

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

Roteiro

- 1 Problema
- 2 Objetivos
- 3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web
- 4 Trabalhos Relacionados
- 5 Proposta
 - Visão Geral
 - Definição de requisitos de QoS
 - Estabelecimento do contrato probabilístico
 - Monitoramento de coreografias
- 6 Resultados
 - Definição de Requisitos de QoS
 - Estabelecimento do contrato de QoS
 - Monitoramento
- 7 Conclusões e Trabalhos Futuros

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Serviço Web

Definição pela W3C [W3C,2004]:

Serviço Web

A Web service is a software system designed to support interoperable machine-to-machine interaction over a network. It has an interface described in a machine-processable format (specifically WSDL). Other systems interact with the Web service in a manner prescribed by its description using SOAP messages, typically conveyed using HTTP with an XML serialization in conjunction with other Web-related standards.

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)

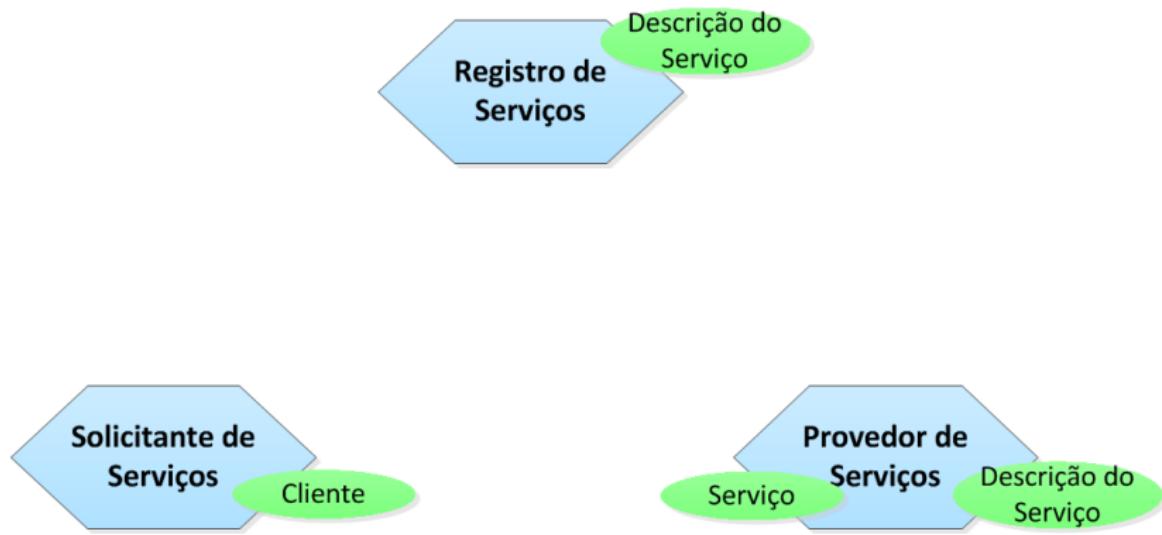


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)

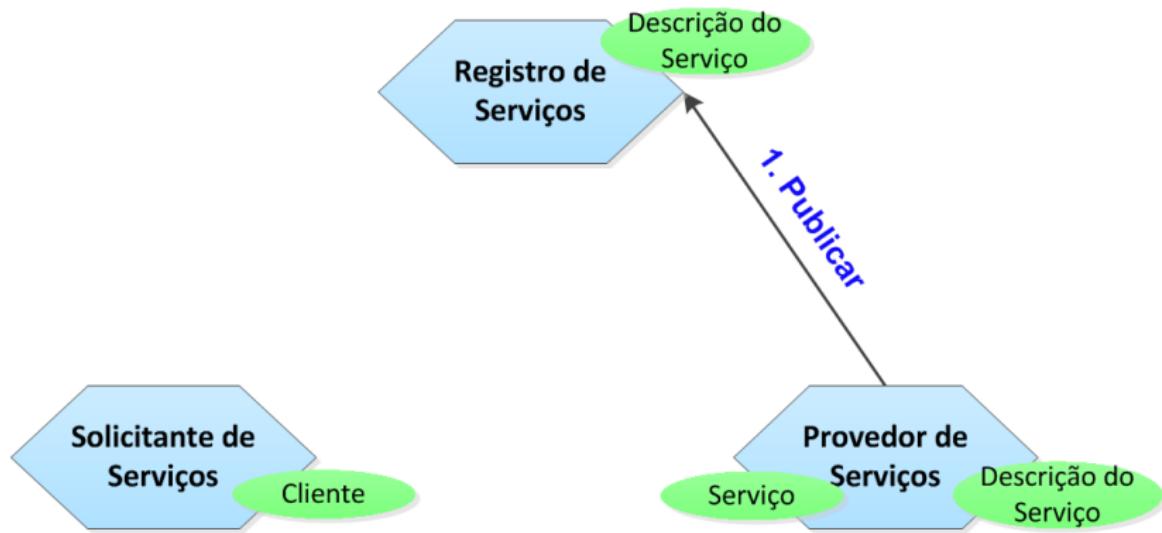


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)

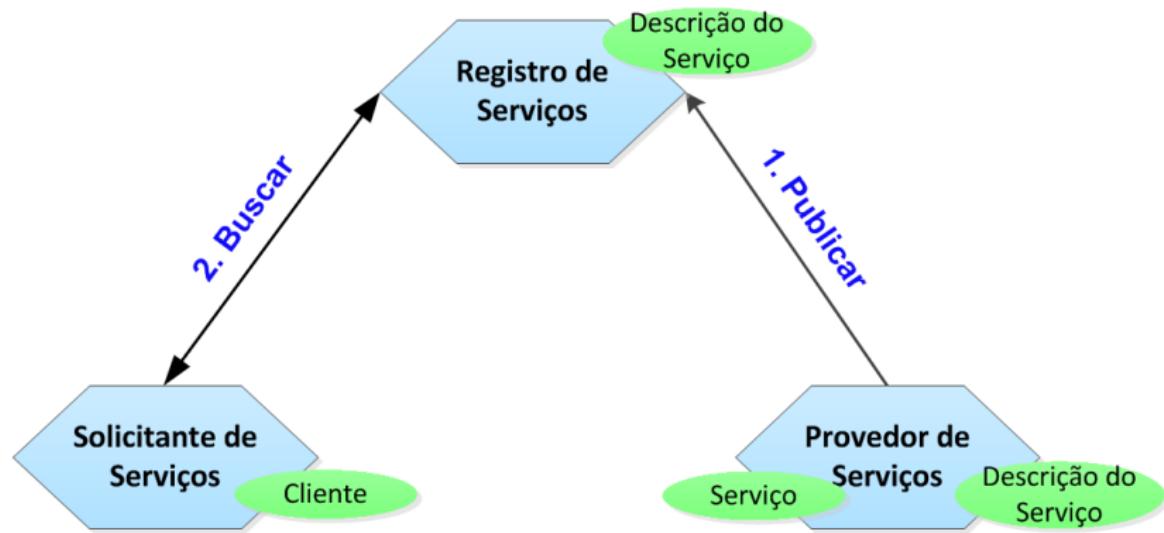


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

SOA (2/2)

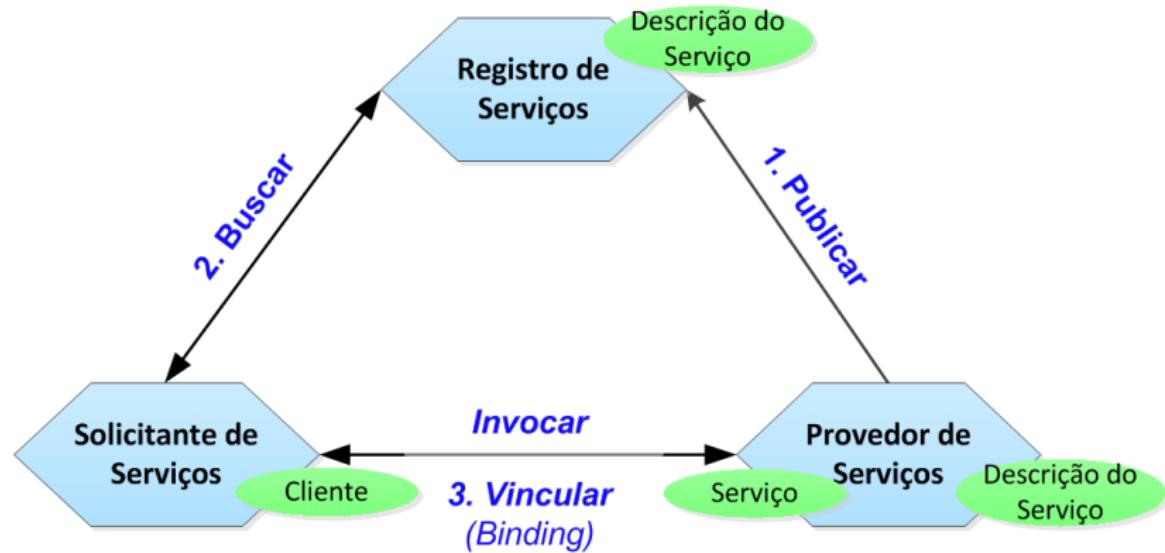


Figura: Triângulo da SOA (baseado em [W3C, 2002])

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.
- Composição de Serviços.
- ...

Composição de Serviços

- **Serviço Composto:** Um serviço construído a partir de outros serviços. O serviço composto também é um serviço.
- **Composição de Serviços:** Processo de obter serviços compostos combinando e vinculando outros serviços.
- Abordagens:

Composição de Serviços

- **Serviço Composto:** Um serviço construído a partir de outros serviços. O serviço composto também é um serviço.
- **Composição de Serviços:** Processo de obter serviços compostos combinando e vinculando outros serviços.
- Abordagens:
 - ▶ **Orquestração de Serviços**.

Composição de Serviços

- **Serviço Composto:** Um serviço construído a partir de outros serviços. O serviço composto também é um serviço.
- **Composição de Serviços:** Processo de obter serviços compostos combinando e vinculando outros serviços.
- Abordagens:
 - ▶ **Orquestração de Serviços**.
 - ▶ **Coreografia de Serviços**.

Orquestração de Serviços

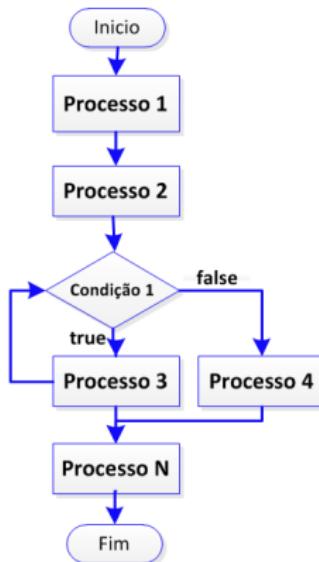


Figura: Orquestração de serviços

Orquestração de Serviços

Orquestração de Serviços

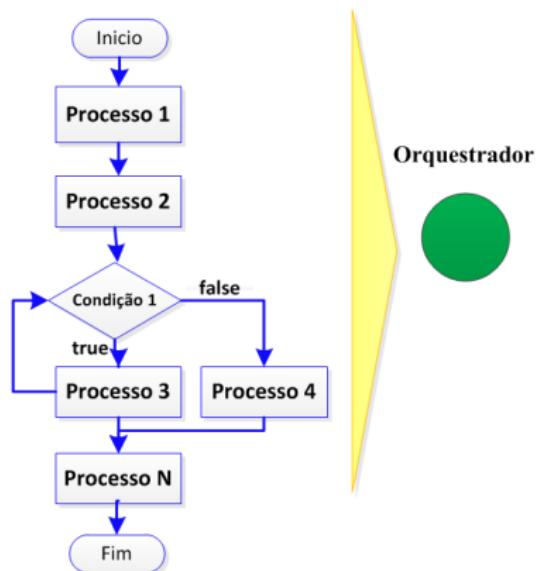


Figura: Orquestração de serviços

Orquestração de Serviços

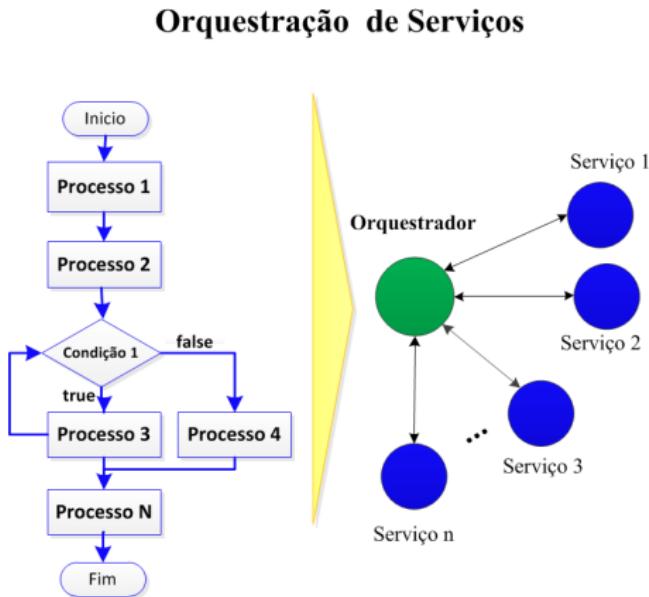


Figura: Orquestração de serviços

Coreografia de Serviços

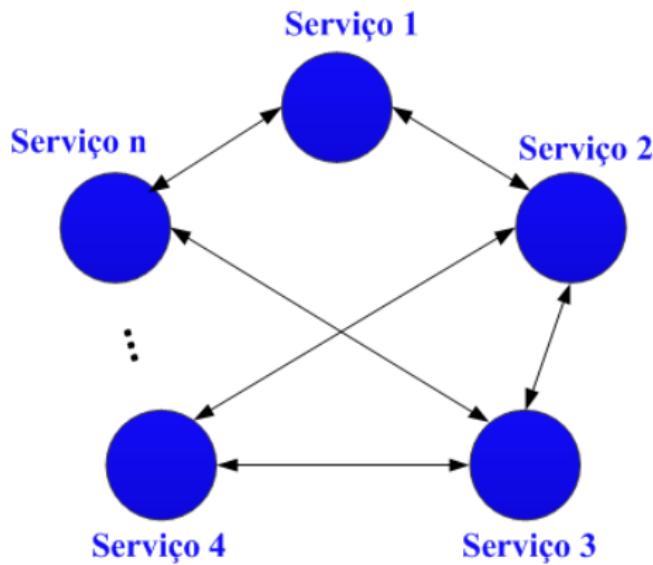
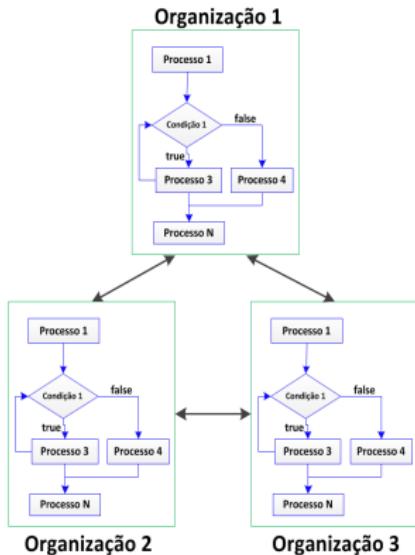


Figura: Coreografia de serviços

Coreografia de Serviços

Processos de Negócio Inter-Organizacionais



Coreografia de Serviços

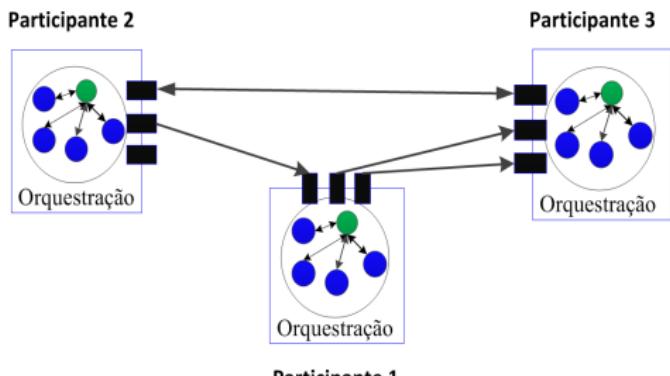
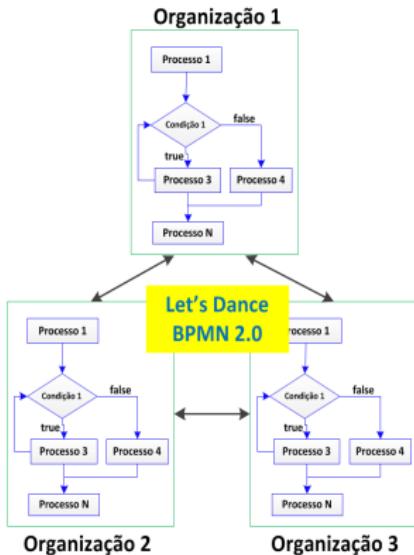


