Tutorial de implantação de um cluster do kubernetes com volume persistente distribuído por meio de um cluster no *GlusterFS* e monitorado pelo *Prometheus e Grafana*.

Versão do sistema operacional: Debian 10.6.0. 64 bits

Para este tutorial, será necessário Sete máquinas: 3 para o master, 3 para os workers e 1 para o Haproxy, totalizando 6 nodes e 1 HAproxy.

1. Instalando e configurando o HAProxy

Execute o seguinte comando para a instalação Haproxy:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install -y haproxy
```

Aplique a configuração do haproxy.cfg no arquivo "/etc/haproxy/haproxy.cfg". Em seguida, reinicie o serviço com o comando:

```
Sudo systemctl restart haproxy
```

2. Instalação do Docker

Executar o seguinte comando para a instalação do Docker nas 3 máquinas workers e nas 3 master:

```
sudo apt-get update
sudo curl -fsSL https://get.docker.com -o get-docker.sh
sudo sh get-docker.sh
```

3. Alteração dos hostnames

Para facilitar, foi alterado o *hostname* em todos os nós*:*

Alterar o *hostname* do haproxy:

```
sudo hostnamectl set-hostname "haproxy"
```

Alterar o *hostname* do master 1:

```
sudo hostnamectl set-hostname "master1"
```

Alterar o *hostname* do master 2:

```
sudo hostnamectl set-hostname "master2"
```

Alterar o *hostname* do master 3:

```
sudo hostnamectl set-hostname "master3
```

Alterar o *hostname* do worker 1:

```
sudo hostnamectl set-hostname "worker1"
```

Alterar o *hostname* do worker 2:

```
sudo hostnamectl set-hostname "worker2"
```

Alterar o *hostname* do worker 3:

```
sudo hostnamectl set-hostname "worker3"
```

Inserir no arquivo /etc/hosts as seguintes configurações:

```
sudo nano /etc/hosts
```

```
192.168.0.11    master1
192.168.0.12    master2
192.168.0.13    master3
192.168.0.14    worker1
192.168.0.15    worker2
192.168.0.16    worker3
192.168.0.17    haproxy
```

4. Habilitar encaminhamento de IP e desabilitar swap

Para desabilitar o *swap* é necessário editar o arquivo "/etc/fstab", comentando a linha responsável pela sua execução após cada reboot e então executar o comando "sudo swapoff --a" para desabilitar de imediato.

E para habilitar o encaminhamento de IP será necessário editar o arquivo "sudo nano /etc/sysctl.conf" e então adicionar a linha "net.ipv4.ip_forward=1".

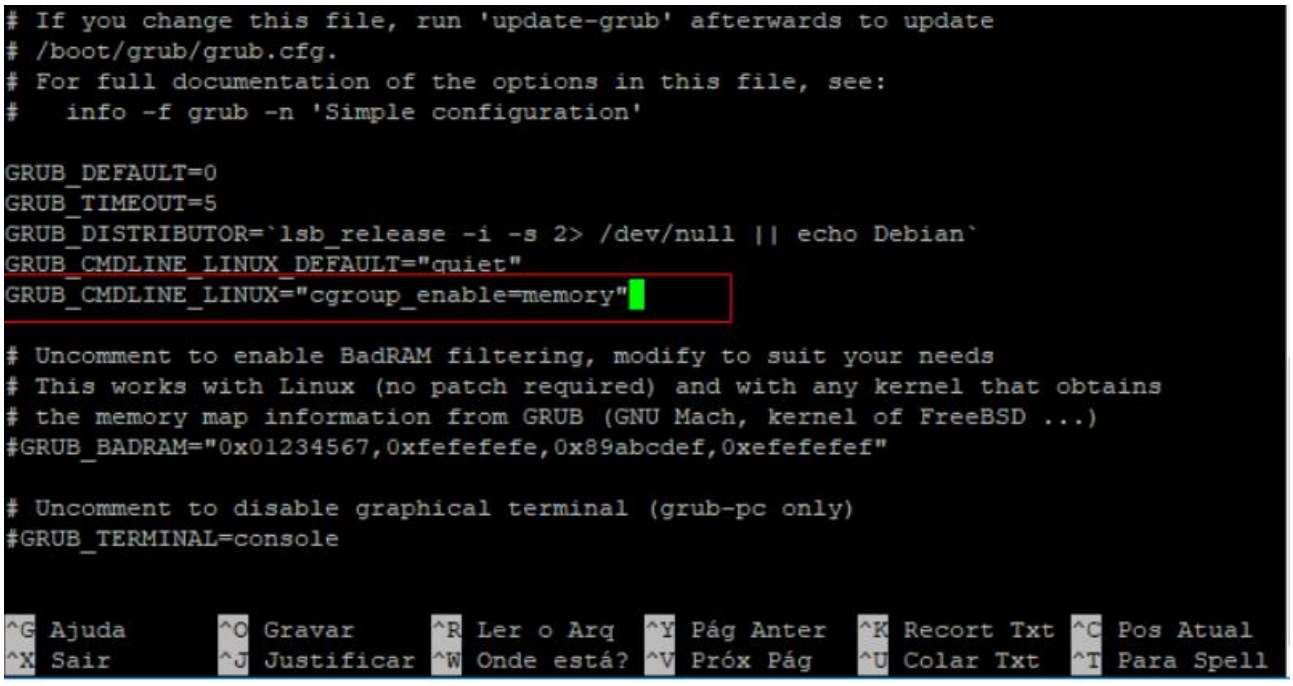
5. Instalação do Kubectl, Kubelet e o Kubeadm em todos os nodes.

Para a instalação, execute os seguintes comandos:

