

dojōt



do IoT

# Dojot v0.6.0

Guia de Instalação  
Instalando a dojot no Kubernetes

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>Ambiente</b>	<b>2</b>
<b>Considerações gerais</b>	<b>3</b>
<b>Requisitos de hardware e software</b>	<b>4</b>
<b>Download do repositório</b>	<b>5</b>
<b>Instalação do ansible</b>	<b>5</b>
<b>Configuração do cluster kubernetes</b>	<b>6</b>
<b>Deploy da dojot</b>	<b>10</b>
<b>Configuração do load balancer</b>	<b>14</b>

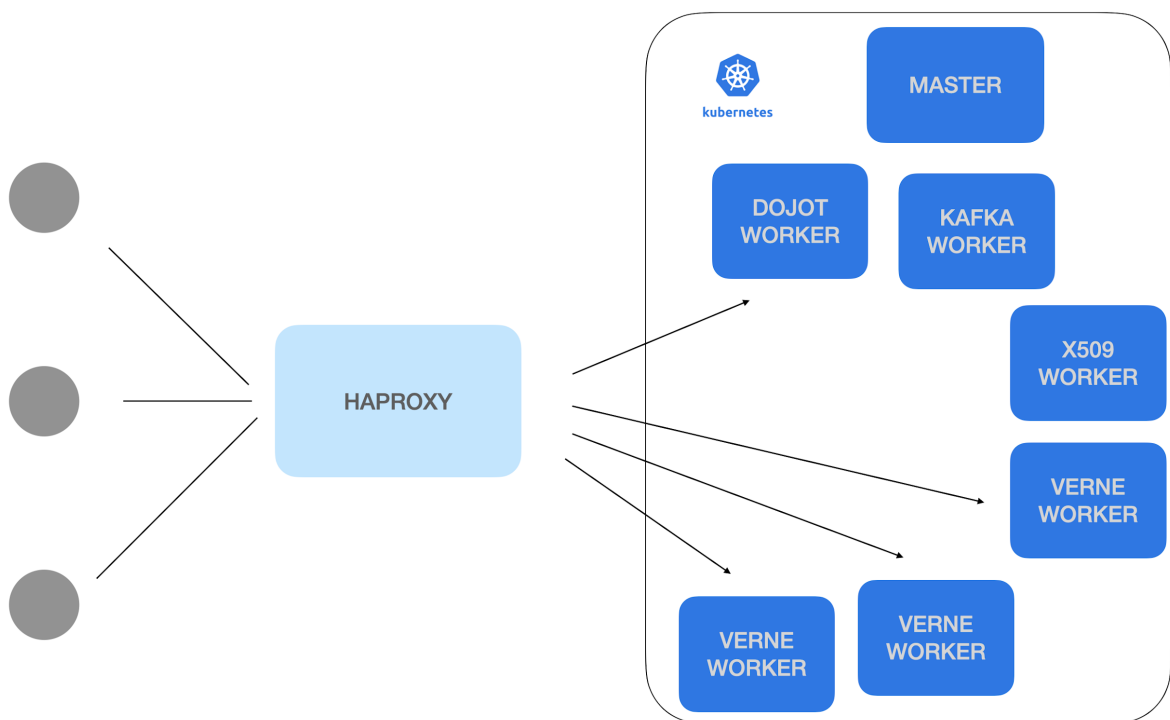
## Introdução

Este documento aborda a configuração da dojot v0.6.0 no Kubernetes utilizando o HAProxy como balanceador de carga Layer 4 suportando até 100.000 dispositivos conectados via MQTT.

No ambiente em questão, a dojot não processa e nem armazena as mensagens enviadas pelos dispositivos, uma vez que esse é utilizado somente para testes de carga e nem todos componentes da dojot são disponibilizados.

## Ambiente

Para utilizar a Dojot com até 100.000 dispositivos conectados, podemos levar em conta o seguinte ambiente:



Na imagem acima vemos 8 nós, que podem ser máquinas virtuais ou físicas:

- **HAPROXY:** Load balancer layer 4. Todas as requisições TCP passam por ele e são redirecionadas para os workers do kubernetes. Nesse nó temos somente o HAPROXY instalado. Ele possui regras de balanceamento TCP e todos os dispositivos e clientes devem se conectar ao HAPROXY para acessar a dojot.

- **K8s Master:** Nó master do Kubernetes. Nele temos o *control plane* que administra o nosso cluster kubernetes. Não temos nenhum serviço da dojot sendo executado nesse nó. Sua única responsabilidade é administrar o cluster kubernetes .
- **Dojot Worker:** Nó worker do kubernetes onde alguns serviços da dojot são executados.
- **Kafka Worker:** Nó worker onde o Apache Kafka e os componentes relacionados com esse serviço são executados. Ele fica em um nó separado para que tenha o uso exclusivo de recursos desse nó, otimizando a performance. Assim é possível utilizar um hardware com IO otimizado para esse nó.
- **X509 Worker:** Nó worker onde o componente X509 será executado. Ele fica em um nó separado para que tenha o uso exclusivo de recursos do host, otimizando a performance.
- **Verne Workers:** Nós workers onde os lot Agents com VerneMQ são executados. Eles também ficam em nós separados para que possam ter um uso exclusivo de recursos, otimizando a performance. O tráfego de rede, uso de CPU e memória desses nós é intenso. Além disso, outras configurações de redirecionamentos de pacotes de rede são utilizadas nesses nós visando otimizar a performance.

