

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMACAO

LEONARDO AUGUSTO METZGER

**OPTVM: UM SERVIÇO DE SUPORTE PARA MIGRAÇÃO DE VMS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SÃO BENTO DO SUL  
2019

LEONARDO AUGUSTO METZGER

## **OPTVM: UM SERVIÇO DE SUPORTE PARA MIGRAÇÃO DE VMS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Mário Ezequiel Augusto  
Universidade do Estado de Santa Catarina

SÃO BENTO DO SUL  
2019

TODO

## **AGRADECIMENTOS**

@TODO

*@TODO*

## RESUMO

METZGER, Leonardo. OptVM: Um serviço de suporte para migração de VMs. 2019. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Sistemas de Informacao, Universidade do Estado de Santa Catarina. São Bento do Sul, 2019.

@TODO

**Palavras-chave:** VM. Optimization. Rest.

## **ABSTRACT**

METZGER, Leonardo. Title in English. 2019. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Sistemas de Informacao, Universidade do Estado de Santa Catarina. São Bento do Sul, 2019.

@TODO

**Keywords:** VM. Optimization. Rest.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	1
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
2.1 SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA)	2
2.2 SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL (SOAP)	2
2.3 REPRESENTATIONAL STATE TRANSFER (REST)	3
2.4 OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	3
2.5 ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS	4
2.6 ALGORITMOS GENÉTICOS	4
2.7 TRABALHOS RELACIONADOS	4
2.7.1 Migração de máquinas virtuais	4
2.7.2 Otimização na escolha de um host	5
<b>3 – METODOLOGIA</b>	<b>6</b>
<b>4 – OPTVM</b>	<b>7</b>
4.1 COMPONENTES	7
4.2 APLICADOR DE CONSTRAINTS (CONSTRAINT APPLIER)	7
4.2.1 Tipos de restrições (constraints)	7
4.2.2 Algoritmo	8
4.3 OTIMIZADOR (OPTIMIZER)	9
4.4 COMUNICAÇÃO	10
4.5 REPRESENTAÇÃO DO SERVIÇO	11
4.5.1 Recursos	11
4.6 FUNCIONAMENTO DO SERVIÇO	12
<b>5 – RESULTADOS</b>	<b>15</b>
<b>6 – CONCLUSÃO</b>	<b>16</b>
6.1 TRABALHOS FUTUROS	16
6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
<b>Referências</b>	<b>17</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da computação em nuvem, surgiram necessidades cada vez maiores de utilizar ao máximo o poder dos computadores sem sobrecarregá-los. Estas necessidades surgem para atender requisitos de diminuição de custos, aumento de desempenho, entre outros objetivos que fazem com que usuários de computação em nuvem e empresas que usam este tipo de serviço obtenham vantagem no uso dela.

Para isso, é muito comum que para otimizar o uso dos computadores de um ambiente em nuvem, os provedores utilizem o mecanismo de virtualização. Hoje, os *datacenters* são compostos por máquinas físicas(FMs) e máquinas virtuais(VMs), sendo que, cada FM normalmente possui pelo menos uma ou mais VMs. Essa utilização das VMs permite que seja construído um ambiente flexível.

Em um cenário que o ambiente em que temos a possibilidade de utilizar as FMs como host de múltiplas VMs, é possível que as VMs da nuvem sejam organizadas de diferentes maneiras em relação as FMs para que atinjam os objetivos dos interessados. Os objetivos podem ser os mais variados. Por exemplo, uma empresa que use o serviço da nuvem pode querer ter um alto desempenho, assim como pode querer ter o menor custo possível. Por esse motivo, existem pesquisas que buscam maneiras de otimizar esses objetivos e buscar uma forma de resolver este tipo problema, o qual é chamado otimização baseado em múltiplos objetivos.

A migração de uma VM envolve algumas etapas, como, a descoberta da necessidade de migração, a escolha de uma VM a ser migrada e a escolha de um host de destino para essa VM. A etapa em que este trabalho está interessado é a escolha de um host de destino para a VM. Considerando que uma migração seja considerada cara do ponto de vista computacional. O momento da migração deve ser bem escolhido para evitar que a própria migração não incorra em prejuízos. Assim como o momento da migração é importante, a escolha de um destino também é, pois o host selecionado tem que atender os objetivos e restrições que a VM necessita, para que não haja a sobrecarga do host de destino e implique em uma nova migração.

