UMA ABORDAGEM DE APLICAÇÃO AO AMBIENTE DE MICROSERVICES

Raniéri Geroldi[1]

Orientador: Luis Antônio Schneiders[2]

Resumo: A utilização de softwares e serviços tem se tornado, cada vez mais comum, no dia a dia das pessoas. Com esse aumento na demanda de software, alguns requisitos como alta disponibilidade e/ou desempenho, facilidade de atualização em ambiente de produção, evolução de tecnologias, entre outros, se tornaram indispensáveis para empresas mantenedoras de software e serviços. Muitos desses requisitos se tornam complexos de administrar em grandes ambientes utilizando a convencional arquitetura monolítica, para grandes empresas essa complexidade pode se tornar desvantagem comercial. Para suprir esses requisitos, de forma simplificada, surgiu a arquitetura de microservices, a qual consiste em desenvolver pequenos serviços independentes entre si, o que permite atingir os requisitos, citados anteriormente, com menor complexidade, além de oferecer novas vantagens sobre o modelo convencional. A adoção da arquitetura de microservices irá levar um novo paradigma para as equipes de desenvolvimento, o que nem sempre será vantajoso em todos os projetos, para cada novo projeto se devem verificar seus requisitos e, a partir disso, definir ou não a utilização de microservices.

Palavras-chave: Microservices. Arquitetura de Software. Aplicação Monolítica. Sistemas distribuídos. Arquitetura orientada a serviços.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de softwares no dia a dia se tornou cada vez mais comum, tanto no âmbito profissional quanto na vida pessoal. Com a propagação da internet, em escala global, novos serviços e aplicativos[3][4][5] surgem a cada dia, com mais usuários e cada vez mais pessoas conectadas[6]. Estas situações exigem que as empresas, que disponibilizam tais serviços, passem a se preocupar com requisitos, como: disponibilidade, segurança da informação, alto desempenho, distribuição de conteúdo em larga escala, entre outros aspectos.

Não só a quantidade de softwares desenvolvidos aumentou, assim como, seus requisitos para atender novas demandas (J.G. Hall, J. Grundy, I. Mistrik, P. Lago, e P.

---

1 Bacharel em Curso de Redes de Computadores pelo Centro Universitário UNIVATES, Lajeado.
2 Professor do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado.
3 "• Apple App Store: number of available apps 2017 | Statistic - Statista." https://www.statista.com/statistics/263795/number-of-available-apps-in-the-apple-app-store/. Acessado em 25 abr. 2017.
4 "• Number of Google Play Store apps 2017 | Statistic - Statista." https://www.statista.com/statistics/266210/number-of-available-applications-in-the-google-play-store/. Acessado em 25 abr. 2017.
5 "25 Fastest growing cloud companies: Global 100 Software Leaders ...." https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/global-100-software-leaders/25-fastest-growing-cloud-companies.html. Acessado em 25 abr. 2017.
6 "Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017 ...." 7 fev. 2017, http://www.gartner.com/newsroom/id/3598917. Acessado em 25 abr. 2017.

Avgeriou, 2011). Novas exigências e requisitos de qualidade, de complexidade, de disponibilidade, entre outros, confrontam o modelo tradicional de desenvolvimento de software embasado em uma arquitetura monolítica.

A arquitetura monolítica apresenta diversas desvantagens para ambientes complexos (Sam Newman, 2015; Chris Richardson, 2016), entre as quais se destacam:

- dificuldade de escalar a aplicação;
- complexidade nos testes;
- dificuldade em evoluir as tecnologias utilizadas sem grandes impactos na aplicação;
- impossibilidade de tirar proveito do ambiente mais apropriado para cada módulo da aplicação.

Em alguns casos, como o do Netflix[7], utilizar uma arquitetura monolítica representaria diversos problemas ao gerenciamento do ambiente[8]. Não só a periodicidade das atualizações necessárias para manter o produto competitivo seria prejudicada, assim como a capacidade de evoluir as tecnologias utilizadas e de escalar a aplicação como fosse necessário.

Para atender às novas necessidades impostas ao desenvolvimento de software, muitas evoluções ocorreram com o passar dos anos, entre essas evoluções está a arquitetura de microservices.

A arquitetura de microservices consiste em construir uma aplicação, como um conjunto de pequenos serviços independentes, em que cada serviço rode, em seu próprio processo, e efetue comunicação, utilizando protocolos WEB (LEWIS; FOWLER, 2014).

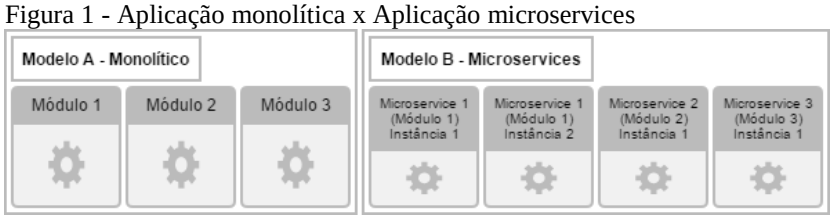
A partir das características propostas na arquitetura de microservices, os principais problemas associados às aplicações monolíticas serão resolvidos. A característica de se separar a aplicação, em serviços independentes, permite utilizar a tecnologia que for mais adequada a cada módulo, além de permitir escalar cada módulo independentemente dos outros. A realização de testes será facilitada, pois atualizações de código irão impactar somente ao módulo a que pertencem.

---

7 The Netflix Tech Blog: Netflix Conductor: A microservices orchestrator. 12 dez. 2016. http://techblog.netflix.com/2016/12/netflix-conductor-microservices.html. Acesso em: 18 abr. 2017.

8 "Time to Move to a Four-Tier Application Architecture - NGINX." 6 fev. 2015, https://www.nginx.com/blog/time-to-move-to-a-four-tier-application-architecture/. Acessado em 26 abr. 2017.

Figura 1 - Aplicação monolítica x Aplicação microservices



Fonte: Do autor (2017).

Como visto no Modelo A da Figura 1 se tem uma única aplicação com todos os módulos, sendo que quando é necessário escalar essa aplicação, replica-se toda esta para um novo ambiente, mesmo que um único ponto da aplicação, como, por exemplo, o Módulo 1 seja o motivo do gargalo.

No Modelo B da Figura 1, utilizando a arquitetura de microservices, é possível observar que cada instância é responsável por um módulo separado de aplicação. Em caso de gargalo, pode-se replicar somente um serviço, como no exemplo o Microservice 1 (Módulo 1). Dessa forma, tanto o processo de escalonamento da aplicação, quanto garantir redundância maior de determinadas partes, se torna mais fácil e exige menos recursos de hardware se comparado com aplicações monolíticas.