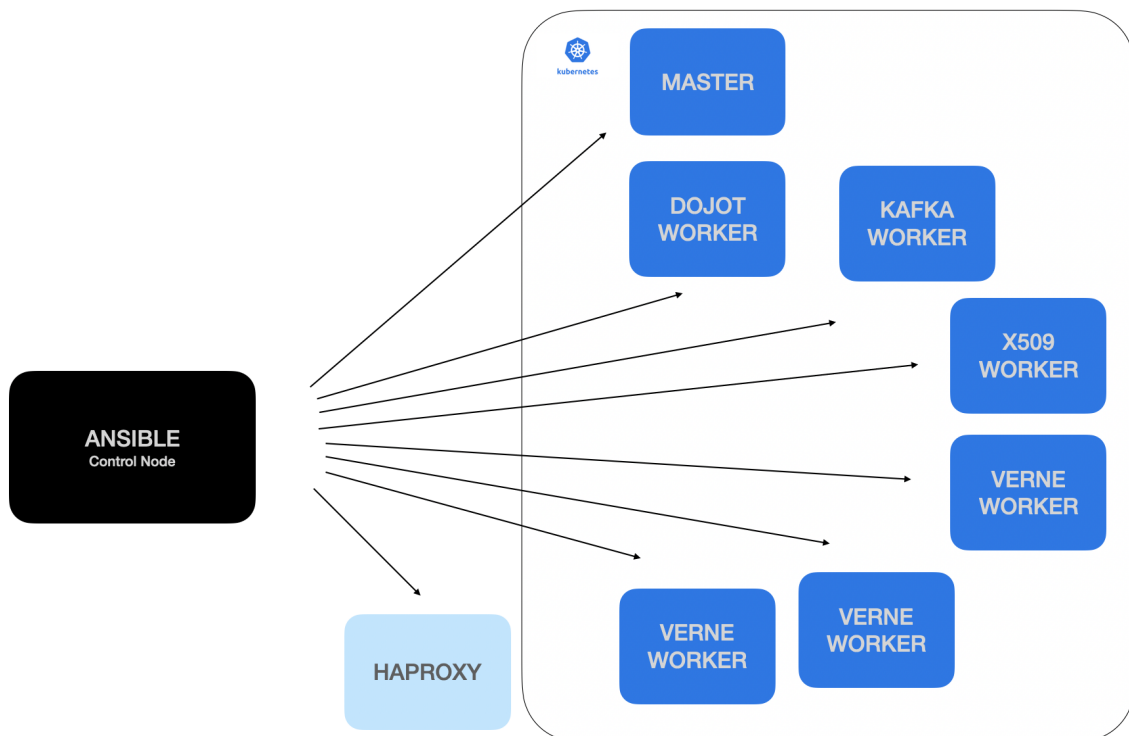
É importante lembrar que é de extrema importância o mapeamento de volumes no cluster, para que em caso de falhas, o sistema consiga manter o estado e os dados dos contêineres.

## Considerações gerais

Atualmente temos playbooks do Ansible para automatizar a configuração dos ambientes. Para isso, assumimos que os requisitos de hardware e software estão sendo atendidos. As máquinas precisam ser acessíveis por SSH para que os comandos consigam ser executados pelo Ansible.

Mesmo sendo possível executar os playbooks de dentro do cluster k8s, vamos abordar nesse documento a execução de fora do cluster.

Abaixo um exemplo do ambiente com o Ansible:



Considerando o modelo acima, temos uma máquina com o Ansible instalado, chamada "control node", que podemos utilizar para realizar as instalações e configurações dos nós (*atualmente não é possível utilizar o MS Windows como control node*). O Ansible então, através dos playbooks criados pela equipe da dojot, poderá realizar a instalação e configuração do HAProxy e do k8s, assim como o deploy completo da dojot.

Os playbooks para instalação se encontram no repositório [dojot/ansible-dojot](https://github.com/dojot/ansible-dojot). Esse repositório é versionado e temos os playbooks adequados para cada versão da dojot.

## Requisitos de hardware e software

Todos os testes foram executados no Ubuntu 18.04 (bionic 64).

