

Detecção de Violações de SLA em Coreografias de Serviços Web

Candidato

Victoriano Alfonso Phocco Diaz

Orientador

Daniel Macêdo Batista

Instituto de Matemática e Estatística
Departamento de Ciência da Computação
Universidade de São Paulo

Março de 2013



IME-USP

Roteiro

- 1 Conceitos Básicos
- 2 Problema
- 3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web
- 4 Mecanismos
- 5 Experimentos e Resultados
- 6 Conclusões e Trabalhos Futuros

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

SOA (Arquitetura Orientada a Serviços)

É um estilo de arquitetura de software cujo princípio fundamental prega que as funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços [SOA, 2006].

SOA (2/2)

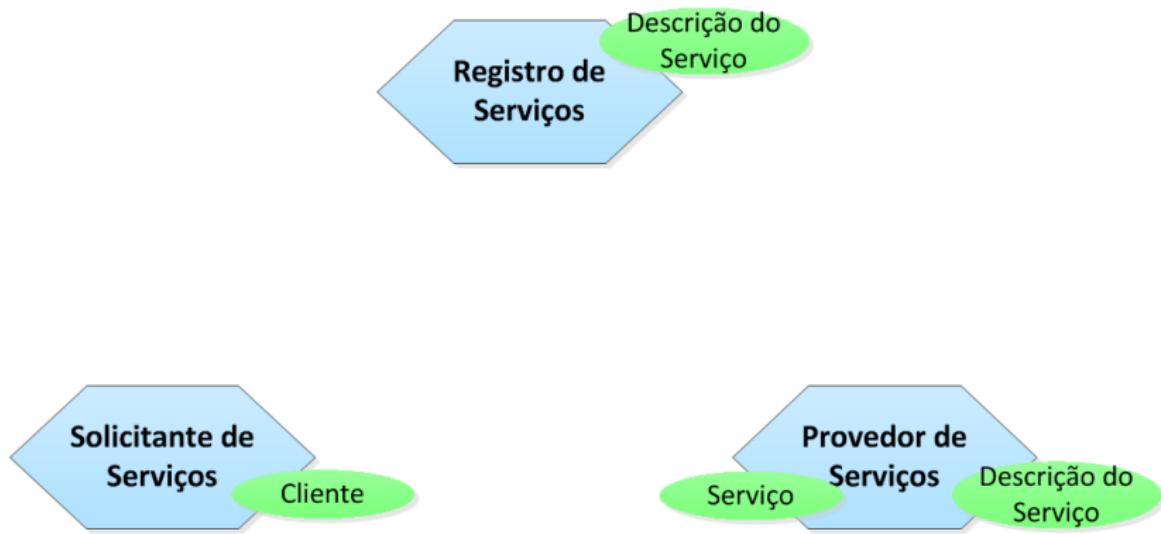


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)

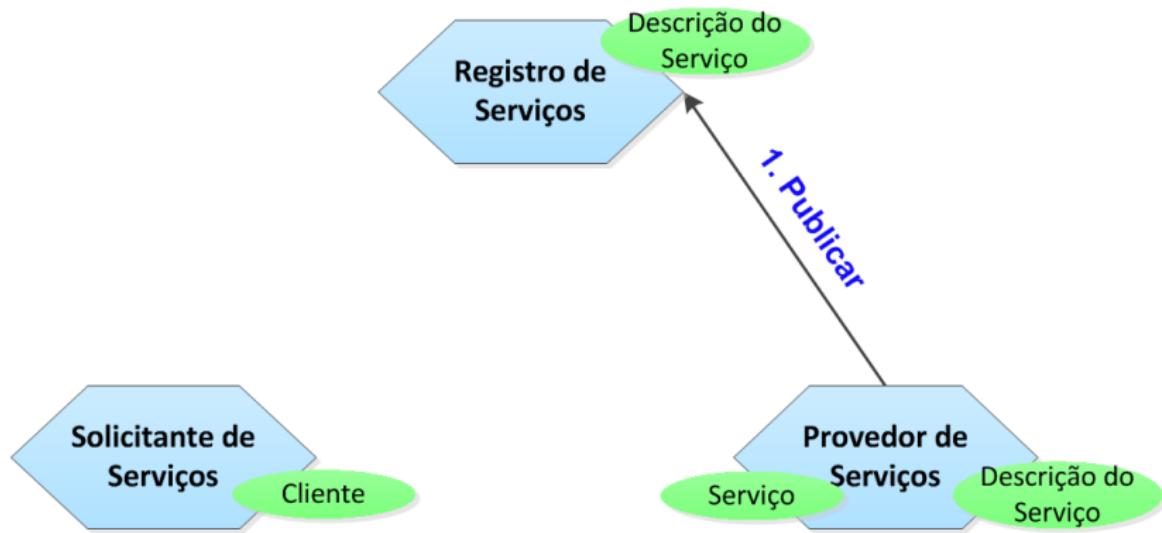


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)

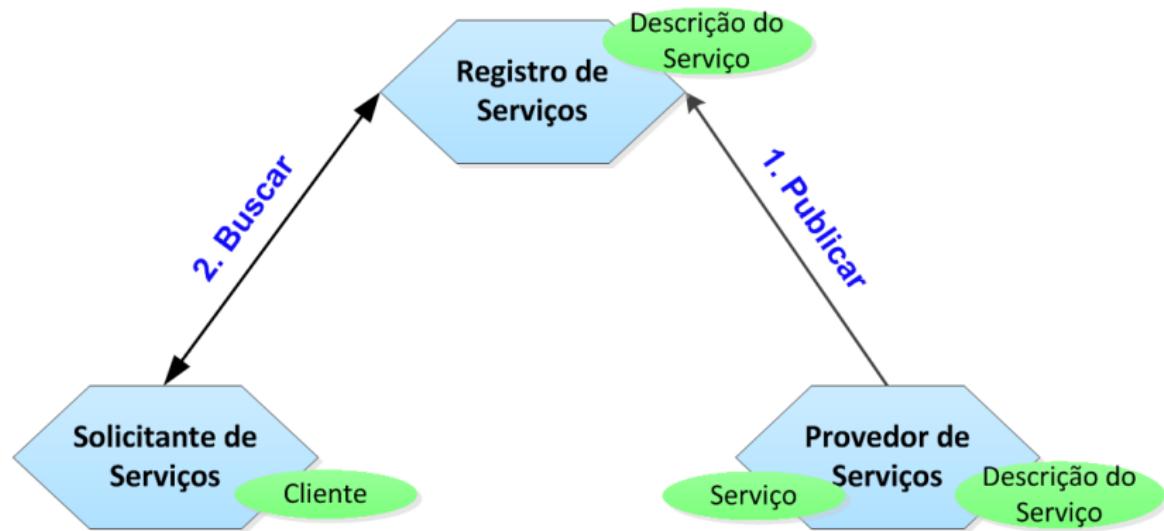


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)



Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)



Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOC (Computação Orientada a Serviços)

É um novo paradigma de computação que utiliza serviços como blocos básicos de construção para suportar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas heterogêneas [Papazoglou et al., 2006].

Elementos Chave:

- Serviços.
- SOA.

SOC (Computação Orientada a Serviços)

É um novo paradigma de computação que utiliza serviços como blocos básicos de construção para suportar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas heterogêneas [Papazoglou et al., 2006].

Elementos Chave:

- Serviços.
- SOA.
- Composição de Serviços .

SOC (Computação Orientada a Serviços)

É um novo paradigma de computação que utiliza serviços como blocos básicos de construção para suportar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas heterogêneas [Papazoglou et al., 2006].

Elementos Chave:

- Serviços.
- SOA.
- Composição de Serviços .
 - ▶ Orquestração de Serviços .

SOC (Computação Orientada a Serviços)

É um novo paradigma de computação que utiliza serviços como blocos básicos de construção para suportar o desenvolvimento rápido, de baixo custo e de fácil composição de aplicações distribuídas heterogêneas [Papazoglou et al., 2006].

Elementos Chave:

- Serviços.
- SOA.
- Composição de Serviços .
 - ▶ Orquestração de Serviços .
 - ▶ Coreografia de Serviços .

Orquestração de Serviços

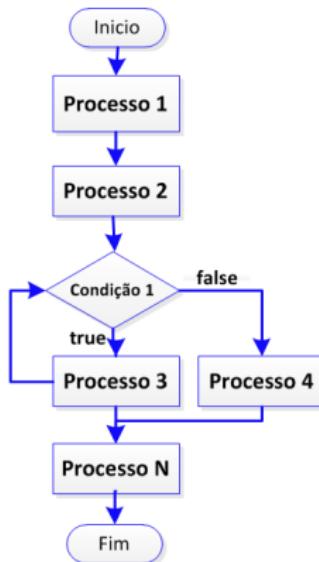


Figura: Orquestração de serviços

Orquestração de Serviços

Orquestração de Serviços

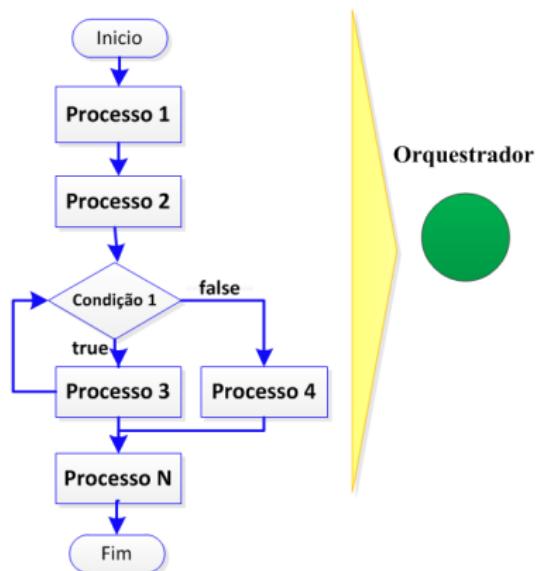


Figura: Orquestração de serviços

Orquestração de Serviços

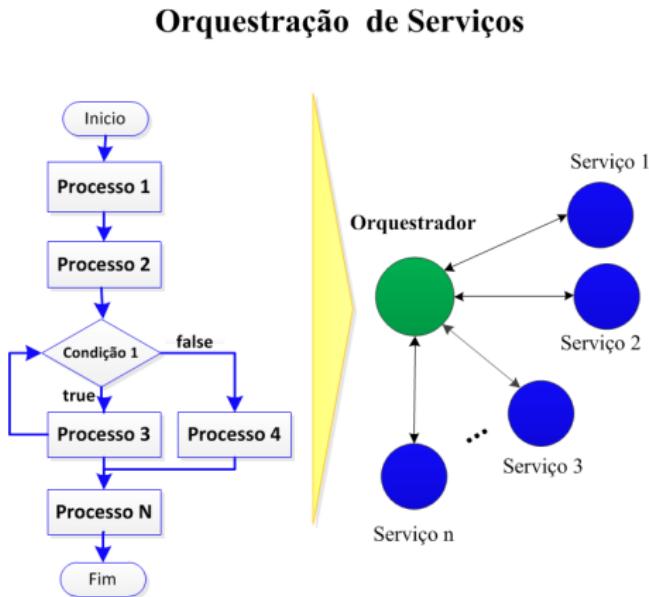


Figura: Orquestração de serviços

Coreografia de Serviços

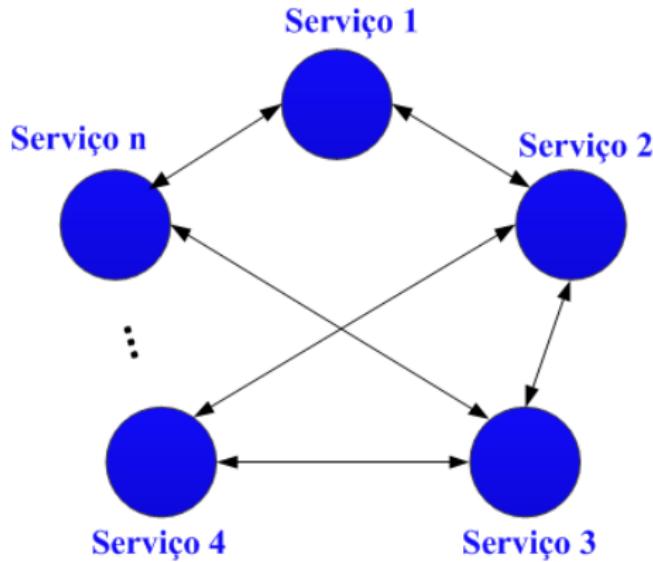
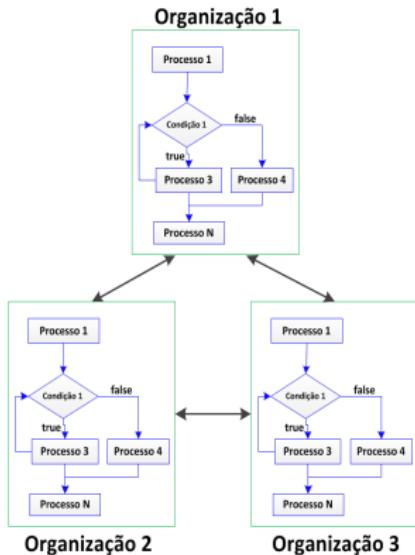


Figura: Coreografia de serviços

Coreografia de Serviços

Processos de Negócio Inter-Organizacionais



Coreografia de Serviços

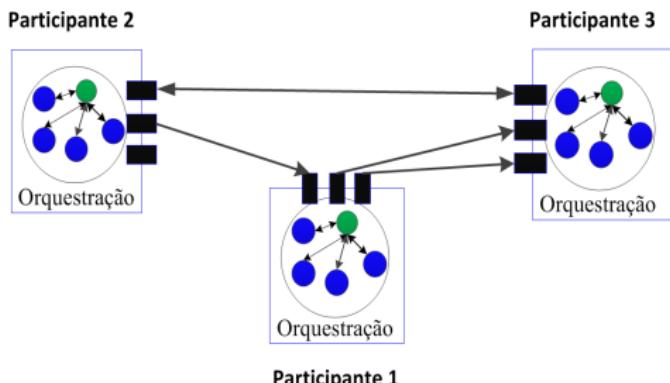
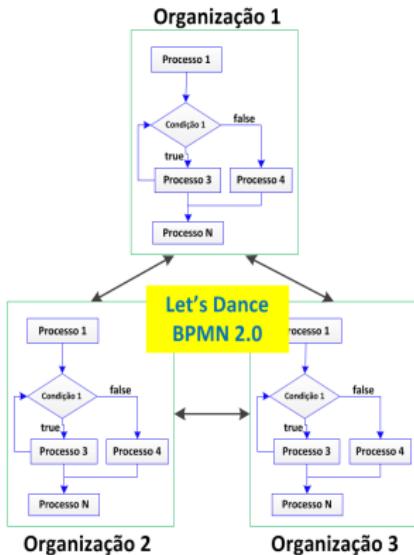


Figura: Coreografia de serviços

Coreografia de Serviços

Processos de Negócio Inter-Organizacionais



Coreografia de Serviços

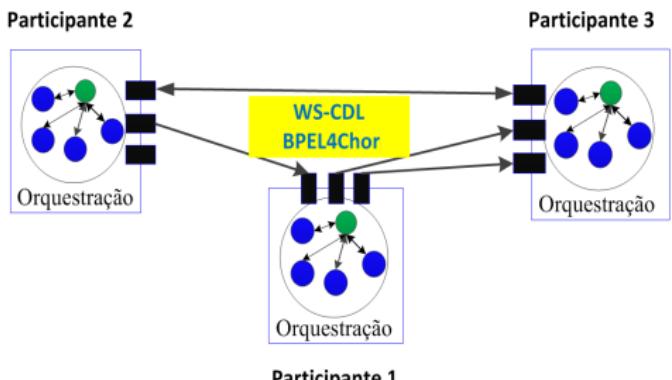


Figura: Coreografia de serviços

Coreografia de Processos

- Uma Coreografia também é um processo.

Coreografia de Processos

- Uma Coreografia também é um processo.
- **BPMN** (Business Process Model and Notation) é um padrão para modelagem de processo de negócios.
- **BPMN** suporta modelagem de coreografias.

Coreografia de Processos

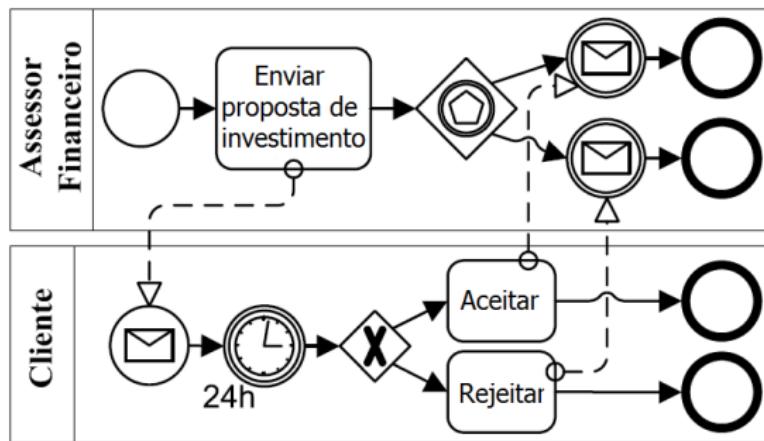
- Uma Coreografia também é um processo.
- **BPMN** (Business Process Model and Notation) é um padrão para modelagem de processo de negócios.
- **BPMN** suporta modelagem de coreografias.
- Duas abordagens de modelagem:
 - ▶ Modelo de Interconexão

Coreografia de Processos

- Uma Coreografia também é um processo.
- **BPMN** (Business Process Model and Notation) é um padrão para modelagem de processo de negócios.
- **BPMN** suporta modelagem de coreografias.
- Duas abordagens de modelagem:
 - ▶ Modelo de Interconexão
 - ▶ Modelo de Interação

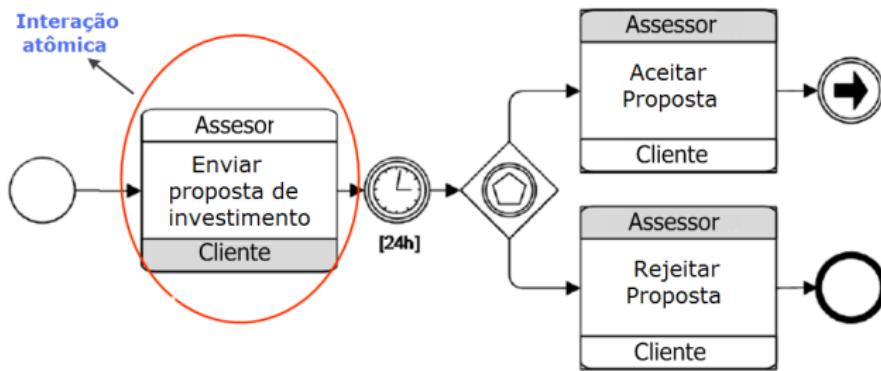
Modelo de Interconexão

- Vistas públicas interconectadas.
- Uso de atividades de processos comuns.
- Colaborações em BPMN 2.



Modelo de Interação

- Interações **capturadas globalmente**.
- Blocos básicos de construção: **interações atômicas** entre participantes.
- Suportado a partir do BPMN 2.



