

# Arquitetura orientada a serviços baseada no RAMI4.0 para o compartilhamento da memória digital do produto ao longo da cadeia de suprimentos

Henrique Abrantes Vitoi

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Engenharia de Controle e Automação Mecânica

*Orientação:* Prof. Dr. Fabrício Junqueira  
*Coorientação:* Prof. Dr. Paulo Eigi Miyagi

18 de novembro de 2020

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Arquitetura proposta
- 3 Impactos sobre o ciclo de vida
- 4 Considerações finais

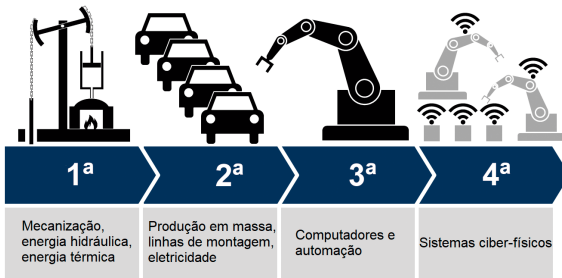
# Contextualização

- Cenário intrinsecamente **globalizado**, maior **complexidade nas interações**;
- Necessidade de uma melhor **eficiência na troca de informações** entre os elos da cadeia de suprimentos;
- **Logística da informação**.

# Mudança de paradigma na Indústria

## Conceito de I4.0 - Plattform Industrie 4.0

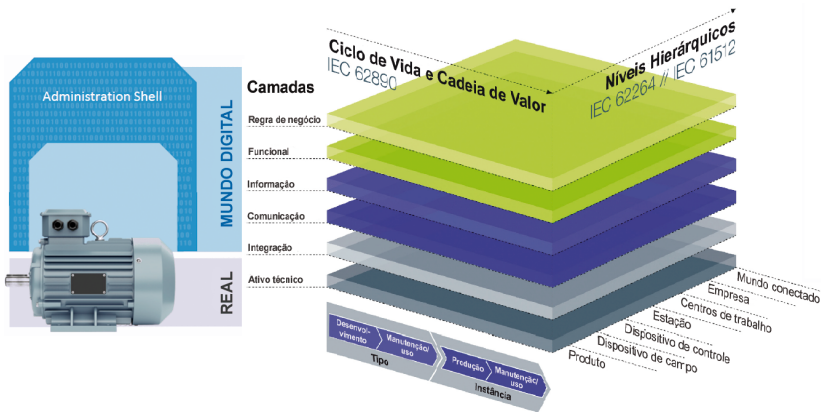
Indústria 4.0 (I4.0) refere-se à rede inteligente de máquinas e processos para a indústria com a ajuda das Tecnologia da Informação e Comunicação.



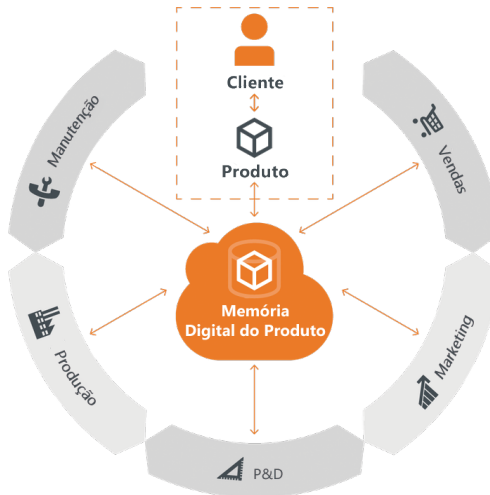
### Princípios da I4.0:

- Interoperabilidade
- Transparência de informações
- Descentralização de decisões
- Assistência técnica

# Indústria 4.0 - RAMI4.0



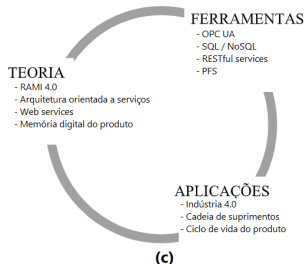
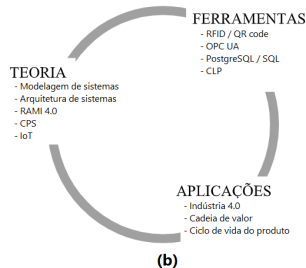
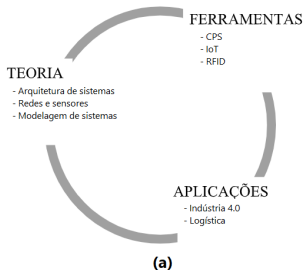
# Memória digital do produto (MDP)