A utilização da arquitetura de microservices está se tornando cada vez mais comum no mercado, em alguns casos, esta tem se tornando a arquitetura padrão para novos projetos. Apesar da ampla adoção, a utilização de microservices representa novos desafios, tanto para os responsáveis pelo desenvolvimento do software, quanto os responsáveis pela estrutura de rede, que irá comportar essas aplicações.

2 MÉTODOS E MATERIAIS

Será desenvolvida e avaliada uma aplicação, utilizando a arquitetura de microservices e os componentes necessários para obter as seguintes características:

- alto desempenho e/ou disponibilidade;
- autenticação centralizada;
- facilidade de testes;
- fácil evolução de tecnologias;
- possibilidade de utilização de vários stacks para desenvolvimento, conforme as necessidades de cada microservice;
- balanceamento de carga;
- facilidade de escalar a aplicação;
- conteinerização dos serviços (Docker).

Para a criação e desenvolvimento dos componentes, serão utilizados padrões e tecnologias livres, adotados pelo mercado. O ambiente será construído, em máquinas virtuais, utilizando a distribuição Linux CentOS[9], contendo Docker[10] para virtualizar os serviços necessários. Toda rede será configurada para simular uma situação real.

Será utilizado um SSO para autenticação centralizada. Serão desenvolvidos microservices e interfaces web para simulação de um sistema. Os microservices se registrarão no service registry, que irá disponibilizar as instâncias dos mesmos para o balanceamento de carga. Será implementado um gateway para requisições e respostas personalizadas de dispositivos, como: celulares, tablets, videogames, entre outros. Serão utilizados DNS e *proxy* reverso para simular condições reais.

Serão avaliadas as dificuldades de implementação da arquitetura de microservices, se comparado com a arquitetura monolítica, assim como suas vantagens e desvantagens. Entre os principais fatores a serem avaliados estão: alta disponibilidade, escalabilidade e segurança.

Por fim, serão analisados cenários para implantação parcial ou total de microservices, levando em consideração integração com sistemas legados e migração de pontos de gargalo.

2.1 Tecnologias utilizadas

Para criação da arquitetura proposta neste artigo foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- Java 1.8 (build 25.121-b13)/Spring Boot 1.5.1.RELEASE(Spring Cloud - Dalston.M1)/Netflix Eureka server/client;
- NodeJS 7.2.0/AngularJS 2.4.5/TypeScript 2.0.3/ES6;
- CentOS 7 x86_64-Minimal-1611/Ubuntu 12.04.5;
- Docker 1.12.5(build 7392c3b)/Bind 9.9.4-RedHat-9.9.4-38.el7_3/Nginx 1.10.2;
- MongoDB 3.0.14/MySQL 8.0/PostgreSQL 9.6.2.

3 PROPOSTA E IMPLEMENTAÇÃO

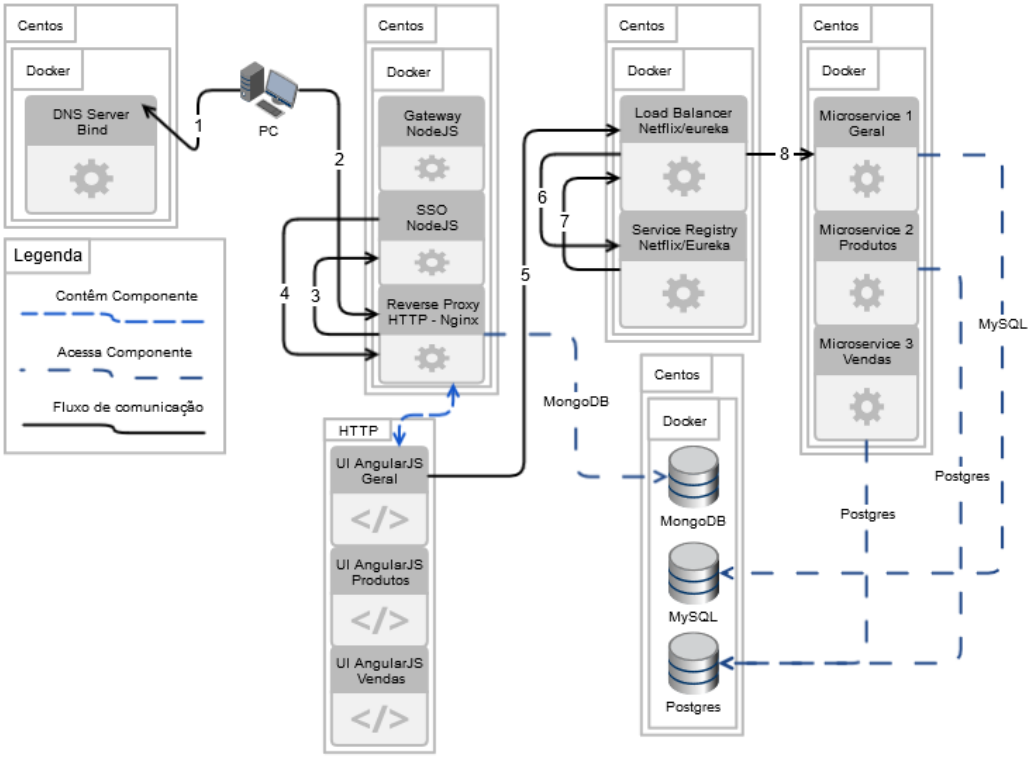
A implementação do ambiente irá abordar, em detalhes, a configuração dos componentes específicos ao contexto de microservices, detalhes de configurações referentes ao sistema operacional e banco de dados não serão discutidos.

[9] CentOS.Disponível em: https://www.centos.org/. Acesso em: 18 abr. 2017.
[10] Docker. Disponível em: https://www.docker.com/. Acesso em: 18 abr. 2017.

A seguir será exibida a arquitetura implementada, especificando as tecnologias utilizadas em cada componente, assim como o ciclo de vida de uma requisição para um de seus serviços.

Foram implementados três microservices, cada um utilizando base de dados individuais, contendo APIS Rest, para consumo de serviços via HTTP. Para cada um dos microservices foi desenvolvida uma interface web, seguindo o modelo SPA (BIRDEAU et al., 2002).

Figura 2 – Modelo proposto



Fonte: Do autor (2017).

A numeração encontrada na Figura 2 representa, em ordem crescente, os passos de uma requisição efetuada por um usuário.

