é colocado pela empilhadeira num trilho inclinado com roletes e desliza até a outra extremidade, onde existe um “stop” para contenção do mesmo. Sem dúvida, é uma das mais caras, mas muito utilizada na indústria de alimentos, para atender aos prazos de validade dos produtos perecíveis.

2.2.9 Estrutura porta tubos

São estruturas metálicas com formato nichos no qual os tubos de PVC, perfis metálicos leves e chapas são abastecidos pela frente e tem sua dimensão mais longa perpendicular ao corredor. Não são estruturas padronizadas, pois seu emprego é mais específico e demanda dimensionamento de carga e são aplicados quanto o layout não permite o uso de Cantilevers, pilhas ou fogueiras de materiais.



Figura 11 – Racks para tubos

Normalmente são estruturas que privilegiam a diversidade de itens estocados e não a quantidade, sendo empregadas em operações de média-baixa intensidade. Por questões ergonômicas e de segurança também devem ter alturas que não superem os 3,00 m, sendo o mais comum o uso de alturas de 2,00 m para movimentações manuais.

No caso de tubos de PVC deve-se fazer a movimentação com tubos de infraestrutura sempre com suporte de prolongadores de garfos de empilhadeira, enquanto para tubos prediais é possível fazer movimentação unitária de forma exclusivamente manual.

2.2.10 Estrutura porta-bobinas

As estruturas porta-bobinas são empregadas para estocagem de bobinas de cabos elétricos de e comunicação, tubos corrugados, rolos de tecidos, mangueiras e similares. São estruturas

similares às dos porta-paletes, mas com menor distância entre as colunas e suportes para eixos nos quais são centralizados e encaixados as bobinas e rolos.

Normalmente são empregadas em casos em situações em que há o fracionamento do material e não para estocagem de bobinas fechadas.

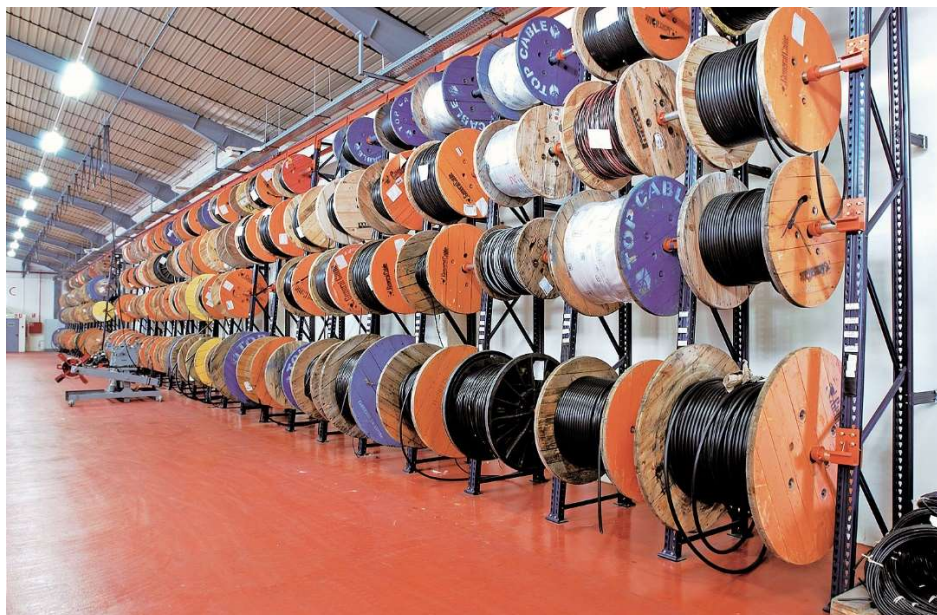


Figura 12 – Porta-bobinas

2.2.11 Blocação

A armazenagem blocada é um tipo de armazenamento que consiste em empilhar unidades de carga (paletes, caixas ou produtos) uma em cima da outra no solo do armazém sem utilizar as estantes. A mercadoria pode estar paletizada ou não, dependendo do tipo de produto manuseado. O único fator condicionante é que deve ser suficientemente resistente para aguentar o peso dos restantes produtos. Caso contrário, se o produto for frágil, poderia quebrar a estrutura.

A armazenagem blocada se caracteriza por proporcionar os seguintes benefícios logísticos:

- Redução de custos - provavelmente seja o principal benefício. A armazenagem blocada é o método de armazenamento mais econômico de todos, uma vez que não exige utilizar estantes.
- Maximização do espaço - se otimiza tanto a superfície ao suprimir corredores desnecessários quanto o volume, uma vez que as cargas estão empilhadas (relativamente a ter um apenas paleta no solo).

- Gerenciamento das referências - para que a armazenagem blocada seja eficiente, é indispensável formar grupos compactos de uma mesma referência. Dessa forma, se favorece o controle do estoque e a localização de cada produto.

Por outro lado, a armazenagem blocada apresenta alguns inconvenientes significativos que devemos ter em consideração, tais como:

- Limitação da altura - está sujeito ao tipo de carga armazenada. Ou seja, se uma grande quantidade de produto for empilhada, a estrutura pode tornar-se instável e colapsar. Apenas as estantes garantem que as cargas podem ser armazenadas em grandes alturas.
- Dano à mercadoria - se o peso da carga empilhada for excessivo a mercadoria que está localizada nos níveis inferiores pode danificar-se.
- Risco de acidentes - as estantes evitam desprendimentos, minimizam os impactos causados pelos equipamentos de movimentação e oferecem uma total estabilidade da carga em suas localizações. Pelo contrário, a armazenagem blocada não oferece esses benefícios, o que a converte em um sistema mais propenso a riscos e acidentes.