1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Problema a ser resolvido

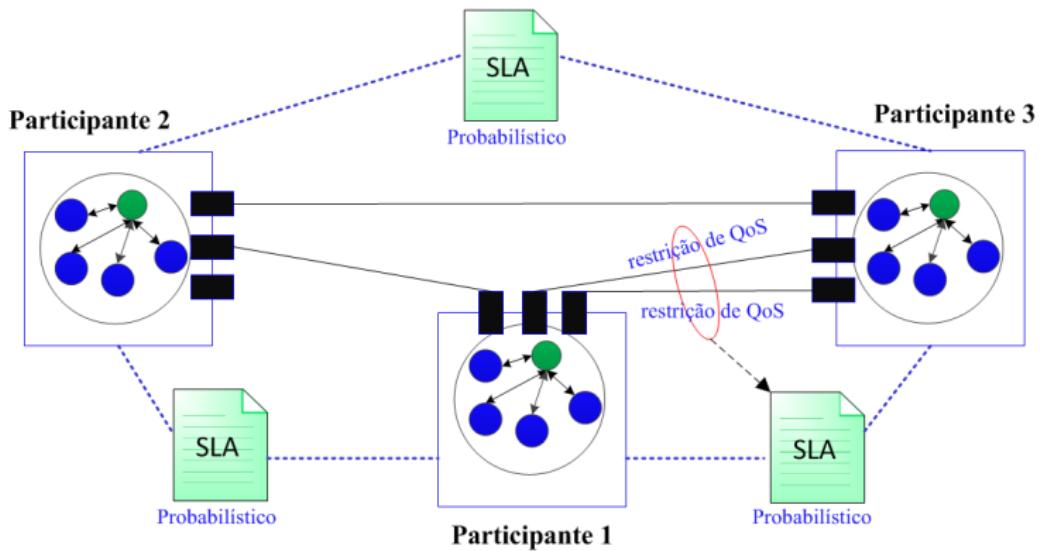


Figura: Problema a ser resolvido

Objetivos

Objetivo principal

- Detectar violações de contratos probabilísticas de QoS em coreografias de serviços Web

Objetivos secundários

- Propor mecanismos para definir requisitos de QoS.
- Propor uma técnica de monitoramento de coreografias de serviços Web com restrições de QoS definidas probabilisticamente.
- Desenvolver um simulador de coreografias de serviços Web com suporte à definição de atributos de QoS
- Realizar avaliações do mecanismo de monitoramento de coreografias.

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

- Qualidade de Serviço : QoS.
- **Funcionalidade/serviço** = Quais operações o sistema executa.
 - ▶ Exemplo: compra de passagens de avião.
- **QoS/Característica Não Funcional** = Quão bem o sistema executa os serviços.
 - ▶ Exemplo: O tempo médio de resposta é 2 segundos.
- Importante em Composição de Serviços : **QoS-aware Composition**.

Qualidade de Serviço

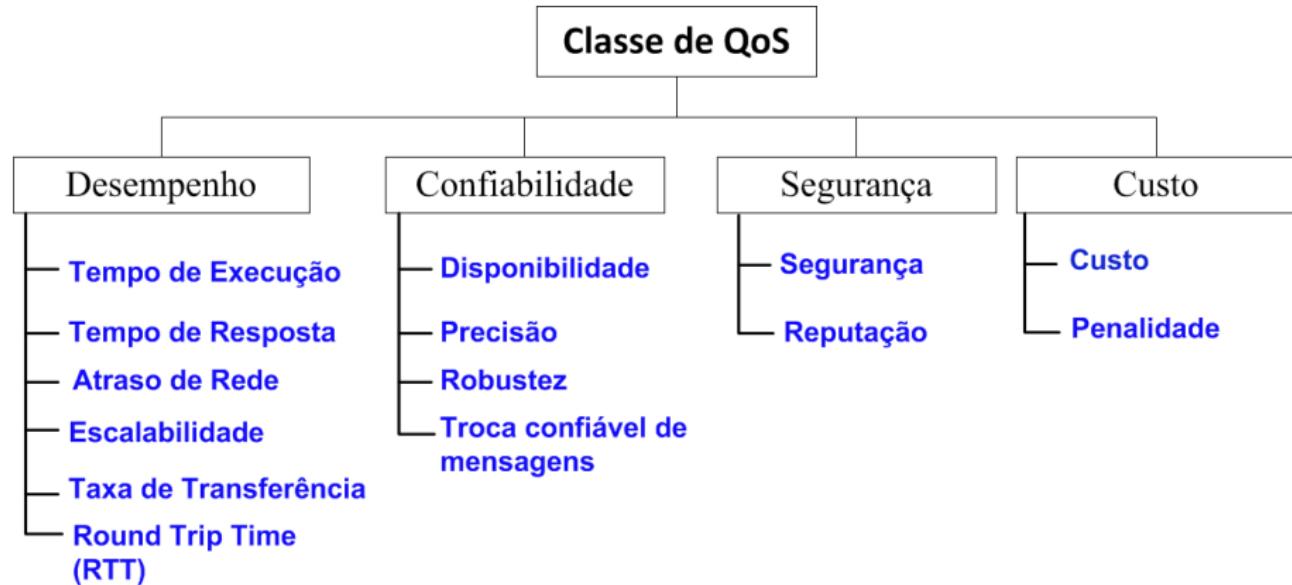


Figura: Taxonomia de atributos de QoS [Rosenberg et al.,2006]

Cálculo de QoS

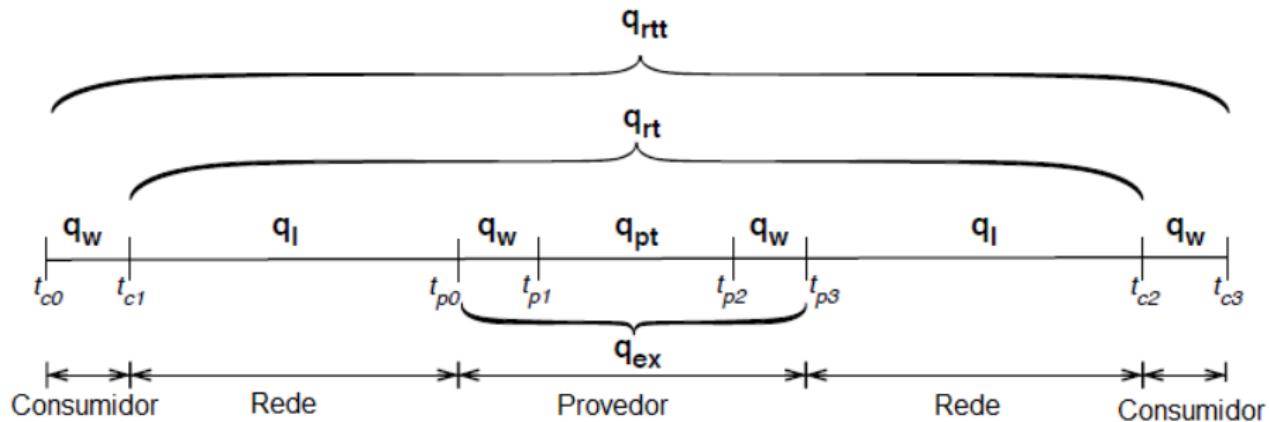


Figura: Instantes de tempo na utilização de um serviço Web [Michlmayr et al., 2009]

Cálculo de QoS

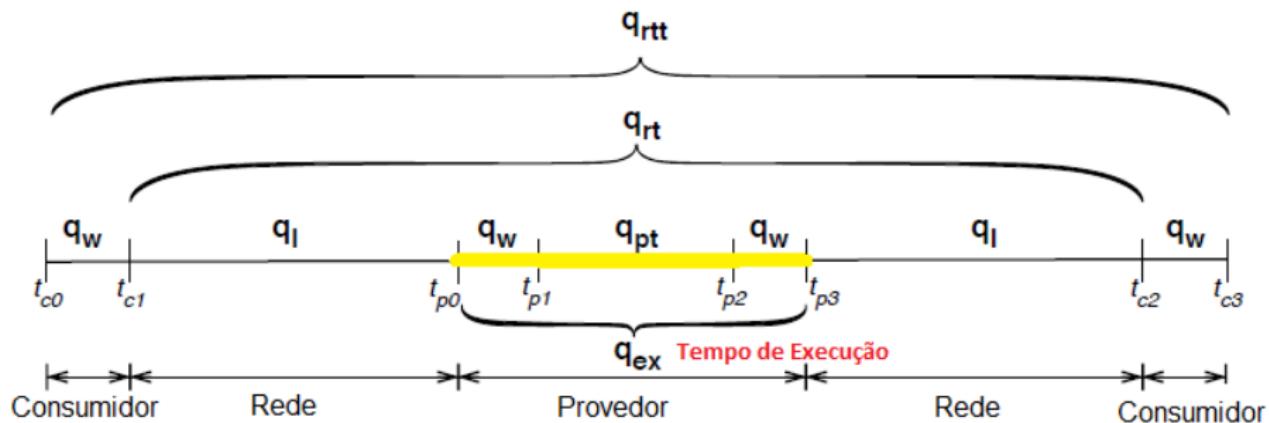


Figura: Instantes de tempo na utilização de um serviço Web

Cálculo de QoS

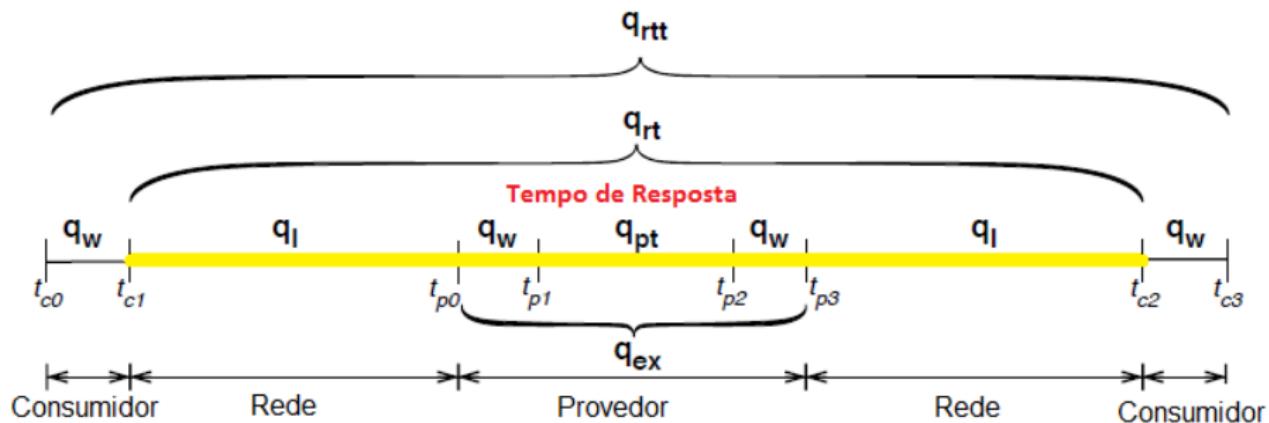


Figura: Instantes de tempo na utilização de um serviço Web

Cálculo de QoS

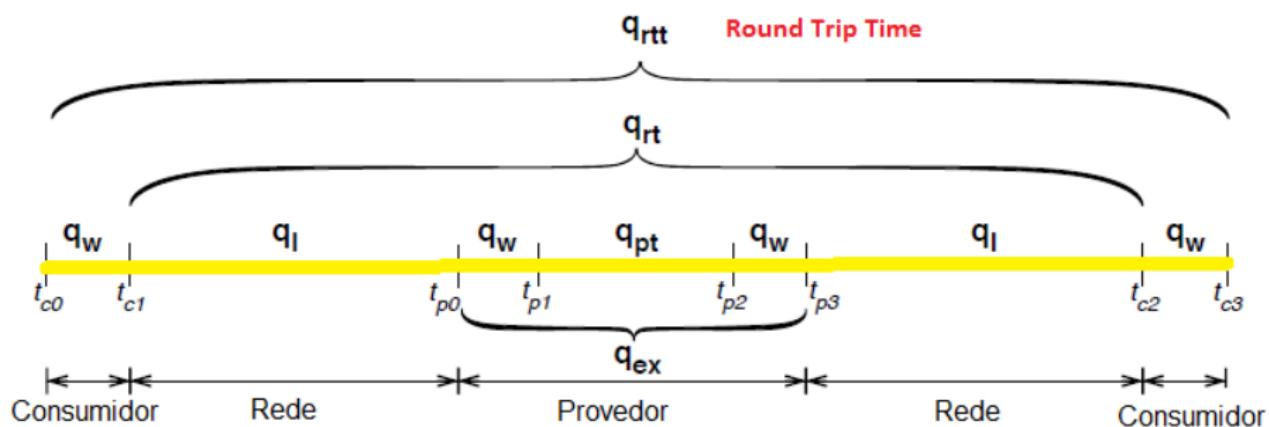


Figura: Instantes de tempo na utilização de um serviço Web

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.
- **SLA** = Contrato que envolve requisitos e garantias de QoS.

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.
- **SLA** = Contrato que envolve requisitos e garantias de QoS.
- **Um SLA consiste de:**
 - ▶ Partes
 - ▶ Operações do serviço:
 - ▶ Obrigações:

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.
- **SLA** = Contrato que envolve requisitos e garantias de QoS.
- **Um SLA consiste de:**
 - ▶ Partes
 - ▶ Operações do serviço:
 - ★ Operações
 - ▶ Obrigações:

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.
- **SLA** = Contrato que envolve requisitos e garantias de QoS.
- **Um SLA consiste de:**
 - ▶ Partes
 - ▶ Operações do serviço:
 - ★ Operações
 - ★ **Parâmetros de SLA:** define as métricas de QoS envolvidas.
 - ▶ Obrigações:

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.
- **SLA** = Contrato que envolve requisitos e garantias de QoS.
- **Um SLA consiste de:**
 - ▶ Partes
 - ▶ Operações do serviço:
 - ★ Operações
 - ★ **Parâmetros de SLA:** define as métricas de QoS envolvidas.
 - ▶ Obrigações:
 - ★ **Garantias de QoS (objetivos ou restrições).**

- **Contrato** = Acordo formal entre uma ou mais partes, define requisitos e garantias das partes.
- **SLA** = Contrato que envolve requisitos e garantias de QoS.
- **Um SLA consiste de:**
 - ▶ Partes
 - ▶ Operações do serviço:
 - ★ Operações
 - ★ **Parâmetros de SLA:** define as métricas de QoS envolvidas.
 - ▶ Obrigações:
 - ★ **Garantias de QoS (objetivos ou restrições).**
 - ★ Ações a serem tomadas se as garantias forem descumpridas (**reação**).

Agregação de QoS

- Processo de obter o valor cumulativo da QoS da composição a partir dos valores de QoS dos seus serviços componentes.
- Não existe solução geral.
- Depende do atributo de QoS e do modelo de composição.
- Abordagens:
 - ▶ Somas, Máximos, Mínimos, Médias, etc.
 - ▶ Analíticas: Redes de Petri, Redes de Fila, etc.
 - ▶ Heurísticas: Algoritmos Genéticos.
 - ▶ **Simulação**.

Contratos Rígidos

- Os contratos são tipicamente realizados em base a **restrições rígidas** (*hard contracts*):

Contratos Rígidos

- Os contratos são tipicamente realizados em base a **restrições rígidas** (*hard contracts*):
 - ▶ Tempo de resposta < 10 ms.

Contratos Rígidos

- Os contratos são tipicamente realizados em base a **restrições rígidas** (*hard contracts*):
 - ▶ Tempo de resposta < 10 ms.
- Contratos rígidos não refletem o comportamento dinâmico da QoS dos serviços Web.

Comportamento dinâmico de atributos de QoS

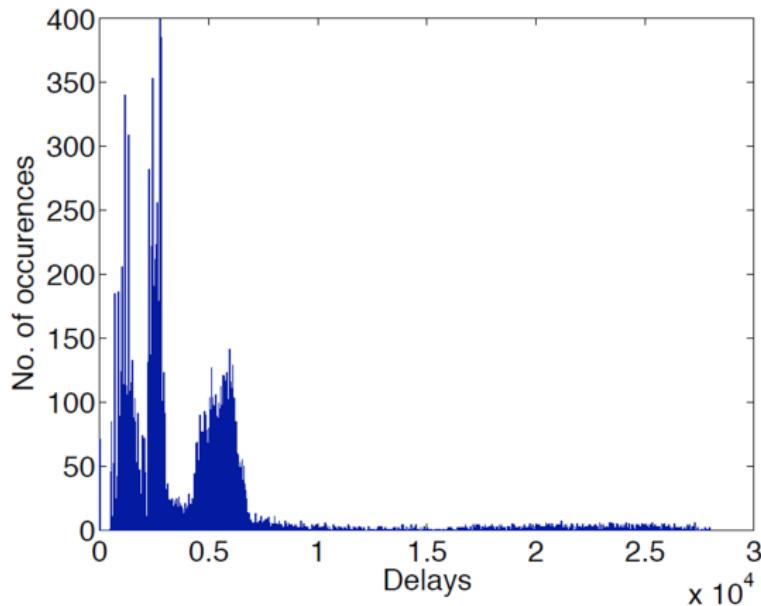


Figura: Tempos de resposta de 20,000 chamadas de um serviço [Rosario et al., 2008]

Contratos Não Rígidos

- Contratos não rígidos (*soft contracts*):
 - ▶ **Tempo de resposta < 10 ms, em 95% dos casos.**

Desse jeito, não é possível compor esse tipo de restrições ou contratos, isto é, composição de restrições.

Contratos Não Rígidos

- Contratos não rígidos (*soft contracts*):
 - ▶ **Tempo de resposta < 10 ms, em 95% dos casos.**
Desse jeito, não é possível compor esse tipo de restrições ou contratos, isto é, composição de restrições.
- **Solução:** contratos probabilísticos não rígidos (*probabilistic soft contracts*).
 - ▶ **Para cada parâmetro de QoS (tempo de resposta). Eu ofereço sua distribuição de probabilidade e garanto que não será pior do que isso.**

Contratos Não Rígidos

- Contratos não rígidos (*soft contracts*):
 - ▶ **Tempo de resposta < 10 ms, em 95% dos casos.**
Desse jeito, não é possível compor esse tipo de restrições ou contratos, isto é, composição de restrições.
- **Solução:** contratos probabilísticos não rígidos (*probabilistic soft contracts*).
 - ▶ **Para cada parâmetro de QoS (tempo de resposta). Eu ofereço sua distribuição de probabilidade e garanto que não será pior do que isso.**
- As **restrições probabilísticas** podem ser compostas.
 - ▶ Existem algumas abordagens para orquestração.
 - ▶ **Não existem abordagens para coreografias .**
 - ▶ **Tratam somente tempo de resposta .**

Monitoramento baseado em QoS

Responsabilidades:

- Mede e calcula valores de métricas de QoS, também inclui **agregação** de valores dos atributos de QoS.
- Verifica se existe violação de alguma restrição de QoS.
- Monitoramento de Coreografias deve ser “não intrusivo” .

