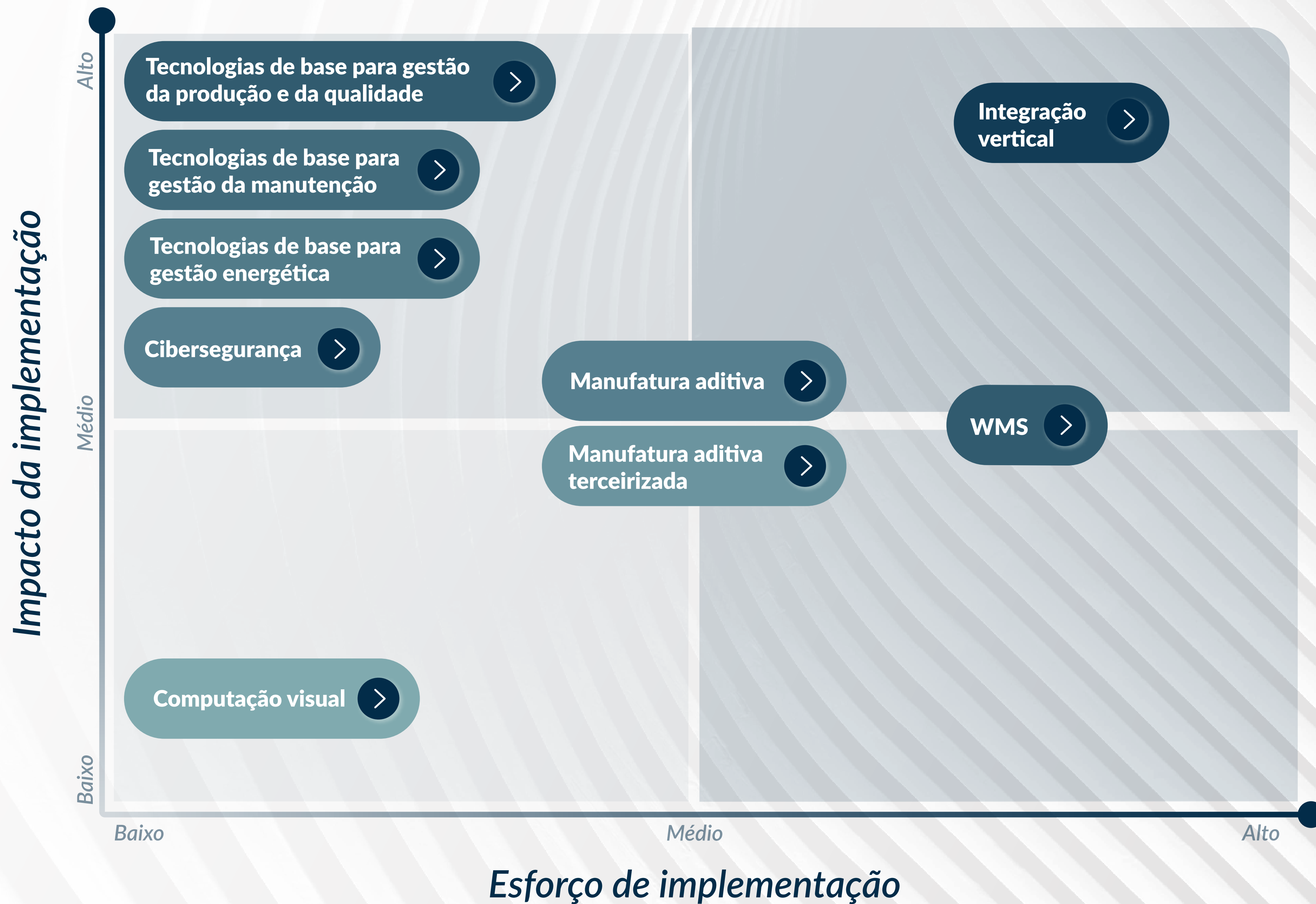


Guia de implementação dos casos de uso de soluções tecnológicas da indústria 4.0 para micro, pequenas e médias empresas (MPMEs)

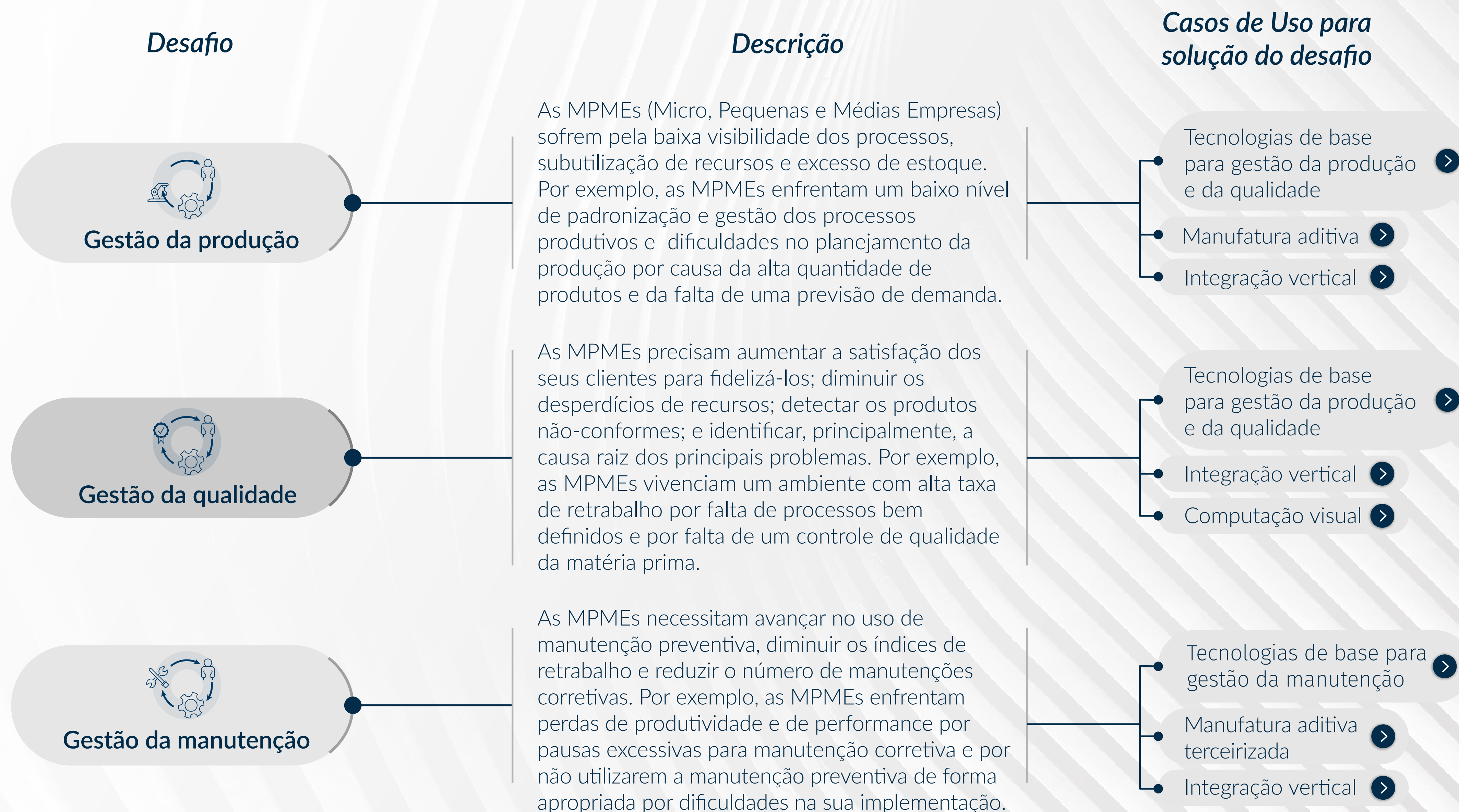
Sumário

Matriz de esforço e impacto dos casos de uso	.3
Casos de uso para solução dos desafios de produtividade	.4
Setores priorizados para os casos de uso	.6
Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade	.8
Tecnologias de base para gestão da manutenção	.10
Tecnologias de base para gestão energética	.12
Cibersegurança	.14
Integração vertical	.16
Manufatura aditiva terceirizada	.18
Manufatura aditiva	.20
Computação visual	.22
WMS - Sistema de gerenciamento de armazém	.24
KPIs - Indicadores-chave de performance	.26

Matriz de esforço e impacto dos casos de uso



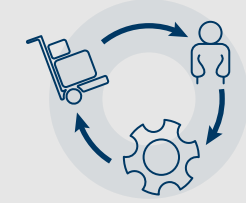
Casos de uso para solução dos desafios de produtividade



Desafio

Descrição

Casos de uso para solução do desafio

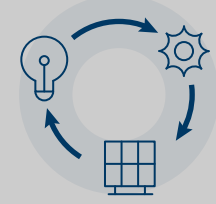


Gestão do estoque e logística

As MPMEs precisam controlar e dimensionar melhor o estoque e desenvolver ações que tornem a gestão logística mais eficiente na indústria. As MPMEs vivenciam perdas de estoque por desorganização do almoxarifado e sofrem com paradas não programadas na produção por necessidade de compras de matéria prima.