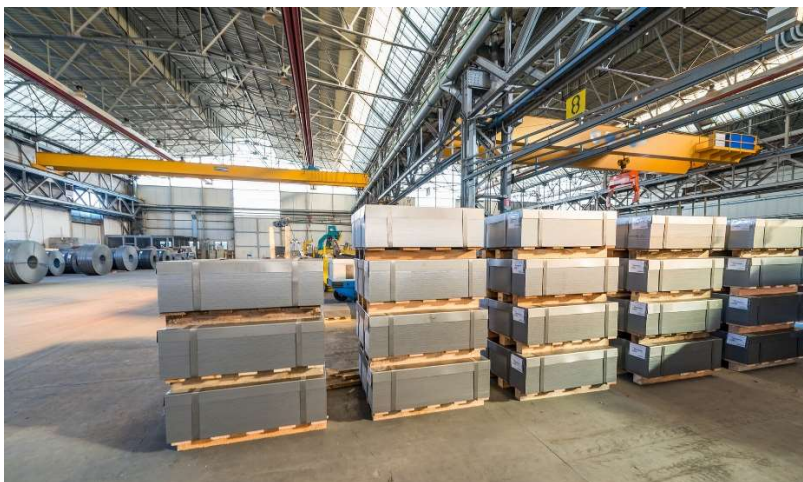


Figura 13 – Blocagem de chapas de aço

2.3 Critérios para seleção de equipamentos de movimentação

No projeto de um armazém, normalmente a definição dos equipamentos de movimentação deve ocorrer após a concepção do mix de estruturas de estocagem para que exista adequação entre estas duas classes de recursos da logística de armazenagem. No entanto, a decisão sobre os tipos de equipamentos de movimentação deve também contemplar um conjunto de outras variáveis para que se estabeleça uma relação maximizada de desempenho e custo total do

investimento. Sem querer apresentar uma análise exaustiva, listamos abaixo as principais variáveis que utilizamos para decisão neste projeto:

- custo de aquisição e de manutenção;
- nível de treinamento e especialização necessários aos operadores;
- infraestrutura de carregamento e manutenção básica;
- velocidade, peso, elevação requeridos pelo projeto do armazém;
- quantidade movimentada e frequência das movimentações;
- dimensões do ambiente operacional e distâncias percorridas;
- segurança e confiabilidade do equipamento;
- quantidade de MO direta;
- diversidade da carga movimentada.

2.4 Tipos de equipamentos de movimentação

Conforme fizemos em relação às estruturas de estocagem, apresentamos os principais tipos de equipamentos de movimentação e entendemos que sua escolha deve ocorrer na fase de planejamento do Armazém, segundo uma visão integrada e sob as diretrizes estabelecidas para a operação. Em geral, dividimos em 3 as categorias de equipamentos de movimentação de carga no mercado de logística:

- Veículos industriais - entre os principais equipamentos de movimentação de carga, vale destacar os chamados veículos industriais, que, por sua vez, podem ou não ter motor, sendo úteis tanto para o processo de produção quanto para o de armazenagem. Sua característica mais marcante é a flexibilidade de percurso e de carga e descarga. Além disso, eles permitem que toda a operação seja feita dentro de um espaço delimitado livremente pelo condutor.
- Equipamentos de elevação e transferência - os equipamentos de elevação e transferência de carga servem pra mover itens diversos de um ponto a outro, dentro de uma área fixa. Não contam com grande mobilidade, sendo essa uma diferença em relação aos veículos industriais. Entretanto, como eles podem ser feitos sob medida, costumam ser soluções mais específicas para as demandas operacionais das empresas.
- transportadores contínuos - O terceiro grupo é o dos transportadores contínuos, mecanismos mais indicados para o trabalho com granéis e volumes em trajetos horizontais, ou ainda verticais ou inclinados. De uma forma geral, eles são formados por um leito, em que é inserido o material que depois será deslizado em um

sistema de correias ou correntes infinito, que deve ser acionado por tambores ou por polias. Geralmente, são utilizados por empresas que trabalham com um maior fluxo de material, que precisa ser transportado em percursos fixos.

Para exemplificar melhor cada tipo de equipamento de movimentação de carga logística, trouxemos alguns modelos mais comuns utilizados pelas empresas com destaque para suas principais características físicas e operacionais.

2.4.1 *Paleteira*

Equipamento utilizado para o transporte de pallets ao nível de piso, em pequenas distâncias e superfícies uniformes. Por ser voltada à movimentação horizontal, libera as empilhadeiras para as tarefas de elevação e maiores cargas.

Destaca-se pela versatilidade, facilidade de uso, baixo custo de aquisição e manutenção, sendo imprescindíveis na maioria das operações logísticas e industriais. Existem modelos com capacidade de carga que variam de 1.000 Kg a 3.000 Kg, com rodízios dianteiros simples ou duplo, no caso de cargas mais pesadas.



Figura 14 – Paleta manual

2.4.2 *Transpaleta elétrica*

Considerado mais moderno e dinâmico que a paleta manual, este equipamento de movimentação de carga de tração e elevação é acionado de maneira elétrica. Dessa forma, servem para movimentar cargas a médias distâncias, sendo úteis para indústrias, docas e armazéns.

Podem ser manuseados com o operador de pé ou andando. Geralmente, são inseridos no contexto de cargas que percorrem médias distâncias horizontais, podendo apresentar baixos custos, também, com a manutenção.



Figura 15 – Transpaleteira elétrica

2.4.3 Empilhadeira elétrica patolada

Este equipamento para movimentação de carga tem como diferencial o baixo custo, tanto na operação, quanto na manutenção. Utiliza patolas para estabilização, havendo modelos onde o operador pode atuar de pé, andando ou a bordo, sendo essa uma grande vantagem.