Figura: Coreografia de serviços

Coreografia de Serviços

Processos de Negócio Inter-Organizacionais



Coreografia de Serviços

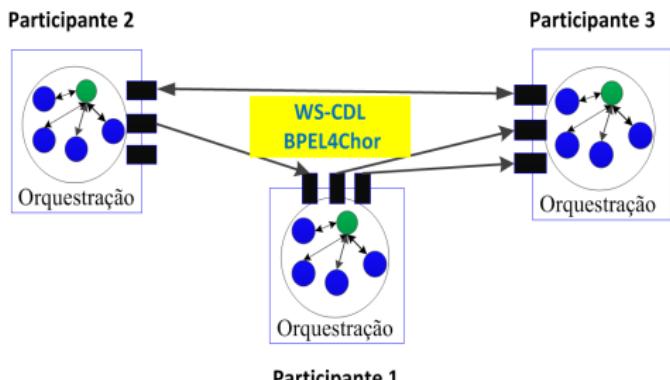


Figura: Coreografia de serviços

Problema a ser resolvido

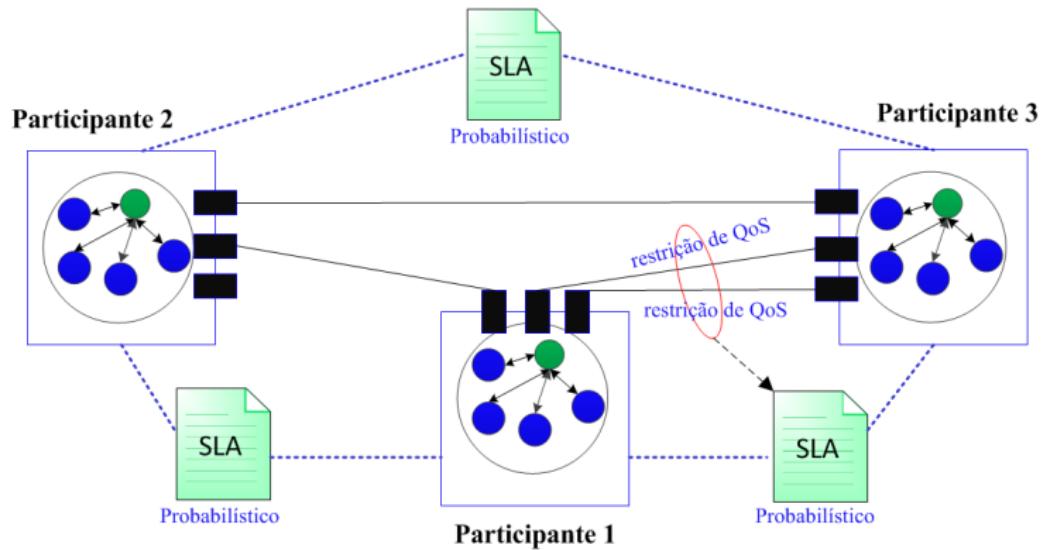


Figura: Problema a ser resolvido

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Objetivo principal

- Detectar violações de SLAs em coreografias de serviços web.

Objetivos secundários

- Propor uma técnica para definir SLAs baseada em restrições probabilísticas de QoS.
- Propor e implementar uma técnica de monitoramento “não intrusivo” de coreografias de serviços Web usando SLAs.
- Avaliar o desempenho das propostas.

Justificativa

- Importância da **coreografia** de serviços Web.

Justificativa

- Importância da **coreografia** de serviços Web.
- **QoS** é um fator importante na adaptação, seleção, otimização, composição na SOC.

Justificativa

- Importância da **coreografia** de serviços Web.
- **QoS** é um fator importante na adaptação, seleção, otimização, composição na SOC.
- **Monitoramento** é uma base para a reação (adaptação, reconfiguração, renegociação, etc).
 - ▶ Detecção de falhas e violações de SLA.

Justificativa

- Importância da **coreografia** de serviços Web.
- **QoS** é um fator importante na adaptação, seleção, otimização, composição na SOC.
- **Monitoramento** é uma base para a reação (adaptação, reconfiguração, renegociação, etc).
 - ▶ Detecção de falhas e violações de SLA.
- **Contratos probabilísticos** refletem melhor o comportamento dinâmico dos **atributos de QoS** dos serviços Web.

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Problema a ser resolvido

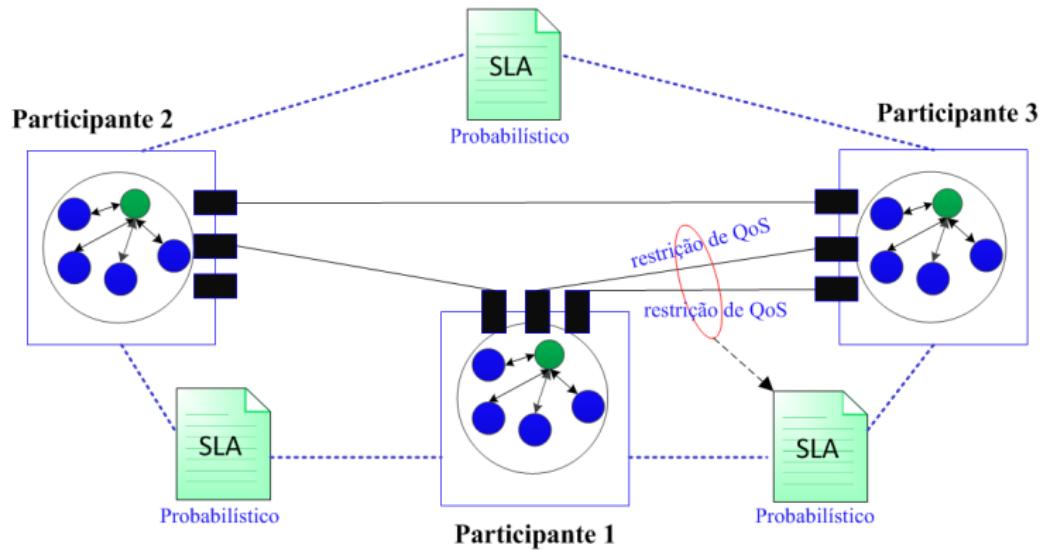


Figura: Problema a ser resolvido

- 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

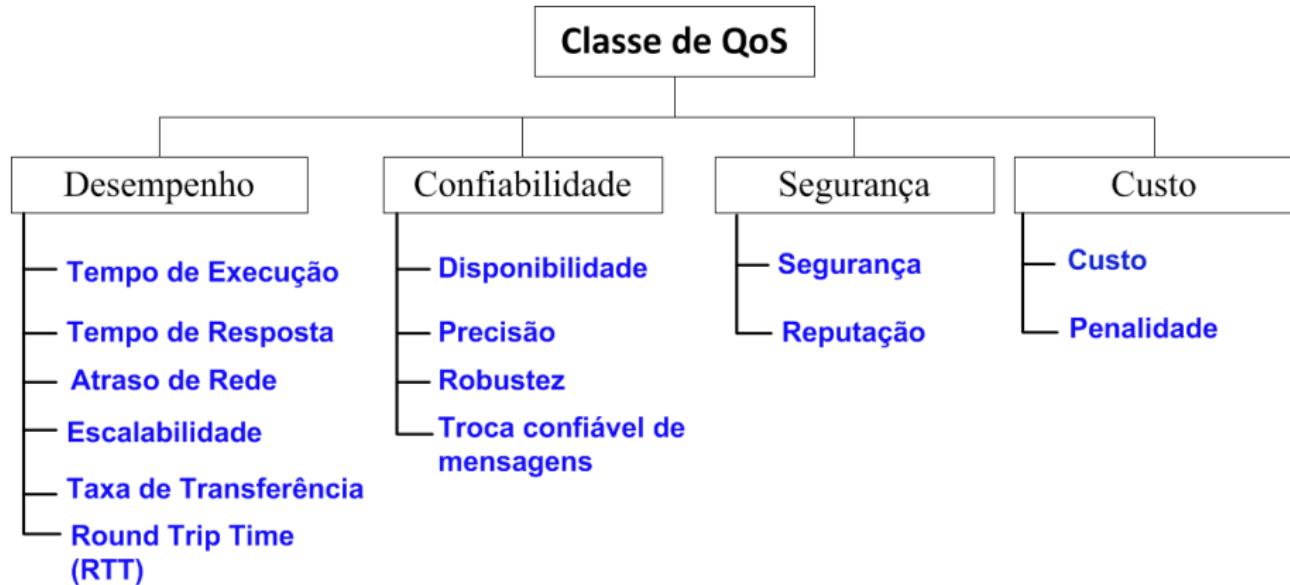


Figura: Taxonomia de atributos de QoS [Rosenberg et al.,2006]

Cálculo de QoS

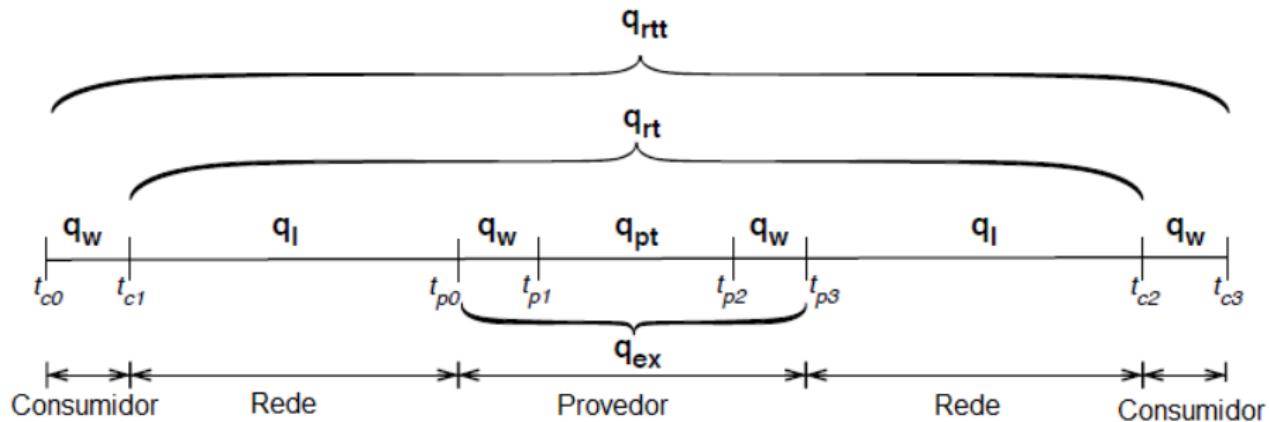


Figura: Instantes de tempo na utilização de um serviço Web [Michlmayr et al., 2009]

Cálculo de QoS

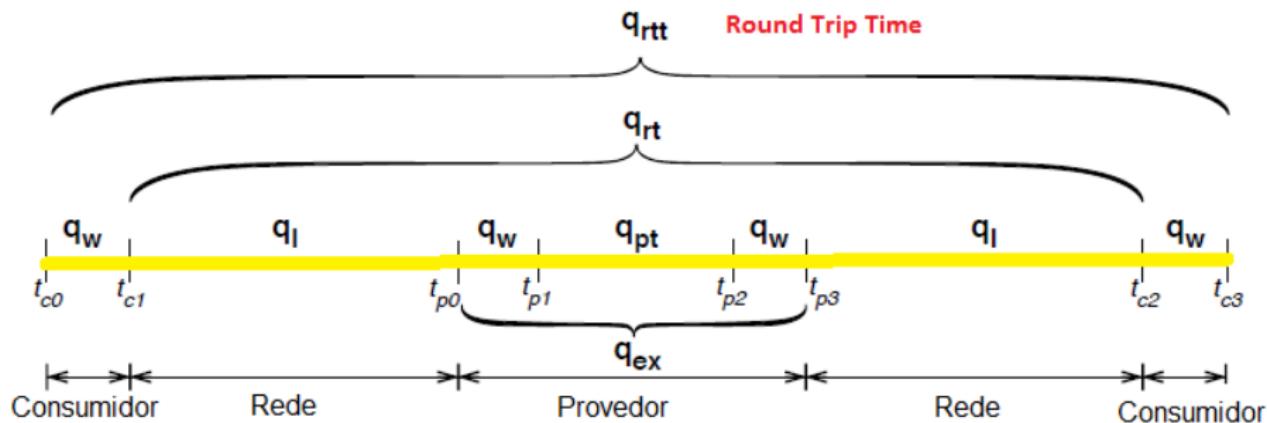


Figura: Instantes de tempo na utilização de um serviço Web

- **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**).

Exemplo de SLA

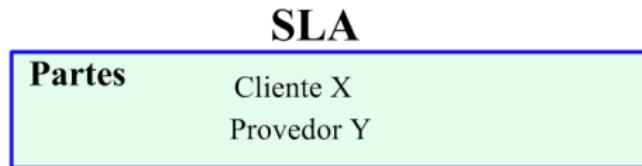


Figura: Um exemplo simples de um SLA

Exemplo de SLA

SLA	
Partes	Cliente X Provedor Y
Operações	Comprar Passagem
Parâmetros de SLA	Tempo de Resposta Disponibilidade
Métricas de QoS	Tempo de Resposta, ms, número real

Figura: Um exemplo simples de um SLA

Exemplo de SLA

SLA	
Partes	Cliente X Provedor Y
Operações	Comprar Passagem
Parâmetros de SLA	Tempo de Resposta Disponibilidade
Métricas de QoS	Tempo de Resposta, ms, número real
Garantias	Tempo de Resposta < 10 ms Disponibilidade > 90%
Ações caso descumprimento	Notificação Renegociação

Figura: Um exemplo simples de um SLA

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.**

Exemplo de Agregação de QoS

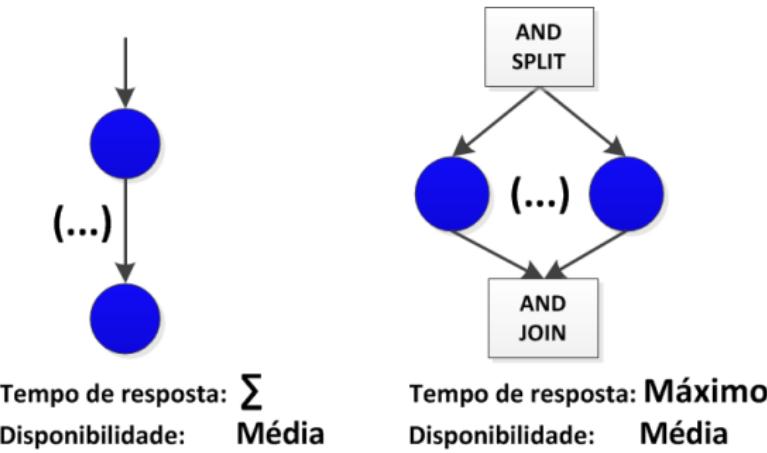


Figura: Exemplo de Agregação de QoS

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

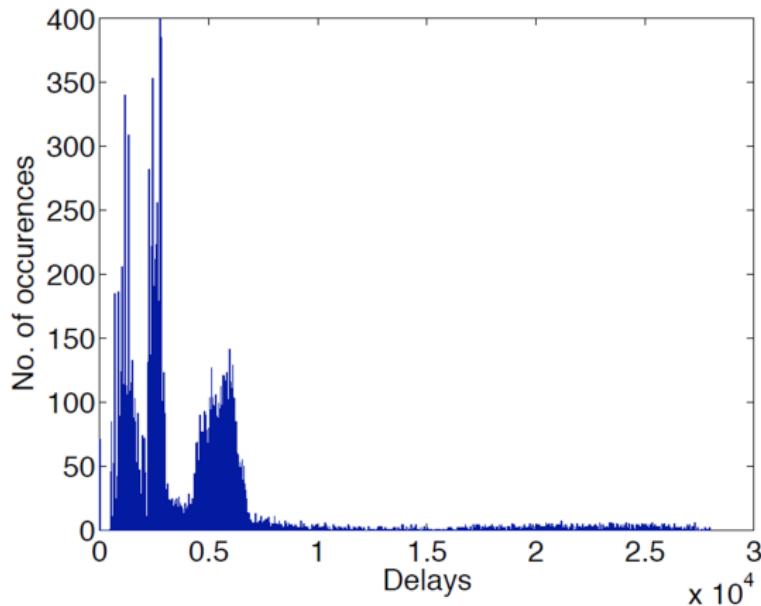


Figura: Tempos de resposta de 20,000 chamadas de um serviço [Rosario et al., 2008]

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 Intrusivo: **Instrumentação**

