

REDE INDUSTRIAL
Softwares de Manutenção Industrial

MANUAL DE DOCUMENTAÇÃO DE INTEGRAÇÃO SIGMA EAM

*Manual Normativo Completo: Panorama, Metodologia,
Levantamento, Execução, Sustentação,
Aspectos Comerciais e Catálogo de Referência*

Documento Normativo de Engenharia de Integração
Versão 2.0 — Maio de 2026

Uso interno e parceiros homologados

Sumário

PARTE I — PANORAMA DE INTEGRAÇÕES DO SIGMA EAM

1. Integrações do SIGMA EAM com Sistemas Corporativos

PARTE II — METODOLOGIA DE DOCUMENTAÇÃO (DTI)

2. Propósito e Aplicabilidade do Manual
3. Estrutura do Documento Técnico de Integração (DTI)
4. Dicionário de Dados “De-Para” (Field Mapping)
5. Regras de Transformação e Validação
6. Matriz de Gatilhos (Trigger Matrix)
7. Mecanismos de Transmissão de Dados
8. Tratamento de Exceções e Reprocessamento
9. Governança, Versionamento e Controle de Mudanças
10. Checklist de Qualidade antes da Aprovação do DTI

PARTE III — INSTRUMENTOS DE LEVANTAMENTO

11. Questionário Fundamental para Integração (200 perguntas)
12. Requisitos Técnicos para Integração de Estoque e Compras (REQ-01 a REQ-30)

PARTE IV — EXECUÇÃO E CICLO DE VIDA DO PROJETO

13. Ciclo de Vida do Projeto: Fases, Gates e Entregáveis
14. Cronograma de Referência e Metodologia de Estimativa
15. Estratégia de Cutover, Go-Live e Hipercurado
16. Plano de Testes e Qualidade
17. Migração de Dados Históricos de Outros CMMS
18. Matriz de Riscos e Plano de Mitigação
19. Plano de Contingência, Continuidade e Descomissionamento

PARTE V — OPERAÇÃO, SUSTENTAÇÃO E ASPECTOS CONTRATUAIS

20. Operação Pós-Go-Live e Monitoramento
21. Modelo de Suporte em Camadas (L1, L2, L3)
22. Runbook Operacional
23. Plano de Capacidade e Crescimento

24. Modelo Comercial, Precificação e Contratos

25. Compliance, LGPD e Regulação Setorial

PARTE VI — CATÁLOGO DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO

26. Catálogo de Casos de Uso Padrão

27. Aplicação Prática: DTI Completo Preenchido

28. Considerações Finais

ANEXOS

Anexo A — Template de DTI em Branco

Anexo B — Template de Dicionário De-Para (Planilha)

Anexo C — Template de Matriz de Gatilhos

Anexo D — Template de Catálogo de Exceções e Runbook

Anexo E — Apêndice Técnico SAP (BAPIs, Tabelas, IDocs)

Anexo F — Apêndice Técnico TOTVS (APIs e WebServices)

Anexo G — Apêndice Técnico SENIOR (APIs G7 e Sapiens)

Anexo H — Integração com IoT e Indústria 4.0 (Detalhada)

Anexo I — Integração SIGMA Mobile 3.0

Anexo J — Integração com BI Corporativo

Anexo K — Glossário Técnico Expandido

PARTE I — PANORAMA DE INTEGRAÇÕES DO SIGMA EAM

1. Integrações do SIGMA EAM com Sistemas Corporativos

1.1 Visão Geral e Premissas

O SIGMA EAM foi concebido como uma plataforma aberta e interoperável, capaz de se integrar de forma nativa ou via API com os principais sistemas corporativos utilizados no ambiente industrial. Essa arquitetura elimina retrabalho, garante a consistência dos dados entre departamentos e habilita a empresa a operar dentro do conceito de Indústria 4.0, com fluxo único de informação entre manutenção, suprimentos, financeiro, recursos humanos e operação.

A premissa fundamental é que o setor de manutenção não opere de forma isolada: cada ordem de serviço executada movimentada peças do almoxarifado, gera requisições de compra, consome horas-homem da folha de pagamento, impacta projetos de CAPEX e recebe sinais de sensores em campo. O SIGMA atua como hub técnico da manutenção, consumindo e devolvendo dados ao ecossistema corporativo.

Função desta Parte I no Manual

Esta primeira parte do manual estabelece o universo de sistemas com os quais o SIGMA EAM se integra e os objetivos típicos de cada integração. Ela é o ponto de partida didático para o restante do documento: as Partes II, III e IV detalham, respectivamente, como documentar essas integrações (metodologia DTI), como levantar os requisitos junto ao cliente (Questionário Fundamental e Requisitos de Estoque e Compras) e como aplicar tudo em um caso real.

1.2 Integração com ERPs Corporativos

A integração com sistemas ERP é, historicamente, a mais demandada em projetos de implantação do SIGMA EAM em ambientes industriais de médio e grande porte. O quadro a seguir consolida os principais ERPs suportados e os respectivos padrões técnicos de integração:

ERP	Padrões de Integração Suportados	Objetivos Principais
SAP (ECC e S/4HANA)	BAPIs, IDocs, RFCs, Web Services SOAP/REST, SAP PI/PO, SAP Integration Suite	Sincronização do cadastro de materiais (MM), reserva e baixa automática (movimentos 261/262), requisição de compras (PR/PO), apropriação contábil (CO), espelhamento de ativos (AA) e apropriação de mão de obra (HR/HCM).
TOTVS Protheus	TOTVS API REST, TOTVS Connect, WebServices SOAP (SIGAEST, SIGACOM, SIGAGPE, SIGAFIN), EAI	Importação do cadastro de produtos, saldos por almoxarifado, emissão de solicitações de compra, vinculação a centros de custo e projetos, importação de colaboradores e retorno de horas.
TOTVS Datasul / RM	TOTVS API REST, WebServices nativos, EAI	Mesma cobertura funcional do Protheus, com aderência aos módulos específicos das linhas Datasul (manufatura) e RM (gestão corporativa).
SENIOR (Sapiens, Senior X)	Senior G7 / Senior X APIs REST, Plataforma de Integração Senior, WebServices Sapiens	Movimentação de estoque e almoxarifado, abertura de pedidos de compra, integração com HCM e Ronda (ponto), apropriação contábil e fiscal por centro de custo.
Oracle (EBS / Fusion)	Oracle Integration Cloud, REST APIs, Oracle SOA Suite	Sincronização de mestres, movimentação de inventário, integração com Procurement Cloud e HCM Cloud.
Microsoft Dynamics 365	Dataverse Web API, Power Platform, Azure Logic Apps	Integração nativa via ecossistema Microsoft com módulos Finance, Supply Chain e Human Resources.

1.2.1 SAP (ECC e S/4HANA)

A integração com o SAP é frequente em corporações industriais brasileiras de grande porte, especialmente em segmentos como siderurgia, mineração, química, papel e celulose, alimentos e bebidas. O SIGMA EAM se conecta ao SAP por meio de interfaces baseadas em BAPIs, IDocs, RFCs e Web Services SOAP/REST, podendo também operar via middleware (SAP PI/PO ou SAP Integration Suite).

Objetivos principais da integração SIGMA ↔ SAP:

- Sincronização do cadastro de materiais (MM): o catálogo de peças e insumos do SAP é refletido no SIGMA, garantindo que o planejador de manutenção utilize os mesmos códigos, descrições e unidades de medida adotados pela companhia.
- Reserva e baixa automática de materiais: ao gerar uma ordem de serviço no SIGMA, o sistema dispara uma reserva (movimento 261) no SAP MM; a baixa efetiva ocorre

quando a O.S. é encerrada, mantendo o estoque corporativo atualizado em tempo real.

- Requisição de compras (PR/PO) para itens não estocados: o SIGMA gera SC diretamente no módulo SAP MM/Ariba quando uma peça crítica não está disponível em estoque, integrando o fluxo de manutenção com o ciclo de procurement.
- Centro de custos e ordens internas (CO): cada O.S. do SIGMA é vinculada a um centro de custo SAP, permitindo apropriação correta de despesas de manutenção, segregação entre OPEX e CAPEX e rastreabilidade contábil.
- Cadastro de ativos (AA – Asset Accounting): a árvore de ativos do SAP é espelhada no SIGMA, mantendo coerência entre o ativo fiscal/contábil e o ativo técnico operacional.
- Apropriação de mão de obra ao SAP HR/HCM: as horas lançadas em O.S. retornam ao SAP para fins de custo e folha.

1.2.2 TOTVS (Protheus, Datasul e RM)

A TOTVS lidera em número de instalações de ERP no Brasil, com forte presença no setor industrial. O SIGMA EAM possui integração consolidada com as três principais linhas — Protheus, Datasul e RM — utilizando os recursos nativos de comunicação da TOTVS: TOTVS API (REST) e TOTVS Connect; WebServices SOAP dos módulos SIGAEST (Estoque), SIGACOM (Compras), SIGAGPE (Folha) e SIGAFIN (Financeiro) do Protheus; e EAI (Enterprise Application Integration) da TOTVS para troca de mensagens padronizadas.

Objetivos da integração SIGMA ↔ TOTVS:

- Estoque e almoxarifado (SIGAEST / Datasul Estoque): importação automática do cadastro de produtos, saldos por almoxarifado, lote e localização. O SIGMA passa a enxergar o estoque corporativo sem necessidade de duplicação de cadastros.
- Compras (SIGACOM): emissão de solicitações de compra a partir do plano de manutenção preventiva, com fluxo de aprovação respeitando a alçada definida no Protheus.
- Financeiro e custos: vinculação de ordens de serviço a centros de custo, contas contábeis e projetos cadastrados no ERP, fechando o ciclo de custo total de manutenção (CTM).
- Folha e RH (SIGAGPE / Datasul HCM): importação do cadastro de colaboradores, especialidades, turnos e custo-hora, com retorno das horas apontadas em O.S. para apropriação na folha.
- Patrimônio (SIGAATF): sincronização do imobilizado entre o ativo contábil da TOTVS e o ativo técnico do SIGMA.

1.2.3 SENIOR (Sapiens, Senior X e ERP Senior)

A integração com o ERP Senior é particularmente relevante para o mercado do Sul do Brasil e setores como metalmeccânico, calçadista, alimentício e logística. O SIGMA EAM se comunica com o Senior por meio de Senior G7 / Senior X APIs REST; Senior Tecnologia — Plataforma de Integração (HCM, ERP, WMS); e WebServices nativos do Sapiens para os módulos de Estoque, Compras, Patrimônio e Financeiro.

Objetivos da integração SIGMA ↔ Senior:

- Movimentação de estoque e almoxarifado: requisições, devoluções e baixas de materiais geradas pelas O.S. do SIGMA atualizam o saldo no Senior em tempo real.
- Compras e cotação: abertura automática de pedido de compra de peças sob demanda, com integração ao workflow de aprovação do Senior.
- RH e ponto eletrônico (Senior HCM / Ronda): importação de colaboradores, escalas, ponto e custos-hora, e retorno das horas trabalhadas em manutenção para cálculo de produtividade e folha.
- Contábil e fiscal: apropriação de custos por centro de custo, conta contábil e projeto, suportando análises gerenciais e o cálculo correto de depreciação dos ativos.

1.3 Integração com Sistemas de Almoarifado e WMS

Mesmo em empresas que utilizam WMS especializados (como o TOTVS WMS, Senior WMS, SAP EWM, Manhattan, Infor WMS ou soluções próprias), o SIGMA EAM se integra para alcançar os objetivos descritos a seguir:

- Consultar saldo em tempo real antes de programar uma O.S.;
- Reservar materiais com antecedência para preventivas planejadas;
- Receber notificações de ruptura de estoque de peças críticas (estoque mínimo);
- Registrar consumo real ao encerramento da O.S., devolvendo a movimentação ao WMS;
- Gerenciar estoques avançados, kits de manutenção e itens em consignação.

O objetivo central é eliminar planilhas paralelas e garantir que o planejador da manutenção tome decisão com base no mesmo saldo visto pelo almoxarife.

1.4 Integração com Sistemas de Compras e SRM

Para empresas que utilizam plataformas dedicadas de Procurement como SAP Ariba, Coupa, Mercado Eletrônico, TOTVS Procurement e Senior Compras, o SIGMA EAM integra os seguintes fluxos:

- Geração de requisições de compra a partir de O.S. corretivas urgentes;
- Roteamento da requisição pelo workflow de aprovação corporativo;
- Acompanhamento do status do pedido (cotação, aprovação, faturamento, entrega) dentro do próprio SIGMA;
- Vinculação da nota fiscal de entrada à O.S. de origem, fechando o ciclo de custo real.

1.5 Integração com RH e Gestão de Pessoas

A integração com sistemas de RH (SAP SuccessFactors, TOTVS RH, Senior HCM, ADP, LG Lugar de Gente) cobre os seguintes pontos:

- Cadastro unificado de colaboradores, com especialidades, turnos, qualificações e certificações (NR-10, NR-12, NR-33, NR-35, etc.);
- Controle de validade de treinamentos exigidos para execução de tarefas críticas;
- Integração com ponto eletrônico para apuração precisa de homem-hora aplicado em manutenção;
- Retorno das horas-extras geradas por O.S. para a folha de pagamento;
- Cálculo de produtividade da equipe de manutenção (índice de utilização, eficiência e cumprimento de programação).

1.6 Integração com Gestão de Projetos (PMO e CAPEX)

Em projetos de expansão, paradas programadas (shutdowns) e grandes intervenções, o SIGMA se integra a sistemas como MS Project, Primavera P6, SAP PS (Project System), TOTVS Gestão de Projetos e Senior Projetos, permitindo:

- Vinculação de O.S. a fases e atividades de um cronograma macro;
- Consolidação de custos de manutenção dentro do orçamento do projeto (CAPEX);
- Acompanhamento físico-financeiro de paradas programadas;
- Controle de escopo, prazo e custo de retrofits e revampings;
- Apoio a auditorias e prestação de contas a investidores e órgãos reguladores.

1.7 Integração com IoT, Sensores e Indústria 4.0

Este é um dos diferenciais nativos mais fortes do SIGMA EAM. A plataforma possui integração nativa com sensores e APIs para leitura em tempo real de vibração e temperatura, além de horímetros WiFi inclusos sem custo adicional. As integrações possíveis incluem:

- Sensores de vibração, temperatura, corrente, pressão e ultrassom (Dynamox, I-See, Treon, Banner, Phantom, Schaeffler OPTIME, entre outros);
- Horímetros WiFi e LoRaWAN para apropriação automática de horas de operação dos ativos;
- Plataformas de IoT industrial como AWS IoT, Azure IoT Hub, Siemens MindSphere, GE Predix e PTC ThingWorx;
- CLPs e sistemas SCADA (Siemens, Rockwell, Schneider, WEG) via OPC UA, MQTT ou Modbus TCP;
- Sistemas MES (Manufacturing Execution Systems) para correlacionar paradas de máquina, OEE e geração automática de O.S.

O objetivo é permitir manutenção preditiva e prescritiva: o sensor identifica um desvio, o SIGMA recebe o alerta, a IA transversal analisa o padrão histórico e dispara automaticamente uma O.S. com a peça correta reservada no almoxarifado.

1.8 Integração com BI Corporativo e Data Warehouse

O PCM-BI, módulo nativo do SIGMA, conecta-se diretamente a centenas de fontes de dados e a qualquer data warehouse corporativo (Power BI, Tableau, Qlik Sense, SAP BW/4HANA, Snowflake, Databricks, Google BigQuery), permitindo que os KPIs de manutenção (MTBF, MTTR, OEE, backlog, disponibilidade, cumprimento da preventiva) sejam consumidos junto aos demais indicadores corporativos em um único painel executivo.

1.9 Outras Integrações Relevantes

Além das categorias principais já descritas, o SIGMA EAM se integra a:

- Sistemas de qualidade e SGI (ISO 9001, 14001, 45001): vinculação de não conformidades a O.S. corretivas e ações de bloqueio.
- Sistemas de segurança do trabalho e PT (Permissão de Trabalho): emissão automática de PT vinculada à O.S., com checklists de NR.
- E-mail corporativo e WhatsApp Business API: notificações automáticas, abertura de O.S. via WhatsApp e conversão de mensagens em ordem de serviço.
- Identificação facial e biometria: autenticação de execução de O.S. críticas.
- GED e gestão documental (SharePoint, Alfresco, M-Files): anexação automática de manuais, datasheets, certificados de calibração e ARTs.

1.10 Arquitetura de Integração Suportada

O SIGMA EAM suporta os principais padrões de integração corporativa do mercado, consolidados no quadro a seguir:

Padrão	Aplicação no SIGMA EAM
REST e SOAP Web Services	Autenticação OAuth 2.0, JWT e tokens corporativos. Padrão para integrações síncronas transacionais.
Filas de Mensageria	RabbitMQ, Kafka, Azure Service Bus, IBM MQ. Para integrações assíncronas de alto volume.
Banco de Dados (views, SPs, CDC)	Utilizado quando o ERP exige esse modelo ou em cenários de leitura massiva.
Plataformas iPaaS	MuleSoft, Boomi, Microsoft Power Automate e Zapier para orquestração visual.
Arquivos Estruturados	XML, JSON, CSV, EDI para integração com sistemas legados ou cargas em lote.
IDocs e BAPIs (SAP)	Padrão nativo SAP para sincronização de mestres e movimentação contábil.

Toda integração é projetada para ser bidirecional, auditável, com tratamento de exceções e logs completos, garantindo conformidade com LGPD e com as políticas internas de segurança da informação do cliente.

Conclusão da Parte I — Transição para a Parte II

A capacidade de integração do SIGMA EAM com SAP, TOTVS, Senior e demais sistemas corporativos elimina silos de informação, reduz drasticamente o esforço operacional de digitação dupla e transforma a manutenção em um centro de inteligência estratégica conectado ao restante

da operação. O resultado prático é a redução do custo total de manutenção (CTM), o aumento da disponibilidade de ativos e a maturidade rumo à Indústria 4.0. Apresentado o panorama do que se integra, as próximas partes do manual tratam de como documentar (Parte II), como levantar requisitos (Parte III) e como aplicar tudo em casos reais (Parte IV).

PARTE II — METODOLOGIA DE DOCUMENTAÇÃO (DTI)

2. Propósito e Aplicabilidade do Manual

Este manual estabelece o padrão normativo para a elaboração da documentação técnica de integração entre o SIGMA EAM e os sistemas corporativos do cliente (ERPs, WMS, SRM, HCM, IoT, MES, GED e demais). Sua aplicação é obrigatória em todos os projetos de integração conduzidos pela Rede Industrial ou por parceiros homologados.

O manual orienta a produção de três artefatos centrais: o Dicionário de Dados De-Para (Field Mapping Document), a Matriz de Gatilhos (Trigger Matrix) e a Especificação de Mecanismos de Transmissão (Transport Specification). Em conjunto, esses três artefatos formam o DTI — Documento Técnico de Integração, que será o instrumento contratual e operacional do projeto.

Esta versão 2.0 consolida o ciclo completo de um projeto de integração em seis Partes complementares: Parte I (Panorama de Integrações) mapeia o universo de sistemas integráveis; Parte II (Metodologia DTI) define como documentar cada integração; Parte III (Instrumentos de Levantamento) traz o Questionário Fundamental de 200 perguntas e os 30 Requisitos de Estoque e Compras; Parte IV (Execução e Ciclo de Vida) orienta sobre fases, cronograma, cutover, testes, migração e gestão de riscos; Parte V (Operação, Sustentação e Contratos) cobre o regime pós-go-live, suporte, runbook, comercial, LGPD e compliance; e Parte VI (Catálogo de Referência) traz casos de uso recorrentes e o exemplo completo aplicado.