Abordagens de Monitoramento

Monitoramento Não Intrusivo: **Probe-Request**

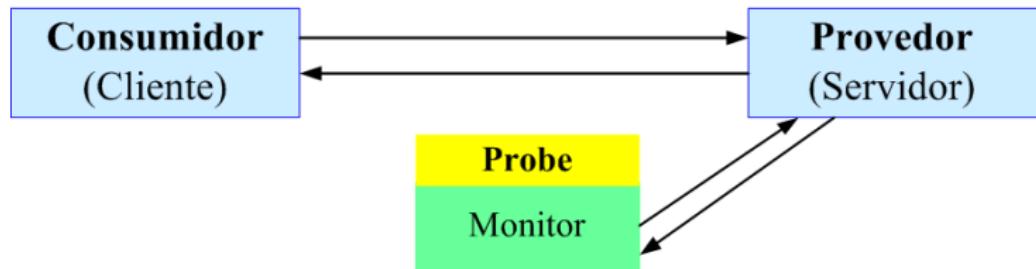


Figura: Monitoramento mediante Probe-Request

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

• Visão Geral

- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

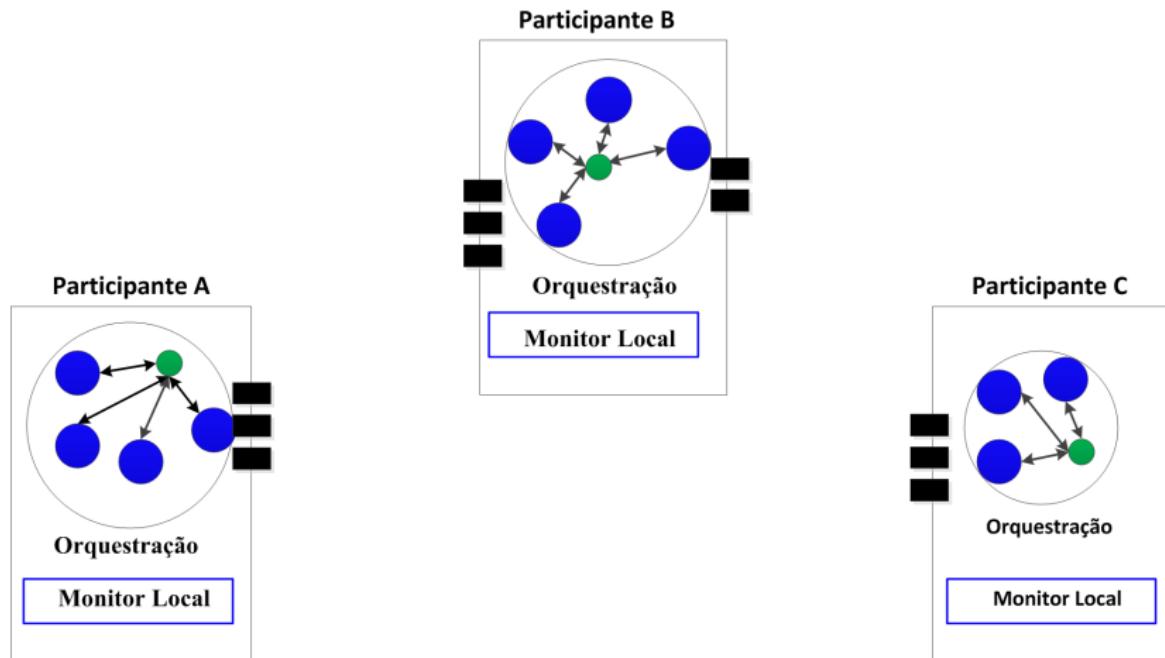


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

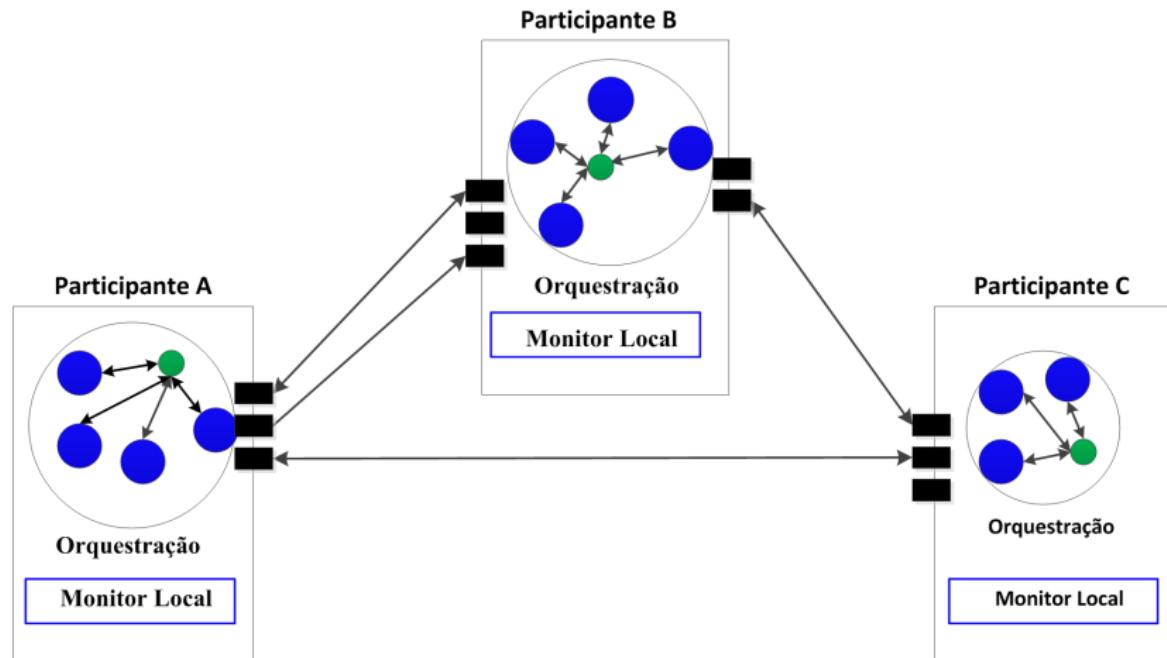


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

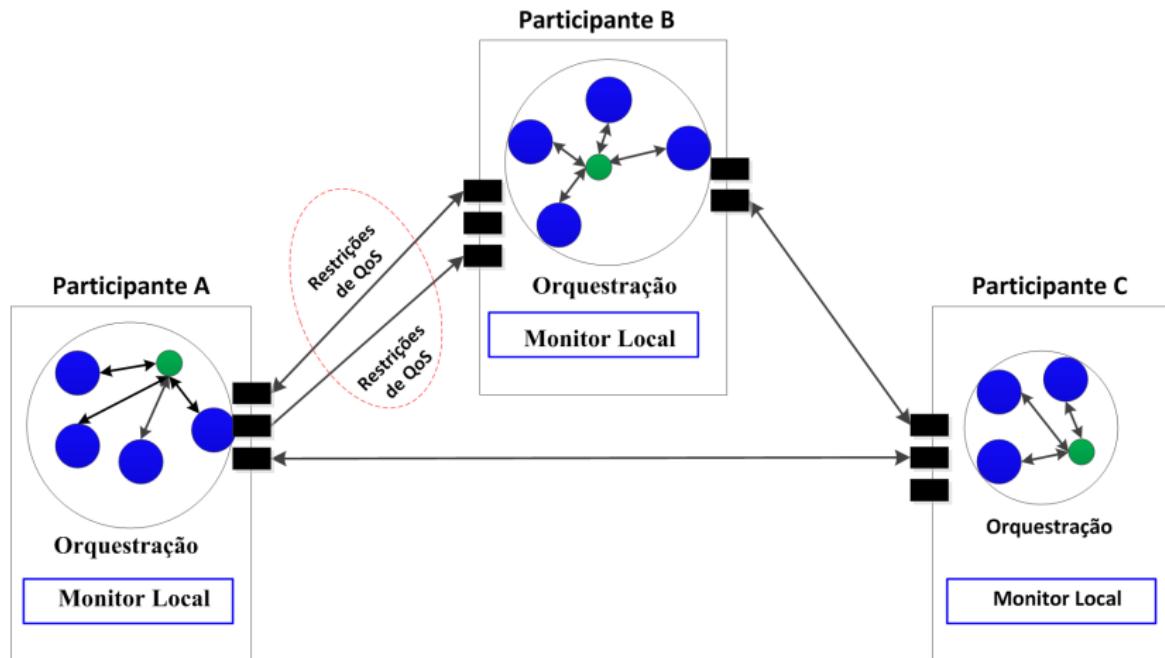


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

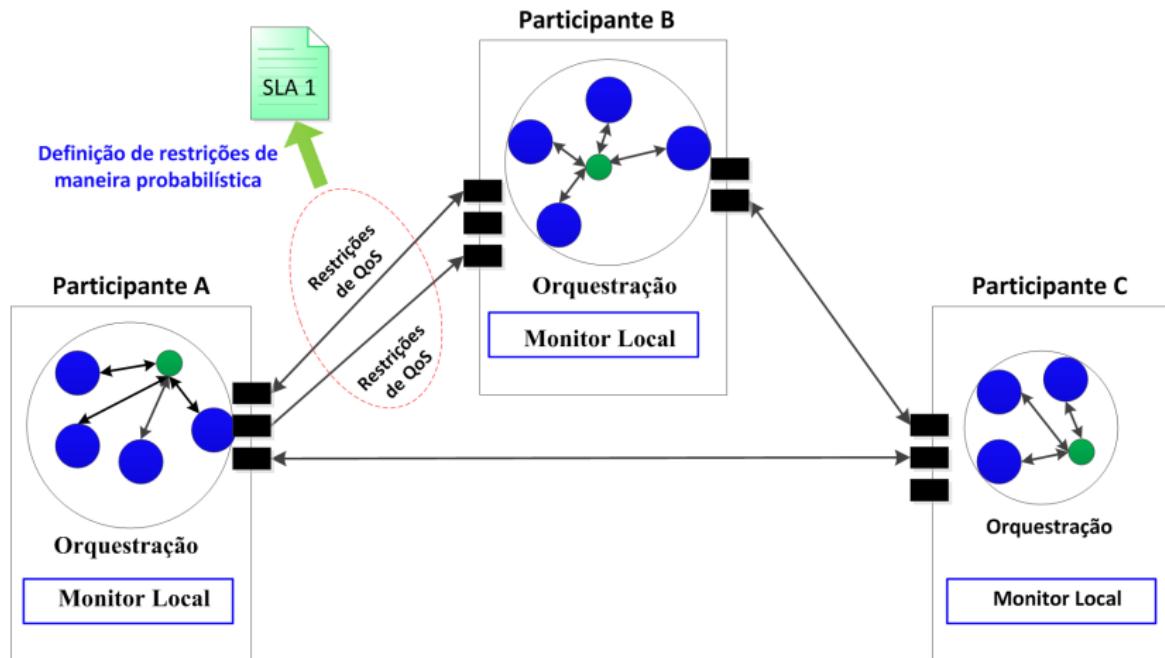


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

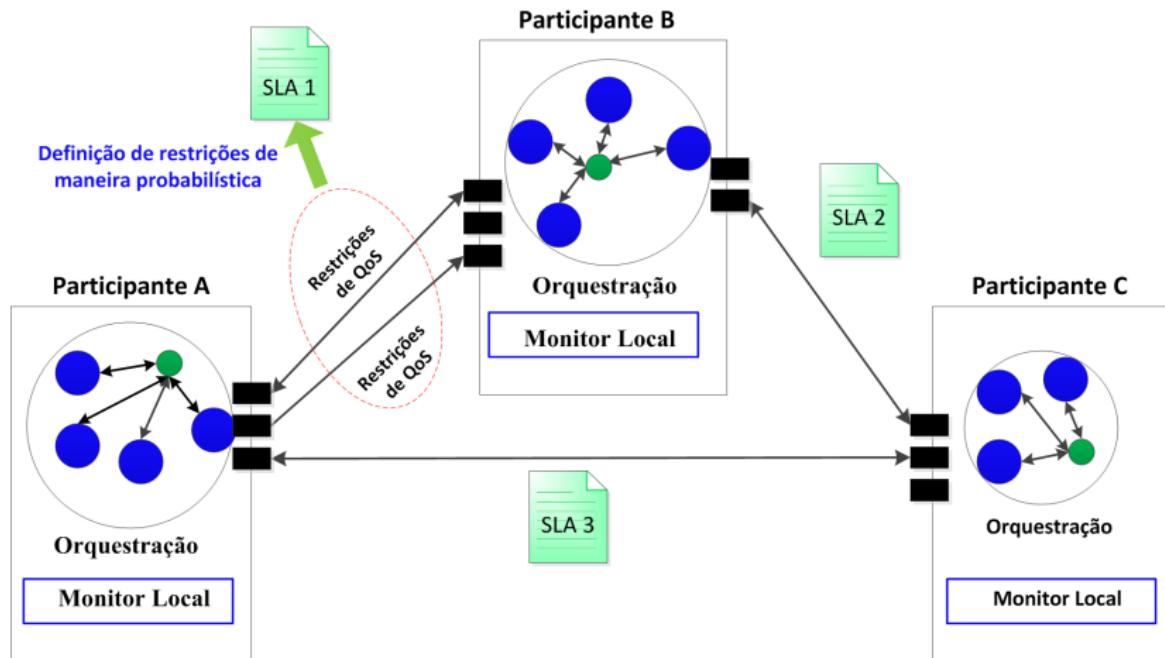
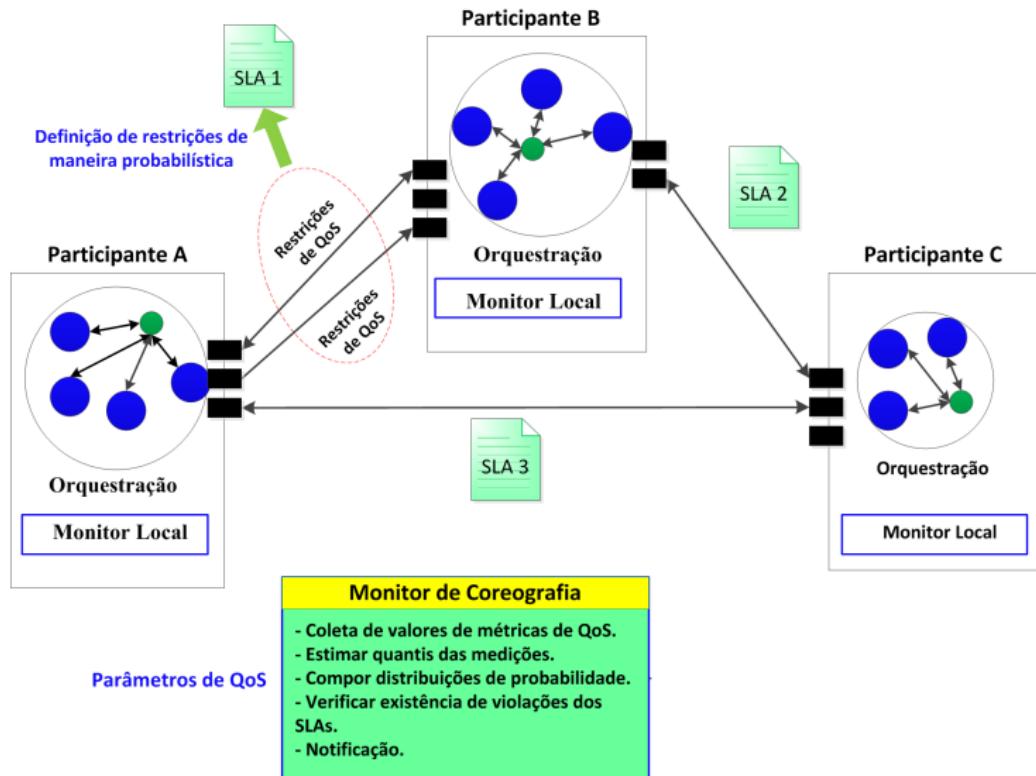
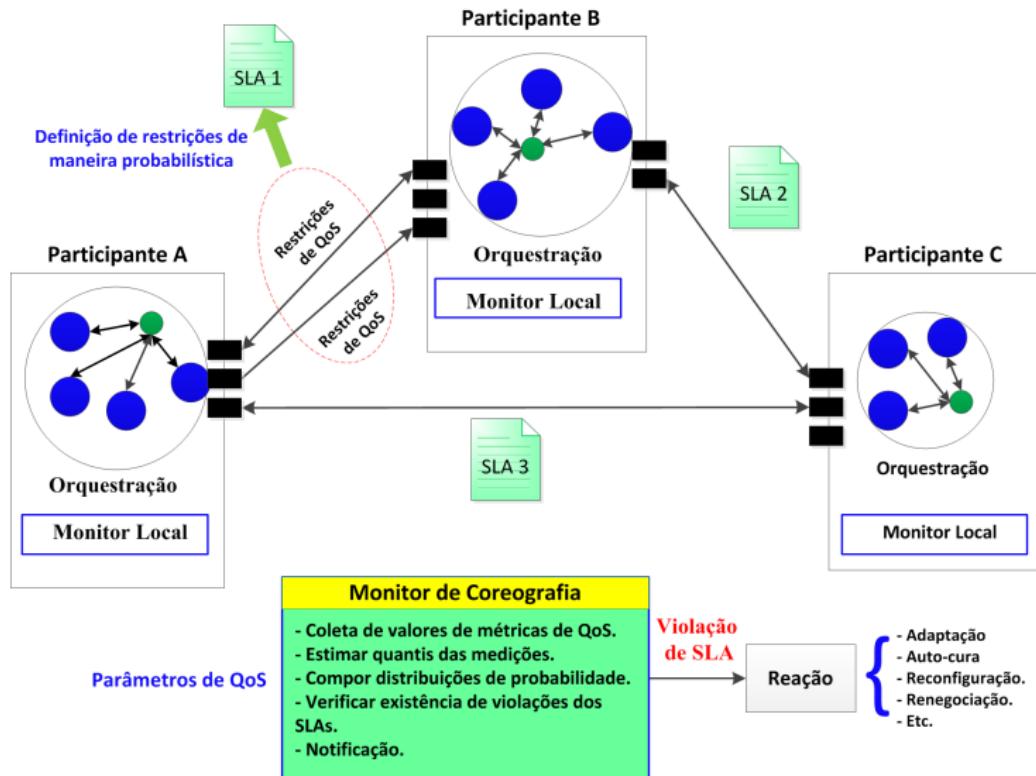


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA



Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA



Etapas



Figura: Etapas para atingir o monitoramento de coreografias

Etapas

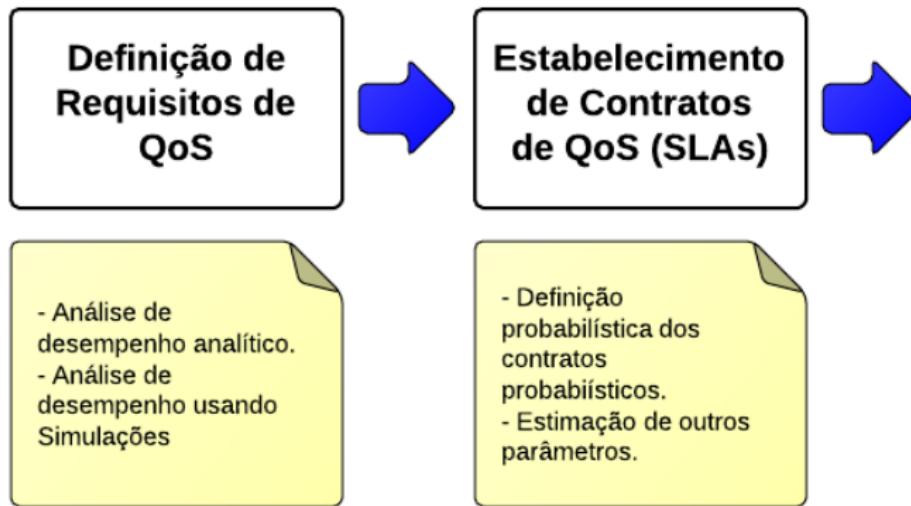


Figura: Etapas para atingir o monitoramento de coreografias

Etapas



Figura: Etapas para atingir o monitoramento de coreografias

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:
 - ▶ **Analítica:** Usando Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN).