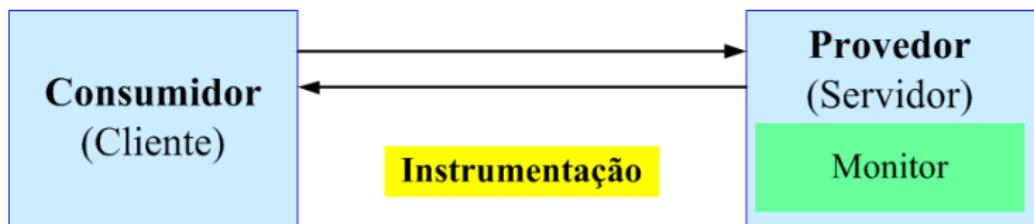


Figura: Monitoramento por Instrumentação

Abordagens de Monitoramento

Monitoramento Não Intrusivo: **Interceptação**



Figura: Monitoramento por Interceptação

Abordagens de Monitoramento

Monitoramento Não Intrusivo: **Probe-Request**

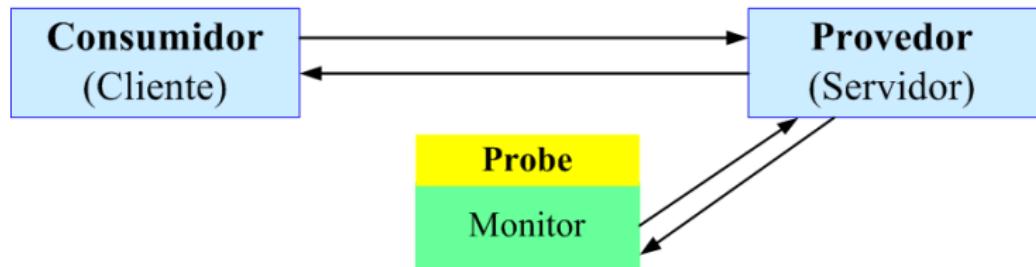


Figura: Monitoramento mediante Probe-Request

Abordagens de Monitoramento

Monitoramento Não Intrusivo: **Sniffing**

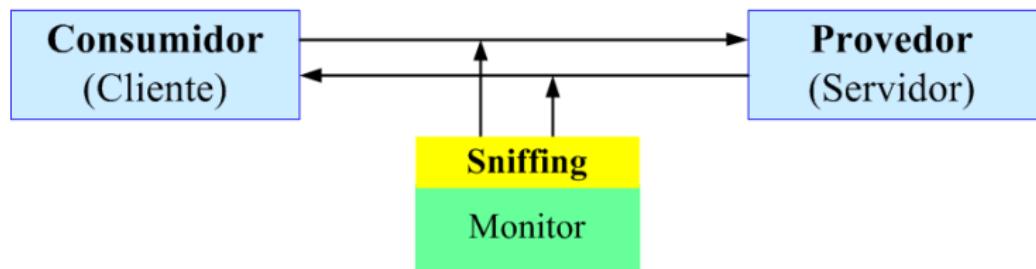


Figura: Monitoramento mediante sniffing

Camadas no Monitoramento



Figura: Camadas do Monitoramento

Camadas no Monitoramento

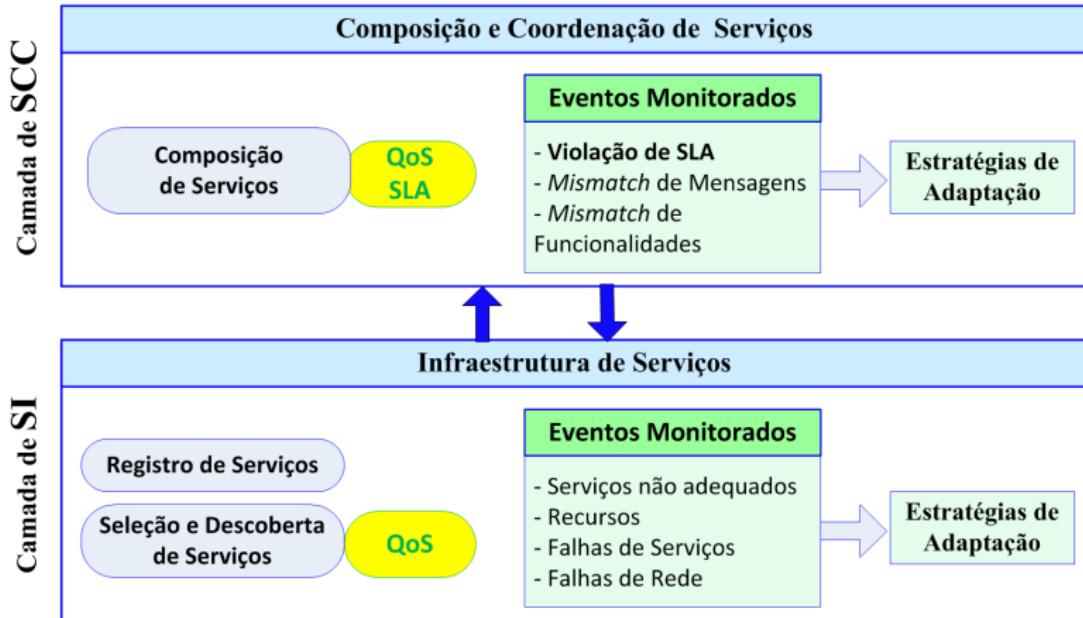
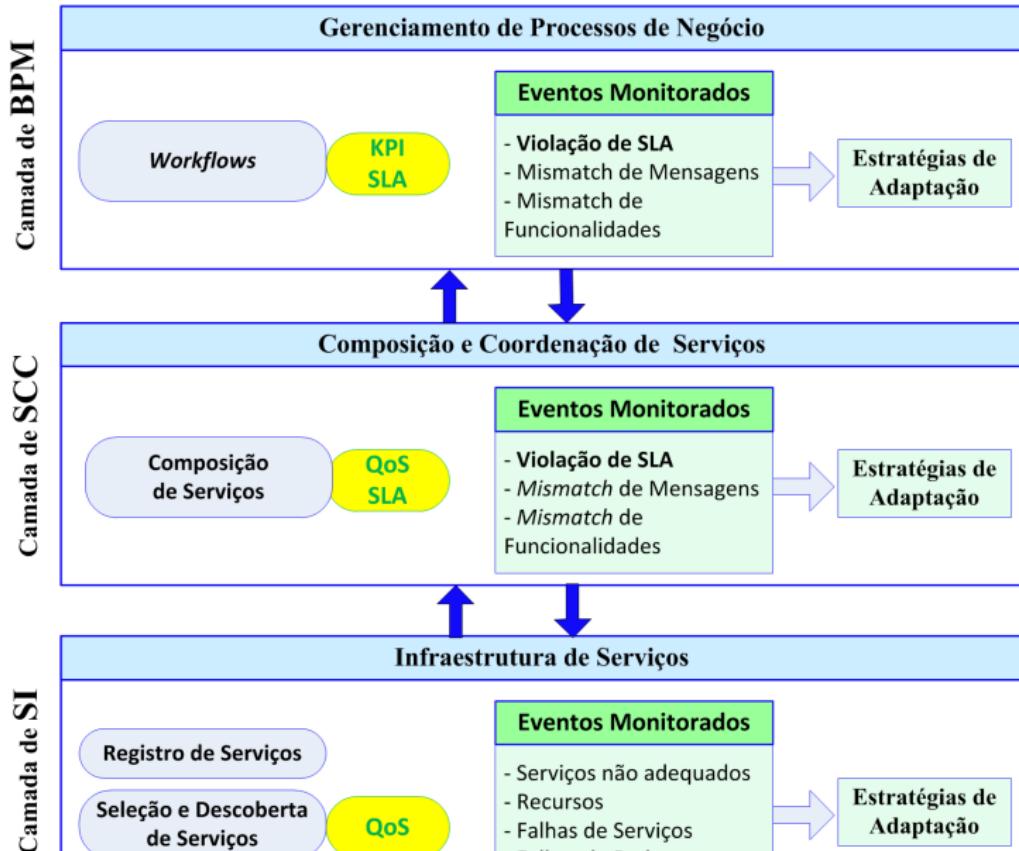
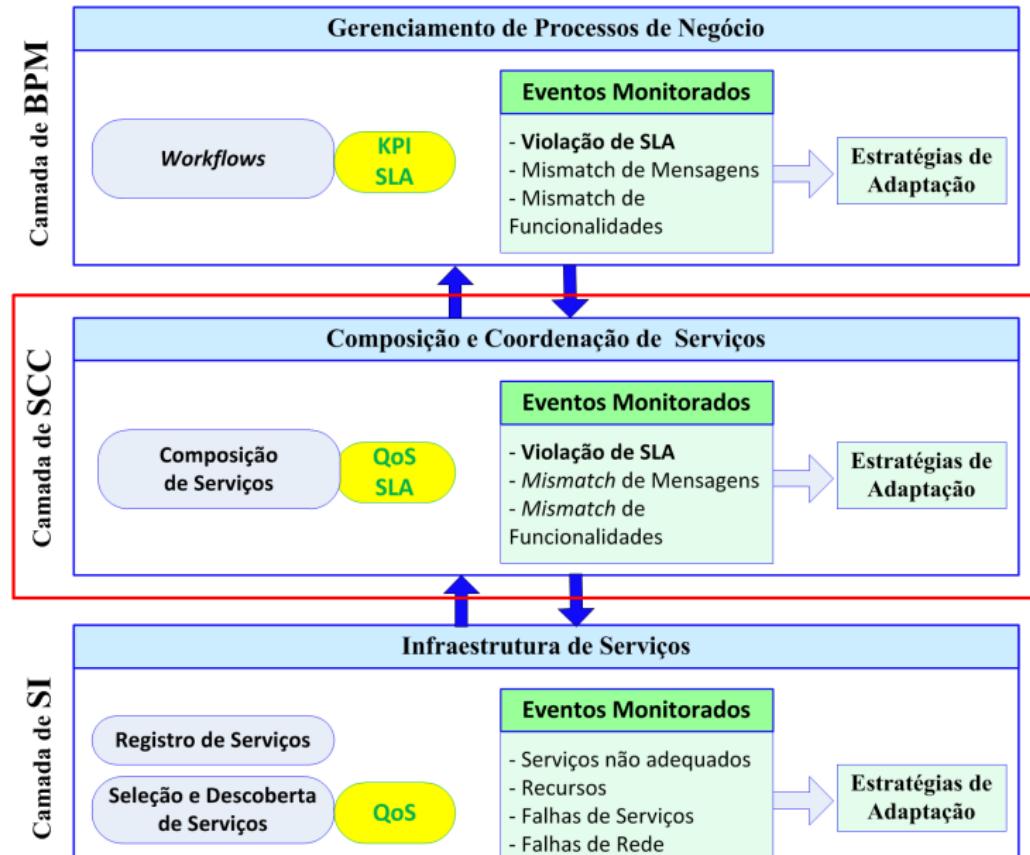


Figura: Camadas do Monitoramento

Camadas no Monitoramento



Camadas no Monitoramento



QoS multi-camada em coreografias de serviços Web

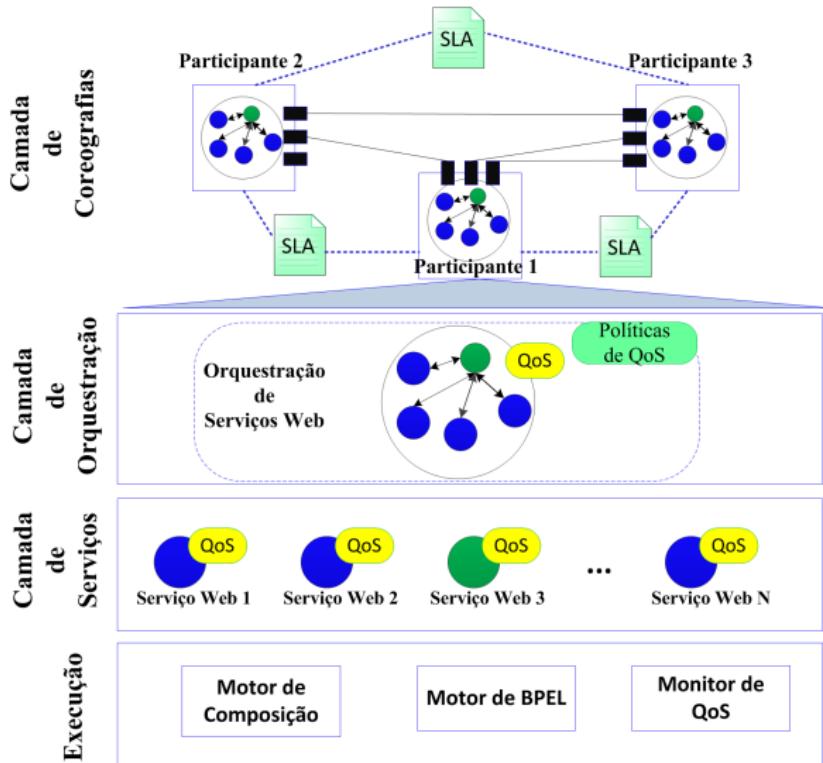


Figura: Integração de QoS e SLA multi-camada em coreografias

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Monitoramento de Coreografias de Serviços Web Baseado em QoS

- (Xiangpeng et al.,2007), (Pandey and Chaudhary, 2008) e (Pandey, 2010) :
 - ▶ Métodos formais para especificar QoS em coreografias.
 - ▶ **Focado somente na linguagem.**

Monitoramento de Coreografias de Serviços Web Baseado em QoS

- (Xiangpeng et al., 2007), (Pandey and Chaudhary, 2008) e (Pandey, 2010) :
 - ▶ Métodos formais para especificar QoS em coreografias.
 - ▶ **Focado somente na linguagem.**
- (Wetzstein et al., 2010):
 - ▶ Monitoramento de processos inter-organizacionais.
 - ▶ **Foco em KPIs e não em QoS.**

Monitoramento de Coreografias de Serviços Web Baseado em QoS

- (Xiangpeng et al., 2007), (Pandey and Chaudhary, 2008) e (Pandey, 2010) :
 - ▶ Métodos formais para especificar QoS em coreografias.
 - ▶ **Focado somente na linguagem.**
- (Wetzstein et al., 2010):
 - ▶ Monitoramento de processos inter-organizacionais.
 - ▶ **Foco em KPIs e não em QoS.**
- (UI Haq et al., 2010) :
 - ▶ Agregações hierárquicas de SLAs em coreografias.
 - ▶ Framework baseado em regras.
 - ▶ **Foco em processos de negócio e KPIs.**

Monitoramento de Coreografias de Serviços Web Baseado em QoS

- (Xiangpeng et al., 2007), (Pandey and Chaudhary, 2008) e (Pandey, 2010) :
 - ▶ Métodos formais para especificar QoS em coreografias.
 - ▶ **Focado somente na linguagem.**
- (Wetzstein et al., 2010):
 - ▶ Monitoramento de processos inter-organizacionais.
 - ▶ **Foco em KPIs e não em QoS.**
- (UI Haq et al., 2010) :
 - ▶ Agregações hierárquicas de SLAs em coreografias.
 - ▶ Framework baseado em regras.
 - ▶ **Foco em processos de negócio e KPIs.**
- (Xia et al., 2009) :
 - ▶ Predição analítica de QoS em coreografias em **WSCI**.
 - ▶ **Foco na linguagem.**

Monitoramento de Coreografias de Serviços Web Baseado em QoS

- (Xiangpeng et al., 2007), (Pandey and Chaudhary, 2008) e (Pandey, 2010) :
 - ▶ Métodos formais para especificar QoS em coreografias.
 - ▶ **Focado somente na linguagem.**
- (Wetzstein et al., 2010) :
 - ▶ Monitoramento de processos inter-organizacionais.
 - ▶ **Foco em KPIs e não em QoS.**
- (UI Haq et al., 2010) :
 - ▶ Agregações hierárquicas de SLAs em coreografias.
 - ▶ Framework baseado em regras.
 - ▶ **Foco em processos de negócio e KPIs.**
- (Xia et al., 2009) :
 - ▶ Predição analítica de QoS em coreografias em **WSCI**.
 - ▶ **Foco na linguagem.**
- (Rosenberg, 2009) :
 - ▶ Modelo multi-camada de QoS para coreografias de serviços Web.
 - ▶ **Sem uma técnica para estabelecer SLAs.**
 - ▶ **Foco em restrições rígidas.**

Monitoramento de Serviços Usando SLAs Probabilísticos

- (Rosario et al., 2008) e (Rosario et al., 2009)
 - ▶ Método de Monte-Carlo para definir SLAs em orquestrações.
 - ▶ **Foco no tempo de resposta.**
 - ▶ Monitoramento de SLAs probabilísticos em orquestrações de serviços usando Orc.

Monitoramento de Serviços Usando SLAs Probabilísticos

- (Rosario et al., 2008) e (Rosario et al., 2009)
 - ▶ Método de Monte-Carlo para definir SLAs em orquestrações.
 - ▶ **Foco no tempo de resposta.**
 - ▶ **Monitoramento de SLAs probabilísticos em orquestrações de serviços usando Orc.**
- (Zheng et al., 2010):
 - ▶ A Função Densidade de Probabilidade (PDF) da QoS.
 - ▶ Demonstrações por meio de simulações.
 - ▶ **Foco no tempo de resposta e não trata SLAs.**

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Contribuições

- Desenvolvimento de um simulador de coreografias com suporte de QoS.

Contribuições

- Desenvolvimento de um simulador de coreografias com suporte de QoS.
- 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) como representação intermediária da especificação de uma coreografia.
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho e modelos de falha usando o simulador de coreografias.

Contribuições

- Desenvolvimento de um simulador de coreografias com suporte de QoS.
- 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) como representação intermediária da especificação de uma coreografia.
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho e modelos de falha usando o simulador de coreografias.
- Definição de restrições probabilísticas de QoS entre os serviços de uma coreografia de serviços Web.

Contribuições

- Desenvolvimento de um simulador de coreografias com suporte de QoS.
- 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) como representação intermediária da especificação de uma coreografia.
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho e modelos de falha usando o simulador de coreografias.
- Definição de restrições probabilísticas de QoS entre os serviços de uma coreografia de serviços Web.
- Proposta de um mecanismo de monitoramento de coreografias para detectar violações de SLA com restrições de QoS probabilísticas.

