



# Modelo Conceitual

## Simulação Discreta

Filipe Saraiva



# Conteúdo

Introdução

Abstração

Modelo Conceitual ACD

Simulando sobre o ACD

Conclusões

# Conteúdo

Introdução

Abstração

Modelo Conceitual ACD

Simulando sobre o ACD

Conclusões

# Introdução

Para se criar um modelo para simulação é necessário idealizá-lo a partir de **abstrações** de seus componentes e ações.

# Introdução

Um modelo de simulação deve ser simples em seus detalhes mas ao mesmo tempo codificar os principais acontecimentos do sistema real, de forma que ele sirva para os propósitos de avaliação do real.

# Introdução

Modelar pressupõe um balanceamento sobre o detalhamento afim de se criar bons modelos.

- Quanto maior detalhamento, mais complexo fica o sistema e mais custoso será a realização das simulações, tornando no extremo impossível de realizá-las;
- Quanto menor o detalhamento, mais simples fica o sistema mas ao mesmo tempo as simulações ficam distantes do que seria o funcionamento do sistema no mundo real.

# Introdução

Nessa aula dissertaremos sobre as diretrizes para se criar bons modelos para utilização em simulações além de técnicas de especificação empregadas.

# Conteúdo

Introdução

**Abstração**

Modelo Conceitual ACD

Simulando sobre o ACD

Conclusões



# Abstração

## Abstração

Em termos de modelagem para simulação, **abstração** é a capacidade de identificar o que é realmente importante no sistema para trazê-lo para o modelo.

# Abstração

## Exemplo

Supondo que busca-se simular a produtividade com que trabalhadores de uma linha de produção desempenham suas funções, quais desses dados deveriam ser descartados do modelo:

- O tempo que o trabalhador leva no deslocamento de casa para o trabalho;
- O tempo que o trabalhador realiza a primeira tarefa do dia;
- O material utilizado no piso da fábrica;
- A velocidade com que uma máquina processa uma tarefa ordenada pelo trabalhador.

# Abstração

## Exemplo

Supondo que busca-se simular a produtividade com que trabalhadores de uma linha de produção desempenham suas funções, quais desses dados deveriam ser descartados do modelo:

- **O tempo que o trabalhador leva no deslocamento de casa para o trabalho;**
- O tempo que o trabalhador realiza a primeira tarefa do dia;
- **O material utilizado no piso da fábrica;**
- A velocidade com que uma máquina processa uma tarefa ordenada pelo trabalhador.

# Abstração

## Atenção

Algumas variáveis tem impacto na simulação em modelo, mas são complexas demais para serem modeladas matematicamente.

A utilização do bom-senso e saber entender a natureza desses fenômenos e como resolvê-los é mais importante e efetivo do que modelá-los matematicamente.

# Abstração

## Exemplo

Em um posto de gasolina, uma série de carros chegam para abastecer ao longo de determinado período. Busca-se modelar esse sistema de forma a aumentar o número de atendimentos. Quais desses dados deveriam ser descartados do modelo:

- O tamanho do tanque de combustível de cada carro;
- O tempo que o carro passa abastecendo no posto;
- O tempo de chegada dos carros no posto;
- A velocidade com a qual o carro sai do posto;
- A velocidade de atendimento dos frentistas.

# Abstração

## Exemplo

Em um posto de gasolina, uma série de carros chegam para abastecer ao longo de determinado período. Busca-se modelar esse sistema de forma a aumentar o número de atendimentos. Quais desses dados deveriam ser descartados do modelo:

- **O tamanho do tanque de combustível de cada carro;**
- O tempo que o carro passa abastecendo no posto;
- O tempo de chegada dos carros no posto;
- **A velocidade com a qual o carro sai do posto;**
- **A velocidade de atendimento dos frentistas.**

# Abstração

O modelador deve observar com muito cuidado quais variáveis de fato influem no sistema para o tipo de estudo que está sendo realizado, de forma que ele consiga selecionar quais as que precisam e as que não precisam ser levadas em conta.