• Computação visual >

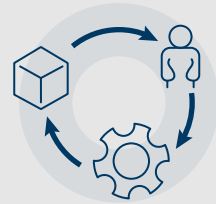
• WMS >



Gestão energética

AS MPMEs sofrem com as perdas de energia e baixa eficiência energética das linhas de produção. Por exemplo, as MPMEs possuem problemas relacionados ao desperdício de energia em equipamentos e alto consumo de energia na linha de produção.

• Tecnologias de base para gestão energética >



Gestão de produtos e inovação

As MPMEs sofrem com a baixa competitividade no mercado pela falta de desenvolvimento de novos produtos e inovação com foco no cliente. Por exemplo, as MPMEs possuem dificuldade em relação ao alto tempo de desenvolvimento de um novo produto e ao tempo de entrada do produto no mercado (*time to market*) que poderia gerar uma maior receita.

• Manufatura aditiva terceirizada >

Setores priorizados para os casos de uso



Farmoquímicos e farmacêuticos

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão da manutenção >

Integração vertical >

Computação visual >

WMS >

Cibersegurança >



Químicos

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão da manutenção >

Tecnologias de base para gestão energética >

Integração vertical >

Cibersegurança >



Higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC)

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão da manutenção >

Integração vertical >

Cibersegurança >



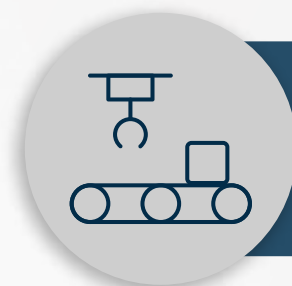
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Manufatura aditiva >

Integração vertical >

Cibersegurança >



Máquinas e equipamentos

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Manufatura aditiva >

Integração vertical >

Cibersegurança >



Veículos automotores

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Integração vertical >

Computação visual >

WMS >

Cibersegurança >



Produtos de borracha

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão da manutenção >

Tecnologias de base para gestão energética >

Integração vertical >

Cibersegurança >



Produtos de material plástico

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão da manutenção >

Tecnologias de base para gestão energética >

Integração vertical >

Cibersegurança >

Manufatura aditiva terceirizada >



Metalurgia e produtos de metal

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão energética >

Integração vertical >

Manufatura aditiva >

Manufatura aditiva terceirizada >

Cibersegurança >



Alimentos e bebidas

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Tecnologias de base para gestão da manutenção >

Tecnologias de base para gestão energética >

Manufatura aditiva terceirizada >

Integração vertical >

Computação visual >

WMS >

Cibersegurança >



Têxtil

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Integração vertical >

Computação visual >

Cibersegurança >



Vestuário

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Integração vertical >

WMS >

Cibersegurança >



Calçados e suas partes

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Manufatura aditiva terceirizada >

Integração vertical >

Computação visual >

Cibersegurança >



Papel

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Integração vertical >

Computação visual >

Cibersegurança >



Móveis

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade >

Manufatura aditiva terceirizada >

Integração vertical >

Cibersegurança >

Tecnologias de base para gestão da produção e da qualidade

Esquema tecnológico



Stakeholders

Internos

TI (Tecnologia da informação);
Produção;
Manutenção;
Qualidade;
Alta direção.

Externos

Fornecedor de tecnologias;
Fornecedor de máquinas;
Empresa integradora.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores com maior necessidade de monitoramento de parâmetros de processos, tanto processos contínuos quanto discretos.

Escopo

Implantar dispositivos com tecnologias IoT (Internet das Coisas), possibilitando a coleta de informações sobre o funcionamento das máquinas e equipamentos com intuito de auxiliar a tomada de decisão.

Forma de aquisição

Aquisição de kit IoT (hardware) e posterior contratação de integradora e assinatura de software para visualização dos indicadores de performance.

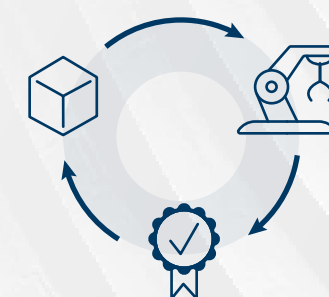
Impacto



Investimento

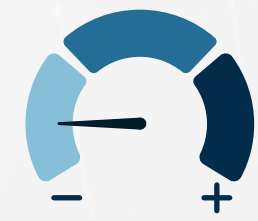


Desafio

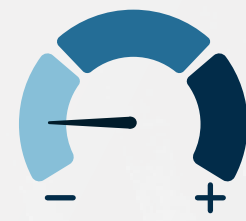


Gestão da produção
Gestão da qualidade

Esforço



Tempo de retorno



Requisitos

Tecnológicos

Máquina;
Rede.

Humanos

Conhecimento técnico dos parâmetros e indicadores do processo.

KPIs

Produtividade;
Tempo de operação;
Número de produtos conformes;
Velocidade de produção;
Refugo;
OEE.

Etapas de implementação



Riscos

Dificuldade de integração de máquinas;
Problemas de interoperabilidade;
Resistência dos colaboradores para a utilização da tecnologia.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja aumentar a visibilidade e confiabilidade dos seus indicadores de produção e qualidade.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME deve analisar seu parque fabril para definir quais os equipamentos críticos que deveriam ser monitorados e quais os indicadores, para início do projeto piloto.

Instalação dos dispositivos IoT

- 2 Para os equipamentos selecionados para o projeto piloto, a fornecedora deve instalar os kits IoT.

Integração do software de apresentação de dados

- 3 A fornecedora deve integrar os dados coletados pelo kit IoT ao software já utilizado pela MPME para visualização dos indicadores ou a MPME pode contratar o serviço de assinatura de software de visualização da fornecedora.

Coleta de dados

- 4 Os dispositivos IoT enviam os dados ao software, junto com as informações de produção e qualidade apontadas pelos operadores, e a MPME analisa os indicadores para ações de melhoria de processo.

Ampliação do uso da tecnologia

- 5 Uma vez testado e aprovado nos equipamentos do projeto piloto, a MPME pode aumentar, gradualmente, o número de equipamentos monitorados.

Nota:

Kit IoT: Integra sensor IoT, dispositivo de visualização e se conecta à rede de internet ou intranet.

Priorização de setores:

Setores com maior necessidade de monitoramento de parâmetros de processos.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos de tecnologias IoT para monitoramento de indicadores;
- Ferramentas da qualidade e técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs);
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Ferramentas da qualidade e técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs).

Funcionário da MPME

- Utilização da interface homem-máquina do equipamento IoT para apontamento de informações de produção e qualidade.

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Aumento de OEE pelas ações derivadas do monitoramento confiável do indicador.
- Ganhos = (Nº de produtos produzidos no novo OEE - Nº de produtos produzidos no OEE antigo) x % Margem de lucro x Valor de venda do produto.

Custos:

- Investimento inicial com kit IoT por equipamento;
- Custo de assinatura ou compra do software de visualização de indicadores.

Técnicas de cálculo:

- Valor Presente Líquido (VPL)
- Payback

Nota:

O aumento do OEE é considerado na máquina ou equipamento gargalo da linha de produção.

Tecnologias de base para gestão da manutenção

Esquema tecnológico



Stakeholders

Internos
Manutenção

Externos
Empresa integradora;
Fornecedor da tecnologia.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores onde a parada de máquinas tem alto impacto na produtividade, como indústrias de processos contínuos.

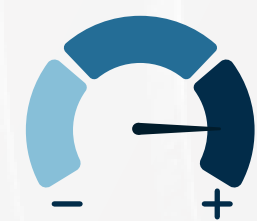
Escopo

Implantar dispositivos com tecnologias IoT e Inteligência Artificial (IA) para a coleta e análise de informações sobre o funcionamento das máquinas e equipamentos com o intuito de auxiliar no controle da manutenção e previsão de anomalias.

Forma de aquisição

Aquisição de dispositivo (hardware) para armazenamento e visualização de dados e serviço de assinatura de software para análise de dados e previsão de anomalias.

Impacto



Investimento



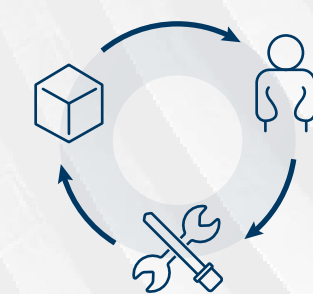
Esforço



Tempo de retorno



Desafio



Gestão da manutenção

Requisitos

Tecnológicos

Nuvem ou servidor para armazenar dados;
Sensor;
Rede;
CLP.

Humanos

Conhecimento de automação industrial (programação de CLP);
Conhecimento básico de TI;
Conhecimento técnico dos parâmetros e indicadores do processo de manutenção.

KPIs

Tempo de ciclo;
OEE;
MTBF;
MTTR;
MDT.