O trabalho tem papel de servir como apoio para a migração de VMs em ambientes de computação em nuvem. O trabalho faz uso de uma abordagem em que um usuário, que precise migrar uma VM, possa utilizar um serviço que selecionará as melhores opções de host para fazer a migração de uma VM. O serviço possui uma abordagem que utiliza algoritmos que fazem a seleção do host baseado em múltiplos objetivos. Contudo, o serviço é uma caixa preta, esta característica traz uma grande vantagem, o usuário não precisa conhecer nada sobre os algoritmos utilizados, precisa apenas utilizar a interface que é definida pelo serviço.

### 1.1 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

@TODO

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, são apresentados alguns conceitos e termos utilizados no decorrer do trabalho. Estes, também darão base para compreender a escolha das técnicas utilizadas. Os conceitos são relacionados a construção do sistema. Os conceitos estão relacionados a otimização multiobjetivo e comunicação cliente/servidor, que são os dois pilares do sistema que será desenvolvido.

### 2.1 SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA)

O desenvolvimento de software para um ambiente corporativo é uma tarefa complexa. Conforme Brown [Brown Simon Johnston 2002], no decorrer dos anos, a comunidade de desenvolvimento de software se dedicou em desenvolver novas abordagens, processos e ferramentas para a construção de softwares de grande escala.

Brown considera que uma maneira de descrever um sistema de software é como sendo um composto de uma coleção de serviços. Cada serviço, provém um conjunto de funcionalidades bem definidas. As funcionalidades do serviço sendo bem definidas e sólidas, torna possível a construção de serviços compostos, ou seja, uma funcionalidade que faça a utilização de outras funcionalidades ou serviços. Esta modularização e coordenação de serviços e funcionalidades caracteriza um Service Oriented Architecture (SOA).

Segundo [Valipour Bavar Amirzafari e Daneshpour 2009], SOA pode ser definido como um design de software utilizado para conectar negócios e recursos computacionais sob demanda, e isso possibilita os usuários do serviço (podendo ser outros serviços ou usuários finais) alcançarem seus objetivos.

Existem diversas maneiras de implementar uma aplicação baseada em SOA, o importante é que sua interface seja bem definida com as operações que podem ser realizadas. Uma das grandes vantagens do SOA, é a facilidade que ele provém na integração de sistemas. Segundo [Valipour Bavar Amirzafari e Daneshpour 2009], com as operações bem definidas e disponíveis, o consumidor do SOA, pode se preocupar somente com o que determinado serviço faz e não como é implementado.

As principais características de um software feito utilizando SOA são que ele é auto contido e modular, interoperável, fracamente acoplado, passível de composição e possui transparência de localização. Como SOA não limita a estratégia utilizada para o desenvolvimento do mesmo, pode-se utilizar qualquer técnica para implementá-lo. No ambiente corporativo, os serviços comumente são implementados utilizando web services SOAP, REST ou chamadas RPCs.

### 2.2 SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL (SOAP)

SOAP é um protocolo de comunicação baseado em XML(eXtension Markup Language) que foi criado no final dos anos 90. Seu objetivo é fazer a comunicação entre o cliente e o servidor através de informações passadas através de um documento XML. O protocolo utiliza um *schema* XML, que é uma maneira de descrever e validar o

formato os dados das requisições e respostas. Esse *schema* é utilizado pelo cliente e pelo servidor para saber como interpretar a resposta, no caso de recebimento de mensagem, e formatar a requisição, no caso de envio.

O objetivo do SOAP, é expor regras de negócio de aplicação através de serviços. Por esse motivo, o SOAP é uma opção comumente utilizada na construção de aplicações SOA. Outra característica do SOAP, é que ele não precisa ser implementado sobre um protocolo de transporte específico, é possível implementar utilizando outros protocolos, porém, na maioria das vezes é utilizado HTTP.

O SOAP algumas vezes é comparado com o REST, pois os dois podem ser utilizados para um objetivo semelhante, porém, os dois tem um foco diferente, onde o SOAP tem como expor regras de negócio como serviço e o REST visa representar um determinado estado e manipulá-lo através de operações bem definidas.