Como se pode observar na Figura 2, o usuário irá acessar uma aplicação web pertencente à estrutura implementada, armazenada no servidor HTTP, http://geral.noface.com.br, a página web irá consumir serviços através de uma API Rest.

Após a consulta de DNS (1), o navegador redireciona para a aplicação solicitada (2), ao entrar na aplicação, o usuário será direcionado ao SSO (3), se o SSO possuir uma sessão válida, o usuário será direcionado, novamente, para a página solicitada anteriormente, agora com um token de autorização (4). Caso o SSO não possua uma sessão válida, o mesmo solicitará as credenciais para acesso ao sistema. O token fornecido pelo SSO será utilizado

como forma de validar as credenciais do usuário, ao consumir serviços das APIS Rest, o token deverá ser enviado a cada requisição de serviço.

Ao consumir serviços, a aplicação web irá efetuar a requisição ao load balancer (5), o mesmo ao receber a requisição irá verificar a qual microservice a requisição pertence, após a definição do microservice, o load balancer irá consultar o service registry (6) para obter uma lista das instâncias ativas do *microservice* (7). A implementação do load balancer e service registry pertencem ao Netflix/eureka, e foram configurados para apenas uma zona de disponibilidade.

Após receber a lista de instâncias ativas, o load balancer irá selecionar uma instância por meio do algoritmo de balanceamento de carga e enviar a requisição (8). Ao receber a requisição, o microservice irá extrair e validar o token de autenticação recebido diretamente com o SSO, para assim evitar que tokens inválidos ou já expirados sejam utilizados.

No exemplo citado, não houve uso do gateway, pois este será utilizado em casos em que a utilização dos serviços não ocorra por uma aplicação web, como, por exemplo, apps de celular ou tablet ou em casos em que o protocolo do serviço solicitado não seja web friendly. Neste caso, a única diferença no fluxo é que as requisições partirão do gateway para o load balancer.

3.1 Instalação Docker

Inicialmente, será efetuada a instalação e configuração do Docker, no qual todos os componentes da arquitetura serão instalados. O sistema operacional escolhido para utilização do Docker foi o Centos e serão seguidos os passos de instalação e configuração, conforme site oficial.

Figura 3 - Instalação do aplicativo Docker

```
sudo yum install -y yum-utils
sudo yum-config-manager --add-repo https://download.docker.com/linux/centos/docker-ce.repo
sudo yum makecache fast && sudo yum -y install docker-ce
sudo usermod -aG docker $USER && sudo systemctl enable docker && sudo systemctl start docker
```

Fonte: Do autor (2017).

3.2 Instalação Bind e Nginx

Bind[11] e Nginx[12] serão instalados, em containers Docker, utilizando volumes[13] para facilitar a configuração pós-instalação. Nginx será utilizado como servidor HTTP e proxy reverso.

11 “Internet Systems Consortium." https://www.isc.org/. Acesso em: 13 abr. 2017.
12 "NGINX Wiki!." https://www.nginx.com/resources/wiki/. Acesso em: 13 abr. 2017.

Figura 3 - Instalação e inicialização container BIND

```
FROM centos
RUN yum -y install bind-utils bind && \
    yum clean all
ADD container-image-root /
RUN rndc-confgen -r /dev/urandom  -a -c
/etc/rndc.key && \
    chown named:named /etc/rndc.key && \
    chmod 755 /entrypoint
EXPOSE 53/udp 53/tcp
VOLUME [ "/named" ]
ENTRYPOINT [ "/entrypoint"]
CMD [ "/usr/sbin/named" ] docker build --tag
bind9 --rm .
```

```
rm -rf /Docker/volumes/bind9
mkdir -p /Docker/volumes/bind9/

chcon -Rt svirt_sandbox_file_t /Docker/volumes/bind9/
docker run --detach --name bind9 \
--publish 53:53/udp \
--net=host \
--volume /Docker/volumes/bind9:/named \
bind9
```

Fonte: Do autor, adaptado de https://github.com/CentOS/CentOS-Dockerfiles/tree/master/bind/centos.

Figura 4 - Configuração BIND

```
acl "trusted" {
 192.168.241.0/24;
 192.168.0.0/24;
};
options {
 allow-query { localhost; trusted; };
}
include "/named/etc/named.conf.local";
```

```
zone "noface.com.br" {
 type master;
 file "/named/etc/zones/db.noface.com.br";
};
zone "241.168.192.in-addr.arpa" {
 type master;
 file "/named/etc/zones/db.192.168.241";
};
```

```
@    IN  SOA ns1.noface.com.br.
admin.noface.com.br. ()
     IN  NS  ns1.noface.com.br.
154  IN  PTR ns1.noface.com.br.
156  IN  PTR apis.noface.com.br.
157  IN  PTR sso.noface.com.br.
157  IN  PTR geral.noface.com.br. ...
```

```
@  IN  SOA  ns1.noface.com.br. admin.noface.com.br. ()
                    IN  NS ns1.noface.com.br.
ns1.noface.com.br.     IN  A  192.168.241.154
apis.noface.com.br.    IN  A  192.168.241.156
sso.noface.com.br.     IN  A  192.168.241.157
geral.noface.com.br.   IN  A  192.168.241.157
...
```

Fonte: Do autor (2017).

Figura 5 - Instalação e inicialização container NGINX

```
FROM centos
RUN yum -y update && yum -y install epel-release \
    yum -y install nginx && yum clean all
COPY start.sh /start.sh
RUN mkdir /nginx && chmod 0755 /nginx && chown
nginx:nginx /nginx
RUN rm /etc/nginx/nginx.conf &&
RUN rm -rf /etc/nginx/conf.d
RUN rm -rf /var/log/nginx
RUN ln -sf /nginx/nginx.conf /etc/nginx/nginx.conf
RUN ln -sf /nginx/conf.d /etc/nginx/conf.d
RUN ln -sf /nginx/logs /var/log/nginx
RUN ln -sf /nginx/www /var/www && chmod +x start.sh
VOLUME ["/nginx"]
EXPOSE 80
CMD ["/start.sh"]
```

```
docker build --tag nginx --rm .

rm -rf /Docker/volumes/nginx
mkdir -p /Docker/volumes/nginx
chcon -Rt svirt_sandbox_file_t
/Docker/volumes/nginx
mkdir /Docker/volumes/nginx/logs
mkdir /Docker/volumes/nginx/conf.d
mkdir /Docker/volumes/nginx/www
cp conf/nginx.conf /Docker/volumes/nginx/
cp conf/proxy.conf /Docker/volumes/nginx/conf.d/

docker run --detach --name nginx \
           --publish 80:80 --net=host \
           --privileged=true –volume \
           /Docker/volumes/nginx:/nginx nginx
```

Fonte: Do autor (2017).