Princípio Fundamental

Toda integração precisa responder, de forma documental e auditável, a quatro perguntas: o que se integra (dados), como se integra (mapeamento e regras), quando se integra (gatilhos) e por qual meio se integra (mecanismo de transporte). Sem essas quatro respostas formalmente registradas, nenhuma interface deve ser desenvolvida ou colocada em produção.

3. Estrutura do Documento Técnico de Integração (DTI)

O DTI deverá ser elaborado por interface (por exemplo, “Integração de Requisição de Compra SIGMA → SAP MM”), e não por sistema. Cada interface terá um documento próprio, identificado por código único no padrão:

INT- [ORIGEM] - [DESTINO] - [OBJETO] - [NNN]

Exemplo prático: INT-SIGMA-SAP-PR-001, para a interface de geração de Requisição de Compra do SIGMA para o SAP.

3.1 Seções Obrigatórias do DTI

Cada DTI contém, obrigatoriamente, as seguintes seções:

- Identificação e versionamento (cabeçalho de controle)
- Descrição funcional do fluxo (linguagem de negócio)
- Dicionário de dados de-para (mapeamento campo a campo)
- Regras de transformação e validação
- Matriz de gatilhos (eventos e condições de disparo)
- Especificação do mecanismo de transmissão (transporte)
- Tratamento de exceções e modelo de reprocessamento
- Plano de testes (unitário, integrado, regressão, performance)
- Matriz de responsabilidades (RACI)

4. Dicionário de Dados “De-Para” (Field Mapping)

4.1 Conceito

O dicionário “de-para” é a tabela que descreve, campo a campo, como cada atributo do sistema de origem se converte em um atributo do sistema de destino. É o coração técnico da integração e a referência única para desenvolvedores, testadores e usuários funcionais.

4.2 Estrutura Mínima Obrigatória

Cada linha do dicionário representa um campo e deve conter, no mínimo, as colunas descritas na tabela a seguir:

Nº	Coluna	Descrição	Origem	Destino
1	Sequencial	Identificador numérico do campo na interface	—	—
2	Campo Técnico	Nome técnico exato (BD ou API)	Sim	Sim
3	Nome de Negócio	Nome funcional compreensível	Sim	Sim
4	Tabela/Estrutura	Tabela, view, struct, objeto JSON/XML	Sim	Sim
5	Tipo de Dado	Tipo nativo, tamanho e precisão	Sim	Sim
6	Obrigatoriedade	M (Mandatory), O (Optional), C (Conditional)	Sim	Sim
7	Tipo Mapeamento	Direto, Transformação, Lookup, etc.	—	—
8	Regra Transformação	Descrição textual ou pseudocódigo	—	—
9	Valor Default	Valor padrão quando origem nula	—	Sim
10	Validação	Formato, range, lista de domínio	—	—
11	Domínio Origem	Tabela de domínio que governa o campo	—	—
12	Observações	Notas de negócio e exceções	—	—
13	Responsável	Área / key user dono da regra	—	—

4.3 Tipos de Mapeamento Padronizados

Todo mapeamento de campo deve ser classificado em uma das categorias abaixo, e essa categoria deve constar explicitamente na coluna “Tipo de Mapeamento” do dicionário:

Tipo	Descrição e Exemplo
Direto (1:1)	Cópia integral sem transformação. Ex.: código do material no SIGMA → MATNR no SAP.
Transformação	Conversão de formato, unidade ou tipo. Ex.: data dd/MM/yyyy → yyyy-MM-dd.
Constante	Valor fixo, independente da origem. Ex.: tipo de movimento sempre “261”.
Derivação	Valor derivado de outros campos. Ex.: centro de custo derivado do ativo.
Cálculo	Resultado de operação matemática. Ex.: total = quantidade × preço unitário.
Concatenação	Junção de dois ou mais campos. Ex.: “código + descrição”.
Quebra (Split)	Divisão de um campo em vários. Ex.: endereço completo → logradouro, número, CEP.
Lookup	Tradução por tabela de correspondência. Ex.: “ALTA” → “1”, “MÉDIA” → “2”.

4.4 Exemplo Prático de Linha do Dicionário De-Para

A título de referência, segue um exemplo de como uma linha do dicionário deve ser preenchida para o campo “centro de custo” em uma integração de Requisição de Compra:

Exemplo: Campo N° 015 — Centro de Custo

Origem Técnica: OS.CENTRO_CUSTO_ID | Nome Negócio: Centro de Custo da O.S. | Tabela: ORDEM_SERVICO | Tipo: VARCHAR(10) | Obrigatório: M || Destino Técnico: EBAN-KOSTL | Tabela: EBAN (SAP) | Tipo: CHAR(10) | Obrigatório: M || Tipo Mapeamento: Derivação | Regra: Se a O.S. possui centro de custo preenchido, replicar; caso contrário, derivar do ativo via tabela ATIVO_CC; se o ativo não possuir CC, usar default da área de manutenção (parâmetro GLOBAL_CC_MANUT) | Default: 9999999999 | Validação: Deve existir na tabela CSKS do SAP (validar via RFC antes do envio) | Observação: Em fechamento contábil (dias 1 a 5 do mês), bloquear envio e enfileirar. | Responsável: Controladoria.

5. Regras de Transformação e Validação

5.1 Documentação de Regras Complexas

Quando uma regra de transformação for complexa (mais de uma linha de descrição), ela deve ser documentada em seção própria do DTI, com identificador único (RT-001, RT-002, etc.), e referenciada na coluna “Regra de Transformação” do dicionário.

Cada regra complexa deve conter os elementos abaixo:

- Identificador único (ex.: RT-007)
- Nome funcional da regra
- Descrição em linguagem natural
- Pseudocódigo ou diagrama de decisão
- Casos de teste positivos
- Casos de teste negativos
- Comportamento esperado em situações de exceção
- Responsável funcional pela regra

5.2 Tabelas de Domínio e De-Para Tabelado

Todas as tabelas de lookup utilizadas em mapeamentos do tipo “Lookup” devem ser formalmente anexadas ao DTI, contendo código de origem, descrição de origem, código de destino, descrição de destino, validade (data início/fim, se aplicável) e responsável pela manutenção da tabela. Tabelas de domínio são versionadas como qualquer outro artefato do projeto, e alterações exigem aprovação formal.

5.3 Validações Pré-Envio e Pós-Recebimento

Toda interface deve documentar dois conjuntos de validação: as validações pré-envio, executadas no sistema de origem antes da transmissão (evitam enviar dado inválido), e as validações pós-recebimento, executadas no sistema de destino ou no middleware após a recepção (garantem que o dado recebido é processável).

Cada validação deve indicar: campos envolvidos; tipo (formato, range, existência, consistência referencial, regra de negócio); ação em caso de falha (rejeitar, alertar e prosseguir, substituir por default); e mensagem de erro padronizada.

6. Matriz de Gatilhos (Trigger Matrix)

6.1 Conceito de Gatilho

Gatilho é o evento ou condição que dispara a execução de uma interface. A definição precisa dos gatilhos é tão crítica quanto o mapeamento dos campos: uma interface bem mapeada que dispara no momento errado gera tantos problemas quanto uma interface mal mapeada.

6.2 Tipos de Gatilho Padronizados

Toda interface deve ser classificada quanto ao tipo de gatilho que a aciona, segundo a tipologia abaixo:

Tipo de Gatilho	Descrição e Aplicabilidade
Event-Driven	Disparado por evento funcional ocorrido no sistema (abertura de O.S., aprovação, encerramento). Recomendado para integrações transacionais em tempo real.
State-Change Driven	Dispara quando um registro muda de status (ex.: Planejada → Liberada). Exige controle de status anterior e novo, ou triggers de banco/CDC.
Time-Driven	Executa em horários ou periodicidades fixas. Adequado para sincronização de cadastros mestres, fechamentos contábeis e cargas de BI.
Manual Batch	Disparado por ação explícita de usuário em tela administrativa do middleware. Usado em cargas iniciais, reprocessamentos e correções pontuais.
Threshold-Driven	Dispara ao atingir volume definido (fila com N mensagens, estoque abaixo do ponto de reposição). Útil para reposição automática e batching.
Polling	Consumidor consulta periodicamente o produtor. Menos eficiente, usado quando o produtor não suporta push de eventos.
Híbrido	Combinação de tipos. Ex.: evento de negócio com retenção em fila até janela de tempo permitida.

6.3 Estrutura da Matriz de Gatilhos

Para cada interface, a matriz de gatilhos deve documentar os atributos descritos a seguir:

Atributo	Descrição
Código do Gatilho	Identificador único (GT-001, GT-002, etc.)
Tipo	Conforme tipologia da seção 5.2
Evento/Condição	Descrição precisa do que dispara a interface
Sistema Disparador	Sistema onde o evento ocorre
Pré-Condições	Condições que devem ser verdadeiras antes do disparo

Atributo	Descrição
Pós-Condições	Estado esperado após a execução
Frequência Esperada	Disparos por dia/hora/minuto previstos
Volume Médio	Quantidade média de registros por execução
Volume de Pico	Quantidade máxima esperada (paradas, fechamentos)
Janela de Execução	Horários permitidos e horários proibidos
Criticidade	Crítica, Alta, Média, Baixa
SLA	Tempo máximo entre o gatilho e a conclusão da interface
Dependências	Interfaces ou processos que precisam ter executado antes

6.4 Diagrama de Sequência

Toda interface deve ter, anexo ao DTI, um diagrama de sequência (UML) mostrando: sistemas envolvidos, ordem das chamadas, mensagens trocadas, pontos de validação e pontos de tratamento de exceção. O diagrama é obrigatório e deve ser produzido em ferramenta versionável (PlantUML, Mermaid, draw.io exportável).

7. Mecanismos de Transmissão de Dados

7.1 Modelos de Transporte Suportados

A escolha do mecanismo de transmissão é uma decisão arquitetural que deve ser fundamentada em três critérios: criticidade temporal (síncrona versus assíncrona), volume de dados (transacional versus lote) e confiabilidade exigida (entrega garantida, ordem garantida, idempotência).

O DTI deve indicar qual mecanismo será adotado e justificar a escolha. Os mecanismos padronizados são os seguintes:

Mecanismo	Descrição e Aplicabilidade
API REST (HTTPS/JSON)	Padrão recomendado para integrações transacionais síncronas. Adequado para consulta de saldo, criação de PR, atualização de status. Exige OpenAPI/Swagger anexo ao DTI, com endpoints, métodos HTTP, códigos de retorno, payloads e modelo de autenticação (OAuth 2.0, JWT, API Key).
Web Services SOAP (XML/WSDL)	Modelo legado amplamente utilizado em SAP (BAPIs expostos), TOTVS Protheus (WS-SIGAXXX) e Senior G7. Exige WSDL e contratos XSD anexos ao DTI.
Mensageria Assíncrona	Kafka, RabbitMQ, Azure Service Bus, IBM MQ. Recomendado para alto volume, desacoplado, com garantia de entrega. Exige tópico/fila, formato (Avro, JSON Schema, Protobuf), retenção, retry, DLQ, particionamento e consumer groups.
IDocs (SAP)	Modelo nativo SAP para integração assíncrona estruturada. Adequado para cadastros mestres (MATMAS, DEBMAS, CREMAS) e movimentação contábil (FIDCC). Exige tipo de IDoc, segmentos, partner profile, port e modo de processamento.
Arquivos Estruturados	CSV, XML, JSON, EDI, posicional. Transferidos via SFTP ou pasta de rede. Adequado para cargas em lote, integrações com legados. Exige layout, charset, delimitadores, máscaras, nomenclatura, diretório, retenção e renomeação pós-processamento.
Acesso Direto a Banco	Views, stored procedures, CDC. Último recurso, quando o sistema não expõe API/mensageria. Não recomendado para escrita. Exige usuário técnico, índices, política de bloqueio e janela de execução.
Plataforma iPaaS	MuleSoft, Boomi, Power Automate, Workato. Orquestração em plataforma externa. O DTI deve referenciar o fluxo implementado, conectores e transformações aplicadas.

7.2 Critérios de Escolha do Mecanismo

A escolha do mecanismo deve seguir a árvore de decisão abaixo, registrada no DTI como justificativa arquitetural:

Critério / Cenário	Mecanismo Indicado
Operação exige resposta imediata ao usuário (ex.: consulta de saldo durante abertura de O.S.)	REST Síncrono
Operação transacional sem resposta imediata e alto volume (ex.: baixa de estoque em massa, sincronização de cadastros)	Mensageria Assíncrona
Necessidade de garantia de entrega e ordem em ambiente SAP	IDoc
Volume em lote, periódico, sistema destino legado	Arquivo via SFTP
Sistema fonte não expõe interface e há urgência (solução temporária)	Acesso a Banco via View
Necessidade de orquestração visual e baixo código entre múltiplos sistemas	iPaaS

7.3 Padrões de Confiabilidade e Resiliência

Todo mecanismo de transmissão documentado no DTI deve responder, obrigatoriamente, às seguintes questões: a entrega é garantida (at-least-once, at-most-once, exactly-once)? A ordem é garantida? Existe idempotência (envios duplicados não geram duplicidade de efeito)? Qual o mecanismo de retry (número de tentativas, intervalo, backoff exponencial)? Existe dead letter queue para mensagens irrecuperáveis? Qual o procedimento de reprocessamento manual?

Atenção — Idempotência

Toda interface transacional deve operar com chave de idempotência (correlation ID, business key), garantindo que reenvios não causem duplicação. O DTI deve explicitar qual campo cumpre esse papel (ex.: OS_NUMERO + ITEM_SEQ).

8. Tratamento de Exceções e Reprocessamento

8.1 Catálogo de Exceções

Para cada interface, o DTI deve manter um catálogo de exceções esperadas, com pelo menos: código da exceção, descrição, causa provável, sistema responsável pela detecção, ação automática do middleware, ação manual exigida do operador e SLA de resolução.

As exceções devem ser classificadas em três categorias:

Categoria	Exemplos de Exceção
Exceções de Dado	Campo inválido, lookup não encontrado, regra de negócio violada, campo obrigatório nulo, formato incorreto.
Exceções de Sistema	Timeout, indisponibilidade do destino, erro HTTP 500, falha de autenticação, certificado expirado.
Exceções de Processo	Janela proibida (fechamento contábil), dependência não atendida, ativo bloqueado, ordem em status inválido.

8.2 Modelo de Reprocessamento

O DTI deve descrever o modelo de reprocessamento adotado: automático com retry programado, manual via tela administrativa do middleware, ou híbrido. Deve indicar quem tem permissão para reprocessar (perfil técnico, perfil funcional) e quais auditorias serão registradas em cada reprocessamento.

8.3 Reconciliação Periódica

Para integrações críticas (estoque, financeiro, ativos), o DTI deve prever rotina de reconciliação periódica entre as bases, com frequência definida (diária, semanal, mensal), responsável pela execução, formato do relatório de divergências e processo de tratamento das divergências encontradas.

9. Governança, Versionamento e Controle de Mudanças

9.1 Versionamento do DTI

Todo DTI deve ter cabeçalho com: código da interface, versão (semantic versioning: major.minor.patch), data, autor, revisor, aprovador funcional, aprovador técnico e status (rascunho, em revisão, aprovado, em produção, descontinuado).

Mudanças em interfaces em produção exigem nova versão do DTI, com registro do que mudou, motivo, impacto avaliado, plano de rollback e janela de implantação. Mudanças classificadas como “major” (quebra de contrato) exigem coexistência das duas versões por período acordado entre as partes.

9.2 Matriz RACI

O DTI deve conter matriz RACI explicitando, para cada atividade do projeto, quem é Responsável (R), Aprovador (A), Consultado (C) e Informado (I). A tabela abaixo apresenta o modelo de referência sugerido pela Rede Industrial:

Atividade	R	A	C	I
Especificação Funcional do DTI	Key User	Sponsor	TI Cliente	Equipe
Desenho Técnico e Arquitetura	Arq. Integração	TI Cliente	Key User	Equipe
Desenvolvimento	Dev Rede Ind.	Arq.	TI Cliente	Key User
Testes Unitários e Integrados	QA Rede Ind.	Arq.	Key User	Sponsor
Homologação Funcional	Key User	Sponsor	Rede Ind.	TI Cliente
Deploy em Produção	TI Cliente	Sponsor	Rede Ind.	Key User
Monitoramento e Suporte L1	TI Cliente	TI Cliente	Rede Ind.	Key User
Suporte L2/L3	Rede Ind.	Rede Ind.	TI Cliente	Key User

9.3 Repositório Central de DTIs

Todos os DTIs devem ser mantidos em repositório central com versionamento (Git, SharePoint com versões, Confluence), acessível a todas as partes interessadas e auditável. A Rede Industrial recomenda Git como padrão, com o DTI escrito em formato Markdown ou AsciiDoc e diagramas em formato textual (PlantUML, Mermaid), permitindo diff entre versões e pull requests para revisões.

10. Checklist de Qualidade antes da Aprovação do DTI

Antes da aprovação final, todo DTI deve ser submetido ao checklist abaixo, conduzido pelo arquiteto de integração e pelos key users das áreas envolvidas. Somente após o aceite formal de todos os itens o DTI é promovido a “Aprovado” e libera o início do desenvolvimento.

1. A interface tem nome e código únicos no padrão estabelecido (INT-XXX-XXX-XXX-NNN).
2. O fluxo funcional está descrito em linguagem de negócio compreensível.
3. O dicionário de-para está completo, com todos os campos obrigatórios mapeados.
4. Todas as regras de transformação complexas têm identificador próprio e descrição detalhada.
5. As tabelas de lookup estão anexadas e versionadas.
6. Os gatilhos estão documentados com frequência, volume e SLA.
7. O mecanismo de transmissão está justificado por critérios arquiteturais.
8. O modelo de confiabilidade (entrega garantida, ordem, idempotência) está explícito.
9. O catálogo de exceções cobre os cenários previsíveis.
10. O plano de reprocessamento está claro.
11. Existe diagrama de sequência anexo.
12. A matriz RACI está preenchida.
13. O plano de testes (unitário, integrado, end-to-end, regressão, performance) está anexado.
14. Os ambientes (DEV, HML, PRD) e suas configurações específicas estão documentados.
15. As credenciais técnicas estão cofradas e referenciadas, nunca expostas no documento.
16. As perguntas do Questionário Fundamental (Seção 11) aplicáveis à interface foram respondidas formalmente pelo cliente.
17. Os 30 Requisitos Técnicos de Estoque e Compras (Seção 12) foram revisados e respondidos, quando aplicável.

PARTE III — INSTRUMENTOS DE LEVANTAMENTO

11. Questionário Fundamental para Integração

11.1 Propósito do Questionário

O Questionário Fundamental é o instrumento de levantamento preliminar e abrangente que precede qualquer projeto de integração com o SIGMA EAM. Suas 200 perguntas cobrem o ecossistema completo do cliente — da governança do projeto à automação industrial — e devem ser respondidas formalmente antes do kick-off técnico, servindo de base para o dimensionamento da proposta, a definição de escopo e a elaboração dos DTIs.

Enquanto a Seção 12 (Requisitos de Estoque e Compras) aprofunda 30 questionamentos técnicos em um fluxo específico, este Questionário Fundamental funciona como o mapa amplo do território, identificando dependências, restrições, sistemas envolvidos, políticas corporativas e maturidade tecnológica do cliente em todas as dimensões relevantes.