### 2.3 REPRESENTATIONAL STATE TRANSFER (REST)

REST foi formalizado por Fielding [Fielding 2000] em sua tese de doutorado, onde ele tem por objetivo apresentar uma arquitetura para criação de sistemas network-based. Na tese, REST é definido como um estilo arquitetural. Ele define uma série de restrições que devem ser respeitadas na criação de um software que é implementado utilizando este estilo arquitetural. As características de um software que utiliza o estilo REST serão apresentadas a seguir, assim como algumas de suas vantagens de desvantagens.

Uma das principais características é que o REST é implementado utilizando o modelo de comunicação cliente-servidor. Isso ajuda com a separação de responsabilidades, e permite que uma portabilidade de clientes do serviço implementado. Além disso, essa separação também permite que outros serviços façam uso do serviço REST. Do ponto de vista de arquitetura de software, isto é muito importante, pois permite que componentes fiquem bem modularizados.

Outra característica que o estilo arquitetural tem, é que o serviços devem ser stateless, ou seja, as requisições devem ser auto-contidas, não podem assumir algum estado ou contexto que o servidor tenha previamente armazenado.

Fielding [Fielding 2000] destaca que uma das características centrais do REST, e o que difere ele de outros estilos arquiteturais, é a utilização de uma interface uniforme entre os componentes. Esta interface uniforme é um ponto muito positivo, pois permite que a comunicação entre os componentes da arquitetura seja feita de maneira genérica, o que permite escalar a comunicação entre aplicações.

### 2.4 OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO

Conforme Nos dias de hoje, problemas de otimização buscam um bom resultado. Segundo Veloso [Matos 2017] para os problemas de otimização, existem de maneira geral, dois tipos de problemas, os mono-objetivos e os multi-objetivos. Os mono-objetivos buscam otimizar uma solução baseando-se em um único objetivo, por consequência, problemas mono-objetivo resultam em um único resultado, que pode ser considerada a solução ótima para o problema. Já os multi-objetivo, buscam atender vários fatores, e isso torna a solução ótima mais difícil de ser encontrada.

Conforme Ticona [Ticona 2003] um problema de otimização multi-objetivo, é representado por um conjunto de funções objetivo que devem ser otimizadas.

## 2.5 ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS

Segundo [Ticona 2003], algoritmos evolucionários (AE) tem sido muito utilizados para problemas de otimização. Um dos motivos do uso deles, é por causa da possibilidade de resolver problemas que envolvam múltiplos objetivos. A abordagem utilizada neste tipo de algoritmo é baseada na evolução humana. O processo é baseado seleção natural de Darwin, da mesma maneira que acontece com a seleção das espécies. O algoritmo reproduz artificialmente o processo de seleção natural para encontrar os mais aptos a resolver determinado problema. O objetivo desses algoritmos é encontrar aproximações da solução perfeita para problemas difíceis.

Dentro da categoria dos AEs para otimização baseada em múltiplos objetivos, existem diferentes modelos.

O modelo de utilizado neste trabalho é a de algoritmos genéticos (AG). Esta é uma classe de algoritmos muito utilizada em otimizações multi-objetivo.

## 2.6 ALGORITMOS GENÉTICOS

Existem duas abordagens principais para AGs multi-objetivo. Uma delas utiliza pesos para objetivos únicos. E a outra forma, seleciona um subconjunto de um conjunto de possíveis soluções que não é dominada por nenhuma das outras soluções, este subconjunto é chamado de lista de Pareto, também conhecida por soluções Pareto-ótimas.

Nas otimizações multi-objetivo que utilizam soluções pareto-ótimas, usa-se o conceito de dominância de Pareto para alcançar soluções que sejam mais adequadas para determinado problema. Segundo Ticona [Ticona 2003], a dominância de um item  $\mathbf{x}$  sobre um item  $\mathbf{y}$  se dá quando as seguintes condições são atendidas:

1. A solução  $\mathbf{x}$  é igualmente ou mais adequada que a solução  $\mathbf{y}$  em todas as funções objetivo
2. A solução  $\mathbf{x}$  é melhor do que a solução  $\mathbf{y}$  em algum objetivo

## 2.7 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo será apresentado o problema em que o OptVM se propoem resolver. Isso será feito através da apresentação de alguns fatos relacionados a nuvens computacionais e como elas costumam ser utilizadas nos dias de hoje.

