

# **PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE INTEGRAÇÃO INDUSTRIAL**

## **Integração Vertical e Horizontal com Suporte da Tecnologia da Informação**

### **Aplicável a Empresas Industriais de Grande Porte (Klabin S.A. e Marfrig S.A.)**

#### **1. Contextualização Estratégica**

Empresas industriais de grande porte, como Klabin S.A. e Marfrig S.A., operam em ambientes de alta complexidade operacional, múltiplas unidades produtivas, cadeias de suprimentos extensas e exigências rigorosas de rastreabilidade, qualidade e eficiência. Nesse contexto, a competitividade não depende apenas da capacidade produtiva instalada, mas da capacidade de integrar processos, sistemas e decisões ao longo de toda a cadeia de valor.

A Integração Industrial proposta neste planejamento contempla duas dimensões complementares:

- (i) a integração vertical entre níveis hierárquicos da estrutura industrial; e
- (ii) a integração horizontal entre processos e áreas no mesmo nível organizacional.

Ambas são suportadas por uma arquitetura robusta de Tecnologia da Informação (TI), capaz de garantir interoperabilidade, rastreabilidade e inteligência operacional.

#### **2. Diretrizes Estratégicas**

O planejamento estratégico de integração industrial está orientado pelos seguintes direcionadores:

- Alinhamento entre operação industrial e estratégia corporativa;
- Digitalização dos processos produtivos;
- Padronização tecnológica entre unidades industriais;
- Tomada de decisão baseada em dados (data-driven management);
- Visibilidade integral da cadeia de valor, do fornecedor ao cliente final.

#### **3. Integração Vertical entre Níveis Hierárquicos**

A integração vertical pressupõe a conexão estruturada entre o nível operacional (chão de fábrica), o nível de controle/supervisão e o nível de gestão corporativa. O objetivo é eliminar descontinuidades informacionais entre esses níveis, assegurando coerência decisória e rastreabilidade completa dos processos.

##### **3.1 Integração do Chão de Fábrica ao Nível de Controle**

No nível operacional, a proposta envolve a ampliação da digitalização por meio da adoção de sensores industriais (IoT), controladores lógicos programáveis (CLPs) interconectados e sistemas SCADA capazes de coletar dados em tempo

real sobre desempenho de máquinas, consumo energético, variabilidade de processo, qualidade e índices de parada.

Esses dados devem alimentar um sistema MES (Manufacturing Execution System), responsável por consolidar informações de produção, sequenciamento de ordens, controle de qualidade e rastreabilidade por lote. A integração entre SCADA e MES deve ocorrer por meio de protocolos industriais padronizados (como OPC UA), garantindo interoperabilidade e segurança.

O resultado esperado é a transformação de dados brutos de processo em indicadores operacionais estruturados, como OEE (Overall Equipment Effectiveness), tempo médio entre falhas (MTBF) e índice de refugo.

### **3.2 Integração do Nível de Controle ao Nível de Gestão**

A camada de gestão deve ser suportada por sistemas ERP integrados ao MES, permitindo que informações de produção, consumo de insumos, perdas e produtividade sejam refletidas automaticamente nos módulos de planejamento, custos, compras, logística e finanças.

A arquitetura proposta pressupõe:

- Integração via APIs ou middleware corporativo;
- Consolidação de dados em data warehouse central;
- Uso de plataformas de Business Intelligence (BI) e Analytics;
- Implementação de dashboards executivos em tempo real.

Com essa estrutura, decisões estratégicas — como planejamento de capacidade, alocação de investimentos, definição de mix produtivo ou renegociação com fornecedores — passam a ser fundamentadas em dados operacionais confiáveis.

A integração vertical, portanto, reduz a latência informacional entre evento operacional e decisão estratégica, promovendo maior coerência entre execução e planejamento corporativo.