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:
 - ▶ **Analítica:** Usando Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN).
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho usando o simulador de coreografias.

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:
 - ▶ **Analítica:** Usando Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN).
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho usando o simulador de coreografias.
- **Estabelecimento de contratos probabilísticos** de QoS entre os serviços em coreografias de serviços Web.

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:
 - ▶ **Analítica:** Usando Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN).
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho usando o simulador de coreografias.
- **Estabelecimento de contratos probabilísticos** de QoS entre os serviços em coreografias de serviços Web.
- Técnicas de monitoramento de coreografias para **detectar violações de SLA** com restrições de QoS probabilísticas.

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:
 - ▶ **Analítica:** Usando Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN).
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho usando o simulador de coreografias.
- **Estabelecimento de contratos probabilísticos** de QoS entre os serviços em coreografias de serviços Web.
- Técnicas de monitoramento de coreografias para **detectar violações de SLA** com restrições de QoS probabilísticas.
- Desenvolvimento de um **simulador de coreografias** com suporte de **QoS**.

Contribuições

- Mecanismos para **definir requisitos de QoS** em coreografias de serviços Web. Para tanto, utilizaram-se duas abordagens:
 - ▶ **Analítica:** Usando Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN).
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho usando o simulador de coreografias.
- **Estabelecimento de contratos probabilísticos** de QoS entre os serviços em coreografias de serviços Web.
- Técnicas de monitoramento de coreografias para **detectar violações de SLA** com restrições de QoS probabilísticas.
- Desenvolvimento de um **simulador de coreografias** com suporte de **QoS**.
- **Atributos de QoS:** tempo de resposta, tempo de processamento, largura de banda e latência de rede.

Elementos do BPMN 2 Suportados

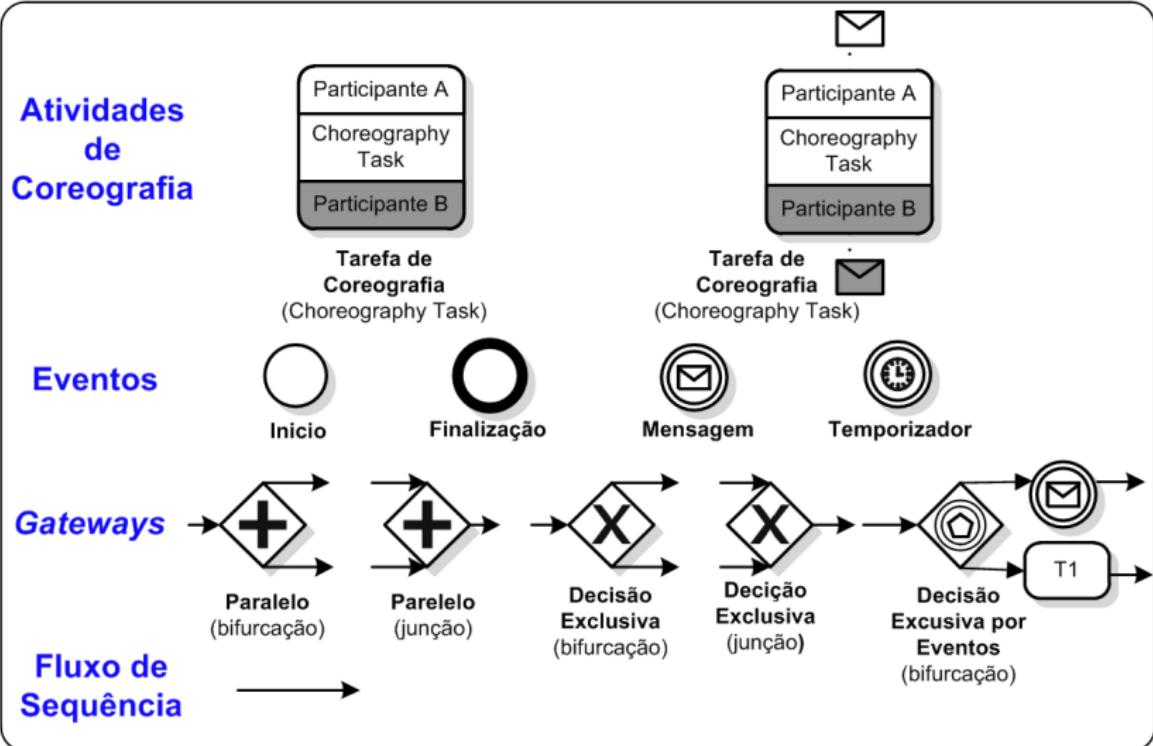


Figura: Elementos BPMN suportados.

Modelo de QoS (I)

- Atributos de QoS:

Modelo de QoS (I)

- Atributos de QoS:
 - ▶ Serviço : **tempo de processamento, tempo de resposta** .

Modelo de QoS (I)

- Atributos de QoS:
 - ▶ Serviço : **tempo de processamento, tempo de resposta** .
 - ▶ Rede : **largura de banda, atraso** e erros de comunicação.

Modelo de QoS (I)

- Atributos de QoS:
 - ▶ Serviço : **tempo de processamento, tempo de resposta** .
 - ▶ Rede : **largura de banda, atraso** e erros de comunicação.
 - ▶ Mensagem : **integridade da mensagem**.

Modelo de QoS (II)

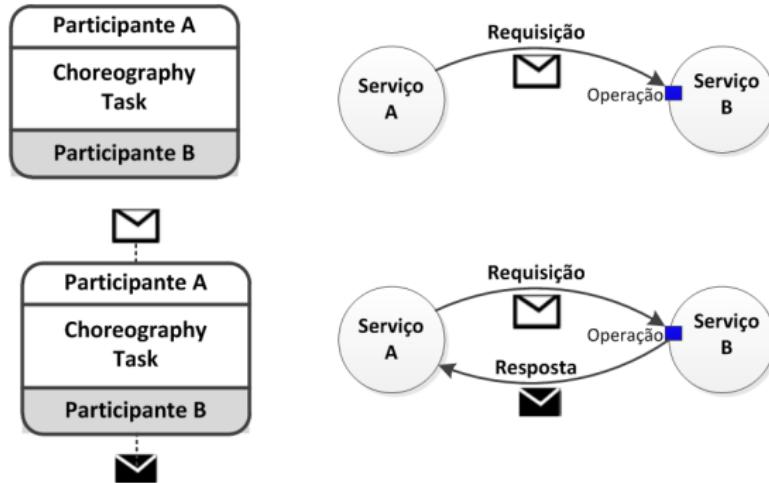


Figura: Interação de serviços a partir de interações atômicas do BPMN2.

Modelo de QoS (II)

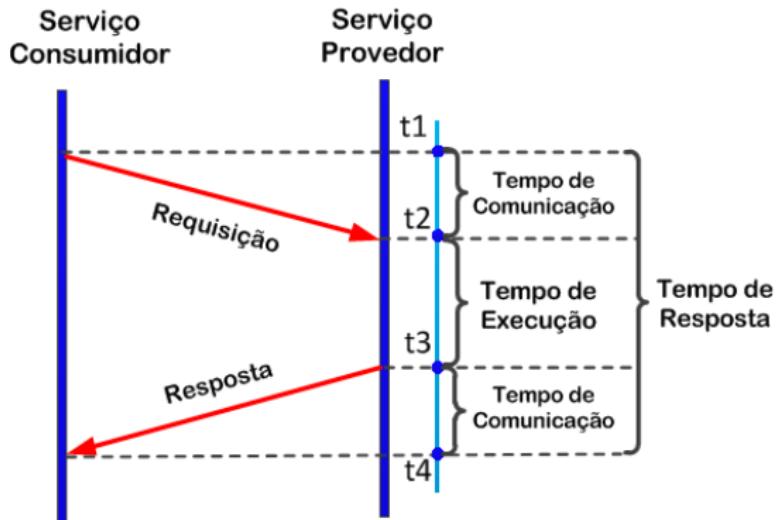


Figura: Atributos de QoS em uma interação com um serviço Web.

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- **Definição de requisitos de QoS**
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Definição de requisitos de QoS: Analiticamente

- ① **Mapeamento** de uma coreografia para uma GSPN (Rede Petri Estocástica Generalizada).

Definição de requisitos de QoS: Analiticamente

- ① **Mapeamento** de uma coreografia para uma GSPN (Rede Petri Estocástica Generalizada).
- ② **Configurações** da GSPN obtida de acordo com cenários.

Definição de requisitos de QoS: Analiticamente

- ① **Mapeamento** de uma coreografia para uma GSPN (Rede Petri Estocástica Generalizada).
- ② **Configurações** da GSPN obtida de acordo com cenários.
- ③ **Simulações** dos cenários.

Mapeamento de BPMN para GSPN (I)

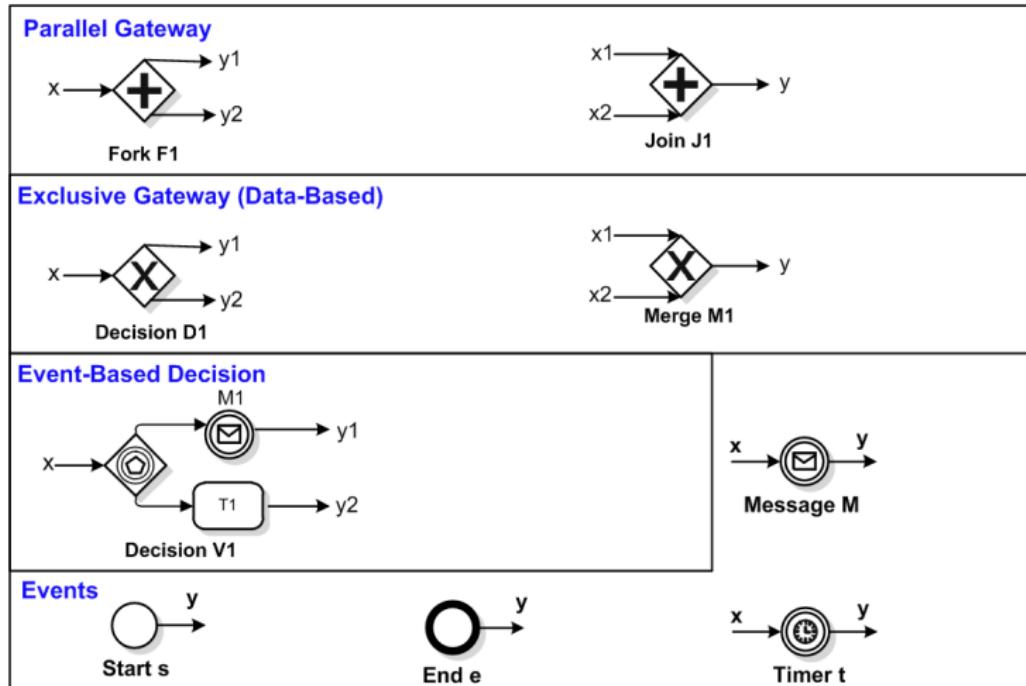


Figura: Mapeamento de eventos e gateways para módulos GSPN.

Mapeamento de BPMN para GSPN (I)

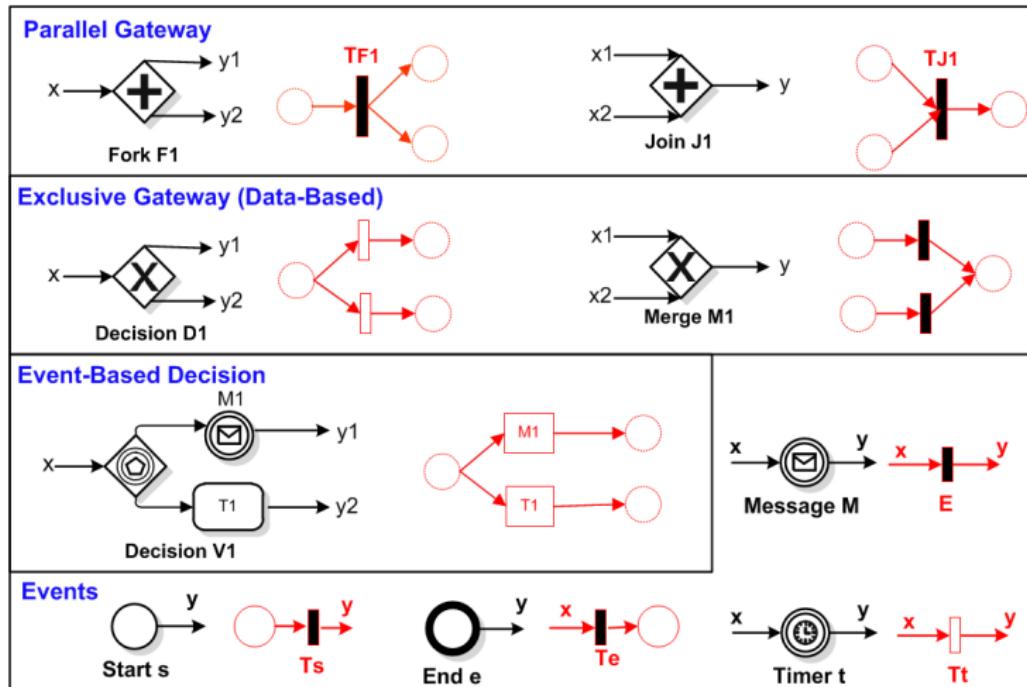
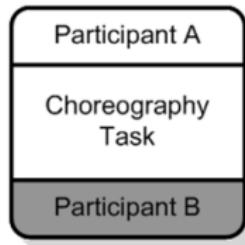


Figura: Mapeamento de eventos e gateways para módulos GSPN.

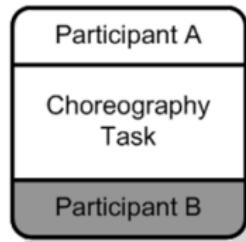
Mapeamento de BPMN para GSPN (II)



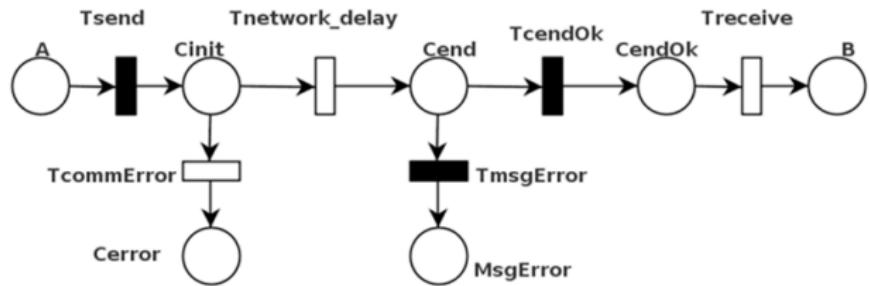
A) Interação em BPMN2

B) Mapeamento para GSPN com QoS

Mapeamento de BPMN para GSPN (II)

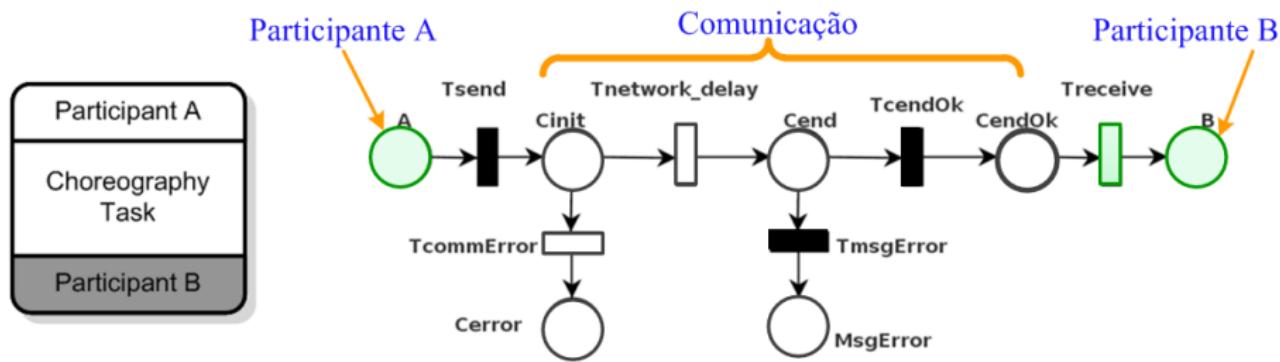


A) Interação em BPMN2



B) Mapeamento para GSPN com QoS

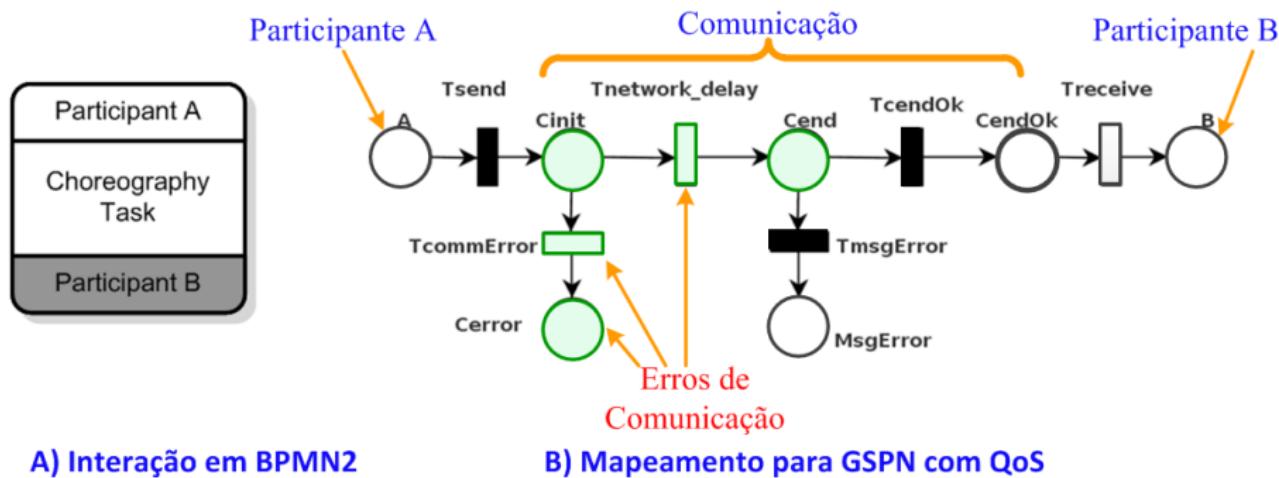
Mapeamento de BPMN para GSPN (II)