Os movimentos de tração e elevação são acionados de maneira eletrônica, porém podem apresentar restrições na estocagem ao nível do piso, exigindo, em alguns casos, alterações nas estruturas de estocagem.

Sua operação é lenta. Corredor mínimo de 2,5 m. A altura de elevação chega até 5 m, alcançando até 4 níveis de estocagem. Operam com cargas de até 1.800 kg.



Figura 16 – Empilhadeira patolada

2.4.4 Empilhadeira contrabalançada

Constitui-se num tipo de empilhadeira bastante robusto, com rodas de borracha e versátil. Nesse tipo de empilhadeira, o operador atua sentado e tem como aspecto característico um peso na parte de trás, que serve para equilibrar as solicitações da carga.

Ideais para locais com maior espaço e ambientes externos, que precisam de soluções para percorrer maiores distâncias, essas empilhadeiras podem funcionar com motor elétrico ou a combustão.

Suas maiores desvantagens são o grande raio de giro que exigem corredores maiores que 3,5 m, ao mesmo tempo em que a elevação de dos garfos é de 4,0 m e em alguns modelos de 7,0 m.



Figura 17 – Empilhadeira patolada

2.4.5 Empilhadeira retrátil

São empilhadeiras de patola nas quais o mastro se desloca com a carga. No geral, ela é a ideal para situações que exigem maior versatilidade e pisos de alta qualidade. A empilhadeira retrátil é composta por uma torre, sendo que o operador se posiciona sentado lateralmente (mais comum) ou em pé sobre a empilhadeira.

Este tipo de equipamento é destinado a operação em corredores de 2,8 m a 3,0m, com piso de alta qualidade, altura de elevação de garfo até 10,0 m, com cargas até 2.500 kg.



Figura 18 – Empilhadeira retrátil

2.4.6 Empilhadeira lateral

É um equipamento elétrico de maior porte que a empilhadeira retrátil, custa em torno de US\$ 75 mil, com garfos voltados para um lado e elevação de garfo entre 10,0 m e 14,0 m. A aplicação deste tipo de equipamento é voltada a operação em armazém com corredores mais estreitos que as configurações mais comuns de armazéns convencionais, dado que não realizam giro para apanhar os materiais.

Além do preço mais elevado, da restrição de operar apenas *indoor* com pisos nivelados de qualidade, precisam sempre entrar no corredor com todas as atividades de apanha ou colocação de materiais para o mesmo lado.



Figura 19 – Empilhadeira lateral

2.4.7 Empilhadeira trilateral ou quadrilateral

É um tipo de empilhadeira elétrica de patola na qual o quadro além do movimento de elevação, pode ser deslocado no sentido horizontal, seja para girar ou colocar/retirar cargas da estrutura de estocagem.

Não requer que o veículo faça uma volta dentro do corredor para estocar ou retirar um pallet. A carga é levantada por garfos que giram no mastro, ou um mastro que gira no veículo, ou um mecanismo de garfo.



Figura 20 – Empilhadeira trilateral

São equipamentos mais caros e de manutenção mais elevada, custando a partir de U\$ 100 mil, operam corredores de 1,50 m a 1,80 m de largura e acessam cargas a até 14 m de altura.

2.4.8 Seleccionadora de pedidos

Empilhadeiras Seleccionadora de Pedidos são equipadas com uma plataforma de carga que se move na vertical com o operador, que, portanto, realiza trabalho em altura. São utilizadas em armazéns, tanto para o posicionamento de cargas unitizadas, contagem de produtos, e apanha de itens individuais pelo operador, sendo esta sua função principal.



Figura 21 – Seleccionadora de pedidos

Tem com grande vantagem a capacidade de operar em corredores de 1,50 m a 2,15 m de largura, acessando cargas de a 18 m altura, o que permite o projeto de operações de alta densidade, com perfil de elevadíssimo mix de produtos e apanhas de poucas unidades com volumetria pequena. Por outro lado, por serem equipamentos mais específicos, custam por volta de US\$ 125.000.

2.4.9 *Rebocador industrial*

Tipo de equipamento com grande variedade de formatos e de tamanhos, e que quando carregados, parecem locomotivas puxando vagonetes. De acordo com o modelo podem operar interna ou externamente, garantindo um fluxo consistente de movimentação horizontal de grandes quantidades de material e baixo custo.

Por ser extremamente flexível, o rebocador é um tipo de equipamento de movimentação horizontal de carga em indústrias, sobretudo no abastecimento de linhas de montagem, substituindo as empilhadeiras com menor custo de investimento.



Figura 21 – Rebocador

2.4.10 *Guindastes*

Para cargas mais pesadas, é importante contar com os equipamentos de movimentação de carga capazes de suportar um grande impacto de maneira recorrente. E, comprovadamente, o guindaste é um dos melhores exemplos disso.

Na prática, como ele serve para a elevação e movimentação de materiais mais pesados, é bastante comum em indústrias e na construção civil, sendo os tipos mais recorrentes a grua e a multiangular.

2.4.11 *Transelevadores*

Estes equipamentos servem para a movimentação de carga vertical. Por serem automatizados, eles são muito comuns no armazenamento automático de pallets. No geral, podemos dizer que o seu grande diferencial está na automatização dos deslocamentos e na sua grande capacidade de carga.

Este tipo de equipamento de movimentação de carga proporciona economia de tempo, custo e trabalho para os operadores, porém só faz sentido em conjunto com sistemas AS/RS com longos corredores e armazém com alturas úteis superiores a 15,0 m com grande diversidade de produtos e intensidade de fluxo.

