Terceira Avaliação - 13/01/2025 : 20/01/2024 - Redes de Computadores II

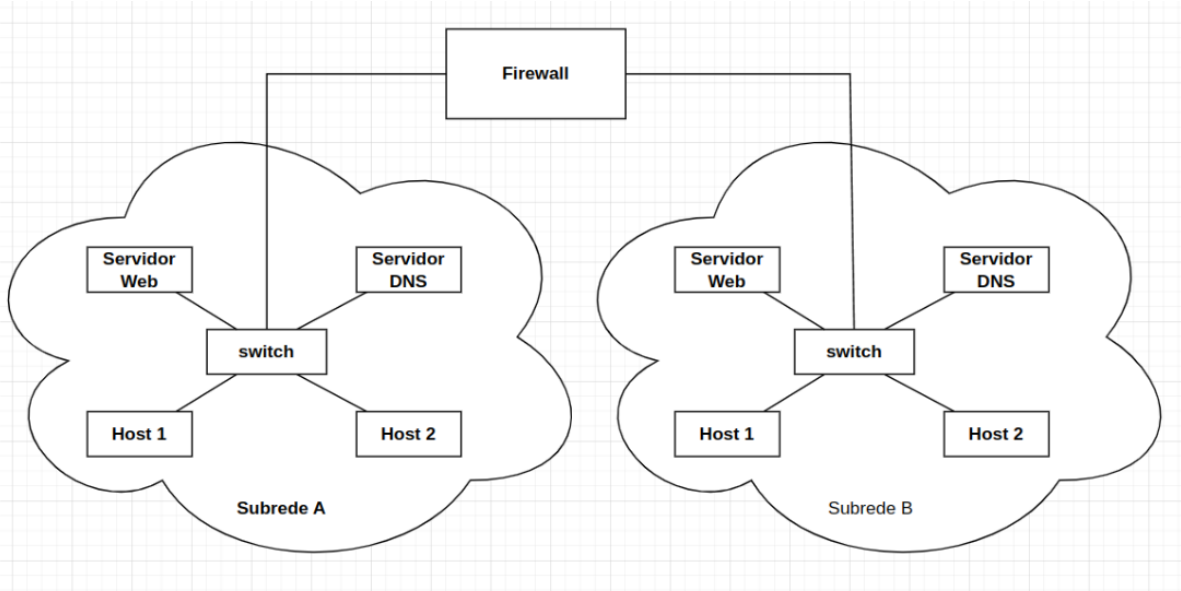
Equipe:

- MAURICIO BENJAMIN DA ROCHA : 20219016147
- PEDRO ANTONIO VITAL DE SOUSA CARVALHO : 20219029753

Objetivos

- Faça um relatório (how-to) descrevendo todos os passos.
    - Deixe bem claro o que você fez.
    - Descreva sequencialmente todos os processos requisitados nas questões.
    - Não basta colocar as imagens, descreva todas as figuras no relatório.
    - Relatório em PDF.
- Faça um vídeo explicando e demonstrando o desenvolvimento, publicar o vídeo no YouTube e adicionar o link no arquivo resposta.
    - verificar se o vídeo tem áudio.
- O que enviar no arquivo:
    - relatório;
    - link do vídeo

Questão Única: Utilizando Docker crie a infraestrutura abaixo e faça o que se pede a seguir



Descrição da figura: Duas subredes (A e B) interligadas por um roteador (firewall); Cada sub-rede com 4 computadores e um *switch* interligando todos os computadores dentro da subrede; Cada sub-rede contém um servidor web e um servidor DNS.

De acordo com a infraestrutura a cima, realize as operações numeradas a baixo

1. Instanciar a rede ilustrada na Figura utilizando o docker. Utilize a imagem do ubuntu em todas os hosts; (1pt)

Para instanciar a infraestrutura apresentada, usaremos técnicas de engenharia de software para estruturar de forma organizada e eficiente todos os containers docker que usaremos.

Passo 1. Estruturar o Projeto

Crie uma pasta para o projeto, onde todos os arquivos relacionados ao projeto serão adicionados nela. Neste guia usaremos a pasta `infra` para isso, conforme ilustrado a baixo.

```
infra/
```

Dentro da pasta `infra` iremos criar um arquivo `docker-compose.yaml` para gerenciar nossos containers de forma mais organizada e reprodutível.

```
infra/
    docker-compose.yaml
```

Iremos dividir a infraestrutura em partes, usando o conceito de módulos, de forma que teremos 3 módulos principais: `Rede A` `Firewall` e `Rede B`. Para isso criaremos respectivamente as pastas `net-a`, `net-b` e `firewall` conforme apresentado a baixo.