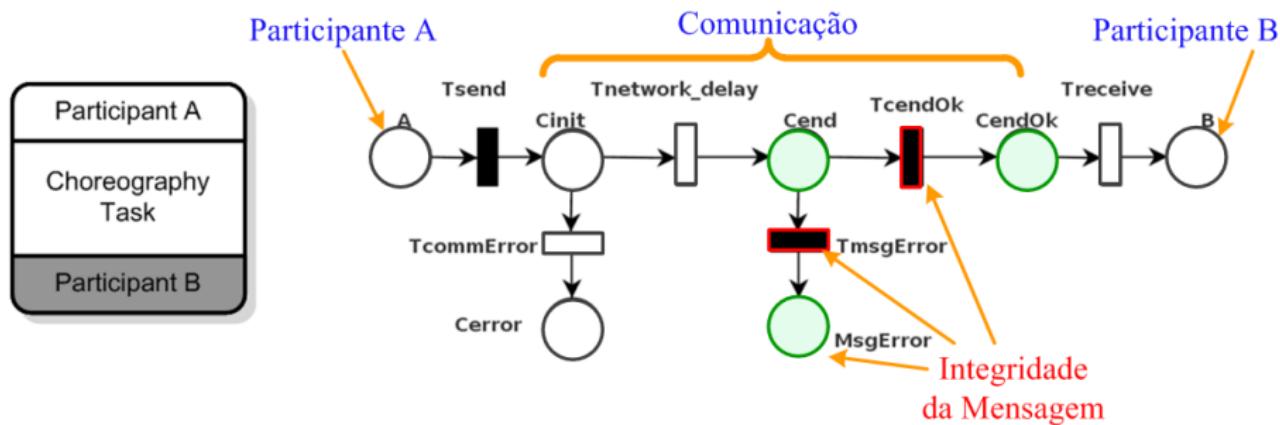
A) Interação em BPMN2

B) Mapeamento para GSPN com QoS

Mapeamento de BPMN para GSPN (II)



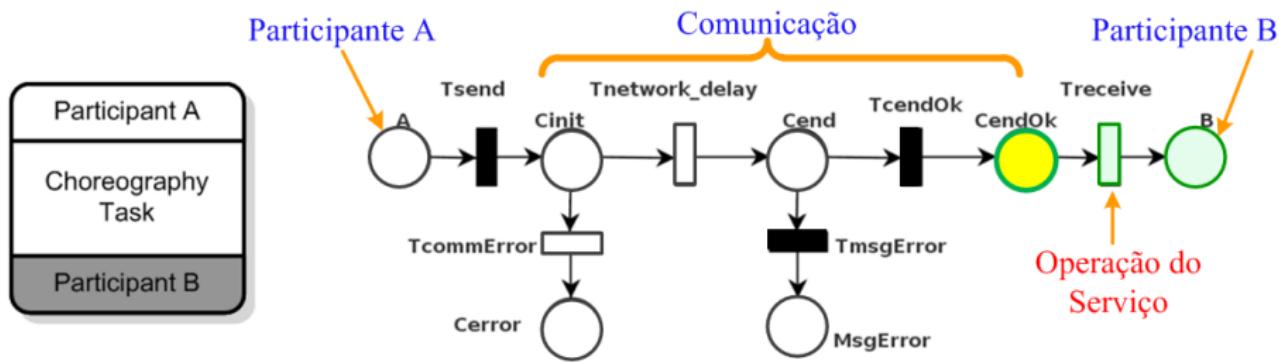
Mapeamento de BPMN para GSPN (II)



A) Interação em BPMN2

B) Mapeamento para GSPN com QoS

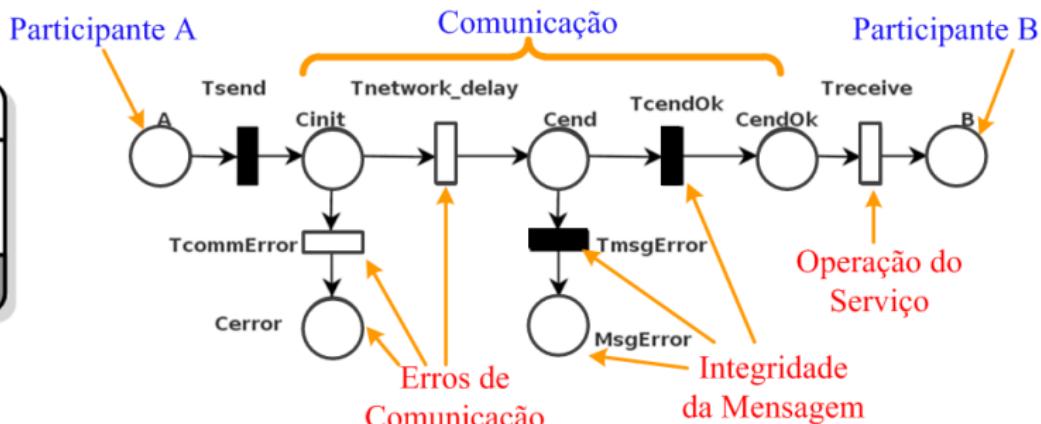
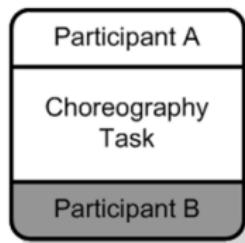
Mapeamento de BPMN para GSPN (II)



A) Interação em BPMN2

B) Mapeamento para GSPN com QoS

Mapeamento de BPMN para GSPN (II)



Algoritmo de Mapeamento (I)

Algorithm 1 *

Mapeamento de uma coreografia em BPMN 2.0 para uma GSPN com suporte de QoS

Input: Process Choreography $PC = (\mathcal{O}, \mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{G}, \mathcal{T}, \{e^S\}, \mathcal{E}^I, \{e^E\}, \mathcal{E}^{IM}, \mathcal{E}^{IT}, \mathcal{G}^F, \mathcal{G}^J, \mathcal{G}^X, \mathcal{G}^M, \mathcal{G}^V, \mathcal{F})$ in BPMN 2.0.

Algoritmo de Mapeamento (I)

Algorithm 2 *

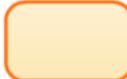
Mapeamento de uma coreografia em BPMN 2.0 para uma GSPN com suporte de QoS

Input: Process Choreography $PC = (\mathcal{O}, \mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{G}, \mathcal{T}, \{e^S\}, \mathcal{E}^I, \{e^E\}, \mathcal{E}^{IM}, \mathcal{E}^{IT}, \mathcal{G}^F, \mathcal{G}^J, \mathcal{G}^X, \mathcal{G}^M, \mathcal{G}^V, \mathcal{F})$ in BPMN 2.0.

Output: Generalized Stochastic Petri Net $GSPN_{QoS}$.

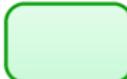
Algoritmo de Mapeamento (II)

1) Regras de Mapeamento

Elemento BPMN	Módulo GSPN
Atividade de Coreografia	
Eventos	
<i>Gateways</i>	

Algoritmo de Mapeamento (II)

1) Regras de Mapeamento

Elemento BPMN	Módulo GSPN
Atividade de Coreografia	
Eventos	
Gateways	

2) Composição

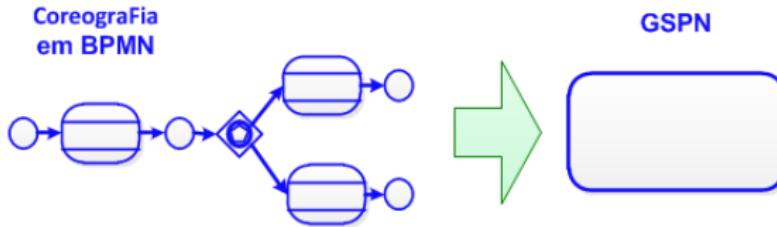


Operador de Composição



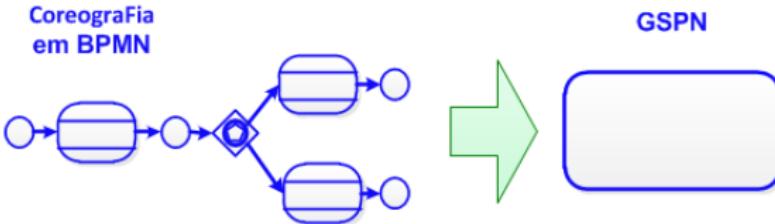
Algoritmo de Mapeamento (II)

3) Substituir e compor

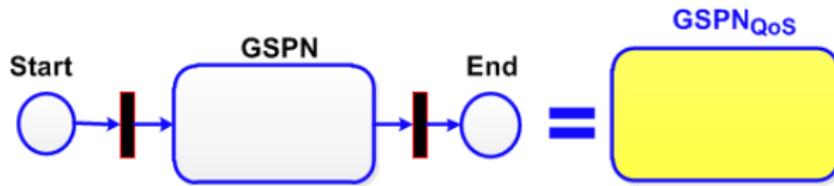


Algoritmo de Mapeamento (II)

3) Substituir e compor



4) Reduzir e adicionar elementos finais



Definição de Requisitos por meio de simulações

ChorSim: Simulador de Coreografias

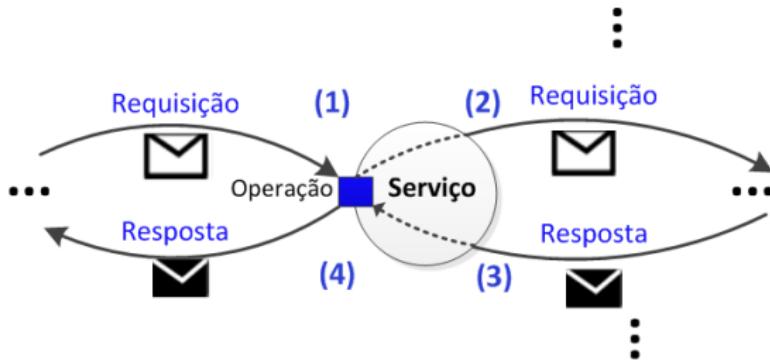


Figura: Atributos de QoS calculados em um evento dado. (1) Recebendo requisições de um cliente ou serviço. (2) enviando requisições para um outro serviço. (3) recebendo resposta de um outro serviço (dependência). (4) enviando resposta para um cliente ou serviço solicitador.

Definição de Requisitos por meio de simulações

Arquitetura do ChorSim

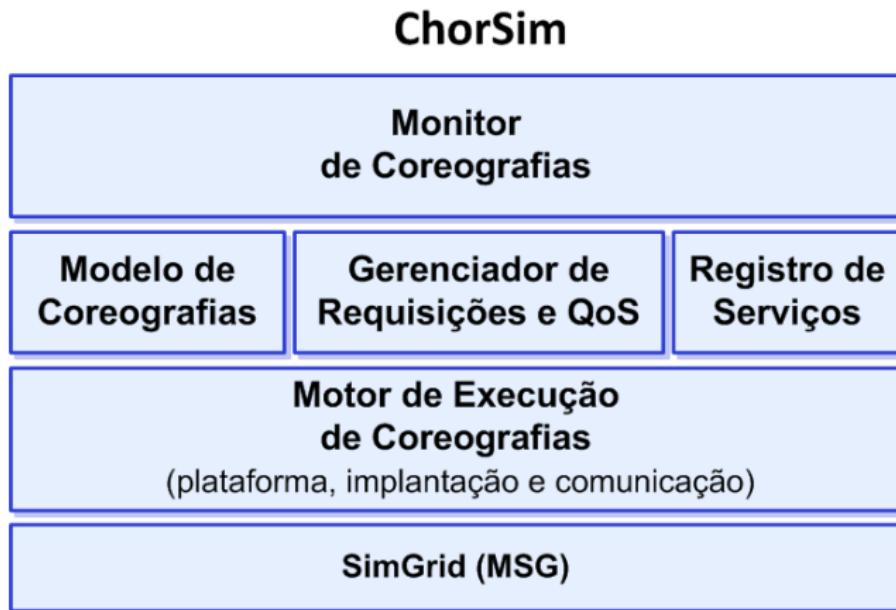


Figura: Arquitetura do simulador de coreografias.

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico**
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Estabelecimento de SLAs Probabilísticos

$$F_S(x) = P(\delta_S \leq x)$$

é a função distribuição acumulada (fda) de um parâmetro de QoS δ do serviço S .

$$F_S(x) = P(\delta_S \leq x)$$

é a função distribuição acumulada (fda) de um parâmetro de QoS δ do serviço S .

① Condições Iniciais:

- ▶ Configurar a plataforma e a implantação no ChorSim.
- ▶ Definir e estimar a fda F_{S_i} para cada serviço S_i .

$$F_S(x) = P(\delta_S \leq x)$$

é a função distribuição acumulada (fda) de um parâmetro de QoS δ do serviço S .

① Condições Iniciais:

- ▶ Configurar a plataforma e a implantação no ChorSim.
- ▶ Definir e estimar a fda F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i , um valor q_i do parâmetro de QoS é obtido a partir da simulação em ChorSim.

Estabelecimento de SLAs Probabilísticos

$$F_S(x) = P(\delta_S \leq x)$$

é a função distribuição acumulada (fda) de um parâmetro de QoS δ do serviço S .

① Condições Iniciais:

- ▶ Configurar a plataforma e a implantação no ChorSim.
- ▶ Definir e estimar a fda F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i , um valor q_i do parâmetro de QoS é obtido a partir da simulação em ChorSim.
- ② **Agregação:** Estimar o valor Q do parâmetro de QoS do serviço composto S a partir dos valores obtidos no passo anterior usando o ChorSim.

Estabelecimento de SLAs Probabilísticos

$$F_S(x) = P(\delta_S \leq x)$$

é a função distribuição acumulada (fda) de um parâmetro de QoS δ do serviço S .

① Condições Iniciais:

- ▶ Configurar a plataforma e a implantação no ChorSim.
- ▶ Definir e estimar a fda F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço S_i , um valor q_i do parâmetro de QoS é obtido a partir da simulação em ChorSim.
- ② **Agregação:** Estimar o valor Q do parâmetro de QoS do serviço composto S a partir dos valores obtidos no passo anterior usando o ChorSim.
- ③ Rodar as simulações dos passos 2.1 e 2.2 várias vezes, o suficiente para estimar F_S empiricamente a partir dos valores Q estimados .

Estabelecimento de SLAs Probabilísticos

$$F_S(x) = P(\delta_S \leq x)$$

é a função distribuição acumulada (fda) de um parâmetro de QoS δ do serviço S .

① Condições Iniciais:

- ▶ Configurar a plataforma e a implantação no ChorSim.
- ▶ Definir e estimar a fda F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i , um valor q_i do parâmetro de QoS é obtido a partir da simulação em ChorSim.
- ② **Agregação:** Estimar o valor Q do parâmetro de QoS do serviço composto S a partir dos valores obtidos no passo anterior usando o ChorSim.
- ③ Rodar as simulações dos passos 2.1 e 2.2 várias vezes, o suficiente para estimar F_S empiricamente a partir dos valores Q estimados .
- ④ A partir da fda F_S se selecionam quantis para definir o contrato.

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias**

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

- F_S : Função de distribuição acumulada do **contrato**.
- Δ : Um conjunto finito de amostras dos valores de um parâmetro de QoS do serviço S .
- F'_S : Função de distribuição acumulada estimada usando ChorSim.
- λ : Zona de tolerância.

$$F'_{S,\Delta}(x) = \frac{|\{\delta, \delta \in \Delta \leq x\}|}{|\Delta|} \quad (1)$$

¹Rosario et al., 2009

- F_S : Função de distribuição acumulada do **contrato**.
- Δ : Um conjunto finito de amostras dos valores de um parâmetro de QoS do serviço S .
- F'_S : Função de distribuição acumulada estimada usando ChorSim.
- λ : Zona de tolerância.

$$F'_{S,\Delta}(x) = \frac{|\{\delta, \delta \in \Delta \leq x\}|}{|\Delta|} \quad (1)$$

$$\exists x \in R^+ : F'_{S,\Delta}(x) < F_S(x) \quad (2)$$

¹Rosario et al., 2009

- F_S : Função de distribuição acumulada do **contrato**.
- Δ : Um conjunto finito de amostras dos valores de um parâmetro de QoS do serviço S .
- F'_S : Função de distribuição acumulada estimada usando ChorSim.
- λ : Zona de tolerância.

$$F'_{S,\Delta}(x) = \frac{|\{\delta, \delta \in \Delta \leq x\}|}{|\Delta|} \quad (1)$$

$$\exists x \in R^+ : F'_{s,\Delta}(x) < F_s(x) \quad (2)$$

$$\sup_{x \in R^+} (F'_{s,\Delta}(x) - F_s(x)) \geq \lambda^1 \quad (3)$$

¹Rosario et al., 2009

Detecção de Violações de SLA (I)

Problema: Dominância estocástica

$$H_0 : \forall x, F_S(x) \geq F'_S(x)$$

contra

$$H_1 : \exists x, F_S(x) < F'_S(x)$$

Detecção de Violações de SLA (I)

Problema: Dominância estocástica

$$H_0 : \forall x, F_S(x) \geq F'_S(x)$$

contra

$$H_1 : \exists x, F_S(x) < F'_S(x)$$

Solução: Teste de Kolmogorov-Smirnov de apenas um lado

$$[D, p] = kstest(X_{contract}, X_{monitoring}, KS_{side}) \quad (4)$$

Detecção de Violações de SLA (I)

Problema: Dominância estocástica

$$H_0 : \forall x, F_S(x) \geq F'_S(x)$$

contra

$$H_1 : \exists x, F_S(x) < F'_S(x)$$

Solução: Teste de Kolmogorov-Smirnov de apenas um lado

$$[D^+, p^+] = kstest(X_{contract}, X_{monitoring}, greater)$$

$$\text{verify}(X_{monitoring}) = \begin{cases} \text{true}, & \text{se } p^+ \geq \alpha \wedge D^+ < \lambda \\ \text{false}, & \text{de outra maneira} \end{cases}$$

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- **Definição de Requisitos de QoS Analiticamente**
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Cenário de Coreografia para a abordagem analítica

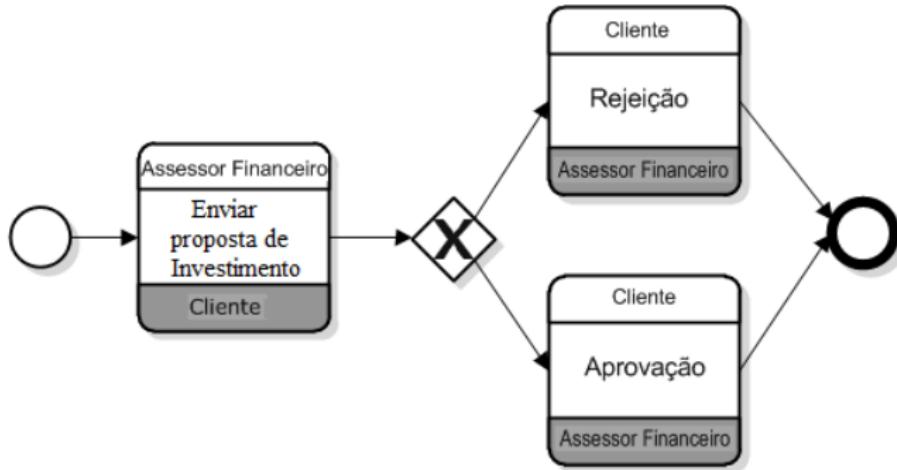


Figura: Exemplo de modelo de interação de coreografias, oferta de investimento.

