



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**INÊS ALVES LIMA DE OLIVEIRA**

**Gerenciamento de Custo e Desempenho de  
Composição de Serviços**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Recife  
2019**

**INÊS ALVES LIMA DE OLIVEIRA**

**Gerenciamento de Custo e Desempenho de  
Composição de Serviços**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Robson Wagner Albuquerque de Medeiros

Recife  
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

O48g Oliveira, Inês Alves Lima de  
Gerenciamento de custo e desempenho de composição de serviços /  
Inês Alves Lima de Oliveira. – 2019.  
33 f. : il.

Orientador: Robson Wagner Albuquerque de Medeiros.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência da  
Computação, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Serviços da Web 2. Administração de projetos 3. Aprendizagem  
4. Controle de qualidade 5. Controle de custo I. Medeiros, Robson  
Wagner Albuquerque de, orient. II. Título

CDD 004



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

<http://www.bcc.ufrpe.br>

**FICHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Trabalho defendido por **INÊS ALVES LIMA DE OLIVEIRA** às 14 horas do dia 11 de julho de 2019, Lab. 41 CEAGRI II, como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, intitulado “Gerenciamento de Custo e Desempenho de Composição de Serviços”, orientado por Robson Wagner Albuquerque de Medeiros e aprovado pela seguinte banca examinadora:

---

Robson Wagner Albuquerque de Medeiros

DC/UFRPE

---

George Augusto Valença Santos

DC/UFRPE

*Dedico a pessoa mais importante da minha vida, O Senhor Jesus!*

## **Agradecimentos**

Quero agradecer primeiramente ao Meu Deus , pela misericórdia e graça sob minha vida, pois, sem Ele eu não existiria. Agradeço também aos meus pais (Noé Filho e Carmelita) que desde criança incentivaram a mim e a meu irmão (Noé Neto) a estudar e ser alguém na vida, deram o seu melhor para termos uma formação digna. Sou grata também ao meu esposo, Júlio César, meu ombro amigo, que desde do dia da matrícula (quando ainda éramos namorados) torcia e me incentivava a estar na UFRPE, onde ele também esteve toda sua vida acadêmica e, agora, como professor. Não foram momentos fáceis, mas superamos, amo vocês!!

Ao meu Ex-Líder da Accenture, amigo e acima de tudo irmão em Cristo, Gillis Braña, por ser alguém que me ensinou e me ensina muito. Valeu por tudo, sempre!!

Agradeço também ao meu orientador Professor Robson Medeiros, pelo suporte e apoio, na construção deste trabalho.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas de turma que foram vários, pelas caronas, pelos projetos e trabalhos feitos juntos, muitos hoje são meus colegas de trabalho.

E, a toda equipe de professores e funcionários da UFRPE que são e foram de suma importância para construção do meu conhecimento universitário. Muito Obrigada.

*“Ora, àquele que é poderoso para fazer tudo muito mais abundantemente além daquilo que pedimos ou pensamos, segundo o poder que em nós opera ” (Efésios 3:20)*

## Resumo

Estudar e analisar atributos de qualidade é cada dia mais importante para quem está numa constante busca pela satisfação dos clientes e uma contínua evolução dos produtos e serviços oferecidos. Custo e Desempenho são atributos de qualidades importantes para qualquer aplicação e quando se trata de serviços web, ou melhor, da composição desses serviços também, pois, a partir do planejamento das escolhas dos serviços é que se pode encontrar o melhor para a composição, no caso do presente trabalho ter um baixo custo e baixo tempo de resposta (desempenho). Este trabalho tem como objetivo propôr uma maneira de gerenciar custo financeiro e desempenho através de técnicas que são usadas, no ciclo de vida da composição, mais precisamente na fase de planejamento, para isso foi analisada as técnicas relativas ao gerenciamento da composição e adaptado um algoritmo que calcula custo financeiro e desempenho. Após esse cálculo, é possível saber qual melhor serviço para ser usado na composição de acordo com os atributos escolhidos, facilitando assim o gerenciamento de atributos numa composição de Serviços.

**Palavras-chave:** Composição de Serviços; Custo; Desempenho



## **Abstract**

Studying and analyzing quality attributes is increasingly important for those who are constantly looking for customer satisfaction and a continuous evolution of the products and services offered. Cost and Performance are attributes of important qualities for any application and when it comes to web services, or better, the composition of these services as well, since, from the planning of the services choices, one can find the best for the composition, in the case of this work have a low cost and low response time (performance). This work aims to propose a way to manage financial cost and performance through techniques that are used, in the life cycle of the composition, more precisely in the planning phase, for this was analyzed the techniques related to the management of the composition and adapted a algorithm that calculates financial cost and performance. After this calculation, it is possible to know which best service to use in the composition according to the chosen attributes, thus facilitating the management of attributes in a services composition.

**Keywords:** service compositions; Cost; performance

## **Lista de ilustrações**

Figura 1 – Ciclo de Vida da Composição de Serviços. . . . .	12
Figura 2 – Comportamentos de Custo . . . . .	15
Figura 3 – Elementos da Notação BPMN. . . . .	18
Figura 4 – Composição de Serviços ASC . . . . .	19
Figura 5 – Etapas do Trabalho . . . . .	20
Figura 6 – Algoritmo para Calculo de Custo . . . . .	21

## **Lista de abreviaturas e siglas**

BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Model and Notation
JAVA	Linguagem de Programação criada no início da década de 90.
QoS	Quality of Service
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOC	Service Oriented Computer
TI	Tecnologia da Informação
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
WEB	World Wide Web
XSD	XML Schema Definition

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Estrutura</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Revisão da Literatura</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceitos Básicos</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Escolha de Serviços Baseado em Custo e Desempenho</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Escolha de Serviços</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>Considerações Finais</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Referências Bibliográficas</b> . . . . .	<b>26</b>

## 1 Introdução

Arquitetura Orientada a Serviços (do inglês, SOA – Service Oriented Architecture) é um estilo arquitetural que utiliza serviços como principal componente para o desenvolvimento de sistemas distribuídos. SOA traz agilidade no atendimento de novas demandas e reusa serviços, diminui o custo e permite que empresas sejam capazes de disponibilizar suas habilidades computacionais através de serviço para que outras empresas possam utilizar (Business-to-Business) (PAPAZOGLU et al.,2007).

