

ANÁLISE DE REQUISITOS FUNCIONAIS - WMS ENTERPRISE

1. Modelos de Negócio Suportados

1.1 Tipos de Depositantes

O sistema suporta diferentes modelos operacionais:

- **3PL (Third Party Logistics):** Gerencia múltiplos clientes com dados isolados
- **Operação Própria:** Gerencia inventário de uma única corporação
- **Cross-Docking:** Processamento de produtos sem armazenagem prolongada
- **E-commerce:** Otimizado para high-velocity, baixo ticket
- **Varejo B2B:** Processamento de pedidos e entregas

1.2 Categorias de Produtos Suportadas

- **Produtos Secos:** Sem restrição de temperatura
- **Produtos Refrigerados:** 2-8°C
- **Produtos Congelados:** -18°C ou mais frio
- **Produtos Perecíveis:** Com data de validade crítica
- **Produtos Controlados:** Necessitam rastreabilidade especial (medicamentos, etc.)
- **Grandes Volumes:** Paletizados, big bags
- **Pequenos Volumes:** Caixas, unidades, fracionados
- **Produtos Valiosos:** Com rastreamento especial

1.3 Formas de Armazenamento

- **Endereçamento Fixo:** Localização fixa por tipo de produto
- **Endereçamento Dinâmico:** Alocação inteligente conforme disponibilidade
- **Zona Picking:** Separação por região do armazém
- **Batch Picking:** Consolidação de múltiplos pedidos
- **Wave Picking:** Agrupamento por padrão de demanda
- **Picking por Cor/Luz:** Sistema de pick-to-light
- **Mobile Picking:** Com coletores de dados
- **Voice Picking:** Guiado por voz

1.4 Estruturas de Armazenagem

- **Estantes Convencionais:** Paletes, caixas
- **Cantilever:** Produtos longos
- **Porta-paletes Dinâmico (FIFO):** Gravidade e primeiro a entrar
- **Push-back:** Múltiplas profundidades
- **Drive-in/Drive-through:** Estruturas compactas
- **Sistemas Automatizados:** Carrosséis, transelevadores
- **Rack Alto:** Armazém vertical
- **Estruturas Especiais:** Inclinadas, articuladas

2. Processos Principais

2.1 Recebimento de Mercadorias (RF-001)

Contexto

Primeira etapa da operação: validação, conferência e armazenagem inicial.

Atores

- Operador de Recebimento
- Supervisor de Qualidade
- Motorista/Transportador

Fluxo Principal

1. Aviso de Chegada

- Integração com TMS para notificação prévia
- Agendamento de dock
- Validação de documentação

2. Descarregamento

- Leitura de código de barras/QR code
- Contagem ou pesagem
- Foto de conformidade (opcional)

3. Conferência de Documentação

- Validação de NF contra PO
- Verificação de quantidades
- Identificação de discrepâncias

4. Inspeção de Qualidade

- Verificação visual de danos
- Testes de conformidade (se necessário)
- Aceitação ou rejeição

5. Alocação de Armazenagem

- Determinação de localização ótima
- Consideração de FIFO/LIFO
- Otimização por proximidade ao picking

6. Confirmação de Recebimento

- Integração com ERP (envio de ASN)
- Atualização de inventário

- Movimentação do produto

Dados Necessários

- Número da NF
- PO (Pedido de Compra)
- SKU, quantidade, unidade
- Lote, série, validade
- Peso, volume
- Depositante
- Fornecedor
- Natureza da carga

Validações

- ✓ Quantidade conferida vs. esperada (tolerância configurável: 0-2%)
- ✓ Código de produto válido
- ✓ Documentação completa
- ✓ Produto não vencido
- ✓ Localização disponível

Saídas

- Recebimento registrado no sistema
- Inventário atualizado
- Integração com ERP
- Relatório de discrepâncias (se houver)

2.2 Armazenagem e Alocação (RF-002)

Contexto

Decisão inteligente sobre onde armazenar produtos para otimizar operações.

Algoritmos de Alocação

Algoritmo 1: Baseado em ABC

- Produtos A (alto giro): Zona de picking (fácil acesso)
- Produtos B (giro médio): Zona intermediária
- Produtos C (baixo giro): Zona profunda

Algoritmo 2: Baseado em Correlação de Venda

- Produtos frequentemente vendidos juntos → Proximidade
- Reduz distância de picking

Algoritmo 3: Baseado em Características Físicas

- Tamanho/peso → Estruturas adequadas
- Temperatura → Zona apropriada
- Fragilidade → Altura otimizada
- Toxissidade -> Produtos tóxicos
- Imflamaveis -> Produtos inflamáveis
- Farmacos -> Medicamentos

Algoritmo 4: Densidade de Picking

- Prioriza maior proximidade ao ponto de consolidação

Regras de Negócio

- Um mesmo SKU pode ocupar múltiplas localizações
- Preferência por consolidação em localizações contíguas
- Respeito a capacidade máxima de peso por estrutura
- Isolamento de produtos por depositante
- Regras de coexistência (ex: não armazenar químicos perto de alimentos)