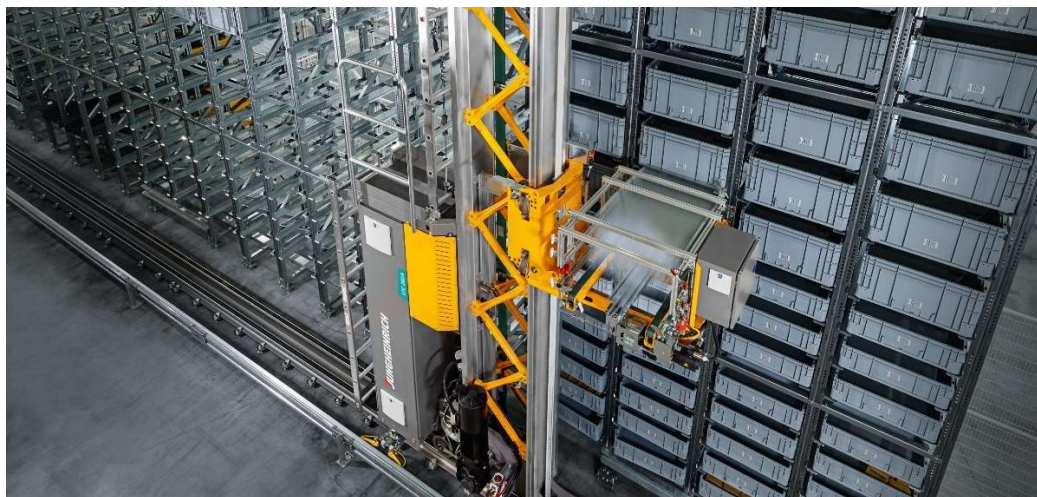


Figura 23 – Transelevador

2.4.12 6. *Ponte rolante*

Para materiais com maior peso e que precisam ser manuseados dentro de uma área fixa, as pontes rolantes são equipamentos de movimentação de carga ideais para diferentes operações.

Por exemplo, eles servem para elevação e transferência de carga, sendo muito úteis no transporte de produtos mais volumosos ou pesados, tais como conexões de FoFo, bobinas de aço, vergalhões, big bags de matérias-primas, dentre outros.

Essas pontes podem ser dos seguintes tipos:

- Rolante apoiada;
- suspensa;
- uni-viga;
- dupla-viga.

A escolha ideal depende do local onde o transporte será feito. Além disso, vale a pena observar qual o material em questão está sendo operado e qual a velocidade desejada para aquele tipo de deslocamento.

2.4.13 7. Esteiras transportadoras

Espaços maiores exigem ganho de tempo na identificação de onde estão as mercadorias e seu transporte. É por isso que as esteiras transportadoras são equipamentos de movimentação de carga extremamente práticos e eficientes dentro de um estoque, pois permitem maior agilidade, segurança e rapidez nesse processo.

Na prática, isso ocorre porque elas eliminam a exigência de ter uma pessoa presente no transporte ou no carregamento das mercadorias, o que diminui os riscos aos materiais e aos funcionários. Sua aplicação é muito presente nos processos produtivos, especialmente de montagem, envase e no transporte de materiais a granel sólidos. Na logística de armazenagem é possível encontrar esteiras elétricas ou manuais nas atividades de carga e descarga de caminhões, ou para execução do *picking* e *sorting* de volumes.

2.4.14 Monovias

Outro exemplo prático entre os equipamentos de movimentação de carga contínuos são os chamados monovias. Eles também são indicados para grandes empresas e geram deslocamentos internos mais rápidos, seguros e práticos.

Funcionam de maneira otimizada, da seguinte forma: uma via suspensa liga pontos previamente determinados, o que viabiliza o deslocamento de materiais mais pesados e com a devida segurança e agilidade, que não seriam possíveis de serem movimentados por humanos.

Além disso, essa espécie de esteira suspensa pode ser reta ou curva, podendo movimentar materiais mesmo em armazéns com menor espaço ou com maior tráfego de pessoas.

3 RECURSOS LOGÍSTICOS A SEREM EMPREGADOS NO ALMOXARIFADO CENTRAL

Anteriormente procuramos apresentar os recursos utilizados para estocagem e para movimentação de materiais em operações de armazenagem, apresentando os principais tipos de cada um destes recursos com suas características; cumpre agora identificar quais são os recursos que nossa equipe entende serem os mais aderentes às características e necessidades do SAMAE Jaraguá do Sul.

Nossa metodologia de projeto, estabelece que os recursos de estocagem são definidos antes dos recursos de movimentação com base nos critérios já expostos neste documento. Sendo assim, descrevemos a seguir nesta ordem os tipos de recursos selecionados, com suas justificativas, lembrando que o emprego dos mesmos está associado ao zoneamento do layout 01, escolhido pelo Comitê do Projeto do SAMAE.

3.1 Recursos de estocagem recomendados

A concepção de todos os layouts pré-selecionados pela EXCENT para apresentação na Etapa 01 deste Projeto partiu do conceito de zoneamento das áreas cobertas e de pátio, onde cada setor congregava características mais homogêneas de perfil de produto, perfil de demanda, estrutura do ambiente construtivo, tipo de piso. Como decorrência disso, cada setor teve um conjunto de recursos de estocagem e movimentação combinado para otimizar produtividade, segurança, ocupação volumétrica e valor investido.

