

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

16 de novembro de 2020

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Arquitetura
- 3 Ciclo de vida
- 4 Considerações finais

Contextualização

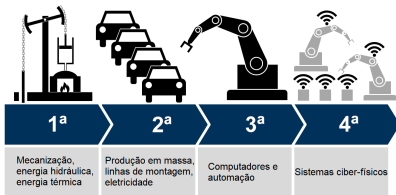
- Cenário intrinsecamente globalizado;
- Necessidade de uma melhor eficiência na troca de informações entre os elos da CS;
- Logística da informação.

Mudança de paradigma na Indústria

Conceito de I4.0 - Plattform Industrie 4.0

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

Figura 1: As revoluções industriais.

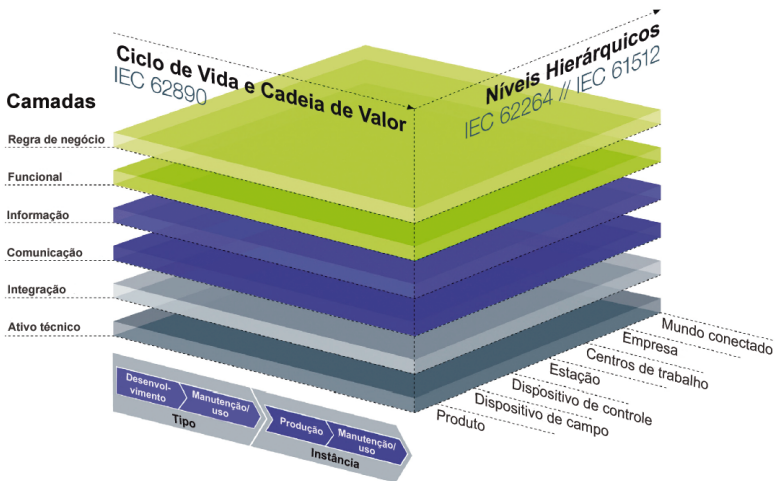


Princípios da I4.0:

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

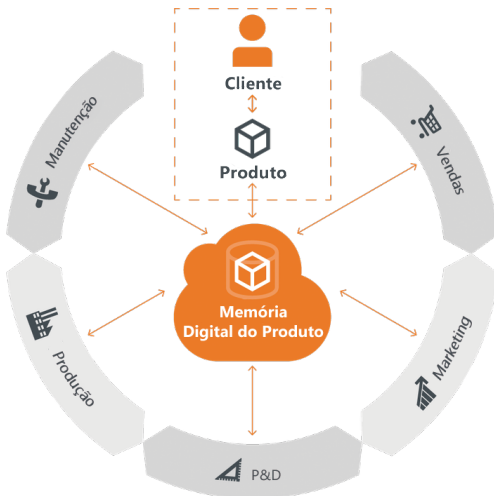
Indústria 4.0 - RAMI4.0

Figura 2: Representação do RAMI4.0.



Memória digital do produto (MDP)

Figura 3: Coleta de dados do produto ao longo da cadeia de valores.

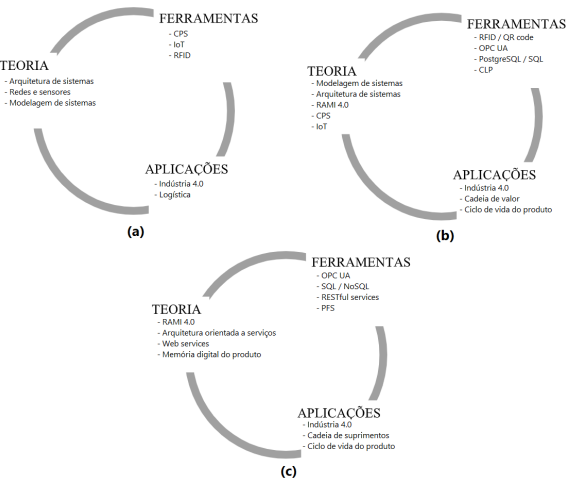


Objetivos do trabalho

- ① Elaborar de um modelo do compartilhamento da MDP ao longo da cadeia de suprimentos orientado a serviços baseado no RAMI4.0
 - ① Integração do conceito de MDP à I4.0;
 - ② Estruturação da MDP dentro de um AAS;
 - ③ Geração de diagramas PFS sobre o fluxo de informações dentro das camadas do RAMI4.0.
- ② Apresentar considerações do amplo compartilhamento de informações por meio da MDP sobre o ciclo de vida do produto
 - ① Considerações sobre o eixo “Ciclo de vida e cadeia de valor”;
 - ② Extensão do ciclo de vida do produto com a MDP;
 - ③ Possíveis informações a serem coletadas pela MDP e em que momento.