Figura 6 - Configuração NGINX

```
user nginx;
daemon off;
http {...;include /etc/nginx/conf.d/*.conf;..;}
```

```
server {
  listen       80 default_server;
  server_name  sso.noface.com.br;
  location / {
    proxy_set_header Host $host;
    proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
    proxy_pass http://apis.noface.com.br:7001;
  }
} ...
```

```
server {
  listen       80;
  server_name  geral.noface.com.br;
  root /var/www/test;
  index index.html index.htm;
}
...
```

Fonte: Do autor (2017).

13 "Manage data in containers - Docker Documentation." https://docs.docker.com/engine/tutorials/dockervolumes/. Acesso em: 18 abr. 2017.

3.3 Sso – Oauth2

O SSO foi desenvolvido utilizando NodeJS[14] e MongoDB[15], baseado na RFC 6749. Foram desenvolvidas as seguintes funcionalidades necessárias ao ambiente:

- Cadastro de usuários;
- Cadastro de aplicações;
- Autenticação de credenciais;
- Autorização de acesso;
- Validação de token.

Toda aplicação, que utilizará o SSO, deverá ser cadastrada no mesmo, para ter permissão de autenticação. Ao efetuar o cadastro deverá ser informado nome da aplicação e URL de retorno (após a autenticação de credenciais do usuário, essa URL será utilizada para retornar a aplicação de origem). O sistema irá gerar, automaticamente, um id único e um segredo para a aplicação. Essas informações deverão ser enviadas ao SSO, a cada requisição, a fim de garantir que somente aplicações autorizadas possam utilizar o serviço.

Ao acessar um recurso protegido, como por exemplo, http://geral.noface.com.br, primeiramente, será efetuado o redirecionamento ao SSO, para o endpoint de autorização, exemplo:

- http://sso.noface.com.br/sso/session/authorize?client_id=XLIGwv1IxdGtFGM&response_type=TOKEN&state=/cidade

Na URL de autorização é informado o id da aplicação cliente (client_id), o tipo de resposta esperado (response_type) e o estado em que a aplicação cliente se encontrava, quando solicitou autorização (state).

Se o SSO verificar que não existe uma sessão válida será efetuada a validação das credenciais usuário.

Após possuir uma sessão válida será efetuado o redirecionamento para aplicação cliente, utilizando a URL de retorno informada no cadastro da mesma. Exemplo:

- http://geral.noface.com.br/sso_callback?token=b5bc8a40-164b-11e7-9689-45b653468645&username=someone&expires=43200&token_type=bearer&state=/cidade

14 "Node.js." https://nodejs.org/. Acesso em: 18 abr. 2017.
15 "MongoDB." https://www.mongodb.com/. Acesso em: 18 abr. 2017.

Na URL de retorno é informado o token de autorização (token), usuário da sessão (username), tempo até expiração do token (expires), tipo do token de resposta (token_type) e estado (state) parâmetro enviado pela própria aplicação cliente na requisição de autorização.

Após a aplicação cliente receber a resposta do SSO, esta irá validar o token recebido para garantir que não houve nenhum tipo de adulteração. O token deverá ser enviado no corpo da requisição para o seguinte endpoint:

- http://sso.noface.com.br/sso/session/validate

Figura 7 - Exemplo do corpo da requisição para validação de sessão

```
{ "token": "7608ded0-165a-11e7-9689-45b653468645" }
```

Fonte: Do autor (2017).

A seguir configuração do container Docker, instalação e inicialização do SSO. A inicialização da aplicação é um script no arquivo de configuração package.json.

Figura 9 – Configuração e inicialização do SSO

```
FROM node:latest
RUN mkdir -p /usr/src/app
WORKDIR /usr/src/app
COPY package.json /usr/src/app/
RUN npm install
COPY . /usr/src/app
EXPOSE 7001
CMD [ "npm", "start" ]
```

```
{
 "name": "sso-noface",
 "main": "app.js",
 "scripts": {
  "start": "node app.js --port=7001 --mode=PROD"
  ...
 }
}
```

Fonte: Do autor (2017).

3.4 Aplicações WEB

As aplicações WEB foram desenvolvidas, em AngularJS[16], e servem de interface para o usuário consumir os endpoints disponibilizados pelos microservices, todas aplicações serão disponibilizadas pelo Nginx.

Para garantir que apenas usuários autorizados acessem os recursos, é verificado a cada troca de view, bem como após consumir os endpoints, se o token continua válido.

Para cada aplicação é definido um ponto de entrada para a mesma, neste caso AppComponent, nele serão monitoradas as trocas de estado das views, cada vez que houver início de navegação, em uma nova view, será verificada a existência de uma sessão válida.

Figura 8 – Ponto de entrada aplicação AngularJS

```
@NgModule({...,bootstrap: [AppComponent]})
export class AppModule {}
export class AppComponent implements OnInit { ...
  ngOnInit() {this.router.events.pairwise().subscribe((event) => this.handleNavigation(event));}
  private handleNavigation(event) {
    if ( navigationEvent instanceof NavigationStart ) {
      this.session.handle(navigationEvent.url);} } ...; }
```

Fonte: Do autor (2017).

Caso não haja uma sessão válida ou o usuário esteja tentando acessar um recurso protegido, ocorre o redirecionamento ao SSO para autorização. Após a autorização do SSO, o

16 "AngularJS." https://angularjs.org/. Acesso em: 18 abr. 2017.

token recebido pela aplicação cliente será validado, para garantir que não houve nenhum tipo de adulteração durante o transporte.

Figura 9 - Validação de sessão da aplicação

```
export class Session { ...;
  handle(url:string):void{
    if(this.isLoggedIn) return;
    ...;
    if(!UnsecuredUrls.contains(url)){
      this.redirectToAuthorize(url);
    }
  }
  validateToken(token:string):Promise<any> {
    return this.http.post(this.ssoValidateTokenUrl,{token:token}).toPromise().then(res=>{
      ...;this.isLoggedIn=true;...;
    }).catch(err=>{
      this.isLoggedIn=false;...; return Promise.reject(err);})}
  ..; }
```

Fonte: Do autor (2017).

Cada vez que é consumido um endpoint em um microservice, o token deve ser enviado para garantir que o usuário possui autorização.