11.2 Estrutura do Questionário

As 200 perguntas estão organizadas em 10 seções temáticas, conforme o quadro a seguir:

Seção	Tema	Faixa	Etapa
1	Governança, Escopo e Estratégia	Q-001 a Q-020	Etapa 1
2	Infraestrutura de TI e Ambiente Técnico	Q-021 a Q-045	Etapa 1
3	Segurança da Informação e LGPD	Q-046 a Q-060	Etapa 1
4	ERP Corporativo (SAP/TOTVS/SENIOR)	Q-061 a Q-090	Etapa 2
5	Almoxarifado e Gestão de Estoque	Q-091 a Q-115	Etapa 2
6	Compras e Suprimentos	Q-116 a Q-135	Etapa 2
7	Recursos Humanos e Gestão de Pessoas	Q-136 a Q-155	Etapa 2
8	Projetos, CAPEX e Paradas	Q-156 a Q-170	Etapa 2
9	IoT, Automação e Indústria 4.0	Q-171 a Q-185	Etapa 3
10	Qualidade, SMS e GED	Q-186 a Q-200	Etapa 3

11.3 Como Aplicar o Questionário

Recomenda-se que o cliente responda este documento em três etapas progressivas, distribuindo a carga entre os perfis mais qualificados para cada conjunto de perguntas:

Etapa	Seções Cobertas	Responsáveis
Etapa 1	Seções 1 a 3: Governança, Infraestrutura, Segurança	Liderança de TI e Sponsor do Projeto
Etapa 2	Seções 4 a 8: ERP, Almoxarifado, Compras, RH e Projetos	Gestores funcionais de cada área
Etapa 3	Seções 9 e 10: IoT, Automação, Qualidade e SMS	Líderes de Manutenção, Engenharia de Confiabilidade e SGI

Benefícios da Aplicação Formal do Questionário

O preenchimento completo deste questionário antecipa decisões críticas do projeto, reduz o tempo de descoberta, evita retrabalho em fase de execução e permite que a Rede Industrial elabore uma proposta técnico-comercial precisa e dimensionada para a realidade do cliente. Cada resposta documentada vira insumo direto para os DTIs específicos das interfaces.

- Q-001** Qual é o objetivo estratégico principal da integração entre o SIGMA EAM e os sistemas corporativos?
- Q-002** Quem é o sponsor executivo do projeto de integração?
- Q-003** Existe um comitê de governança definido para o projeto?
- Q-004** Qual é o prazo desejado para conclusão da integração?
- Q-005** Há uma data crítica de negócio que condiciona o cronograma (parada, auditoria, fechamento fiscal)?
- Q-006** Qual é o orçamento aprovado para o projeto de integração?
- Q-007** Quais são os indicadores de sucesso (KPIs) esperados após a integração?
- Q-008** Existe documentação de arquitetura corporativa (TOGAF, ArchiMate ou similar)?
- Q-009** A integração faz parte de um programa maior de transformação digital?
- Q-010** Quem são os key users de cada área envolvida (manutenção, suprimentos, RH, TI, financeiro)?
- Q-011** Qual área será a dona funcional da integração após a implantação?
- Q-012** Há um responsável técnico interno do lado do cliente para o projeto?
- Q-013** Existe equipe interna de TI disponível para apoiar a integração ou será necessária consultoria externa?
- Q-014** O cliente possui contrato de suporte vigente com os fornecedores dos ERPs envolvidos?
- Q-015** Há restrições contratuais com fornecedores que limitem o acesso a APIs ou bancos de dados?
- Q-016** Quais sistemas estão fora do escopo da integração nesta fase?
- Q-017** Existe previsão de fases futuras (roadmap) de novas integrações?
- Q-018** O projeto será conduzido em metodologia ágil, waterfall ou híbrida?
- Q-019** Há expectativa de homologação por consultoria independente (auditoria de qualidade)?
- Q-020** Quais são os principais riscos já mapeados pelo cliente para o projeto?

- Q-021** O SIGMA EAM será implantado em nuvem (SaaS), on-premise ou modelo híbrido?
- Q-022** Qual é o provedor de nuvem utilizado pela empresa (AWS, Azure, GCP, Oracle Cloud)?
- Q-023** Existe uma política de cloud-first ou de manutenção em data center próprio?
- Q-024** Quais são os ambientes disponíveis para o projeto (desenvolvimento, homologação, produção)?
- Q-025** Há ambiente de homologação espelhado do ambiente de produção do ERP?
- Q-026** Qual é a topologia de rede entre os sistemas que serão integrados?
- Q-027** Existem firewalls, proxies ou DMZs que afetarão a comunicação entre sistemas?
- Q-028** Há VPN ou link dedicado entre as plantas industriais e o data center?
- Q-029** Qual é a largura de banda disponível para tráfego de integração?
- Q-030** Existem janelas de manutenção predefinidas para os sistemas corporativos?
- Q-031** Qual é a política de backup e retenção de dados da empresa?
- Q-032** Existe plano de disaster recovery (DR) que precisa ser contemplado?
- Q-033** Qual o SLA exigido para as interfaces de integração (tempo de resposta e disponibilidade)?
- Q-034** Há limites de chamadas por minuto/hora nas APIs dos sistemas envolvidos?
- Q-035** Existem certificados digitais corporativos a serem utilizados na integração?
- Q-036** Qual o padrão de autenticação adotado (OAuth 2.0, SAML, LDAP, Active Directory, Azure AD)?
- Q-037** Existe Single Sign-On (SSO) corporativo a ser integrado ao SIGMA?
- Q-038** Qual ferramenta de monitoramento de aplicações está em uso (Zabbix, Dynatrace, New Relic, Grafana)?
- Q-039** Existe uma plataforma de integração (iPaaS) já contratada (MuleSoft, Boomi, Power Automate)?
- Q-040** Existe barramento de serviços corporativo (ESB) já implantado?
- Q-041** Qual é a política de versionamento de APIs adotada pela empresa?
- Q-042** Há gestão centralizada de APIs (API Gateway: Apigee, Kong, AWS API Gateway)?
- Q-043** Existe ferramenta de gestão de logs centralizada (ELK, Splunk, Datadog)?
- Q-044** Qual é o fuso horário adotado nos sistemas e como será tratado o horário de verão?
- Q-045** Existe dependência de fuso horário entre plantas em diferentes regiões geográficas?

- Q-046** Existe política formal de segurança da informação na empresa?
- Q-047** Quais são as exigências de criptografia em trânsito e em repouso?
- Q-048** A empresa possui DPO (Data Protection Officer) designado?
- Q-049** Quais dados pessoais serão trafegados na integração (CPF, matrícula, nome completo)?
- Q-050** Há classificação de dados sensíveis na empresa (pública, interna, confidencial, restrita)?
- Q-051** Existem requisitos de mascaramento de dados nos ambientes de homologação?
- Q-052** A empresa possui certificação ISO 27001 ou está em processo de obtenção?
- Q-053** Existem auditorias externas periódicas que avaliam integrações de sistemas?
- Q-054** Quais são as regras de retenção e descarte de logs de integração?
- Q-055** Existe processo formal de gestão de identidades e acessos (IAM)?
- Q-056** Como serão tratadas as credenciais técnicas (service accounts) entre sistemas?
- Q-057** Há cofre de senhas corporativo (CyberArk, HashiCorp Vault, Azure Key Vault) em uso?
- Q-058** Existem restrições de tráfego de dados entre países (transferência internacional)?
- Q-059** Há exigência de trilha de auditoria para todas as transações integradas?
- Q-060** Quem deverá assinar o termo de responsabilidade pelo tratamento de dados?

- Q-061** Qual ERP é utilizado atualmente pela empresa?
- Q-062** Em que versão está o ERP e há previsão de upgrade nos próximos 12 meses?
- Q-063** O ERP é hospedado on-premise, em cloud privada ou SaaS do fornecedor?
- Q-064** Quais módulos do ERP estão implantados e em produção?
- Q-065** Existem customizações relevantes no ERP que afetarão as integrações?
- Q-066** Qual o nome e o cargo do consultor responsável pelo ERP do lado do cliente?
- Q-067** Há contrato vigente com integrador do ERP que possa apoiar o projeto?
- Q-068** Quais APIs, BAPIs, IDocs, WebServices ou EAI estão disponíveis e habilitados?
- Q-069** Existe documentação técnica dos serviços expostos pelo ERP?
- Q-070** Há licenças adicionais necessárias para uso das APIs do ERP?
- Q-071** Quem é o responsável por liberar e gerenciar os usuários técnicos de integração no ERP?
- Q-072** Existe restrição de horário para chamadas de integração ao ERP (janelas críticas)?
- Q-073** Qual é o volume médio diário de transações no ERP nas áreas envolvidas?
- Q-074** Existem regras de bloqueio do ERP em datas de fechamento contábil/fiscal?
- Q-075** Como são tratadas as filiais e empresas dentro do ERP (multiempresa, multiplanta)?
- Q-076** Há centros de custo e centros de trabalho já parametrizados para a manutenção?
- Q-077** Existe parametrização específica de tipos de movimento de estoque para manutenção?
- Q-078** O ERP suporta lançamentos retroativos ou apenas lançamentos no dia corrente?
- Q-079** Há workflow de aprovação configurado no ERP para compras e estoque?
- Q-080** Qual é a granularidade do plano de contas vinculado às operações de manutenção?
- Q-081** Existem ordens internas, elementos PEP ou WBS específicos para manutenção?
- Q-082** Como são tratados itens de uso e consumo versus peças de reposição?
- Q-083** Há controle de patrimônio (ativo imobilizado) já integrado ao módulo de manutenção do ERP?
- Q-084** O ERP utiliza algum CMMS/EAM nativo atualmente (SAP PM, TOTVS Manutenção)?
- Q-085** Em caso afirmativo, qual será a estratégia de coexistência ou substituição?
- Q-086** Existe um data dictionary disponível para os principais cadastros do ERP?
- Q-087** Qual a política de criação e manutenção de cadastros mestres (MDM)?
- Q-088** Existe um sistema de MDM (Master Data Management) consolidando dados entre sistemas?
- Q-089** Quais relatórios do ERP serão substituídos pelo BI do SIGMA?
- Q-090** Há previsão de descontinuação de algum sistema legado após a integração?

- Q-091** A empresa utiliza WMS dedicado ou apenas o módulo de estoque do ERP?
- Q-092** Quantos almoxarifados existem e como estão distribuídos geograficamente?
- Q-093** Existem almoxarifados avançados próximos às áreas produtivas?
- Q-094** Como é feita a separação entre estoque produtivo e estoque de manutenção?
- Q-095** Qual a política de codificação de materiais (interna, padrão ISO, ONU, NCM)?
- Q-096** Existe catálogo eletrônico de peças com fotos, datasheets e fabricantes?
- Q-097** Como são tratados os itens equivalentes e substitutos (cross reference)?
- Q-098** Há controle de número de série e lote para peças críticas?
- Q-099** Existe controle de estoque por validade (lubrificantes, retentores, baterias)?
- Q-100** Como é gerenciado o estoque de segurança (mínimo, máximo, ponto de reposição)?
- Q-101** A empresa adota classificação ABC ou XYZ para os itens de manutenção?
- Q-102** Existe estoque consignado de fornecedores estratégicos?
- Q-103** Como são tratadas as devoluções de peças não utilizadas em O.S.?
- Q-104** Há controle de peças recuperáveis (rotáveis) e seu ciclo de reparo?
- Q-105** Existem kits de manutenção pré-montados para preventivas?
- Q-106** Como é realizado o inventário rotativo dos almoxarifados?
- Q-107** Qual o nível de acurácia atual do estoque (% de divergência)?
- Q-108** Existe processo formal de requisição de material vinculado à O.S.?
- Q-109** As baixas de estoque são realizadas em tempo real ou em lote (batch)?
- Q-110** Existe controle de reserva técnica antecipada para preventivas planejadas?
- Q-111** Como são tratados os itens sem código (compras spot, urgências)?
- Q-112** Há integração com fornecedores via EDI ou portal de e-procurement?
- Q-113** Existe controle de garantia das peças aplicadas em ativos?
- Q-114** Qual é o tratamento dado a peças usadas/desmontadas dos ativos?
- Q-115** Há rastreabilidade do histórico de aplicação de cada peça nos ativos?

- Q-116** Qual sistema é utilizado para gestão de compras (módulo do ERP, SRM, Ariba, Coupa, ME)?
- Q-117** Existe workflow de aprovação por alçada para requisições de manutenção?
- Q-118** Quais são os níveis de alçada e os valores limites de cada nível?
- Q-119** Como é tratada a urgência em compras emergenciais de manutenção?
- Q-120** Há processo formal de homologação de fornecedores de peças e serviços?
- Q-121** Existe catálogo de fornecedores qualificados por tipo de material?
- Q-122** Como é feita a cotação (manual, automática, leilão reverso)?
- Q-123** Existe contrato guarda-chuva (blanket order) para itens recorrentes?
- Q-124** Há SLA contratual com fornecedores estratégicos de manutenção?
- Q-125** Como é tratado o follow-up de pedidos de compra em atraso?
- Q-126** Existe integração entre o pedido de compra e o recebimento físico no almoxarifado?
- Q-127** A nota fiscal de entrada é vinculada à O.S. que originou a compra?
- Q-128** Existe controle de impostos diferenciados para peças importadas?
- Q-129** Como é tratado o despacho aduaneiro de peças importadas críticas?
- Q-130** Há controle de drawback ou regimes especiais para peças?
- Q-131** Existe processo de avaliação de desempenho de fornecedores (qualidade, prazo, preço)?
- Q-132** Como são tratadas as não conformidades de fornecimento (peça errada, fora de especificação)?
- Q-133** Há processo de pagamento integrado ao financeiro vinculado a O.S.?
- Q-134** Existe controle de adiantamentos a fornecedores para fabricação sob encomenda?
- Q-135** Quais relatórios gerenciais de compras devem ser alimentados pelas O.S. do SIGMA?

- Q-136** Qual sistema de RH/HCM é utilizado (SAP SuccessFactors, TOTVS RH, Senior HCM, ADP, LG)?
- Q-137** Existe sistema de ponto eletrônico integrado ao RH?
- Q-138** Como é o cadastro de colaboradores próprios versus terceiros?
- Q-139** Os terceiros têm matrícula no sistema corporativo ou em sistema separado?
- Q-140** Existe controle de especialidades e qualificações por colaborador?
- Q-141** Há cadastro de certificações obrigatórias (NR-10, NR-12, NR-33, NR-35, NR-13)?
- Q-142** Como é gerenciada a validade das certificações e treinamentos?
- Q-143** Existe controle de ASO (Atestado de Saúde Ocupacional) para liberação em O.S.?
- Q-144** Há controle de turnos, escalas e folgas integrado ao RH?
- Q-145** Como é calculado o custo-hora por especialidade e por colaborador?
- Q-146** As horas extras geradas em manutenção retornam automaticamente à folha?
- Q-147** Existe controle de adicional noturno, periculosidade e insalubridade?
- Q-148** Como é tratado o banco de horas dos profissionais de manutenção?
- Q-149** Há controle de DDS (Diálogo Diário de Segurança) integrado às O.S.?
- Q-150** Existem indicadores de produtividade da equipe de manutenção apurados pelo RH?
- Q-151** Como são tratadas as ausências (férias, atestados, treinamentos) no planejamento?
- Q-152** Existe controle de competências (matriz de skills) por equipe?
- Q-153** Há integração com sistema de treinamento e desenvolvimento (LMS)?
- Q-154** Como são identificados os executantes em campo (crachá, biometria, facial, QR Code)?
- Q-155** Existe controle de PT (Permissão de Trabalho) vinculado ao colaborador?

- Q-156** Qual sistema é utilizado para gestão de projetos (MS Project, Primavera P6, SAP PS, TOTVS PJ)?
- Q-157** Existe distinção clara entre OPEX e CAPEX na contabilização de manutenção?
- Q-158** Como são tratados projetos de retrofit e modernização de ativos?
- Q-159** Há vinculação entre O.S. e elementos PEP/WBS do cronograma de projetos?
- Q-160** Existem paradas programadas (shutdowns) gerenciadas como projetos?
- Q-161** Como é feito o planejamento físico-financeiro das grandes paradas?
- Q-162** Há controle de curva S para acompanhamento de paradas?
- Q-163** Existe controle de avanço físico real versus planejado das O.S. em paradas?
- Q-164** Como são tratadas as O.S. extras (não programadas) descobertas durante paradas?
- Q-165** Há critérios formais de priorização entre projetos concorrentes?
- Q-166** Existe gestão de portfólio de projetos de manutenção e confiabilidade?
- Q-167** Como são tratados os custos de mobilização e desmobilização em projetos?
- Q-168** Há controle de mão de obra terceirizada alocada a projetos específicos?
- Q-169** Existe relatório consolidado de custo total de propriedade (TCO) dos ativos?
- Q-170** Como é feita a transferência do projeto para a operação após start-up?

- Q-171** A empresa possui sensores IoT instalados nos ativos críticos?
- Q-172** Quais grandezas físicas são monitoradas (vibração, temperatura, corrente, pressão, ultrassom)?
- Q-173** Quais fabricantes de sensores estão em uso ou planejados (Dynamox, I-See, Treon, Banner)?
- Q-174** Existe plataforma IoT corporativa (AWS IoT, Azure IoT, MindSphere, Predix, ThingWorx)?
- Q-175** Há sistema SCADA ou MES em operação nas plantas?
- Q-176** Quais protocolos industriais estão disponíveis (OPC UA, MQTT, Modbus TCP, PROFINET)?
- Q-177** Existe historiador de processo (PI System, Aveva, Wonderware Historian)?
- Q-178** Como é feita a coleta de horímetros e contadores hoje (manual, automática)?
- Q-179** Há previsão de instalação dos horímetros WiFi inclusos no SIGMA?
- Q-180** Existem alarmes de processo que deveriam gerar O.S. automaticamente?
- Q-181** Como é tratado o backlog de alarmes recorrentes (alarm management)?
- Q-182** Há rotina de inspeções preditivas formalizada (vibração, termografia, ultrassom, óleo)?
- Q-183** Existe laboratório de análise de óleo próprio ou terceirizado?
- Q-184** Como são utilizados os dados preditivos para tomada de decisão de manutenção?
- Q-185** Há projetos de inteligência artificial ou machine learning em andamento na manutenção?

- Q-186** Qual sistema gerencia o SGI (Sistema de Gestão Integrado: ISO 9001, 14001, 45001)?
- Q-187** Existem certificações setoriais específicas (IATF 16949, FSSC 22000, API Q1)?
- Q-188** Como são registradas e tratadas as não conformidades vinculadas a falhas de ativos?
- Q-189** Há processo formal de RCA (Root Cause Analysis) ou MASP integrado às O.S.?
- Q-190** Existe sistema de gestão de incidentes e quase acidentes integrado ao SIGMA?
- Q-191** Como é emitida a PT (Permissão de Trabalho) e a APR (Análise Preliminar de Risco)?
- Q-192** Existe sistema de bloqueio e etiquetagem (LOTO) digital em uso?
- Q-193** Há controle ambiental de resíduos gerados pela manutenção (óleos, EPIs, sucatas)?
- Q-194** Como são tratados os ativos críticos para segurança (SIL, válvulas de segurança, PSV)?
- Q-195** Existem requisitos regulatórios específicos do setor (ANP, ANEEL, Anvisa, Ibama)?
- Q-196** Há controle de calibração de instrumentos integrado à manutenção?
- Q-197** Qual sistema de GED (gestão eletrônica de documentos) é utilizado (SharePoint, Alfresco, M-Files)?
- Q-198** Existe biblioteca técnica digital de manuais, P&IDs, diagramas elétricos e datasheets?
- Q-199** Como serão tratados os anexos de O.S. (fotos, vídeos, laudos) e seu armazenamento?
- Q-200** Há plano de continuidade do conhecimento técnico (gestão de aposentadorias e perda de know-how)?