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
    net-a/
    net-b/
```

Conforme apresentando na Figura, precisamos de 3 componentes essenciais em cada rede, sendo eles `servidor dns`, `servidor web` e `computadores hosts`. Iremos criar respectivamente em cada pasta de rede, 3 novas pastas, sendo elas `dns`, `web` e `host` respectivamente conforme apresentado a baixo.

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
    net-a/
        dns/
        host/
        web/
    net-b/
        dns/
        host/
        web/
```

Visando ter um maior controle sobre as imagens docker para nosso containers, iremos usar um `dockerfile` customizado para componente da nossa rede.

Dentro de cada uma das pastas`host`, crie um `dockerfile` com o seguinte conteúdo:

```
FROM ubuntu:latest

RUN apt-get update && apt-get update -y && apt-get install -y curl
&& apt-get install iputils-ping -y && apt-get install net-tools -y

CMD ["sh", "-c", "sleep infinity"]
```

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
```

```
    net-a/
        dns/
        host/
            dockerfile
        web/
    net-b/
        dns/
        host/
            dockerfile
        web/
```

O `dockerfile` irá garantir que os containers dos hosts serão construídos usando uma imagem do Linux `ubuntu` com algumas dependências customizadas de ferramentas para testar a rede como `ping`, `ifconfig` e etc.

Para o `servidor dns` iremos usar uma imagem do servidor dns `bind9` baseada o ubuntu, mas com alguns ajustes nossos que iremos fazer no futuro. Crie docker files para os servidores dns e os coloque em suas respectivas pastas com base nos exemplos a baixo:

Conteúdo do dockerfile

```
FROM ubuntu/bind9:latest

RUN apt-get update -y && apt-get install -y dnsutils

ENV TZ=UTC

EXPOSE 53/tcp 53/udp

CMD ["sh", "-c", "sleep infinity"]
```

Estrutura do projeto ao adicionar os docker files de `dns`

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
```

```
            dockerfile
        web/
```

Agora vamos ao ultimo componente que iremos customizar, o nosso `servidor web`. Para o servidor web foi escolhido o `nginx` por ser um servidor web muito usado no mercado de trabalho, tornando-se acessível a um grande volume de guias e tutoriais na internet para ajudar a configurá-lo. Se deseja saber mais sobre ele, recomendo que de uma olhada nas referencias usadas neste trabalho. Deixando as enrolações de lado, use o conteúdo a baixo para criar cada `dockerfile` para as pastas da web

```
FROM nginx:latest

CMD ["nginx", "-g", "daemon off;"]
```

Não se preocupe que iremos adicionar e configurar uma pagina web customizada para o dockerfile apresentar futuramente, mas por hora apenas adicione os docker files em suas respectivas pastas, obtendo o seguinte resultado.

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
```

Terminamos de preparar temporariamente o necessário para nossas redes, agora vamos configurar o nosso `firewall`. Para configurar a imagem do firewall, iremos precisar de alguns recursos que serão abordados em questões futuras, portanto iremos apenhas preparar o mínimo e terminar a tarefa quando "sua hora chegar". Crie um `dockerfile` para o `firewall` com o seguinte conteúdo:

```
```

```
FROM ubuntu:latest

RUN apt-get update && apt-get install -y \
    iproute2 iptables iputils-ping \
    && echo "net.ipv4.ip_forward=1" >> /etc/sysctl.conf \
    && apt-get clean

CMD ["sh", "-c", "sysctl -p && tail -f /dev/null"]
```

Ao final teremos o seguinte resultado

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
```

Agora temos a estrutura base para trabalhar com todos os componentes da nossa rede!