Figura 10 - Envio do token de autorização ao consumir endpoint de um microservice

```
export function generateCustomRequestOptions(bodyData:any,token:String) : RequestOptions {
  let headers:Headers=new Headers();
  let options = {body:null,headers:headers};
  headers.append('Authorization', 'Bearer '+token);
  if(bodyData) options.body = bodyData;
  return new RequestOptions(options);
}
```

Fonte: Do autor (2017).

Caso o código dê retorno de um endpoint for 403 (Forbidden), isto significa que o token fornecido, pela aplicação, foi adulterado ou foi invalidado durante a requisição. Nesse caso, será efetuado logout de todas as aplicações utilizando o token.

3.5 Service registry – Eureka

Em uma aplicação monolítica, geralmente, se tem uma URL pela qual se podem utilizar todos os endpoints disponibilizados, em contrapartida, em um ambiente de microservices se tem uma URL para cada serviço e várias instâncias do mesmo serviço, sendo que cada instância pode ter sua própria URL.

Este cenário apresenta dois problemas principais: identificar diversas URL nas aplicações, que irão utilizar os serviços, além da necessidade de saber qual instância de cada serviço está ativa.

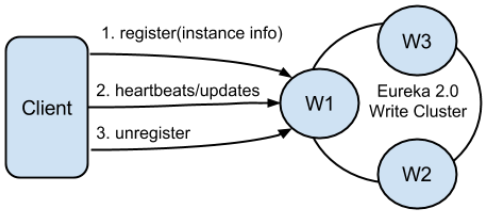
Para solucionar esses problemas foi implementado o padrão de projeto service registry. Neste, cada instância de microservice se registra, em um ponto central, no momento em que o endpoint de um microservice for consumido, a aplicação irá consultar no service registry as URLs das instâncias ativas referentes ao microservice.

A implementação de service registry escolhida foi Eureka[17], desenvolvida pelo Netflix. Um dos principais fatores a ser observado na implementação de um cluster utilizando service registry é sua abordagem perante o teorema CAP (BREWER, 1998). Observando a abordagem do Eureka, se optou por alta disponibilidade devido às características do ambiente, dessa forma, podem ocorrer casos em que os dados, de cada nodo, estão inconsistentes entre si. Para contornar esse problema é exigido o balanceamento de carga adequado para as requisições dos usuários e mecanismos de falhas.

Eureka oferece possibilidade de diversas zonas de disponibilidade e possui um cliente para balanceamento de carga e controle de mecanismo de falhas chamado Ribbon[18]. Toda comunicação entre os componentes acontece por API Rest.

Após efetuar o registro, o cliente continua enviando informações periódicas sobre o estado de sua instância, caso o cliente interrompa o envio dessas informações por determinado período de tempo, o service registry irá considerar essa instância inativa e remover de sua lista de consulta.

Figura 11 - Registro de cliente Eureka



Fonte: Netflix Eureka.

Figura 12 - Pacote de registro do cliente com o Eureka

POST /eureka/apps/API-GERAL-NOFACE HTTP/1.0 Host: service-registry.noface.com.br X-Real-IP: 192.168.241.175 Connection: close Content-Length: 975 Accept-Encoding: gzip	Content-Type: application/json Accept: application/json DiscoveryIdentity-Name: DefaultClient DiscoveryIdentity-Version: 1.4 DiscoveryIdentity-Id: 192.168.241.175 User-Agent: Java-EurekaClient/v1.6.1
{"instance":{"instanceId":"192.168.241.175:api-geral-noface:7002","hostName":"apis-private.noface.com.br","app":"API-GERAL-NOFACE","ipAddr":"192.168.241.175","status":"UP","overriddenstatus":"UNKNOWN","port":{"$":7002,"@enabled":"true"},"securePort":{"$":443,"@enabled":"false"},"countryId":1,"dataCenterInfo":{"@class":"com.netflix.appinfo.InstanceInfo$DefaultDataCenterInfo","name":"MyOwn"},"leaseInfo":{"renewalIntervalInSecs":10,"durationInSecs":20,"registrationTimestamp":0,"lastRenewalTimestamp":0,"evictionTimestamp":0,"serviceUpTimestamp":0},"metadata":{"@class":"java.util.Collections$EmptyMap"},"homePageUrl":"http://apis-private.noface.com.br:7002/","statusPageUrl":"http://apis-private.noface.com.br:7002/info","healthCheckUrl":"http://apis-private.noface.com.br:7002/health","vipAddress":"api-geral-noface","secureVipAddress":"api-geral-noface","isCoordinatingDiscoveryServer":"false","lastUpdatedTimestamp":"1492030548028","lastDirtyTimestamp":"1492030549611"}}	

Fonte: Do autor (2017).

17 "Eureka 2.0 Architecture Overview · Netflix/eureka Wiki · GitHub." 31 dez. 2014, https://github.com/Netflix/eureka/wiki/Eureka-2.0-Architecture-Overview. Acesso em: 18 abr. 2017.
18 "Home · Netflix/ribbon Wiki · GitHub." https://github.com/Netflix/ribbon/wiki. Acesso em: 18 abr. 2017.

Figura 13 - Heartbeat cliente

```
PUT /eureka/apps/API-GERAL-NOFACE/192.168.241.175:api-geral-
noface:7001?status=UP&lastDirtyTimestamp=1492030549914 HTTP/1.0
Host: service-registry.noface.com.br
X-Real-IP: 192.168.241.175
Connection: close
Content-Length: 0
DiscoveryIdentity-Name: DefaultClient
DiscoveryIdentity-Version: 1.4
DiscoveryIdentity-Id: 192.168.241.175
Accept-Encoding: gzip
User-Agent: Java-EurekaClient/v1.6.1
```

Fonte: Do autor (2017).

Eureka foi utilizado juntamente com Spring Boot[19] e o módulo Spring Cloud[20], para inicializar o serviço se deve indicar que se trata de uma aplicação Spring Boot e ativar o Eureka Server.

Figura 14 - Classe principal Eureka server

```
@EnableEurekaServer
@SpringBootApplication
public class ServiceRegistryApplication {
    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(ServiceRegistryApplication.class, args);
    }
}
```

Fonte: Do autor (2017).

É necessário configurar a porta na qual o serviço irá rodar, e desativar o registro com outro servidor. Outras configurações indicam a qual zona de disponibilidade o servidor pertence e o modo de execução produção/desenvolvimento.

Figura 15 - Configuração Eureka server

```
server.port=9001
eureka.datacenter=Principal
eureka.environment=prod
eureka.server.enableSelfPreservation=false
eureka.client.register-with-eureka=false
eureka.client.fetch-registry=false
```

Fonte: Do autor (2017).