11.4 Considerações Finais sobre o Questionário

As 200 perguntas acima não esgotam todos os aspectos possíveis de um projeto de integração, mas formam a base mínima sobre a qual a Rede Industrial recomenda construir qualquer plano de trabalho. Casos específicos — indústria farmacêutica com requisitos GxP, setor elétrico com submissão à ANEEL, setor de óleo e gás com requisitos ANP — demandarão perguntas complementares específicas, que serão acrescentadas em workshop de levantamento.

As respostas obtidas neste questionário são insumo direto para: o dimensionamento da proposta comercial; a definição do número de interfaces a desenvolver; a escolha do modelo de transporte mais adequado por interface; o cronograma realista do projeto; e a identificação antecipada de riscos e dependências críticas.

Relação com a Seção 12

Após o preenchimento do Questionário Fundamental, e identificadas as interfaces que envolverão estoque e compras vinculados a O.S., o cliente deve aprofundar o levantamento por meio dos 30 Requisitos Técnicos da Seção 12. Os dois instrumentos são complementares: o Questionário oferece a visão panorâmica; os Requisitos oferecem o aprofundamento técnico transacional.

12. Requisitos Técnicos para Integração de Estoque e Compras

12.1 Escopo e Aplicabilidade

Esta seção define os requisitos técnicos aprofundados para o levantamento, modelagem e desenvolvimento da camada de integração transacional entre o módulo de Ordens de Serviço do SIGMA EAM e os módulos de Estoque (MM/SIGAEST/Estoque Senior) e Compras (MM-PUR/SIGACOM/Compras Senior) do ERP corporativo.

As respostas aos 30 requisitos a seguir definirão a modelagem dos serviços, o desenho dos fluxos transacionais, o tratamento de exceções e as regras de negócio que governarão a requisição, reserva, baixa, devolução e compra emergencial de materiais vinculados a O.S.

Relação com a Seção 11 (Questionário Fundamental)

Esta seção é aplicada após o preenchimento das Seções 4, 5 e 6 do Questionário Fundamental (Q-061 a Q-135), que tratam de ERP, Almoxarifado e Compras em nível panorâmico. Os 30 requisitos a seguir aprofundam tecnicamente o que aquelas perguntas levantaram em escopo. Em workshops, é comum que as respostas das duas seções sejam consolidadas em uma única matriz de decisão.

12.2 Estrutura dos Blocos

Os 30 requisitos estão distribuídos conforme o quadro a seguir:

Bloco	Tema	Faixa de Requisitos
A	Cadastro Mestre de Materiais e Sincronização	REQ-01 a REQ-05
B	Consulta de Saldo e Disponibilidade em Tempo Real	REQ-06 a REQ-10
C	Reserva e Alocação de Materiais	REQ-11 a REQ-15
D	Requisição e Baixa de Materiais	REQ-16 a REQ-20
E	Requisição de Compra a partir da O.S.	REQ-21 a REQ-25
F	Acompanhamento, Recebimento e Rastreabilidade	REQ-26 a REQ-30

A

Cadastro Mestre de Materiais e Sincronização

REQ-01 Modelo de sincronização do cadastro mestre de materiais

Qual será a direção e o modelo de sincronização do cadastro de materiais entre o ERP e o SIGMA EAM: replicação unidirecional (ERP → SIGMA), bidirecional com master no ERP, ou cadastro independente com chave de amarração? Em qualquer cenário, o ERP permanecerá como sistema de origem (system of record) do código SKU?

REQ-02 Estratégia de carga inicial e cargas incrementais

Como será conduzida a carga inicial (full load) do cadastro de materiais e as cargas incrementais (delta load) posteriores? Haverá uso de CDC (Change Data Capture), polling por timestamp de alteração, eventos via mensageria (Kafka/RabbitMQ) ou IDocs de saída (MATMAS no SAP)? Qual a periodicidade aceitável de defasagem entre os cadastros?

REQ-03 Atributos obrigatórios do material a serem replicados

Quais atributos do material são obrigatórios para a operação no SIGMA: código SKU, descrição técnica, descrição comercial, unidade de medida primária e secundária, grupo de mercadorias, classe de material, NCM, fabricante, código do fabricante (part number), código de barras/EAN, peso, dimensões, especificação técnica, ficha de dados de segurança (FISPQ)? Algum atributo é exclusivo do SIGMA e não existe no ERP?

REQ-04 Tratamento de itens equivalentes, substitutos e supersedências

Como serão tratados os itens equivalentes (cross reference), substitutos diretos e supersedências (substituição definitiva por novo código)? O ERP possui tabela de equivalência consolidada? Qual a regra de prioridade quando o item original está com saldo zero e existem múltiplos equivalentes com saldo?

REQ-05 Categorização de materiais para manutenção

Existe uma categorização específica que diferencie materiais de manutenção (peças de reposição, consumíveis, ferramentas, EPs, lubrificantes) dos materiais produtivos? Como essa categorização será refletida no SIGMA para fins de filtros, relatórios e regras de movimentação?

B**Consulta de Saldo e Disponibilidade em Tempo Real****REQ-06 Modelo de consulta de saldo durante a abertura da O.S.**

A consulta de saldo no momento da abertura da O.S. será síncrona (chamada em tempo real ao ERP a cada requisição) ou assíncrona (com cache local no SIGMA atualizado por evento)? Qual é o tempo máximo de resposta aceitável para a consulta síncrona (SLA em milissegundos)?

REQ-07 Granularidade da consulta de saldo

A consulta de saldo precisa retornar saldo total, saldo livre, saldo bloqueado, saldo reservado, saldo em controle de qualidade, saldo em trânsito e saldo em consignação? Como serão tratados os diferentes status de estoque (livre utilização, qualidade, bloqueado, devolução) para fins de decisão de uso na manutenção?

REQ-08 Visão multi-almojarifado e regras de priorização

Quando o material existir em múltiplos almojarifados (planta, avançado, central), qual será a regra de priorização para sugestão automática ao planejador: proximidade geográfica do ativo, almojarifado padrão da área, almojarifado com maior giro, FIFO/FEFO? A regra será parametrizável por tipo de O.S. ou por classe de material?

REQ-09 Tratamento de saldo em outros centros e transferências

O SIGMA deverá enxergar saldos de outros centros/filiais para sugerir transferência interna antes de gerar requisição de compra? Existem regras de bloqueio para transferência entre determinadas plantas (questões fiscais, contratuais, societárias)?

REQ-10 Consulta de localização física no almojarifado

A integração deverá retornar a localização física do item no almojarifado (rua, prateleira, posição, container) para apoiar a separação? Existe WMS dedicado que controla essa localização, ou o controle é feito diretamente no ERP?

C

Reserva e Alocação de Materiais

REQ-11 Modelo de reserva de materiais para preventivas planejadas

Para O.S. preventivas planejadas com antecedência, a reserva de material será criada automaticamente no ERP no momento da liberação da O.S. ou em um momento parametrizável (X dias antes da data programada)? Qual o tipo de movimento será utilizado (reserva manual tipo 261 no SAP, reserva via PM, reserva customizada na TOTVS)?

REQ-12 Validade e expiração de reservas

Qual o prazo máximo de validade de uma reserva criada pelo SIGMA? Existe rotina automática de expiração e liberação de reservas vencidas? Como o SIGMA será notificado quando uma reserva for cancelada manualmente no ERP por outro usuário?

REQ-13 Tratamento de conflito de reservas (concorrência)

Como será tratado o cenário em que duas O.S. simultaneamente solicitam o mesmo item com saldo insuficiente para ambas? Existe regra de prioridade (criticidade da O.S., data programada, FIFO de solicitação)? Haverá bloqueio otimista, pessimista ou fila de espera?

REQ-14 Reserva parcial versus reserva integral

O sistema deverá permitir reserva parcial (parte do material disponível, parte a comprar) ou exigirá reserva integral antes da liberação da O.S.? Qual a regra de bloqueio de execução quando há reserva parcial?

REQ-15 Reserva de kits e listas técnicas (BOM de manutenção)

Como serão tratados os kits de manutenção e as listas técnicas (BOM) vinculadas a planos de manutenção? A reserva será explodida automaticamente em itens componentes? O ERP suporta estrutura de BOM para manutenção ou essa estrutura ficará exclusivamente no SIGMA?

D**Requisição e Baixa de Materiais****REQ-16 Documento de origem da movimentação de estoque**

Qual será o documento de origem (referência) gerado no ERP a partir da O.S. do SIGMA: requisição de material, ordem de manutenção do ERP, reserva, ou um documento customizado? Esse documento ficará vinculado de forma rastreável ao número da O.S. do SIGMA via campo de referência cruzada?

REQ-17 Tipo de movimento contábil para baixa de estoque

Qual o tipo de movimento (movement type) será utilizado para a baixa de estoque por consumo em manutenção: 261 (consumo para ordem) no SAP, requisição interna na TOTVS, ou movimento customizado? Como será diferenciada a baixa para manutenção corretiva, preventiva, preditiva e melhoria (CAPEX)?

REQ-18 Centro de custo, conta contábil e ordem de débito

Quais informações de débito acompanharão a baixa: centro de custo da O.S., conta contábil de despesa, ordem interna, elemento PEP/WBS, projeto? Qual a regra de derivação dessas informações a partir do ativo, da O.S. ou do tipo de manutenção? Existe matriz de derivação contábil já parametrizada no ERP?

REQ-19 Momento da baixa efetiva (apontamento versus encerramento)

A baixa efetiva no estoque ocorrerá no momento do apontamento de execução (durante a O.S.) ou apenas no encerramento técnico da O.S.? Como serão tratados os ajustes de quantidade entre o requisitado, o efetivamente utilizado e o devolvido?

REQ-20 Devolução de materiais não utilizados

Qual o fluxo de devolução de materiais não utilizados ao almoxarifado: documento de devolução automático gerado pelo SIGMA, movimento de estorno (movement type 262 no SAP), ou processo manual? Existe regra de prazo máximo para devolução após o encerramento da O.S.?

E**Requisição de Compra a partir da O.S.****REQ-21 Geração automática de requisição de compra (PR/SC)**

Quando o material não estiver disponível em estoque, a requisição de compra será gerada automaticamente pelo SIGMA no momento da abertura da O.S., ou exigirá ação explícita do planejador? Qual o documento gerado no ERP: PR (Purchase Requisition) no SAP, SC (Solicitação de Compra) na TOTVS, ou equivalente no Senior?

REQ-22 Informações obrigatórias na requisição de compra

Quais informações obrigatórias acompanharão a requisição gerada pelo SIGMA: código do material, quantidade, unidade, data de necessidade, centro de custo, conta contábil, número da O.S. de origem, ativo associado, criticidade, justificativa técnica, especificação adicional, fornecedor sugerido? Há campos customizados (Z-fields no SAP) específicos para manutenção?

REQ-23 Classificação de urgência e fluxo de aprovação diferenciado

Como serão classificadas as requisições quanto à urgência (normal, urgente, emergencial) e qual o impacto dessa classificação no workflow de aprovação? Existe alçada de aprovação específica para compras emergenciais de manutenção (parada de produção)? O SIGMA deverá enviar essa classificação ao ERP?

REQ-24 Tratamento de compras de serviços de manutenção

Como serão tratadas as requisições de serviços de manutenção (mão de obra terceirizada, calibração externa, recuperação de peças)? Será utilizado o mesmo fluxo de PR ou um fluxo distinto (PR de serviço, ordem de serviço de compras)? Como será feita a medição e o aceite do serviço vinculado à O.S.?

REQ-25 Itens sem cadastro prévio (compra spot)

Qual o fluxo para compras de itens sem cadastro prévio no ERP (compras spot, materiais únicos, peças sob encomenda)? O SIGMA permitirá abertura de O.S. com material “texto livre” e posterior cadastramento? Quem será o responsável pela criação do cadastro definitivo após a compra?

F

Acompanhamento, Recebimento e Rastreabilidade

REQ-26 Status do pedido de compra refletido na O.S.

Como o status do ciclo de compra será refletido na O.S. do SIGMA: aguardando aprovação, em cotação, pedido emitido, em trânsito, recebido parcialmente, recebido integralmente? A integração será baseada em eventos (push do ERP) ou polling periódico (pull pelo SIGMA)? Qual a frequência aceitável de atualização?

REQ-27 Vinculação da nota fiscal de entrada à O.S. de origem

A nota fiscal de entrada do material comprado para uma O.S. ficará vinculada de forma rastreável à O.S. de origem? Essa rastreabilidade será exigida para fins fiscais, auditoria interna ou apenas gerencial? Como serão tratados os casos de recebimento parcial e divergências entre NF e pedido?

REQ-28 Tratamento de garantias e devoluções ao fornecedor

Quando uma peça aplicada apresentar falha em garantia, o SIGMA deverá gerar automaticamente a O.S. de troca e a devolução ao fornecedor (RMA) no ERP? Como será controlado o prazo de garantia da peça versus a data de aplicação no ativo?

REQ-29 Custeio real versus custeio padrão na O.S.

O custo do material aplicado na O.S. será valorizado pelo custo médio, custo padrão, último custo de aquisição, ou pelo custo real da nota fiscal? Em que momento o valor será consolidado no SIGMA para fins de custo total da O.S. e do ativo? Como será tratada a variação entre custo orçado e custo real?

REQ-30 Trilha de auditoria e tratamento de exceções transacionais

Qual o nível de log e trilha de auditoria exigido para cada transação integrada (envio, recebimento, erro, retry)? Como serão tratadas as falhas de integração: fila de reprocessamento automático, alerta para operador funcional, dead letter queue, compensating transaction? Existe processo formal de reconciliação periódica entre as bases (SIGMA × ERP) para identificar divergências de movimentação?

Recomendação Final — Workshop de Levantamento

Este levantamento deve ser conduzido em workshop técnico conjunto, com duração estimada de 8 a 16 horas, produzindo ao final uma matriz de decisão consolidada que servirá de base para a Especificação Funcional Detalhada (FSD) e o Desenho Técnico Detalhado (TDD) de cada interface, incluindo contratos de API, mapeamento de campos (de-para), regras de transformação, tratamento de exceções e plano de testes integrados.

PARTE IV — EXECUÇÃO E CICLO DE VIDA DO PROJETO

13. Ciclo de Vida do Projeto: Fases, Gates e Entregáveis

13.1 Visão Geral das Fases

Todo projeto de integração com o SIGMA EAM segue um ciclo de vida estruturado em oito fases progressivas, cada uma com objetivos específicos, entregáveis obrigatórios e um gate de saída que precisa ser formalmente aprovado antes da transição para a fase seguinte. A disciplina de gates protege o projeto de avançar com pendências críticas que se tornariam, mais tarde, retrabalho ou passivo técnico.

Fase	Objetivos	Entregáveis	Gate de Saída
1. Diagnóstico	Entender o ecossistema do cliente; mapear sistemas, integrações desejadas e maturidade.	Questionário Fundamental respondido; Inventário de sistemas; Mapa de stakeholders.	Aprovação executiva do diagnóstico.
2. Especificação	Detalhar cada interface; aplicar Requisitos de Estoque e Compras; produzir FSD.	FSDs; Matriz de interfaces; Estimativa S/M/L/XL.	FSDs assinados pelos key users.
3. Desenho Técnico	Definir arquitetura, mapeamentos, gatilhos, transporte; produzir DTIs.	DTIs aprovados; OpenAPI/WSDL; Diagramas de sequência.	DTIs aprovados em comitê técnico.
4. Construção	Desenvolver as interfaces; configurar middleware; criar massa de teste.	Código versionado; Ambiente DEV/HML; Massa de dados.	Testes unitários e de contrato OK.
5. Testes Integrados	Executar testes ponta a ponta, regressão, performance e UAT.	Relatórios de teste; Bugs corrigidos; Aprovação UAT.	Termo de aceite funcional do cliente.
6. Cutover	Carga inicial, virada de chave, paralelismo e estabilização.	Plano de cutover executado; Carga validada; Go-Live formal.	Termo de aceite de Go-Live assinado.
7. Hipercurdado	Acompanhamento intensivo nos primeiros 15-30 dias de produção.	Diário de incidentes; KPIs operacionais; Ajustes finos.	Encerramento formal do hipercurdado.
8. Sustentação	Operação em regime; suporte L1/L2/L3; evolução contínua.	Runbook; Dashboards; Backlog de evolução.	Renovação ou descomissionamento.

13.2 Critérios de Saída (Gates) Detalhados

Cada gate é uma decisão executiva, não uma formalidade. As condições mínimas para aprovação de cada gate são:

- Gate de Diagnóstico: 95% das perguntas aplicáveis do Questionário respondidas; inventário de sistemas completo; sponsor confirmado.
- Gate de Especificação: todas as FSDs aprovadas pelos respectivos key users; matriz de interfaces consolidada; estimativa de esforço aceita.
- Gate de Desenho Técnico: 100% dos DTIs em status “Aprovado”; arquitetura validada pelo arquiteto do cliente; contratos de API formalizados.
- Gate de Construção: testes unitários com cobertura mínima de 80%; testes de contrato passando 100%; código revisado e versionado em Git.
- Gate de Testes Integrados: zero defeitos críticos abertos; testes de performance dentro do SLA; UAT formalmente aceito pelos usuários.
- Gate de Cutover: plano de rollback testado; equipes de plantão escaladas; comunicação aos stakeholders enviada; backup pré-virada concluído.
- Gate de Hipercuidado: número de incidentes em queda; KPIs operacionais dentro da meta; equipe de sustentação treinada e habilitada.
- Gate de Sustentação: encerramento formal do projeto, transição para o time de operação, backlog de evolução priorizado.

13.3 Papéis e Responsabilidades por Fase

Cada fase exige composição específica de equipe. As fases iniciais (Diagnóstico e Especificação) demandam mais perfis funcionais (sponsor, key users, gestores). As fases intermediárias (Desenho Técnico e Construção) concentram perfis técnicos (arquiteto, devs, DBAs). As fases finais (Cutover, Hipercuidado e Sustentação) requerem composição mista, com forte presença de operação e suporte. A matriz RACI detalhada da Seção 9 é a referência primária de responsabilidades, devendo ser atualizada a cada fase do projeto.

14. Cronograma de Referência e Metodologia de Estimativa

14.1 Classificação de Complexidade por Interface

Toda interface de integração deve ser classificada em uma das quatro categorias de complexidade abaixo. Essa classificação é a base para estimativa de esforço, alocação de equipe e definição do prazo de entrega. Recomenda-se que a classificação seja revisada ao final da Fase de Especificação, quando a FSD já estiver consolidada.

Complexidade	Características	Exemplos Típicos	Esforço (h)	Prazo (sem.)
S — Simples	Até 10 campos; 1 sentido; sem regras complexas; tecnologia padrão.	Sincronização de centros de custo; importação de fornecedores.	40 a 80	2 a 3
M — Médio	10 a 30 campos; bidirecional; algumas regras de derivação.	Cadastro de materiais; cadastro de colaboradores; centros de trabalho.	80 a 200	4 a 6
L — Largo	30 a 60 campos; bidirecional; regras complexas; múltiplos cenários.	Apontamento de horas; baixa de estoque; cadastro de ativos.	200 a 400	6 a 10
XL — Extra-largo	Mais de 60 campos; múltiplos sistemas; alto volume; criticidade.	Ciclo completo PR/PO/NF; integração IoT preditiva; cutover de cadastros.	400 a 800+	10 a 16

As horas indicadas cobrem o ciclo completo desde o desenho técnico até o aceite em produção, incluindo testes, mas não incluem o esforço de fases anteriores (Diagnóstico e Especificação), que são dimensionadas em separado em função da abrangência do escopo.