Mapeamento

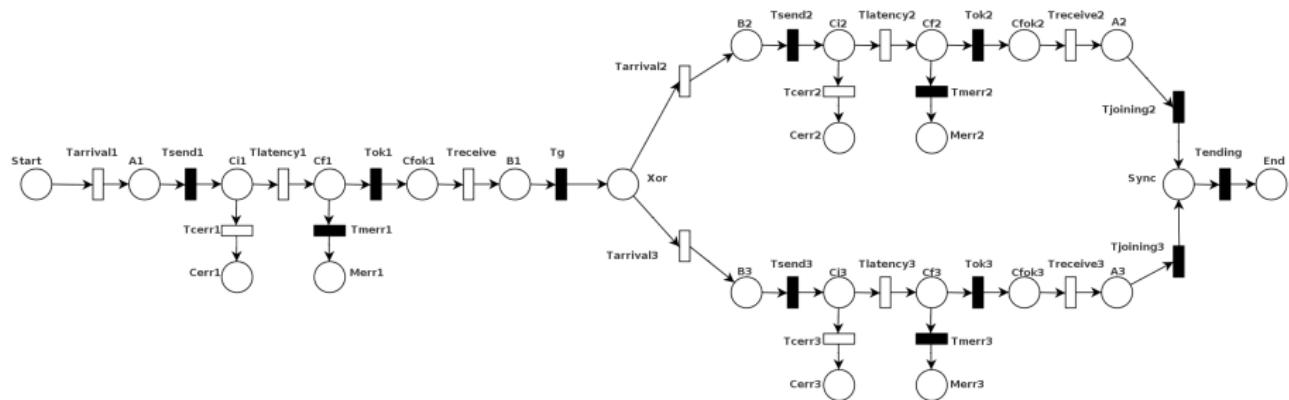
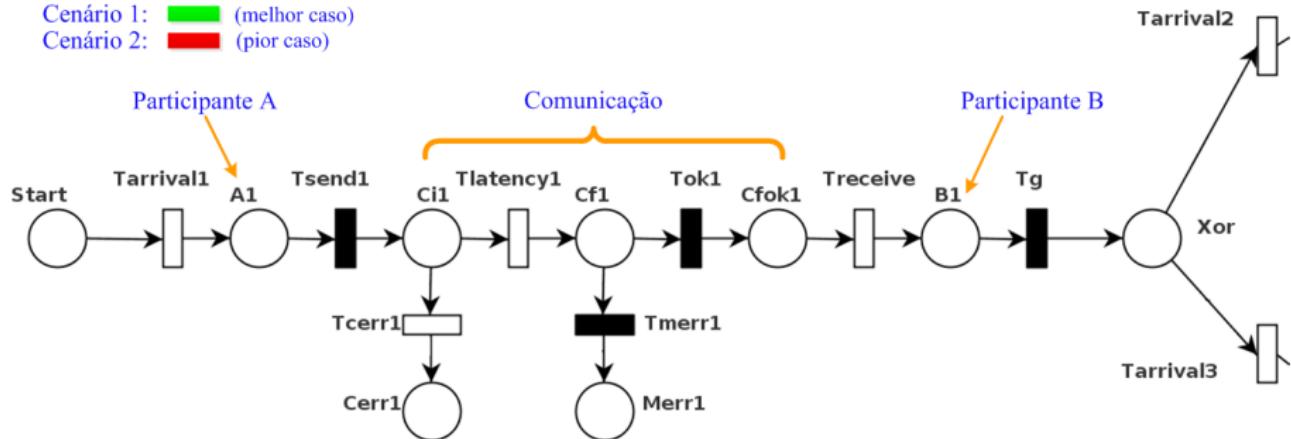


Figura: GSPN obtida após o mapeamento.

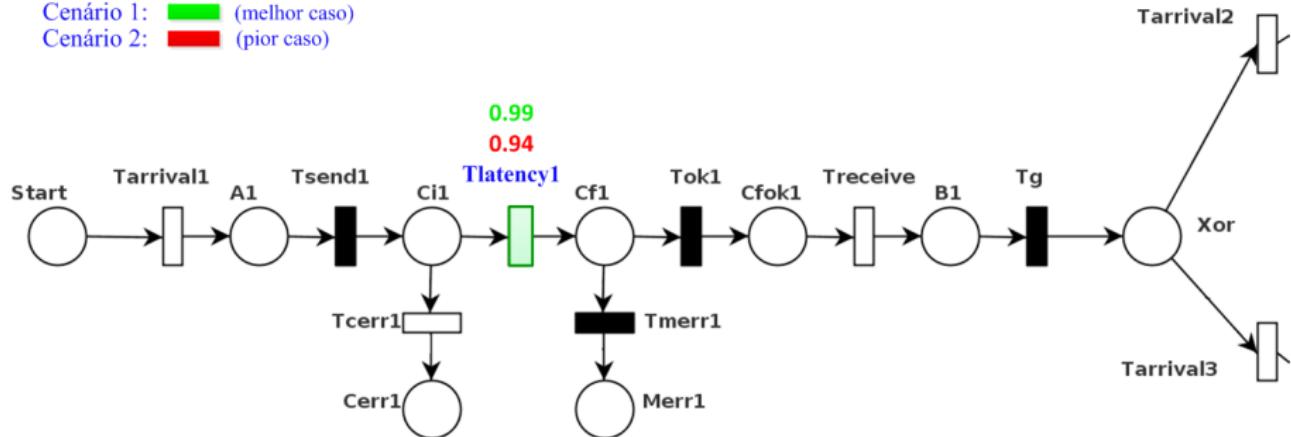
Configuração

Cenário 1: (melhor caso)
Cenário 2: (pior caso)



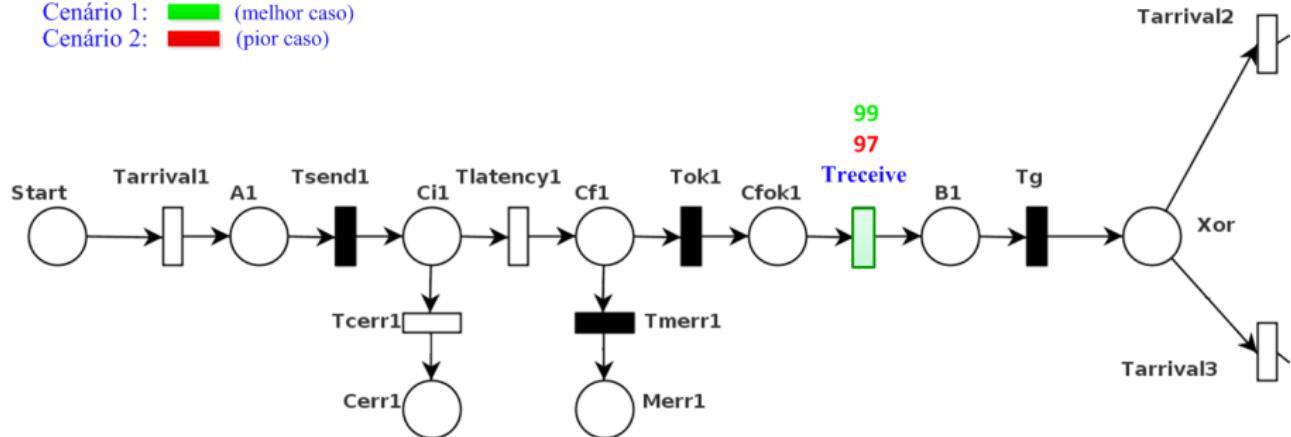
Configuração

Cenário 1: █ (melhor caso)
Cenário 2: █ (pior caso)



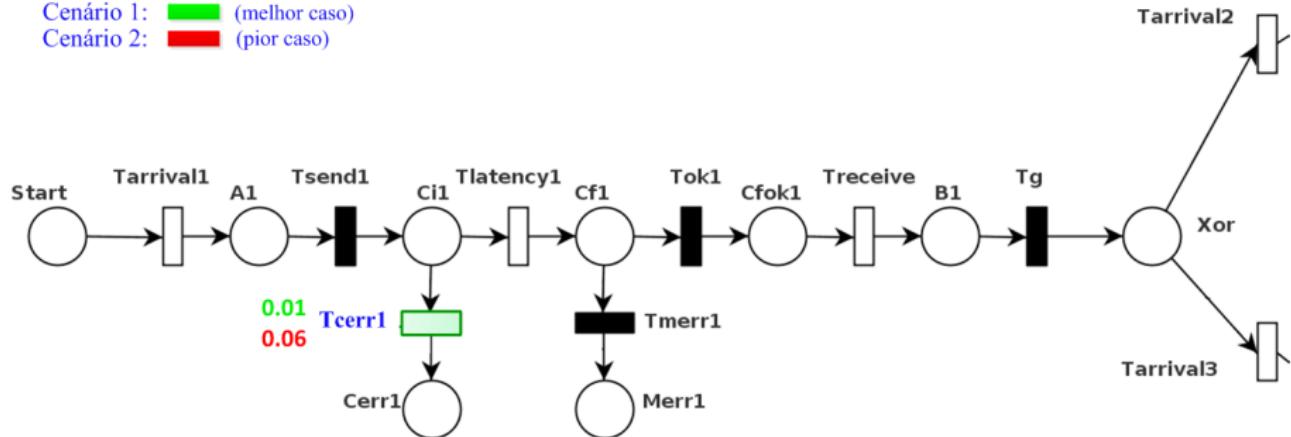
Configuração

Cenário 1: █ (melhor caso)
Cenário 2: █ (pior caso)



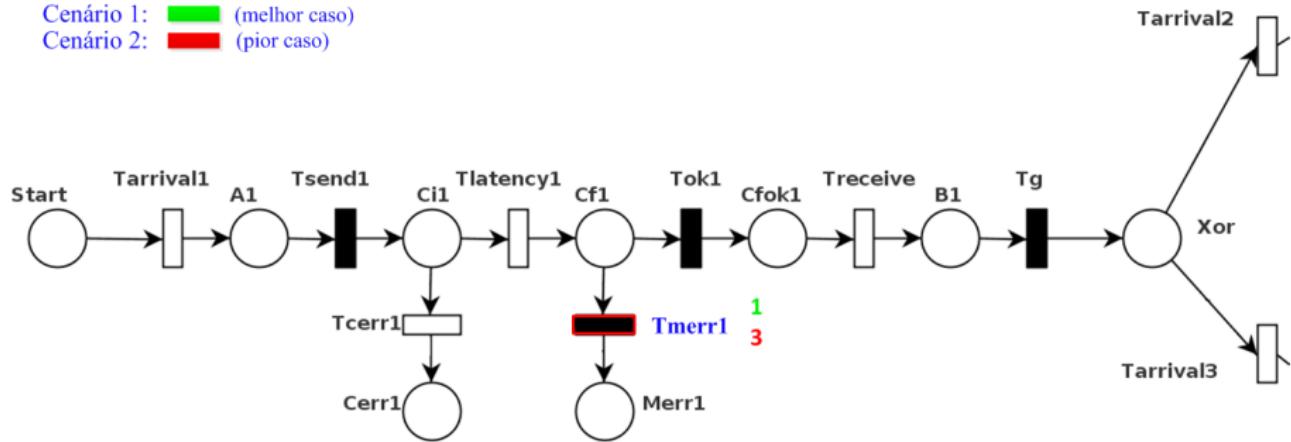
Configuração

Cenário 1: █ (melhor caso)
Cenário 2: █ (pior caso)



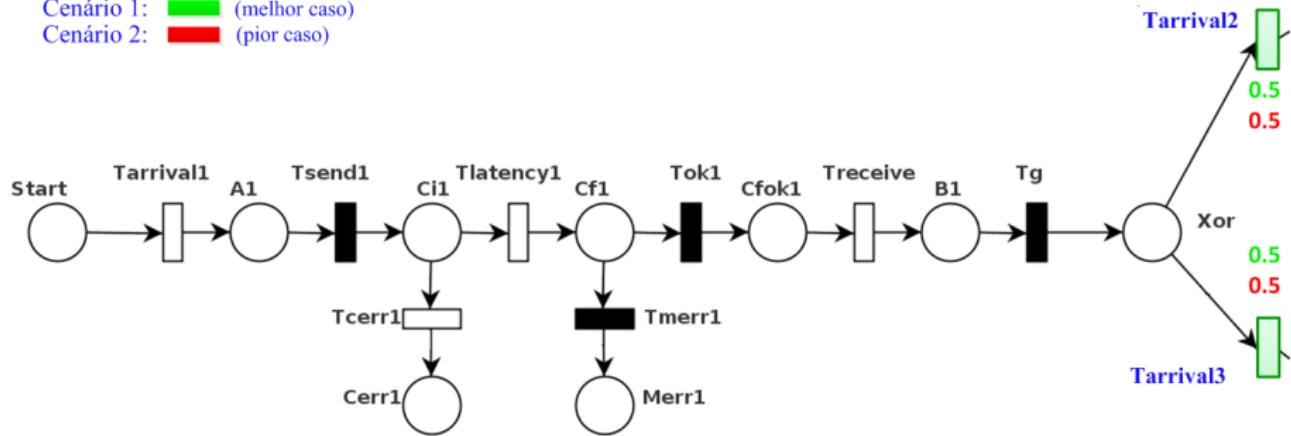
Configuração

Cenário 1: █ (melhor caso)
Cenário 2: █ (pior caso)



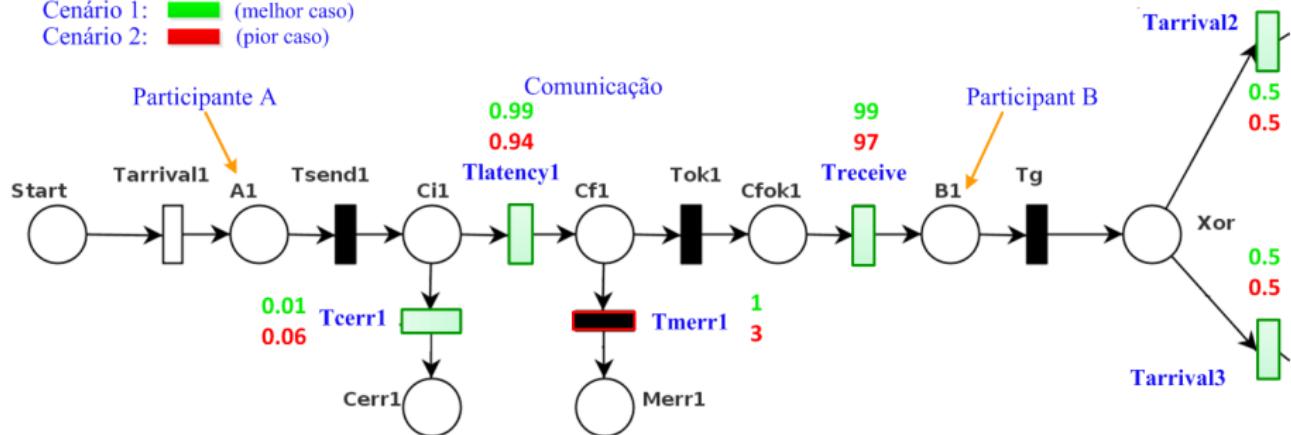
Configuração

Cenário 1:  (melhor caso)
Cenário 2:  (pior caso)



Configuração

Cenário 1: (melhor caso)
Cenário 2: (pior caso)



Simulações na GSPN

- A ferramenta **Pipe2** foi usada para **modelar** e **simular** a **GSPN**.

Simulações na GSPN

- A ferramenta **Pipe2** foi usada para **modelar** e **simular** a **GSPN**.
- **1 token = 1 instância de coreografia.**
- 100 **tokens** são considerados para cada cenários na posição de inicio (**Start**).
- 100 **instâncias concorrentes** foram executadas (*multiple-server semantic*).

Simulações na GSPN

- A ferramenta **Pipe2** foi usada para **modelar** e **simular** a **GSPN**.
- **1 token = 1 instância de coreografia.**
- 100 **tokens** são considerados para cada cenários na posição de inicio (**Start**).
- 100 **instâncias concorrentes** foram executadas (*multiple-server semantic*).
- 1500 disparos e 10 replicações.
- Nível de confiança de 95%.

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

Posição	Número médio de tokens (%)	
	Cenário 1	Cenário 2
<i>Start</i>	35.28	40.15
<i>End</i>	41.95	38.78
M_{err1}	0.39	0.91
M_{err2}	0.00	0.93
M_{err3}	0.00	0.66
C_{err1}	0.74	2.94
C_{err2}	0.00	0.00
C_{err3}	0.78	0.16
C_{i1}	8.32	8.90
C_{i2}	0.63	0.69
C_{i3}	0.75	8.90

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

Posição	Número médio de tokens (%)	
	Cenário 1	Cenário 2
Erros no formato da mensagem	Start	35.28
	End	41.95
	M_{err1}	0.39
	M_{err2}	0.00
	M_{err3}	0.00
	C_{err1}	0.74
	C_{err2}	0.00
	C_{err3}	0.78
	C_{i1}	8.32
	C_{i2}	0.63
	C_{i3}	0.75
		8.90

Instâncias perdidas:

- 1.52%
- 3.10%

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

	Posição	Número médio de tokens (%)	
		Cenário 1	Cenário 2
Erros no formato da mensagem	Start	35.28	40.15
	End	41.95	38.78
	M_{err1}	0.39	0.91
	M_{err2}	0.00	0.93
	M_{err3}	0.00	0.66
		Instâncias perdidas:	
Erros de Comunicação	C_{err1}	0.74	2.94
	C_{err2}	0.00	0.00
	C_{err3}	0.78	0.16
		Instâncias perdidas:	
	C_{i1}	8.32	8.90
	C_{i2}	0.63	0.69
	C_{i3}	0.75	8.90

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

	Posição	Número médio de tokens (%)	
		Cenário 1	Cenário 2
Erros no formato da mensagem	Start	35.28	40.15
	End	41.95	38.78
	M_{err1}	0.39	0.91
Erros de Comunicação	M_{err2}	0.00	0.93
	M_{err3}	0.00	0.66
	C_{err1}	0.74	2.94
Gargalos	C_{err2}	0.00	0.00
	C_{err3}	0.78	0.16
	C_{i1}	8.32	8.90
	C_{i2}	0.63	0.69
	C_{i3}	0.75	8.90

Instâncias perdidas:

■ 1.52% (verde)

■ 3.10% (vermelho)

Instâncias perdidas:

■ 0.39% (verde)

■ 2.50% (vermelho)

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- **Definição de requisitos de QoS usando ChorSim**
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Cenário de coreografia para a abordagem com ChorSim

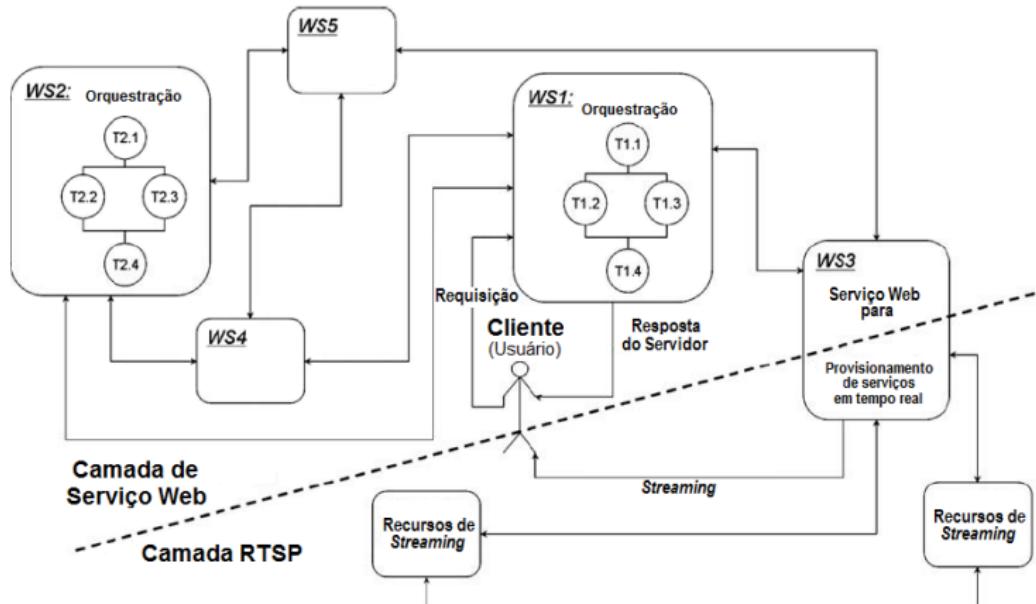


Figura: Coreografia de serviços da aplicação de CDN

Configuração das simulações em ChorSim (I)

Objetivo

Analizar o comportamento do **tempo de resposta total** do serviço composto WS_1 em função do **tamanho da resposta** de WS_1 e diferentes valores de **largura de banda**.