# Conteúdo

Introdução

Abstração

**Modelo Conceitual ACD**

Simulando sobre o ACD

Conclusões



## Modelo Conceitual ACD

Existem várias técnicas para desenvolver conceitualmente um modelo de simulação discreta.

Nessa apresentação veremos o **ACD** – *Activity Cycle Diagram*, que permite uma visualização simples das entidades, processos e ordenamento do processamento dos mesmos em um modelo de simulação discreta.

## Modelo Conceitual ACD

O ACD é muito voltado para simulações cuja característica é a presença de filas, muito comuns em simulação discreta.

No geral em um ACD descrevemos as **Entidades** do sistema, que são aquelas que abstraímos e modelamos anteriormente, e os estados que essas entidades poderão assumir.

## Modelo Conceitual ACD

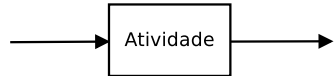
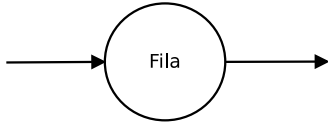
No ACD existem 2 tipos de representações gráficas para descrever os estados, que nada mais são que o ciclo de vida de entidades e objetos do sistema:

- **Círculos:** representam filas;
- **Retângulos:** representam atividades;

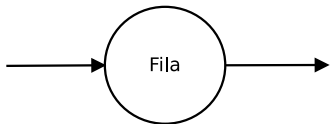
É importante ressaltar que **cada Entidade tem seu próprio ciclo de vida**, tendo portanto suas próprias filas e atividades.

# Modelo Conceitual ACD

Abaixo temos as duas maneiras de representar o ciclo de vida das entidades:



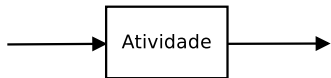
# Modelo Conceitual ACD



## Fila

Diz-se que as entidades estão em **Fila** quando elas estão esperando que algo aconteça para iniciar alguma atividade. Esse é o estado onde as entidades estão em *stand by*.

# Modelo Conceitual ACD



## Atividade

Uma **Atividade**, em geral, exige a participação de diferentes entidades e demanda um certo tempo de processamento para executar.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Imagine que um porto com um determinado número de pontos de ancoragem serve para descarregar e carregar navios. Identifique:

- Entidades;
- Filas;
- Atividades.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Há várias maneiras de resolver esse exemplo, tudo dependendo do nível de detalhamento que se busca: é possível contar com máquinas de carga/descarga, com práticos (que auxiliam no ancoragem/desancoragem dos navios), e mais.



# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Modelando apenas navios, portos de ancoragem e máquinas de carga/descarga:

- **Entidades:** navios, máquinas, pontos de carga/descarga;
- Filas: fila de atracagem no porto; fila de utilização de máquinas;
- **Atividades:** atracar o navio; carregar/descarregar o navio;

# Modelo Conceitual ACD

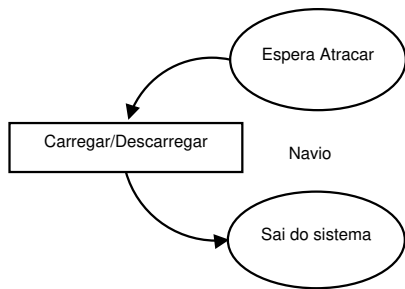
## Exemplo

Vamos agora criar o modelo conceitual ACD para cada entidade modelada.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Vamos agora criar o modelo conceitual ACD para cada entidade modelada.



Ao chegar na região portuária, o navio precisa esperar que algum ponto de atracagem esteja disponível.

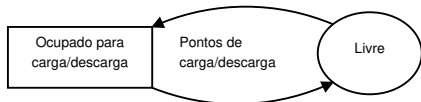
Se disponível, ele atraca e realiza o procedimento de carregar ou descarregar.

Após finalizada a operação, ele sai do sistema.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Vamos agora criar o modelo conceitual ACD para cada entidade modelada.



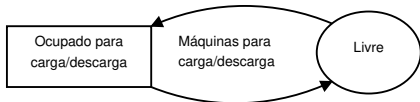
Os pontos de ancoragem são outras entidades do sistema. Se livres, elas podem ser utilizadas para a ancoragem.