Software:

- Instalado previamente pelo usuário (Control Node):
  - Ubuntu 18.04 LTS;
  - Ansible 2.9.6 (Recomendamos a instalação com pip3);
  - sshpass;
  - GIT.
- Instalado juntamente com o deploy da Dojot:
  - Kubernetes: Kubectl 1.17 com **Service Topology** ativado;
  - Docker: Docker CE 19.03.4;
  - Balanceador de carga L4: HAProxy Community 2.0;

Hardware:

- **HAProxy:** 4 core de processamento (2.2GHZ), 4GB de RAM e 20GB de disco;
- **Master Node:** 2 cores de processamento (2.2GHZ), 2GB de RAM e 20GB de disco;
- **Dojot Node:** 4 cores de processamento (2.2GHZ), 4GB de RAM e 30GB de disco;
- **kafka Node:** 6 cores de processamento (2.2GHZ), 6GB de RAM e 30GB de disco;
- **X509 Node:** 4 cores de processamento (2.2GHZ), 4GB de RAM e 20GB de disco;
- **Verne Nodes** (para cada nó): 8 cores de processamento (2.2GHZ), 8GB de RAM e 30GB de disco;

## Download do repositório

Para iniciar a instalação, precisamos baixar o repositório com os playbooks do Ansible. O seguinte comando é executado no control node do ansible para clonar o repositório “ansible-dojot”:

```
$ git clone https://github.com/dojot/ansible-dojot.git
```

Será criado um diretório com o nome "ansible-dojot". Devemos então acessar esse diretório e mudar para a tag da versão da dojot que queremos utilizar. Lembrando que a branch master sempre aponta para a última tag (versão) da dojot:

```
$ cd ansible-dojot  
$ git checkout v0.6.0 -b v0.6.0
```

Nesse exemplo, mudamos a tag para a versão v0.6.0 da dojot. Todos os playbooks e scripts nessa tag estão adaptados para essa versão específica da dojot, ou seja, para cada versão temos uma tag específica.

## Instalação do ansible

Ainda dentro do control node, precisamos agora instalar o Ansible para que possamos executar futuramente os playbooks da dojot. Para isso basta rodar o seguinte comando dentro do diretório “ansible-dojot” (lembrando que é necessário ter o pip3 instalado previamente):

```
$ pip3 install -r requirements.txt
```

## Configuração do cluster kubernetes

A abordagem para montar um cluster k8s que suporte 100.000 dispositivos é muito semelhante a de um cluster mais simples. Precisamos de mais workers nodes (Conforme mostrado no tópico "[Ambiente](#)"), atendendo os requisitos de hardware para suportar a carga. Através do control node, executamos o playbook do Ansible para a instalação e configuração do kubernetes, que será utilizado para orquestrar os containers docker da dojot.

É interessante alterar o hostname das máquinas que farão parte do cluster kubernetes para facilitar a visualização dos nós quando necessário. No Ubuntu 18.04 utilizamos o comando "hostnamectl". Como exemplo, para alterar o hostname de um dos nós que será utilizado pelo VerneMQ, executamos o seguinte comando (dentro do nó VerneMQ):

```
$ sudo hostnamectl set-hostname verne-1
```

Para executar o playbook do Ansible com sucesso, precisamos informar os hosts onde o k8s será instalado e configurado.

Devemos fazer as seguintes alterações no arquivo "inventories/example\_local/hosts.yaml" como representado em negrito abaixo:

```
---
all:
  hosts:
    ...
    master_host:
      ansible_host: 192.168.0.10
    dojot_worker_host:
      ansible_host: 192.168.0.11
    kafka_worker_host:
      ansible_host: 192.168.0.12
    x509_worker_host:
      ansible_host: 192.168.0.13
    first_verne_worker_host:
      ansible_host: 192.168.0.14
    second_verne_worker_host:
      ansible_host: 192.168.0.15
    third_verne_worker_host:
      ansible_host: 192.168.0.16
  children:
    ...
    k8s-nodes:
      children:
        master_nodes:
          hosts:
            master_host:
        worker_nodes:
          hosts:
            dojot_worker_host:
            kafka_worker_host:
```

```
x509_worker_host:
first_verne_worker_host:
second_verne_worker_host:
third_verne_worker_host:
```

...

Com nosso arquivo "hosts.yaml" devidamente configurado e cada nó com seu hostname definido, podemos executar o playbook do ansible para configurar o nosso cluster k8s:

```
$ ansible-playbook -K -k -u dojot -i inventories/example_local k8s.yaml
```

No exemplo acima, o Ansible irá conectar nas máquinas remotamente via SSH utilizando o usuário "dojot". O Ansible também vai perguntar o password do usuário "dojot" no terminal. Mas outras abordagens podem ser utilizadas para melhorar a segurança.

O Ansible mostrará no log tudo que está executando e alterando. Todos os comandos na cor "amarela" significam que algo foi alterado na máquina remota. A cor verde significa que nada foi alterado e a cor vermelha significa erro. Não devemos utilizar o cluster caso algum erro seja acusado no log.