Configuração das simulações em ChorSim (I)

Objetivo

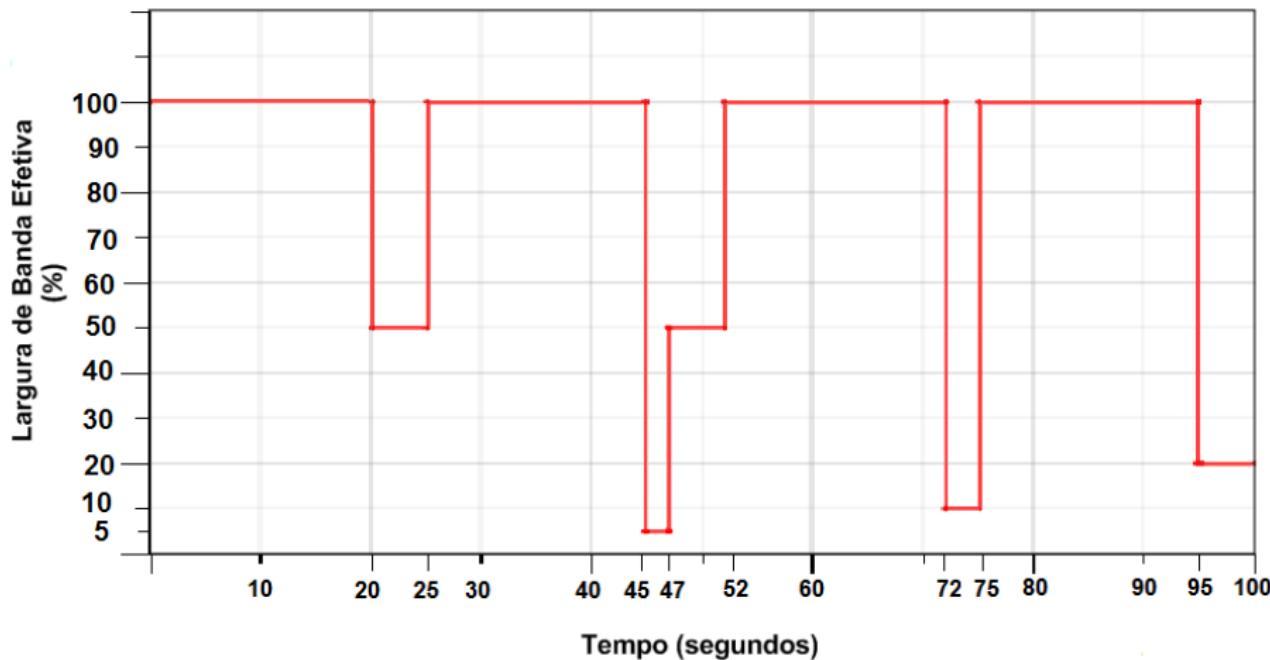
Analizar o comportamento do **tempo de resposta total** do serviço composto WS_1 em função do **tamanho da resposta** de WS_1 e diferentes valores de **largura de banda**.

- **Cenário 1:** Larguras de banda uniformes.
- **Cenário 2:** Larguras de banda variáveis.

Configuração das simulações em ChorSim (II)

Cenário 2:

Largura de Banda Efetiva Vs Tempo (Periodo=100s)



Configuração das simulações em ChorSim (III)

Tabela: Configuração de valores dos atributos de QoS nas requisições

Requisições	Largura de banda	Tamanho da requisição	Latência	# requisições
Cliente a WS ₁	1Mbps	1.95MB	0.002s	1 a 10
WS ₁ a WS ₃	1Mbps	5.47MB	0.002s	1 a 10
WS ₃ a WS ₅	1Mbps	5.47MB	0.002s	1 a 10

Configuração das simulações em ChorSim (III)

Tabela: Configuração de valores dos atributos de QoS nas requisições

Requisições	Largura de banda	Tamanho da requisição	Latência	# requisições
Cliente a WS ₁	1Mbps	1.95MB	0.002s	1 a 10
WS ₁ a WS ₃	1Mbps	5.47MB	0.002s	1 a 10
WS ₃ a WS ₅	1Mbps	5.47MB	0.002s	1 a 10

Tabela: Configuração de valores dos atributos de QoS nas respostas

Respostas	Largura de banda	Tamanho de resposta	Latência	timeout
WS ₁ a Cliente	1Mbps a 16Mbps	1KB a 100MB	0.002s	1000s
WS ₃ a WS ₁	20Mbps	8MB	0.002s	1000s
WS ₅ a WS ₃	40Mbps	200MB	0.002s	1000s

Resultados das simulações usando ChorSim

Cenário 1

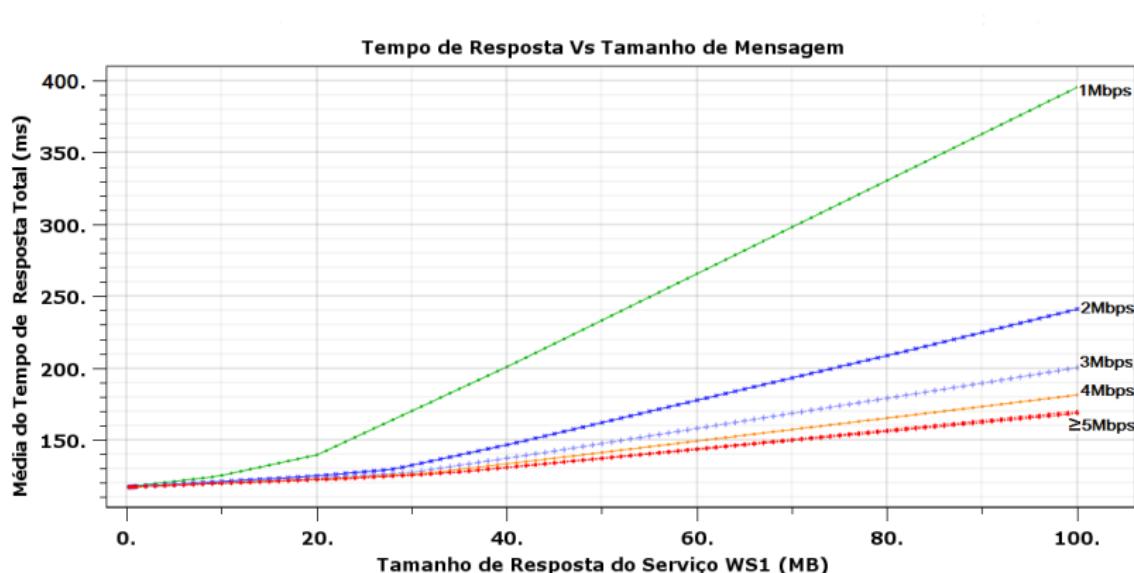


Figura: Cenário 1: Tempo médio de resposta total da coreografia em função do tamanho de resposta do serviço WS_1 com larguras de banda de $1Mbps$ até $16Mbps$

Resultados das simulações usando ChorSim

Cenário 2

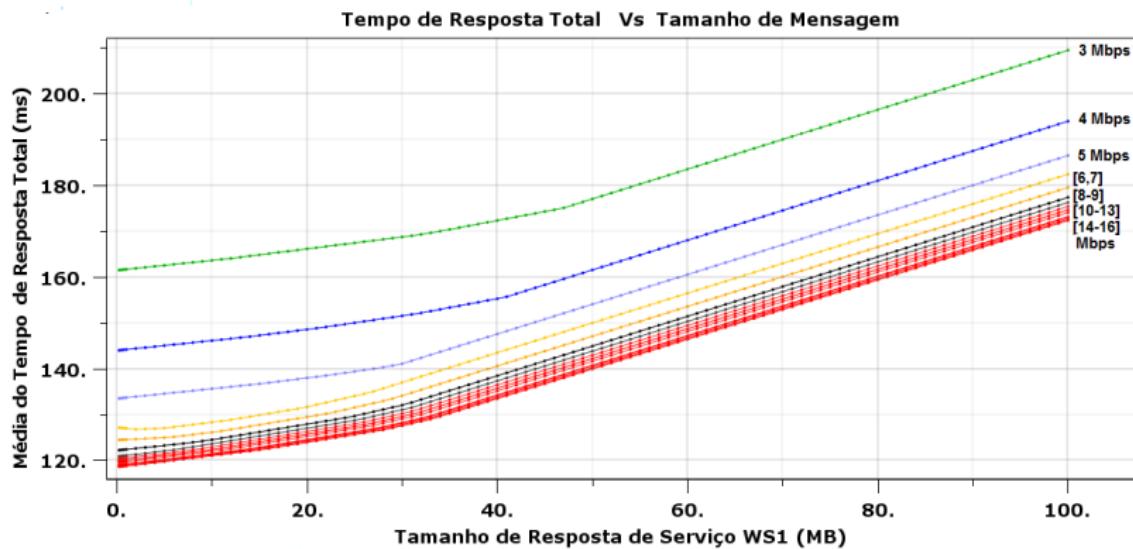


Figura: Cenário 2: Tempo médio de resposta total da coreografia em função do tamanho de resposta do serviço WS_1 . A largura de banda varia de 1Mbps até 16Mbps

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS**
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Estabelecimento do contrato probabilístico (I)

Tabela: Configuração das taxas de degradação dos serviços para obter o contrato do tempo de resposta para o serviço composto WS_1

Serviço	Distribuição	Taxa de degradação (λ)
WS_1	Exponencial	1/10000
WS_3	Exponencial	1/10000
WS_5	Exponencial	1/10000

Estabelecimento do contrato probabilístico (II)

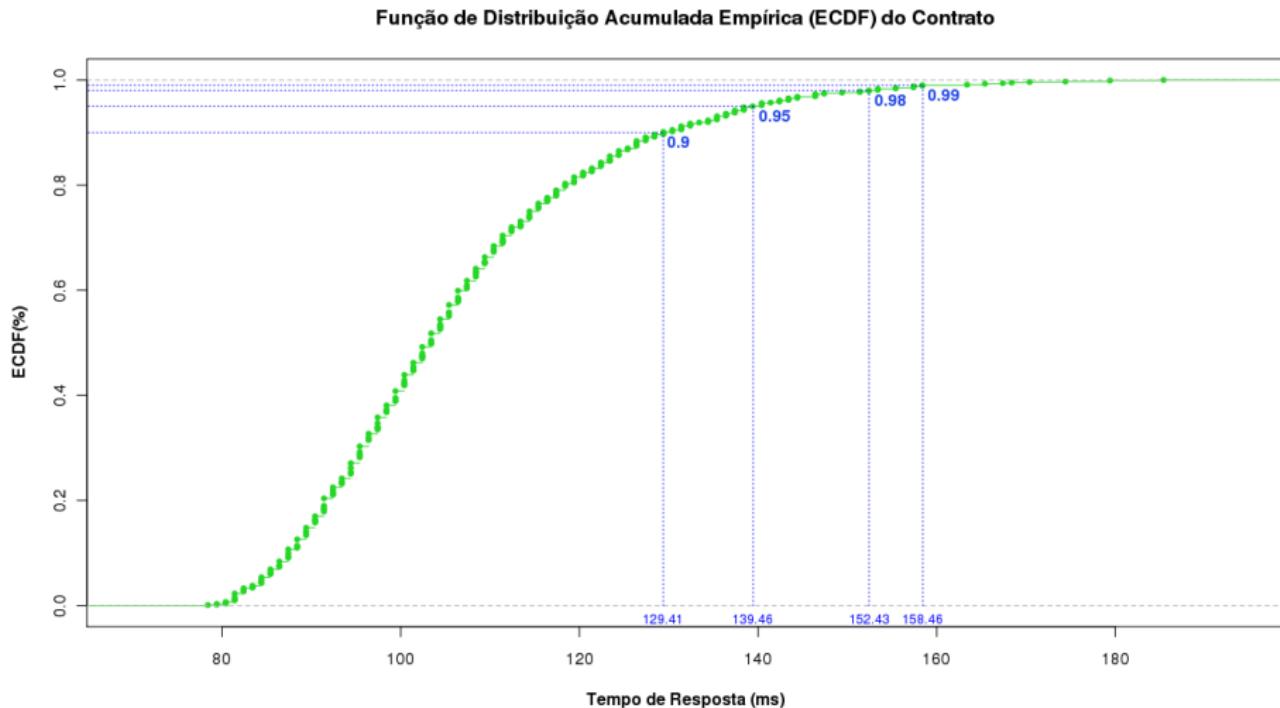


Figura: Distribuição de probabilidade empírica (ECDF) do contrato do serviço WS_1 com base nos tempos de resposta

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento**

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Configuração do Monitoramento

$$\text{verify}(X_{monitoring}) = \begin{cases} \text{true}, & \text{se } p^+ \geq 0.05 \wedge D^+ < 0.15 \\ \text{false}, & \text{de outra maneira} \end{cases} \quad (4)$$

Configuração do Monitoramento

$$\text{verify}(X_{\text{monitoring}}) = \begin{cases} \text{true}, & \text{se } p^+ \geq 0.05 \wedge D^+ < 0.15 \\ \text{false}, & \text{de outra maneira} \end{cases} \quad (4)$$

- $X_{\text{monitoring}}$: Conjunto de amostras dos tempos de resposta do serviço composto WS_1 .

Configuração do Monitoramento

$$\text{verify}(X_{\text{monitoring}}) = \begin{cases} \text{true}, & \text{se } p^+ \geq 0.05 \wedge D^+ < 0.15 \\ \text{false}, & \text{de outra maneira} \end{cases} \quad (4)$$

- $X_{\text{monitoring}}$: Conjunto de amostras dos tempos de resposta do serviço composto WS_1 .
- Um monitoramento sequencial e *on-line* precisa computar N amostras que se sobrepõem.
- Conjunto de janelas de amostras a monitorar:

$$\{1, \dots, N\}, \{p, \dots, p + N\}, \dots, \{mp, \dots, mp + N\} \dots$$
$$p \leq N \text{ e } m = 1, 2, \dots$$

Configuração do Monitoramento

$$\text{verify}(X_{\text{monitoring}}) = \begin{cases} \text{true}, & \text{se } p^+ \geq 0.05 \wedge D^+ < 0.15 \\ \text{false}, & \text{de outra maneira} \end{cases} \quad (4)$$

- $X_{\text{monitoring}}$: Conjunto de amostras dos tempos de resposta do serviço composto WS_1 .
- Um monitoramento sequencial e *on-line* precisa computar N amostras que se sobrepõem.
- Conjunto de janelas de amostras a monitorar:
 $\{1, \dots, N\}, \{p, \dots, p+N\}, \dots, \{mp, \dots, mp+N\} \dots$
 $p \leq N$ e $m = 1, 2, \dots$
- Configuração: $N = 100$, e o desvio $p = 1$.

Cenários para o monitoramento

Tabela: Estabelecimento das taxas de degradação de tempo de processamento dos serviços para os cenários.

Cenário	Taxa de degradação (λ)		
	WS_1	WS_3	WS_5
Cenário 1	1/13000	1/12500	1/11500
Cenário 2	1/12000	1/11000	1/12000
Cenário 3	1/10500	1/10000	1/10500
Cenário 4	1/9000	1/10000	1/9000
Contrato	1/10000	1/10000	1/10000

Resultados da detecção de violações de SLA (I)

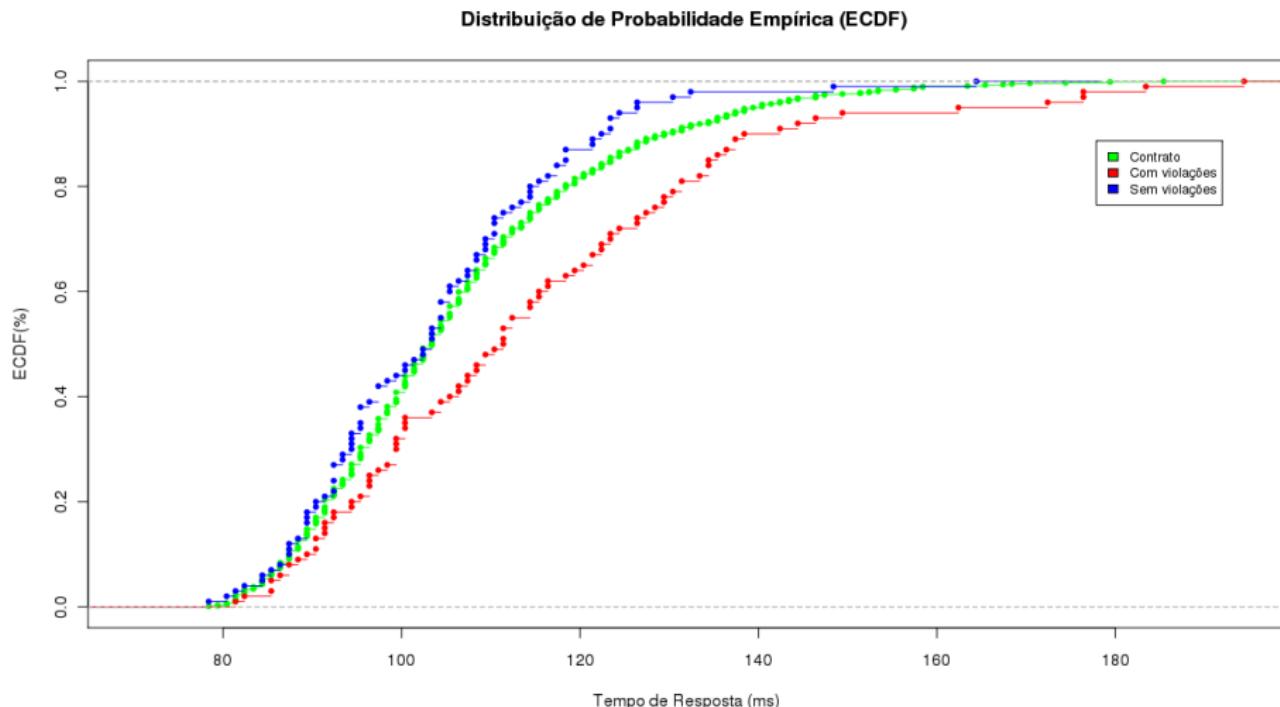


Figura: Comparação do ECDF do contrato com o ECDF do cenário 1 e 4. O tamanho das amostras dos cenários é 100.