Rotina de Rebalanceamento

- Executada diariamente (configurável)
- Consolida inventário fragmentado
- Move produtos de zona C para picking se giro aumentar
- Libera espaço para novos recebimentos

2.3 Separação de Pedidos - Picking (RF-003)

Tipos de Picking Suportados

1. Picking por Item (Single Line)

- Um operador, uma localização, um SKU por vez
- Ideal para volumes baixos
- Menor erro, maior tempo

2. Picking por Lote (Batch Picking)

- Agrupa múltiplos pedidos para mesmo SKU
- Reduz deslocamentos
- Requer consolidação posterior

3. Picking por Zona (Zone Picking)

- Armazém dividido em zonas
- Cada operador pega em sua zona
- Consolidação em ponto central

4. Picking em Onda (Wave Picking)

- Agrupa pedidos por padrão (cliente, destino, tipo)
- Libera para picking em horários definidos
- Otimiza consolidação

5. Picking por Cor/Luz (Pick-to-Light)

- Sistema de iluminação guia operador
- Mínimas leituras necessárias
- Excelente para operações de alta velocidade

6. Picking por Voz (Voice Picking)

- Instruções por áudio, confirmação por voz
- Mãos livres
- Ideal para ambientes com muitos SKUs

7. Picking Móvel (Mobile Picking)

- Operador com dispositivo móvel (tablet)
- Otimização de rota em tempo real
- Geolocalização

Fluxo de Picking Padrão

1. Liberação de Pedidos

- Recebido do sistema de pedidos/ERP
- Validação de stock
- Consolidação em onda (se aplicável)

2. Geração de Tarefas

- Cálculo de rota otimizada
- Atribuição a operadores
- Priorização por urgência

3. Execução

- Operador recebe instrução (papel/tela/voz)
- Navega até localização
- Lê código do produto (confirmação)
- Coloca em recipiente apropriado
- Sistema registra quantidade

4. Validação

- Conferência de quantidade vs. esperada
- Foto do recipiente preenchido (opcional)

5. Movimentação para Consolidação

- Transporte para área de packing

- Registro no sistema

Otimizações

- **Roteamento Dinâmico:** Algoritmos como Traveling Salesman para minimizar distância
- **Agrupamento Inteligente:** Maximiza consolidação
- **Previsão de Demanda:** Pré-staging de itens populares
- **Balanceamento de Carga:** Distribuição equilibrada entre operadores

Métricas

- Pedidos por hora: 50-200 (dependendo de complexidade)
 - Taxa de erro: < 0,1%
 - Utilização de operador: > 80%
 - Distância percorrida/pedido: < 200m (otimizado)
-

2.4 Embalagem - Packing (RF-004)

Contexto

Consolidação dos itens do pedido em embalagens apropriadas para expedição.

Procedimento

1. Recebimento de Itens

- Verificação contra picking list
- Validação de quantidade

2. Seleção de Embalagem

- Cálculo automático de dimensões necessárias
- Sugestão de material apropriado
- Consideração de restrições (peso, fragilidade)

3. Embalagem Física

- Preenchimento com material de proteção
- Posicionamento seguro

4. Etiquetagem

- Geração de etiqueta de expedição
- Afixação (código de barras, QR code)
- Etiqueta de rastreamento

5. Pesagem e Medição

- Validação de peso vs. esperado
- Cálculo de cubagem

- Frete correto

6. Movimentação para Expedição

- Transporte para dock
- Posicionamento para consolidação de remessa

Embalagens Suportadas

- Caixa de Papelão (vários tamanhos)
- Envelope Acolchoado
- Container Reutilizável
- Pallet
- Bag/Sacola
- Tubo
- Embalagem Especial (vidro, etc.)

Etiquetas

- **Etiqueta de Expedição:** Destinatário, endereço, rastreamento
 - **Etiqueta de Rastreamento:** Código único, peso, volume
 - **Etiqueta de Conteúdo:** Descrição, SKU, quantidade
 - **Etiqueta Especial:** Frágil, Lado Up, etc.
-

2.5 Expedição (RF-005)

Contexto

Liberação de pedidos para transporte.

Procedimento

1. Consolidação de Remessa

- Agrupamento de pacotes por transportador
- Otimização de rotas
- Carregamento eficiente

2. Integração com TMS

- Envio de informações da remessa
- Recebimento de dados do transportador
- Geração de CTRC (Conhecimento de Transporte)

3. Atuação na Fiscalização

- Geração de documentação fiscal
- Integração com SEFAZ/e-documentos

4. Carregamento do Veículo

- Alocação de itens no espaço disponível
- Otimização de peso/volume
- Foto de confirmação

5. Confirmação de Expedição

- Atualização de status no ERP
- Notificação ao cliente
- Envio de rastreamento

Integrações

- **TMS (Transport Management System):** Rastreamento, roteirização
 - **Transportadora:** Coleta de dados de saída
 - **ERP:** Atualização de inventário
 - **Sistema de Notificação:** E-mail, SMS, push
 - **Sistema Fiscal:** NF-e, integração com SEFAZ
-