A instalação do serviço foi efetuada no Docker sobre uma máquina base com Java 8[21] instalado.

Figura 16 - Configuração e inicialização Eureka com Docker

```
FROM java8
RUN mkdir /usr/app
WORKDIR /usr/app
COPY service-registry-noface.jar /usr/app
COPY start.sh /usr/app
EXPOSE 7002
CMD [ "/usr/app/start.sh" ]
```

```
/usr/bin/java -jar service-registry-noface.jar
```

```
docker build -t service-registry .
```

```
docker run --name service-registry -p 7003:7002 -d ervice-registry
```

Fonte: Do autor (2017).

19 "Spring Boot - Projects." https://projects.spring.io/spring-boot/. Acesso em: 18 abr. 2017.
20 "Spring Cloud - Projects." 26 jan. 2016, http://projects.spring.io/spring-cloud/spring-cloud.html. Acesso em: 18 abr. 2017.
21 "Java 8 Central - Oracle." http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/java8-2100321.html. Acesso em: 18 abr. 2017.

3.6 Implementação de Microservices

Os microservices foram criados utilizando Spring Boot com o servidor Undertow[22]. Todos os serviços criados são disponibilizados via API Rest. Cada microservice se comunica com uma base de dados diferente MySQL[23] ou PostgreSQL[24].

Os componentes foram escolhidos devido à baixa utilização de memória, que o stack oferece. Em testes, uma aplicação Spring Boot, com mais de 3200 classes, utilizou entre memória heap e não heap 32MB[25].

Para iniciar uma nova aplicação, basta indicar que a mesma será pertencente ao Spring Boot e configurar o servidor a ser utilizado no arquivo de dependências.

Figura 17 - Classe inicialização Spring Boot

```
@SpringBootApplication
public class ApiGeralNofaceApplication {
    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(ApiGeralNofaceApplication.class, args);
    }
}
```

Fonte: Do autor (2017).

Figura 18 - Configuração de dependências Undertow

```
buildscript { ext { springBootVersion = '1.5.1.RELEASE' } }
dependencies { compile("org.springframework.boot:spring-boot-starter-undertow:${springBootVersion}") }
```

Fonte: Do autor (2017).

Para criação da API Rest, é necessário criar controllers e definir os métodos a serem expostos e seus parâmetros. No exemplo abaixo é exibido o método de deleção pertencente ao controller, que gerencia as operações sobre entidade País, que representa a tabela Países na base de dados.

Figura 19 - Controller Países

```
@RestController
@RequestMapping( "/paises" )
public class PaisController extends BaseController<Pais>{
    @RequestMapping(method = RequestMethod.DELETE)
    public T delete(@RequestBody T entity){...;}
}
```

Fonte: Do autor (2017).

Existem diversas configurações de segurança, envolvendo cada microservice. Inicialmente, deve-se ativar a proteção contra ataques CSRF[26], mesmo que sua aplicação seja totalmente stateless, cookies ou tokens de autenticação podem ser usados para injeção de dados, que comprometam a segurança. Mesmo que a aplicação use somente JSON[27] para toda

22 "Undertow." http://undertow.io/. Acesso em: 18 abr. 2017.
23 "MySQL." https://www.mysql.com/. Acesso em: 18 abr. 2017.
24 "PostgreSQL." 9 fev. 2017, https://www.postgresql.org/. Acesso em: 18 abr. 2017.
25 "Spring Boot Memory Performance spring.io." 10 dez. 2015, https://spring.io/blog/2015/12/10/spring-boot-memory-performance. Acesso em: 18 abr. 2017.
26 "13. Cross Site Request Forgery (CSRF) - Spring." http://docs.spring.io/autorepo/docs/spring-security/3.2.0.CI-SNAPSHOT/reference/html/csrf.html. Acesso em: 18 abr. 2017.
27 "JSON." http://www.json.org/. Acesso em: 18 abr. 2017.

troca de dados, dependendo da forma, em que a informação é interpretada pode haver risco a segurança.

Por padrão, o Spring Boot não permite a requisição de domínios diferentes ao qual a aplicação está executando, devido ao fato de se estar em um ambiente de microservices, no qual existem componentes executando em diversos domínios é necessário habilitar esta opção. No caso dos microservices, apenas o balanceador de carga terá acesso direto aos endpoints, então o único domínio a ser liberado deve ser o dele.

Os microservices estão apenas expondo uma API Rest, e o controle de sessão fica a cargo do SSO, dessa forma deve-se configurar a política de criação de sessões no microservice como stateless. A sessão será validada no SSO a partir do token enviado pela requisição do usuário.

Figura 20 - Configuração de segurança base Spring Boot

```
@Configuration @Order
public class WebSecurityConfig extends WebSecurityConfigurerAdapter {
  @Override
  protected void configure(HttpSecurity http) throws Exception {
    http.cors();http.csrf().disable();
    http.sessionManagement().sessionCreationPolicy(SessionCreationPolicy.STATELESS);
    http.authorizeRequests().antMatchers("/**").hasRole(CustomUserDetailsService.ROLE_USER);}
  @Bean
  CorsConfigurationSource corsConfigurationSource() {
    CorsConfiguration configuration = new CorsConfiguration();
    configuration.setAllowedOrigins(Arrays.asList("apis.noface.com.br"));
    configuration.setAllowedMethods(Arrays.asList("GET","DELETE","PUT","POST"));
    configuration.setAllowedHeaders(Arrays.asList("*"));
    UrlBasedCorsConfigurationSource source = new UrlBasedCorsConfigurationSource();
    source.registerCorsConfiguration("/**", configuration);
    return source;} }
```

Fonte: Do autor (2017).

Figura 21 - Validação do token com SSO e inserção do usuário autenticado no contexto da requisição

```
public class AuthorizationTokenFilter extends GenericFilterBean {
  @Override
  public void doFilter(...) {
    token=this.extractToken(authToken);
    if(this.sessionRepository.validateToken(token)!=null){
       UserDetails details = ...;
       UsernamePasswordAuthenticationToken user = ...;
       SecurityContextHolder.getContext().setAuthentication(user);
       filterChain.doFilter(servletRequest, servletResponse);} } }
```

Fonte: Do autor (2017).

Figura 22 - Repositório responsável por validar o token com o SSO e manter lista de tokens válidos até serem invalidados pelo SSO

```
@Repository
public class SessionRepository {
  public Session validateToken(String token){
    if(this.isValidatedToken(token)) return this.getSession(token);
    Session session = this.restTemplate.postForObject(this.validateTokenUrl,
this.generateValidationToken(token),Session.class); return session;} }
```

Fonte: Do autor (2017).