Em SOA, serviços podem ser desenvolvidos através da composição de serviços já existentes. A composição de serviços é a combinação de serviços de terceiros. Por ser um serviço desenvolvido por composição de outros serviços, a qualidade de uma composição de serviços depende da qualidade dos serviços compostos.

Qualidade de Serviço (Do Inglês, QoS- Quality of service) é a combinação de vários atributos de qualidade que desempenham um papel importante na composição de serviços. QoS é muito usado em redes e aplicações multimídia. Recentemente, há uma tendência em adotar este conceito para serviços da web. O objetivo básico é identificar os atributos de QoS para melhorar a qualidade dos serviços da Web. Para medir a QoS de um serviço da Web, os atributos como desempenho, taxa de transferência, disponibilidade, confiabilidade, custo, tempo de resposta, segurança, confiabilidade, entre outros, devem ser considerados (AP Singh, 2015). Neste trabalho será abordado dois atributos de qualidade de composição de serviços escolhidos para executar uma composição, são eles: cus

to financeiro e desempenho, onde neste trabalho o desempenho será considerado como o tempo de resposta que um serviço *web*. O custo de uma composição de serviços está relacionado aos preços dos serviços que ele utiliza. Atualmente existem diversos serviços na Internet utilizando diferentes modelos de precificação, tais como: preço fixo por invocação e preço fixo por um certo limite de tempo (O'BRIEN,2007). Além disso, alguns provedores de serviços proveem descontos com base no uso do serviço com o objetivo de aumentar sua competitividade no mercado. Portanto, um grande desafio no gerenciamento de custo é escolher o serviço que possua o modelo de preço mais adequado ao negócio e às características da composição de serviço.

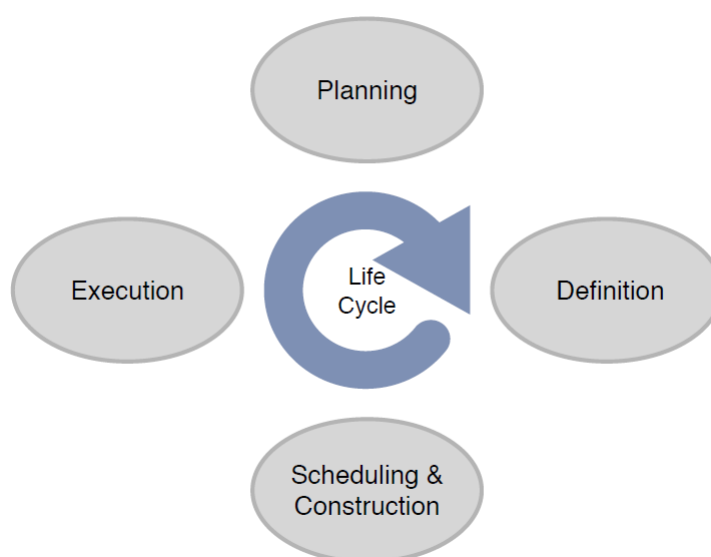
O desempenho de um sistema computacional é determinado pelas características do próprio sistema, bem como pela composição da carga que estiver sendo imposta a ele (Almeida and Menascé, 2002). Em composição de serviços, o desempenho depende não só do próprio sistema, mas também do desempenho dos serviços utilizados na composição

Em composição de serviços, quanto maior o desempenho dos serviços, maior será o desempenho da composição desses serviços. Todavia, serviços com maior

desempenho tendem a ser mais caros que os serviços de menor desempenho, gerando um conflito que precisa ser gerenciado para manter o desempenho e o custo dentro do requisitado pelo desenvolvedor da composição.

Para gerenciar a composição e seus atributos de qualidade é necessário primeiramente atentar ao ciclo de vida de desenvolvimento da composição de serviços, que possui 4 fases, conforme figura 1 e descrição (MEDEIROS,2016):

**Figura 1 – Ciclo de Vida da Composição de Serviços.**



MEDEIROS, 2017

- **Planejamento (*Planning*)**, onde os requisitos funcionais e não-funcionais são planejados e analisados;
- **Definição (*Definition*)**, quando os artefatos usados para criação de serviços são projetados, onde ocorre a configuração da composição;
- **Implementação (*Scheduling & Construction*)**, que representa deixar a composição pronta para ser executada. Momento da escolha dos serviços usados na composição;
- **Execução (*Execution*)**, onde os serviços serão invocados e monitorados para atender aos requisitos estabelecidos na fase de planejamento.

Desde que as composições de serviços são planejadas, combinando serviços diversos, seus atributos de qualidade dependem de cada serviço envolvido na composição. A combinação de dois atributos pode gerar problemas no gerenciamento onde, às

vezes, alguns atributos são conflitantes, como pode ser o caso de custo e desempenho (MEDEIROS,2016).

Com isso, o presente trabalho se propõe a prover uma técnica para escolher serviços para composição baseada em custo financeiro e desempenho (tempo de resposta) durante a fase de planejamento do ciclo de vida de seu desenvolvimento.

## **1.1 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo principal prover uma técnica para escolher serviços visando diminuir o custo financeiro e aumentar o desempenho de composição de serviços durante a fase de planejamento.

Além deste objetivo principal, o trabalho tem como objetivo específico propor um algoritmo para escolher os melhores serviços para executar cada tarefa da composição.