Etapas de implementação



Riscos

Não definir corretamente as anomalias de funcionamento das máquinas e equipamentos;
Máquinas e equipamentos que não possuem protocolo de comunicação aberto;
Não fazer manutenção dos sensores e obter informações erradas.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja aumentar a visibilidade e confiabilidade dos seus indicadores de gestão da manutenção.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME deve analisar seu parque fabril para definir quais os equipamentos críticos que deveriam ser monitorados e quais os indicadores, para início do projeto piloto.

Instalação dos dispositivos IoT e conexão com CLP e/ou sensores

- 2 Para os equipamentos selecionados para o projeto piloto, a fornecedora deve instalar/configurar sensores e CLP para a coleta de dados e integrar com kit IoT.

Integração do software de apresentação de dados

- 3 A fornecedora deve integrar os dados coletados pelo kit IoT ao software já utilizado pela MPME para visualização dos indicadores ou a MPME pode contratar o serviço de assinatura de software de visualização da fornecedora.

Coleta e análise de dados com IA

- 4 Os dispositivos IoT enviam os dados ao software, junto com as informações de manutenções apontadas pelos operadores, o qual analisa os dados com base em algoritmos de IA para recomendar ações de manutenção preditiva.

Ampliação do uso da tecnologia

- 5 Uma vez testado e aprovado nos equipamentos do projeto piloto, a MPME pode aumentar, gradualmente, o número de equipamentos monitorados.

Notas:

Kit IoT: Integra sensor IoT, dispositivo de visualização e se conecta à rede de internet ou intranet.

Priorização de setores:

1. Químicos;
2. Alimentos e bebidas;
3. Farmoquímicos e farmacêuticos;
4. HPPC;
5. Produtos de material plástico;
6. Produtos de borracha.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos de tecnologias IoT para monitoramento de indicadores;
- Ferramentas da qualidade e técnicas de melhoria contínua;
- Ferramentas de gestão de manutenção;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs);
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Ferramentas da qualidade e técnicas de melhoria contínua;
- Ferramentas de gestão de manutenção;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs).

Funcionário da MPME

- Ferramentas de gestão de manutenção;
- Utilização da interface homem-máquina do equipamento IoT para apontamento de informações de manutenção.

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Aumento de OEE pelas ações derivadas do monitoramento confiável do indicador e manutenção preditiva.
- Ganhos = (Nº de produtos produzidos no novo OEE - Nº de produtos produzidos no OEE antigo) x % Margem de lucro x Valor de venda do produto.

Custos:

- Investimento inicial com kit IoT por equipamento;
- Custo de assinatura ou compra do software de visualização de indicadores.

Técnicas de cálculo:

- VPL
- Payback

Tecnologias de base para gestão energética

Esquema tecnológico



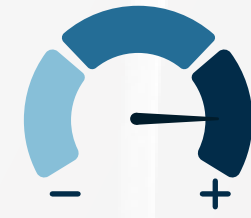
Escopo

Implantar dispositivos com tecnologias IoT para monitorar o consumo de energia elétrica das máquinas e equipamentos.

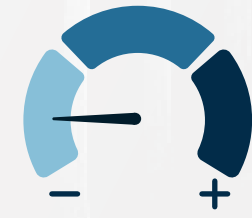
Forma de aquisição

Aquisição de kit IoT e contratação de assinatura de software para visualização dos dados.

Impacto



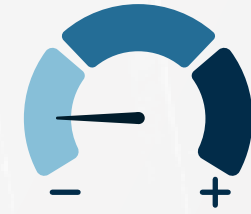
Investimento



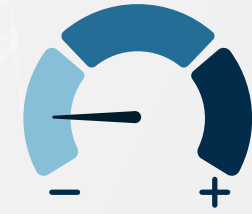
Desafio



Esforço



Tempo de retorno



Stakeholders

Internos

TI;
Produção.

Externos

Fornecedor de tecnologias.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores com alta demanda energética.

Requisitos

Tecnológicos

Máquina;
Rede.

Humanos

Conhecimento de instalação elétrica básico/médio;
Análise de dados de consumo de energia elétrica.

KPIs

Consumo de energia elétrica por máquina;
Pico de demanda de energia elétrica;
Perda de energia elétrica.

Etapas de implementação



Riscos

Instalação elétrica na fábrica de baixo padrão de qualidade.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja aumentar a visibilidade e confiabilidade dos seus indicadores de eficiência e perda energética.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME deve analisar seu parque fabril para definir quais os equipamentos críticos que deveriam ser monitorados e quais os indicadores, para início do projeto piloto.

Instalação dos dispositivos IoT

- 2 Para os equipamentos selecionados para o projeto piloto, a fornecedora deve instalar os kits IoT próximo à fonte de energia elétrica.

Integração do software de apresentação de dados

- 3 A fornecedora deve integrar os dados coletados pelo kit IoT ao software já utilizado pela MPME para visualização dos indicadores ou a MPME pode contratar o serviço de assinatura de software de visualização da fornecedora.

Coleta e análise de dados

- 4 O kit IoT envia os dados ao software, e a MPME analisa os indicadores para ações de melhoria de eficiência energética.

Ampliação do uso da tecnologia

- 5 Uma vez testado e aprovado nos equipamentos do projeto piloto, a MPME pode aumentar, gradualmente, o número de equipamentos monitorados.

Notas:

Kit IoT: Integra sensor IoT, dispositivo de visualização e se conecta à rede de internet ou intranet.

Priorização de setores:

1. Metalúrgico;
2. Químicos;
3. Alimentos e bebidas;
4. Produtos de material plástico;
5. Produtos de borracha.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos de tecnologias IoT para monitoramento de indicadores;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs) e eficiência energética;
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs) e eficiência energética.

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Diminuição dos gastos de energia pelas ações derivadas do monitoramento confiável do consumo
- Ganhos = consumo energia antes - consumo energia depois.

Custos:

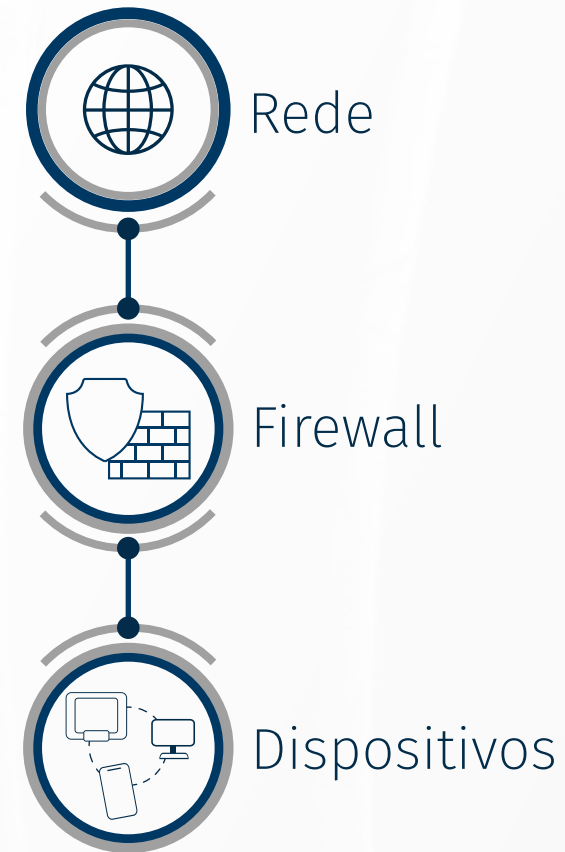
- Investimento inicial com kit IoT por equipamento;
- Custo de assinatura ou compra do software de visualização de indicadores.

Técnicas de cálculo:

- VPL
- Payback

Cibersegurança

Esquema tecnológico



Stakeholders

Internos

TI;
Alta direção.

Externos

Integradora;
Prestadora de serviço especializada em cibersegurança.

Setores com maior potencial de aplicação

Tecnologia transversal a todos os setores.

Escopo

Implantar de uma solução de cibersegurança para proteção dos dispositivos e dados da rede da MPMEs.

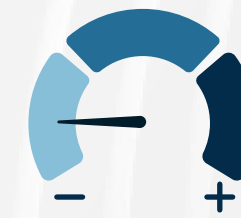
Forma de aquisição

Contratação de empresas terceirizadas para compra de solução de segurança (firewall e antivírus) e determinar a política de cibersegurança das MPMEs.

Impacto



Investimento



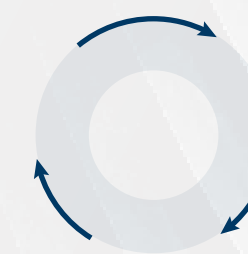
Esforço



Tempo de retorno



Desafio



Transversal a todos os desafios

Requisitos

Tecnológicos

Servidor interno.

Humanos

Conhecimento da estrutura organizacional (responsabilidades, permissão de acesso).

KPIs

Percentual de equipamentos seguros;
Percentual de testes de backup com sucesso.

Etapas de implementação



Riscos

Descumprimento das regras da política de cibersegurança;
Dificuldade de garantir o gerenciamento de acesso;
Política de cibersegurança se tornar obsoleta.

* VPN a sigla de Virtual Private Network, traduzido como Rede Privada Virtual.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja proteger os seus dados e rede industrial.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME e a fornecedora devem analisar a operação para determinar o escopo da solução de cibersegurança.