```
sudo apt install -y apt-transport-https curl
curl -s https://packages.cloud.google.com/apt/doc/apt-key.gpg | sudo apt-key add
sudo apt-add-repository "deb http://apt.kubernetes.io/ kubernetes-xenial main"
sudo apt update
sudo apt install -y kubelet kubeadm kubectl
```

6. Habilitando o CGROUPS.

Por padrão, o cgroup vem por padrão desabilitado no Debian. Para isso, a necessidade de habilitar o Cgroup nos 6 nodes, editando o arquivo "/etc/default/grub" e inserindo a opção GRUB_CMDLINE_LINUX="cgroup_enable=memory", atualizar o GRUB e reiniciar a máquina.



```
sudo nano /etc/default/grub
sudo update-grub
sudo reboot
```

7. Iniciando o cluster kubernetes

No master1, execute o seguinte comando para iniciar o cluster:

```
sudo kubeadm init --control-plane-endpoint “haproxy:6443” --upload-certs
```

Após a iniciação do máster, salve os dois “*join*” que apareceu na saída para que os nodes possam ingressar ao cluster.

Em seguida, será necessário a instalação de um componente de rede para a comunicação entre os nodes no node master:

```
sudo kubectl apply -f https://cloud.weave.works/k8s/net?k8s-version=$(kubectl version | base64 | tr -d '\n'
```

Depois, inclua os nodes restante dentro do cluster Kubernetes, com o *join* respectivos e fornecidos. Abaixo, consta os comandos para inclusão dos nodes no nosso cenário.

Incluindo o master 2:

```
tierry@master2:~ sudo kubeadm join 192.168.0.17:6443 --token kwrjs6.s03y3gh8oumgsh6v     --discovery-token-ca-cert-hash sha256:91e662d773b6775e530a356534eb36de828df637c48b9ad7b5d266ec43523870 --control-plane --certificate-key 5da0f39004a76508041b412fb5e3faf3ed0f045d1ffd17f170996e2c84b240cc
```

Incluindo o master 3:

```
tierry@master3:~ sudo kubeadm join 192.168.0.17:6443 --token kwrjs6.s03y3gh8oumgsh6v     --discovery-token-ca-cert-hash sha256:91e662d773b6775e530a356534eb36de828df637c48b9ad7b5d266ec43523870 --control-plane --certificate-key 5da0f39004a76508041b412fb5e3faf3ed0f045d1ffd17f170996e2c84b240cc
```

Incluindo o worker 1:

```
tierry@worker1:~ sudo kubeadm join 192.168.0.17:6443 --token kalond.o4x4codx4rs5rol2     --discovery-token-ca-cert-hash sha256:91e662d773b6775e530a356534eb36de828df637c48b9ad7b5d266ec43523870
```

Incluindo o worker 2:

```
tierry@worker2:~ sudo kubeadm join 192.168.0.17:6443 --token kalond.o4x4codx4rs5rol2     --discovery-token-ca-cert-hash sha256:91e662d773b6775e530a356534eb36de828df637c48b9ad7b5d266ec43523870
```

Incluindo o worker 3:

```
tierry@worker3:~ sudo kubeadm join 192.168.0.17:6443 --token kalond.o4x4codx4rs5rol2     --discovery-token-ca-cert-hash sha256:91e662d773b6775e530a356534eb36de828df637c48b9ad7b5d266ec43523870
```

E para que possamos interagir com o *Kubernetes* utilizando o usuário non-root do *Linux*, execute os seguintes comandos nos 3 master:

```
sudo mkdir -p $HOME/.kube
sudo cp -i /etc/kubernetes/admin.conf $HOME/.kube/config
sudo chown $(id -u):$(id -g) $HOME/.kube/config
```

Comando para verificar o funcionamento dos nodes:

```
tierry@master:~$ kubectl get nodes
NAME      STATUS   ROLES    AGE     VERSION
master1   Ready    master   18m     v1.19.3
master2   Ready    master   18m     v1.19.3
master3   Ready    master   18m     v1.19.3
worker1   Ready    <none>   3m58s   v1.19.3
worker2   Ready    <none>   3m58s   v1.19.3
worker3   Ready    <none>   3m58s   v1.19.3
```

Agora podemos ver que o cluster está pronto para a sua utilização.

Para que os comandos do Kubectl possa auto completar no *bash,* há necessidade executar os seguintes comandos nos 6 nodes:

```
sudo echo 'source <(kubectl completion bash)' >>~/.bashrc
sudo source .bashrc
```

8. Criando container do banco de dados Mysql

Crie o banco de dados com o comando abaixo

```
sudo docker run --name moodle-mysql -v /data/docker/datadir:/var/lib/mysql -e
MYSQL_ROOT_PASSWORD=password -d --restart unless-stopped -p 3306:3306 mysql:5.7.32
```

9. Instalação do *GlusterFS*

Com o objetivo de obter um volume persistente para o cluster do Kubernetes, foi instalado o GlusterFS nos 3 *master*. Para a instalação do cluster distribuído do GlusterFS, o seguinte procedimento foi efetuado.

Execute os comandos no 3 master:

```
sudo add-apt-repository ppa:gluster/glusterfs-7
sudo apt update
sudo apt install glusterfs-server
sudo systemctl start glusterd.service
sudo systemctl enable glusterd.service
```

Executar no *master1*:

```
sudo gluster peer probe master2
sudo gluster peer probe master3
```

Execute os comandos no 3 worker:

```
sudo add-apt-repository ppa:gluster/glusterfs-7
sudo apt update
sudo apt install -y glusterfs-client
```

Verifique o status do gluster

```
tierry@master1:~$ sudo gluster peer status
[sudo] password for tierry:
Number of Peers: 2
```

```
Hostname: master2
Uuid: 78f095ce-69ec-49c0-b19f-4768b6b12b6e
State: Peer in Cluster (Connected)

Hostname: master3
Uuid: 949a2f7d-91d8-4c8a-9cdd-d8be3647a5a5
State: Peer in Cluster (Connected)
```

Criar o diretório nos 3 master:

```
sudo mkdir -p /data/glusterfs/brick1/gv0
```

Criação do cluster replicado no *master1*:

```
tierry@master1:~$ sudo gluster volume create gv0 replica 3 master1:/data/glusterfs/brick1/gv0
master2:/data/glusterfs/brick1/gv0 master3:/data/glusterfs/brick1/gv0 force
```

Iniciar o volume:

```
tierry@master1:~$ sudo gluster volume start gv0
volume start: gv0: success
```

Verificação do status do volume:

```
tierry@master1:~/projeto-yaml$ sudo gluster volume info

Volume Name: gv0
Type: Replicate
Volume ID: 53ccd784-3d22-4dff-b5f9-f774a1116ca6
Status: Started
Snapshot Count: 0
Number of Bricks: 1 x 3 = 3
Transport-type: tcp
Bricks:
Brick1: master1:/data/glusterfs/brick1/gv0
Brick2: master2:/data/glusterfs/brick1/gv0
Brick3: master3:/data/glusterfs/brick1/gv0
Options Reconfigured:
performance.client-io-threads: off
nfs.disable: on
storage.fips-mode-rchecksum: on
transport.address-family: inet
```

10. Criação do volume persistente utilizando o cluster do *GlusterFS*

A seguir, crie os seguintes yaml:

PersistentVolume

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
 # The name of the PV, which is referenced in pod definitions or displayed in various oc volume commands.
 name: gluster-pv
spec:
 capacity:
  # The amount of storage allocated to this volume.
  storage: 3Gi
 accessModes:
```

```
  # labels to match a PV and a PVC. They currently do not define any form of access control.
 - ReadWriteMany
 # The glusterfs plug-in defines the volume type being used
 glusterfs:
   endpoints: glusterfs-cluster
   # Gluster volume name, preceded by /
   path: /gv0
   readOnly: false
 # volume reclaim policy indicates that the volume will be preserved after the pods accessing it terminate.
 # Accepted values include Retain, Delete, and Recycle.
 persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
```