Contribuições

- Desenvolvimento de um simulador de coreografias com suporte de QoS.
- 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) como representação intermediária da especificação de uma coreografia.
 - ▶ **Simulações:** Por meio de avaliações de desempenho e modelos de falha usando o simulador de coreografias.
- Definição de restrições probabilísticas de QoS entre os serviços de uma coreografia de serviços Web.
- Proposta de um mecanismo de monitoramento de coreografias para detectar violações de SLA com restrições de QoS probabilísticas.
- **Atributos de QoS:** tempo de resposta, tempo de processamento, largura de banda e latência de rede.

Etapas

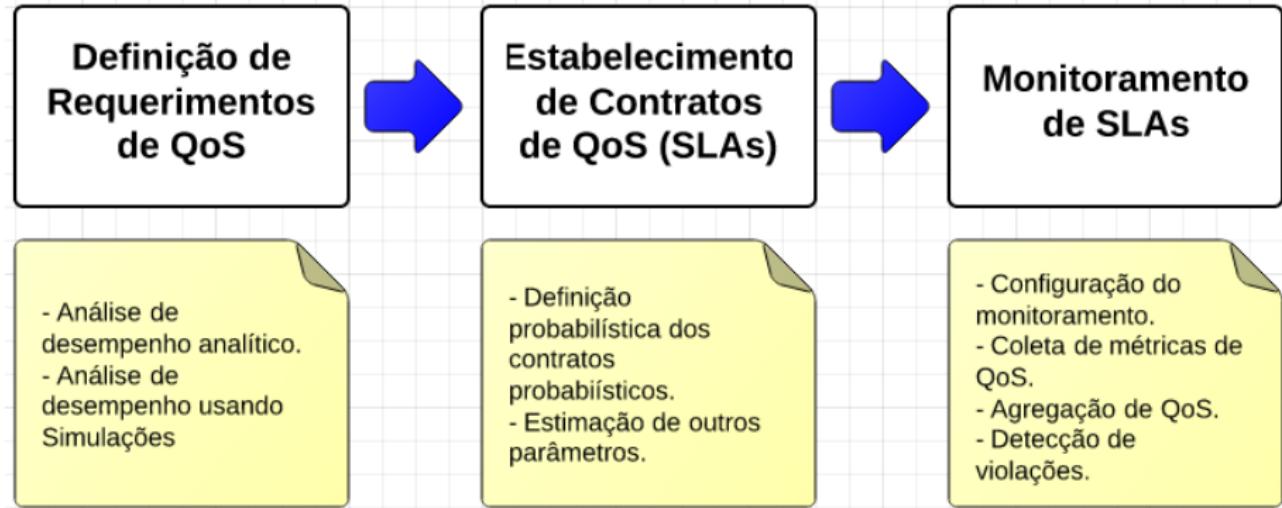


Figura: Etapas para atingir o monitoramento de coreografias

Elementos BPMN 2 Suportados

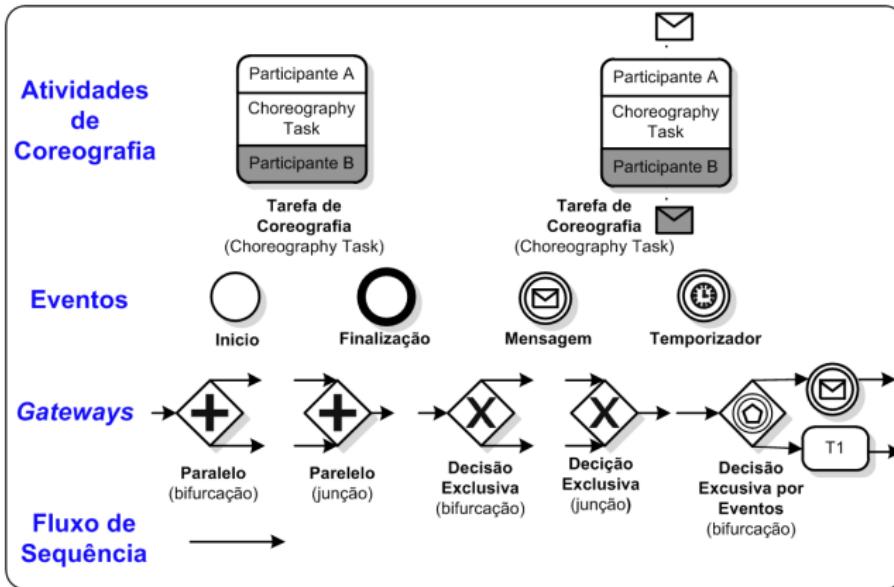


Figura: Elementos BPMN suportados.

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

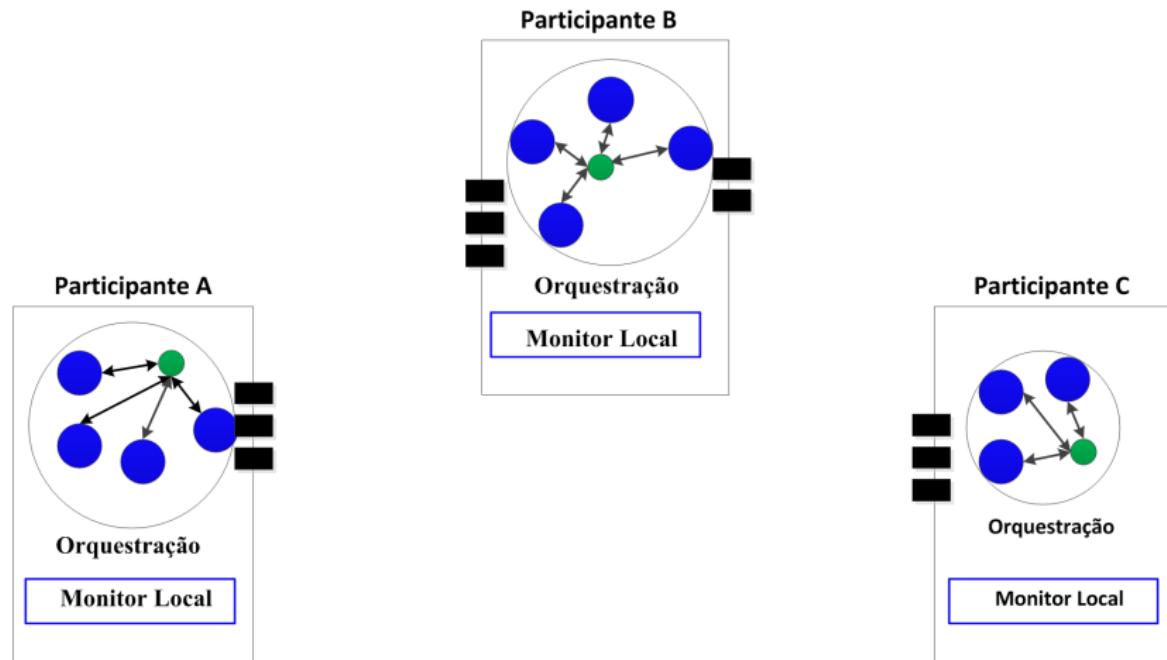


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

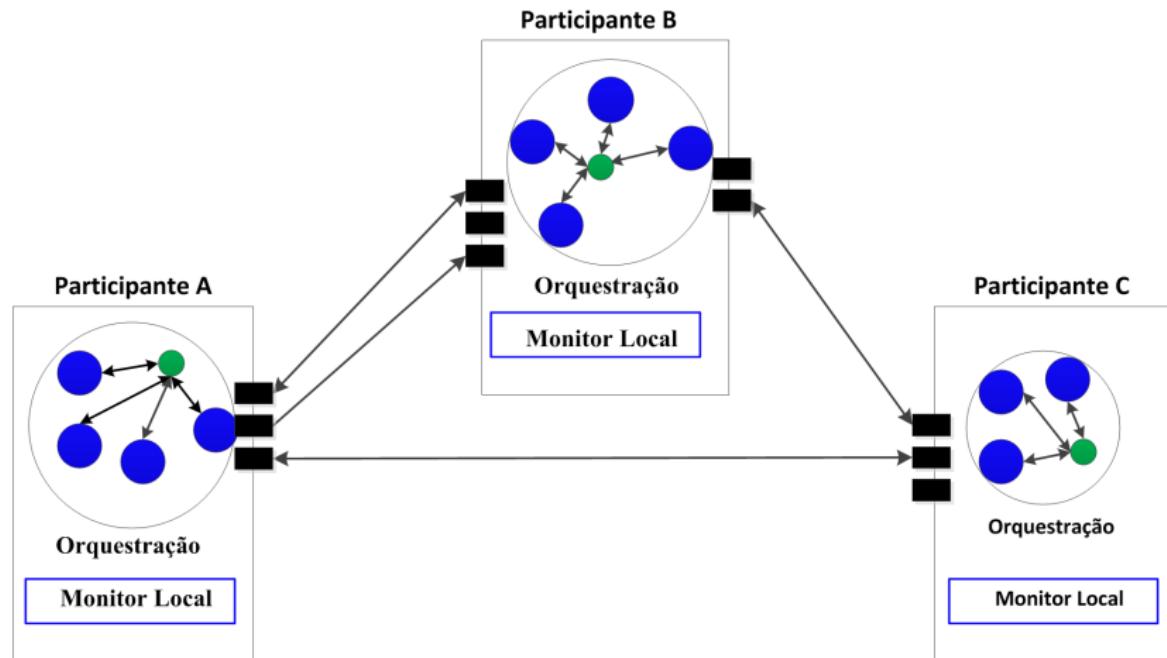


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

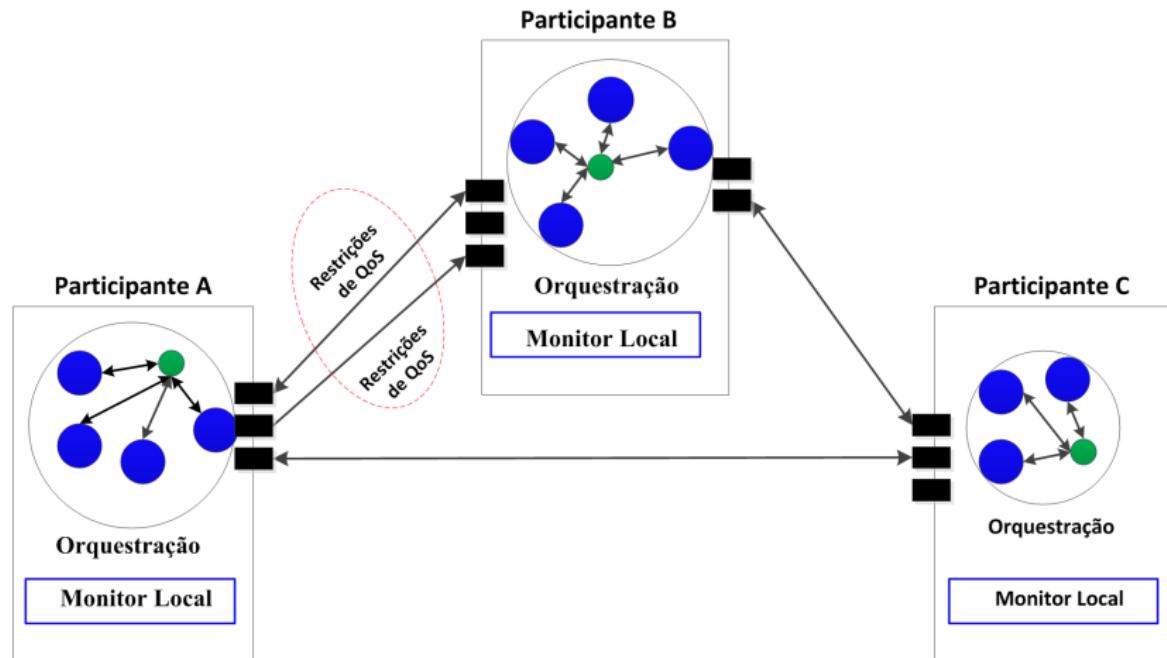


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

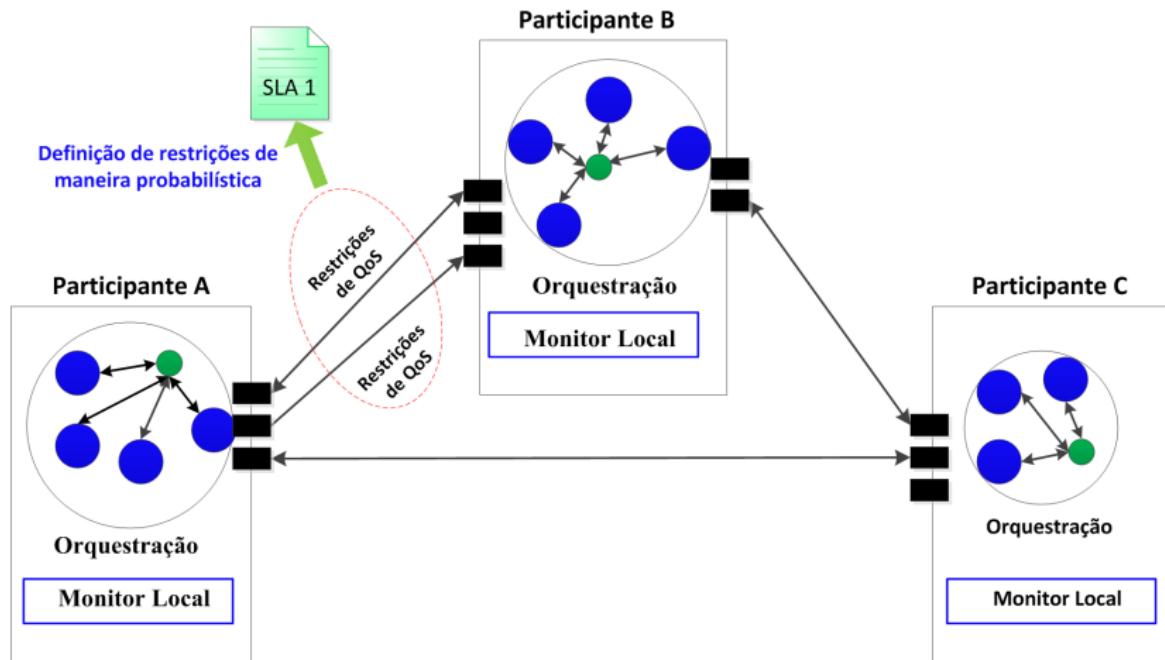


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

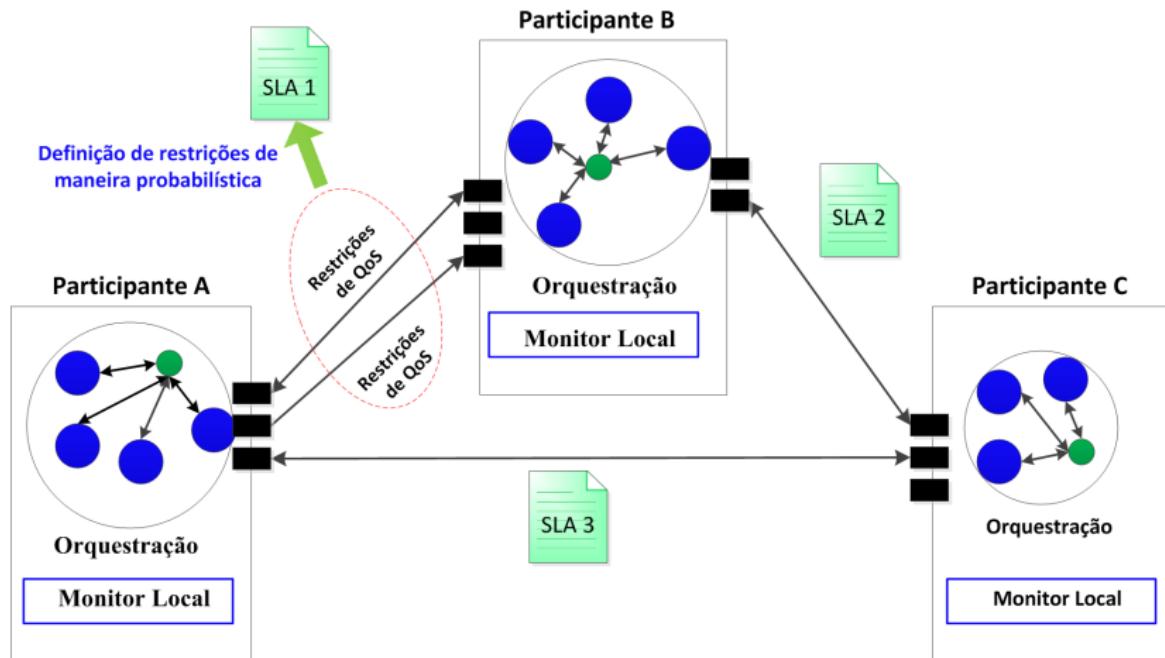
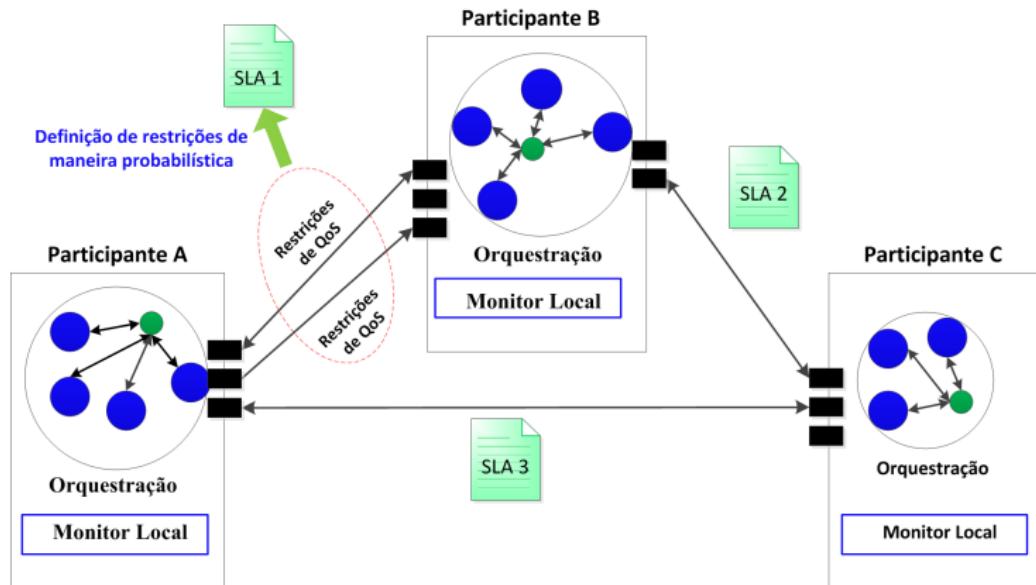