Resultados da detecção de violações de SLA (I)

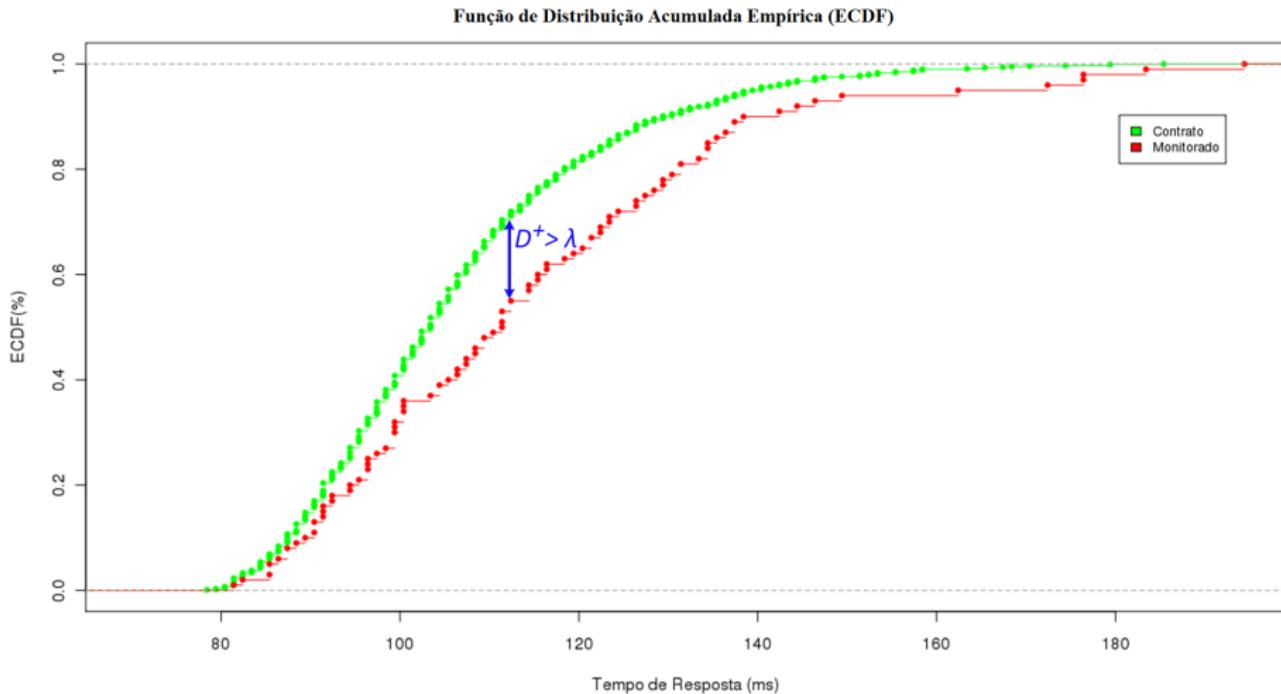


Figura: Comparação do ECDF do contrato com o ECDF do cenário 1

Resultados da detecção de violações de SLA (I)

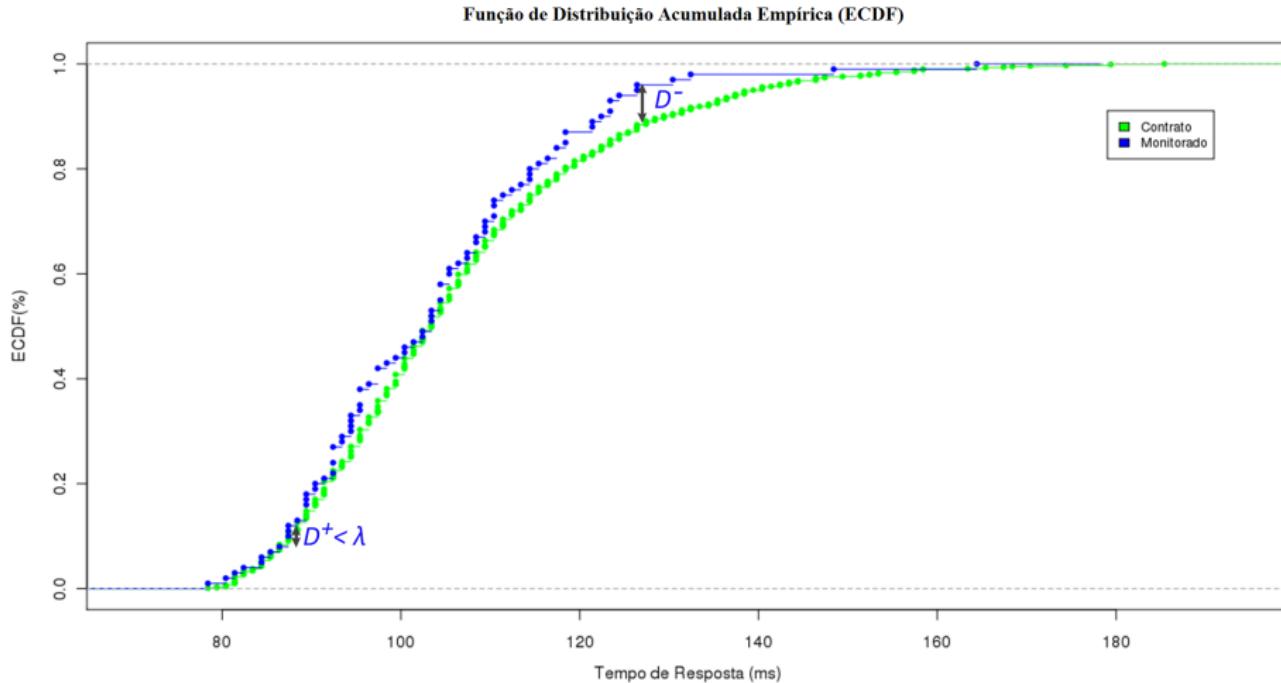


Figura: Comparação do ECDF do contrato com o ECDF do cenário 4

Resultados da detecção de violações de SLA (II) - *Online*

Cenário 1

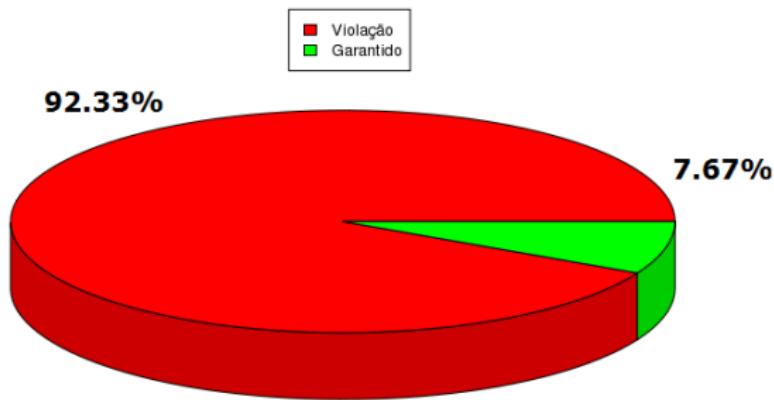
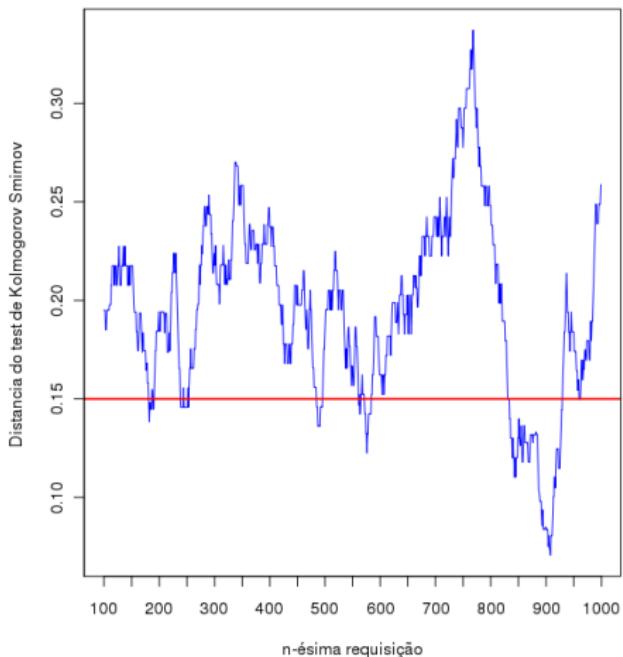


Figura: Violações de SLA para o cenário 1.

Resultados da detecção de violações de SLA (II) - *Online*

Cenário 1

Monitoramento: Distância de Kolmogorov



Monitoramento: P+ value de Kolmogorov

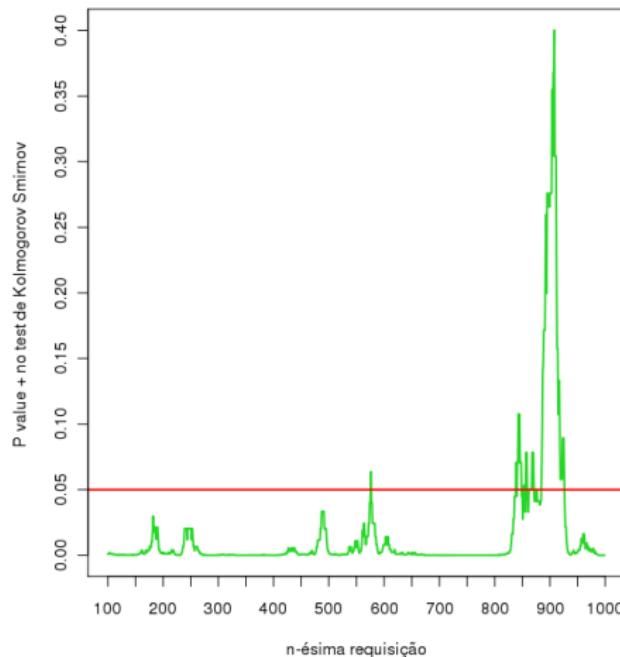


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 1.

Resultados da detecção de violações de SLA

Cenário 3

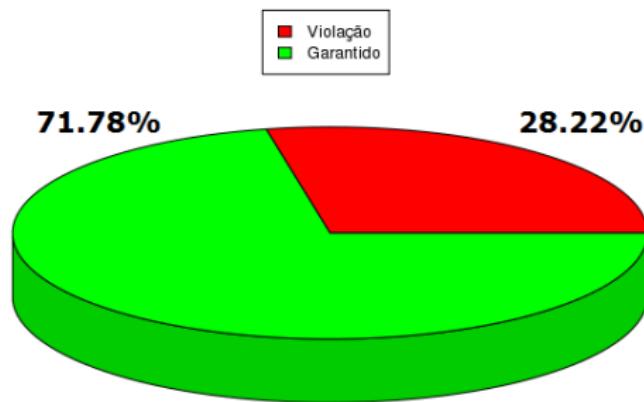
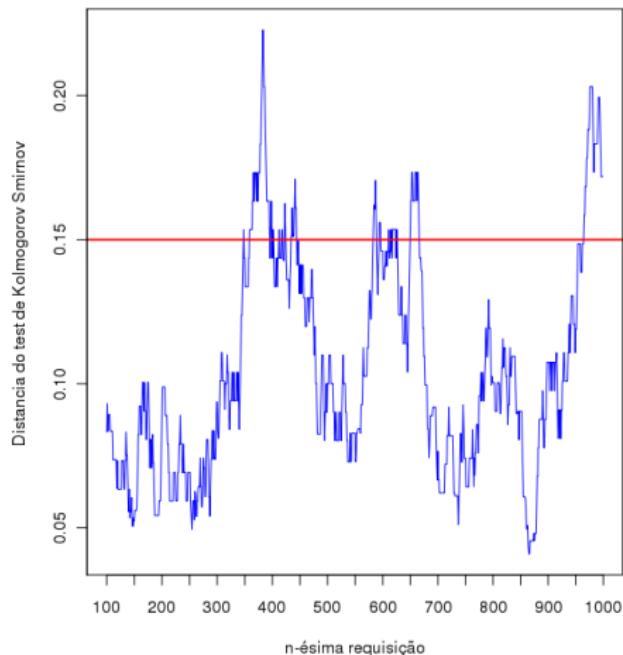


Figura: Violações de SLA para o cenário 3.

Resultados da detecção de violações de SLA

Cenário 3

Monitoramento: Distância de Kolmogorov



Monitoramento: P+ value de Kolmogorov

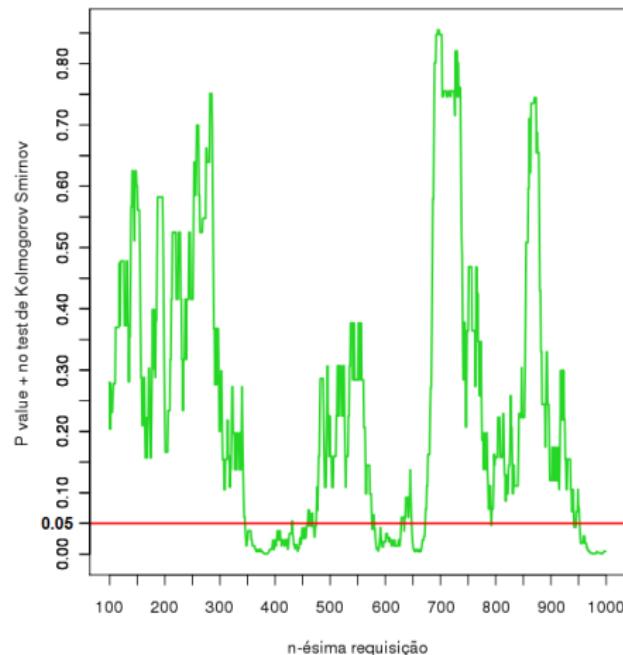


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 3.

Resultados da detecção de violações de SLA

Cenário 4

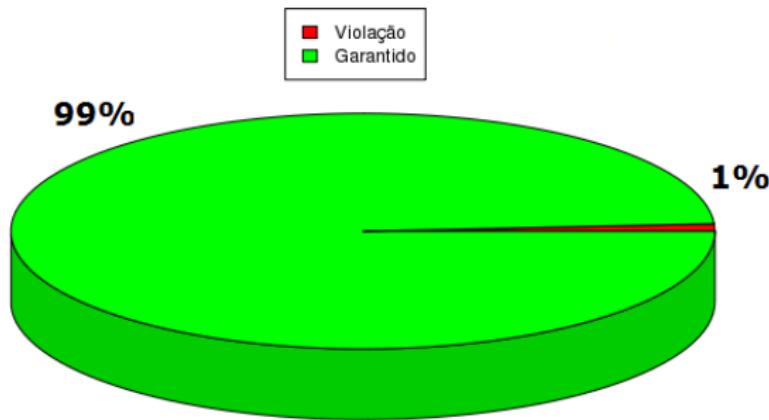


Figura: Violações de SLA para o cenário 4.

Resultados da detecção de violações de SLA

Cenário 4

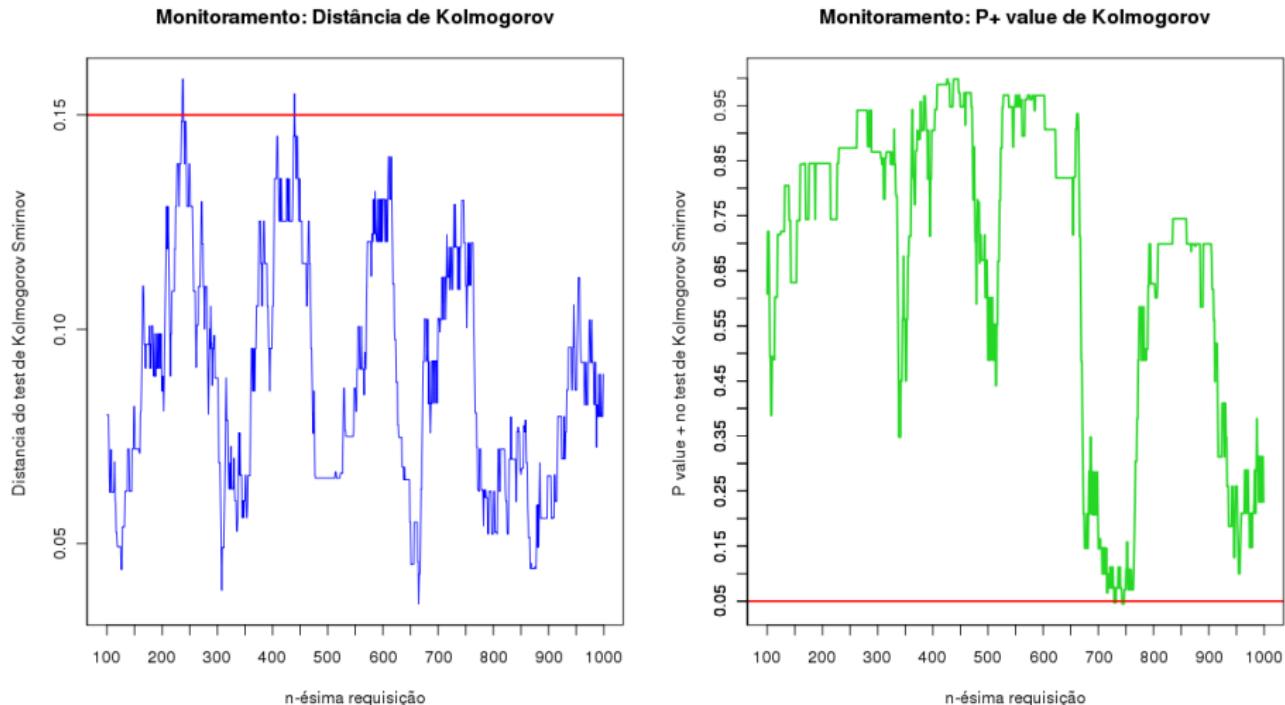


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 4.

1 Conceitos Básicos

2 Problema

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Mecanismos

- Visão Geral
- Definição de requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato probabilístico
- Monitoramento de coreografias

5 Experimentos e Resultados

- Definição de Requisitos de QoS Analiticamente
- Definição de requisitos de QoS usando ChorSim
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Conclusões (I)

- Foram propostas abordagens e técnicas para definição de requisitos de QoS, estabelecimento de contratos probabilísticos e monitoramento com a detecção de violações de contrato em coreografias de serviços Web.
- O modelo de interação em BPMN2 foi utilizado.
- Foi construído um simulador para suportar *enactment* de coreografias de serviços Web com suporte de QoS.
- Na definição de requisitos, foi proposta uma metodologia usando mapeamento de coreografia para GSPN. Além disso, apresentou-se avaliações de desempenho usando o ChorSim também.

Conclusões (II)

- Apresentou-se uma abordagem para estabelecer contratos probabilísticos usando ChorSim.
- O monitor foi desenvolvido de modo a suportar um monitoramento *online*.
- Foi proposta uma técnica de dominância estocástica para detectar violações de contratos probabilísticos. A técnica está baseada no teste de *Kolmogorov-Smirnov* de apenas um lado.
- Os resultados mostram que na regra para detectar violações o *p-value* pode ser suficiente.

Trabalhos Futuros

- Suporte de mais atributos de QoS de desempenho e outros como confiabilidade, segurança, entre outros, em todas as etapas.
- Suporte de mais elementos de coreografia de serviços do BPMN2 em todas as etapas.
- Pesquisa em substituição dinâmica, adaptação, reconfiguração, autocura, entre outros, baseada em QoS para coreografias de serviços Web.
- Suporte de definição probabilística de atributos de QoS como largura de banda e latência de rede no ChorSim.
- Avaliações e validações das simulações com implementações reais de coreografias.
- Levar em consideração exemplos ou cenários reais e/ou complexos.

Publicações



A. Diaz, D. Batista

A methodology to define QoS and SLA requirements in service choreographies.

IEEE 17th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD'12).
2012:201-205

Envolvimento



Baile Project
Enabling Scalable Cloud Service Choreographies



Obrigado!