Metodologia

Figura 4: Teorias, ferramentas e aplicações apontadas em diferentes fases do projeto de pesquisa.



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

- Arquitetura para o compartilhamento de informações do produto;
- Garantir a interoperabilidade entre os membros da CS;
- Compartilhamento de informações por meio de serviços (ou Web Services).

Componentes:

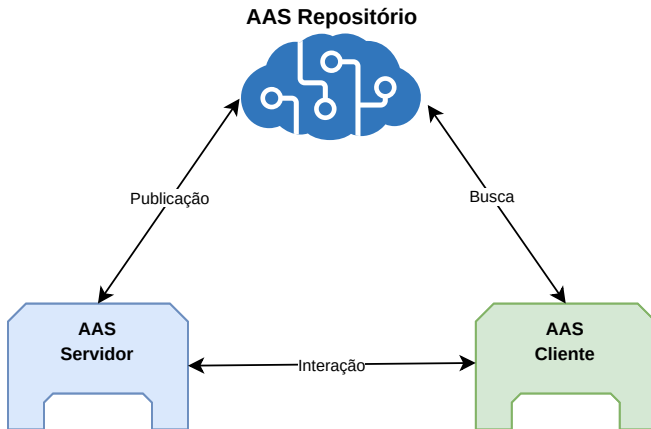
- 1 AAS Servidor
- 2 AAS Cliente
- 3 AAS Repositório

Operações:

- 1 Publicação
- 2 Busca
- 3 Interação

Dinâmica dos componentes e operações da arquitetura

Figura 5: Componentes e operações do WS.



Componentes

Tabela 1: Componentes da arquitetura para a I4.0.

Componente	Descrição
AAS Servidor	Conexão direta com o produto. Possui os serviços que disponibilizam informações para os parceiros ao longo da CS.
AAS Cliente	Parte que irá consumir informações disponibilizadas pelo AAS Servidor. Representa cada uma das partes envolvidas na cadeia de suprimentos.
AAS Repositório	Elemento que recebe, armazena e disponibiliza informações de descrição sobre todos os serviços disponíveis no mundo conectado. É o componente para a descoberta de serviços.

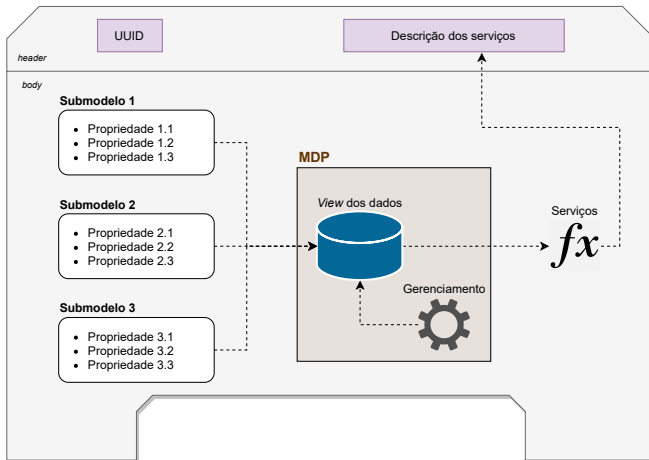
Operações

Tabela 2: Operações do WS para a I4.0.

Operação	Descrição
Publicação	Publicação de um serviço pelo AAS Servidor em um AAS Repositório a fim de se tornar público um serviço.
Busca	Busca no AAS Repositório de um serviço requisitado pelo AAS Cliente. A busca é realizada com os parâmetros que definam o tipo e as restrições do serviço desejado.
Interação	Interação entre AAS Cliente e AAS Servidor para consumo/fornecimento de um serviço de compartilhamento de informações.

Detalhamento das partes do AAS

Figura 6: Estrutura do AAS com seus submodelos e a MDP.