## **1.2 Estrutura**

Este trabalho está organizado de maneira a apresentar, inicialmente, os conceitos importantes para entendimento do problema em questão, em seguida, abordar os trabalhos diretamente relacionados ao tema proposto, os resultados das análises realizadas e o que se pode concluir desse gerenciamento. Desta forma, este documento está organizado da seguinte maneira. No Capítulo 2 é feita a revisão de literatura com conceitos básicos e trabalhos relacionados. A escolha de Serviço e todas as etapas do trabalho é apresentado no Capítulo 3. No Capítulo 4 são as considerações finais . Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as Referências Bibliográficas.

## 2 Revisão da Literatura

Neste capítulo iremos discutir os conceitos básicos e os trabalhos relacionados ao nosso trabalho.

### 2.1 Conceitos Básicos

A Computação Orientada a Serviços (SOC) é Um paradigma emergente para projetar aplicações distribuídas onde o serviço e a composição deles são os principais conceitos nos quais ela é baseada (GUIDI, Claudio et al. 2006) .

O SOC envolve as camadas de serviço e funcionalidades conforme descrito pela Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), que é um suporte para SOC. É um estilo de projeto que guia todos os aspectos de criação e uso de serviços de negócio através de todo o ciclo de vida de desenvolvimento (desde a fase de concepção até a aposentadoria de serviços), bem como trata da definição e do provisionamento da infraestrutura de TI. E ainda permite que diferentes aplicações troquem dados e participem de processo de negócio independente dos sistemas operacionais que estão sendo executados ou linguagens de programação utilizadas para suas implementações (Newcomer e Lomow, 2005).

SOA tem a intenção de tratar os requisitos de baixo acoplamento, desenvolvimento baseado em padrões, computação distribuída independente de protocolo e mapeamento dos sistemas de informação da organização para todos os seus fluxos de processos de negócios. Também na integração de aplicações, gerência de transações, políticas de segurança e coexistência de sistemas em múltiplas plataformas e sistemas legados (Papazoglou et al., 2007).

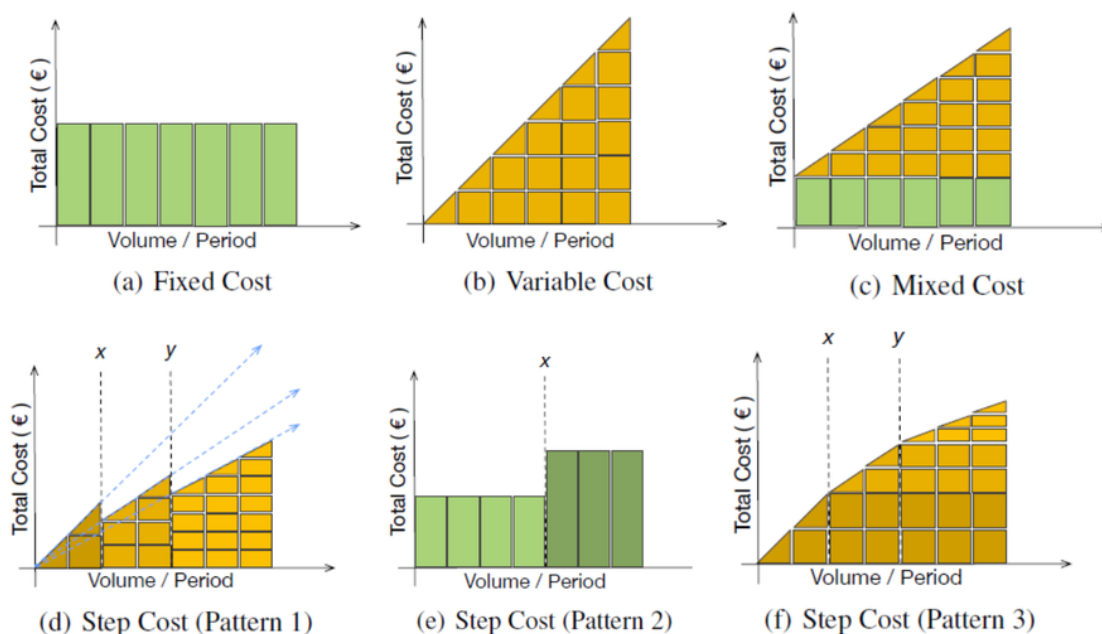
Custo é todo gasto necessário para criação, venda e uso do serviço e pode variar conforme seu *cost driver*. *Cost driver* é um fator que afeta o custo, como, por exemplo, o número de vezes que o serviço é executado, a quantidade de arquivos processados pelo serviço ou o tamanho dos arquivos enviados ao serviço.

O Custo pode ser classificado conforme seu comportamento (ver Figura 2): custo fixo, custo variável, custo misto (*Mixed Cost*) e custo por etapas (*Step Cost*). O custo variável é um comportamento que só é contabilizado se o serviço for usado. Já o custo fixo tem um comportamento constante, onde não importa o quanto o serviço foi usado, ele terá o mesmo preço. Custo misto é uma mistura de custo fixo e variável. Custo em etapas tem três padrões. No padrão 1 o custo de uma unidade de *cost drive* começa com um valor específico e muda quando o volume do *cost drive* atinge um limite em um período de tempo, como, por exemplo um mês. No padrão 2, o custo possui um comportamento fixo, porém, o valor fixo pode ser modificado quando o



volume do *cost drive* atinge um limiar dentro de um período. Já no padrão 3, o custo de uma unidade de *cost drive* começa com um valor específico e assim que o volume do *cost drive* ultrapassa um limite em um período de tempo, o volume ultrapassado é calculado por um custo diferente (MEDEIROS, 2017).

**Figura 2 – Comportamentos de Custo**



MEDEIROS, 2017

Desempenho é o atributo responsável por medir a eficiência de algo no caso, da composição de serviço. Esse atributo está associado ao tempo que a composição inicia e finaliza sua execução (NEWCOMER,2005).