Após o navio realizar a operação desejada e partir, o ponto de ancoragem se encontrará livre novamente.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Vamos agora criar o modelo conceitual ACD para cada entidade modelada.



Para realizar as operações, o navio necessita de máquinas para que operem as cargas e descargas.

Se disponível, eles podem realizar a operação. Quando finalizada, eles retornam para a fila de livre.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Modelada cada entidade separadamente e suas atividades, é chegada a hora de integrá-las no modelo total do sistema de simulação.

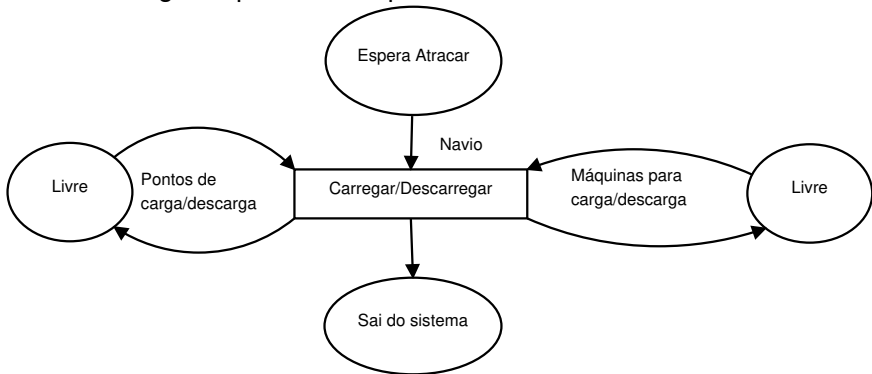
Para tanto, deve-se buscar as atividades que demandam mais de uma entidade – elas são as responsáveis pela integração.

Por exemplo, para realizar a carga e a descarga são necessários 3 requisitos: que haja um navio; que um ponto de atracagem esteja disponível; que hajam máquinas disponíveis.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Sistema integrado para o exemplo.



# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Entretanto, revisando o modelo integrado, percebemos que o navio só irá atracar quando tivermos máquinas também disponíveis, o que não faz muito sentido.

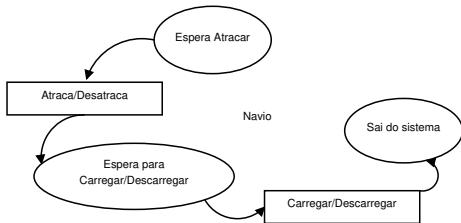
Assim, partiremos para revisar essa entidade.



# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Vamos agora criar o modelo conceitual ACD para cada entidade modelada.



Ao chegar na região portuária, o navio precisa esperar que algum ponto de atracagem esteja disponível.

Se disponível, ele atraca.

Após, aguarda máquinas para o procedimento de carregar ou descarregar.

Quando disponíveis, carrega ou descarrega.

Após finalizada a operação, ele sai do sistema.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

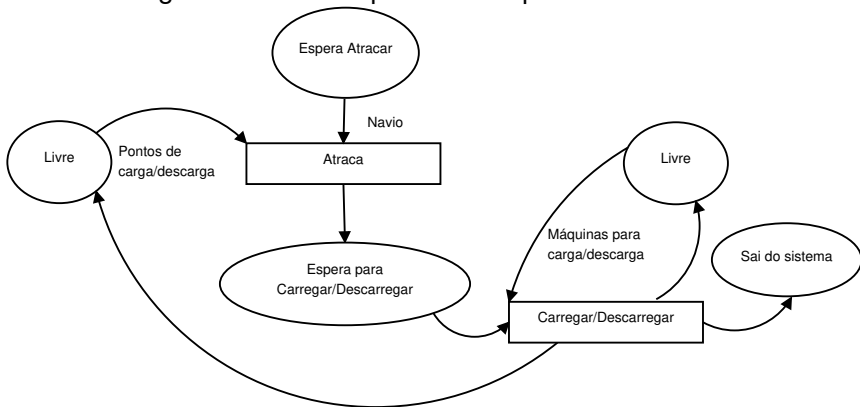
Perceba que agora há uma modificação no sistema integrado revisado: nas atividades dos pontos de carga e descarga, após serem utilizados para atracagem do navio, só estarão livres novamente após finalizada a atividade de carga e descarga.