# Objetivos do trabalho

- ① Elaborar de um **modelo do compartilhamento da MDP** ao longo da cadeia de suprimentos
  - ① Estruturação da MDP dentro de um Componente I4.0;
  - ② Esquematização da dinâmica de compartilhamento de informações por meio de serviços;
  - ③ Modelagem do fluxo de informações dentro das camadas do RAMI4.0.
- ② Apresentar considerações do amplo **compartilhamento da MDP sobre o ciclo de vida do produto**
  - ① Considerações sobre o eixo “Ciclo de vida e cadeia de valor” do RAMI4.0;
  - ② Considerações sobre a extensão do ciclo de vida do produto com a MDP;
  - ③ Levantamento de informações a serem coletadas pela MDP.

# Metodologia





# Fundamentação teórica

- Indústria 4.0
- Logística & Cadeia de Suprimentos
- Ciclo de vida do produto
- Memória digital do produto (MDP)
- Arquitetura orientada a serviços (SOA)
- Modelagem de sistemas

# Componentes e Operações da Arquitetura

## Propósito:

- Garantir o **compartilhamento de informações** do produto ao longo da cadeia de suprimentos;
- Fornecimento/Consumo das informações da MDP por meio de **Web Services**;
- Integração com o **RAMI4.0**

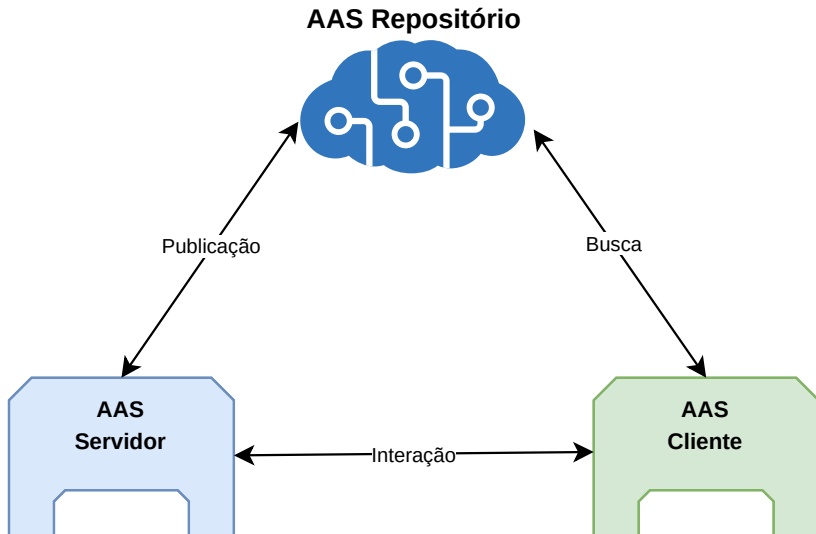
## Componentes:

- 1 AAS Servidor
- 2 AAS Cliente
- 3 AAS Repositório

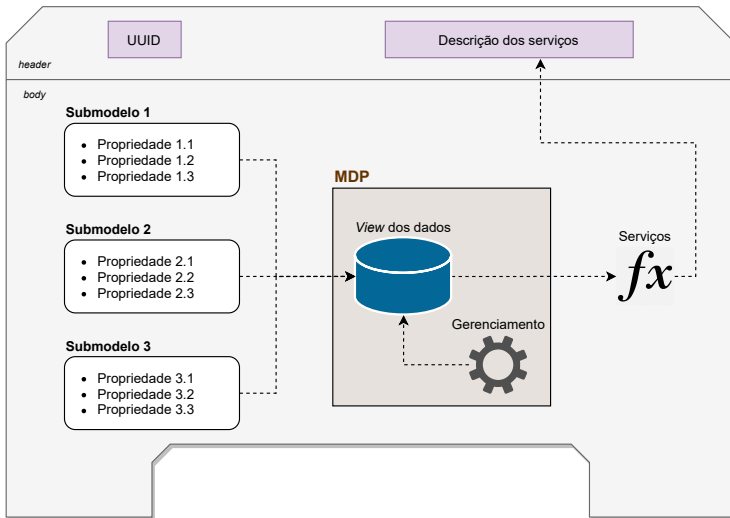
## Operações:

- 1 Publicação
- 2 Busca
- 3 Interação

# Dinâmica dos componentes e operações da arquitetura



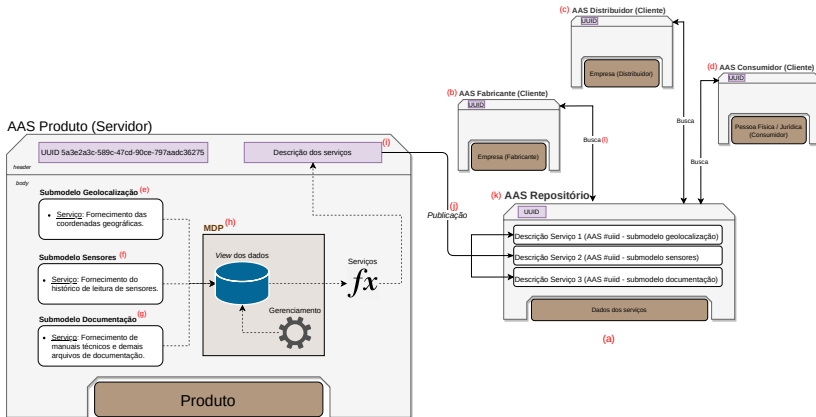
# Detalhamento das partes do AAS



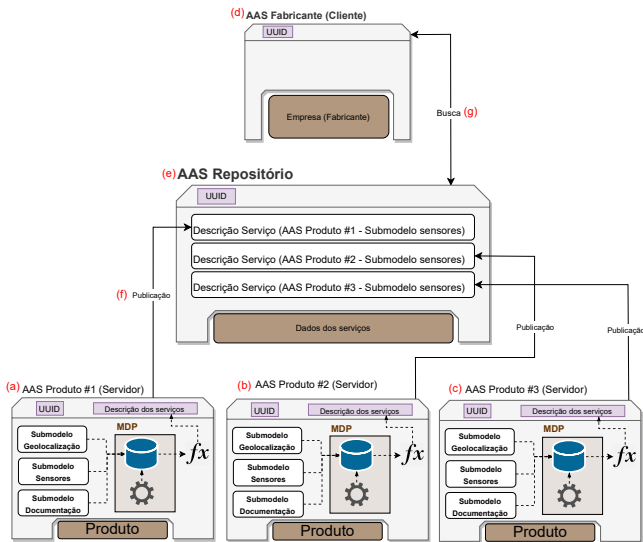
# Os dados de serviços no repositório

| Propriedade                       | Descrição   |
|-----------------------------------|---|
| <b>ID do serviço</b>              | Identificação única do serviço entre todos os repositórios.   |
| <b>Descrição do serviço (WSD)</b> | Descrição sobre todos os atributos e funcionalidades do <i>Web Service</i> juntamente com o tipo de resposta padrão.                                |
| <b>ID do AAS Servidor</b>         | Identificação única do AAS Serviço que fornece determinado serviço. Permite que o cliente possa localizar e invocar diretamente o serviço ofertado. |
| <b>Descrição do AAS Servidor</b>  | Breve descrição sobre o AAS Servidor como nome, modelo e companhia fabricante do ativo.   |
| <b>Timestamp do serviço</b>       | Registros de data e hora relacionados a operações de inserção e atualização de informações sobre o serviço no repositório.                          |
| <b>Quality of Service (QoS)</b>   | A métrica de qualidade de serviço (QoS) fornece indicadores sobre a qualidade do serviço prestado por um determinado AAS.                           |