O tempo de um processo é uma medida de sua eficiência, pode-se dizer quão rápido uma solicitação de serviço pode ser concluída medida por *throughput*, tempo de resposta, latência, execução, tempo de transação (Chandrasekaran et al., 2002).

O tempo de execução de um único serviço da Web tem três componentes: Tempo de Serviço (**S**), Tempo de atraso da mensagem (**M**) e tempo de espera (**W**). Tempo de Serviço é o tempo que o serviço da Web leva para executar sua tarefa. O tempo de atraso da mensagem é o tempo gasto para enviar/receber mensagens SOAP por invocação. Tempo de Espera é o atraso da invocação do serviço da Web causada pela carga no sistema em que o serviço é implantado. Assim, o Tempo Total de Invocação (T) para um serviço da Web  $\sigma$  pode ser dado por (Cardoso e Sheth, 2002; Chandrasekaran et al.2002):

$$\mathbf{T}(\sigma) = \mathbf{M}(\sigma) + \mathbf{W}(\sigma) + \mathbf{S}(\sigma)$$

## 2.2 Trabalhos Relacionados

É necessário saber porquê gerenciar composição de serviços e compreender como adequar diferentes atributos de qualidade para um sistema (O'BRIEN,2007) . Por se tratar de uma arquitetura em que as aplicações precisam se comunicar de modo integrado, aplicar esse gerenciamento, tem por objetivo ganhar praticidade, agilidade, interoperabilidade e produtividade, preceitos importantes para o mercado atual. (FURTADO et al.,2009)

No Entanto, o gerenciamento da composição de serviços possui alguns desafios, no caso do presente trabalho seria como relacionar e selecionar serviços baseados em custo e desempenho na fase de planejamento, pensando no baixo custo e um alto desempenho. Porém, após a análise da literatura,percebe-se que alguns autores abordam esses casos sob diferentes perspectivas.

Para o gerenciamento da composição de serviços é necessário saber que a mesma não é tão elementar. Um ponto identificado por Vianna (2007), é que a composição está atrelada a toda uma metodologia, onde vários aspectos devem ser considerados, como os modelos da composição, seus requisitos para implantação, padrões pertencentes a composição, arquitetura para composição, além da intervenção humana necessária para definir a composição.

Segundo O'Brien (2007) , a capacidade de prover serviços em diferentes plataformas e interoperar de forma transparente tem um custo de desempenho. Já a falha de um componente, pode exigir mais recursos durante a composição de serviços caindo o desempenho e aumentando o custo da composição.

Para Buyya et.al (2005), serviços são consumidos pelos usuários com base em requisitos de QoS (Qualidade de Serviços) como o custo, mais precisamente o "pagamento por uso". Buyya et.al (2005) propõe um algoritmo para otimizar o custo, e a partir da utilização desse algoritmo, observou-se uma diminuição no custo do fluxo de trabalho.

Conforme Sordi (2006), alguns casos de sucesso da implantação da arquitetura orientada a serviços também foram encontrados em organizações que buscavam obter flexibilidade para executar mudanças rápidas em empresas que precisavam minimizar os custos e reduzir ciclos de integração.De acordo com Souza (2006), uma instituição necessitava integrar seus serviços financeiros com diversos benefícios que atendia o necessitado pela empresa, para isso, foram introduzidas tecnologias de integração dos sistemas, mostrando o potencial que a composição de serviços pode gerar em uma grande empresa.

Baryannis (2008) destaca a importância de se escolher atributos de qualidade que tragam benefícios na composição e que os valores desses tais atributos podem

ser conhecidos antes mesmo da invocação desses serviços (classificados como determinísticos). Como, por exemplo, custo financeiro e disponibilidade, que podem ser conhecidos através de cálculos matemáticos usando dados coletados durante o tempo de execução (Não-determinísticos). Também de acordo com este trabalho, são vistas abordagens que buscam a composição ótima através dos atributos de qualidade, que geralmente são os de desempenho e custo financeiro.

No trabalho de Partha (2013), calcula-se o custo de um processo de negócio considerando três parâmetros custo total, confiabilidade e custo para uma execução com sucesso avaliando as diferentes estruturas existentes e as melhores práticas e seus impactos, baseando se numa aplicação em JAVA.

Para Almeida (2002), o desempenho de um sistema computacional é determinado por suas características, bem como pela composição da carga que estiver sendo imposta a ele. Já para Centurion (2015), que em seu trabalho avalia o desempenho de Serviços Web. O desempenho de um sistema distribuído, com muitos clientes, servidores e redes, como é caso de Serviços Web, depende fortemente das características da carga de trabalho sobre ele.

Conforme os trabalhos mencionados acima, observa-se que o gerenciamento da composição de serviços gira em torno de diversos aspectos. Observamos em nossa pesquisa que poucos trabalhos tratam de custo e desempenho de serviço. Além disso, os trabalhos que tratam de custo apenas Medeiros (2017) trata de todos os comportamentos de custo e considera diferentes cost drivers no gerenciamento de custo de composição de serviços.