É possível adicionar uma fila no diagrama específico dos pontos de carga/ descarga, para facilitar a interpretação das atividades.

# Modelo Conceitual ACD

## Exemplo

Sistema integrado e revisado para o exemplo.



# Conteúdo

Introdução

Abstração

Modelo Conceitual ACD

Simulando sobre o ACD

Conclusões

## Simulando sobre o ACD

Com o modelo ACD fica mais fácil visualizar o fluxo das entidades e suas relações para a simulação.

Mas, para além dessa aplicação, é possível fazer simulações sobre o modelo e verificar como ele se comporta.

Para realizar essa espécie de “simulação manual” estudaremos o método chamado Método as Três Fases.

## Simulando sobre o ACD

Cabe lembrar quê:

- Cada atividade no modelo de simulação pressupõe o processamento durante um certo intervalo de tempo;
- Os tempos de processamento são medidos em campo pelos pesquisadores e modelados segundo alguma distribuição probabilística (vide conteúdo anterior);
- Com a distribuição probabilística encontrada, geram-se dados de entrada para as entidades seguindo essa distribuição.

Para o modelo de simulação manual, utilizaremos apenas medições fixas para facilitar o entendimento – mas que fique claro que a mesma tem apenas uma utilização didática, e não serviria para simular sistemas reais.

## Método das 3 Fases

O método das 3 fases consiste em criar uma tabela que vai acompanhando a linha de tempo de uma simulação e as ações que ocorrem nela.

As fases consistem em:

- **Fase A:** verifique o tempo de término para todas as atividades em progresso. Encontre a que terminará antes. Avance o relógio de simulação para esse instante;
- **Fase B:** para as atividades finalizadas, mova-as para suas respectivas filas;
- **Fase C:** inicie atividades que estão livres para começar e mova as entidades apropriadas das filas para as atividades. Anote o tempo de término dessa atividade.

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Na tabela abaixo tem-se as fases que devem ser preenchidas no decorrer da simulação.

A	B	C



# Método das 3 Fases

## Exemplo

Para ilustrar o método, será utilizado o exemplo revisado da simulação de carga/descarga em um porto, utilizando 3 navios, 2 pontos de carga/descarga, e 2 máquinas para carga/descarga.

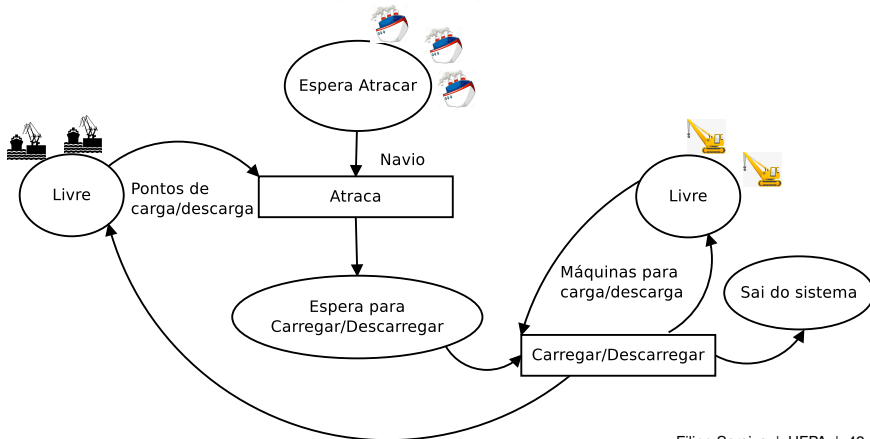
Para simplificar, teremos que os navios passam 3 horas para atracar, e 6 horas para carregar/descarregar.

Essas medidas, no geral, deveriam ser estabelecidas a partir de uma distribuição probabilística.

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Sistema com as entidades para o Tempo 0



# Método das 3 Fases

## Exemplo

Com o tempo 0, as fases a serem verificadas serão a A (para marcar o tempo da simulação) e a C (para verificar quais atividades podem ser executadas).