Figura: Perspectiva Geral do monitoramento proposto

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA

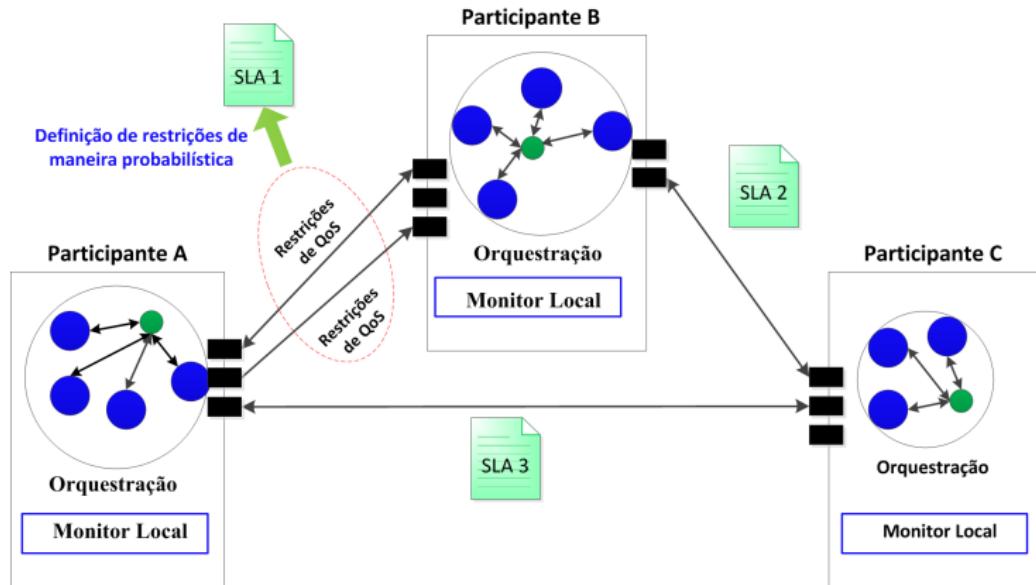


Parâmetros de QoS

Monitor de Coreografia

- Coleta de valores de métricas de QoS.
- Estimar quantis das medições.
- Compor distribuições de probabilidade.
- Verificar existência de violações dos SLAs.

Arquitetura do monitoramento para detectar violações de SLA



Parâmetros de QoS

Monitor de Coreografia

- Coleta de valores de métricas de QoS.
- Estimar quantis das medições.
- Compor distribuições de probabilidade.
- Verificar existência de violações dos SLAs.

Violação de SLA

Reação

- { - Adaptação
- Auto-cura
- Reconfiguração.
- Renegociação.
- Etc.

Modelo de QoS (I)

- Defining the QoS attributes involved in **service**, **network** and **message** aspects.
- QoS attributes:

Modelo de QoS (I)

- Defining the QoS attributes involved in **service**, **network** and **message** aspects.
- QoS attributes:
 - ▶ In service operation : **time to complete the service.**

Modelo de QoS (I)

- Defining the QoS attributes involved in **service**, **network** and **message** aspects.
- QoS attributes:
 - ▶ In service operation : **time to complete the service**.
 - ▶ In network : delay and **communication errors**.

Modelo de QoS (I)

- Defining the QoS attributes involved in **service**, **network** and **message** aspects.
- QoS attributes:
 - ▶ In service operation : **time to complete the service**.
 - ▶ In network : delay and **communication errors**.
 - ▶ In message : **message format**.

Modelo de QoS (II)

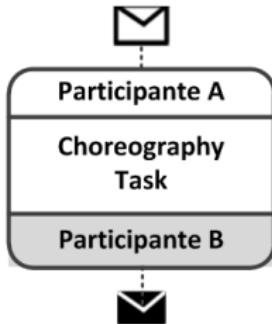
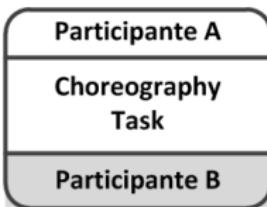


Figura: Interação de serviços a partir de interações atômicas do BPMN2.

Modelo de QoS (II)

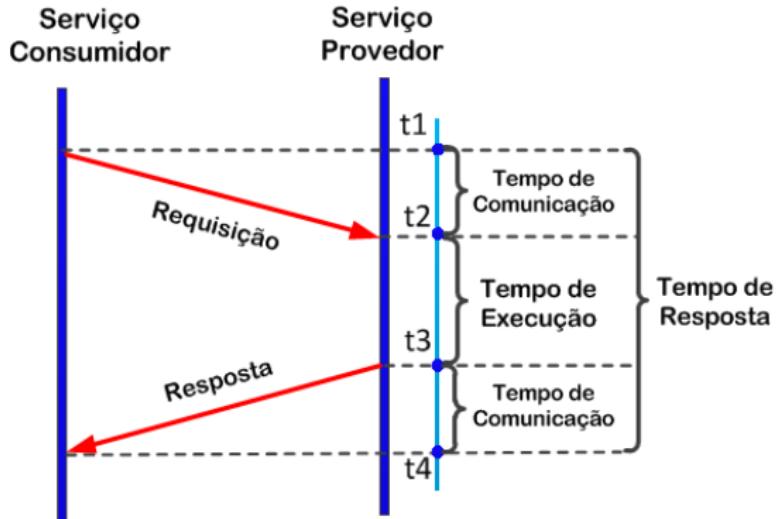


Figura: Atributos de QoS em uma interação com um serviço Web.

Definição de requisitos de QoS: Analiticamente

- ① **Mapping** of a choreography to a Generalized Stochastic Petri Net (GSPN).

Definição de requisitos de QoS: Analiticamente

- ① **Mapping** of a choreography to a Generalized Stochastic Petri Net (GSPN).
- ② **Configurations** of the resulting GSPN.

Definição de requisitos de QoS: Analiticamente

- ① **Mapping** of a choreography to a Generalized Stochastic Petri Net (GSPN).
- ② **Configurations** of the resulting GSPN.
- ③ **Simulations** of scenarios.

Mapping BPMN to GSPN (I)

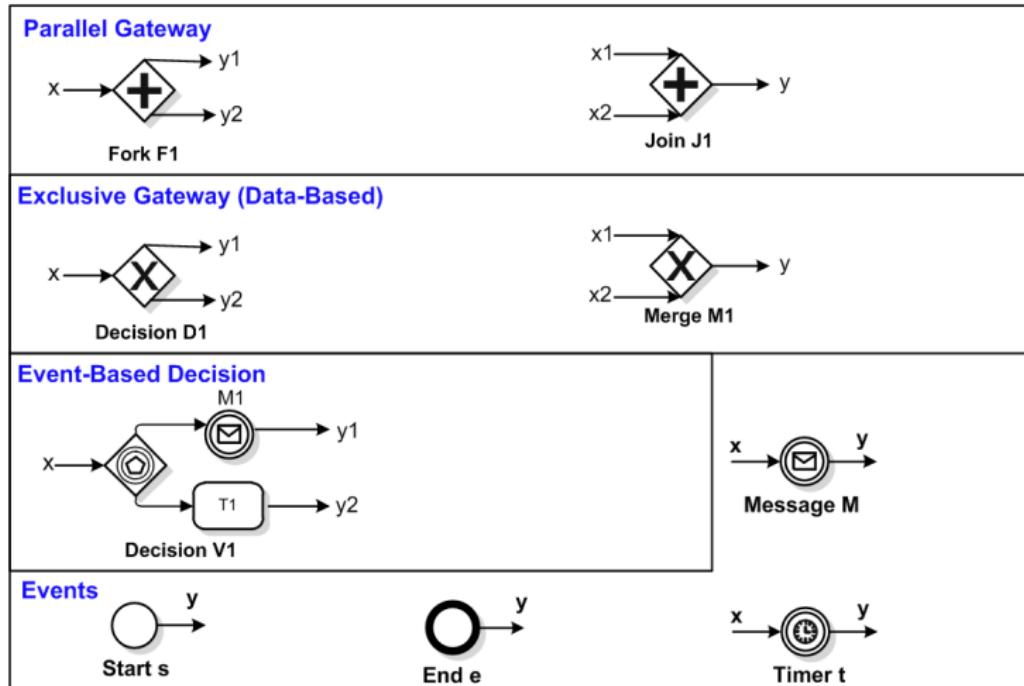


Figura: Mapping of events and gateways elements to modules of Petri nets

Mapping BPMN to GSPN (I)

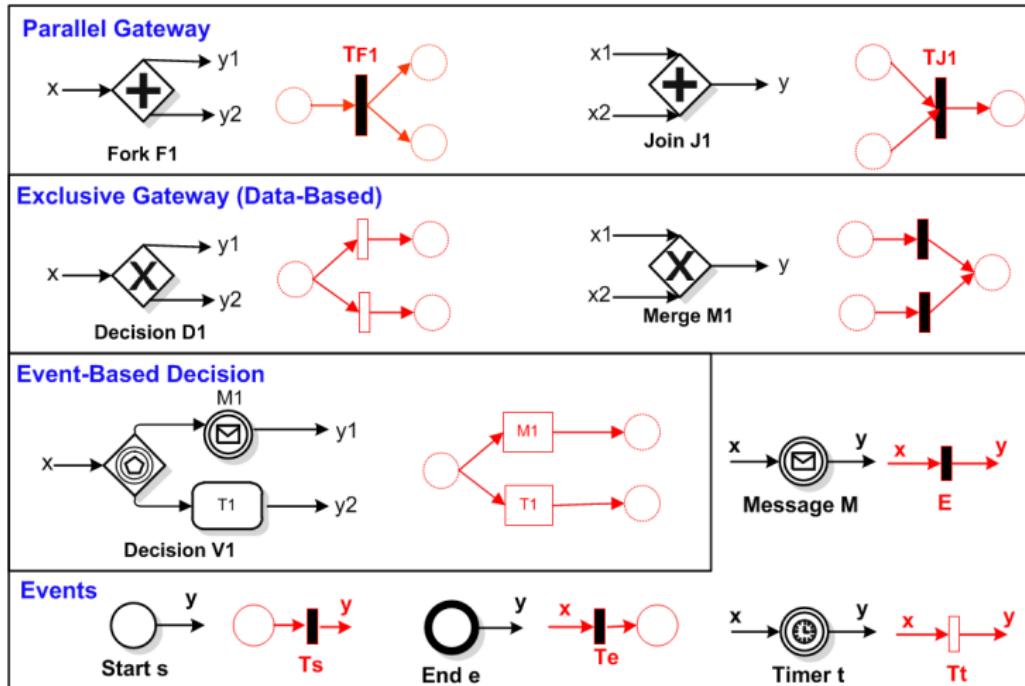
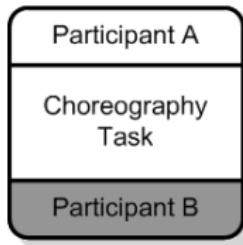


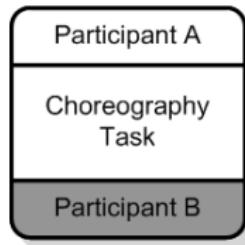
Figura: Mapping of events and gateways elements to modules of Petri nets

Mapping BPMN to GSPN (II)

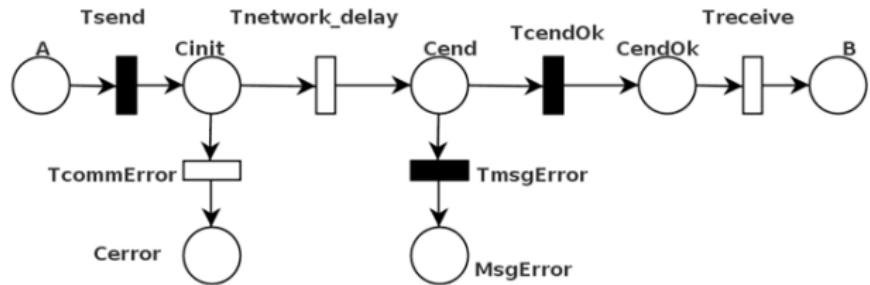


A) Interaction in BPMN 2

Mapping BPMN to GSPN (II)

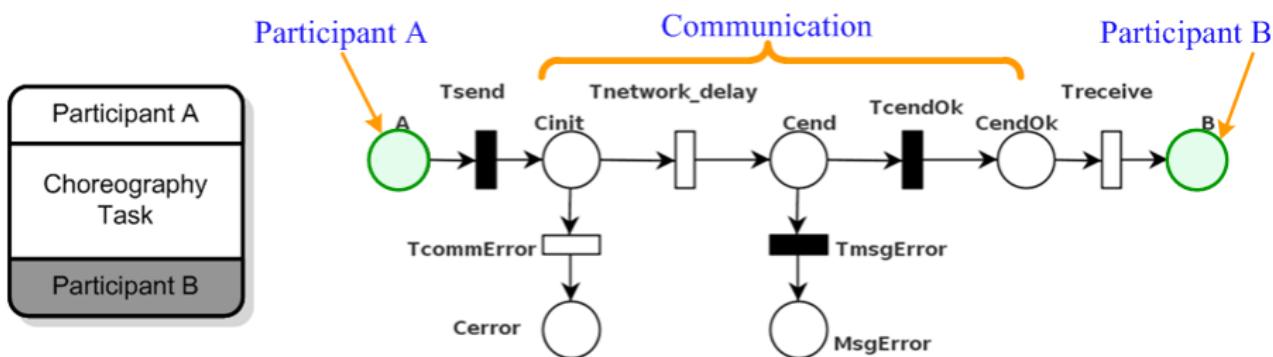


A) Interaction in BPMN 2



B) GSPN Mapping with QoS

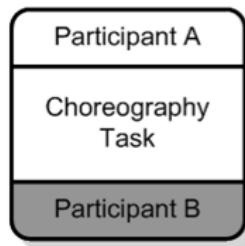
Mapping BPMN to GSPN (II)



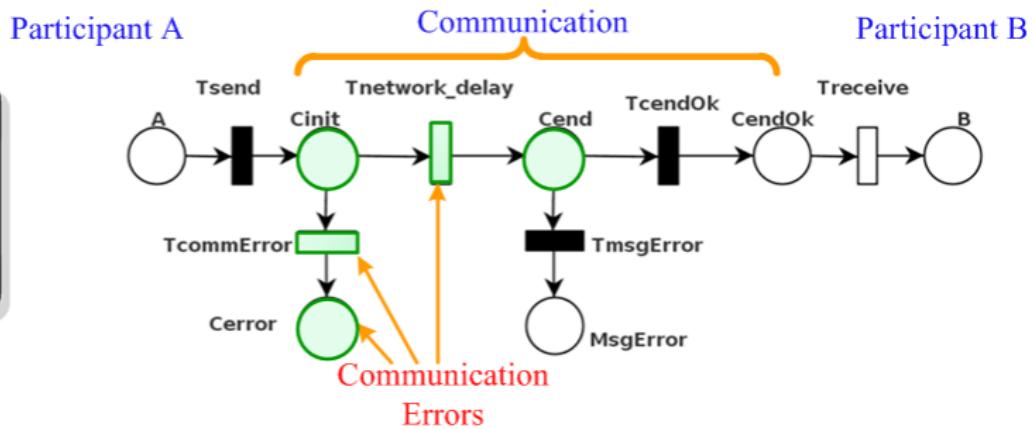
A) Interaction in BPMN 2

B) GSPN Mapping with QoS

Mapping BPMN to GSPN (II)