14.2 Cronograma de Referência por Porte do Projeto

A partir do número de interfaces e da composição de complexidade, o projeto pode ser classificado em um dos quatro cenários típicos abaixo, com prazos e composição de equipe de referência:

Cenário de Projeto	Interfaces	Prazo Típico	Equipe
Pequeno porte (Lite)	2 a 4 interfaces M	3 a 5 meses	1 PM + 1 arq. + 1 dev
Médio porte (Standard)	5 a 10 interfaces (mix S/M/L)	5 a 9 meses	1 PM + 1 arq. + 2 devs + 1 QA

Cenário de Projeto	Interfaces	Prazo Típico	Equipe
Grande porte (Enterprise)	10 a 25 interfaces (mix M/L/XL)	9 a 18 meses	1 PM + 2 arq. + 4 devs + 2 QA
Multi-planta / Multi-país	Mais de 25 interfaces; replicação	18 a 36 meses	Estrutura dedicada com squads

14.3 Premissas e Fatores de Ajuste

As estimativas acima pressupõem condições “médias” que raramente se manifestam de forma pura. Fatores que podem aumentar significativamente o esforço incluem: ERP em versão antiga ou sem APIs documentadas (+30% a +60%); ausência de ambiente de homologação espelhado (+20%); cadastro mestre com baixa qualidade (+30%); múltiplas plantas com regras heterogêneas (+50% a +100%); requisitos regulatórios de auditoria (+15%); idiomas adicionais no escopo (+10% a +20%); time interno do cliente indisponível ou inexperiente (+30% a +50%). Fatores que podem reduzir o esforço incluem: arquitetura iPaaS já consolidada (-20%); reaproveitamento de interfaces de outros projetos (-30%); time do cliente experiente em projetos de integração (-15%).

Importante — Estimativa não é Cotação

Os valores apresentados nesta seção são referências para planejamento preliminar e dimensionamento de propostas. A cotação comercial definitiva é elaborada após a Fase de Diagnóstico, com base no Questionário Fundamental respondido e na matriz consolidada de interfaces. Estimativas devem ser revisadas em cada gate do projeto.

15. Estratégia de Cutover, Go-Live e Hipercurdado

15.1 Componentes do Plano de Cutover

O cutover é o momento mais crítico do projeto: é quando o sistema sai do laboratório e entra em operação produtiva, afetando processos reais, decisões reais e dinheiro real. Um plano de cutover bem desenhado contempla as oito atividades a seguir:

Atividade	Descrição
Data Freeze	Congelamento de cadastros e movimentações no sistema legado a partir de momento definido. Comunicação prévia obrigatória a todos os stakeholders.
Carga Histórica	Importação seletiva de O.S. encerradas, histórico de falhas, planos de manutenção, cadastro de ativos e cadastro de peças críticas. Define-se quantos meses/anos serão migrados.
Carga Inicial Transacional	Carga de saldos de estoque, O.S. em aberto, reservas ativas e movimentações em curso, sincronizadas ao instante do go-live.
Validação por Amostragem	Conferência de subconjunto representativo dos dados migrados versus base de origem. Critério de aceite quantitativo (ex.: 99,5% de conformidade).
Paralelismo	Período em que SIGMA e sistema legado operam simultaneamente para validação. Duração típica de 1 a 4 semanas, dependendo da criticidade.
Virada Formal (Go-Live)	Momento oficial de início de operação produtiva do SIGMA. Comunicado por e-mail corporativo e celebrado com cerimônia formal.
Hipercurdado	Período de 15 a 30 dias após o go-live com presença reforçada da equipe de implantação, monitoramento intensivo e atendimento prioritário a incidentes.
Plano de Rollback	Procedimento documentado para reverter a virada em caso de falha crítica. Inclui restauração de backups, retorno ao sistema legado e comunicação.

15.2 Critérios de Go/No-Go

A decisão de avançar com o go-live (“Go”) ou adiá-lo (“No-Go”) é executiva e deve ser baseada em critérios objetivos, formalmente avaliados em reunião decisória 48 a 72 horas antes da virada. Os critérios mínimos são:

Critério de Go/No-Go	Limite Aceitável
Defeitos críticos abertos (Severidade 1)	Zero
Defeitos altos abertos (Severidade 2)	Máximo 2, com workaround documentado
Cobertura de testes funcionais executados	Mínimo 95%
Aprovação formal dos key users (UAT)	100% das interfaces aceitas
Plano de rollback testado em HML	Executado com sucesso
Backup pré-virada validado	Restauração testada

Critério de Go/No-Go	Limite Aceitável
Equipe de plantão escalada	Cobertura 24x7 nos primeiros 7 dias
Treinamento de usuários concluído	Mínimo 90% dos usuários treinados
Runbook operacional disponível	Aprovado pelo time de operação
Comunicação aos stakeholders enviada	Confirmada pela liderança executiva

15.3 Plano de Rollback

Todo cutover deve ter um plano de rollback testado em ambiente de homologação antes da virada. O plano deve documentar: gatilhos para acionamento do rollback (falha crítica que impede operação, perda de dados não recuperável, indisponibilidade superior a X horas); procedimentos passo a passo de reversão; tempo máximo aceitável para conclusão do rollback (típicamente 4 horas); equipe responsável; comunicação aos stakeholders durante e após o rollback; análise pós-incidente obrigatória.

15.4 Período de Hipercuriosidade

Após o go-live, o projeto entra em hipercuriosidade, com duração típica de 15 a 30 dias úteis. Nesse período, a equipe de implantação permanece presencial ou em plantão dedicado, monitorando KPIs operacionais, registrando incidentes em diário formal, realizando ajustes finos e treinamento adicional, e transferindo conhecimento à equipe de sustentação. O encerramento do hipercuriosidade é formal, mediante reunião com critérios objetivos (tendência decrescente de incidentes, KPIs dentro da meta, equipe de sustentação capacitada e autônoma).

16. Plano de Testes e Qualidade

16.1 Tipos de Teste Obrigatórios

Toda integração com o SIGMA EAM deve ser submetida a um conjunto mínimo de tipos de teste, executados em diferentes momentos e por diferentes papéis, antes da liberação para produção. Os nove tipos obrigatórios são:

Tipo de Teste	Descrição, Responsável e Ferramentas
Teste Unitário	Cobre cada função, classe ou método isoladamente. Executado pelo desenvolvedor. Ferramentas: JUnit, NUnit, PyTest. Cobertura mínima exigida: 80%.
Teste de Contrato	Valida que payloads, schemas e códigos de retorno respeitam o contrato (OpenAPI/WSDL). Ferramentas: Pact, Postman, Spring Cloud Contract.
Teste de Integração	Cobre o caminho ponta a ponta entre SIGMA e o sistema corporativo. Executa cenários completos. Ferramentas: Postman, SoapUI, REST Assured.
Teste End-to-End (E2E)	Cobre o fluxo de negócio completo, da ação do usuário no SIGMA até o efeito final no sistema destino. Executado por QA com massa de dados realista.
Teste de Regressão	Reexecução de toda a suíte após qualquer mudança, para garantir que nada quebrou. Idealmente automatizado e executado em pipeline CI/CD.
Teste de Performance	Mede latência, throughput e tempo de resposta sob carga normal. Ferramentas: JMeter, Gatling, k6.
Teste de Carga e Stress	Verifica o comportamento sob volume elevado (carga prevista) e além dele (stress). Identifica gargalos e ponto de saturação.
Teste de Caos (Chaos Engineering)	Introduz falhas controladas (queda de rede, timeout do ERP, certificado expirado) para validar resiliência. Ferramentas: Chaos Monkey, Gremlin.
UAT (User Acceptance Test)	Executado pelos key users do cliente em massa de dados real (anonimizada). Critério final para go-live. Documentado em termo de aceite formal.

16.2 Casos de Teste Padrão por Tipo de Interface

A Rede Industrial mantém uma biblioteca de casos de teste padronizados, reutilizáveis em qualquer projeto. Os principais conjuntos são:

- Consulta de saldo: saldo positivo, zero, negativo, multi-almojarifado, item bloqueado, item em quarentena.
- Criação de PR: dados completos, campo obrigatório nulo, centro de custo inválido, fornecedor não homologado, urgência emergencial.
- Baixa de estoque: quantidade exata, quantidade parcial, devolução pós-encerramento, baixa em movimento bloqueado.

- Retry e idempotência: timeout no destino, segunda tentativa com mesmo correlation ID, mensagem em DLQ, reprocessamento manual.
- Reconciliação: divergência de saldo, registro órfão, lançamento duplicado, fechamento contábil em curso.

Cada conjunto é mantido em repositório versionado com massa de dados de exemplo, scripts Postman/SoapUI e resultados esperados.

16.3 Massa de Dados e Estratégia de Ambientes

A qualidade do teste depende diretamente da qualidade da massa de dados. O manual estabelece os seguintes princípios:

- Ambiente DEV: dados sintéticos gerados por scripts, refresh diário.
- Ambiente HML: cópia anonimizada de produção, refresh semanal, com mascaramento de dados pessoais (LGPD).
- Ambiente PRD: dados reais, com retenção e backup conforme política da empresa.
- Dados sensíveis (CPF, salário, etc.) devem ser sempre mascarados em DEV e HML.
- Cenários extremos (volume de pico, fechamento contábil) devem ser simulados periodicamente.

16.4 KPIs de Qualidade da Integração

A qualidade da integração é medida por indicadores objetivos, com metas e limites definidos. A tabela a seguir consolida os KPIs mínimos exigidos:

Indicador de Qualidade	Meta	Limite Inaceitável
Cobertura de testes unitários	≥ 80%	< 60%
Cobertura de testes funcionais executados	≥ 95%	< 85%
Taxa de defeitos por interface (em HML)	≤ 5	> 10
Defeitos críticos abertos antes do go-live	0	≥ 1
Latência média (transações síncronas)	≤ 2s	> 5s
Latência P95 (transações síncronas)	≤ 5s	> 10s
Taxa de erro em produção	≤ 0,5%	> 2%
Disponibilidade da integração	≥ 99,5%	< 98%
Tempo médio de reprocessamento (MTTR)	≤ 15 min	> 60 min

16.5 Relatório de Testes

Ao final da Fase de Testes Integrados, deve ser produzido o Relatório Consolidado de Testes contendo: escopo testado, casos executados (planejado × realizado), defeitos encontrados e seu status, KPIs medidos versus metas, riscos residuais identificados e recomendação formal de Go/No-Go assinada pelo líder de QA. Este relatório é insumo obrigatório para a reunião de Go/No-Go (Seção 15.2).

17. Migração de Dados Históricos de Outros CMMS

17.1 Princípios da Migração

A migração de dados de um sistema legado para o SIGMA EAM é, em muitos projetos, tão crítica quanto a integração. A Rede Industrial estabelece sete princípios fundamentais:

- Migrar somente o que tem valor: histórico que não será consultado ou auditado não deve ser migrado.
- Qualidade antes de volume: dados inconsistentes da origem não devem ser migrados sem depuração.
- Mapeamento documentado: toda migração tem De-Para formal, no mesmo padrão da Seção 4 deste manual.
- Validação por amostragem: critério quantitativo objetivo (ex.: 99,5% de conformidade).
- Auditoria de origem: registros são marcados com origem (sistema legado, data de migração).
- Reversibilidade: durante o paralelismo, a migração pode ser refeita.
- Aprovação formal: o cliente assina termo de aceite dos dados migrados.

17.2 Estratégia por Tipo de Dado

Diferentes tipos de dado exigem estratégias distintas:

- Cadastros mestres (ativos, peças, colaboradores, fornecedores): migração full, com depuração prévia e enriquecimento.
- O.S. em aberto: migração transacional no momento do cutover, com paralelismo de validação.
- Histórico de O.S. encerradas: migração seletiva (últimos N meses) com possibilidade de consulta a base arquivada.
- Planos de manutenção: migração total, com revisão técnica obrigatória pelos engenheiros de manutenção.
- Documentos anexos (manuais, datasheets, fotos): migração para repositório GED integrado ao SIGMA.

17.3 Sistemas Legados Frequentemente Encontrados

A Rede Industrial possui experiência consolidada em migração a partir dos principais sistemas legados do mercado brasileiro:

Sistema Legado	Abordagem de Migração ao SIGMA EAM
Engeman	Extração via export nativo (XLS/CSV) e mapeamento de árvore de equipamentos, planos preventivos, histórico de O.S. e cadastro de peças. Atenção a campos customizados específicos.
Inspector / SmartMaint	Extração via banco SQL Server, mapeamento via stored procedures customizadas. Trata estrutura hierárquica de TAGs e histórico de inspeções.
MV2 / Manuser	Banco MV2 estruturado; export por módulo. Cuidado especial com cadastro de mão de obra e apontamento de horas.
SAP PM (substituição)	Extração via SE16 das tabelas IFLOT, IFLOTX, EQUI, EQKT, AUFK; mapeamento para árvore de ativos e O.S. do SIGMA.
Planilhas Excel (legado informal)	Consolidação prévia em template padrão Rede Industrial, validação de duplicidades, depuração assistida e carga via importador SIGMA.
IBM Maximo	Extração via APIs MAXIMO REST ou banco Oracle; mapeamento de assets, locations, work orders e items.
Outros CMMS internos / desenvolvimentos próprios	Análise caso a caso. Estratégia de migração definida em workshop específico após Diagnóstico.

17.4 ETL e Ferramentas

O processo ETL (Extract, Transform, Load) utiliza ferramentas adequadas ao volume e à complexidade: Talend, Pentaho, SQL Server Integration Services (SSIS), Azure Data Factory, ou scripts customizados em Python (pandas, SQLAlchemy). Para volumes pequenos (até 50 mil registros por entidade), o importador nativo do SIGMA atende. Para volumes maiores, recomenda-se ferramenta dedicada.

18. Matriz de Riscos e Plano de Mitigação

18.1 Riscos Típicos em Projetos de Integração

A Rede Industrial mantém um catálogo consolidado dos riscos mais frequentes em projetos de integração com o SIGMA EAM. A matriz a seguir deve ser personalizada para cada projeto na Fase de Diagnóstico, com base no contexto específico do cliente:

Risco	Probab.	Impacto	Plano de Mitigação
Atraso na liberação de APIs / usuários técnicos pelo fornecedor do ERP	Alta	Alto	Iniciar processo de liberação na Fase 1; contrato de suporte ativo; escalonamento executivo.
Upgrade do ERP durante o projeto	Média	Alto	Pesquisar roadmap do fornecedor antes do início; congelar versão; testar em HML do novo release.
Mudança de sponsor executivo	Média	Alto	Sponsor secundário identificado; documentação completa do projeto; reuniões executivas mensais.
Indisponibilidade dos key users	Alta	Médio	Backup designado para cada papel; agenda bloqueada com antecedência; alinhamento com chefias.
Equivalência incorreta de itens de peças	Alta	Alto	Catálogo de cross reference revisado; validação por amostragem; depuração assistida.
Baixa qualidade do cadastro mestre	Alta	Alto	Diagnóstico de cadastro na Fase 1; plano de depuração; régua de qualidade objetiva.
Resistência cultural à mudança	Média	Médio	Plano de gestão de mudanças; treinamentos prévios; champions internos; comunicação contínua.
Limitações de banda ou conectividade entre plantas	Média	Médio	Teste de rede na Fase 1; modo offline; janela de execução; otimização de payloads.
Falha em testes de performance no SLA	Média	Alto	Testes de carga antecipados; arquitetura escalável; cache; revisão de queries.
Vazamento de dados sensíveis (LGPD)	Baixa	Crítico	Mascaramento em HML; criptografia em trânsito e repouso; trilha de auditoria; DPO envolvido.
Custos não previstos de licenças adicionais	Média	Médio	Levantamento de licenças na Fase 1; contingência de 15% no orçamento; revisão contratual.
Não conformidade com regulamentação setorial	Baixa	Crítico	Mapeamento regulatório na Fase 1; consultoria jurídica especializada; auditoria interna.

18.2 Gestão Ativa de Riscos

A matriz não é um documento estático: deve ser revisada quinzenalmente em reunião do comitê de governança, com atualização de status (ativo, mitigado, materializado, encerrado), avaliação da efetividade dos planos de mitigação e identificação de novos riscos. Riscos materializados que não foram mitigados a tempo geram lições aprendidas formais, incorporadas a este manual em versões futuras.

18.3 Reserva de Contingência

Recomenda-se reservar, no orçamento e no cronograma, uma contingência de 15% a 25% para tratamento de riscos materializados. Projetos sem reserva de contingência tendem a derrapar em 2 a 3 meses, com impacto direto na satisfação do cliente e na rentabilidade.

19. Plano de Contingência, Continuidade e Descomissionamento

19.1 Plano de Continuidade da Integração

A integração entre o SIGMA EAM e os sistemas corporativos deve sobreviver a falhas individuais sem comprometer a operação do cliente. Os elementos centrais do plano de continuidade são:

- Redundância de instâncias: SIGMA EAM em modo cluster ativo-ativo (cloud) ou ativo-passivo (on-premise).
- Fila persistente: todas as integrações assíncronas operam com filas persistentes (Kafka, RabbitMQ, Service Bus), tolerando indisponibilidade temporária do destino.
- Modo degradado: SIGMA continua operando localmente mesmo com o ERP indisponível, sincronizando posteriormente.
- Cache local: consultas de saldo críticas podem operar em cache com TTL definido (ex.: 5 minutos), aceitando defasagem controlada.
- Detecção e alerta: monitoramento ativo de cada interface com alertas em até 5 minutos de qualquer falha.

19.2 Plano de Disaster Recovery (DR)

Para clientes com requisitos de DR formal, a integração deve atender aos seguintes parâmetros típicos:

- RTO (Recovery Time Objective): tempo máximo para retomada do serviço. Típico: 4 horas para integrações críticas, 24 horas para não críticas.
- RPO (Recovery Point Objective): perda máxima aceitável de dados. Típico: 15 minutos para transacionais, 1 dia para cadastros.
- Teste anual de DR: simulação obrigatória, com relatório formal e plano de melhoria.
- Site secundário: replicação contínua de dados e configurações; failover testado.
- Documentação atualizada: procedimentos de failover e failback acessíveis a equipe de plantão.

19.3 Plano de Descomissionamento

Toda interface tem um ciclo de vida finito. Quando uma interface é descomissionada (substituída, descontinuada ou eliminada), deve seguir procedimento formal:

- Comunicação prévia a todos os stakeholders, com no mínimo 90 dias de antecedência.
- Análise de impacto: identificação de processos e relatórios que dependem da interface.

- Plano de transição: para onde os dados serão direcionados; coexistência com novo fluxo.
- Retenção de logs: conforme política da empresa e exigência legal (típico: 5 anos para auditoria; 20 anos para fiscal).
- Backup final dos dados: snapshot completo armazenado em mídia segregada.
- Documentação preservada: o DTI permanece no repositório como referência histórica.
- Auditoria de descomissionamento: relatório formal de encerramento.