# Dinâmica dos serviços - Múltiplos elos

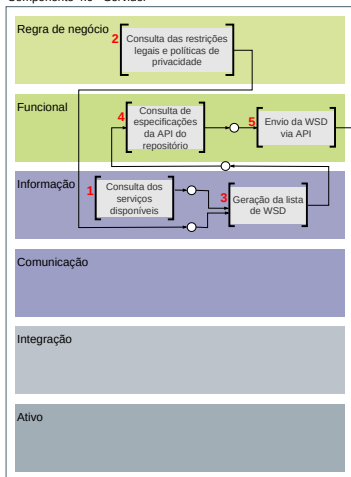


# Dinâmica dos serviços - Múltiplos produtos

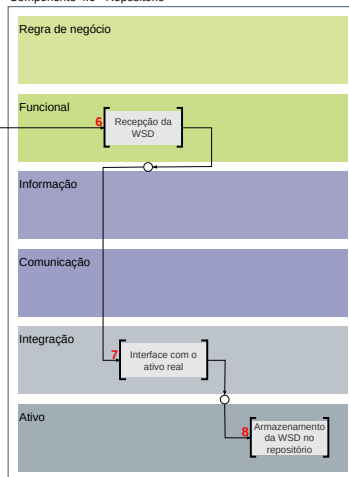


# Mapeamento no RAMI4.0 - Publicação

Componente 4.0 - Servidor



Componente 4.0 - Repositório

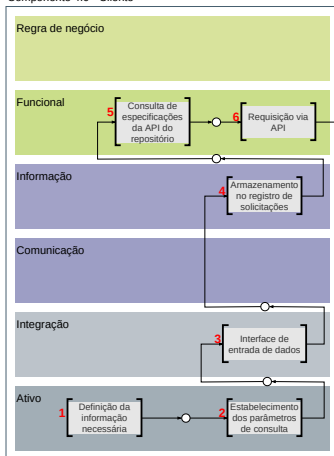




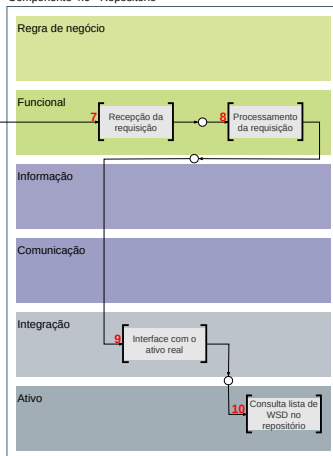
# Mapeamento no RAMI4.0 - Busca (Requisição)

## Requisição

Componente 4.0 - Cliente

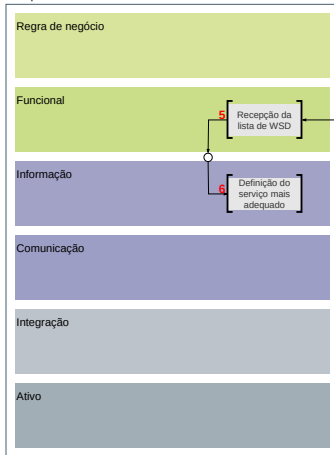


Componente 4.0 - Repositório



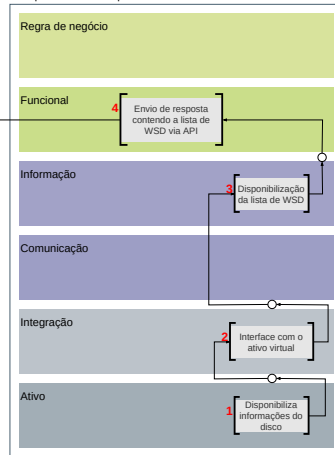
# Mapeamento no RAMI4.0 - Busca (Resposta)

Componente 4.0 - Cliente



## Resposta

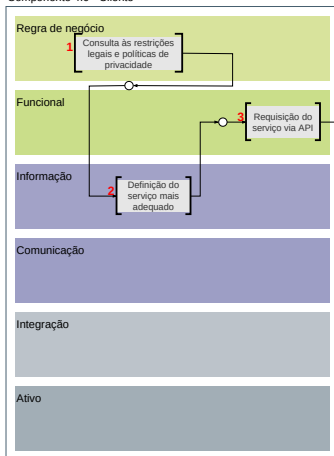
Componente 4.0 - Repositório



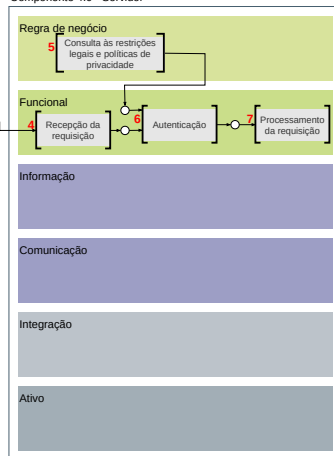
# Mapeamento no RAMI4.0 - Interação (Requisição)