Instalação de firewall, antivírus e backup

- 2 A partir do escopo definido, a fornecedora deve instalar o firewall e o antivírus e configurar o backup dos dados.

Criação de um VPN interno

- 3 A fornecedora e a MPME devem criar um VPN interno para melhorar a segurança dos dados.

Elaboração de política de cibersegurança

- 4 A fornecedora deve elaborar uma política para a cibersegurança com base nas características organizacionais da MPME. A MPME deve implementar a política elaborada e mantê-la atualizada.

Atualização periódica de firewall, antivírus e backup

- 5 A MPME deve fazer a atualização periódica do firewall, antivírus e backups de segurança.

Priorização de setores:

A tecnologia pode ser aplicada a qualquer setor que deseje melhorar a segurança dos seus dados e rede industrial.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos de cibersegurança;
- Indicadores de performance de cibersegurança;
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Conhecimentos básicos de cibersegurança.

Funcionário da MPME

- Conhecimentos básicos de cibersegurança.

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Ganhos intangíveis da diminuição do risco de ataques hackers e vazamento de dados de clientes (ex. prevenção de multa por LGPD, imagem da empresa, etc.).

Custos:

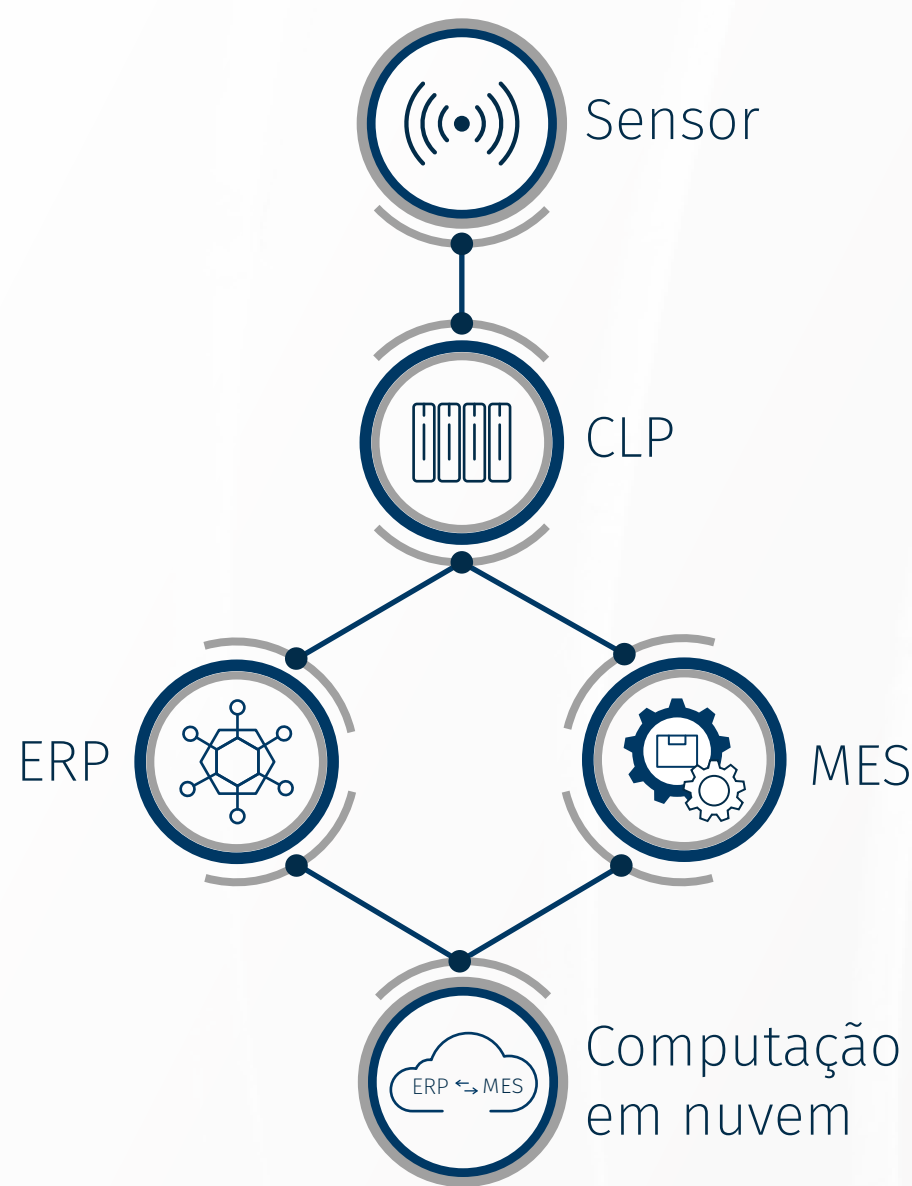
- Custo da solução de cibersegurança;
- Custo de assinatura dos softwares de cibersegurança.

Técnica de cálculo:

A implementação desta solução tecnológica não pode ser avaliada diretamente de forma quantitativa, ela deve ser analisada como um requisito essencial para a digitalização da MPME.

Integração vertical

Esquema tecnológico



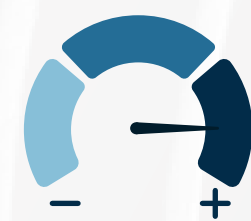
Escopo

Integrar os sistemas de Execução de Manufatura (MES) e Integrado de Gestão Empresarial (ERP) com sensores e CLPs para otimizar a gestão de dados e auxiliar na tomada de decisão.

Forma de aquisição

Aquisição de software ou serviço de assinatura MES e Serviço de integração.

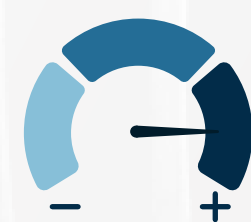
Impacto



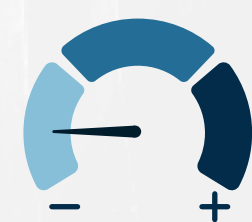
Investimento



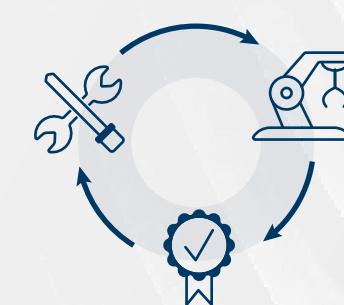
Esforço



Tempo de retorno



Desafio



Gestão da produção
Gestão de manutenção
Gestão da qualidade

Stakeholders

Internos

Produção;
Planejamento e controle da produção (PCP);
TI.

Externos

Fornecedor de software ERP;
Fornecedor do software MES;
Empresa integradora.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores com maior necessidade de monitoramento de parâmetros de processos, tanto processos contínuos quanto discretos.

Requisitos

Tecnológicos

Sensores instalados;
Smartphone ou dispositivo móvel para coleta de dados nas máquinas;
Placa para coleta de dados ou CLP;
Rede de internet |intranet;
Software ERP instalado;
Servidor próprio ou nuvem.

Humanos

Conhecimento dos roteiros de produção.

KPIs

Nº de produtos conformes;
Nº de não conformidades;
OEE;
MTBF;
MTTR;
MDT.

Etapas de implementação



Riscos

Dificuldade de integração de sistemas;
Problemas de interoperabilidade;
Resistência dos colaboradores para a utilização da tecnologia.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja integrar os dados de produção e gestão para aprimorar a sua tomada de decisão.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1** A MPME deve analisar sua operação para identificar as funcionalidades atuais e desejadas (ex. gestão de indicadores de qualidade, de produção, de manutenção) de cada software de gestão e escopo do projeto piloto de integração de sistemas.

Definição das funcionalidades dos diferentes sistemas

- 2** A MPME, a integradora e as empresas de software devem definir quais funcionalidades desejadas serão atendidas por cada software (ex. ERP, MES).

Integração de sistemas

- 3** As fornecedoras devem integrar seus softwares entre eles e com os sensores e CLPs presentes nos equipamentos selecionados no projeto piloto.

Análise de dados

- 4** A MPME analisa os indicadores para ações de melhoria de processos produtivos e gerenciais.

Ampliação do uso da tecnologia

- 5** Uma vez testado e aprovado o projeto piloto, a MPME pode aumentar, gradualmente, o escopo da integração de sistemas e número de equipamentos e linhas de produção abrangidas.

Priorização de setores:

Setores com maior necessidade de monitoramento de parâmetros de processos.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos das funcionalidades dos softwares ERP e MES;
- Técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs) e gestão;
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Conhecimentos básicos das funcionalidades dos softwares ERP e MES;
- Técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs) e gestão.

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Aumento de OEE pelas ações derivadas do monitoramento confiável dos indicadores;
- Ganhos de eficiência geral nas linhas de produção, na manutenção e nos indicadores de qualidade pelas ações derivadas da visibilidade global dos indicadores da fábrica.
- Ganhos = (N° de produtos produzidos no novo cenário - N° de produtos produzidos no cenário antigo) x % Margem de lucro x Valor de venda do produto.

Custos:

- Custo inicial do serviço de integração de sistemas;
- Custo de assinatura ou compra dos softwares de gestão.