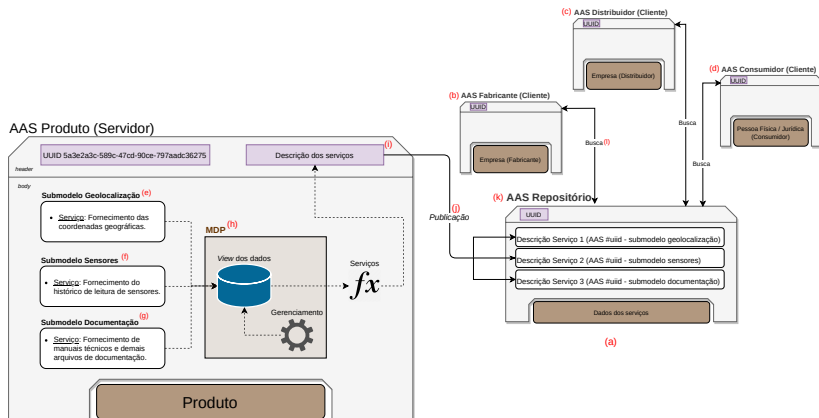
Os dados de serviços no repositório

Tabela 3: Metamodelo de dados do repositório.

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

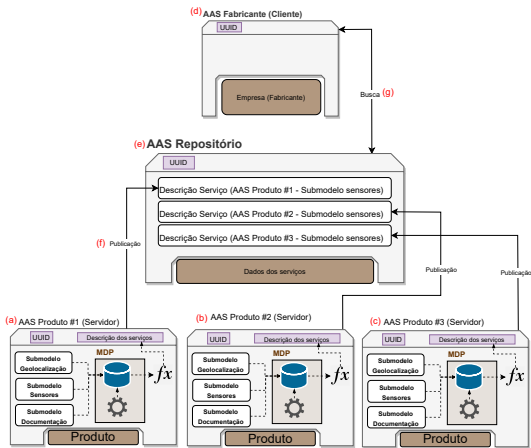
Dinâmica dos serviços - Múltiplos elos

Figura 7: Exemplificação das operações de publicação e busca com múltiplos clientes.



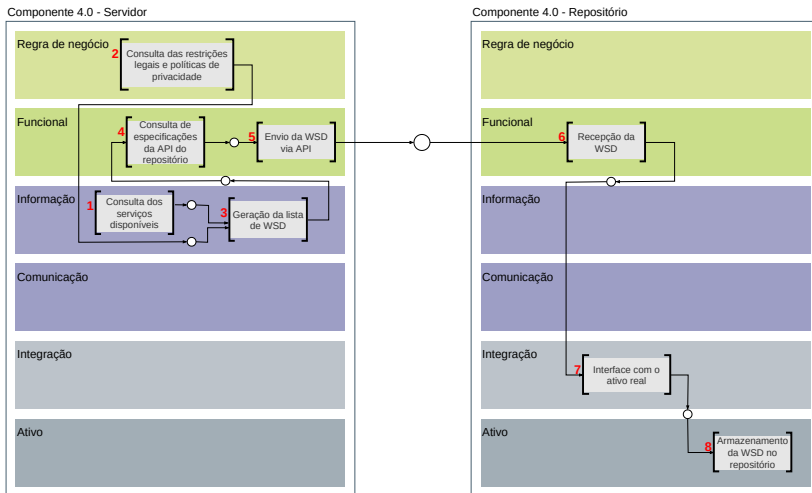
Dinâmica dos serviços - Múltiplos produtos

Figura 8: Exemplificação das operações de publicação e busca com múltiplos produtos.



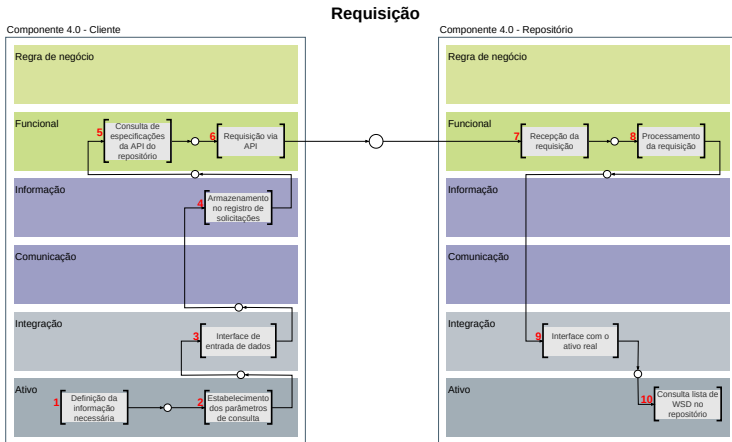
Mapeamento no RAMI4.0 - Publicação

Figura 9: Diagrama PFS da operação de publicação.