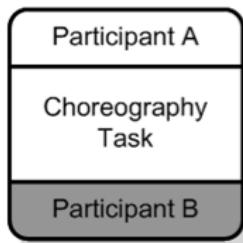


A) Interaction in BPMN 2

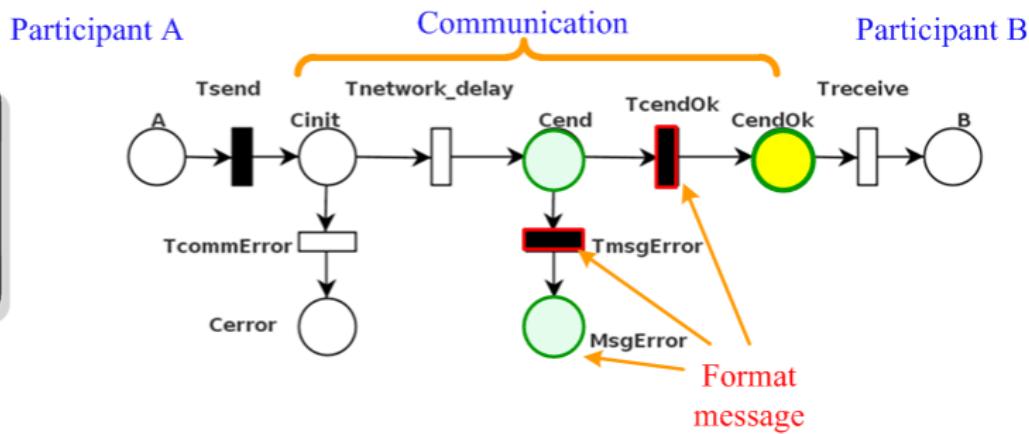


B) GSPN Mapping with QoS

Mapping BPMN to GSPN (II)

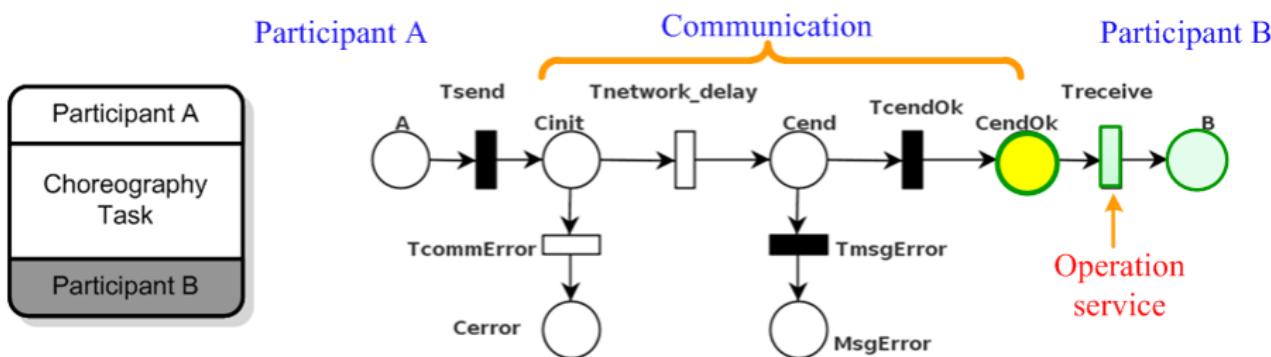


A) Interaction in BPMN 2



B) GSPN Mapping with QoS

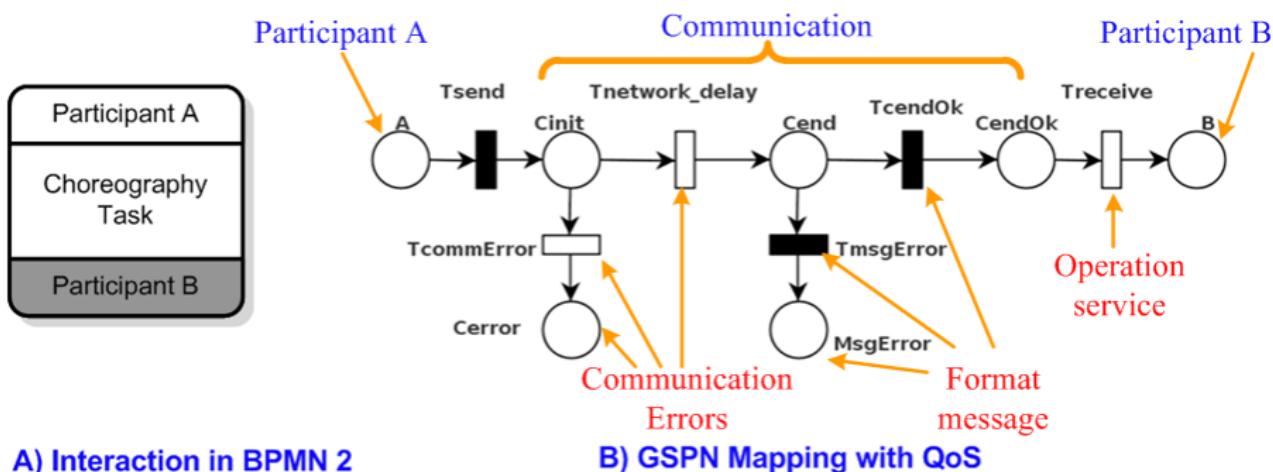
Mapping BPMN to GSPN (II)



A) Interaction in BPMN 2

B) GSPN Mapping with QoS

Mapping BPMN to GSPN (II)



Mapping Algorithm

Algorithm 1 *

Mapping of choreography in BPMN 2.0 to GSPN with QoS model

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.

Mapping Algorithm

Algorithm 2 *

Mapping of choreography in BPMN 2.0 to GSPN with QoS model

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 $GSPN_{QoS}$.

Mapping Algorithm

Algorithm 3 *

Mapping of choreography in BPMN 2.0 to GSPN with QoS model

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 $GSPN_{QoS}$.

$CT_i \in \mathcal{T}$, $G_j \in \mathcal{G}$ and $E_k \in \mathcal{E}$. where $i, j, k \in \mathbb{N}$.

$PNQoS(CT_i)$, $PNQoS(G_j)$, $PNQoS(E_k)$ are functions return a GSPN according to mapping rules.

\oplus as the operator composition that returns other GSPN.

```
 $GSPN_{QoS} \leftarrow$  Empty Petri Net
For  $CT_i \in \mathcal{T}$  Do
     $GSPN_{QoS} \leftarrow GSPN_{QoS} \oplus PNQoS(CT_i)$ 
    Add a arrival timed Transition at beginning of the  $GSPN_{QoS}$ .
End
For  $G_j \in \mathcal{G}$  Do
     $GSPN_{QoS} \leftarrow GSPN_{QoS} \oplus PN(G_j)$ 
End
For  $E_k \in \mathcal{E}$  Do
     $GSPN_{QoS} \leftarrow GSPN_{QoS} \oplus PN(E_k)$ 
End
```

Add a starting Place and immediate Transition at the beginning of the $GSPN_{QoS}$.
Add a ending Place and immediate Transition at the end of the $GSPN_{QoS}$.

Return $GSPN_{QoS}$

Mapping Algorithm (II)

1) Mapping rules

BPMN Element	GSPN module
Choreography Activity	
Events	
Gateways	

Mapping Algorithm (II)

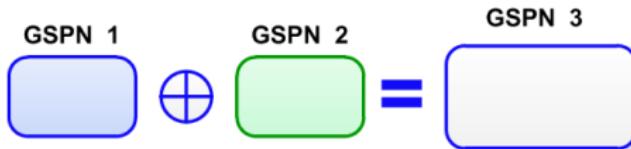
1) Mapping rules

BPMN Element	GSPN module
Choreography Activity	
Events	
Gateways	

2) Composition

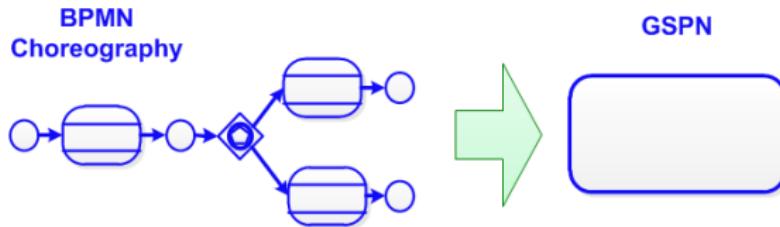


Composition Operator



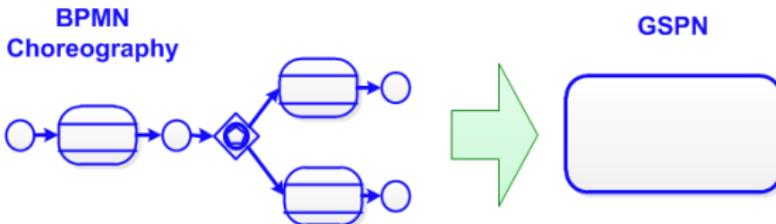
Mapping Algorithm (II)

3) Replacing and composing

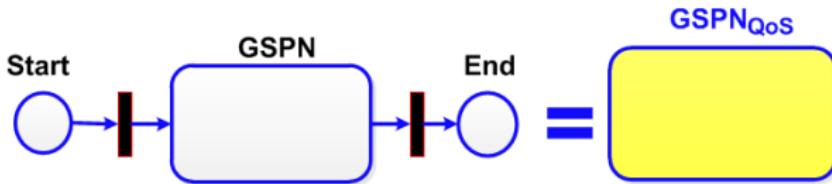


Mapping Algorithm (II)

3) Replacing and composing



4) Reducing and adding final elements



ChorSim: Simulador de Coreografias

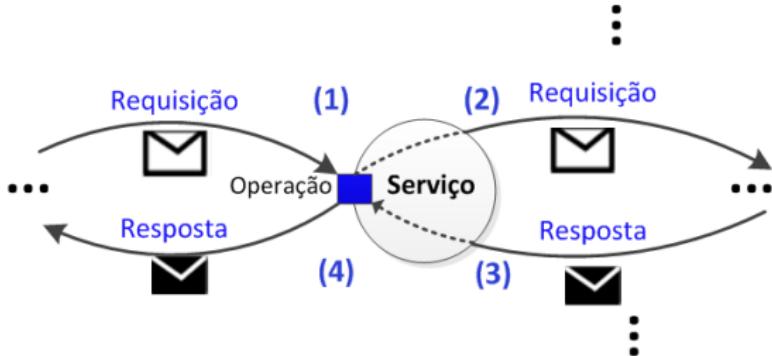


Figura: Atributos de QoS calculados em um evento dado. (1) Recebendo requisições de um cliente ou serviço. (2) enviando requisições para um outro serviço. (3) recebendo resposta de um outro serviço (dependência). (4) enviando resposta para um cliente ou serviço solicitador.

ChorSim: Simulador de Coreografias

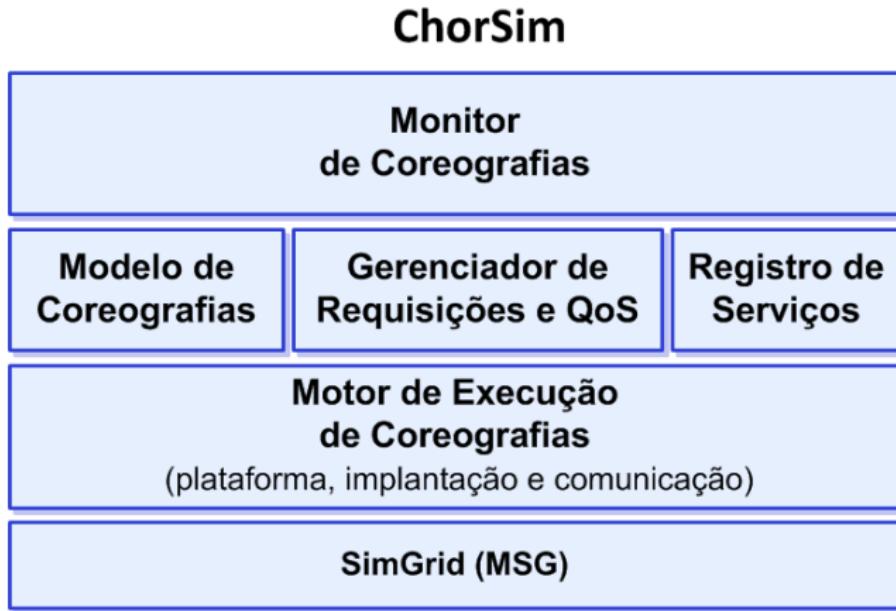


Figura: Arquitetura do simulador de coreografias.

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.
- ▶ Estimar a função de distribuição acumulada F_{S_i} para cada serviço S_i .

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.
- ▶ Estimar a função de distribuição acumulada F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i na interação de um participante provedor A com um outro participante cliente B, um valor do parâmetro de QoS q 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.
- ▶ Estimar a função de distribuição acumulada F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i na interação de um participante provedor A com um outro participante cliente B, um valor do parâmetro de QoS q é obtido a partir da simulação em ChorSim.
- ② **Agregação:** Estimar o valor 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.
- ▶ Estimar a função de distribuição acumulada F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i na interação de um participante provedor A com um outro participante cliente B, um valor do parâmetro de QoS q é obtido a partir da simulação em ChorSim.
- ② **Agregação:** Estimar o valor 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 empiricamente F_S .

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.
- ▶ Estimar a função de distribuição acumulada F_{S_i} para cada serviço S_i .

② Simulação usando ChorSim:

- ① Para cada invocação de um serviço s_i na interação de um participante provedor A com um outro participante cliente B, um valor do parâmetro de QoS q é obtido a partir da simulação em ChorSim.
 - ② **Agregação:** Estimar o valor 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 empiricamente F_S .
- ④ A partir de F_S se selecionam quantis para definir o contrato.

Monitoramento

- F_S : Distribuição de probabilidade do contrato.
- Δ : Um conjunto finito de amostras dos valores de um parâmetro de QoS do serviço S .
- F'_S : Distribuição de Probabilidade após a agregação 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 :

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

Solução: *One-sided two-sample Kolmogorov-Smirnov test*

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

Detecção de Violações de SLA (II)

Então, para a detecção de violações usam-se:

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

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

Portanto, para que um conjunto de amostras $X_{monitoring}$ cumpra o contrato uma regra baseada em p^+ e D deve ser definida:

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

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Cenário de Coreografia para a abordagem analítica

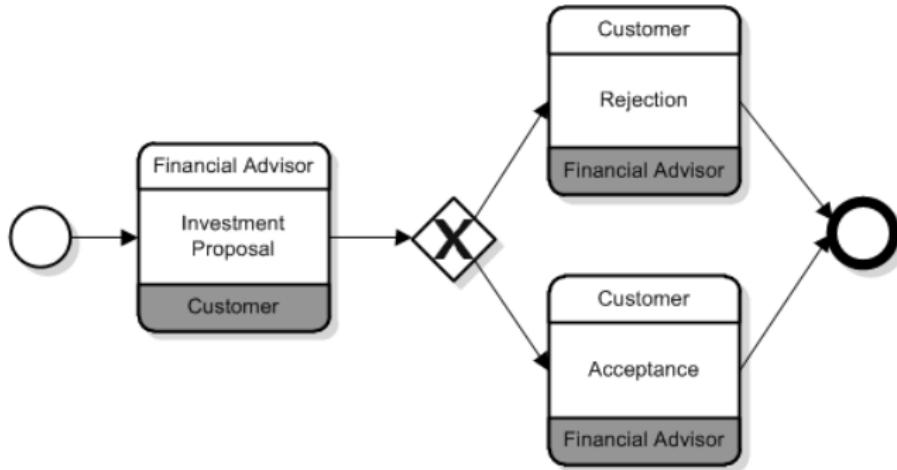


Figura: Exemplo de modelo de interação de coreografias, oferta de investimento.

Mapeamento

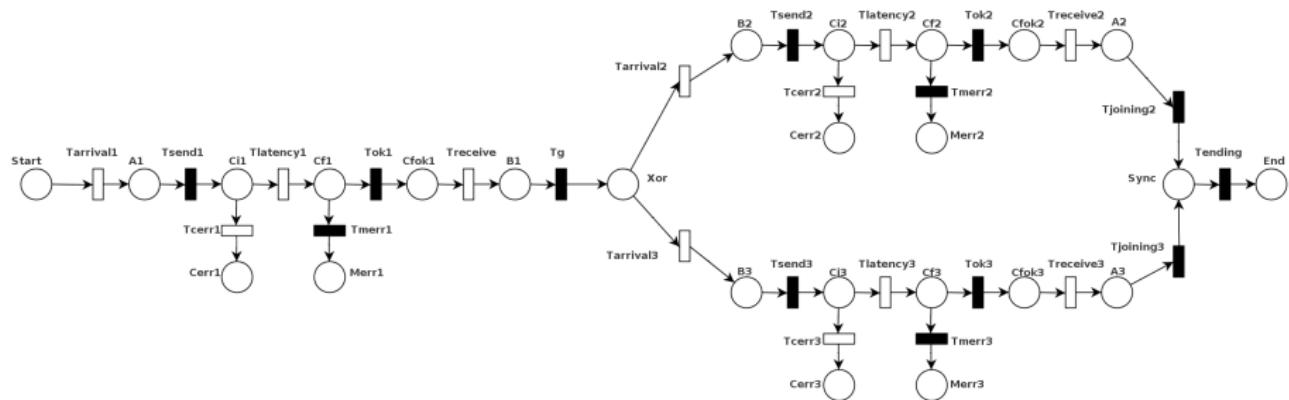
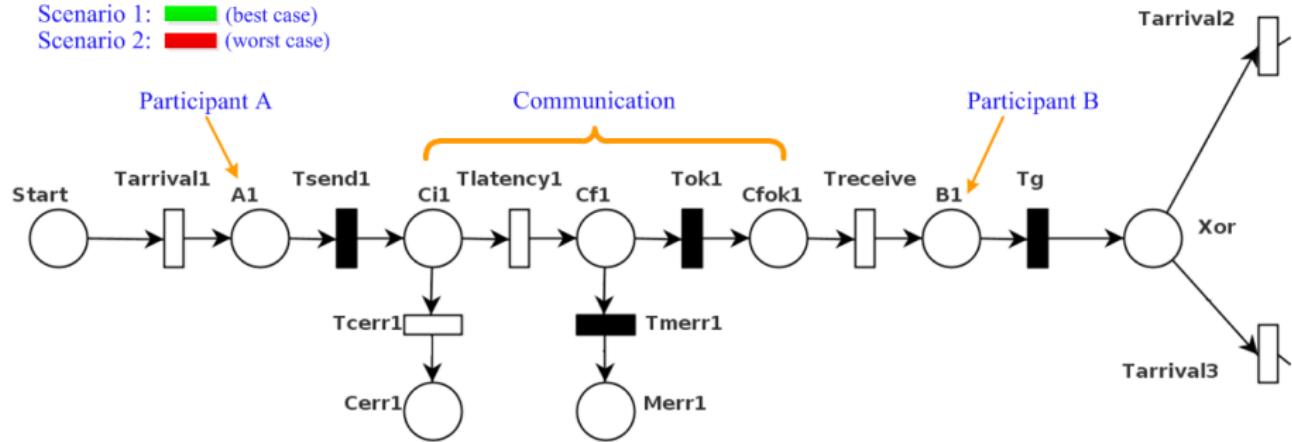


Figura: GSPN obtida após o mapeamento.