Técnicas de cálculo:

- VPL
- Payback

Manufatura aditiva terceirizada

Esquema tecnológico



Stakeholders

Internos

Engenharia;
Desenvolvimento de produto;
Alta direção.

Externos

Prestador de serviço de impressão 3D;
Fornecedor de software CAD.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores com processos discretos com baixo volume de produção e alta flexibilidade.

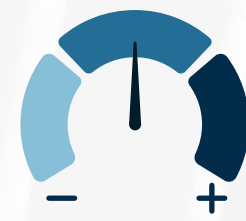
Escopo

Adotar impressão 3D para desenvolvimento e produção de protótipos, produtos ou peças de reposição, permitindo uma manufatura mais flexível.

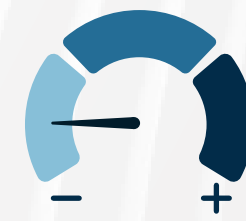
Forma de aquisição

Contratação de serviço de consultoria e impressão 3D.

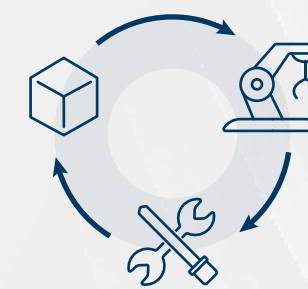
Impacto



Investimento

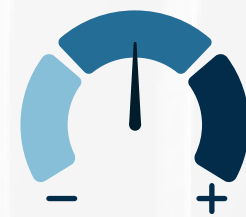


Desafio



Gestão de produto
Gestão de manutenção

Esforço



Tempo de retorno



Requisitos

Tecnológicos

Software CAD

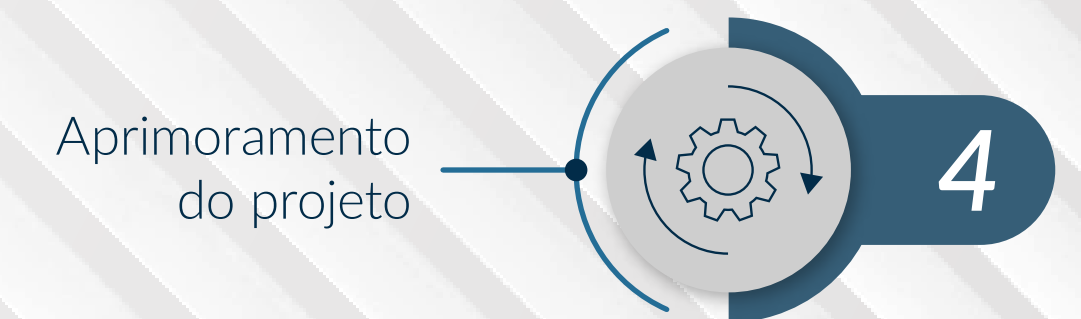
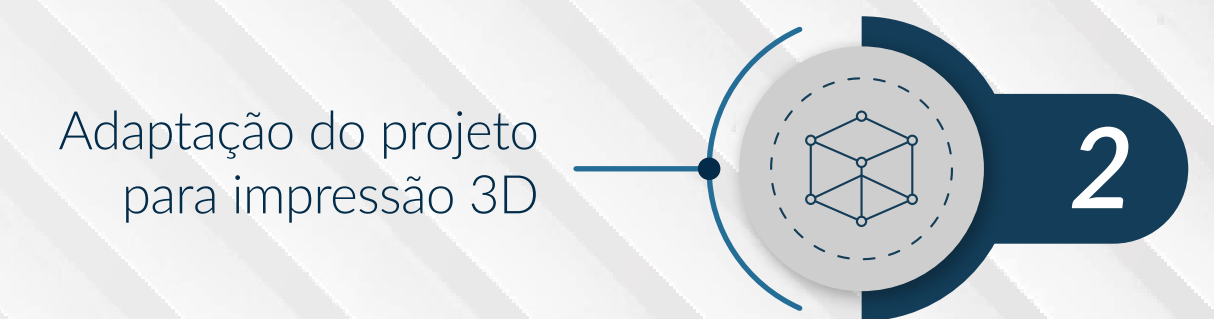
Humanos

Conhecimento técnico das especificações da peça

KPIs

Tempo médio entre reparos;
Velocidade de time-to-market;
Tempo médio de desenvolvimento de prótipos;
Lead time.

Etapas de implementação



Riscos

Dificuldade de escolha do tipo de material de impressão que atenda as especificações do processo (temperatura, resistência);
Dificuldade de alinhar o projeto de engenharia com os requisitos da impressão 3D.

Quando utilizar?

No caso de desenvolvimento de um novo produto (PDP), a MPME pode contratar o serviço de impressão de seus protótipos utilizando a Manufatura Aditiva (MA). No caso de gestão da manutenção, a MPME pode contratar a impressão 3D das peças de reposição necessárias.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME deve informar à fornecedora de MA as condições sob as quais será utilizada a peça ou produto (temperatura de uso, esforços, tipo de material, etc.). Com base nestas informações, a fornecedora de MA irá definir a viabilidade técnica e econômica da utilização desta solução tecnológica.

Adaptação do projeto para impressão 3D

- 2 No caso de desenvolvimento de produto, a MPME deve desenvolver o projeto em CAD3D. No caso de manutenção, a MPME pode desenvolver o projeto em CAD3D ou terceirizar seu desenvolvimento. Com o CAD3D em mãos, a fornecedora de MA irá adaptar o projeto para o processo de manufatura aditiva.

Impressão teste do produto

- 3 O produto ou peça é impresso pela fornecedora de MA e é testado no seu contexto real.

Aprimoramento do projeto (caso necessário)

- 4 No caso do produto ou peça não se adequar aos requisitos de uso, o projeto pode ser aprimorado pela fornecedora de MA.

Priorização de setores:

Para PDP:

1. Máquinas e equipamentos;
2. Produtos de material plástico;
3. Calçados e suas partes.

Para manutenção:

1. Metalurgia e produtos de metal;
2. Alimentos e bebidas;
3. Móveis.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos do estado da arte na aplicação de manufatura aditiva:
 - Aplicações comuns de MA;
 - Design para manufatura aditiva (Design for Additive Manufacturing - DFMA);
 - Tipos de materiais para MA disponíveis no mercado;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs);
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Conhecimentos básicos do estado da arte na aplicação de manufatura aditiva.
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs).

Análise de viabilidade do investimento

Desenvolvimento de novos produtos:

$Ganhos = N^{\circ} \text{ produtos em vendas antecipadas}^{\#} \times \% \text{ margem de lucro} \times \text{Valor de venda do produto.}$

$Custos = \text{Valor unitário do produto impresso em 3D}^{\text{Y}} - \text{valor unitário do produto fabricado por método tradicional}^{\text{P}}$

Manutenção:

$Ganhos = N^{\circ} \text{ produtos produzidos no tempo extra}^{\text{F}} \times \% \text{ margem de lucro} \times \text{Valor de venda do produto}$

$Custos = \text{Valor unitário da peça impressa em 3D}^{\text{Y}} - \text{valor unitário da peça no mercado}^{\text{P}}$

Viabilidade do investimento:

- $Ganhos - Custos = \text{positivo.}$

Notas:

[#] Vendas antecipadas = vendas no prazo reduzido pela diminuição do time to market.

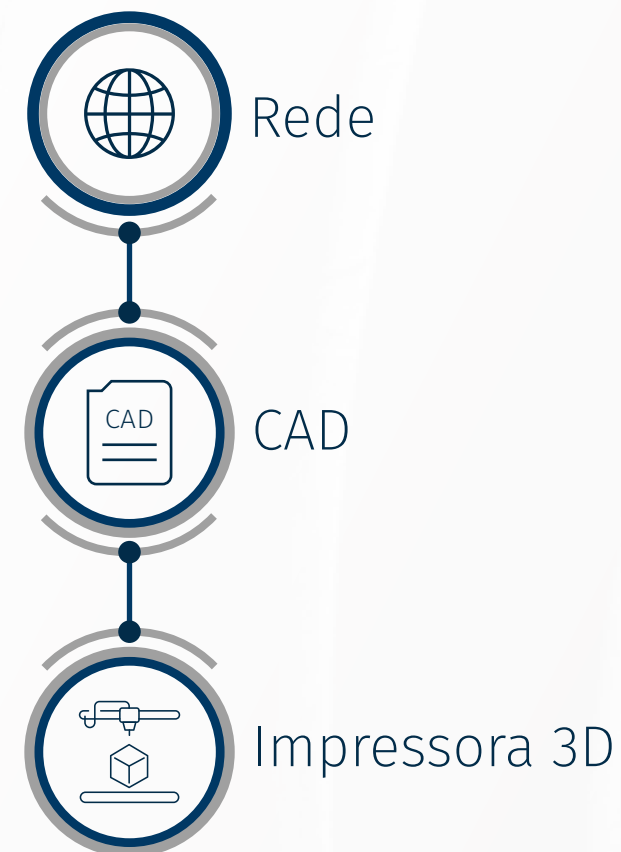
^Y Valor unitário de produto ou peça impressa em 3D deve considerar o rateio do custo inicial da consultoria da fornecedora de MA e das horas-homem da equipe de desenvolvimento de produto.