## Requisição

Componente 4.0 - Cliente



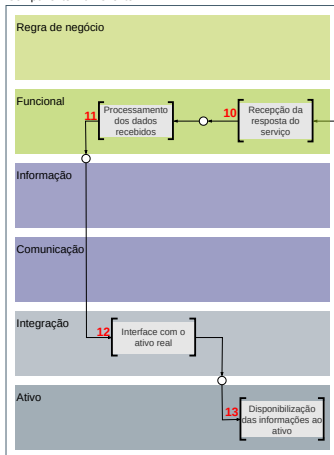
Componente 4.0 - Servidor



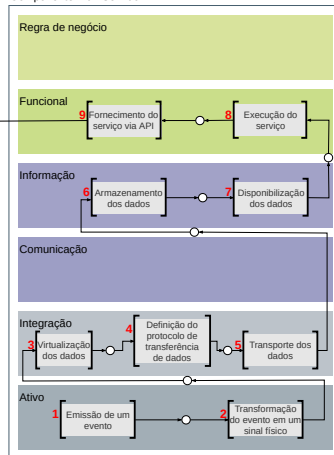
# Mapeamento no RAMI4.0 - Interação (Resposta)

## Resposta

Componente 4.0 - Cliente



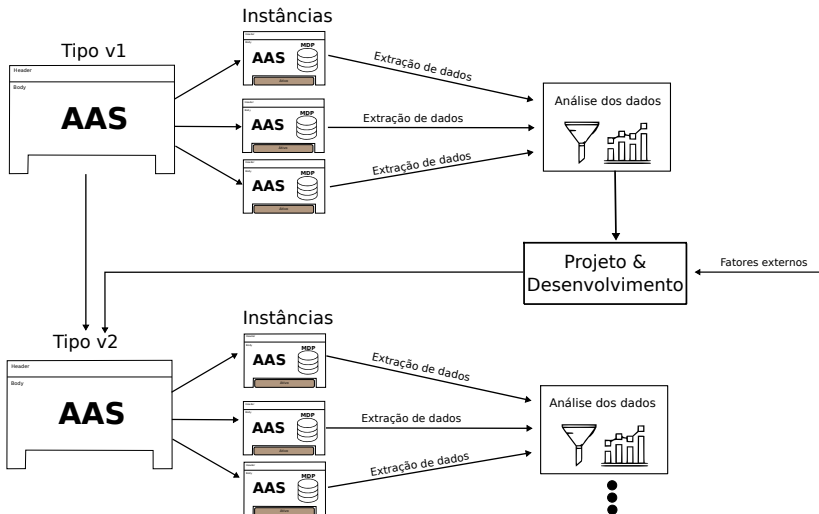
Componente 4.0 - Servidor



# Impactos da arquitetura proposta sobre o ciclo de vida do produto

- Impactos do amplo compartilhamento da MDP ao longo da cadeia de Suprimentos;
- Surgimento de novos **modelos de negócio baseados em dados (*data-driven*)**;
- Agregação de valor ao produto: **Melhorias de projeto** do produto (fase “tipo”) e **melhorias operacionais** (fase “instância”);

# Melhoria de novos produtos com base MDP



# Uso da MDP na melhoria de projeto do produto

Uso da MDP para o desenvolvimento de **novas versões de “tipos”** aprimoradas. Algumas formas de melhoria de projeto do produto são:

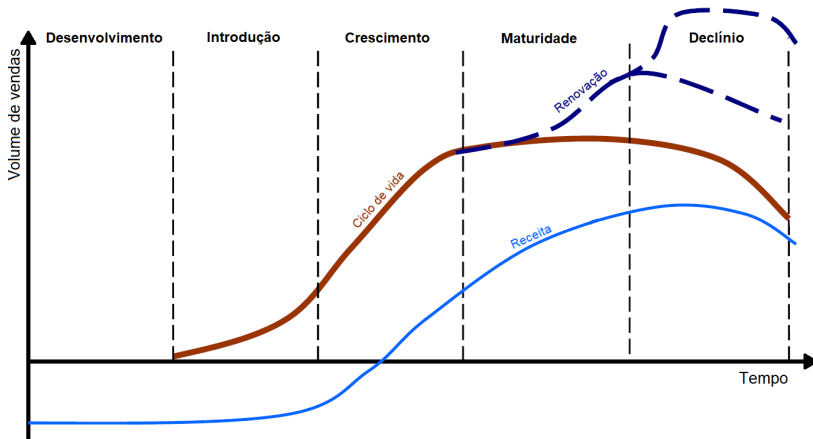
- Identificação e reparo de falhas de projeto;
- Adição de novas funcionalidades ao produto;
- Melhoria da experiência do cliente/operador com o produto;
- Geração de indicadores de sustentabilidade.

# Extração de informações

| Informação   | Submodelo                              | Cliente                            | Leitura                          |
|--|--|------------------------------------|----------------------------------|
| Histórico de leitura de sensores dos ativos                  | Leitura de sensores                    | Fabricante / Técnico de manutenção | Automática (E.g, a cada 6 horas) |
| Índice de disponibilidade, eficiência e qualidade do produto | Eficiência Global do Equipamento (OEE) | Fabricante / Gestor                | Automática, sob solicitação      |
| Volume de emissão de gases e materiais particulados          | Pegada ambiental                       | Fabricante / Consumidor            | Automática                       |
| Consumo energético   | Eficiência energética                  | Fabricante / Consumidor / Operador | Automática, a cada turno         |
| Padrões de uso   | Dados de uso                           | Fabricante                         | Automática                       |



# Extensão do ciclo de vida do produto com a MDP



## Uso da MDP na melhoria de operação do produto

Uso da MDP na melhoria operacional das “instâncias” sem necessariamente alterar seu projeto. Alguns benefícios são:

- Manutenção do produto orientada por dados;
- Simplificação da logística reversa (reciclagem, acionamento da garantia, *recalls*, etc);
- Maior integração dos membros da cadeia de suprimentos utilizando o produto como o centro de interação.

# Extração de informações

| Informação   | Submodelo           | Cliente                                    | Leitura         |
|--|---------------------|--|-----------------|
| Histórico de leitura de sensores dos ativos        | Leitura de sensores | Fabricante / Técnico de manutenção         | Automática      |
| Leitura de coordenadas geográficas                 | Geolocalização      | Gestor / Distribuidor / Consumidor         | Sob solicitação |
| Manuais, notas fiscais, certificados de manutenção | Documentação        | Gestor / Consumidor / Fabricante (escrita) | Sob solicitação |

## Próximos passos

- ① Elaborar de um modelo do compartilhamento da MDP ao longo da cadeia de suprimentos
  - ① Estruturação da MDP dentro de um Componente I4.0; ✓Feito
  - ② Esquematização da dinâmica de compartilhamento de informações por meio de serviços; ✓Feito
  - ③ Modelagem do fluxo de informações dentro das camadas do RAMI4.0. ✓Revisar
- ② Apresentar considerações do amplo compartilhamento da MDP sobre o ciclo de vida do produto
  - ① Considerações sobre o eixo “Ciclo de vida e cadeia de valor” do RAMI4.0; ✓Feito
  - ② Considerações sobre a extensão do ciclo de vida do produto com a MDP; ✓Feito
  - ③ Levantamento de informações a serem coletadas pela MDP.  
✓Revisar/Incluir

# Cronograma

**Tabela:** Cronograma de atividades concluídas e planejadas para 2020 e 2021.

| Etapas                     | 2020        |             |             |             |             |             | 2021        |             |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                            | jan/<br>fev | mar/<br>abr | mai/<br>jun | jul/<br>ago | set/<br>out | nov/<br>dez | jan/<br>fev | mar/<br>abr |
| Cumprimento dos créditos   |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Levantamento bibliográfico | C           | C           | C           | C           | C           | A           | A           | A           |
| Revisão PFS mapeamento     |             |             |             |             | C           | A           |             |             |
| Revisão informações MDP    |             |             |             |             | C           | A           | A           | A           |
| Exame de qualificação      |             |             |             |             |             | A           |             |             |
| Defesa da dissertação      |             |             |             |             |             |             |             | A           |