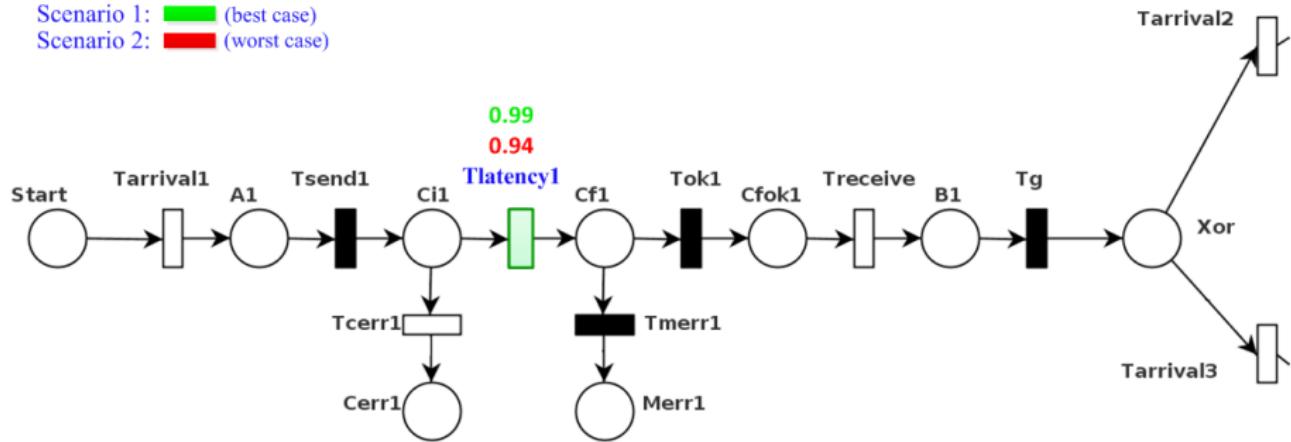
Configuração (I)

Scenario 1: (best case)
Scenario 2: (worst case)



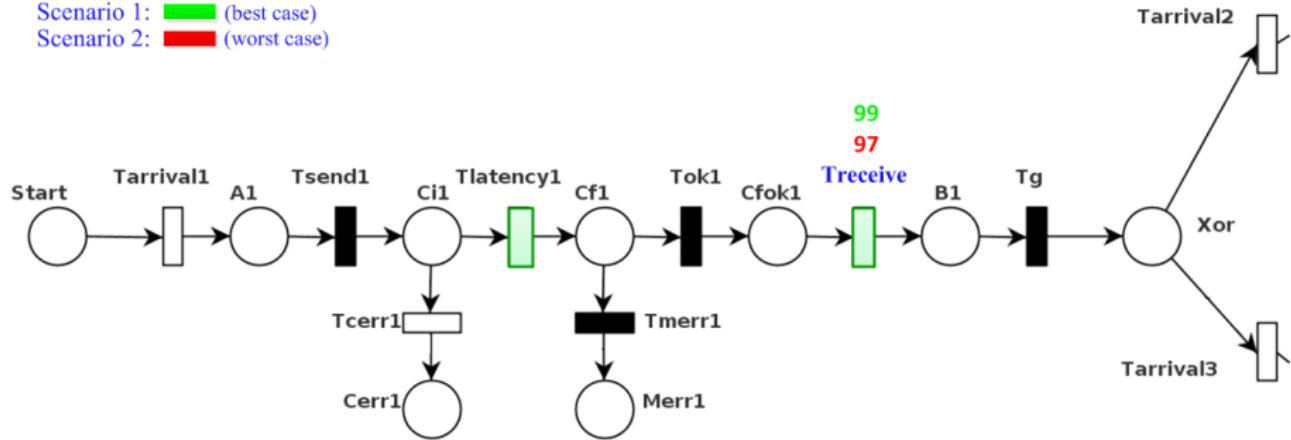
Configuração (I)

Scenario 1: (best case)
Scenario 2: (worst case)



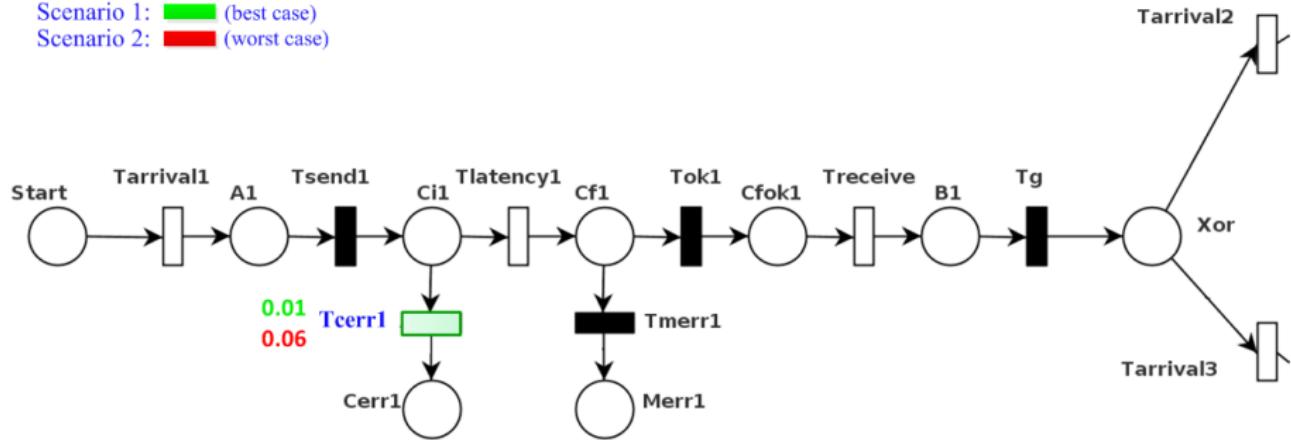
Configuração (I)

Scenario 1: (best case)
Scenario 2: (worst case)



Configuração (I)

Scenario 1:  (best case)
Scenario 2:  (worst case)



Configuração (II)

Tabela: Pesos dos cenários 1 e 2

Transição	Pesos	
	Cenário 1	Cenário 2
$T_{latency1}, T_{latency2}, T_{latency3}$	0.99	0.94
$T_{cerr1}, T_{cerr2}, T_{cerr3}$	0.01	0.06
$T_{receive}, T_{receive2}, T_{receive3}$	99	97
$T_{merr1}, T_{merr2}, T_{merr3}$	1	3
$T_{arrival2}, T_{arrival3}$	0.5	0.5

Simulação da GSPN

- The **Pipe2** tool was used to **model** and **simulate** the **GSPN**.

Simulação da GSPN

- The **Pipe2** tool was used to **model** and **simulate** the **GSPN**.
- **1 token = 1 choreography instance.**
- **100 tokens** are considered to each scenario at the **place Start**.
- **100 concurrent instances** were executed (**multiple-server semantic**).

Simulação da GSPN

- The **Pipe2** tool was used to **model** and **simulate** the **GSPN**.
- **1 token = 1 choreography instance.**
- **100 tokens** are considered to each scenario at the **place Start**.
- **100 concurrent instances** were executed (**multiple-server semantic**).
- 1500 fires and 10 replications.
- Confidence level of 95%.

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

Place	Average number of tokens (%)	
	Scenario 1	Scenario 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

Place	Average number of tokens (%)	
	Scenario 1	Scenario 2
Start	35.28	40.15
End	41.95	38.78
Message Format Errors	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

Lost instances:

- Green: 1.52%
- Red: 3.10%

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

Place	Average number of tokens (%)	
	Scenario 1	Scenario 2
Start	35.28	40.15
	41.95	38.78
Message Format Errors	M_{err1}	0.39
	M_{err2}	0.00
	M_{err3}	0.00
Communication Errors	C_{err1}	0.74
	C_{err2}	0.00
	C_{err3}	0.78
	C_{i1}	8.32
	C_{i2}	0.63
	C_{i3}	0.75
		Lost instances:
		■ 0.39%
		■ 2.50%

Resultados

Tabela: Resultados das simulações

Place	Average number of tokens (%)	
	Scenario 1	Scenario 2
<i>Start</i>	35.28	40.15
<i>End</i>	41.95	38.78
Message Format Errors	M_{err1}	0.39
	M_{err2}	0.00
	M_{err3}	0.00
Communication Errors	C_{err1}	0.74
	C_{err2}	0.00
	C_{err3}	0.78
Bottleneck	C_{i1}	8.32
	C_{i2}	0.63
	C_{i3}	0.75
		8.90
		0.69
		8.90

Cénario para a abordagem com ChorSim

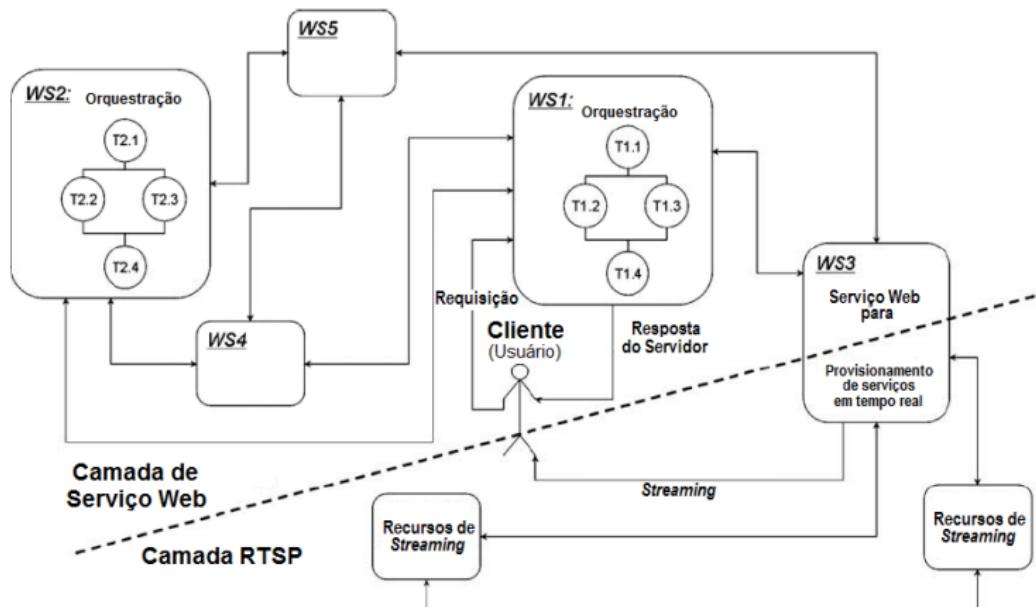


Figura: Coreografia de serviços da aplicação de CDN [?]

Configuração da simulações em ChorSim

Dois cenários: Objetivo: Cenário 1: Cenário 2:

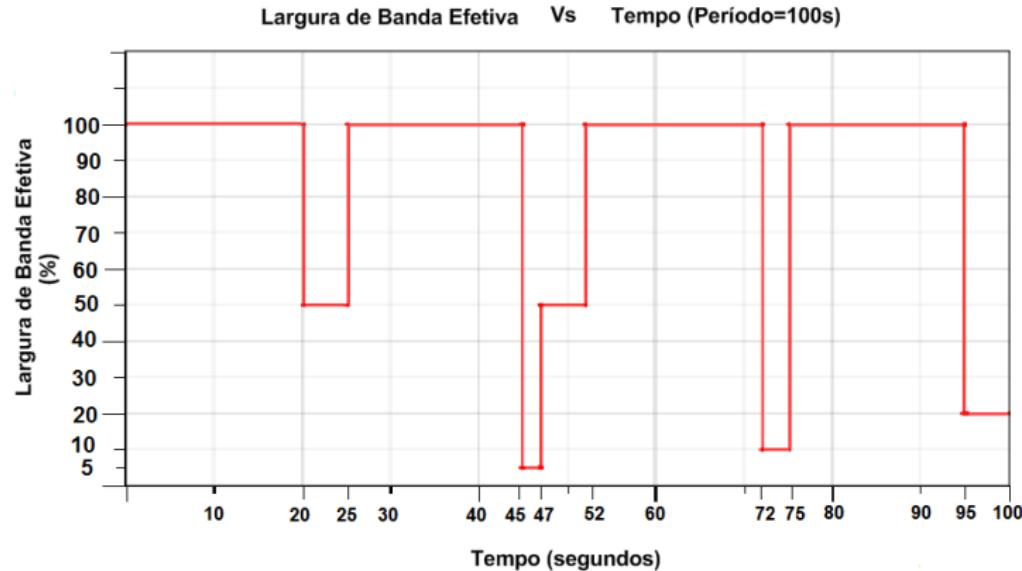


Figura: Modelo de falhas que mostra a largura de banda efetiva devido à degradação da largura de banda referencial em um período de 100 segundos.

Configuração da simulações em ChorSim

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	De 1 a 10
WS_1 a WS_3	1Mbps	5.47MB	0.002s	De 1 a 10
WS_3 a WS_5	1Mbps	5.47MB	0.002s	De 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

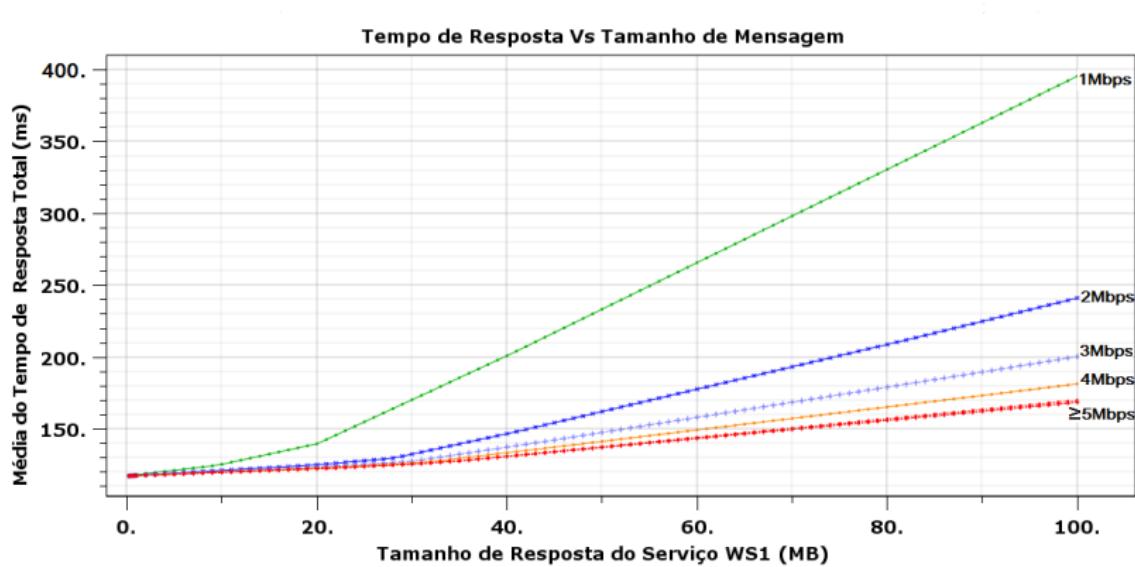


Figura: Tempo médio de resposta total da coreografia em função do tamanho de resposta do serviço WS1 com larguras de banda de 1Mbps até 16Mbps (intervalos de confiança não são visíveis por terem ficado muito pequenos).