^P Valor unitário do produto fabricado por método tradicional deve considerar o rateio do custo inicial de ferramental e das horas-homem da equipe de desenvolvimento de produto.

^F Tempo extra = tempo de entrega da peça no mercado - tempo de impressão da peça de reposição.

Manufatura aditiva

Esquema tecnológico



Stakeholders

Internos

Engenharia;
Direção;
Equipe de produção.

Externos

Fornecedor de tecnologia;
Fornecedor da matéria-prima.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores de processos discretos de baixo volume de produção e de alta flexibilidade.

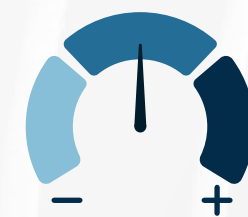
Escopo

Utilizar a manufatura aditiva para produção flexível em baixa escala de produtos que precisam se adaptar às necessidades do cliente.

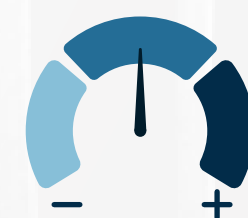
Forma de aquisição

Aquisição de impressora (hardware) e de software, prestação de serviço (treinamento, consultoria) para adaptação dos projetos e processos.

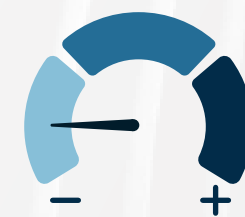
Impacto



Esforço



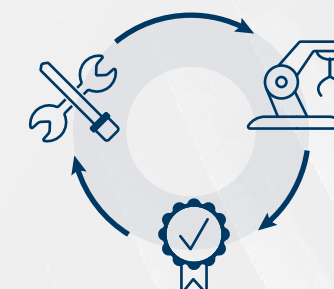
Investimento



Tempo de retorno



Desafio



Gestão da produção

Requisitos

Tecnológicos

Software CAD;
Rede industrial;
Impressora 3D;
Operacional;
Conhecimento da matéria prima.

Humanos

Compreensão do material;
Compreensão de projetos em 3D;
Compreensão do processo de produção.

KPIs

Tempo de produção;
Horas trabalhadas do operador;
Número de falhas.

Etapas de implementação



Riscos

A equipe não ter o conhecimento para mudança;
Falta de contrato de manutenção com fornecedora de tecnologia.

Quando utilizar?

Quando a MPME precisa produzir em baixo volume e de forma flexível para se adaptar às demandas específicas de clientes.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME, junto à fornecedora de impressora 3D, precisa analisar o seu processo para entender se as características do produto, assim como o volume de produção e a necessidade de flexibilidade da manufatura se adequam à MA.

Desenvolvimento do protótipo

- 2 Na fornecedora de impressora 3D, o protótipo do produto precisa ser desenvolvido, testado e aprimorado até alcançar os padrões necessários.

Capacitação da equipe

- 3 A MPME deve ser treinada na utilização do hardware (impressora 3D) e no software (CAD3D), além de técnicas de design para MA (DFAM).

Adaptação do ambiente

- 4 O layout e processo produtivo devem ser adaptados para a inclusão da impressora 3D.

Produção

- 5 A MPME incorpora a impressão 3D ao seu processo produtivo.

Priorização de setores:

1. Produtos de material plástico;
2. Produtos de metal;
3. Máquinas e equipamentos;
4. Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos do estado da arte na aplicação de manufatura aditiva:
 - Aplicações comuns de MA;
 - Design para manufatura aditiva (Design for Additive Manufacturing - DFMA);
 - Tipos de materiais para MA disponíveis no mercado;
 - Temperatura de uso para cada tipo de material;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs);
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Conhecimentos básicos do estado da arte na aplicação de manufatura aditiva.
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs).

Funcionário da MPME

- Conhecimentos de hardware e software (CAD3D) para impressão 3D;
- Técnicas de design para manufatura aditiva.

Análise de viabilidade do investimento

Método tradicional:

Ganhos:

- N° produtos em vendas \times % Margem de lucro \times Valor de venda do produto.

Custos:

- Investimento inicial em linha de produção e ferramental pelo método tradicional;
- Custo unitário do produto fabricado pelo método tradicional.

Método MA:

Ganhos:

- $(N^{\circ}$ produtos em vendas antecipadas* + N° de produtos em vendas por produção flexível[†]) \times % Margem de lucro \times Valor de venda do produto.

Custos:

- Investimento inicial na compra da impressora 3D + consultoria da fornecedora de MA;
- Custo unitário do produto impresso em 3D.

Viabilidade do investimento:

- Comparação de VPL e Payback de cada processo produtivo.

Notas:

* Vendas antecipadas = vendas no prazo reduzido pela diminuição do *time to market*.

† Vendas por produção flexível = aumento nas vendas atribuído à capacidade de produção flexível conseguida através da MA.

Observação: este cálculo considera o investimento em uma nova linha de produção, que poderia ser por Manufatura tradicional ou por MA.

Computação visual

Esquema tecnológico



Stakeholders

Internos

Produção;
Qualidade;
Alta direção.

Externos

Fornecedor de tecnologia;
Empresa integradora de sistemas.

Setores com maior potencial de aplicação

Setor com alto volume de produção.

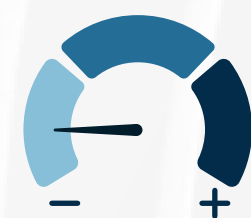
Escopo

Implantar solução de computação visual para inspeção visual, monitoramento e controle de produtos e processos.

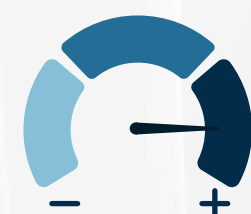
Forma de aquisição

Aquisição de hardware e software de serviço de consultoria especializada.

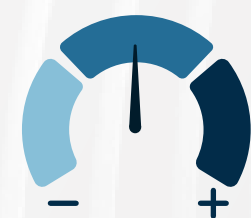
Impacto



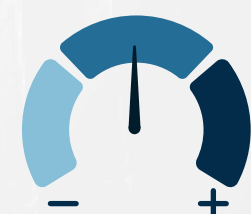
Esforço



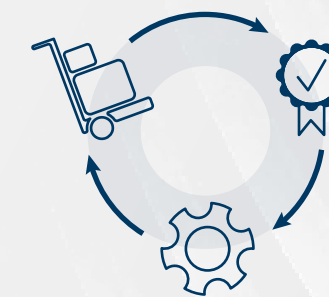
Investimento



Tempo de retorno



Desafio



Gestão da qualidade
Gestão de estoque
e logística

Requisitos

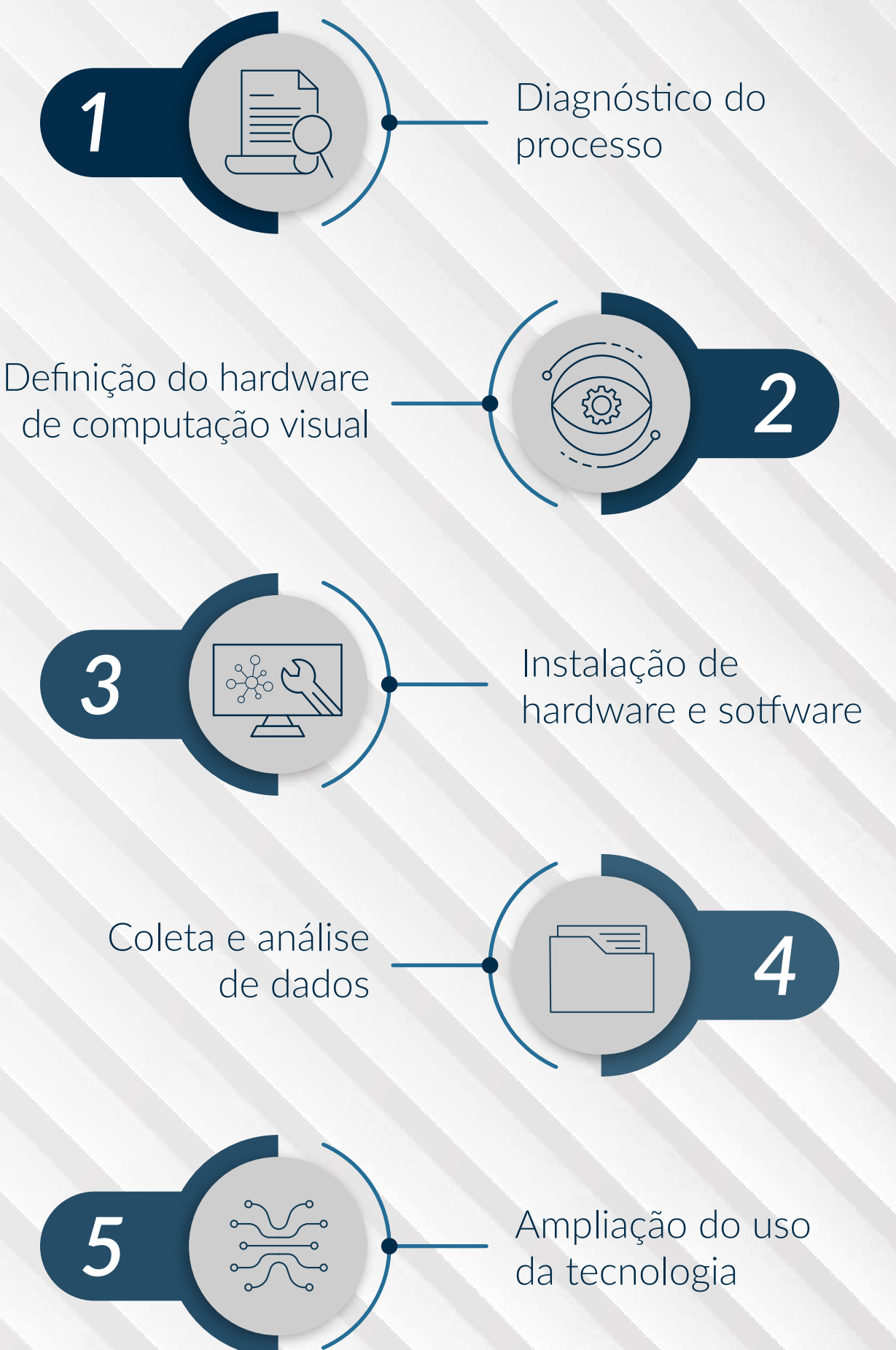
Tecnológicos
Rede.