Em termos de recursos de estocagem, nossas análises nos permitiram identificar que um ou mais critérios de seleção estariam servindo para excluir opções de estocagem convencional. Vamos sintetizar abaixo as conclusões que serviram para chegar aos recursos selecionados, que na sequência serão apresentados:

1. Os galpões adquiridos pelo SAMAE e que serão utilizados como base e restrição para este Projeto possuem baixa altura útil e não aderentes ao perfil da armazenagem moderna. Desta forma todas as estruturas de estocagem que buscam aumentar altura e reduzir corredores não são aderentes.
2. O piso interno dos setores 02 e 03 será substituído já nesta fase inicial, permitindo uso de estruturas de estocagem que precisam ser chumbadas ao chão.
3. Os levantamentos de perfil de pedidos para itens atualmente armazenados dentro almojarifado do SAMAE no mesmo endereço do novo Almojarifado Central indicaram que majoritariamente as ordens de separação são de poucos linhas (menos que 10) e que os volumes físicos separado é caberia sobre 2 pallets. Desta forma, estruturas tipo rack dinâmico, *push-back* e *drive-in* e *drive-trough* que são desenvolvidos para que vários pallets do mesmo produto sejam separados num mesmo momento, não se aplicam.
4. Os artefatos de concreto são produtos, de alto peso, baixo valor agregado, que normalmente são consumidos em quantidades maiores, além de serem itens que suportam a exposição ao sol e chuva. Desta forma, estes itens serão estocados em pátio de céu aberto, o que elimina todas as opções de estocagem exceto a blocagem.
5. Os tubos de PVC são produtos de 6,0m, pesados e de difícil manuseio. São itens incompatíveis com outros materiais e precisam de estocagem específica e por recomendação dos fabricantes não devem ficar expostos ao sol durante períodos superiores a algumas semanas. Sendo assim, a estocagem é interna e precisa ter estrutura apropriada a geometria destes materiais.
6. O projeto do Almojarifado Central possui restrições de investimento que nos fazem direcionar para o uso de recursos de menor custo por posição.
7. Existe uma nível de incerteza grande quanto à evolução das quantidades a serem estocadas e seu tempo médio de estocagem para os próximos anos, impedindo uma projeção confiável da necessidade de espaço para cada família de produtos. Desta forma, entendemos que o uso de recursos mais flexíveis, de fácil disponibilidade no

mercado são preferíveis. Sendo assim, concepções que demandariam equipamentos de movimentação mais especializados devem ser evitadas.

Feitas as considerações acima, os recursos recomendados e suas quantidades para os anos de 2023 e 2024 são relacionados a seguir, destacando que a disposição dos mesmos deve ter como base os arquivos com projetos de layout entregues.

3.1.1 *Estante simples*

As estantes simples, também conhecidas como estanterias ou estante porta-pallet leve, já são atualmente empregados no almojarifado, o que reduz o investimento inicial ao permitir o aproveitamento dos ativos existentes com uma renovação, que pode ocorrer nos próximos anos, gerando menor pressão sobre caixa da Companhia.

No mercado é possível encontrar uma grande oferta de produtos de diferentes fornecedores, o que atende também um de nossos critérios.

O emprego das estantes ocorrerá principalmente no setor 02 e recomenda-se a adoção de dois modelos com profundidades das prateleiras diferentes e com níveis distintos de espessura nas chapas das prateleiras, permitindo com isso acomodar produtos de menor dimensão e peso em estantes com profundidade de 40 cm e produtos um pouco maiores em estantes com 60 cm.

3.1.2 *Estrutura porta-pallet*

Conforme já foi dito anteriormente, as estruturas porta-pallets são aplicação extremamente flexível permitindo atender uma ampla gama de produtos com alta seletividade. Além disso, são estruturas com ampla disponibilidade de fornecimento e facilidade de manutenção e configuração das alturas.

Para atender a diversidade de produtos do SAMAE e permitir um aumento dos estoques nos próximos anos, recomenda-se o emprego destas estruturas, utilizando as posições no nível do solo (01) para picking e as posições 02, 03 e 04 para estoque.

Estas estruturas, inclusive, devem servir como substitutas progressivas das estantes simples, se houver maior demanda por espaço de estocagem, podendo o nível 01 se subdividido em 2 ou 3 prateleiras. O emprego destas estruturas, no layout 01, está nos setores 02 e 06.

Na figura 24 trazemos as dimensões que dos módulos a serem adquiridos, permitindo com isso o uso dos pallets padrão PBR de 1,20m por 1,00m. Quanto a altura, recomenda-se comprar colunas que permitam o aproveitamento máximo de cada galpão, lembrando que o espaço entre longarinas precisará ser estabelecido pela equipe do Almojarifado, mas padronizado para futuro emprego de WMS (Warehouse Management System).

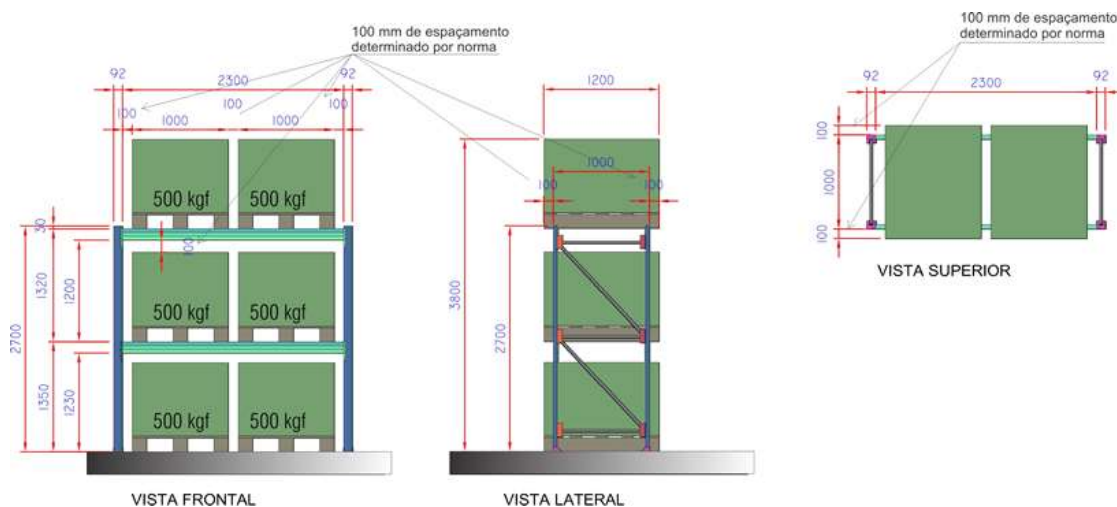


Figura 24 – Porta-paleta e suas dimensões

3.1.3 Blocação

A blocação será empregada com opção para itens maiores e mais pesados, com destaque para artefatos de concreto (pavers, tubos de concreto, tampas de bueiro) no setor 05, sendo que neste caso será possível o empilhamento, inclusive com pallets para os pavers e tampas de bueiro.