PersistentVolumeClaim

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
 name: gluster-claim
spec:
 accessModes:
 - ReadWriteMany
 resources:
    requests:
      storage: 3Gi
```

Endpoints

```
apiVersion: v1
kind: Endpoints
metadata:
 name: glusterfs-cluster
subsets:
- addresses:
 - ip: 192.168.0.11
 ports:
 - port: 1
- addresses:
 - ip: 192.168.0.12
 ports:
 - port: 1
- addresses:
 - ip: 192.168.0.13
 ports:
 - port: 1
```

Service

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
 name: glusterfs-cluster
spec:
 ports:
 - port: 1
```

11. Configuração e instalação da aplicação no kubernetes.

Para a aplicação, foi utilizada a última imagem disponibilizada no docker hub, a seguir será apresentado o yaml do da aplicação do tipo *Deployment*.

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
 name: moodle
 labels:
  app: moodle
spec:
 selector:
  matchLabels:
   app: moodle
 strategy:
  type: Recreate
 template:
  metadata:
   labels:
    app: moodle
  spec:
   containers:
   - name: moodle
     image: moodlehq/moodle-php-apache:7.4-buster
     volumeMounts:
     - mountPath: "/var/www/"
       name: gluster-vol
       readOnly: false
     ports:
     - containerPort: 80
     resources:
       requests:
         memory: "256Mi"
         cpu: "250m"
       limits:
         memory: "512Mi"
         cpu: "500m"
   volumes:
   - name: gluster-vol
     persistentVolumeClaim:
       claimName: gluster-claim
```

Comando para criar o deployment da aplicação:

```
kubectl apply -f moodle-deployment.yaml
```

Após a criação do deployment, será necessário baixar o código do moodle e mover para a pasta do cluster do *GlusterFS*, onde será mapeado para a pasta "/var/www/" da aplicação. Sugestão para o procedimento:

Obtendo a imagem por meio do git:

```
git clone https://github.com/moodle/moodle.git
```

Para mover os arquivos para dentro do cluster do *GlusterFS*, execute os seguintes comandos:

```
sudo mount -t glusterfs master1:/gv0 /mnt
```

E então, mover a pasta “moodle” que acabou de ser clonada do *git* para a pasta “/mnt”:

```
mv moodle /mnt/
```

Para a instalação do moodle, é necessário acessar a aplicação por meio do navegador, neste trabalho foi necessário inserir um registro no hots do Windows, para que possa ser possível acessar a aplicação pelo DNS “master1/moodle”. Mas antes de iniciar a instalação, será necessário alterar o dono do arquivo moodle apenas uma vez acessando o POD. Execute os seguintes passos para que isso seja possível:

```
kubectl apply -f moodle-deployment.yaml
```

Após iniciar a aplicação, descubra o nome do container pelo comando:

```
kubectl get pods
```

Acessando o container, criando um arquivo “data” exigido pela aplicação e alterando o dono da pasta “moodle” e do arquivo “moodledata”:

```
host $  Kubectl exec -it <nome-container> -- bash
pod # mkdir /var/www/html/moodledata
pod # chown www-data.www-data /var/www/html/moodle –R
pod # chown www-data.www-data /var/www/html/ moodledata -R
```

Após isso, é só prosseguir para a instalação por meio do navegador no endereço “http://master1/moodle”.

Exposição da aplicação na porta 80 através do IP dos três hosts do tipo "LoadBalancer". Yaml da do serviço:

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: frontend
  labels:
    app: moodle
spec:
  type: LoadBalancer
  externalIPs:
  - 192.168.0.11
  - 192.168.0.12
  - 192.168.0.13
  ports:
  - port: 80
  selector:
    app: moodle
```