Humanos
Conhecimento técnico dos parâmetros
e indicadores de qualidade.

KPIs

Número de não conformes;
Produtividade;
Número de não conformidades;
Número de reclamações
dos clientes.

Etapas de implementação



Riscos

Problemas de interoperabilidade;
Dificuldade em manter os processo
de inspeção em ordem.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja melhorar o controle de qualidade e de estoque dos seus produtos.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME e fornecedora devem identificar quais atividades do processo podem ser suportadas por computação visual e definir a escopo do projeto piloto.

Definição do hardware de computação visual

- 2 A MPME e fornecedora devem definir o tipo, a localização e a quantidade de câmeras necessárias para o projeto piloto.

Instalação do hardware e software

- 3 A fornecedora deve instalar as câmeras e fazer a configuração do sistema para a coleta de dados.

Coleta e análise de dados

- 4 As câmeras enviam os dados ao software e a MPME analisa os indicadores para ações de melhoria.

Ampliação do uso da tecnologia

- 5 Uma vez testado e aprovado nos equipamentos do projeto piloto, a MPME pode aumentar, gradualmente, o número de atividades de processo monitoradas.

Priorização de setores:

1. Veículos automotores;
2. Farmoquímicos e farmacêuticos;
3. Têxtil;
4. Papel;
5. Alimentos e bebidas.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos de computação visual;
- Ferramentas da qualidade e técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs);
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Ferramentas da qualidade e técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs).

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Na gestão da qualidade, aumento de OEE pelas ações derivadas do monitoramento confiável dos problemas de qualidade (ex. redução do número de produtos não conformes);
- Ganhos = (Nº de produtos produzidos no novo OEE - Nº de produtos produzidos no OEE antigo) x % Margem de lucro x Valor de venda do produto.
- Na gestão de estoque, ganhos pelo aumento de eficiência e confiabilidade no processo de contagem (ex. redução no número de devoluções por erros de expedição).

Custos:

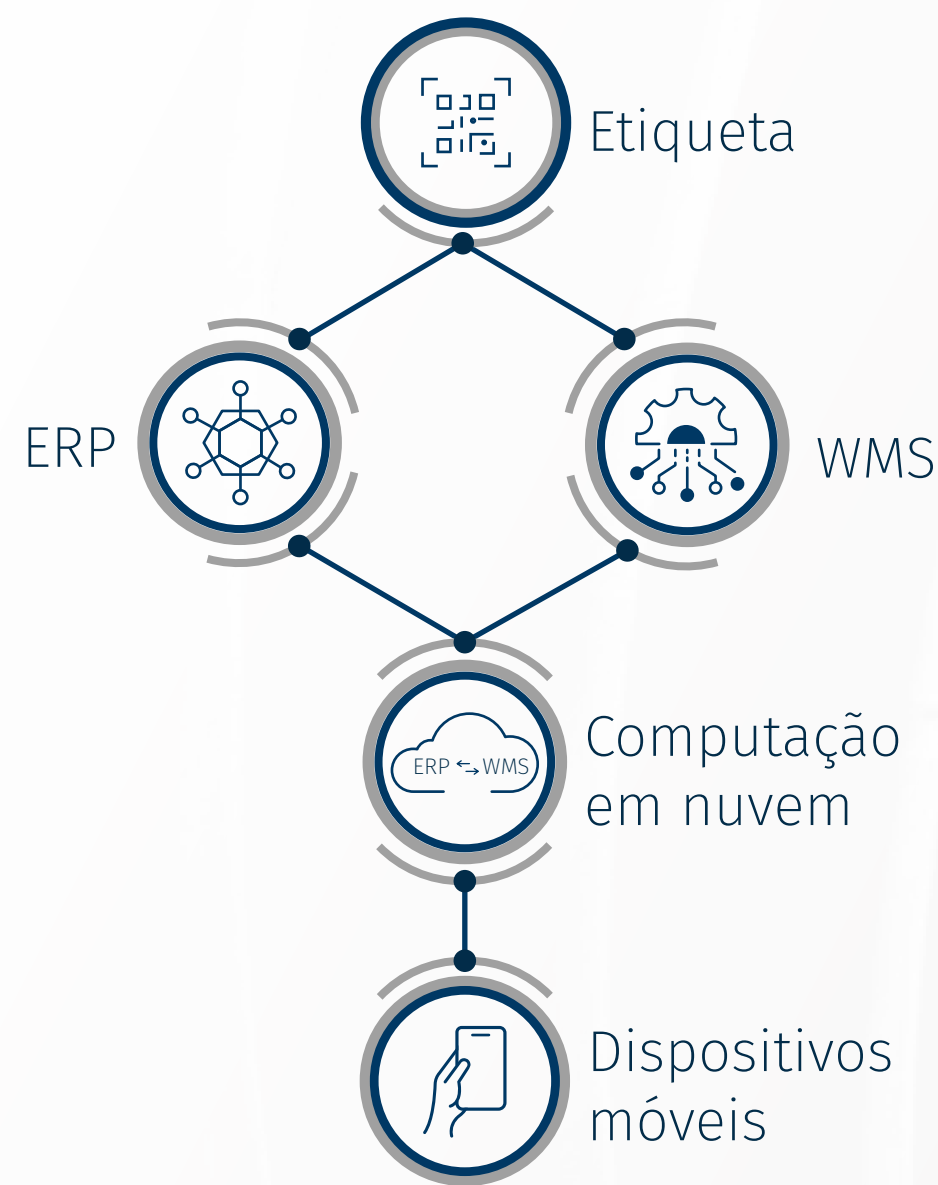
- Investimento inicial de aquisição e instalação de hardware de computação visual;
- Custo de assinatura ou compra do software de computação visual.

Técnicas de cálculo:

- VPL
- Payback

WMS - Sistema de gerenciamento de armazém

Esquema tecnológico



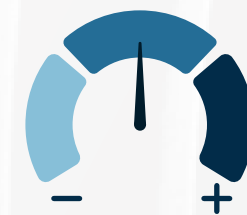
Escopo

Implantar sistema WMS para gerenciamento do estoque de forma inteligente, rastreando os produtos, melhorando os processos de preparação e separação de matérias primas e produtos (picking) e otimizando o uso de recursos.

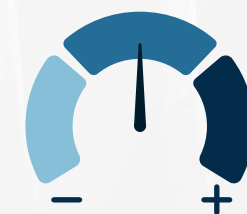
Forma de aquisição

Aquisição de software WMS e serviço de consultoria para adaptação do processo de gestão de estoque.

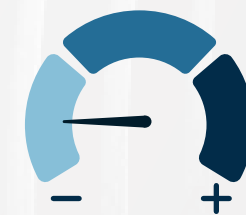
Impacto



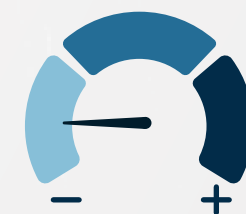
Esforço



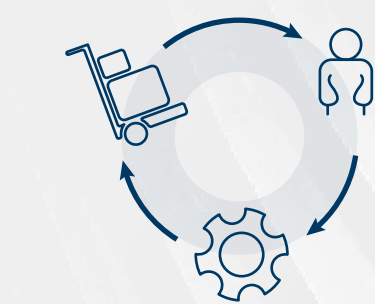
Investimento



Tempo de retorno



Desafio



Gestão de estoque

Requisitos

Tecnológicos

Nuvem ou servidor para armazenar o sistema;
Dispositivo móvel;
Software ERP.

Humanos

Conhecimento técnico dos processos de preparação e separação de matérias primas e produtos.