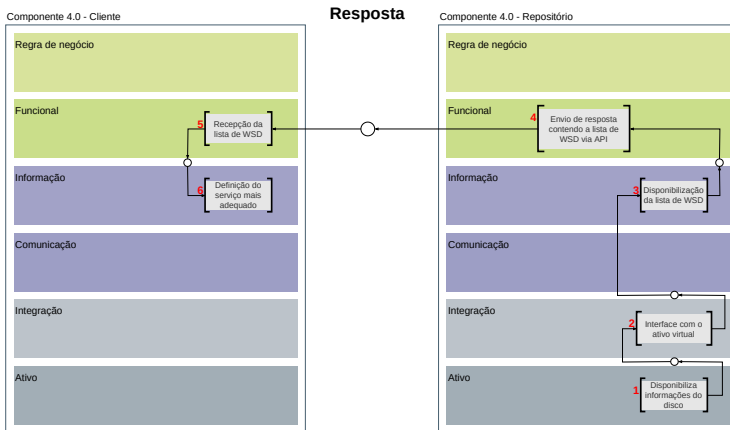
Mapeamento no RAMI4.0 - Busca (Requisição)

Figura 10: Diagrama PFS da requisição em uma operação de busca.



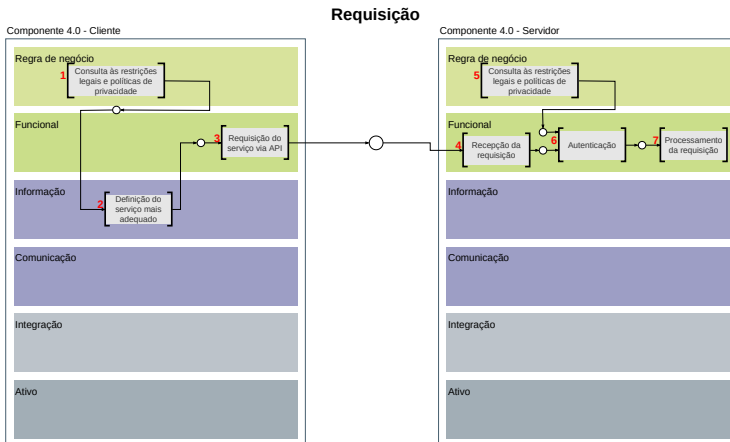
Mapeamento no RAMI4.0 - Busca (Resposta)

Figura 11: Diagrama PFS da resposta em uma operação de busca.



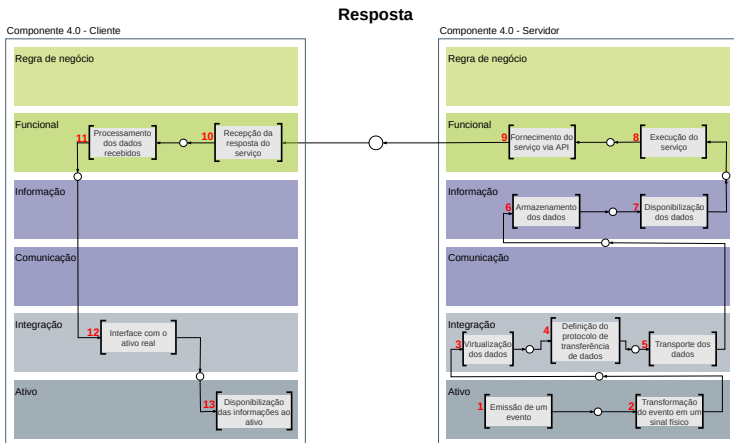
Mapeamento no RAMI4.0 - Interação (Requisição)

Figura 12: Diagrama PFS da requisição de um serviço em uma operação de interação.



Mapeamento no RAMI4.0 - Interação (Resposta)

Figura 13: Diagrama PFS da resposta de um serviço em uma operação de interação.