### 2.7.1 Migração de máquinas virtuais

As nuvens computacionais são utilizadas pela maioria das empresas de software da atualidade. Por esse motivo, as maiores empresas do setor investem muito neste segmento, oferecendo vários tipos de serviços diferenciados para seus consumidores. Estas empresas concorrem em alguns aspectos, como: velocidade, preço, disponibilidade e etc. Para aumentar sua competitividade nesses aspectos, muitas vezes é utilizada a virtualização.

Com a virtualização é possível alocar partes de um recurso físico para diferentes consumidores, fazendo com que um recurso físico se torne melhor utilizado. Isso deixa a alocação de recursos muito mais flexível, e torna possível obter uma elasticidade nos serviços oferecidos.

Uma dos objetivos de utilizar a virtualização é obter uma elasticidade dos recursos oferecidos. Ou seja, é possível aumentar sua capacidade de processamento, armazenamento mesmo depois que o já foi alocada uma VM para o usuário. Isso permite que um consumidor do serviço possa escolher o quanto precisa para executar as tarefas que deseja, assim como o provedor também consegue otimizar o uso de seus recursos

Essa realocação de uma VM pode ser feita a nível de nuvem, datacenter(DC) ou host. Quando a realocação é feita em nível de DC ou nuvem, é muito provável que seja necessário migrar uma VM do local em que ela se encontra. Caso seja necessário uma migração de uma máquina, existem alguns pontos que devem ser avaliados.

Três momentos podem ser considerados os pontos principais a serem avaliados para uma migração, são eles:

1. A descoberta de uma necessidade de migração
2. Qual máquina virtual deve ser migrada
3. Para onde deve ocorrer a migração

Estas otimizações e migrações das VMs são necessárias em ambientes que envolvem uma infraestrutura grande, onde existem múltiplos hosts, datacenters e nuvens. Por esse motivo, não é recomendado que um sistema ou serviço gerencie a infraestrutura inteira sozinho, pois sua escalabilidade poderia se tornar um gargalo. Isso faz com que sejam construídos diferentes serviços e aplicações que se integram e gerenciam a infraestrutura.

### 2.7.2 Otimização na escolha de um host

Como citado anteriormente uma das partes essenciais na migração de uma VM é a escolha de um destino para ela. Para isso, é importante escolher um destino que aloque muito bem a VM e não seja necessário fazer uma outra migração logo em seguida.

### **3 METODOLOGIA**

@TODO

## 4 OPTVM

O OptVM é um sistema que tem o propósito de dar suporte para a migração de VMs em ambientes de nuvem federadas através de serviços utilizando o modelo cliente/servidor, mais especificamente o padrão arquitetural Representational State Transfer (REST). O sistema possui dois principais componentes para atingir seu objetivo: um deles, faz uma filtragem de hosts aplicando restrições previamente escolhidas pelo cliente do serviço e o outro define os melhores hosts de destino para migrar uma VM específica baseando-se em objetivos também escolhidos pelo cliente. A escolha dessas restrições e objetivos de otimização, foi chamada de **política**. Essa política, após definida, pode ser reutilizada pelo usuário que a criou ou por outros usuários.

As restrições nada mais são do que regras de negócio que o usuário da API consegue definir através de uma política. Existem algumas restrições definidas no OptVM e elas devem ser apenas configuradas pelo usuário da API. Essa "configuração" das restrições é feita através das políticas.

E os objetivos da otimização são interesses do usuário, por exemplo, minimização do consumo de energia. Os objetivos, assim como as restrições, são definidas pelo OptVM e o usuário tem a opção de utilizá-las.

Por lidar com conhecimentos específicos, como algoritmos de otimização, o OptVM busca ser uma solução caixa preta, onde, o usuário não necessita saber nada sobre o funcionamento interno, algoritmos utilizados, etc. Basta utilizar suas APIs para fazer uso de suas funcionalidades. A intenção é que o usuário não precise entender sobre como as coisas são feitas para obter as vantagens do OptVM.

Neste capítulo, serão apresentados aspectos gerais em relação a implementação e uso do OptVM. No primeiro momento serão mostrados os componentes que integram o sistema. Depois disso, técnicas e ferramentas utilizadas, e no final o funcionamento do serviço.