Adicionalmente a blocação com sua variação na forma de pilhas e fogueiras poderá ser empregada para os tubos de PVC de infraestrutura, como solução alternativa para momentos de estoques excedentes. As conexões de FoFo também poderão ser bloqueadas no setor 06, mas não empilhadas, apesar de que prioritariamente deverão ser estocadas em porta-pallets.

Por ser uma solução de estocagem que não demanda investimentos, pode ser empregada amplamente para itens com grandes quantidades de estoque por código, que não precisam de controle FIFO ou FEFO e obviamente, quando houver espaço horizontal disponível.

3.1.4 Estrutura porta-tubos

Os tubos de PVC são um desafio a parte neste projeto, pois precisam ficar protegidos do sol e são muito volumosos, pesados e de difícil manuseio. Partindo da informação de que o SAMAE está mudando sua política de compra de tubos, o que permitiria trazer as quantidades licitadas dos fornecedores, conforme consumo, abriu-se a possibilidade de racionalizar o espaço destinado a esta família de produtos, concentrando-o no setor 03.

A estocagem de tubos dentro de uma situação de quantidades normais será feita majoritariamente pelo uso de estruturas porta-tubos que permitirão grande diversidade de tubos e que deve receber os tubos de diâmetros médios para menores do portfólio do SAMAE.

No caso de tubos de diâmetros acima de DN 300, e para todos os códigos de maior consumo será útil adotar um modelo de rack empilhável para tubos, estes racks servem para estocagem verticalizada, podendo atingir 5,0 m e como unitizadores de movimentação (ver apresentação da etapa 01).

Uma alternativa de estrutura que foi preterida nesta recomendação, pensando no emprego de racks para tubos, foram os cantilevers. Estes modelos também podem ser empregados, mas exigem uma disposição de layout diferente, e com menor aproveitamento de espaço.

Infelizmente os porta-tubos e os racks para tubos não são itens padronizados no mercado e sua contratação exigirá a identificação em indústrias do setor metalmeccânico que tenham desenvolvido produtos similares para fabricantes de tubos como Tigre, Krona e Amanco.

3.1.5 Porta-bobinas

A estocagem de bobinas para uso fracionado é algo muito específico e a estrutura apropriada são os porta-bobinas. O espaço necessário para esta estrutura, com pode ser visto no projeto do layout, é pequeno, mas permitirá organizar todos os tipos e tamanhos de bobinas de cabos e tubos corrugados do SAMAE.

Caso exista um excedente de estoque de bobinas de um mesmo código, pode ser mantida uma bobina para fracionamento no porta-bobinas e as outras em níveis mais altos no porta-bobinas ou até mesmo sobre pallets no porta-pallets.

3.2 Equipamentos de movimentação recomendados

Definido o projeto de estocagem do Almojarifado Central, apresentamos agora os equipamentos de movimentação compatíveis e que atendam todas as considerações a respeito da infraestrutura dos galpões e pátios, sem esquecer dos critérios já apresentados.

Em termos de recursos de movimentação, nossas análises nos permitiram identificar que um ou mais critérios de seleção estariam servindo para excluir opções de recursos de movimentação, assim como já o fizemos para as estruturas de estocagem. Vamos sintetizar abaixo as conclusões que serviram para chegar aos recursos selecionados, que na sequência serão apresentados:

1. Os galpões adquiridos pelo SAMAE e que serão utilizados como base e restrição para este Projeto possuem baixa altura útil e não aderentes ao perfil da armazenagem

moderna. Desta forma, todos os equipamentos de estocagem que buscam aumentar altura e reduzir corredores não são aderentes. Para ilustrar a relação da altura do local, largura de corredor com tipo de equipamento de movimentação, trouxemos a figura 24. Nesta figura, mesmo sendo considerada a adoção de estruturas porta-paletes em todos dos caso, devido a sua vantagem construtiva e alta seletividade, é possível perceber que os equipamentos de movimentação que operam em corredores mais estreitos, operam em maiores alturas. Isto ocorre para viabilizar o investimento nos mesmos, mas como foi dito anteriormente a altura dos galpões do SAMAE já estabelece um limitador das opções de empilhadeiras a serem empregadas, restando as opções de modelos contrabalançados, patolados e eventualmente retráteis para aumentar a densidade de estocagem do armazém.