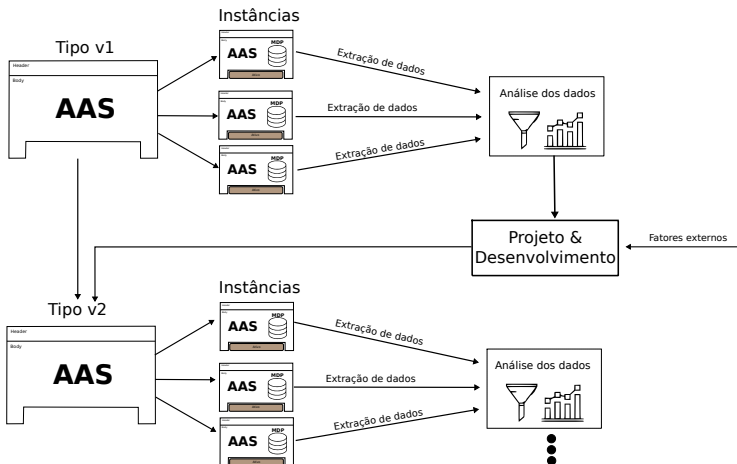


Ciclo de vida do produto

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

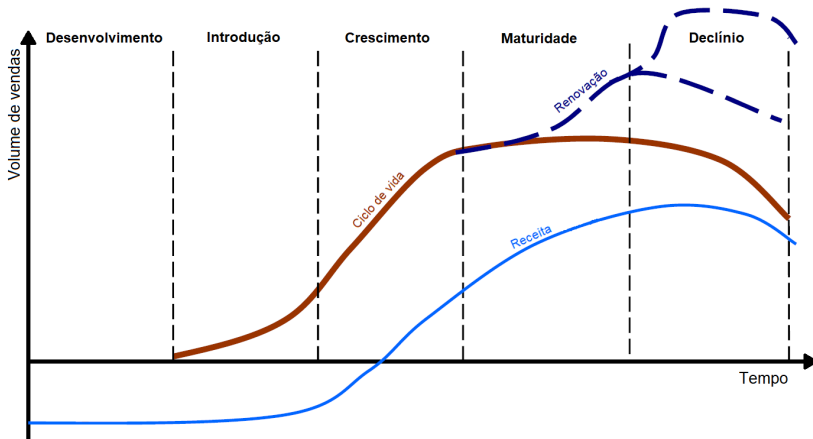
Extensão do ciclo de vida do produto segundo a I4.0

Figura 14: Ciclo de vida do produto.



Extensão do ciclo de vida do produto

Figura 15: Modelo de ciclo de vida do produto com renovação do produto.



Uso da MDP na melhoria de projeto do produto

A extração de informações da MDP auxilia no desenvolvimento de novas versões de “tipos” aprimoradas, o significam a melhoria de projeto do produto. 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

Tabela 4: Possíveis informações e respectivos submodelos para o aprimoramento do projeto do produto.

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

Uso da MDP na melhoria de operação do produto

A análise de dados da MDP traz benefícios às “instâncias” sem necessariamente alterar seu projeto (alterar seu tipo), ou seja, são benefícios operacionais agregados ao produto. 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

Tabela 5: Possíveis informações e respectivos submodelos extraídos de “instâncias” de produtos.

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

Considerações finais

- Importância da consistência e interoperabilidade no fluxo de informações entre os membros da CS;
- Este trabalho traça um modelo de compartilhamento de informações por meio de *Web Services* utilizando como arquitetura de base o RAMI4.0;
- O mapeamento das operações para o eixo “Camadas” do RAMI4.0 permite a visualização dos fluxos de atividades ocorridas durante todo o processo de consumo de informações da MDP;
- O compartilhamento da MDP contribui na melhoria de projeto do produto e na melhoria operacional da dinâmica da cadeia de suprimentos;
- A MDP propicia o surgimento de novos modelos de negócio baseados em dados (*data-driven*).

Próximos passos

- ① Elaborar de um modelo do compartilhamento da MDP ao longo da cadeia de suprimentos orientado a serviços baseado no RAMI4.0
 - ① Integração do conceito de MDP à I4.0 ✓Feito
 - ② Estruturação da MDP dentro de um AAS ✓Feito
 - ③ Geração de diagramas PFS sobre o fluxo de informações dentro das camadas do RAMI4.0 ✓Revisar
- ② Apresentar considerações do amplo compartilhamento de informações por meio da MDP sobre o ciclo de vida do produto
 - ① Considerações sobre o eixo “Ciclo de vida e cadeia de valor” ✓Feito
 - ② Extensão do ciclo de vida do produto com a MDP ✓Feito
 - ③ Possíveis informações a serem coletadas pela MDP e em que momento ✓Revisar/Incluir

Cronograma

Tabela 6: Cronograma de atividades concluídas e planejadas para 2020 e 2021.

Etapas	2020						2021	
	jan/ fev	mar/ abr	mai/ jun	jul/ ago	set/ out	nov/ dez	jan/ fev	mar/ 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

Fim