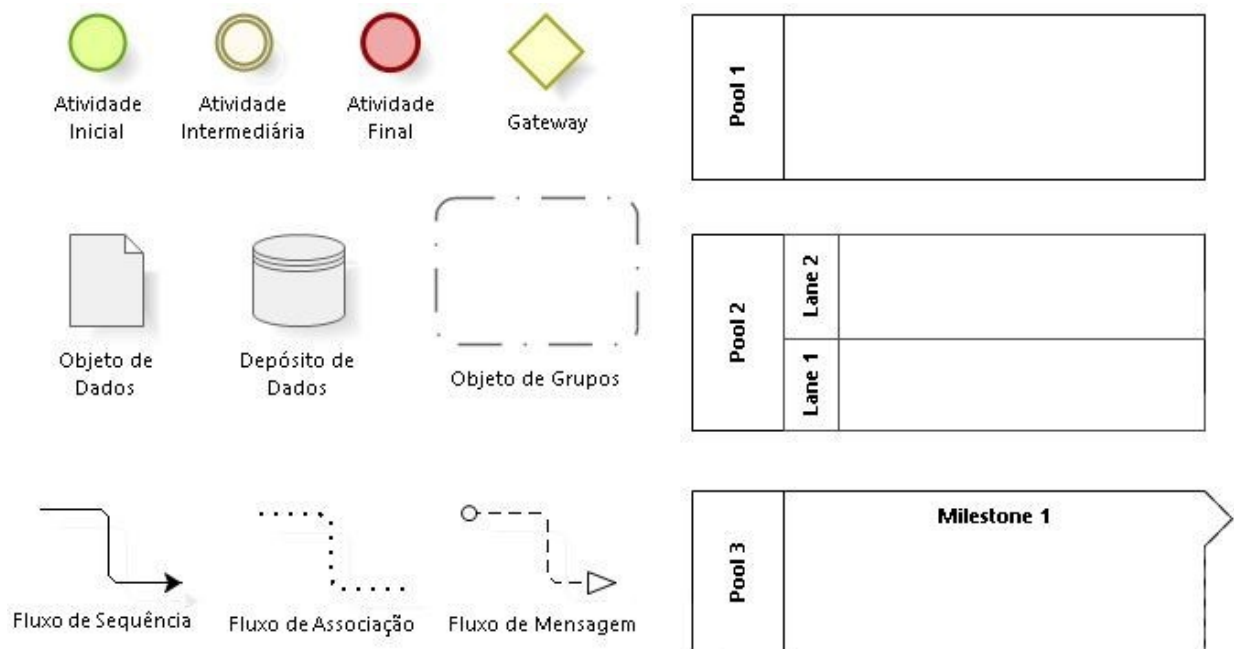
### 3 Escolha de Serviços Baseado em Custo e Desempenho

O presente trabalho trata de como escolher serviços em composição de serviços considerando Custo Financeiro e Desempenho. Foi escolhida a fase de planejamento por ser a primeira fase da composição de serviços. Baseado no trabalho de Medeiros (2017), No planejamento é possível identificar situações que afetam a composição do serviço como falhas que possam ocorrer e prejudicar as fases seguintes do ciclo. Também pode ser verificado quais serviços apresentam melhor custo e tempo de resposta (desempenho), sempre analisando se o custo total é compatível com o esperado pelo analista.

Para essa análise, foram usados diagramas na notação de processos de negócios (BPMN) pois, através dele, é possível representar composição de serviços numa notação gráfica de mais alto nível que atinge um público maior.

Segundo Longaray et al(2017), BPMN conta com componentes básicos que facilitam a interpretação e a representação de processos. Há sete elementos-chave que permitem representar, os processos existentes (*Pool*, *Lane*, *Atividade*, *Data Object*, *Evento*, *Fluxo* e *Gateway*). A Figura 3 demonstra os elementos básicos da notação BPMN.

Figura 3 – Elementos da Notação BPMN.



Longaray et.al (2008)

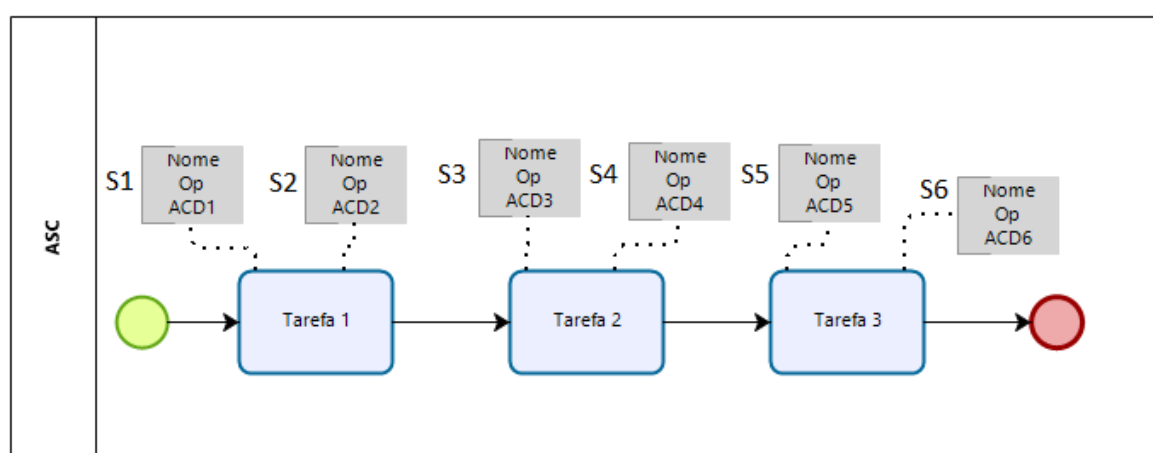
Após observar o processo acima, nota-se que possui várias tarefas de diferen-

tes características certamente de custos e desempenhos diferentes que podem se comportar de diversas maneiras.

### 3.1 Escolha de Serviços

Para escolher os serviços de uma composição de serviços, o analista precisa saber alguns dados como: as tarefas da composição, os serviços candidatos para executar cada tarefa, as operações desses serviços, cost drivers, o período de análise referente ao cálculo e o número de vezes em que a composição será usada neste período, que serão anotados na composição de serviços conforme a Figura 4.

Figura 4 – Composição de Serviços ASC.