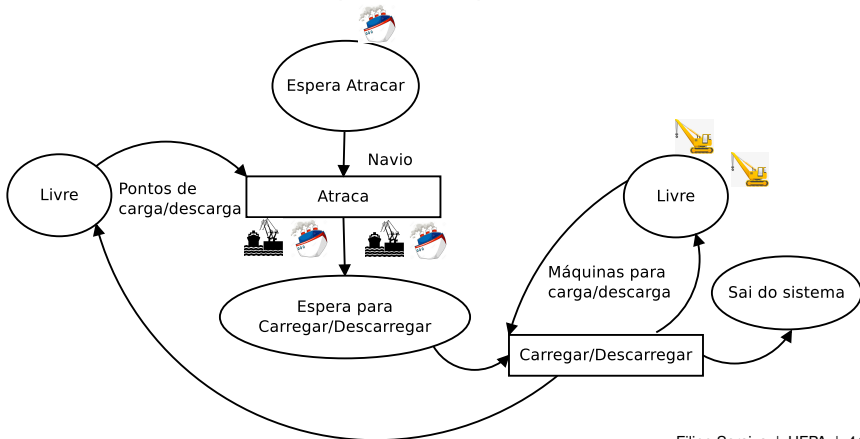
Do diagrama, temos que há navios e portos disponíveis. Logo, a atividade “Atraca” pode ser iniciada. Cada navio levará 3 horas para atracar. Portanto, a tabela ficará da seguinte forma:

A	B	C
0		2 Atracas começam e terminam em 3

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Sistema com as entidades para o Tempo 3



# Método das 3 Fases

## Exemplo

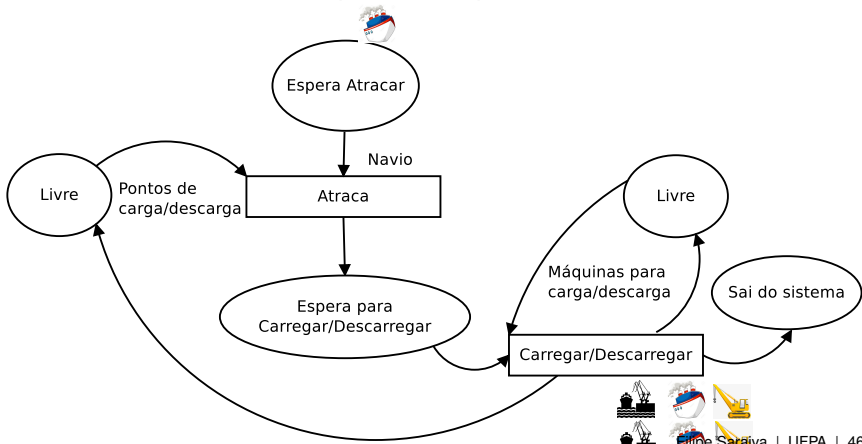
Com as atracagens finalizadas, o relógio em A muda para o Tempo 3 (primeira finalização de atividade anterior), B envia a combinação navio + porto para a fila de espera de carga/descarga, e em C, como temos máquinas disponíveis, podemos iniciar em paralelo as atividades de carga/descarga.

A	B	C
0		2 Atracas começam e terminam em 3
3	2 Atracas terminam	2 Cargas começam e terminam em 9

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Sistema com as entidades para o Tempo 9