PARTE V — OPERAÇÃO, SUSTENTAÇÃO E ASPECTOS CONTRATUAIS

20. Operação Pós-Go-Live e Monitoramento

20.1 Princípios da Operação em Regime

Após o encerramento do hipercurador, a integração entra em regime de operação estável, sob responsabilidade do time de sustentação. Os princípios centrais são: monitoramento proativo (detectar problemas antes do usuário); resposta com SLA (incidentes têm prazo definido); melhoria contínua (incidentes geram lições aprendidas); previsibilidade (capacidade dimensionada para crescimento).

20.2 Dashboards Mínimos Exigidos

Para cada integração em produção, devem existir, no mínimo, três dashboards:

- Dashboard Executivo: disponibilidade consolidada, volume diário, principais KPIs, atualizado a cada 15 minutos. Audiência: liderança.
- Dashboard Operacional: estado de cada interface em tempo real, filas, latências, erros recentes, certificados próximos do vencimento. Audiência: equipe de operação.
- Dashboard Técnico: métricas detalhadas por endpoint, distribuição de tempos de resposta, logs estruturados, traces distribuídos. Audiência: desenvolvedores e arquitetos.

Ferramentas recomendadas: Grafana, Power BI, Datadog, New Relic, Dynatrace, Splunk, Kibana.

20.3 Alertas Obrigatórios

Os seguintes alertas são obrigatórios e devem disparar notificação imediata aos canais apropriados:

- Interface indisponível por mais de 5 minutos.
- Taxa de erro acima do limite vermelho.
- Latência P95 acima do limite vermelho.
- Fila com volume crescente (não decrescente em 15 minutos).
- Mensagem em DLQ.
- Certificado digital expirando em menos de 30 dias.
- Falha de autenticação consecutiva.
- Divergência detectada em reconciliação diária.

Canais típicos: e-mail, WhatsApp/Telegram, Slack/Teams, PagerDuty, Opsgenie. Severidade determina o canal e o público.

20.4 KPIs Operacionais e Faróis

A saúde da integração é monitorada por KPIs com três níveis de farol (verde, amarelo, vermelho), conforme a tabela:

KPI Operacional	Verde	Amarelo	Vermelho
Disponibilidade da interface (%)	≥ 99,5%	98% a 99,5%	< 98%
Latência média (segundos)	≤ 2	2 a 5	> 5
Latência P95 (segundos)	≤ 5	5 a 10	> 10
Taxa de erro (%)	≤ 0,5%	0,5% a 2%	> 2%
Tamanho médio da fila (msg)	≤ 100	100 a 500	> 500
Mensagens em DLQ (24h)	0	1 a 5	> 5
MTTR após incidente (min)	≤ 15	15 a 60	> 60
Divergências em reconciliação (%)	≤ 0,1%	0,1% a 0,5%	> 0,5%

21. Modelo de Suporte em Camadas (L1, L2, L3)

21.1 Estrutura de Camadas

O suporte à integração SIGMA EAM opera em três camadas progressivas, com escopo, perfil profissional e exemplos típicos de atendimento conforme a tabela:

Camada	Escopo	Perfil	Exemplos de Atendimento
L1 — Help Desk	Recebe chamados, classifica severidade, resolve casos triviais, escala demais.	Analista de suporte júnior; usuário final.	Senha esquecida; dúvida de uso da tela; rotina de reset solicitada.
L2 — Suporte Funcional	Investiga incidentes, executa procedimentos de runbook, reprocessa filas, identifica causa raiz.	Analista de TI / Especialista funcional do cliente.	Reprocessar mensagem em DLQ; rotacionar credencial; investigar divergência de saldo.
L3 — Especialista Técnico	Atua em causa raiz complexa, código, bug, mudança de configuração, evolução.	Desenvolvedor / Arquiteto Rede Industrial.	Bug no mapeamento; alteração de regra de transformação; correção em produção.

21.2 Severidades e SLAs

Cada chamado é classificado em uma das quatro severidades, que determina o tempo máximo de resposta (TRT) e o tempo máximo de solução (TRS):

Severidade	Definição	TRT (Tempo de Resposta)	TRS (Tempo de Solução)
S1 — Crítica	Interface fora do ar; impede operação; parada de produção.	15 minutos (24x7)	4 horas (24x7)
S2 — Alta	Funcionalidade essencial comprometida; com workaround.	1 hora (8x5)	8 horas (8x5)
S3 — Média	Funcionalidade secundária com problema; impacto limitado.	4 horas (8x5)	3 dias úteis
S4 — Baixa	Dúvida, melhoria, solicitação não crítica.	1 dia útil	5 dias úteis

21.3 Escalonamento

O escalonamento entre camadas obedece a critérios objetivos: se L1 não resolve em metade do TRT, escala automaticamente para L2; se L2 identifica que se trata de bug ou requer alteração de código, escala para L3; chamados S1 ou S2 podem ser escalados diretamente para L3 pelo gestor de operação. O escalonamento é sempre registrado em ferramenta de gestão (Jira, ServiceNow, Zendesk) com motivo e histórico.

21.4 Janelas de Atendimento

Os modelos típicos de janela de atendimento são: 8×5 (segunda a sexta, horário comercial); 12×5 (com extensão para 7h-19h); 16×7 (incluindo finais de semana); 24×7 (plantão integral). A janela contratada deve estar alinhada à criticidade da operação do cliente. Indústrias em regime contínuo (3 turnos, 24×7) tipicamente contratam suporte 24×7 para interfaces críticas e 8×5 para as demais.

22. Runbook Operacional

22.1 Conceito

O runbook é o manual prático e direto que orienta a equipe de operação a executar procedimentos recorrentes ou tratar incidentes comuns. Diferentemente de um documento teórico, o runbook é checklist passo a passo: o operador segue cada linha e marca como executada. Um bom runbook reduz drasticamente o tempo de resolução e a dependência de pessoas específicas.

22.2 Procedimentos Padrão

O runbook mínimo do SIGMA EAM cobre os procedimentos da tabela a seguir, cada um documentado em arquivo próprio no repositório operacional:

Procedimento	Quando e Como Executar
Reiniciar uma interface	Quando a interface está parada ou travada; executar via console do middleware; validar com transação de teste.
Reprocessar mensagens em DLQ	Após correção da causa raiz; selecionar mensagens da DLQ; reenviar em lote; monitorar progresso.
Rotacionar credenciais técnicas	A cada 90 dias ou em caso de comprometimento; gerar nova credencial no cofre; atualizar middleware; validar; revogar antiga.
Renovar certificado digital	30 dias antes do vencimento; gerar CSR; obter certificado; instalar; validar handshake.
Investigar timeout do ERP	Verificar status do ERP; consultar logs de banda; aumentar timeout temporariamente; abrir chamado com fornecedor do ERP.
Tratar divergência em reconciliação	Executar query padrão de divergência; identificar registros órfãos; analisar causa; corrigir manualmente ou via reprocessamento.
Ativar modo degradado	Quando o ERP estiver indisponível por mais de 30 minutos; ativar cache local; comunicar usuários; sincronizar ao retorno.
Restaurar backup	Em caso de corrupção ou perda de dados; isolar ambiente; restaurar do snapshot mais recente; validar integridade; comunicar.

22.3 Estrutura de Cada Procedimento

Cada procedimento do runbook deve seguir estrutura padrão: identificação (código, nome, versão); quando aplicar (gatilhos, condições); pré-requisitos (acessos, ferramentas); passos detalhados numerados com comandos exatos; validação de sucesso (como verificar que funcionou); o que fazer em caso de falha; quem notificar ao concluir; e responsável pelo procedimento.

22.4 Manutenção do Runbook

O runbook é documento vivo, revisado a cada novo incidente significativo, a cada alteração na arquitetura e a cada três meses como rotina. Procedimentos obsoletos são arquivados; novos são adicionados. A equipe de operação é avaliada também pela qualidade e pelo uso do runbook.

Princípio do Runbook

Se um procedimento for executado mais de duas vezes em produção, ele DEVE estar no runbook. Conhecimento na cabeça de uma pessoa é risco operacional inaceitável; conhecimento no runbook é ativo da organização.

23. Plano de Capacidade e Crescimento

23.1 Dimensionamento Atual

Toda integração em produção deve ter dimensionamento documentado, contendo: volume médio diário de transações por interface; volume de pico (horário, dia da semana, eventos específicos); recursos computacionais alocados (CPU, RAM, banda); taxa de utilização média (%); margem livre disponível (%). Este dimensionamento é a baseline para análise de crescimento.

23.2 Monitoramento de Crescimento

O crescimento do volume e da complexidade é monitorado mensalmente. Indicadores-chave: taxa de crescimento do volume (mês a mês, ano a ano); evolução do tempo médio de resposta; evolução do consumo de recursos; novas interfaces adicionadas; novos usuários ativos. Tendências persistentes de crescimento acima de 10% ao mês exigem revisão de capacidade.

23.3 Gatilhos para Upgrade de Infraestrutura

Os gatilhos típicos que indicam necessidade de upgrade são:

- Utilização média de CPU acima de 70% por mais de 7 dias consecutivos.
- Utilização média de RAM acima de 80% por mais de 7 dias consecutivos.
- Latência P95 cruzando o limite amarelo de forma recorrente.
- Filas com tamanho médio crescente em 4 semanas consecutivas.
- Crescimento previsto de volume acima de 50% nos próximos 6 meses.
- Adição de novas interfaces críticas que exigirão capacidade adicional.

23.4 Projeção de Crescimento 3 a 5 Anos

Recomenda-se elaborar projeção plurianual de capacidade, considerando: roadmap estratégico do cliente (novas plantas, fusões, expansões); roadmap tecnológico da Rede Industrial (novas funcionalidades do SIGMA); roadmap dos fornecedores de ERP (mudanças de versão, alterações de API); evolução do volume orgânico (crescimento natural do negócio). A projeção é insumo para planejamento orçamentário e contratual.

24. Modelo Comercial, Precificação e Contratos

24.1 Modalidades de Contratação

Projetos de integração com o SIGMA EAM podem ser contratados sob diferentes modalidades comerciais, cada uma adequada a contextos específicos:

Modalidade	Características	Quando Aplicar
Escopo Fechado (Fixed Price)	Preço e prazo definidos; escopo fechado; aditivos via change request.	Projetos com escopo claro e estável; baixa incerteza; cliente preferindo previsibilidade.
Time & Materials (T&M)	Cobrança por hora trabalhada; escopo flexível; relatórios mensais.	Projetos exploratórios; escopo evolutivo; cliente com governança forte.
Fábrica de Software	Pool de horas mensal contratado; backlog priorizado; squad dedicado.	Operação contínua com várias interfaces; cliente com demanda recorrente.
SaaS / OPEX Recorrente	Mensalidade por interface ativa; suporte e evolução incluídos; sem CAPEX.	Cliente preferindo OPEX; integrações padronizadas; previsibilidade de custo.
Híbrido	Combinação das modalidades acima conforme natureza do escopo.	Projetos grandes e diversos; partes com escopo fechado, outras em T&M.

24.2 Composição de Preço

O preço de um projeto de integração é composto por: custo de mão de obra (horas × valor-hora por perfil); licenças adicionais do middleware (se aplicável); infraestrutura de cloud durante o projeto; despesas de viagens e treinamentos presenciais; margem operacional e comercial; impostos. Para cotações precisas, é fundamental que o Questionário Fundamental tenha sido respondido na Fase de Diagnóstico.

24.3 SLA Contratual

O SLA contratual formaliza o nível de serviço comprometido. Os elementos essenciais são: disponibilidade mensal mínima (típico: 99,5%); tempo de resposta por severidade (TRT); tempo de solução por severidade (TRS); janela de atendimento; multas e bônus (variação positiva ou negativa em função de cumprimento); processo de medição mensal; relatório mensal de SLA.

24.4 Cláusulas Contratuais Específicas

Contratos de integração devem contemplar cláusulas específicas:

- Propriedade intelectual do código desenvolvido (cliente, fornecedor ou compartilhado).
- Confidencialidade (NDA) com prazo mínimo de 5 anos.
- Tratamento de dados pessoais (LGPD), com cláusula específica de Controlador/Operador.
- Acesso a sistemas do cliente (responsabilidades, credenciais, auditoria).
- Subcontratação (autorização prévia e formal).
- Direitos sobre lições aprendidas e métricas anonimizadas.
- Cláusula de saída e portabilidade (entrega de fontes, documentação e dados ao cliente em caso de encerramento).
- Reajuste anual de preço (IPCA, INPC ou índice setorial).
- Reserva técnica para evolução (horas inclusas para pequenos ajustes mensais).

24.5 Modelo de Aditivos (Change Requests)

Mudanças de escopo após o contrato são tratadas via aditivos formais (Change Requests). Cada CR contém: identificação; descrição da mudança; justificativa; impacto em prazo e custo; aprovação dos sponsors de ambos os lados. Mudanças pequenas (até X% do contrato) podem ser aprovadas no comitê operacional; mudanças grandes exigem aprovação no comitê executivo.

25. Compliance, LGPD e Regulação Setorial

25.1 LGPD e Tratamento de Dados Pessoais

A integração entre o SIGMA EAM e os sistemas corporativos do cliente envolve, em maior ou menor grau, dados pessoais de colaboradores próprios e terceiros: nome, CPF, matrícula, especialidades, certificações, dados biométricos, custo-hora. Toda integração deve respeitar os princípios da LGPD: finalidade legítima; necessidade (minimização); transparência; segurança; prevenção; não discriminação; responsabilização.

Práticas obrigatórias na integração:

- Mapeamento de dados pessoais trafegados em cada interface (registrado no DTI).
- Base legal documentada para o tratamento (típico: execução de contrato; legítimo interesse; obrigação legal).
- Criptografia obrigatória em trânsito (TLS 1.2+) e em repouso (AES-256).
- Mascaramento de dados em ambientes DEV e HML.
- Trilha de auditoria de acessos e operações sobre dados pessoais.
- Retenção de logs conforme política (típico: 5 anos).
- Procedimento de atendimento a requisições do titular (acesso, correção, exclusão).
- Comunicação de incidentes em até 72 horas (Art. 48 LGPD).

25.2 Regulação Setorial

Diversos setores possuem regulação específica que impacta integrações com sistemas de manutenção. A Rede Industrial mantém familiaridade com os principais reguladores e normas:

Regulador / Norma	Aplicação à Integração SIGMA EAM
LGPD (Lei 13.709/2018)	Tratamento de dados pessoais de colaboradores (CPF, matrícula, biometria). Exige base legal, finalidade, retenção e mascaramento em HML/DEV.
ANP (óleo e gás)	Rastreabilidade de manutenções em equipamentos críticos; auditoria de SIL; integridade de documentos técnicos.
ANEEL (energia elétrica)	Indicadores DEC/FEC; manutenção de subestações; planos de inspeção; conformidade com PRODIST.
Anvisa (farmacêutico e alimentício)	BPF, RDC 17/2010, validação de sistemas computadorizados (CSV), trilha de auditoria, eletronic records.
IBAMA (ambiental)	Manutenção de equipamentos de controle ambiental; rastreabilidade de resíduos; auditoria de PCAs.
SOX (empresas de capital aberto)	Controles internos sobre dados financeiros impactados pela manutenção; segregação de funções; trilha de auditoria.

Regulador / Norma	Aplicação à Integração SIGMA EAM
IATF 16949 (automotivo)	Rastreabilidade de manutenções em equipamentos de produção; planos preventivos auditáveis; FMEA.
FSSC 22000 (alimentos)	Manutenção higiênica; rastreabilidade de óleos e lubrificantes alimentares; calibração de instrumentos.
API Q1 (petróleo)	Auditoria de manutenção; rastreabilidade de fabricação e instalação; gestão de mudanças.
GxP / FDA 21 CFR Part 11	Registros eletrônicos auditáveis; assinatura eletrônica; CSV completa; backup e restauração.

25.3 Trilha de Auditoria Obrigatória

Para clientes em setores regulados, a trilha de auditoria das integrações deve registrar, no mínimo: quem (usuário ou serviço); quando (timestamp ISO 8601 com timezone); o quê (operação realizada); de onde (IP de origem); para onde (sistema destino); resultado (sucesso, falha, código de erro); payload (com mascaramento de dados sensíveis). A trilha deve ser imutável (write-once), armazenada em mídia segregada e disponível para consulta por auditores internos e externos.

25.4 Conformidade com Normas Internas

Além da regulação externa, a integração deve estar conforme as normas internas do cliente: política de segurança da informação; política de cofres de senha; política de gestão de mudanças (ITIL); política de classificação de informação; política de tratamento de incidentes; código de ética e conduta. O DTI deve referenciar quais normas internas se aplicam e como são endereçadas.

PARTE VI — CATÁLOGO DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO

26. Catálogo de Casos de Uso Padrão

26.1 Propósito do Catálogo

A Rede Industrial mantém um catálogo consolidado de 30 casos de uso recorrentes em projetos de integração com o SIGMA EAM. Cada caso de uso possui FSD, DTI, casos de teste e exemplos de payload pré-elaborados, que são personalizados conforme a realidade de cada cliente. O reaproveitamento desses ativos reduz drasticamente o tempo de implantação e eleva a qualidade do entregável.

26.2 Catálogo Consolidado

CU	Nome do Caso de Uso	Sistema Destino Típico	Complexidade
01	Sincronização do Cadastro de Materiais	SAP MM / TOTVS SIGAEST / Senior	M
02	Consulta de Saldo em Tempo Real	SAP MM / TOTVS / Senior / WMS	S
03	Reserva de Material para Preventiva	SAP MM / TOTVS SIGAEST	M
04	Baixa de Estoque por Consumo	SAP MM / TOTVS / Senior	L
05	Devolução de Material Não Consumido	SAP MM / TOTVS / Senior	M
06	Geração de Requisição de Compra (PR/SC)	SAP MM / Ariba / TOTVS SIGACOM	L
07	Acompanhamento de Status do Pedido	SAP MM / SRM / TOTVS	M
08	Vinculação de Nota Fiscal à O.S.	SAP MM / TOTVS SIGAFIS	M
09	Sincronização do Cadastro de Ativos	SAP AA / TOTVS SIGAATF / Senior Patr.	L
10	Sincronização do Cadastro de Colaboradores	SAP HR / TOTVS SIGAGPE / Senior HCM	M
11	Importação de Especialidades e Certificações	SAP SuccessFactors / Senior HCM	M
12	Apropriação de Horas em O.S. à Folha	SAP HCM / TOTVS SIGAGPE / Senior	L

CU	Nome do Caso de Uso	Sistema Destino Típico	Complexidade
13	Integração com Ponto Eletrônico	Senior Ronda / TOTVS Ponto / ADP	M
14	Vinculação de O.S. a Projeto / PEP	SAP PS / TOTVS Projetos / Primavera	L
15	Apropriação de Custo a CAPEX/OPEX	SAP CO / TOTVS Financeiro / Senior	L
16	Recepção de Leitura de Sensor IoT	Dynamox / I-See / Phantom / AWS IoT	L
17	Geração Automática de O.S. por Alarme IoT	MES / SCADA / Plataforma IoT	XL
18	Apropriação Automática de Horímetros	Horímetros WiFi / OPC UA / Modbus	M
19	Sincronização de Eventos de Calendário (Preventivas)	Google Calendar / Outlook	S
20	Recepção de Solicitação via WhatsApp	WhatsApp Business API	M
21	Anexação Automática de Documentos via GED	SharePoint / Alfresco / M-Files	M
22	Notificação de Alertas Operacionais	E-mail / Slack / Teams / SMS / WhatsApp	S
23	Vinculação de Não Conformidade à O.S.	Sistema SGI / Qualidade	M
24	Emissão de Permissão de Trabalho (PT)	Sistema PT digital / SMS	L
25	Bloqueio e Etiquetagem Digital (LOTO)	Sistema LOTO digital	L
26	Integração com Análise de Óleo	Laboratório externo / API parceira	M
27	Exportação de KPIs ao BI Corporativo	Power BI / Tableau / Qlik	M
28	Sincronização com Data Warehouse / Lake	Snowflake / Databricks / BigQuery	L
29	Integração com SSO Corporativo	Azure AD / Okta / LDAP / SAML	M
30	Carga Inicial e Migração de CMMS Legado	Engeman / Maximo / Inspector / Planilhas	XL

26.3 Como Selecionar Casos de Uso

Na Fase de Diagnóstico, a equipe Rede Industrial conduz workshop com o cliente para selecionar quais casos de uso do catálogo serão implementados e em qual ordem (priorização). Casos de uso adicionais, fora do catálogo padrão, são tratados como

customizações e seguem o ciclo completo de especificação. A combinação típica para um projeto Standard envolve 6 a 12 casos de uso do catálogo, ajustados ao contexto.