Após expor a aplicação, será necessário um yaml para escalonar a aplicação baseado no uso do processamento e/ou de memória. Então como apresentado no *yaml* a seguir, foi definido que o *deployment* irá iniciar com 2 *pods* e conforme a necessidade ele cria automaticamente até 5. Neste caso, as métricas definidas indicam que a partir de 70% de uso ou de memória ou de processador, o *kubernetes* realiza o escalonamento.

```
apiVersion: autoscaling/v2beta2
kind: HorizontalPodAutoscaler
metadata:
  name: moodle-hpa
spec:
  maxReplicas: 5
  minReplicas: 2
  scaleTargetRef:
```

```
    apiVersion: apps/v1
    kind: Deployment
    name: moodle
  metrics:
  - type: Resource
    resource:
      name: cpu
      target:
        type: Utilization
        averageUtilization: 70
  - type: Resource
    resource:
      name: memory
      target:
        type: Utilization
        averageUtilization: 70
```

Para que o "HorizontalPodAutoscaler" possa funcionar corretamente, é necessário adicionar o "*Metrics Server*" ao cluster, com isso é possível obter as informações de utilização de processador e memória através do comando "kubectl top nodes/pods". A seguir o yaml para o *metrics*.

```
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
  name: system:aggregated-metrics-reader
  labels:
    rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-view: "true"
    rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-edit: "true"
    rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-admin: "true"
rules:
- apiGroups: ["metrics.k8s.io"]
  resources: ["pods", "nodes"]
  verbs: ["get", "list", "watch"]
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRoleBinding
metadata:
  name: metrics-server:system:auth-delegator
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: ClusterRole
  name: system:auth-delegator
subjects:
- kind: ServiceAccount
  name: metrics-server
  namespace: kube-system
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: RoleBinding
metadata:
  name: metrics-server-auth-reader
  namespace: kube-system
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: Role
  name: extension-apiserver-authentication-reader
```

```
subjects:
- kind: ServiceAccount
  name: metrics-server
  namespace: kube-system
---
apiVersion: apiregistration.k8s.io/v1beta1
kind: APIService
metadata:
  name: v1beta1.metrics.k8s.io
spec:
  service:
    name: metrics-server
    namespace: kube-system
  group: metrics.k8s.io
  version: v1beta1
  insecureSkipTLSVerify: true
  groupPriorityMinimum: 100
  versionPriority: 100
---
apiVersion: v1
kind: ServiceAccount
metadata:
  name: metrics-server
  namespace: kube-system
---
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: metrics-server
  namespace: kube-system
  labels:
    k8s-app: metrics-server
spec:
  selector:
    matchLabels:
      k8s-app: metrics-server
  template:
    metadata:
      name: metrics-server
      labels:
        k8s-app: metrics-server
    spec:
      serviceAccountName: metrics-server
      volumes:
      # mount in tmp so we can safely use from-scratch images and/or read-only containers
      - name: tmp-dir
        emptyDir: {}
      containers:
      - name: metrics-server
        image: k8s.gcr.io/metrics-server/metrics-server:v0.3.7
        imagePullPolicy: IfNotPresent
        args:
          - --cert-dir=/tmp
          - --secure-port=4443
          - --kubelet-insecure-tls
          - --kubelet-preferred-address-types=InternalIP,ExternalIP,Hostname
        ports:
```

```
        - name: main-port
          containerPort: 4443
          protocol: TCP
        securityContext:
          readOnlyRootFilesystem: true
          runAsNonRoot: true
          runAsUser: 1000
        volumeMounts:
        - name: tmp-dir
          mountPath: /tmp
      nodeSelector:
        kubernetes.io/os: linux
---
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: metrics-server
  namespace: kube-system
  labels:
    kubernetes.io/name: "Metrics-server"
    kubernetes.io/cluster-service: "true"
spec:
  selector:
    k8s-app: metrics-server
  ports:
  - port: 443
    protocol: TCP
    targetPort: main-port
---
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
  name: system:metrics-server
rules:
- apiGroups:
  - ""
  resources:
  - pods
  - nodes
  - nodes/stats
  - namespaces
  - configmaps
  verbs:
  - get
  - list
  - watch
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRoleBinding
metadata:
  name: system:metrics-server
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: ClusterRole
  name: system:metrics-server
subjects:
```

```
- kind: ServiceAccount
  name: metrics-server
  namespace: kube-system
```