### 4.1 COMPONENTES

O OptVM é dividido em dois principais componentes: O aplicador de constraints (*constraint applyier*) e o otimizador (*optimizer*). Os dois componentes estão relacionados, porém são representados e aplicados separadamente.

### 4.2 APLICADOR DE CONSTRAINTS (CONSTRAINT APPLYIER)

Para o entendimento de como funciona o aplicador de restrições, é importante conhecer os tipos de restrições e como elas funcionam.

#### 4.2.1 Tipos de restrições (constraints)

O OptVM disponibiliza algumas restrições pré definidas, para que o usuário do serviço faça uso delas. Os tipos de restrições disponibilizadas pelo OptVM operam em 3 níveis, são eles: cloud, datacenter (DC) e hosts.

Cada restrição tem uma responsabilidade específica, uma regra de negócio que não deve ser infringida. As restrições disponibilizadas e seus respectivos níveis são as seguintes:

1. Cloud:
  - a) Nenhuma
2. DC:
  - a) *Conflito*: Pode conflitar uma localização, por exemplo, uma VM dos USA, não pode habitar em um host de ISRAEL;
  - b) *Custo*: Os custos que irão gerar ultrapassam os parâmetros.
3. Host
  - a) *Dependência*: Depende que o host tenha um sistema operacional(OS) ou hypervisor específico (baseado em seus parâmetros);
  - b) *Coabitação*: Dependendo dos parâmetros da constraints, exige que o host seja vizinho (1 hop de distância).

#### 4.2.2 Algoritmo

O *constraint applyier* tem a responsabilidade de remover os hosts que não atendem à uma ou mais restrições estabelecidas pelo usuário. Como as restrições operam nos 3 níveis, é importante que algoritmo tenha acesso a um contexto onde obtenha informações sobre as núvens, datacenters e hosts disponíveis.

O algoritmo que aplica as constraints, consiste em iterar sobre as constraints ordenadas da mais significativa (operam em nível de cloud), para a menos significativa (operam em nível de host), e remover os itens que não atendem as restrições, após cada iteração.

A intenção de aplicar as restrições ordenadas das mais significativas para as menos significativas, é para que diminua o número de iterações. Pois quando, por exemplo, um datacenter não atende uma restrição, os hosts daquele datacenter também não são elegíveis como um possível destino, então, as restrições em nível de host para os hosts desse determinado datacenter nem devem ser executadas.

O pseudocódigo do algoritmo é representado da seguinte maneira:

Uma representação visual, de como o algoritmo funcionaria, pode ser vista na Figura 1. A ideia é que funcione semelhante a uma estrutura de árvore, e que quando um nó pai não atende a restrição, toda a sub-arvore também não atende. E a avaliação é feita top-down.

A imagem mostra como as constraints aplicadas em seus respectivos níveis, eliminariam a possibilidade da VM migrar para determinado host. Na Figura 1, foram representados os seguintes casos:

1. A **Cloud 1** não atende à alguma restrição escolhida em nível de nuvem, então nenhum de seus DCs e por consequência hosts dos DCs, serão alvos válidos;
2. O **Datacenter 05** não atende alguma restrição em nível de DC, então nenhum de seus hosts estarão disponíveis como alvo de migração;
3. E os **Host 07 e Host 12** não atendem alguma restrição em nível de host;
4. Um caso mais específico é quando o **Host 12** não atende a alguma restrição, logo o **DC 07** não terá nenhum host válido, então também deve ser desconsiderado.