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Acervo Pessoal, 2019

Neste trabalho, o desempenho dos serviços será informado pelo analista com base no histórico de execução, quando houver, ou baseado no que foi informado pelos provedores de serviços. Será considerado neste trabalho que esses valores estarão em algum repositório. Para a obtenção do desempenho é necessário ter acesso ao repositório de todos os serviços relativos a composição em questão. Através deste, se faz uma busca pelos ID's dos serviços retornando o tempo de resposta.

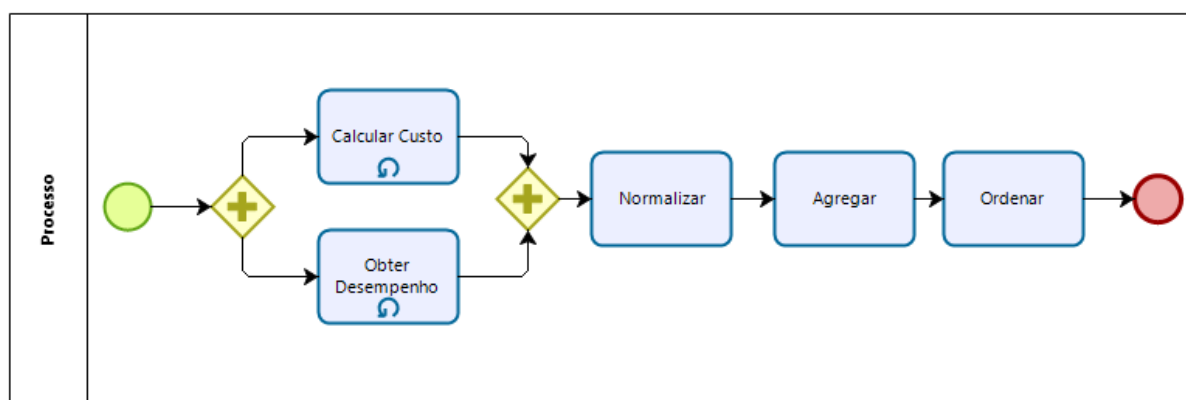
A Figura 5 mostra as etapas para calcular e escolher os melhores serviços da composição. Neste processo, o cálculo do custo e a obtenção do desempenho dos serviços são executados em paralelo. Após isso, é feita a normalização desses dados, seguido pela agregação, onde o custo e o desempenho se transformam em apenas um

valor, e, por fim, os serviços serão ordenados com base neste valor para que o melhor seja escolhido.

Segundo MEDEIROS (2017), o componente que gerencia os serviços candidatos, classifica e fornece os serviços que atendem aos atributos de qualidade exigidos por cada tarefa é Service Selector. Ele faz parte da arquitetura responsável pelo gerenciamento de custo numa composição de serviços.

Para determinar a classificação, o *Service Selector* verifica se a tarefa possui um ou mais atributos de qualidade. Quando a tarefa tiver dois ou mais requisitos de qualidade, o Service Seletor executa três operações, ou seja, normalização, agregação e ordenação (SOUZA,2014).

Figura 5 – Etapas do Trabalho



Para calcular custo de composição em tempo de planejamento, MEDEIROS, 2017 proveu um algoritmo o qual nosso trabalho se baseou. Porém, o algoritmo provido por MEDEIROS (2017) calcula o custo total da composição com base em apenas um serviço por tarefa, ou seja, ele não escolhe o melhor serviço dentro de um conjunto de candidatos. Com isso, modificamos o algoritmo de MEDEIROS (2017) para que ele pudesse calcular o custo de todos os serviços candidatos de forma que esse custo pudesse ser usado na escolha do melhor serviço de cada tarefa. Para calcular o custo de uma composição (ASC), cada tarefa( $t_j$ ) pode ter mais de um serviço ( $s_{ji}$ ) com mais de uma operação ( $op_{ji}$ ), como pode ser visto no Algoritmo 1.

Figura 6 – Algoritmo para cálculo do Custo

```

1  procedure COMPUTECOSTDRIVERVALUE(ASC, periodOf Analysis, n)
2    T_CB_CDV := empty
3    for all tasks  $t_j$  in ASC do
4      for all  $s_{ji}$  in  $t_j$  do
5         $op_{ji} := s_{ji}.getOperation()$ 
6         $ACD_{ji} := s_{ji}.getCostDrivers()$ 
7         $cb_{ji} := s_{ji}.getCostBehaviour()$ 
8        for all  $acd_{jik}$  in  $ACD_j$  do
9           $value := PCE(t_j) \times acd_{jik}.value \times n$ 
10         T_CB_CDV.add( $t_j, cb_{ji}, op_{ji}, acd_{jik}.name, value$ )
11       end for
12     end for
13   end for
14   for all tasks  $t_j$  in T_CB_CDV do
15     CB_CDV := T_CB_CDV.getCB_CDV( $t_j$ )
16     for all  $cb_{ji}$  in CB_CDV do
17        $cost := 0.0$ 
18       for all rules  $r_{jik}$  in  $cb_{ji}$  do
19          $CDV := CB_CDV.getCDV(cb_{ji}, r_{jik}.op)$ 
20          $cost := cost + r_{jik}(CDV, periodOf Analysis)$ 
21       end for
22       ServiceCosts.add( $t_j, cb_{ji}.resource, cost$ )
23     end for
24   end for
25   return ServiceCosts
26 end procedure

```

Acervo Pessoal, 2019

O algoritmo recebe como entrada a composição de serviço ASC, o período de análise (*period Of Analysis*) e o número médio de execuções (*n*) ao longo do período de análise. Neste algoritmo, a composição tem tarefas que dentro dessas tarefas tem serviços. Nessa adaptação do algoritmo é possível coletar dados da composição como as tarefas ( $t_j$ ) da composição e outros dados que já estavam disponíveis nas versões

anteriores como operações( $op_{ji}$ ), Cost Drivers( $ACD_{ji}$ ), Cost Behaviours( $cb_{ji}$ ), linha 5, 6 e 7, respectivamente. O algoritmo tem o conjunto T\_CB\_CDV que possui os valores de cost drivers por cost behaviors e o código assume que o custo do serviço só é contabilizado se e somente se o serviço for executado com sucesso (VAN HEE, Kees M. et al.2009).