KPIs

Velocidade de armazenamento;
Performance do operador de estoque;
Tempo de estoque dos produtos;
Ruptura do estoque;
Ponto do pedido;
Lote econômico do estoque.

Stakeholders

Internos

Equipe de processo;
Equipe de estoque e logística.

Externos

Fornecedor de solução WMS;
Fornecedor de solução ERP.

Setores com maior potencial de aplicação

Setores com alto volume e diversidade de itens de matéria prima ou produto.

Setores com perecibilidade e necessidade de rastreabilidade dos insumos e produtos.

Etapas de implementação

Diagnóstico do Processo

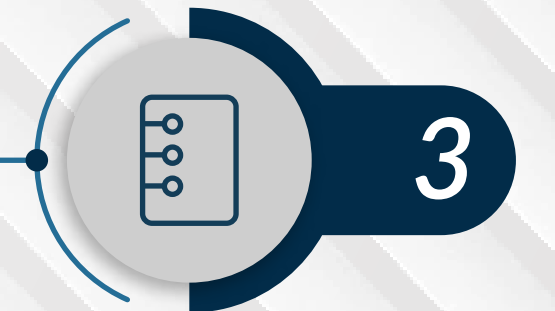


2



Definição dos requisitos e funcionalidades do sistema WMS

Endereçamento de todas as posições de estoque



4



Identificação dos produtos

Instalação do software WMS e integração com ERP

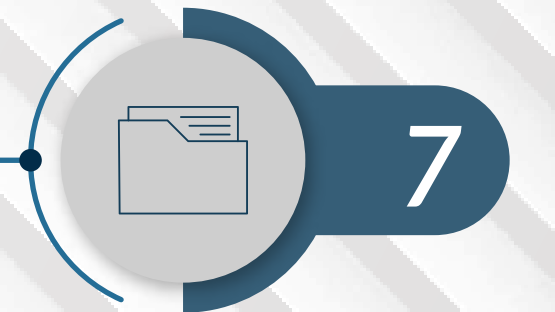


6



Contagem e cadastramento do estoque

Coleta e análise de dados



Riscos

Resistência dos colaboradores para a utilização da tecnologia e adaptação do processo;
Desconhecimento dos colaboradores da utilização das etiquetas e endereçamento.

Quando utilizar?

Quando a MPME deseja melhorar a gestão e controle do seu estoque.

Como utilizar?

Diagnóstico do processo

- 1 A MPME e fornecedora devem analisar a infraestrutura e forma de gerenciamento atual do estoque e logística para implementação do WMS.

- 2 **Definição dos requisitos e funcionalidades do sistema WMS**
A MPME e fornecedora devem definir os requisitos para instalação e as funcionalidades do software WMS.

- 3 **Endereçamento das posições de estoque**
A MPME deve endereçar todas as posições de estoque para configuração pela fornecedora no software WMS.

- 4 **Identificação dos produtos**
A MPME deve fazer a identificação (ex. etiqueta, código de barras, QR code, RFID) de todos os produtos em estoque.

- 5 **Instalação do software WMS e integração com ERP**
A fornecedora deve instalar o software WMS, configurar os dispositivos coletores móveis e integrar com o ERP da MPME.

- 6 **Contagem e cadastramento do estoque**
A MPME deve fazer o inventário do estoque e cadastrar todos os produtos no software WMS.

- 7 **Coleta e análise de dados**
O software WMS consolida todas as informações do estoque e a MPME analisa os indicadores para ações de melhoria.

Priorização de setores:

1. Farmoquímicos e farmacêuticos;
2. Alimentos e bebidas;
3. Veículos automotores;
4. Vestuário.

Quais os conhecimentos necessários?

Consultor

- Conhecimentos básicos das funcionalidades do software WMS;
- Conhecimentos de gestão de estoque e logística;
- Técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs);
- Indicadores para análise econômica e financeira de investimentos.

Gestor da MPME

- Conhecimentos básicos das funcionalidades do software WMS;
- Conhecimentos de gestão de estoque e logística;
- Técnicas de melhoria contínua;
- Indicadores de performance de processos produtivos (KPIs).

Funcionário da MPME

- Conhecimentos de gestão de estoque e logística;
- Utilização do dispositivo coletor móvel.

Análise de viabilidade do investimento

Ganhos:

- Ganhos derivados de ações orientadas pelo uso do WMS, como:
 - Velocidade de armazenamento;
 - Performance do operador;
 - Redução de casos de ruptura de estoque;
 - Redução de perdas de estoque;
 - Redução de volume de estoque;
 - Confiabilidade do estoque.

Custos:

- Custo de assinatura ou compra do software de WMS;
- Custo de aquisição dos equipamentos para inventário.

Técnicas de cálculo:

- VPL
- Payback

KPIs - Indicadores-chave de performance

KPI	Descrição	Cálculo
<i>Consumo de energia por máquina</i>	Consumo de energia elétrica em kWh por máquina no dia (mês ou produto).	
<i>Horas trabalhadas do operador</i>	Número de horas do operador necessárias para a realização de uma etapa do processo produtivo.	
<i>Lead time</i>	Tempo necessário para um produto percorrer todas as etapas de um processo, do início ao fim.	
<i>Lote econômico do estoque</i>	Quantidade ideal a ser adquirida em cada reposição de estoque, de modo a minimizar o custo de aquisição por produto, custos de frete e estoque.	$\text{Lote Econômico} = \sqrt{\frac{2 \times \text{Custo de Pedido} \times \text{Demanda}}{\text{Custo de estoque}}}$
<i>MDT - Tempo médio de paradas</i>	Tempo Médio de Paradas para Intervenções de Manutenção.	
<i>MTBF - Mean time between failures</i>	Indica o tempo médio em que duas falhas ocorrem.	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tempo Real de disponibilidade (TD)} - \text{Tempo de Manutenção (TM)}}{\text{Número de paradas (P)}}$
<i>MTTR - Mean time to repair</i>	Indica o tempo médio necessário para reparar um item ou componente específico e retorná-lo ao status normal de trabalho.	$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo total de Manutenção (TM)}}{\text{Número de paradas (P)}}$
<i>Número de falhas operacionais</i>	Número de falhas operacionais no processo produtivo.	
<i>Número de não conformidades</i>	Número médio de não conformidades nos produtos.	

KPI

Descrição

Cálculo

Número de produtos conformes

Número de produtos que atendem às especificações de qualidade.

Número de produtos não conformes

Número de produtos que não atendem às especificações de qualidade.

Número de reclamações dos clientes

Número de clientes que fizeram reclamações.

OEE - Overall equipment effectiveness

Quantas unidades boas de um produto foram produzidas por um equipamento em relação a capacidade total de produção desse mesmo equipamento.

OEE = Disponibilidade (%) x Performance (%) x Qualidade (%)

P - Número de paradas

Quantidade de vezes que um equipamento parou e necessitou de reparos.

Percentual de equipamentos seguros

Percentual de equipamentos seguros, ou seja, que estão com autorização de acesso correto e antivírus atualizado.

% de Equip. Seguros = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipamentos seguros}}{\text{Total de equipamentos}}$

Percentual de testes de backup com sucesso

Percentual de testes de backup realizados com sucesso.

% testes de backup com sucesso = $\frac{\text{n}^\circ \text{ de testes de backup realizados com sucesso}}{\text{n}^\circ \text{ total de backups}}$

Perda de energia

Energia gasta para produzir produtos ruins (refugos, não conformes, retrabalho).

Performance do operador de estoque

Tempo médio que um operador de estoque realiza uma atividade do processo.

Pico de demanda de energia

Consumo de energia elétrica em kWh no pico de demanda.

Ponto do pedido (ReOrder Point - ROP)

Nível de estoque no qual deve ser feito um pedido de reposição, de modo que o fornecedor entregue o pedido antes que o estoque acabe.

Ponto de Pedido = Estoque Mínimo + (Consumo médio x Tempo de Reposição)

KPI

Descrição

Cálculo

Produtividade

Produção média de cada trabalhador, em unidade monetária, por hora trabalhada.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade em valores monetários de que foi produzido}}{(\text{n}^\circ \text{ de trabalhadores} \times \text{horas trabalhadas no ano})}$$

Refugo

Unidas defeituosas, sem valor comercial.

$$\text{Taxa de refugo} = \frac{\text{Número de peças defeituosas}}{\text{Total de peças produzidas}}$$

Ruptura do estoque

Percentual de itens do catálogo da empresa que não estão em estoque.

$$\text{Ruptura do estoque} = \frac{\text{Itens sem estoque}}{\text{Total de produtos do estoque}} \times 100$$

TD - Tempo total de disponibilidade

Tempo que o equipamento deveria estar funcionando caso não houvesse nenhuma parada ou intervenção.

TM - Tempo total de manutenção

Tempo que o equipamento ficou parado devido as paradas de manutenção.

Velocidade de produção

Máxima velocidade com que um produto pode ser produzido por um equipamento.

Velocidade de time-to-market

Tempo desde a concepção da ideia do produto até o lançamento no mercado.



MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CÂMARA DA
INDÚSTRIA



NEO Núcleo de Engenharia
Organizacional