**Algoritmo 1:** Constraint Applyer

**Input:** as *constraints* restrições, *context(Clouds, DCs, Hosts)* contexto com todas as opções disponíveis

**Output:** *context'(Clouds, DCs, Hosts)* somente com Clouds/DCs/Hosts que atendem as restrições

*context' ← context*

**for** *constraints* ∈ *constraints* **do**

**if** *c* é do tipo *CLOUD* **then**

    aplica a *constraints* nas núvens do contexto

*context' ← nuvensAtualizadas*

**end**

**else if** *constraints* é do tipo *DC* **then**

    aplica a *constraints* nas DCs do contexto

*context' ← datacentersAtualizados*

**end**

**else if** *constraints* é do tipo *HOST* **then**

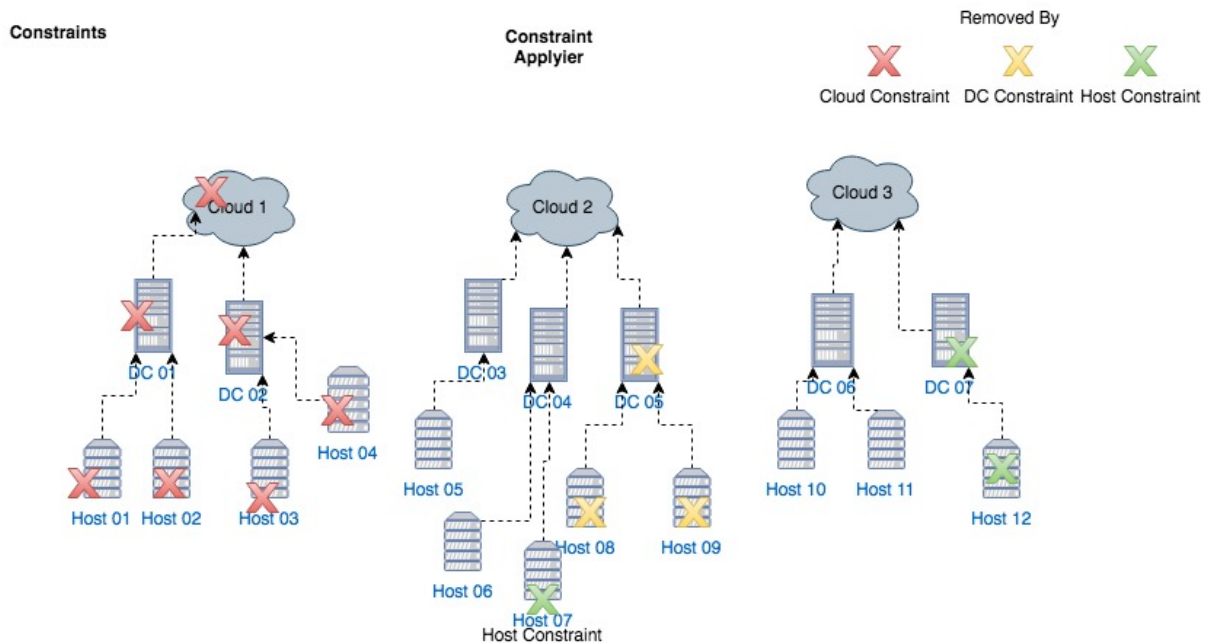
    aplica a *constraints* nas Hosts do contexto

*context' ← hostsAtualizados*

**end**

**end**

Figura 1 – Exemplo de aplicação das constraints



### 4.3 OTIMIZADOR (OPTIMIZER)

O *optimizer* é responsável por otimizar a seleção dos hosts disponíveis nas núvens da federação para a VM que necessita migrar. O objetivo é alcançar um melhor subconjunto para a alocação da VM. Além disso, a seleção desse subconjunto é selecionado atendendo os objetivos da **política** selecionada para a otimização (conjunto de objetivos e restrições), escolhida pelo usuário.

A otimização feita no OptVM, faz uso de algoritmos genéticos. Os algoritmos genéticos, são baseados na evolução humana e fazem uso de uma simulação do processo evolutivo descoberto por Darwin. São feitas diversas avaliações sobre uma população que é iniciada randômicamente no algoritmo. O processo evolutivo faz com que apenas as soluções com os genes mais aptos "sobrevivam". A aptidão da solução é dada pela *fitness function*, também chamada de função objetivo.

No OptVM, os objetivos são dinâmicos, ou seja, é possível que o usuário da API escolha por alguns objetivos e não por outros. Os objetivos disponíveis no OptVM são 3, dos quais um ou mais podem ser escolhidos, são eles:

1. Minimização do consumo de energia;
2. Minimização de requisições de migração;
3. Minimização da sobrecarga da migração.

Como a otimização possui um conjunto de indivíduos, que formam uma população, cada indivíduo da população representa uma possível solução para o problema. Nos algoritmos de otimização o indivíduo possui uma representação (*encoding*), que pode ser feita de diversas maneiras, de maneira binária, por inteiros, entre outros tipos de representação.