A variável value (linha 9) será igual à probabilidade do serviço ser usado e concluído com sucesso PCE ( $t_j$ ), multiplicado pelas anotações de Cost Drivers  $acd_{jik}$  multiplicado por n, o número de vezes que a composição é executada. Em seguida, adicionam-se as tarefas ( $t_j$ ), Cost Behaviours( $cb_{ji}$ ), operações( $op_{ji}$ ), anotações de Cost Drivers  $acd_{ji}$ , com os nomes dos serviços e a variável value ao conjunto T\_CB\_CDV. A tupla CB\_CDV receberá todos os dados de T\_CB\_CDV, tarefa por tarefa, serviço por serviço.

CDV será igual a tupla CB\_CDV onde as regras  $r_{jik}$  estão em  $cb_{ji}$  através de suas respectivas operações (linha 19). Cost será somado com a regra em função da tupla CDV e do período de análise.

Por fim, teremos a tupla ServiceCosts  $\langle t_j, s_{ji}, cs_j \rangle$  Onde,

$t_j$  são todas as tarefas;

$s_{ji}$  são todos serviços;

$cs_j$  todos os custos dos serviços.

Uma vez os custos calculados e os desempenhos obtidos, os atributos de qualidade dos serviços e requisitos da tarefa são normalizados pela equação Normaliser. Em seguida, os atributos de qualidade são agregados pelo Ranker para computar um único valor que representa o nível dos atributos de qualidade oferecidos por um serviço. Finalmente, a lista é classificada pelo Service Selector (MEDEIROS, 2017) usando o valor agregado computado pelo Ranker. Se o melhor para a composição for valores maiores o *Normaliser* aplica a Equação 1, mas para composição em que os melhores valores são os menores aplica-se a Equação 2 aos atributos de qualidade de todos os serviços candidatos e requisitos da tarefa (SOUZA,2014). Neste trabalho, o custo e o tempo de resposta (desempenho) precisam ser os menores.

$$q'_i = \begin{cases} \frac{q_{max}-q_i}{q_{max}-q_{min}} & \text{if}(q_{max} - q_{min}) \neq 0 \\ 1 & \text{if}(q_{max} - q_{min}) = 0 \end{cases} \quad (Equao1)$$

$$q'_i = \begin{cases} \frac{q_i-q_{min}}{q_{max}-q_{min}} & \text{if}(q_{max} - q_{min}) \neq 0 \\ 1 & \text{if}(q_{max} - q_{min}) = 0 \end{cases} \quad (Equao2)$$

Onde,



- S é o conjunto de todos os serviços;
- $s_i$  é um serviço no conjunto S;
- $q_i$  é um atributo de qualidade do i-ésimo serviço  $s_i$ .
- $q_{min}$  é o mínimo valor de q para todo conjunto de serviço S;
- $q_{max}$  é o máximo valor de q para todo conjunto de serviço S;
- $q'_i$  é o valor normalizado de  $q_i$ .

O Ranker agrega os atributos de qualidade dos serviços de acordo com as estratégias adotadas por especialistas em negócios ao definir os requisitos da tarefa. Neste caso, o especialista pode definir seus requisitos com base no peso de cada atributo ou no valor de cada atributo. Por exemplo, em relação ao peso o especialista pode informar que o peso do custo é 0.7 (ou 70%) e o do desempenho é 0.3 (ou 30%) ou informar que o custo de uma tarefa tem que ser R\$30,00 e o desempenho 1s.

Se for definido os requisitos de qualidade por prioridade, ou seja, por peso, o Ranker aplica a equação Simple Additive Weighting (Ponderação Aditiva Simples), caso o contrário, o Ranker aplica a equação da Distância Euclidiana para executar a agregação, que compara a similaridade entre atributos de qualidade de serviços candidatos e requisitos de qualidade do usuário, conforme mostrado nas equações abaixo:

Equação *Simple Additive Weighting*:

$$SWA(s_i) = \sum_i^n q'_{ji} * w_i$$

Onde,

- S é o conjunto de todos os serviços;
- $s_i$  é um serviço no conjunto S;
- n é o número de atributos associados ao serviço  $s_i$ ;
- $q'_{ji}$  é o valor normalizado do j-ésimo atributo de qualidade do i-ésimo serviço;
- $w_j$  é o peso do j-ésimo requisito de qualidade.

Equação da Distância Euclidiana:

$$D(s_i) = \sqrt{\sum_i^n (q'_{ji} - r_i)^2}$$

Onde,

- $S$  é o conjunto de todos os serviços;
- $s_i$  é um serviço no conjunto  $S$ ;
- $n$  é o número de atributos associados ao serviço  $s_i$ ;
- $q'_{ji}$  é o valor normalizado do  $j$ -ésimo atributo de qualidade do  $i$ -ésimo serviço;
- $r_j$  é o valor do  $j$ -ésimo requisito de qualidade.

Uma vez os valores do custo e desempenho agregados, os serviços candidatos serão ordenados com base neste valor da agregação e o melhor serviço será escolhido para executar a tarefa da composição.

## 4 Considerações Finais

Composições de serviços sempre trazem desafios para o analista e equipe responsável. Este trabalho tratou do desafio de escolher os melhores serviços para composição de serviços considerando custo financeiro e desempenho.

Após um estudo da literatura, encontramos trabalhos que tratam de custo e desempenho de composição de serviço. O trabalho mais atual no gerenciamento de custo de composição de serviço é o de MEDEIROS,2017. Porém, Medeiros não trata de desempenho e também não trata de escolha de serviço em tempo de planejamento. Com isso, adaptamos o algoritmo proposto por Medeiros para que fosse possível calcular custo de serviços candidatos e com isso escolher o melhor serviço para cada tarefa com base no custo e desempenho.