Vamos estruturar nossa rede usando nosso arquivo `docker-compose.yaml` para instanciar os containers que iremos precisar, aproveitando os arquivos `dockerfile` para termos nossas imagens customizadas para facilitar nossas vidas.

```
networks:
  subnet-A:
    driver: bridge
    ipam:
      config:
        - subnet: 10.0.0.0/24

  subnet-B:
    driver: bridge
```

```
    ipam:
      config:
        - subnet: 20.0.0.0/24

services:
  firewall:
    build:
      context: ./firewall
    container_name: firewall
    cap_add:
      - NET_ADMIN  # Permissões para manipular as configurações de
rede
    sysctls:
      net.ipv4.ip_forward: "1"  # Habilitar roteamento de pacotes
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.5
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.5
  # Rede A
  host1-net-a:
    build:
      context: ./net-a/host
    container_name: host1-net-a
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.2
    dns:
      - 10.0.0.20
  host2-net-a:
    build:
      context: ./net-a/host
    container_name: host2-net-a
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.3
    dns:
      - 10.0.0.20
  dns-a:
    build:
      context: ./net-a/dns
    container_name: dns-a
    ports:
      - "30051:53"
      - "30051:53/udp"
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.20
  web-a:
    build:
      context: ./net-a/web
```

```
    container_name: web-a
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.10
    ports:
      - "8051:80"
  # Computadores Subrede B
  host1-net-b:
    build:
      context: ./net-b/host
    container_name: host1-net-b
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.2
    dns:
      - 20.0.0.20
  host2-net-b:
    build:
      context: ./net-b/host
    container_name: host2-net-b
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.3
    dns:
      - 20.0.0.20
  web-b:
    build:
      context: ./net-b/web
    container_name: web-b
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.10
    ports:
    - "8052:80"
  dns-b:
    build:
      context: ./net-b/dns
    container_name: dns-b
    ports:
      - "30052:53"
      - "30052:53/udp"
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.20
```

Fique tranquilo que vamos discutir o `docker-compose.yaml` passo a passo!

- **networks:** Iremos construir nossas redes neste bloco, para atender as sub-redes a e b da Figura

    - *subnet-A:*
        - Usa o driver bridge para criar uma rede de ponte.
        - Configurada com o intervalo de endereços IP 10.0.0.0/24.
    - *subnet-B:*
        - Também usa o driver bridge.
        - Configurada com o intervalo de endereços IP 20.0.0.0/24.
- **Services:** Containers que estarão em execução no nosso projeto
    - *firewall:* Representa o Firewall da arquitetura
        - Constrói a partir do contexto firewall no dockerfile que criamos para ele.
        - Nome do container: firewall.
        - Adiciona a capacidade NET_ADMIN para manipular configurações de rede.
        - Habilita o roteamento de pacotes com net.ipv4.ip_forward: "1".
        - Conectado a subnet-A com o IP 10.0.0.5 e a subnet-B com o IP 20.0.0.5.
    - *host1-net-a:* Representa o host1 da sub-rede A
        - Constrói a partir do dockerfile no contexto ./net-a/host.
        - Nome do container: host1-net-a.
        - Conectado a subnet-A com o IP 10.0.0.2.
        - Usa o DNS 10.0.0.20.
    - *host2-net-a:* Representa o host2 da sub-rede A
        - Constrói a partir do dockerfile contexto ./net-a/host.
        - Nome do container: host2-net-a.
        - Conectado a subnet-A com o IP 10.0.0.3.
        - Usa o DNS 10.0.0.20.
    - *dns-a:* Representa o servidor DNS que fica responsável pela sub-rede A
        - Constrói a partir do contexto dns.
        - Nome do container: dns-a.
        - Mapeia as portas 30051:53 e 30051:53/udp.
        - Conectado a subnet-A com o IP 10.0.0.20.
    - *web-a:* Representa o servidor WEB que fica responsável pela sub-rede A
        - Constrói a partir do contexto web.
        - Nome do container: web-a.
        - Conectado a subnet-A com o IP 10.0.0.10.
        - Mapeia a porta 8051:80.
    - *host1-net-b:* Representa o host1 da sub-rede B
        - Constrói a partir do contexto ./net-b/host.
        - Nome do container: host1-net-b.
        - Conectado a subnet-B com o IP 20.0.0.2.
        - Usa o DNS 20.0.0.20.
    - *host2-net-b:* Representa o host2 da sub-rede B
        - Constrói a partir do contexto ./net-b/host.
        - Nome do container: host2-net-b.
        - Conectado a subnet-B com o IP 20.0.0.3.
        - Usa o DNS 20.0.0.20.
    - *web-b:* Representa o servidor WEB que fica responsável pela sub-rede B

        - Constrói a partir do contexto web.
        - Nome do container: web-b.
        - Conectado a subnet-B com o IP 20.0.0.10.
        - Mapeia a porta 8052:80.
    - *dns-b:* Representa o servidor DNS que fica responsável pela sub-rede B
        - Constrói a partir do contexto dns.
        - Nome do container: dns-b.
        - Mapeia as portas 30052:53 e 30052:53/udp.
        - Conectado a subnet-B com o IP 20.0.0.20.

obs: Voce pode estar se perguntando "E os switches?", fique calmo que vou te explicar!