Para que a instância do microservice esteja disponível para balanceamento de carga, primeiramente, é necessário efetuar o registro no service registry, as seguintes configurações são necessárias.

Figura 23 - Configuração para registro com server Eureka

```
spring.application.name=api-geral-noface
server.port=7002
eureka.instance.hostname=apis-private.noface.com.br
eureka.client.serviceUrl.defaultZone=http://service-registry.noface.com.br/eureka
```

Fonte: Do autor (2017).

Microservices que possuem os mesmos serviços e devem realizar balanceamento de carga entre si devem possuir o mesmo nome, se estiverem distribuídos em máquinas diferentes podem utilizar a mesma porta, caso estejam na mesma máquina devem ser executados em portas diferentes.

3.7 Load Balancer – Eureka/Ribbon

O load balancer foi implementado com base no cliente Ribbon para balanceamento de carga desenvolvido pelo Netflix para trabalhar em conjunto com o service registry Eureka. Além do balanceamento de carga, este oferece funcionalidades como circuit break, retornos padrão em caso de falha, entre outras.

Toda comunicação com os microservices irá passar pelo load balancer, após a requisição chegar ao load balancer, esta irá consultar uma lista de instâncias disponíveis, que podem responder à requisição solicitada. A lista de instâncias disponíveis pode estar em cache ou será feita a consulta no service registry, caso uma lista esteja em cache existem configurações para definir o tempo de validade da mesma.

Ribbon foi utilizado, juntamente com Spring Boot e o módulo Spring Cloud, para inicializar o serviço se deve indicar que se trata de uma aplicação Spring Boot e habilitar a descoberta de clientes.

Figura 24 - Inicialização load balancer

```
@SpringBootApplication
@EnableDiscoveryClient
public class LoadBalancerApplication {
  public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(LoadBalancerApplication.class, args);
  }
}
```

Fonte: Do autor (2017).

Deve-se configurar o endereço do service registry e podem ser configuradas várias zonas de disponibilidades, desta forma, caso o service registry pare de responder o balanceador de carga poderá consultar em outro. No exemplo abaixo, apenas a zona padrão foi configurada.

Figura 25 - Configuração load balancer

```
spring.application.name=load-balancer-noface
eureka.client.serviceUrl.defaultZone=http://service-registry.noface.com.br/eureca
```

Fonte: Do autor (2017).

Registro do load balancer com service registry.

Figura 26 - Registro load balancer com server Eureka

```
POST /eureka/apps/LOAD-BALANCER-NOFACE HTTP/1.0
Host: service-registry.noface.com.br
X-Real-IP: 192.168.241.174
Connection: close
Content-Length: 947
Accept-Encoding: gzip
Content-Type: application/json
Accept: application/json
DiscoveryIdentity-Name: DefaultClient
DiscoveryIdentity-Version: 1.4
DiscoveryIdentity-Id: 192.168.241.174
User-Agent: Java-EurekaClient/v1.6.1
```

```
{"instance":{"instanceId":"192.168.241.174:load-balancer-noface:6002", "hostName":"192.168.241.174",
"app":"LOAD-BALANCER-NOFACE", "ipAddr":"192.168.241.174", "status":"UP", "overriddenstatus":"UNKNOWN",
"port":{"$":6002,"@enabled":"true"}, "securePort":{"$":443,"@enabled":"false"}, "countryId":1,
"dataCenterInfo":{"@class":"com.netflix.appinfo.InstanceInfo$DefaultDataCenterInfo","name":"MyOwn"},"le
aseInfo":{"renewalIntervalInSecs":30,"durationInSecs":90,"registrationTimestamp":0,"lastRenewalTimestam
p":0,"evictionTimestamp":0,"serviceUpTimestamp":0},"metadata":{"@class":"java.util.Collections$EmptyMap
"},"homePageUrl":"http://192.168.241.174:6002/","statusPageUrl":"http://192.168.241.174:6002/info","hea
lthCheckUrl":"http://192.168.241.174:6002/health","vipAddress":"load-balancer-noface",
"secureVipAddress": "load-balancer-noface", "isCoordinatingDiscoveryServer":"false",
"lastUpdatedTimestamp":"1492033895142","lastDirtyTimestamp":"1492033896370"}}
```

Fonte: Do autor (2017).

Para efetuar o balanceamento de carga é necessário indicar que todas as requisições Rest devem utilizar o algoritmo Round-robin[28] ao escolher a lista de instâncias disponíveis.

Figura 27 - Configuração para utilização do algoritmo round-robin

```
@Configuration
public class RestTemplateConfig {
    @LoadBalanced
    @Bean
    public RestTemplate restTemplate() { return new RestTemplate(); } }
```

Fonte: Do autor (2017).

Exemplo de requisição efetuada por uma aplicação web.

Figura 28 – Requisição aplicação WEB para load balancer

```
POST /geral/pais/find HTTP/1.0
Host: apis.noface.com.br
X-Real-IP: 192.168.241.176
Connection: close
Content-Length: 40
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Ubuntu; Linux x86_64;
rv:52.0) Gecko/20100101 Firefox/52.0
Accept: application/json, text/plain, */*
Accept-Language: en-US,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip, deflate
Referer: http://geral.noface.com.br/pais
Content-Type: application/json
Authorization: Bearer 096c7d20-1fc6-11e7-bcdf-
6d4eeec0370e
Origin: http://geral.noface.com.br
```

```
{"codigo": null,"nome": "brasil"}
```

Fonte: Do autor (2017).

Figura 29 – Resposta load balancer para aplicação WEB

```
HTTP/1.0 200 OK
Expires: 0
Cache-Control: no-cache, no-store, max-age=0, must-
revalidate
X-XSS-Protection: 1; mode=block
Pragma: no-cache
X-Frame-Options: DENY
Date: Wed, 12 Apr 2017 21:30:24 GMT
Connection: close
Access-Control-Allow-Origin: *
Vary: Origin
X-Content-Type-Options: nosniff
Content-Type: application/json;charset=UTF-8
X-Application-Context: load-balancer-noface:6002
```

```
 [{"id":27,"codigo":"BRA","nome":"Brasil"}]
```

Fonte: Do autor (2017).

3.8 Análise e resultados do modelo proposto

A partir da implementação do modelo proposto, as desvantagens apresentadas pela arquitetura monolítica foram sanadas, além da obtenção de vantagens inerentes à arquitetura de microservices.