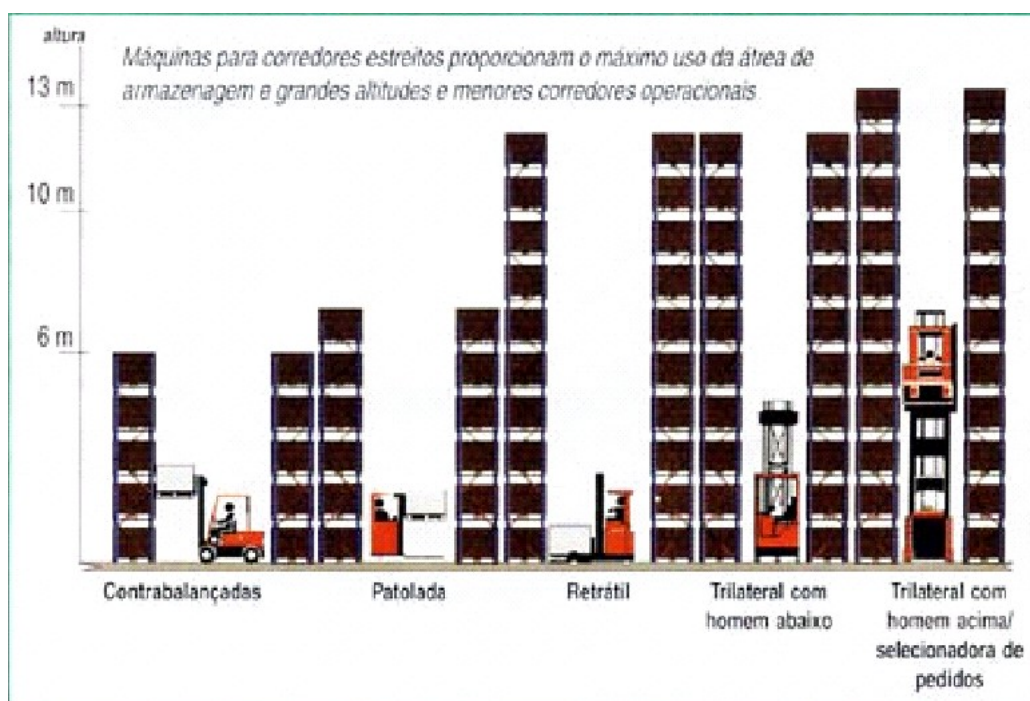


Figura 25 – Tipos de equipamentos de movimentação, largura de corredor e altura de elevação

2. Os artefatos de concreto são produtos, de alto peso, baixo valor agregado, que normalmente são consumidos em quantidades maiores, além de serem itens que suportam a exposição ao sol e chuva. Desta forma, estes itens serão estocados em pátio de céu aberto com piso altamente irregular, demandando equipamentos de movimentação robustos, com sistemas de suspensão adequados para estas condições, que tenham pneus de borracha e que utilizem motores a combustão.
3. Existe necessidade de deslocamento horizontal de materiais paletizados e em caixas, especialmente no setor 02 e eventualmente no setor 06. A característica destes

- transportes são de produtos que podem de baixo peso, cuja frequência dos transportes ainda é pequena, apesar da distância entre os pontos não o ser.
4. Não existe doca elevada no mesmo nível do piso do galpão e do assoalho dos caminhões, exigindo empilhadeira para esta operação.
 5. Não existem fluxos repetitivos em pontos pré-definidos que justifiquem adoção de monovias e esteiras.
 6. O ambiente do complexo logístico é formado por galpões em pontos diferentes, não alinhados entre si, com espaços de pátio. Exigindo equipamentos mais flexíveis em suas rotas e que possam operar em terrenos diferentes.
 7. No setor 02 temos e estantes simples com corredores estreitos para melhorar aproveitamento de espaço, nas quais os operadores alcançam os matérias sem auxílio de equipamento de elevação, mas precisam de algum equipamento para melhorar o transporte horizontal.
 8. Devido à presença de estruturas porta-pallets se faz necessário empilhadeiras para colocar e retirar os pallets.
 9. No setor 02 estará havendo maior deslocamento do pessoal do Almojarifado, por ser uma área fechada e com corredores mais estreitos, deve-se evitar equipamentos com contrapeso e com motor a combustão por causa da emissão de gases tóxicos.

Feitas as considerações acima, os recursos recomendados e suas quantidades para os anos de 2023 e 2024 são relacionados a seguir, destacando que a disposição dos mesmos deve ter como base os arquivos com projetos de layout entregues.

3.2.1 *Paleteira manual*

A paleteira manual é um equipamento barato, robusto, de fácil utilização e essencial em qualquer operação logística ou fabril. Este tipo de equipamento vai operar na maior parte do tempo do setor 02, conectando a zona de recebimento e expedição com a zona de estocagem, mas ocasionalmente pode vir a servir para outras necessidades.

Trata-se de equipamento para uso apenas em pisos industriais nivelados e de qualidade, e recomenda-se a aquisição de duas unidades com capacidade de 1,5 ton.

3.2.2 *Empilhadeira elétrica patolada*

Com a decisão de execução de piso industrial em todo o galpão principal, onde estão os setores 02 e 03 foi possível recomendar equipamentos com propulsão à bateria. Pensando na operação dos porta-paletes temos algumas opções tecnicamente adequadas, que são as empilhadeiras patoladas com operador em pé, empilhadeiras patoladas com operador sentado e empilhadeiras retráteis.

Entendemos que até o fim de 2024 o uso de porta-paletes tende a ser ainda baixo, não exigindo equipamentos mais rápidos para deslocamento horizontal e vertical. Outro ponto a se destacar é a altura dos porta-paletes, que é ficará a aproximadamente 6,0 m.

Desta forma, recomenda-se aquisição de uma empilhadeira elétrica patolada, que devido à baixa intensidade da operação pode ser do tipo com operador em pé (tracionária), capacidade 1, 4 ton, corredor de operação de 2,3 m. Este tipo de equipamento é mais barato que as demais opções e de fácil operação, não exigindo qualificações especiais de operador de empilhadeira.

Alerta-se que com o crescimento da operação ao longo dos anos é possível que se precise adquirir modelo patolado com operador sentado ou empilhadeira do tipo retrátil.

3.2.3 Empilhadeira com contrapeso à combustão

Considerando a necessidade de operar na carga e descarga de materiais no pátio (setor 05) para movimentar artefatos de cimento, já teríamos a justificativa para uma empilhadeira com contrapeso à combustão. Este equipamento também será o principal a ser utilizado no setor 03 e no setor 06.