Resultados

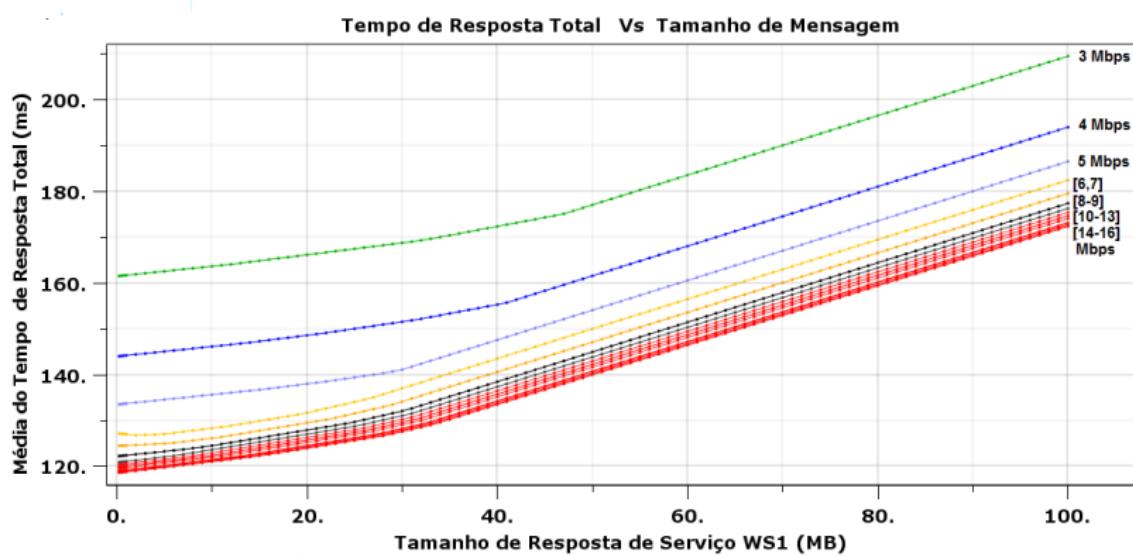


Figura: Tempo médio de resposta total da coreografia em função do tamanho de resposta do serviço WS1 segundo o modelo de falha. A largura de banda varia de 1Mbps até 16Mbps

Cenários

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

Contrato

Distribuição de Probabilidade Empírica (ECDF) do Contrato

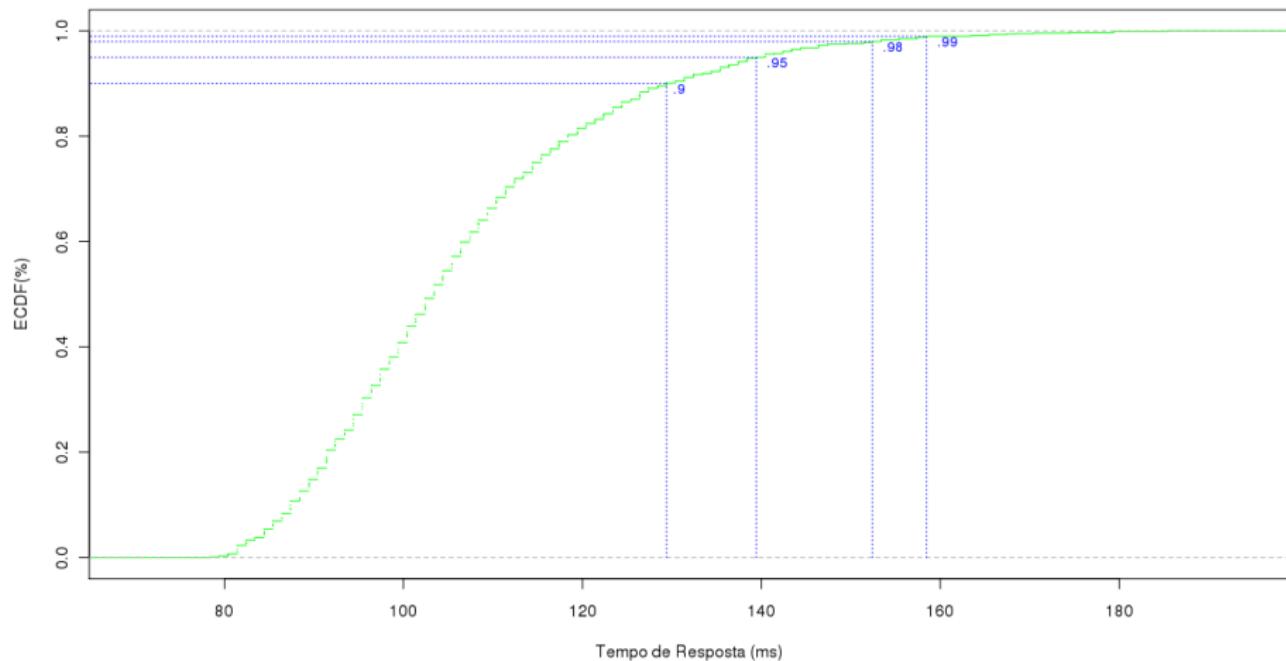


Figura: Distribuição de probabilidade empírica (ECDF) do contrato do serviço WS_1 com base nos tempos de resposta

Configuração do Monitoramento

$$\text{verify}(X_{\text{monitoring}}) = \begin{cases} \text{true}, & \text{se } p^+ \geq 0.05 \wedge D^+ < 0.15 \\ \text{false}, & \text{de outra maneira} \end{cases} \quad (5)$$

Onde $X_{\text{monitoring}}$ é o conjunto de amostras dos tempos de resposta do serviço composto WS_1 . Para habilitar um monitoramento sequencial e *on-line* precisa-se computar um conjunto amostras sequenciais de tamanho N que se sobreponem. Assim, o conjunto de janelas de amostras a monitorar seria: $\{1, \dots, N\}$, $\{p, \dots, p + N\}$, \dots , $\{mp, \dots, mp + N\}$, e assim por diante, onde $p \leq N$ e $m = 1, 2, \dots$. O tamanho de amostras (N) para realizar a detecção é de 100, e o desvio p é 1.

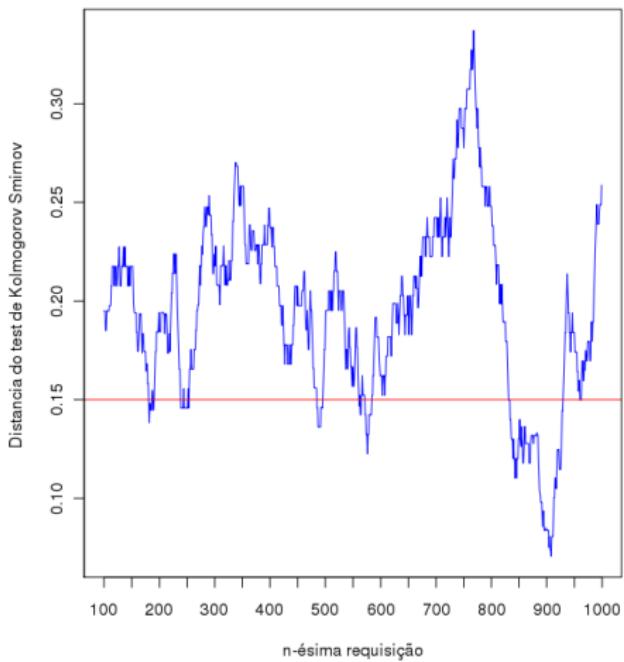
Cenários

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

Resultados

Monitoramento: Distância de Kolmogorov



Monitoramento: P+ value de Kolmogorov

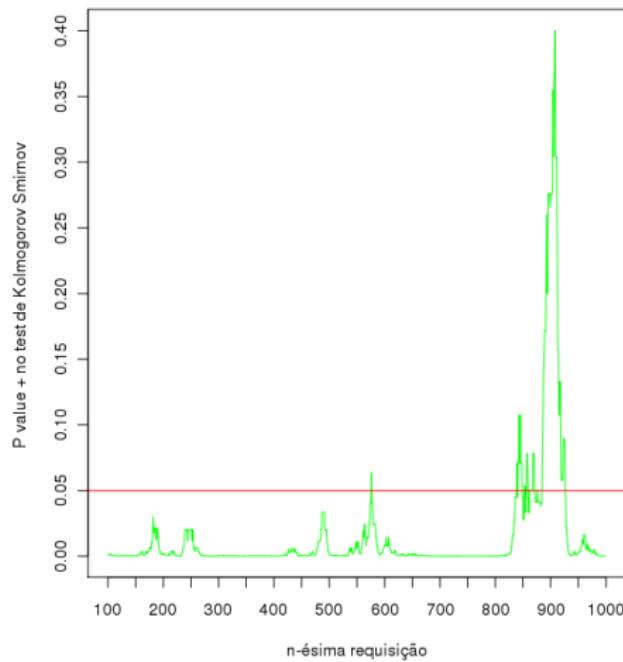


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 1.

Resultados

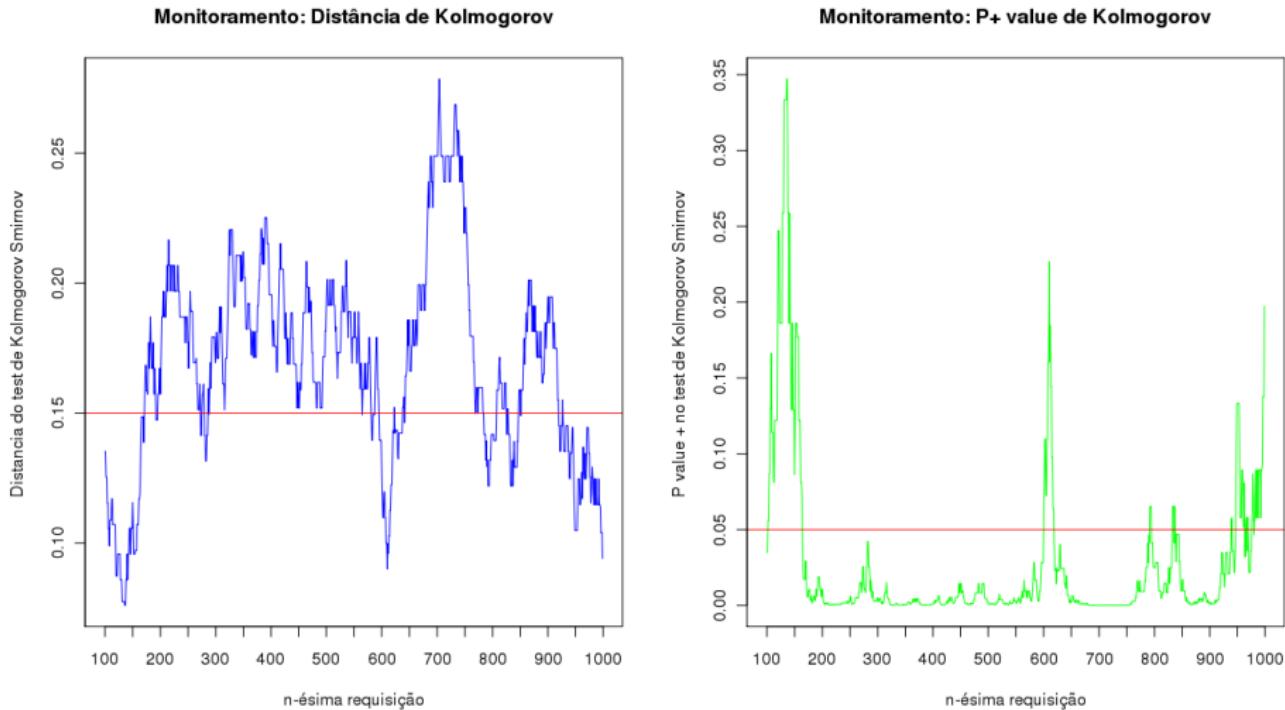
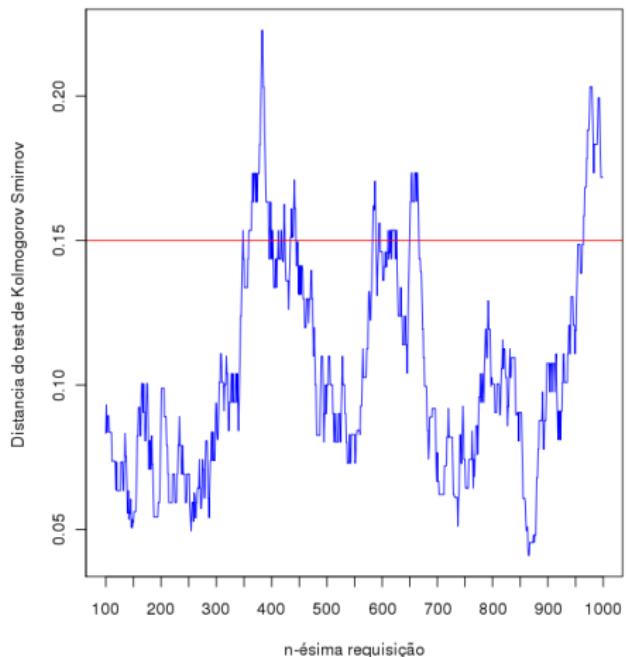


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 2

Resultados

Monitoramento: Distância de Kolmogorov



Monitoramento: P+ value de Kolmogorov

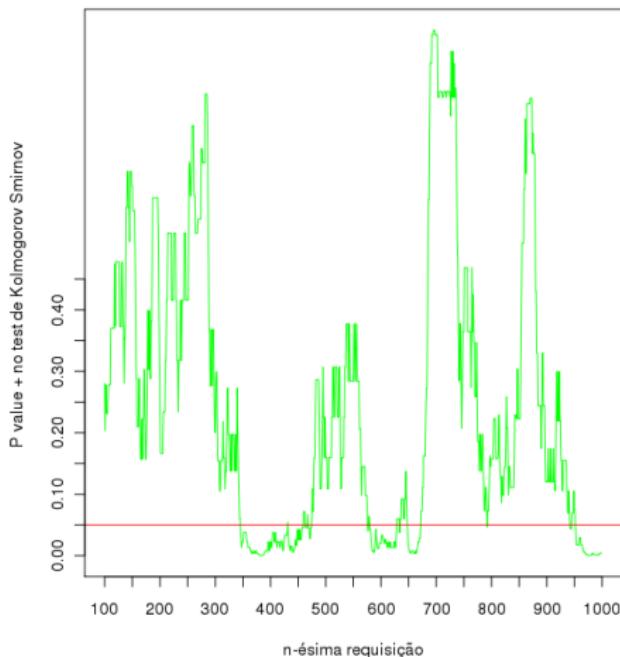
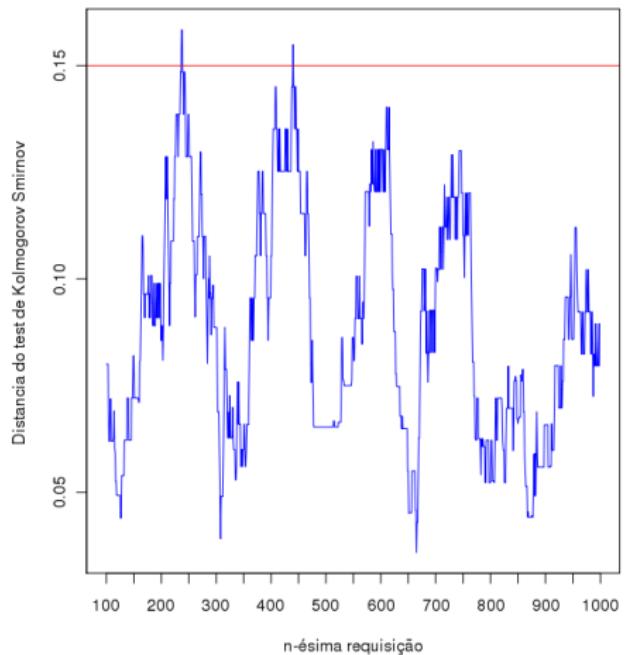


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 3

Resultados

Monitoramento: Distância de Kolmogorov



Monitoramento: P+ value de Kolmogorov

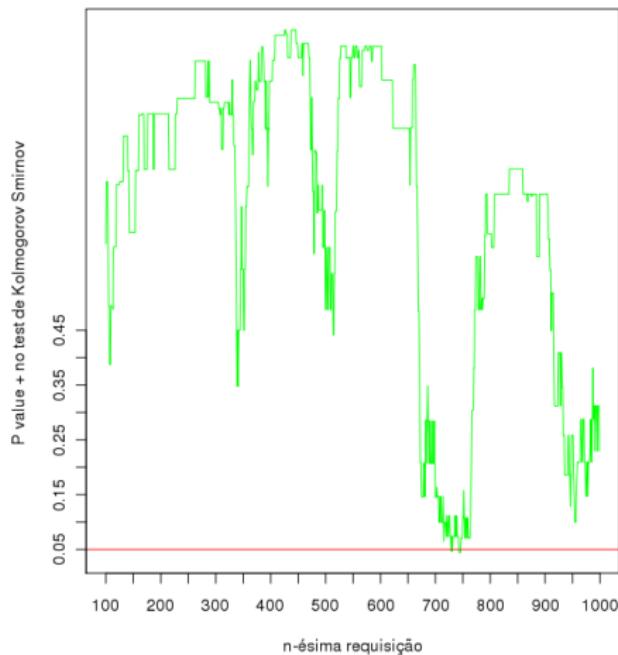


Figura: Monitoramento e detecção de violações de SLA para o cenário 4

1 Problema

2 Objetivos

3 QoS e Monitoramento em Coreografias de Serviços Web

4 Trabalhos Relacionados

5 Proposta

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

6 Resultados

- Definição de Requisitos de QoS
- Estabelecimento do contrato de QoS
- Monitoramento

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Conclusões



Trabalhos Futuros



Envolvimento



Obrigado