27. Aplicação Prática: DTI Completo Preenchido

27.1 Sobre Este Exemplo

Esta seção apresenta um DTI completo preenchido, servindo como referência prática para a equipe de implantação. O caso escolhido é o CU-06 do catálogo: Geração de Requisição de Compra Emergencial do SIGMA EAM para o SAP MM. Todos os elementos exigidos pelo padrão DTI estão preenchidos com conteúdo realista, podendo ser usado como template em projetos similares.

27.2 Cabeçalho do DTI

Campo do Cabeçalho	Conteúdo Preenchido
Código da Interface	INT-SIGMA-SAP-PR-001
Nome Funcional	Geração de Requisição de Compra Emergencial para SAP MM
Versão / Data / Autor	1.0.0 / 22-mai-2026 / Equipe Rede Industrial
Revisor Técnico	João Silva (Arq. Integração — cliente)
Aprovador Funcional	Maria Santos (Gerente de Manutenção — cliente)
Status	Aprovado para Construção
Sistema Origem	SIGMA EAM 3.0 (cloud, instância produtiva)
Sistema Destino	SAP S/4HANA 2022 (on-premise, ambiente PRD)
Caso de Uso Vinculado	CU-06 — Geração de Requisição de Compra

27.3 Descrição Funcional do Fluxo

Quando uma Ordem de Serviço corretiva é classificada como emergencial no SIGMA EAM e contém ao menos um item de material indisponível em estoque (saldo livre = 0 em todos os almoxarifados consultados), o sistema gera automaticamente uma Requisição de Compra no SAP MM via BAPI_REQUISITION_CREATE. A requisição é criada com tipo NB-Emergencial, urgência alta e centro de custo derivado do ativo associado. O número da PR retornado pelo SAP é registrado na O.S. do SIGMA para rastreabilidade. Em caso de falha definitiva (após 3 retries), o planejador recebe alerta no SIGMA e a mensagem vai para Dead Letter Queue para reprocessamento manual.

27.4 Gatilho Principal

Tipo: Event-Driven. Evento: “O.S. corretiva classificada como emergencial é LIBERADA pelo planejador”. Sistema disparador: SIGMA EAM. Pré-condições: status anterior = Planejada;

classificação = Emergencial; material com saldo zero. Frequência esperada: 5 a 20 disparos por dia em planta industrial média; pico de 50 a 100 disparos em dias de parada não programada. SLA: resposta do SAP em até 8 segundos. Janela: 24×7. Criticidade: Alta.

27.5 Mecanismo de Transmissão

API REST síncrona para o SAP via BAPI_REQUISITION_CREATE exposto como Web Service (SOAP) através de SAP Gateway. Autenticação OAuth 2.0 (Client Credentials Flow) com tokens cacheados por 50 minutos. Criptografia TLS 1.3 obrigatória. Idempotência garantida pela chave composta OS_NUMERO + ITEM_SEQ enviada no campo EBAN-BNFPO. Política de retry: 3 tentativas com backoff exponencial (30s, 2min, 5min). Após falha definitiva: alerta para o planejador no SIGMA e envio para Dead Letter Queue Azure Service Bus.

27.6 Dicionário De-Para Completo

O mapeamento de 25 campos entre a estrutura O.S. do SIGMA e as estruturas EBAN/EBKN do SAP é apresentado na tabela a seguir:

#	Origem (SIGMA)	Tipo	Destino (SAP)	Mapeam.	Observação
001	OS.NUMERO	VARCHAR(20)	EBAN-BANFN	Direto	Número da O.S. como ref. cruzada
002	OS.ITEM_SEQ	INT	EBAN-BNFPO	Direto	Item sequencial dentro da O.S.
003	OS.MATERIAL_ID	VARCHAR(18)	EBAN-MATNR	Direto	Código do material
004	OS.QUANTIDADE	NUMERIC(13,3)	EBAN-MENGE	Direto	Quantidade requisitada
005	OS.UNIDADE	VARCHAR(3)	EBAN-MEINS	Lookup TL-001	Conversão de unidade SIGMA → SAP
006	OS.DATA_NECESSIDADE	DATE	EBAN-LFDAT	Direto	Formato yyyy-MM-dd
007	OS.CENTRO	VARCHAR(4)	EBAN-WERKS	Direto	Centro/planta do SAP
008	OS.ATIVO_CC	VARCHAR(10)	EBAN-KOSTL	Deriv. RT-007	Centro de custo

#	Origem (SIGMA)	Tipo	Destino (SAP)	Mapeam.	Observação
					derivado do ativo
009	OS.CONTA_CONTABIL	VARCHAR(10)	EBAN-SAKTO	Lookup TL-002	Por tipo de manutenção
010	OS.PROJETO_PEP	VARCHAR(24)	EBAN-PS_PSP_PNR	Condicional	Se for CAPEX
011	OS.URGENCIA	ENUM	EBAN-LIFNR_BSART	Lookup TL-003	Mapeia urgência → tipo de PR
012	OS.JUSTIFICATIVA	TEXT	EBAN-AFNAM	Truncamento	Até 12 caracteres no SAP
013	OS.SOLICITANTE	VARCHAR(50)	EBAN-ERNAM	Lookup TL-004	Mapeia usuário SIGMA → SAP
014	OS.DESCRICAO	TEXT	EBAN-TXZ01	Truncamento	Até 40 caracteres no SAP
015	OS.FORNECEDOR_SUG	VARCHAR(10)	EBAN-FLIEF	Direto	Fornecedor sugerido (opcional)
016	OS.GRUPO_COMPRADOR	VARCHAR(3)	EBAN-EKGRP	Lookup TL-005	Por categoria de material
017	OS.TIPO_AVALIACAO	VARCHAR(3)	EBAN-BWTAR	Constante	Sempre "STD"
018	OS.PRECO_ESTIMADO	NUMERIC(11,2)	EBAN-PREIS	Direto	Preço estimado em BRL
019	OS.MOEDA	VARCHAR(3)	EBAN-WAERS	Constante	Sempre "BRL"
020	OS.ATIVO_TAG	VARCHAR(40)	EBAN-AUFNR	Lookup TL-006	Mapeia TAG → Ordem PM SAP
021	OS.STATUS	ENUM	—	—	Não enviado; usado para gatilho
022	OS.PRIORIDADE	ENUM	EBAN-PRIO_URG	Lookup TL-007	Mapeamento de prioridade
023	OS.CRIADO_EM	TIMESTAMP	EBAN-BADAT	Cálculo	Data sem timestamp
024	OS.SOLIC_TELEFONE	VARCHAR(20)	—	—	Apenas log local

#	Origem (SIGMA)	Tipo	Destino (SAP)	Mapeam.	Observação
025	OS.GRUPO_MERC	VARCHAR(9)	EBAN-MATKL	Direto	Grupo de mercadorias do material

27.7 Regras de Transformação Detalhadas

RT-007 — Derivação de Centro de Custo: Se OS.CENTRO_CUSTO_ID estiver preenchido, replicar diretamente para EBAN-KOSTL. Caso contrário, consultar tabela ATIVO_CC pelo ID do ativo da O.S. Se o ativo não tiver CC associado, utilizar o parâmetro global GLOBAL_CC_MANUT da área de manutenção do centro/planta. Antes do envio, validar via RFC se o CC existe na tabela CSKS do SAP. Em fechamento contábil (dias 1 a 5 do mês), bloquear envio e manter na fila.

RT-012 — Truncamento de Justificativa: O campo EBAN-AFNAM aceita apenas 12 caracteres. Truncar OS.JUSTIFICATIVA mantendo a primeira palavra completa quando possível; caso uma única palavra ultrapasse 12 caracteres, truncar e adicionar reticências. O texto completo é gravado em log local.

27.8 Tabelas de Lookup Aplicáveis

TL-001 (Unidades de Medida), TL-002 (Conta Contábil por Tipo de Manutenção), TL-003 (Urgência → Tipo de PR), TL-004 (Usuário SIGMA → ERNAM SAP), TL-005 (Categoria → Grupo Comprador), TL-006 (TAG → Ordem PM), TL-007 (Prioridade SIGMA → SAP). As tabelas estão versionadas no repositório Git do projeto.

27.9 Catálogo de Exceções Específicas

EXC-001: Material não cadastrado no SAP (MATNR não encontrado) → alerta para área de cadastros; bloqueio da O.S. até regularização.

EXC-002: Centro de Custo inativo (CSKS-DATBI vencido) → alerta para Controladoria; uso do CC default da área.

EXC-003: Fornecedor sugerido bloqueado → envia PR sem fornecedor; comprador define em cotação.

EXC-004: Fechamento contábil em curso → mantém em fila; reprocessa após liberação automática às 8h do dia 6.

EXC-005: SAP indisponível por mais de 5 minutos → ativa modo degradado; mensagens vão para fila persistente; alerta operacional.

27.10 Plano de Testes Aplicável

8 casos de teste positivos cobrindo cenários típicos; 12 casos de teste negativos cobrindo exceções EXC-001 a EXC-005 e validações de campos; 3 casos de teste de performance (volume normal, pico e stress); 2 casos de teste de idempotência; 4 casos de teste de retry e DLQ; 1 caso de teste de modo degradado. Cobertura total esperada: 95% dos cenários previstos. Ferramenta: Postman + Newman + Azure Pipelines.

Este DTI como Template

Este exemplo preenchido pode ser usado como ponto de partida para qualquer integração SIGMA → SAP. As estruturas, padrões de mapeamento, mecanismos de transporte e tratamento de exceções aqui descritos cobrem a maioria dos cenários transacionais. Casos de uso específicos (SAP HCM, SAP PS, SAP PM, SAP AA) seguem o mesmo padrão estrutural, variando apenas as BAPIs, tabelas e regras de derivação.

28. Considerações Finais

A disciplina de documentação técnica de integração não é um custo do projeto: é o que diferencia uma integração que sobrevive a auditorias, upgrades de ERP, troca de equipes e expansões de escopo, de uma integração frágil que se torna passivo técnico. O esforço dedicado à elaboração rigorosa do DTI é recuperado várias vezes ao longo do ciclo de vida da solução, em manutenibilidade, em rastreabilidade e em previsibilidade de mudanças.

Este manual, em sua versão 2.0, oferece o instrumental completo para conduzir projetos de integração com o SIGMA EAM, do primeiro contato comercial à sustentação plurianual. As seis Partes formam um conjunto progressivo e complementar: a Parte I apresenta o panorama de sistemas integráveis; a Parte II define a metodologia normativa de documentação; a Parte III oferece os instrumentos de levantamento (Questionário Fundamental e Requisitos de Estoque e Compras); a Parte IV orienta a execução do projeto com fases, cronograma, cutover, testes, migração e gestão de riscos; a Parte V cobre a operação em regime, sustentação, suporte em camadas, capacidade, comercial, LGPD e compliance; e a Parte VI consolida o catálogo de casos de uso e o exemplo aplicado completo.

Os onze anexos complementam o conteúdo principal com templates práticos, apêndices técnicos por ERP (SAP, TOTVS, Senior), aprofundamentos em IoT, Mobile e BI, e glossário expandido com mais de 70 termos. Em conjunto, formam um corpo documental capaz de orientar projetos de qualquer porte, do Lite ao Enterprise multi-planta.

A Rede Industrial oferece, como parte de seus serviços profissionais, o apoio à elaboração do DTI e à condução completa do ciclo de vida do projeto, em formato workshop conjunto com o cliente, com entrega de templates pré-formatados, exemplos de referência por tipo de integração, revisão técnica por arquitetos sêniores e acompanhamento durante todas as fases.

Próximos Passos Recomendados

1. Adotar este manual como padrão normativo de todos os projetos de integração da empresa. |
2. Apresentar o Panorama de Integrações (Parte I) ao cliente nas reuniões comerciais iniciais. |
3. Treinar a equipe técnica interna e parceiros nas três disciplinas: De-Para, Gatilhos e Transporte. |
4. Aplicar o Questionário Fundamental (Seção 11) em todo novo cliente antes do dimensionamento da proposta. |
5. Aprofundar com os 30 Requisitos Técnicos de Estoque e Compras (Seção 12) em todo projeto que envolva integração com ERP. |
6. Utilizar a Parte IV como guia de execução do projeto, com fases, gates, cronograma de referência e plano de testes. |
7. Estruturar a operação pós-go-live conforme a Parte V, com suporte L1/L2/L3, runbook e monitoramento. |
8. Aproveitar o catálogo de 30 casos de uso (Seção 26) e o DTI completo (Seção 27) como aceleradores. |
9. Implantar repositório central de DTIs com versionamento Git. |
10. Estabelecer cerimônia mensal de revisão de qualidade de DTIs em produção. |
11. Solicitar à Rede Industrial workshop conjunto para personalização do manual à realidade do cliente.

Anexo A — Template de DTI em Branco

Modelo de cabeçalho e estrutura mínima do Documento Técnico de Integração. Este template deve ser preenchido para cada nova interface.

Campo	Preenchimento
Código da Interface (INT-XXX-XXX-XXX-NNN)	
Nome Funcional da Interface	
Versão / Data / Autor	
Revisor Técnico / Aprovador Funcional	
Status (Rascunho / Em Revisão / Aprovado / Produção)	
Sistema Origem / Sistema Destino	
Descrição Funcional do Fluxo	
Gatilho Principal (Tipo + Evento)	
Mecanismo de Transmissão	
SLA / Volume Médio / Volume de Pico	
Perguntas Aplicáveis do Questionário Fundamental (Q-NNN — Seção 11)	
Requisitos Aplicáveis da Seção 12 (REQ-NN)	
Campos Mapeados (anexar Dicionário De-Para)	
Regras de Transformação (anexar RT-001, RT-002...)	
Tabelas de Lookup (anexar TL-001, TL-002...)	
Catálogo de Exceções	
Modelo de Reprocessamento	
Diagrama de Sequência (anexar)	
Matriz RACI (anexar)	
Plano de Testes (anexar)	

Anexo C — Template de Matriz de Gatilhos

Modelo em branco para registro dos gatilhos de cada interface. Uma linha por gatilho. Preenchimento conforme Seção 6.3 do manual.

GT	Tipo	Evento/Condição	Frequência	Volume Pico	SLA	Crit.

Anexo D — Template de Catálogo de Exceções e Runbook

D.1 Catálogo de Exceções

Modelo de catálogo de exceções por interface. Preenchimento conforme Seção 8 do manual.

EXC	Descrição	Causa Provável	Ação Automática	SLA Resol.

D.2 Procedimento de Runbook

Modelo de procedimento individual para o runbook operacional. Conforme Seção 22 do manual.

Campo do Runbook	Preenchimento
Código do Procedimento (PROC-NN)	
Nome do Procedimento	
Versão / Data / Autor	
Quando aplicar (gatilho / condição)	
Pré-requisitos (acessos, ferramentas)	
Passos detalhados (numerados)	
Validação de sucesso	
O que fazer em caso de falha	
Quem notificar ao concluir	
Responsável pelo procedimento	

Anexo E — Apêndice Técnico SAP (BAPIs, Tabelas, IDocs)

E.1 BAPIs Mais Utilizadas na Integração com o SIGMA EAM

As BAPIs (Business Application Programming Interfaces) são funções estáveis do SAP, expostas para integração programática. As mais utilizadas em projetos SIGMA EAM são:

BAPI / Função	Módulo SAP	Uso na Integração SIGMA EAM
BAPI_MATERIAL_GETLIST	MM	Consulta de cadastro de materiais para sincronização e cache local.
BAPI_MATERIAL_AVAILABILITY	MM	Consulta de disponibilidade de saldo em tempo real.
BAPI_REQUISITION_CREATE	MM	Criação de Requisição de Compra a partir de O.S.
BAPI_RESERVATION_CREATE1	MM	Criação de reserva de material para preventiva.
BAPI_GOODSMVT_CREATE	MM	Movimentação de estoque (baixa por consumo, devolução).
BAPI_PO_GETDETAIL	MM	Consulta de status de Pedido de Compra.
BAPI_ACC_DOCUMENT_POST	FI/CO	Lançamento contábil de custos.
BAPI_COSTCENTER_GETLIST	CO	Sincronização de cadastro de centros de custo.
BAPI_ASSET_GETLIST	AA	Sincronização de cadastro de ativos imobilizados.
BAPI_EMPLOYEE_GETLIST	HR	Sincronização de cadastro de colaboradores.
BAPI_TIMESHEET_CREATE	HCM	Apropriação de horas trabalhadas em O.S.
BAPI_BUS2002_CREATE	PM	Criação de Ordem de Manutenção SAP PM (quando aplicável).

E.2 Tabelas Principais

Conhecer as tabelas do SAP relevantes para integração com manutenção é essencial para o arquiteto de integração. As principais são:

Tabela	Domínio	Conteúdo e Uso
MARA / MAKT	Materiais	Cadastro mestre de materiais (MARA) e descrições por idioma (MAKT).
MARC	Materiais por Centro	Dados de material por centro (planta), incluindo controles de planejamento e estoque.

Tabela	Domínio	Conteúdo e Uso
MARD	Saldos	Saldos de material por centro/depósito.
MBEW	Avaliação	Valor contábil dos materiais por área de avaliação.
EBAN / EBKN	Requisição de Compra	Cabeçalho (EBAN) e itens contábeis (EBKN) das requisições de compra.
EKKO / EKPO	Pedido de Compra	Cabeçalho (EKKO) e itens (EKPO) dos pedidos de compra.
MKPF / MSEG	Documento de Material	Cabeçalho (MKPF) e itens (MSEG) de movimentações de estoque.
LIKP / LIPS	Entrega	Cabeçalho (LIKP) e itens (LIPS) de remessas e entregas.
AUFK / AFKO	Ordens	Cabeçalho (AUFK) de ordens internas, de manutenção (PM), de produção; AFKO para ordens de produção.
IFLOT / IFLOTX	Local de Instalação	Estrutura técnica de manutenção (TAGs); base do espelhamento de ativos.
EQUI / EQKT	Equipamento	Cadastro de equipamentos e descrições.
CSKS / CSKT	Centro de Custo	Cadastro e descrições de centros de custo.
ANLA / ANLB	Ativo Imobilizado	Cadastro de ativos imobilizados e dados de depreciação.
PA0001 / PA0002	Recursos Humanos	Dados de colaboradores: organizacionais (PA0001) e pessoais (PA0002).