Como uma representação representa uma solução para o problema, no OptVM, a representação escolhida foi: um array de booleanos que representa cada host. O número, indica a identificação de um host em que a  $VM_i$  estaria alocada.

$$Solution = [ 4 \ 3 \ 3 \ 2 \ 5 \ 1 ]$$

No exemplo, a  $VM_1$  estaria alocada no  $Host_4$ , a  $VM_2$  e  $VM_3$  no  $Host_3$ , a quarta no host 5 e assim sucessivamente.

#### 4.4 COMUNICAÇÃO

Em termos gerais, uma API é uma interface de software que pode ser chamada e executada [Eizinger 2017].

Como o OptVM é um serviço que deve ser disponibilizado para uma arquitetura de cliente/servidor de maneira distribuída, haviam três possíveis maneiras de implementá-lo, que eram REST, SOAP e via chamadas RPC. Para o desenvolvimento do OptVM o foi escolhido implementação utilizando o modelo REST. A escolha desta opção se deu principalmente pelos seguintes motivos:

1. É um padrão arquitetural bastante maduro;
2. É agnóstico em relação a linguagens de programação;
3. É bastante flexível em relação ao modelo de comunicação.

Como o padrão arquitetural REST é agnostico em relação ao formato utilizado para fazer a comunicação dos dados. O *encoding* dos dados pode ser feito da maneira que for mais conveniente para o usuário. No caso do OptVM é possível fazer a comunicação tanto no formato XML como no formato JSON.

Isso é controlado pelo próprio cliente da aplicação. É controlado através do cabeçalho *Accept* da requisição HTTP.

A criação de um recurso de otimização deve-se ser utilizado o seguinte formato, para o corpo da requisição. No exemplo, está sendo utilizado o formato JSON, porém, o mesmo se aplica também para o XML:

## 4.5 REPRESENTAÇÃO DO SERVIÇO

O padrão REST, definido por Fielding [Fielding 2000], sugere que se deve criar uma interface para interação com o sistema. Essa interface é representada através de recursos, e a interação com esses recursos é feita através de requisições HTTP, as quais contém verbos, o corpo da mensagem, cabeçalhos, entre outras informações. Além disso, o padrão arquitetural também sugere que haja links para verificar outras informações e tomar ações sobre os recursos, chamado HATEOAS.

Como

### 4.5.1 Recursos

O OptVM trabalha em cima de 2 recursos, chamados políticas(*policies*) e otimizações(*optimizations*). Ambos os recursos, conseguem trabalhar de maneira independente.

O recurso de políticas é responsável por gerenciar (criar, atualizar, deletar), as políticas cadastradas. As políticas são compostas por objetivos e restrições.

Já o recurso das otimizações, é responsável por gerenciar as otimizações executadas pelo sistema. O recurso além de fazer a otimização, também guarda um histórico, com informações mais detalhadas, que pode ser consultado após feitas as otimizações. Além do histórico, o recurso também guarda métricas e informações sobre a otimização em si, como tempo de execução por exemplo.

Conforme REST propõe, foram utilizados os verbos para realizar as operações correspondentes ao que eles se propõe a fazer. Então o verbo POST é utilizado para a criação de recursos, e o GET para a busca de recurso(s), DELETE para deleção e PUT para atualização.

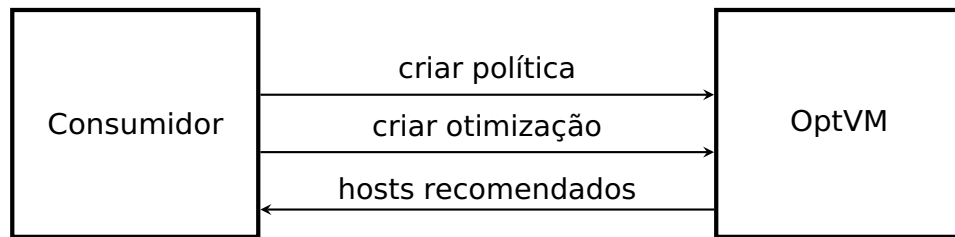
No geral, os recursos do OptVM ficaram organizados da seguinte maneira:

Tabela 1 – Tabela recurso otimização

Verbo	URI	Operação
GET	<i>/optimizations</i>	Todas as otimizações
POST	<i>/optimizations</i>	Cria uma otimização
GET	<i>/optimizations/:id</i>	Otimização específica
GET	<i>/optimizations/:id/details</i>	Detalhes da otimização
GET	<i>/optimizations/:id/metrics</i>	Métricas da otimização

Tabela 2 – Tabela recurso policy

Verbo	URI	Operação
GET	<i>/policies</i>	Todas as políticas
POST	<i>/policies</i>	Cria uma política
PUT	<i>/policies</i>	Atualiza uma política
GET	<i>/policies/:id</i>	Política específica
DELETE	<i>/policies/:id</i>	Exclui específica



#### 4.6 FUNCIONAMENTO DO SERVIÇO

A utilização do serviço, exige que seja seguido um fluxo. O próprio serviço ajuda o usuário seguir o fluxo, através do HATEOAS, indicando links e próximas ações e consultas que podem ser feitas pelo consumidor da aplicação.

A ideia é que no caso de uso mais simples de utilização do serviço, para fazer uma otimização, é seguido o seguinte fluxo:

1. Criação de uma política, com seus objetivos e restrições de negócios;
2. Envio do conjunto de núvens/DCs/Hosts para ser feita a otimização;
3. Obtenção dos detalhes da otimização.

Apesar do caso de uso básico, é possível utilizar a API de maneiras diferentes, e fazer as combinações que forem mais úteis para o usuário.

A criação de uma política, é feita enviando os objetivos e as restrições. Após criada a política, a mesma pode ser utilizada em uma otimização. Através da associação do **id** com a otimização.

A criação de uma otimização, retorna um objeto com um resumo dos melhores hosts e sua identificação, para melhorar o destino da VM. Além disso, é possível obter detalhes de execução, através de */metrics*, assim como detalhes da otimização através da URI */details*.

Um exemplo de *payload* que a criação de uma otimização teria é o seguinte:

```
1 {
2   "id": 1,
3   "policy": 2,
4   "clouds": [
5     {
6       "id": 1,
7       "name": "Test",
8       "datacenters": [
9         {
10          "id": 1,
11          "hosts": [
12            {
13              "id": 1,
14              "memory": 2000,
15              "bandwidth": 1000,
16              "vms": [
17                {
18                  "id": 10,
19                  "space": 20,
20                  "memory": 150
21                }
22              ]
23            }
24          ]
25        }
26      ]
27    }
28  ]
29 }
```

```
1 {
2   "id": 1,
3   "hosts": [
4     {
5       "cloud": 1,
6       "datacenter": 2,
7       "host": 1
8     },
9     {
10      "cloud": 1,
11      "datacenter": 2,
12      "host": 1
13    },
14    {
15      "cloud": 2,
16      "datacenter": 2,
```

```
17     "host": 4
18   }
19 ],
20 "details": "/optimizations/1/details",
21 "metrics": "/optimizations/1/metrics"
22 }
```

## 5 RESULTADOS

@TODO

## **6 CONCLUSÃO**

@TODO

### **6.1 TRABALHOS FUTUROS**

@TODO

### **6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

@TODO



## Referências

BROWN SIMON JOHNSTON, K. K. A. Using service-oriented architecture and component based development to build web service applications. Rational Software, 2002. Citado na página 2.

EIZINGER, T. Api design in distributed systems: A comparison between graphql and rest. Engineering at the University of Applied Sciences Technikum Wien, 2017. Citado na página 10.

FIELDING, R. T. Architectural styles and the design of network-based software architectures. University of California, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 11.

MATOS, A. V. de. A migração de máquinas virtuais no gerenciamento de recursos em ambientes de nuvens computacionais. Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2017. Citado na página 3.

TICONA, A. C. B. D. W. G. C. Algoritmos evolutivos para otimização multi-objetivo. Universidade de São Paulo, 2003. Citado na página 4.

VALIPOUR BAVAR AMIRZAFARI, K. N. M. M. H.; DANESHPOUR, N. A brief survey of software architecture concepts and service oriented architecture. Department of Electrical and Computer Engineering Shahid Rajaee University, 2009. Citado na página 2.