# Método das 3 Fases

## Exemplo

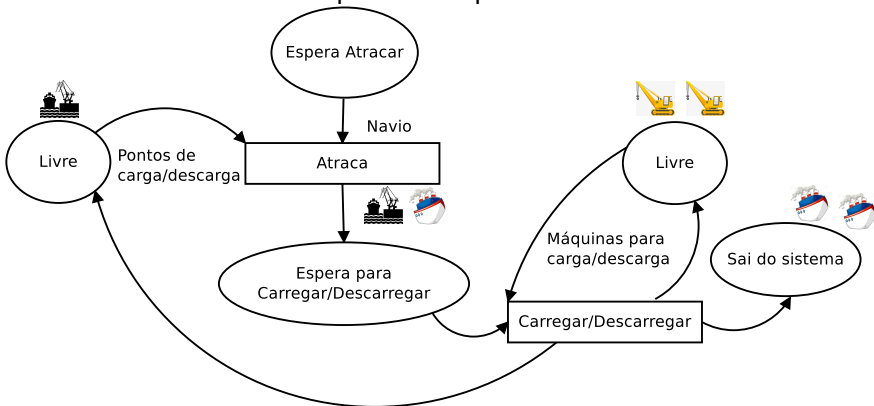
Finalizado as operações de carga/descarga, todas as entidades estão livres para seguir seus destinos. No caso, os 2 navios se vão, e as duas máquinas e portos voltam para suas filas de livres. Entretanto, com o porto disponível, já é possível que o próximo navio ataque.

A	B	C
0		2 Atracas começam e terminam em 3
3	2 Atracas terminam	2 Cargas começam e terminam em 9
9	2 Cargas terminam	1 Atracar começa e termina em 12

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Sistema com as entidades para o Tempo 12





# Método das 3 Fases

## Exemplo

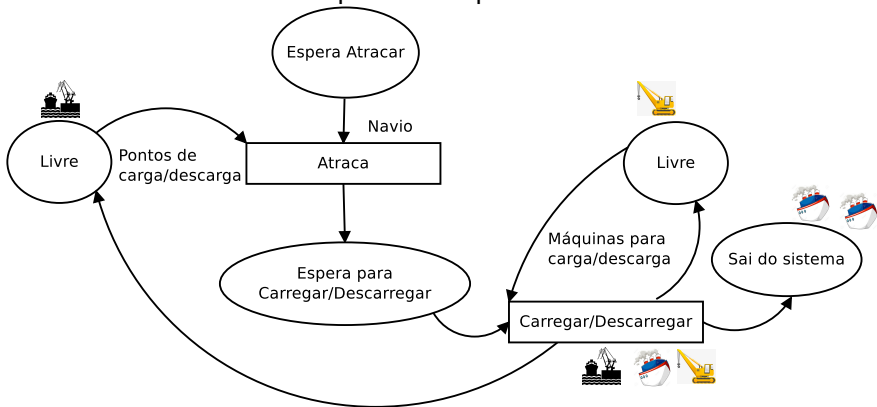
Finalizada a atracagem do último navio, como há máquinas disponíveis, ele segue para a operação de carga/descarga nos tempos conforme a tabela.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0		2 Atracas começam e terminam em 3
3	2 Atracas terminam	2 Cargas começam e terminam em 9
9	2 Cargas terminam	1 Atracar começa e termina em 12
12	Atracar termina	Carga começa e termina em 18

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Sistema com as entidades para o Tempo 18



# Método das 3 Fases

## Exemplo

E finalmente, a última operação termina em 18, finalizando as operações com os navios e liberando as demais entidades.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0		2 Atracas começam e terminam em 3
3	2 Atracas terminam	2 Cargas começam e terminam em 9
9	2 Cargas terminam	1 Atracar começa e termina em 12
12	Atracar termina	Carga começa e termina em 18
18	Carga termina	

# Método das 3 Fases

## Exemplo

Após o Tempo 18, a simulação do sistema para essas entradas é finalizada.

É importante notar que o relógio de simulação da Fase A sempre deve ser configurado para a atividade descrita na Fase C que finaliza mais cedo, para que seja permitido o acompanhamento da simulação em detalhes.

# Conteúdo

Introdução

Abstração

Modelo Conceitual ACD

Simulando sobre o ACD

Conclusões

## Conclusões

- Modelos conceituais são importantes para verificar como a simulação se comportaria antes de realizar a implementação da mesma;
- Para o modelo conceitual é necessário abstrair as entidades e o fluxo de atividades de cada uma. Em seguida, verificar quais dessas atividades demanda a participação de quais e quantas entidades;
- É possível simular o modelo conceitual ACD a partir da simulação de ações realizadas pelas entidades utilizando o método das 3 fases.



# Modelo Conceitual

## Simulação Discreta

Filipe Saraiva