2.6 Gestão de Inventário (RF-006)

Tipos de Inventário

- **Inventário Permanente:** Registro em tempo real
- **Contagem Cíclica:** Períodos definidos por zona/categoria
- **Ajuste Físico:** Contagem manual de discrepâncias

Contagem Cíclica

Frequência Configurável:

- Produtos A: Semanal
- Produtos B: Mensal
- Produtos C: Trimestral

Processo:

1. Seleção da zona/categoria a contar
2. Geração de lista de contagem
3. Operador realiza contagem física
4. Registro no sistema
5. Comparação com quantidade de sistema
6. Investigação de discrepâncias

Ajustes de Inventário

- Perda/Dano não planejado
- Discrepâncias em contagem
- Correção de erro de entrada
- Vencimento de produto

- Roubo/Furto (com investigação)

Alertas e Controles

- **Stock Mínimo/Máximo:** Alertas automáticos
 - **Stock Reservado:** Bloqueio para pedidos em andamento
 - **Produtos Vencidos:** Identificação e segregação automática
 - **Obsolescência:** Rastreamento de produtos sem movimento
-

2.7 Rastreabilidade e Compliance (RF-007)

Rastreabilidade Lote/Série

- Cada movimento registra lote/série associado
- Histórico completo de localização por lote
- Recall automático: Identifica todos os produtos afetados
- Rastreamento reverso: De quem recebeu o produto

Rastreabilidade de Depositante

- Isolamento completo de dados por depositante
- Registros de acesso por usuário
- Auditoria de quem movimentou o quê, quando e por quê

Conformidade

- **LGPD:** Direito ao esquecimento, exportação de dados
 - **GDPR:** Se aplicável em operações europeias
 - **Rastreabilidade de Frio:** Registro de temperatura
 - **Validade:** Alertas de produtos próximos ao vencimento
-

2.8 Devoluções (RF-008)

Tipos de Devolução

- **Devolução por Qualidade:** Produto danificado
- **Devolução por Erro:** Pedido errado
- **Devolução por Insatisfação:** Cliente não quer
- **Devolução para Faturamento:** Quebra de carga

Fluxo de Devolução

1. Recebimento de Notificação

- Do cliente via sistema
- Rastreamento do número da remessa

2. Preparação de Coleta

- Envio de etiqueta de devolução
- Instruções de embalagem

3. Recebimento de Devolução

- Conferência vs. documento original
- Inspeção de qualidade
- Foto do estado

4. Decisão

- Reestoque se aprovado
- Descarte se não recuperável
- Reparo se aplicável

5. Crédito/Reembolso

- Integração com ERP
 - Geração de nota crédito
-

2.9 Relatórios e Analytics (RF-009)

Relatórios Operacionais

- **Dashboard em Tempo Real:** KPIs principais, alertas
- **Relatório de Recebimento:** Por período, fornecedor, depositante
- **Relatório de Picking:** Produtividade, taxa de erro
- **Relatório de Inventário:** Valor, rotatividade, obsolescência
- **Relatório de Devolução:** Taxa, motivos, tendências

Relatórios Gerenciais

- **Performance de Operações:** KPIs vs. targets
- **Análise de Custos:** Custo por operação, comparação período
- **Relatório de SLA:** Cumprimento de prazos
- **Análise de Capacidade:** Utilização vs. disponível

Relatórios Executivos

- **Balanced Scorecard:** Visão dos 4 perspectivas
 - **Análise de Rentabilidade:** Por depositante, por produto
 - **Forecast de Demanda:** Tendências, sazonalidade
 - **Planejamento de Recursos:** Necessidade futura
-

3. Atributos de Qualidade

3.1 Confiabilidade

- Sistema de backup automático (RTO < 1 hora, RPO < 15 min)

- Replicação de dados em tempo real
- Monitoramento contínuo de saúde
- Alertas automáticos de anomalias

3.2 Segurança

- Acesso baseado em papéis (RBAC)
- Auditoria completa de operações
- Criptografia de dados em repouso e trânsito
- Proteção contra SQL Injection, CSRF, XSS
- Gestão de senhas com MFA

3.3 Usabilidade

- Interface responsiva
- Offline-first para operações críticas
- Suporte a múltiplos dispositivos
- Acessibilidade (WCAG 2.1 AA)

3.4 Manutenibilidade

- Código bem estruturado e documentado
- Testes automatizados > 80%
- CI/CD pipeline configurado
- Logs centralizados e estruturados

4. Matriz de Rastreabilidade

Requisito	Versão	Status	Prioridade	Módulo	Testado
RF-001	1.0	Definido	P0	Recebimento	Não
RF-002	1.0	Definido	P0	Armazenagem	Não
RF-003	1.0	Definido	P0	Picking	Não
RF-004	1.0	Definido	P0	Packing	Não
RF-005	1.0	Definido	P0	Expedição	Não
RF-006	1.0	Definido	P0	Inventário	Não
RF-007	1.0	Definido	P1	Rastreabilidade	Não
RF-008	1.0	Definido	P1	Devoluções	Não
RF-009	1.0	Definido	P1	Relatórios	Não

Documento Versão: 1.0

Status: Análise em Andamento

Próxima Revisão: Após prototipar interfaces