Porém, o algoritmo proposto não considera que um serviço pode executar mais de uma tarefa de uma composição. Isso é uma limitação, pois, em SOA mais de um serviço pode ser utilizado para executar uma tarefa como também um serviço pode executar mais de uma tarefa da composição. Infelizmente, devido à falta de tempo, não foi possível avaliar este trabalho.

Como trabalho futuro, pretendemos avaliar a eficácia e eficiência deste trabalho assim como adaptar o algoritmo para que seja possível considerar que um serviço possa executar mais de uma tarefa da composição.

## 5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Virgilio AF; MENASCÉ, Daniel A. Capacity planning an essential tool for managing Web services. **IT professional**, v. 4, n. 4, p. 33-38, 2002.

BARYANNIS, G. et al. Overview of the state of the art in composition and coordination of services. **S-CUBE Software Services and Systems Network Consortium**, v. 1, 2008.

CENTURION, Adriana Molina. **Impacto das rajadas no desempenho de serviços executados em ambientes em nuvens**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2015.

CHANDRASEKARAN, Senthilanand et al. **Composition, performance analysis and simulation of web services**. 2002. Tese de Doutorado. University of Georgia.

DE MEDEIROS, Robson Wagner Albuquerque. **Cost management of service composition**, 2017.

DIAS JR, José Jorge Lima; OLIVEIRA, J.; MEIRA, SR de L. Pontos Chaves para Adoção de Uma Arquitetura Orientada a Serviços: Uma Análise Comparativa de Modelos de Maturidade SOA da Indústria. **VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, SBSI. São Paulo**, 2012.

FURTADO, Camille et al. Arquitetura Orientada a Serviço-Conceituação. **Relatórios Técnicos do DIA/UNIRIO (RelaTe-DIA), RT-0012/2009**, 2009.

GUIDI, Claudio et al. SOCK: a calculus for service oriented computing. In: **International Conference on Service-Oriented Computing**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. p. 327-338.

JAISSWAL, Vimmi; SHAR MA, Amit; VERMA, Akshat. ReComp: QoS-aware recursive service composition at minimum cost. In: **Integrated Network Management (IM), 2011 IFIP/IEEE International Symposium on**. IEEE, 2011. p. 225-232.

LIU, Jiamao; FAN, Chenhui; GU, Ning. Web services automatic composition with minimal execution price. In: **Web Services, 2005. ICWS 2005. Proceedings. 2005 IEEE International Conference on**. IEEE, 2005. p. 302-309.

LONGARAY, André Andrade et al. PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS USANDO A BPMN: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 10, p. 247-275, 2017.

MEDEIROS, Robson WA; ROSA, Nelson S.; FERREIRA PIRES, Luis. Cost management of service compositions. **International journal of services computing**, v. 4, n. 4, p. 35-50, 2016.

- NEWCOMER, Eric; LOMOW, Greg. **Understanding SOA with Web services**. Addison-Wesley, 2005.
- O'BRIEN, Liam; MERSON, Paulo; BASS, Len. Quality attributes for service-oriented architectures. In: **Proceedings of the international Workshop on Systems Development in SOA Environments**. IEEE Computer Society, 2007. p. 3.
- PAPAZOGLU, Michael P.; GEORGAKOPOULOS, Dimitrios. **Service-oriented computing. Communications of the ACM**, v. 46, n. 10, p. 25-28, 2003.
- PAPAZOGLU, Mike P. **Service-oriented computing: Concepts, characteristics and directions**. In: Web Information Systems Engineering, 2003. WISE 2003. Proceedings of the Fourth International Conference on. IEEE, 2003. p. 3-12.
- PAPAZOGLU, M. et al. **Service-oriented computing: State of the art and research directions**. IEEE Computer Society, v. 40, n. 11, p. 64-71, 2007.
- RAMACHER, Rene; MÖNCH, Lars. Service selection with runtime aspects: A hierarchical approach. **IEEE Transactions on Services Computing**, v. 8, n. 3, p. 481-493, 2015.
- RICH, Jay et al. **Cornerstones of financial and managerial accounting. Cengage Learning**, 2011.
- SAMPATHKUMARAN, Partha B. **Computing the cost of business processes**. 2013. Tese de Doutorado. Imu.
- SINGH, Aditya Pratap. QoS ISSUES IN WEB SERVICES. **From The Desk of HOD**, v. 6, n. 2, p. 27, 2015.
- SORDI, José Osvaldo De; MARINHO, Bernadete de Lourdes; NAGY, Marcio. Benefícios da Arquitetura de Software Orientada a Serviços para as empresas: análise da experiência do ABN AMRO Brasil. **JISTEM: Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 3, n. 1, 2006.
- SOUZA, Victor Alexandre Siqueira Marques de et al. **Uma arquitetura orientada a serviços para desenvolvimento, gerenciamento e instalação de serviços de rede**.2006.
- SOUZA, Fábio Nogueira et al. Ranking Strategies for Quality-Aware Service Selection. In: **2014 IEEE International Conference on Services Computing**. IEEE, 2014. p. 115-122.
- VAN HEE, Kees M. et al. A framework for linking and pricing no-cure-no-pay services. In: **Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency II**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. p. 192-207.
- VIANNA, Ricardo Lemos. **Uma solução para composição de serviços de gerencia-**

**mento de redes utilizando padrões web services.2007.**

YU, Jia; BUYYA, Rajkumar; THAM, Chen Khong. Cost-based scheduling of scientific workflow applications on utility grids. In: **e-Science and Grid Computing, 2005. First International Conference on.** Ieee, 2005. p. 8 pp.-147.