28 "Getting Started · Client Side Load Balancing with Ribbon and Spring ...." 9 mar. 2016, https://spring.io/guides/gs/client-side-load-balancing/. Acesso em: 18 abr. 2017.

Devido ao fato de os microservices serem processos independentes, cada serviço pode utilizar a tecnologia mais compatível com seu objetivo e ser instanciado no ambiente que se adequa as suas necessidades. Caso algum serviço específico necessite de maior processamento (GPU), grande fluxo de IO ou aumento no uso de memória se pode instanciar o mesmo no ambiente mais adequado. Existem serviços como Amazon EC2[29], que oferecem ambientes específicos[30] para as necessidades de cada tipo de serviço.

Conforme demostrado na Figura 2, os únicos componentes que precisam ser expostos ao acesso externo são o servidor HTTP e o load balancer, o que torna o ambiente mais seguro, pois os demais componentes não podem ser acessados diretamente.

Além de limitar a necessidade de expor componentes, cada um dos componentes pode ser configurado para responder requisições apenas para origens predeterminadas, evitando assim que requisições não permitidas sejam executadas por terceiros, mesmo que possuam um token de autenticação válido. O load balancer é configurado para aceitar requisições, a partir do servidor HTTP ou microservices, por sua vez o service registry e o microservices são configurados para aceitarem requisições apenas do load balancer.

Outra característica inerente aos microservices é a possibilidade de substituir tecnologias ou até mesmo redesenvolver inteiramente um módulo sem afetar a disponibilidade do restante do sistema ou as instâncias do próprio módulo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura de microservices não só soluciona desvantagens referentes à arquitetura monolítica, mas também proporciona novas possibilidades para atingir os requisitos necessários a ambientes complexos, que necessitam de alta disponibilidade e/ou desempenho.

Microservices podem ser utilizados de forma parcial ou completa. Em casos em que existem sistemas legados, novos módulos ou módulos que estejam causando gargalo na aplicação, os mesmos podem ser migrados para serviços separados, permitindo assim escalar, conforme a necessidade. Novas aplicações podem empregar a arquitetura desde sua concepção para facilitar desenvolvimento posterior.

Apesar de todas as vantagens apresentadas pela arquitetura de microservices, não existe bala de prata (Frederick P. Brooks, Jr., 1986) para solucionar os problemas em ambientes de alta complexidade.

---

29 "EC2 - Amazon Web Services." https://aws.amazon.com/pt/ec2/. Acessado em 3 mai. 2017.
30 "Tipos de instância do EC2 – Amazon Web Services (AWS)." https://aws.amazon.com/pt/ec2/instance-types/. Acessado em 3 mai. 2017.

Com a adoção de microservices, a complexidade de configuração do ambiente aumenta com a adição de novos componentes não existentes em aplicações monolíticas.

A possibilidade de utilizar a linguagem de programação mais adequada para cada serviço acaba exigindo uma equipe mais qualificada. Em um ambiente de aplicação monolítica, geralmente, é utilizada apenas uma linguagem, sendo assim, os desenvolvedores necessitam conhecer apenas o paradigma apresentado pela linguagem utilizada. Padrões de código são mais fáceis de serem implantados e de se controlar e a contratação e treinamento de novos indivíduos para equipe é facilitada. Em um ambiente com diversas linguagens é necessário que a equipe lide com diversos paradigmas. O treinamento de novos indivíduos se torna um processo complexo, dessa forma se pode gerar grande dependência em relação a um ou mais desenvolvedores.

Alguns aspectos, geralmente, não são contemplados em aplicações monolíticas, passam a ser de grande importância em um ambiente de microservices. Entre esses aspectos destaca-se o desenvolvimento de módulos coesos, evitando assim dependências desnecessárias entre serviços, além da necessidade de coordenar transações distribuídas entre diversos serviços.

Novos requisitos surgem a todo o momento para o desenvolvimento de aplicações. Para suprir essas necessidades surgem novas tecnologias, paradigmas e arquiteturas, de forma que sempre se deve analisar, com cuidado, o que será aplicada em cada situação, buscando equilíbrio entre a solução ideal e a viabilidade de implementação.

Por fim, o presente trabalho, demonstra que a arquitetura de microservices está alinhada aos desafios atuais e futuros no desenvolvimento e disponibilização de softwares de modo seguro, distribuído e escalável. A arquitetura de microservices contribui, ainda, para a estabilidade, disponibilidade das aplicações por estas suportadas.

REFERÊNCIAS

AVGERIOU P.; GRUNDY J.; HALL J.G.; LAGO P.; MISTRIK I. **Relating Software Requirements and Architectures.** 1. Ed. 3 agosto 2011. Springer Science & Business Media.

BOGNER, Justus; ZIMMERMANN, Alfred. **Towards integrating microservices with adaptable enterprise Architecture**. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7584392>. Acesso em: 26 mar. 2017.

BOOTH, David et al. **Web services Architecture.** Disponível em: <https://www.w3.org/TR/ws-arch/>. Acesso em: 18 abr. 2017.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos:** Planejamento, elaboração e apresentação. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015.

ERL, Thomas. **SOA: Principles of Service Design.** 1. Ed. 28 julho 2007. Prentice Hall.

FOWLER, Martin. **Microservices Resource Guide**. Disponível em: <https://martinfowler.com/microservices>. Acesso em: 15 mar. 2017.

GILBERT, Seth; LYNCH, Nancy. **A perspectives on the CAP theorem.** Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6122006>. Acesso em: 03 abr. 2017.

HARDT, Dick**,** Microsoft**. The OAuth 2.0 authorization framework**. Disponível em: <https://tools.ietf.org/html/rfc6749>. Acesso em: 29 mar. 2017.

IQBAL, M. Ashraf; SALTZ, Joel H.; BOKHARI, Shahid H. **Performance tradeoh's in static and dynamic load balancing strategies.** Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19860014876.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2017.

JR,. Frederick P. Brooks. **No Silver Bullet — Essence and Accident in Software Engineering.** Disponível em: <http://faculty.salisbury.edu/~xswang/Research/Papers/SERelated/no-silver-bullet.pdf>. Acessado em: 3 mai. 2017.

NEWMAN, Sam. **Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems.** 1. Ed. 20 fevereiro 2015. O'Reilly Media.

RICHARDSON, Chris. **Service Registry.** Disponível em: <http://microservices.io/patterns/service-registry.html>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RICHARDSON, Chris. **Monolithic Architecture.** Disponível em: <http://microservices.io/patterns/monolithic.html>. Acesso em: 26 abr. 2017.