E.3 IDocs Relevantes

Para integrações assíncronas com SAP, os IDocs mais utilizados são: MATMAS (cadastro de materiais), DEBMAS (clientes), CREMAS (fornecedores), HRMD_A (recursos humanos), FIDCC (lançamentos contábeis) e MBGMCR (movimentação de mercadorias). Cada IDoc segue estrutura de segmentos hierárquicos definida pela SAP e pode ser configurado via WE20 (parceiros) e WE21 (portas).

E.4 Boas Práticas Específicas SAP

Algumas práticas merecem destaque em integrações com SAP: utilizar sempre BAPIs estáveis (não chamadas diretas a tabelas para escrita); respeitar transações lógicas (BAPI_TRANSACTION_COMMIT após cada operação bem-sucedida); tratar mensagens de retorno (estrutura BAPIRET2) e logar todas; validar contra mandante correto; honrar bloqueios contábeis (períodos fechados); aproveitar o SAP Gateway/OData para integrações modernas RESTful.

Anexo F — Apêndice Técnico TOTVS (APIs e WebServices)

F.1 Recursos de Integração TOTVS

A TOTVS oferece múltiplos recursos de integração distribuídos entre suas três principais linhas (Protheus, Datasul, RM):

Recurso TOTVS	Módulo / Linha	Uso na Integração SIGMA EAM
WS_SIGAEST	Protheus / Estoque	Consulta de saldo, requisição interna, baixa de estoque.
WS_SIGACOM	Protheus / Compras	Geração de SC, consulta de PC, acompanhamento de status.
WS_SIGAGPE	Protheus / Folha	Consulta de colaboradores, apropriação de horas.
WS_SIGAFIN	Protheus / Financeiro	Vinculação a contas contábeis, centros de custo.
WS_SIGAATF	Protheus / Ativo Fixo	Sincronização de patrimônio imobilizado.
TOTVS API REST	Todas as linhas	Padrão moderno REST com tokens OAuth 2.0; cobertura crescente.
TOTVS Connect	Todas as linhas	Plataforma de integração com conectores pré-construídos.
EAI (Enterprise App Int.)	Datasul, Protheus, RM	Troca de mensagens padronizadas em XML; assíncrono.
Datasul Manufatura	Datasul	Integração com módulo de manufatura, produção e custos.
RM Saúde / RM Educacional	Linha RM	Integração com módulos verticais quando aplicável.

F.2 Endpoints REST e Autenticação

Os endpoints REST da TOTVS API seguem padrão moderno com autenticação via OAuth 2.0 e tokens JWT. Documentação atualizada disponível em developers.totvs.com e através do portal de desenvolvedores específico de cada cliente. Exemplos de endpoints típicos: GET /api/v1/produto/saldo, POST /api/v1/compras/solicitacao, GET /api/v1/colaboradores.

F.3 Tabelas Frequentemente Consultadas (Protheus)

SB1 (Produtos), SB2 (Saldos), SC1 (Solicitações de Compra), SC7 (Pedidos de Compra), SF1 (Notas Fiscais), SD1 (Itens de NF), CTT (Centros de Custo), SRA (Funcionários), SN1 (Ativo Imobilizado). Cada tabela tem campos prefixados com o código da tabela (B1_COD, SC1_NUM, etc.).

F.4 Boas Práticas Específicas TOTVS

Práticas recomendadas: utilizar WebServices SOAP para integrações legadas e REST para projetos novos; respeitar o controle de filiais (multi-empresa, multi-filial); honrar workflows de aprovação configurados; validar licenças TOTVS Connect com antecedência (cada recurso pode exigir licenciamento adicional); usar UPC (User Programming Customization) quando necessário customizar comportamento; aproveitar o EAI para integrações assíncronas de cadastros mestres.

Anexo G — Apêndice Técnico SENIOR (APIs G7 e Sapiens)

G.1 Recursos de Integração Senior

O ecossistema Senior é especialmente relevante para o mercado do Sul do Brasil. Os principais recursos de integração são:

Recurso Senior	Linha / Módulo	Uso na Integração SIGMA EAM
Senior X APIs REST	Plataforma moderna	Padrão atual da Senior; OAuth 2.0; documentação Swagger; alta cobertura funcional.
Senior G7 WebServices	Plataforma G7	WebServices SOAP cobrindo módulos clássicos; consolidado e estável.
Sapiens — Estoque	Sapiens ERP	Consulta de saldo, requisição, baixa e devolução de materiais.
Sapiens — Compras	Sapiens ERP	Solicitação de compra, cotação, pedido, recebimento.
Sapiens — Patrimônio	Sapiens ERP	Cadastro de ativos imobilizados, depreciação, transferências.
Senior HCM	Gestão de Pessoas	Cadastro de colaboradores, especialidades, treinamentos, certificações.
Senior Ronda	Ponto Eletrônico	Marcações de ponto, escalas, horas extras.
Senior WMS	Logística	Gestão avançada de almoxarifado, localização física, FIFO/FEFO.
Plataforma de Integração Senior	Transversal	Orquestração entre módulos; conectores pré-construídos.

G.2 Endpoints REST e Documentação

A documentação de APIs do Senior X está disponível no portal do desenvolvedor da Senior (developers.senior.com.br). Os endpoints seguem padrão REST com versionamento, autenticação OAuth 2.0 e contratos OpenAPI/Swagger. Exemplos típicos: `/produto/saldo`, `/compras/solicitacao`, `/hcm/colaborador`, `/patrimonio/ativo`.

G.3 Boas Práticas Específicas Senior

Práticas recomendadas: priorizar Senior X (REST) sobre G7 (SOAP) em projetos novos; consultar a Plataforma de Integração para conectores pré-prontos; honrar o controle multi-empresa e multi-estabelecimento; validar licenças da Plataforma de Integração antecipadamente; alinhar com o consultor Senior do cliente quanto a customizações no ERP que possam impactar integrações.

Anexo H — Integração com IoT e Indústria 4.0 (Detalhada)

H.1 Princípios da Integração IoT

A integração IoT no SIGMA EAM é diferencial do produto e merece tratamento aprofundado. Os princípios são: ingestão escalável (suportar milhares de leituras por segundo); resiliência (operação contínua mesmo com falha parcial); contextualização (leituras associadas a ativos e tags do SIGMA); automação (alarmes geram O.S. automaticamente); aprendizado (IA transversal analisando padrões).

H.2 Protocolos Industriais Suportados

Protocolo	Aplicação no SIGMA EAM
MQTT	Publicação assíncrona de leituras de sensores; modelo publish/subscribe; ideal para grande volume de dispositivos.
OPC UA	Comunicação com CLPs, SCADA e DCS; modelo cliente/servidor; suporta segurança e modelagem semântica.
Modbus TCP	Protocolo industrial legado; leitura de horímetros e instrumentos; modelo mestre/escravo.
PROFINET / EtherNet/IP	Protocolos industriais Ethernet; integração com automação.
HTTP/REST (IoT)	Sensores modernos com gateway IoT; payload JSON; integração simples via webhook.
AMQP	Mensageria assíncrona robusta; usado em filas industriais e plataformas IoT enterprise.
LoRaWAN	Comunicação de longa distância e baixo consumo; usado em horímetros e sensores remotos.

H.3 Sampling Rate e Estratégia de Coleta

A taxa de amostragem (sampling rate) define quantas leituras por unidade de tempo são coletadas. Recomendações: para variáveis lentas (temperatura ambiente, nível de óleo): 1 leitura a cada 5 minutos; para variáveis médias (temperatura de mancal, vibração RMS): 1 leitura por minuto; para variáveis rápidas (vibração espectral, corrente): leituras de alta frequência com agregação no edge. O edge computing reduz volume na nuvem mantendo precisão de eventos.

H.4 Edge versus Cloud

Decisão arquitetural crítica: processar no edge (próximo ao sensor) ou na cloud? Edge é melhor para latência baixa, robustez a falhas de conectividade e privacidade de dados. Cloud

é melhor para análises agregadas, IA com grandes volumes e correlação cross-planta. A maioria dos projetos usa modelo híbrido: filtragem e agregação no edge, análise avançada e armazenamento histórico na cloud.

H.5 Geração Automática de O.S. a partir de Alarme

O fluxo completo: sensor detecta desvio → alarme local → leitura enviada à plataforma IoT → análise por IA do SIGMA → correlação com histórico → decisão (gerar O.S. ou apenas alertar) → se gerar, criar O.S. preditiva no SIGMA com peças sugeridas → reserva automática no almoxarifado → notificação ao planejador. Todo o fluxo é configurado no SIGMA via regras de negócio, sem necessidade de programação.

H.6 Plataformas IoT Suportadas

AWS IoT Core, Azure IoT Hub, Google Cloud IoT, Siemens MindSphere, GE Predix, PTC ThingWorx, Bosch IoT Suite, dispositivos diretos (Dynamox, I-See, Treon, Phantom, Schaeffler OPTIME), historiadores industriais (PI System, AVEVA Wonderware Historian).

Anexo I — Integração SIGMA Mobile 3.0

I.1 Visão Geral do SIGMA Mobile 3.0

O SIGMA Mobile 3.0 é o aplicativo móvel da plataforma, desenvolvido em Flutter, que estende o SIGMA EAM para dispositivos Android e iOS. Sua arquitetura offline-first o torna especialmente relevante para indústrias com áreas de baixa conectividade. A integração mobile envolve aspectos específicos não cobertos pelas integrações tradicionais com sistemas corporativos.

I.2 Arquitetura Offline-First

O Mobile 3.0 mantém base local SQLite com sincronização inteligente. Operações realizadas offline (abrir, executar, encerrar O.S., apontar horas, registrar fotos) ficam armazenadas localmente e são sincronizadas automaticamente quando a conectividade retorna. A sincronização usa resolução de conflitos baseada em timestamp e regras de negócio definidas no servidor.

I.3 Autenticação Biométrica e Facial

O Mobile 3.0 oferece autenticação por biometria nativa do dispositivo (TouchID, FaceID, impressão digital Android) e reconhecimento facial próprio para liberação de O.S. críticas. A integração com identidades corporativas (Azure AD, Okta) garante consistência com o login web.

I.4 Leitura de QR Code e RFID

A câmera do dispositivo é usada para leitura de QR Codes afixados em ativos, abrindo automaticamente o histórico de manutenções. Integração com leitores RFID externos via Bluetooth permite rastreabilidade avançada de peças, ferramentas e EPIs.

I.5 Conversão de WhatsApp para O.S.

Integração com WhatsApp Business API permite que solicitações de manutenção enviadas por colaboradores via WhatsApp sejam automaticamente convertidas em Solicitações de Serviço no SIGMA, com transcrição de áudios, classificação por IA e roteamento para o planejador adequado.

I.6 Comando de Voz

O Mobile 3.0 permite registro de falhas e ocorrências por comando de voz, usando reconhecimento de fala otimizado para terminologia técnica de manutenção. Reduz tempo de apontamento em campo e melhora a qualidade dos registros.

I.7 Integração com Hardware Externo

Suporte a periféricos via Bluetooth: leitores de código de barras, balanças, multímetros digitais, câmeras térmicas portáteis. As leituras são automaticamente vinculadas à O.S. ativa.

Anexo J — Integração com BI Corporativo

J.1 Modelo de Dados Exportado

O SIGMA EAM expõe modelo dimensional para consumo em ferramentas de BI corporativo, com tabelas fato e dimensões claramente definidas. Tabelas fato principais: Fato_OrdemServico, Fato_Apontamento, Fato_Movimentacao_Estoque, Fato_Custo_Manutencao, Fato_Leitura_Sensor. Dimensões principais: Dim_Ativo, Dim_Tempo, Dim_Colaborador, Dim_Material, Dim_CentroCusto, Dim_TipoManutencao, Dim_Planta.

J.2 Datasets Disponíveis

Os datasets pré-construídos do SIGMA para BI cobrem os principais KPIs:

- Disponibilidade e MTBF/MTTR por ativo e por planta.
- OEE (Overall Equipment Effectiveness) consolidado.
- Backlog de O.S. por status, prioridade e responsável.
- Cumprimento da preventiva (%) por área.
- Custo total de manutenção (CTM) por ativo, centro de custo e período.
- Análise de Pareto de falhas por modo, causa e ativo.
- Consumo de peças por tipo de manutenção.
- Produtividade da equipe (índice de utilização, eficiência).
- Análise preditiva: tendências de degradação por sensor.

J.3 Estratégia de Refresh

Refresh recomendado por tipo de dado: cadastros mestres (diário, madrugada); transacional consolidado (4× ao dia); operacional crítico (15 minutos); preditivo IoT (tempo real ou near-real-time via streaming). O refresh é configurável por dataset e respeita janelas de baixo uso para minimizar impacto na produção.

J.4 Ferramentas BI Suportadas

Conectores nativos para Microsoft Power BI (Direct Query e Import), Tableau (Web Data Connector), Qlik Sense (REST connector), Looker (BigQuery), SAP BW/4HANA, AWS QuickSight e Google Data Studio. Para data warehouses corporativos, exportação direta para Snowflake, Databricks, Azure Synapse, Google BigQuery, Amazon Redshift.

J.5 Segurança de Dados no BI

Row-Level Security (RLS) configurável por planta, área e centro de custo. Mascaramento de dados sensíveis (custo-hora, salários implícitos) conforme política. Auditoria de acessos via logs centralizados. Compatibilidade com perfis corporativos via SSO.

Anexo K — Glossário Técnico Expandido

Termos e siglas utilizados ao longo deste manual, expandido para cobrir todas as Partes da versão 2.0.

Termo / Sigla	Definição
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica.
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
API Q1	Norma do American Petroleum Institute para sistemas de gestão da qualidade na indústria de petróleo.
APR	Análise Preliminar de Risco. Documento obrigatório de SMS antes da execução de atividades de manutenção.
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional. Documento que atesta a aptidão do colaborador para a atividade.
BAPI	Business Application Programming Interface (SAP). Interface programática estável do SAP.
BOM	Bill of Materials. Lista técnica de componentes que formam um item ou kit de manutenção.
CAPEX / OPEX	Capital Expenditure / Operational Expenditure. Investimento / despesa operacional.
CDC	Change Data Capture. Técnica de captura de alterações em base de dados.
CMMS	Computerized Maintenance Management System. Categoria à qual o SIGMA pertence.
CR	Change Request. Solicitação formal de mudança de escopo.
CSV (Anvisa/FDA)	Computer System Validation. Validação de sistemas computadorizados em indústria farmacêutica.
CTM	Custo Total de Manutenção. Soma de mão de obra, materiais, serviços e overheads.
DDS	Diálogo Diário de Segurança. Reunião curta de SMS antes do início da jornada.
DEC / FEC	Duração / Frequência Equivalente de Continuidade. KPIs regulatórios do setor elétrico (ANEEL).
DLQ	Dead Letter Queue. Fila para mensagens irrecuperáveis após esgotadas tentativas de retry.
DPO	Data Protection Officer. Encarregado de proteção de dados (LGPD).
DR (Disaster Recovery)	Recuperação de desastre. Estratégia e procedimentos para retomada após falha catastrófica.
DTI	Documento Técnico de Integração. Artefato normativo deste manual.
EAM	Enterprise Asset Management. Gestão de ativos empresariais.

Termo / Sigla	Definição
EBAN / EBKN	Tabelas do SAP MM: cabeçalho e itens de Requisição de Compra.
ETL	Extract, Transform, Load. Processo de migração e integração de dados.
FEFO / FIFO	First Expired First Out / First In First Out. Regras de consumo de estoque.
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis. Técnica de análise de modos de falha.
FSD	Functional Specification Document. Especificação funcional detalhada.
FSSC 22000	Norma de gestão de segurança de alimentos.
GED	Gestão Eletrônica de Documentos.
GxP	Boas Práticas (Good Practice). Termo genérico para GMP, GLP, GCP, GDP em setores regulados.
HCM	Human Capital Management. Categoria de sistemas de RH.
IATF 16949	Norma automotiva (International Automotive Task Force).
IDoc	Intermediate Document (SAP). Formato padrão SAP de troca assíncrona.
Idempotência	Propriedade que garante que operações repetidas produzam o mesmo resultado.
iPaaS	Integration Platform as a Service.
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados (Lei 13.709/2018).
LoRaWAN	Low Power Wide Area Network. Protocolo de comunicação para IoT de longa distância.
LOTO	Lock Out Tag Out. Procedimento de bloqueio e etiquetagem de energias.
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas.
MATMAS	Tipo de IDoc do SAP para sincronização do cadastro mestre de materiais.
MES	Manufacturing Execution System. Sistema de execução da manufatura.
Movement Type	Código que classifica uma movimentação de estoque no SAP.
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport. Protocolo IoT publish/subscribe.
MTBF / MTTR	Mean Time Between Failures / Mean Time To Repair. KPIs centrais da manutenção.
NDA	Non-Disclosure Agreement. Acordo de confidencialidade.
O.S.	Ordem de Serviço. Documento operacional central do SIGMA EAM.
OEE	Overall Equipment Effectiveness. Indicador global de eficiência de equipamentos.
OAuth 2.0	Padrão de autenticação e autorização baseado em tokens.
OPC UA	Open Platform Communications Unified Architecture. Protocolo industrial moderno.
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção.
PEP / WBS	Project Element Plan / Work Breakdown Structure. Decomposição de projetos.

Termo / Sigla	Definição
PR / SC	Purchase Requisition / Solicitação de Compra.
PROC	Procedimento (de runbook).
PT	Permissão de Trabalho. Documento de liberação de atividades de manutenção.
RACI	Responsible, Accountable, Consulted, Informed. Matriz de responsabilidades.
RCA	Root Cause Analysis. Análise de causa raiz.
RCM / MCC	Reliability-Centered Maintenance / Manutenção Centrada na Confiabilidade.
REQ	Requisito (de Estoque e Compras).
RFC (SAP)	Remote Function Call (SAP). Chamada remota de funções.
RMA	Return Merchandise Authorization. Autorização de devolução ao fornecedor.
RPO / RTO	Recovery Point Objective / Recovery Time Objective. Métricas de DR.
RT	Regra de Transformação.
SaaS	Software as a Service. Modelo de fornecimento em nuvem.
SGI	Sistema de Gestão Integrado (Qualidade, Meio Ambiente, Segurança).
SIL	Safety Integrity Level. Nível de integridade de segurança em sistemas instrumentados.
SKU	Stock Keeping Unit. Código identificador único do item em estoque.
SLA	Service Level Agreement. Acordo de nível de serviço.
SMS	Saúde, Meio Ambiente e Segurança.
SOX	Sarbanes-Oxley Act. Lei norte-americana de controles internos para empresas de capital aberto.
SSO	Single Sign-On. Autenticação única corporativa.
T&M	Time & Materials. Modalidade de contratação por hora trabalhada.
TCO	Total Cost of Ownership. Custo total de propriedade de um ativo.
TDD	Technical Design Document. Documento de desenho técnico detalhado.
TL	Tabela de Lookup. Tabela de correspondência usada em mapeamentos De-Para.
TLS	Transport Layer Security. Protocolo de segurança da camada de transporte.
TRT / TRS	Tempo de Resposta / Tempo de Solução. Métricas de SLA de suporte.
UAT	User Acceptance Test. Teste de aceitação pelos usuários finais.
WMS	Warehouse Management System. Sistema de gestão de armazéns.
WSDL	Web Services Description Language. Linguagem que descreve contratos SOAP.

REDE INDUSTRIAL

Softwares de Manutenção | SIGMA EAM

comercial@redeindustrial.com.br | centralsigma.com.br

— Fim do Manual de Documentação de Integração SIGMA EAM v2.0 —