Trata-se de um equipamento robusto, muito flexível e essencial para que o Almocharifado possa ter as condições de fazer carga e descarga de materiais, melhorando ergonomia do trabalho, reduzindo risco de acidente e economizando uso de outros recursos. Este último ponto é muito interessante, pois atualmente para todas as atividades de carga e descarga de itens mais pesados, faz-se necessário contratar caminhão *munck* ou de trazer retroescavadeiras que estão nas obras pela cidade. Este custo, perda de produtividade e transtorno serão em muito reduzidos com a aquisição de uma empilhadeira com contrapeso à combustão com capacidade de carga de no mínimo 2,5 ton, preferencialmente triplex (para maior autonomia de empilhamento de racks para tubos).

Como última observação para este equipamento, deve-se realizar a contratação de pelo menos 01 operador de empilhadeira com experiência neste tipo de equipamento, pois não existe pessoal qualificado internamente para esta função.

3.3 Recursos logísticos complementares

Para fechar, vale lembrar que existem recursos complementares de uso logístico, necessários para ocorra o funcionamento do sistema de armazenagem projeto, isto apenas no campo do hardware envolvido. Os recursos são:

- Pallets – a operação do Almocharifado Central passará a incorporar os recursos de unitização logística e o mais conhecido, quando de trata de logística empresarial é o

pallet (ou paleta). Neste projeto está sendo considerado o tipo PBE 01, que de acordo com os critérios de construção para esses suportes estabelecidos pela norma, são adotadas as medidas de 1.200x1.000 x 138 mm. O peso máximo permitido para o pallet PBR é de 42 kg e sua capacidade de carga está entre 2.500 e 3.000 kg para cargas estáticas e 1.500 e 2.000 para cargas dinâmicas. É importante considerar que as capacidades podem variar de acordo com o tipo de madeira e o peso do paleta. Recomenda-se uma aquisição inicial de pelo menos 100 unidades, lembrando que a quantidade total só será possível obter com o projeto do fabricante das estruturas porta-paleta.

- Contendor metálico – existem no mercado uma variedade muito grande de contentores e neste projeto, estamos considerando a necessidade de adquirir contentores com base de 1.200 x 1.000 mm, com espaço para encaixe dos garfos das empilhadeiras, feitos de materiais metálicos nas grades laterais. Este unitizadores serão necessários para estocar e movimentar sacarias de diversos tamanhos, que não ficam estáveis, nem permitem a apanha de embalagens primárias, caso esteja paletizadas com filme stretch. Outro uso para estes contentores é para conexões de FoFo, ou mesmo peças irregulares que podem cair ao serem movimentadas sobre pallets, gerando acidentes e prejuízos. Recomenda-se a compra inicial de 30 unidades, que permitam empilhamento e uso em estruturas porta-paleta.
- Prolongador de garfo de empilhadeira – este equipamento será aplicado no manuseio de cargas compridas, em especial os tubos de PV, que serão operados pela empilhadeira com contrapeso à combustão. São extremamente fáceis de colocar e retirar dos garfos, e proporcionam um transporte seguro, estável e com baixo custo. Sua capacidade de carga gira entre 1.500 e 7.000 Kg e seu o comprimento máximo permitido ao Prolongador é igual a 1,6 vezes o comprimento do garfo.

Devemos lembrar que a especificação do número de unidades de cada tipo de recurso de estocagem tem como referência o Layout 01, já aprovado e que será refinado pelos fornecedores de cada estrutura de estocagem em processo conduzido pelo SAMAE. Outro ponto importante para a definição do número de unidades adquiridas será o próprio projeto de iluminação e o pé direito livre que restará, assim com a modulação da altura das posições pallet adotada pela equipe de almocharifado, o que influencia no número de níveis de porta pallets. Apesar disso, entendemos que o número que fará sentido, será o de 4 níveis nos porta-pallets

Para facilitar ainda mais os próximos paços deste projeto e para encerrar a etapa 02 do mesmo, trazemos abaixo uma tabela que reúne as áreas – considerando o Layout 01 – destinadas segundo os desenhos para cada tipo de recurso de estocagem e também para espaços de circulação. Segue abaixo a tabela:



GALPÃO	TIPO	ÁREA (m ²)
GALPÃO 1	CORREDOR/CIRCULAÇÃO	705,46
	ESTANTERIA L=50CM	85,34
	PORTA PALLET	63,04
	PALLET	20,52
	GAVETAS DE TUBOS	78,60
GALPÃO 2	CORREDOR/CIRCULAÇÃO	713,70
	ESTANTERIA L=40CM	67,60
	PORTA PALLET	19,24
	CARREGADOR DE PALLET	24,00
	INSTALAÇÃO HIDRÔMETRO	60,00
	PORTA BOBINA	22,75
	STAGE	20,73
	PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	28,05
	PRATELEIRA DE TUBOS	78,60
GALPÃO 3	CORREDOR/CIRCULAÇÃO	294,02
	ESPAÇO DOCA	111,57
	PRATELEIRA DE TUBOS	157,20
GALPÃO 4	MAT. LEILÃO E ENTULHO	658,60
GALPÃO 5	CORREDOR/CIRCULAÇÃO	298,23
	ESPAÇO DOCA 8	55,63
	PORTA PALLET	20,11
	PALLET	84,71
GALPÃO 6	CORREDOR/CIRCULAÇÃO	93,15
	ESTANTERIA L=40CM	1,42
	PALLET	61,20
	BACIA DE CONTENÇÃO	4,06
GALPÃO 7	CIRCULAÇÃO	303,90
	PORTA PALLET	73,88
BAIAS		1189,44
PAVERS E LAJOTAS		569,05
MANILHAS DE CONCRETO		156,88
CIRCULAÇÃO		523,04

Tabela 01 – Medidas de área de estocagem e circulação por galpão