## **4. Integração Horizontal entre Processos e Áreas**

A integração horizontal concentra-se na sincronização de processos no mesmo nível organizacional, reduzindo silos funcionais e promovendo coordenação sistêmica entre produção, logística, suprimentos, qualidade, comercial e unidades industriais distintas.

### **4.1 Integração entre Produção e Logística**

A proposta envolve a implementação de planejamento integrado da cadeia (Sales and Operations Planning – S&OP), conectado ao ERP e ao MES. A programação da produção deve ser automaticamente ajustada com base em:

- Previsões de demanda;

- Níveis de estoque;
- Capacidade instalada;
- Restrições logísticas.

A integração com sistemas WMS (Warehouse Management System) e TMS (Transportation Management System) permite sincronizar armazenagem e transporte com a produção, reduzindo estoques intermediários e lead times.

#### **4.2 Integração com Fornecedores**

A cadeia de suprimentos deve ser integrada por meio de plataformas colaborativas digitais, permitindo compartilhamento de previsões de demanda, cronogramas de produção e níveis de estoque.

A adoção de EDI (Electronic Data Interchange) e portais de fornecedores integrados ao ERP possibilita:

- Automatização de pedidos de compra;
- Rastreabilidade de insumos;
- Monitoramento de performance de fornecedores (OTIF, qualidade, prazo).

Em setores como papel e proteína animal, tecnologias como blockchain podem ser aplicadas para garantir rastreabilidade e conformidade regulatória ao longo da cadeia.

#### **4.3 Integração com Clientes**

No eixo cliente, a integração deve ocorrer por meio da conexão entre ERP e sistemas CRM, permitindo que pedidos comerciais impactem diretamente o planejamento produtivo. A rastreabilidade do produto acabado, integrada ao sistema industrial, fortalece transparência e conformidade sanitária e ambiental.

A retroalimentação de dados de mercado (demanda, reclamações, sazonalidade) deve ser incorporada ao planejamento industrial, fechando o ciclo de informação da cadeia de valor.

#### **4.4 Integração entre Unidades Industriais**

Empresas com múltiplas plantas devem adotar arquitetura de dados centralizada em nuvem, garantindo padronização de sistemas, indicadores e práticas operacionais.

A criação de um centro corporativo de monitoramento industrial permite comparar desempenho entre plantas, identificar melhores práticas e promover benchmarking interno contínuo.

### **5. Arquitetura Tecnológica Proposta**

A estrutura tecnológica recomendada baseia-se em cinco camadas integradas:

1. Camada Física: sensores, CLPs, dispositivos IoT.
2. Camada de Controle: SCADA e sistemas de supervisão.
3. Camada de Execução: MES e sistemas de qualidade.
4. Camada de Gestão: ERP, S&OP, WMS, TMS e CRM.
5. Camada Analítica: Data Lake, BI, Analytics e Inteligência Artificial.

A segurança cibernética deve ser tratada como elemento estratégico, com segmentação de redes industriais (IT/OT), controle de acessos e monitoramento contínuo.

## **6. Impactos Estratégicos Esperados**

A implementação da integração industrial proposta deverá resultar em:

- Redução de custos operacionais e desperdícios;
- Aumento da confiabilidade e estabilidade produtiva;
- Maior agilidade na resposta às oscilações de mercado;
- Visibilidade integral da cadeia de valor;
- Tomada de decisão estratégica orientada por dados;
- Maior competitividade sustentável no longo prazo.

## **7. Considerações Finais**

A integração industrial, quando estruturada sob as dimensões vertical e horizontal e suportada por uma arquitetura robusta de Tecnologia da Informação, transforma a organização em um sistema coeso, orientado por dados e estrategicamente alinhado.

Para empresas como Klabin e Marfrig, cuja complexidade operacional é elevada e cuja atuação ocorre em cadeias produtivas extensas, a integração não é apenas uma melhoria operacional — é um fator crítico de sustentabilidade competitiva.