No final da execução do playbook, podemos acessar o nó master do kubernetes e executar o comando "`kubectl get nodes`". Se a saída for parecida com essa, significa que o cluster foi criado corretamente (Pode ser que o worker node leve um tempo até ficar como o status "Ready"):

```
NAME      STATUS  ROLES  AGE  VERSION
master    Ready   master  0d   v1.17.3
verne-1   Ready   <none>  0d   v1.17.3
verne-2   Ready   <none>  0d   v1.17.3
verne-3   Ready   <none>  0d   v1.17.3
dojot     Ready   <none>  0d   v1.17.3
kafka     Ready   <none>  0d   v1.17.3
x509      Ready   <none>  0d   v1.17.3
```

Agora precisamos adicionar labels nos nós do kubernetes para que possamos distribuir os microsserviços corretamente no cluster. Com isso melhoramos a performance e garantimos o bom funcionamento dos serviços. Como exemplo, o nó que roda o kafka server, não deveria ter outros serviços sendo executados no mesmo nó, para que a performance do kafka não seja comprometida.

Devemos adicionar os seguintes labels em nosso cluster:

Nó k8s	Label
verne-1	dojot.components/group=vernemq



verne-2	dojot.components/group=vernemq
verne-3	dojot.components/group=vernemq
dojot	dojot.components/group=dojot
kafka	dojot.components/group=kafka
x509	dojot.components/group=x509

Adicionamos os labels acessando o nó master do k8s. No exemplo abaixo, adicionamos o label no nó kafka:

```
$ kubectl label nodes kafka dojot.components/group=kafka
```

Precisamos adicionar labels em todos os nós conforme tabela acima. O playbook de deploy da dojot irá distribuir os serviços no cluster considerando os labels que foram adicionados. Como exemplo, o serviço kafka será executado no nó que contém o label `dojot.components/group=kafka`. Por isso a importância de adicionar os labels no serviço.

Em um ambiente de produção, onde é necessário que o estado da aplicação seja restaurado caso algum container ou algum nó do cluster apresente algum problema, precisamos configurar volumes para que os dados de alguns serviços sejam persistidos. Em um ambiente com 100.000 dispositivos conectados, essa configuração também é necessária para obter a performance necessária.

Existem diversas maneiras e abordagens para configurar volumes no kubernetes. Nesse documento, vamos abordar a criação de volumes locais.

Os volumes locais utilizam o disco dos nodes do cluster como storage. Sendo assim, precisamos criar diretórios no cluster para que os volumes sejam mapeados corretamente. Precisamos então acessar os nós por SSH e criar os diretórios localmente. O administrador do cluster pode criar os diretórios onde achar mais interessante, mas os exemplos que estão no diretório *"local\_storage\_example/volumes"*, do repositório *"ansible-dojot"* baixado anteriormente no control node, apontam para os seguintes locais dentro dos nós:

Node	Diretório
dojot	/mnt/data/kong
dojot	/mnt/data/minio
dojot	/mnt/data/mongodb
dojot	/mnt/data/postgres
dojot	/mnt/data/prometheus
dojot	/mnt/data/kafka_ws

kafka	/mnt/data/kafka
kafka	/mnt/data/zookeeper/data
kafka	/mnt/data/zookeeper/log
x509	/mnt/data/ejbca

Para que os scripts de criação de volumes de exemplo possam ser utilizados, é necessário a criação dos diretórios nos locais apontados acima. Caso contrário, será necessário entrar nos arquivos do diretório *"local\_storage\_example/volumes"* e alterar o parâmetro path dos volumes como no exemplo abaixo, onde o diretório de volume do PostgreSQL foi alterado para *"/home/anderson/postgres"*:

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: local-pv-postgres
  labels:
    type: local
    app: dojot
    db: postgres
spec:
  capacity:
    storage: 2Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  storageClassName: local-storage
  local:
    path: /home/anderson/postgres
  nodeAffinity:
    required:
      nodeSelectorTerms:
        - matchExpressions:
            - key: dojot.components/group
              operator: In
              values:
                - dojot
```

Depois de ajustar os arquivos corretamente, vamos agora copiá-los do control node para o master node do kubernetes para que possamos aplicá-los com o kubectl. Podemos utilizar o seguinte comando (dentro do control node) para copiar os arquivos:

```
$ scp -r local_storage_example/volumes dojot@192.168.0.10:~/
```

Com esse comando, copiamos o diretório "volumes" que está dentro de "local\_storage\_example" para dentro do diretório raiz do usuário "dojot" do host master (192.168.0.10).

Com todos os arquivos de criação de volumes copiados, podemos então acessar nó master do kubernetes por SSH e executar o seguinte comando para criar os volumes:

```
$ ssh dojot@192.168.0.10
$ kubectl apply -f volumes
```

Todos os arquivos do diretório "volumes" serão aplicados e todos os volumes serão criados. Para visualizar o status dos volumes podemos utilizar o comando "kubectl get pv". A seguinte lista será exibida:

NAME	CAPACITY	ACCESS MODES	RECLAIM POLICY	STATUS	CLAIM	STORAGECLASS	REASON	AGE
local-pv-kafka	2Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/kafka-volume-kafka-server-0	local-storage		22d
local-pv-kafka-ws	5Mi	ROX	Retain	Bound	dojot/kafka-ws	local-storage		22d
local-pv-kong	5Mi	ROX	Retain	Bound	dojot/kong	local-storage		22d
local-pv-minio	2Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/minio	local-storage		22d
local-pv-mongo	2Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/mongodb-volume-mongodb-0	local-storage		22d
local-pv-postgres	2Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/psql-volume-postgres-0	local-storage		22d
local-pv-prometheus	2Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/prometheus	local-storage		22d
local-pv-x509-identity-mgmt	10Mi	RWX	Retain	Bound	dojot/x509-identity-mgmt	local-storage		22d
local-pv-zk-data	1Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/zk-volume-data-zookeeper-0	local-storage		22d
local-pv-zk-log	1Gi	RWO	Retain	Bound	dojot/zk-volume-log-zookeeper-0	local-storage		22d

## Deploy da dojot

Agora podemos sair do console do nó master do cluster e voltar para o control node do Ansible para fazer deploy da dojot. O ambiente que suporta até 100.000 dispositivos conectados precisa de alguns ajustes de deployment de alguns serviços para que tudo funcione corretamente. Sendo assim, vamos editar o arquivo de variáveis que fica em `inventories/example_local/group_vars/all/dojot.yaml`. Abaixo destacamos os trechos que foram alterados no arquivo:

```
dojot_namespace: dojot
dojot_version: v0.6.0
dojot_domain_name: dojot.domain

dojot_storage_class_name: "local-storage"

dojot_kubernetes_rbac: true

dojot_zk_persistent_volumes: true
dojot_psql_persistent_volumes: true
dojot_x509_identity_mgmt_persistent_volumes: true
dojot_mongodb_persistent_volumes: true
dojot_minio_persistent_volumes: true
dojot_kafka_persistent_volumes: true
dojot_kafka_ws_persistent_volumes: true
dojot_apigw_persistent_volumes: true

dojot_gui2_enabled: false

dojot_auth_email_enabled: false

dojot_insecure_mqtt: 'true'

dojot_vernemq_replicas: 3
dojot_bridges_replicas: 9
dojot_x509_identity_mgmt_replicas: 1
```

```
dojot_kafka_ws_enable_tls: false
dojot_apigw_enable_mutual_tls: false
```

```
dojot_fixed_nodeports_enabled: true
```

```
dojot_nodeports:
  apigw:
    http: 30001
    https: 30002
  metrics: 30003
  mqtt: 30004
  mqtts: 30005
  lwm2m:
    coap: 30006
    coaps: 30007
  file_server: 30008
  file_servers: 30009
  http: 30010
```

```
dojot_enable_node_affinity: true
```

```
dojot_node_label:
  dojot: dojot
  x509: x509
  kafka: kafka
  vernemq: vernemq
```

```
dojot_enable_locust_exporter: false
dojot_locust_exporter:
  ip: 127.0.0.1
  port: 9646
```

Vamos agora detalhar as alterações explicando o papel de cada variável no deployment:

- **dojot\_domain\_name:** utilizada por alguns serviços internos e principalmente pelo serviço que gera certificados para os dispositivos. Vamos subir um balanceador de carga para receber as conexões dos dispositivos, então nessa variável precisa ter o endereço do host do balanceador de carga (HAProxy), ou o domínio que aponta para o host do balanceador.
- **dojot\_storage\_class\_name:** utilizada para especificar o storage class utilizado pelos serviços da dojot, na verdade quando configuramos e criamos nossos volumes, esse storage class já foi criado com o nome “local-storage”, então só precisamos informá-lo no arquivo de variáveis. No momento do deployment os serviços vão utilizar o storage dessa classe.
- **dojot\*\_persistent\_volumes:** existe uma variável para cada serviço que pode utilizar persistência de dados em volumes no kubernetes. Se a variável tem o valor “true” então o volume é criado para o serviço durante o deployment.

- **dojot\_vernemq\_replicas:** define a quantidade de réplicas para o lot Agent VerneMQ. Para suportar até 100.000 dispositivos, é necessário no mínimo 3 réplicas do serviço.
- **dojot\_bridges\_replicas:** define a quantidade de bridges criadas para o VerneMQ no cluster. Cada instância do VerneMQ precisa de pelo menos 3 bridges para suportar até 100.000 dispositivos, totalizando o total de 9 bridges.
- **dojot\_fixed\_nodeports\_enabled:** define se os serviços da dojot com NodePort utilizam portas fixas. Para esse ambiente precisamos que as portas sejam fixas, pois precisamos utilizar um balanceador de carga que balanceia as requisições nessas portas. É possível modificar o número dessas portas através da variável “*dojot\_nodeports*”.
- **dojot\_enable\_node\_affinity:** define se os serviços devem ser distribuídos utilizando os labels que configuramos anteriormente. Se estiver com o valor “true” e se configuramos os labels nos nós corretamente, os serviços serão distribuídos corretamente no cluster possibilitando uma otimização na performance.

Também precisamos alterar o arquivo `hosts.yaml` que fica em “*inventories/example\_local/hosts.yaml*”, caso ainda não tenha sido alterado. Nesse arquivo temos a configuração do host onde o playbook de deploy será executado. O arquivo deve ficar da seguinte forma:

```
---
all:
  hosts:
    ...
    master_host:
      ansible_host: 192.168.0.10
  children:
    ...
    dojot-k8s:
      hosts:
        master_host:
          ...
```

Precisamos alterar o grupo “dojot-k8s” para que o playbook seja executado no nó master do nosso cluster kubernetes. Outra estratégia seria utilizar um arquivo de configuração local do kubernetes, mas não vamos abordar esse assunto nesse documento.

Podemos agora fazer deploy da dojot utilizando o seguinte comando:

```
$ ansible-playbook -K -k -u dojot -i inventories/example_local deploy.yaml --tags 100k
```

Utilizando a tag “100k”, forçamos o Ansible a fazer deploy somente dos serviços necessários para o ambiente que suporte até 100.000 dispositivos. Quando utilizamos essa tag, somente o IOT Agent e os serviços necessários para comunicação com o Apache Kafka são disponibilizados, ou seja, esse é um ambiente utilizado somente para testes de carga. Nesse ambiente, a dojot não processa e nem armazena as mensagens enviadas pelos dispositivos.

Após o deployment, podemos acessar o nó master do kubernetes e utilizar o seguinte comando para acompanhar o status dos serviços:

```
$ ssh dojot@192.168.0.10
$ watch kubectl get pods -n dojot
```

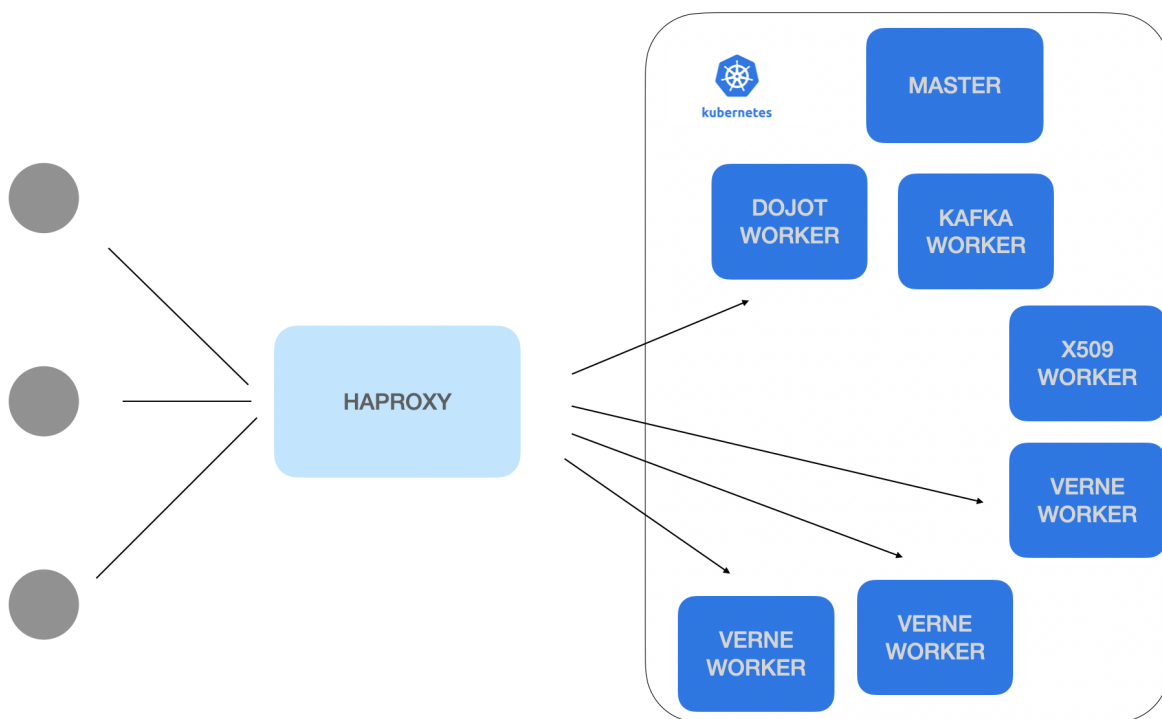
O resultado deve ser algo parecido com a imagem abaixo:

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
auth-5794cd465-6qw95	2/2	Running	0	2d5h
data-broker-67ccd47d68-g7d9p	1/1	Running	1	2d5h
data-broker-redis-78656688d5-qhs6h	1/1	Running	0	2d5h
k2v-bridge-0	1/1	Running	202	2d5h
k2v-bridge-1	1/1	Running	197	2d5h
k2v-bridge-2	1/1	Running	211	2d5h
k2v-bridge-3	1/1	Running	203	2d5h
k2v-bridge-4	1/1	Running	202	2d5h
k2v-bridge-5	1/1	Running	208	2d5h
k2v-bridge-6	1/1	Running	207	2d5h
k2v-bridge-7	1/1	Running	192	2d5h
k2v-bridge-8	1/1	Running	206	2d5h
kafka-loopback-0	1/1	Running	3	2d5h
kafka-loopback-1	1/1	Running	2	2d5h
kafka-loopback-2	1/1	Running	2	2d5h
kafka-loopback-3	1/1	Running	1	2d5h
kafka-loopback-4	1/1	Running	0	2d5h
kafka-loopback-5	1/1	Running	0	2d5h
kafka-loopback-6	1/1	Running	0	2d5h
kafka-loopback-7	1/1	Running	0	2d5h
kafka-loopback-8	1/1	Running	0	2d5h
kafka-server-0	1/1	Running	1	2d5h
kafka-ws-7d999c5ff4-qk49p	1/1	Running	0	2d5h
kafka-ws-redis-0	1/1	Running	0	2d5h
kong-5975bddd6-ccxmh	1/1	Running	0	2d5h
kong-migrate-rb6m9	0/1	Completed	0	2d5h
kong-migrate-up-plpcx	0/1	Completed	0	2d5h
kong-route-config-gjm66	0/1	Completed	0	2d5h
mongodb-0	1/1	Running	0	2d5h
postgres-0	1/1	Running	0	2d5h
v2k-bridge-0	1/1	Running	203	2d5h
v2k-bridge-1	1/1	Running	205	2d5h
v2k-bridge-2	1/1	Running	203	2d5h
v2k-bridge-3	1/1	Running	209	2d5h
v2k-bridge-4	1/1	Running	211	2d5h
v2k-bridge-5	1/1	Running	202	2d5h
v2k-bridge-6	1/1	Running	209	2d5h
v2k-bridge-7	1/1	Running	209	2d5h
v2k-bridge-8	1/1	Running	204	2d5h
vernemq-k8s-0	1/1	Running	135	2d5h
vernemq-k8s-1	1/1	Running	136	2d5h
vernemq-k8s-2	1/1	Running	145	2d5h
vernemq-k8s-deployment-69d556df7b-7ppqr	1/1	Running	0	2d5h
vmq-operator-6774ff9ff4-6wtjc	1/1	Running	0	2d5h
x509-identity-mgmt-6f4dcfd68-4xmw8	1/1	Running	0	2d5h
zookeeper-0	1/1	Running	0	2d5h

Com isso finalizamos o deploy da dojot com um ambiente que suporte até 100.000 dispositivos conectados. O status de cada serviço no seu cluster precisa ser o mesmo dos serviços mostrados acima. Isso pode levar alguns minutos para acontecer. Após esse período a dojot já estará pronta para ser utilizada, mas para acessá-la precisamos ainda configurar o load balancer.

## Configuração do load balancer

Para utilizar a dojot com suporte para até 100.000 dispositivos, devemos configurar o HAProxy como balanceador de carga. Esse balanceador receberá todas as requisições dos clientes e fará o balanceamento de carga entre os nós worker do kubernetes, ou seja, nosso cluster não é acessado diretamente pelo cliente. Como mostrado na imagem abaixo:



Precisamos fazer a configuração do range de portas usadas para tráfego TCP no host do HAProxy, para que possibilite o balanceamento de carga de até 100.000 dispositivos. Para isso, precisamos acessar o host via SSH e editar um arquivo de configuração (No exemplo utilizamos o nano para editar o arquivo, porém você pode usar o editor de texto de sua preferência):

```
$ ssh dojot@192.168.0.12
```

```
$ sudo nano /etc/sysctl.conf
```

Após acessar o arquivo basta adicionar a seguinte linha de configuração e depois salvar:

```
net.ipv4.ip_local_port_range = 1024 65535
```

Por fim, depois que o arquivo já foi modificado e salvo basta rodar o seguinte comando para aplicar as novas configurações:

```
$ sudo sysctl -p
```

Para verificar se tudo funcionou basta rodar o seguinte comando:

```
$ cat /proc/sys/net/ipv4/ip_local_port_range
```

Se a saída do comando for “1024 65535” então tudo funcionou corretamente. Agora já podemos sair do haproxy node.

Voltando para o control node, temos um playbook para instalação e configuração do HAProxy. Mas antes de executá-lo, precisamos configurar o nosso arquivo hosts.yaml novamente para informar ao ansible o host da máquina que terá o HAProxy instalado e também quais são os nós workers, responsáveis por hospedar os micro-serviços utilizados pela dojot. Para isso editamos o nosso arquivo de inventário que está em “inventories/example\_local/hosts.yaml”:

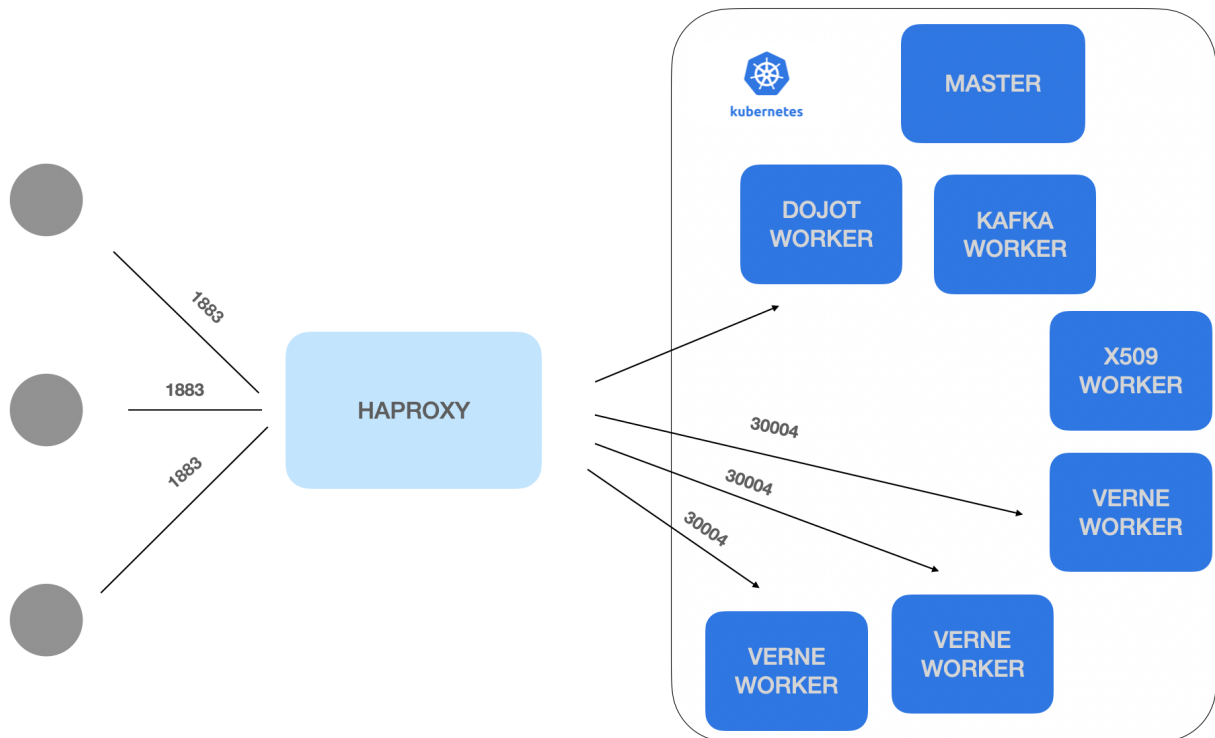
```
---
all:
  hosts:
    ...
    haproxy:
      ansible_host: 192.168.0.12
    ...
  children:
    ...
    apigw_nodes:
      hosts:
        192.168.0.13: #IP do nó dojot-worker
    mqtt_nodes:
      hosts:
        192.168.0.14: #IP do nó verne-worker-1
        192.168.0.15: #IP do nó verne-worker-2
        192.168.0.16: #IP do nó verne-worker-3
    lwm2m_nodes:
      hosts:
        192.168.0.13: #IP do nó dojot-worker
    metrics_nodes:
      hosts:
        192.168.0.13: #IP do nó dojot-worker
```

No exemplo acima, assumimos que o host do HAProxy será o “192.168.0.12”, que a máquina dojot-worker tem o IP 192.168.0.13 e que as 3 máquinas verne-worker possuem respectivamente os IPs 192.168.0.14, 192.168.0.15 e 192.168.0.16. Precisamos configurar o arquivo dessa maneira pois os serviços “apigw”, “lwm2m” e “metrics” deverão subir no nó dojot-worker, enquanto o serviço mqtt deve subir nos três nós verne-worker. Essas são as únicas configurações que precisamos fazer.

Lembrando que já alteramos o nosso arquivo de variáveis anteriormente para que o kubernetes utilize portas fixas para os serviços com acesso externo. O playbook do HAProxy utiliza essa mesma configuração, ou seja, se o serviço lot Agent VerneMQ expõe a



porta de acesso para MQTT em 30004, o HAProxy vai receber a conexão na porta 1883 e redirecionar para a porta 30004 do cluster kubernetes. Como mostrado na imagem abaixo:



Podemos então executar nosso playbook para que as configurações acima sejam aplicadas e para que nosso HAProxy seja configurado:

```
$ ansible-playbook -K -k -u dojot -i inventories/example_local haproxy.yaml
```

Novamente, podemos acompanhar o resultado da execução do playbook pelos logs. Todos os logs na cor amarela significam que algo foi alterado na máquina remota, a cor verde significa que nada foi alterado e a cor vermelha significa que algo deu erro. Se os logs não demonstrarem nenhum erro na execução, a dojot já estará acessível aos clientes através do HAProxy.