No Docker, o driver de rede `bridge` atua como um `switch virtual` que conecta os containers dentro da mesma rede. No nosso arquivo `docker-compose.yaml`, as redes `subnet-A` e `subnet-B` usam o driver bridge, o que significa que cada rede tem seu próprio switch virtual

- subnet-A: Todos os containers conectados a subnet-A (como host1-net-a, host2-net-a, dns-a, web-a) estão conectados a um switch virtual criado pelo driver bridge.
- subnet-B: Todos os containers conectados a subnet-B (como host1-net-b, host2-net-b, dns-b, web-b) estão conectados a outro switch virtual criado pelo driver bridge.

Portanto, o driver bridge do Docker atua como o switch que conecta os componentes da rede subnet-A internamente.

Com toda a explicação realizada, vamos testar se realmente funcionou a criação da nossa infraestrutura!

Anote estes comando, pois serão importantes para testar e visualizar o projeto!

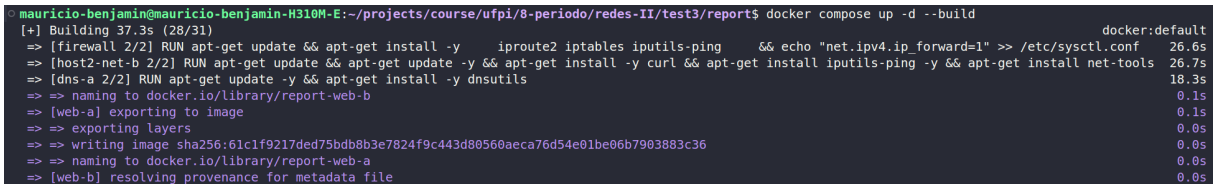
obs: Para o meu sistema operacional `Linux Ubuntu 24.04` eu uso o comando `docker compose` para interagir com meu arquivo `docker-compose.yaml`, mas caso não funcione para você, tente usar `docker-compose`, pois em alguns sistemas operacionais, vai funcionar somente desse jeito.

- `docker compose up -d --build` : É o comando docker usado para executar a infraestrutura modelada pelo arquivo `docker-compose.yaml`, além de atualizar sempre que você fizer alguma alteração nos seus arquivos `dockerfile`
- `docker compose down` : É o comando usado para encerrar a infraestrutura, tanto para manutenção quanto para casos de exclusão de containers.
- `docker exec it "CONTAINER" "COMANDO"` :É o comando usado para executar um container de modo interativo, permitindo pedir que ele execute uma ação e retorne o resultado em nosso terminal. Será extremamente útil para testes, simulações e ajustes finos caso precisemos.
- `docker ps` : É o comando usado para listar no terminal, todos os containers em execução, onde podemos usar `docker ps -a` para listar todos os containers, incluindo os parados.

Dito isso, vamos `buildar` nossa infraestrutura com base no `docker-compose.yaml`

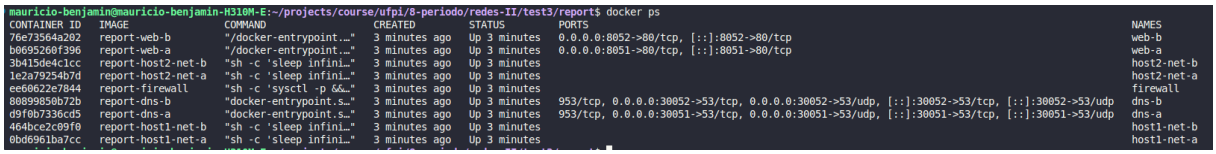
- Abra seu terminal na pasta do projeto
- Use o `comando docker compose up -d --build`

Você irá visualizar algo semelhante a Figura a baixo:



Aguarde terminar a construção.

Quando terminar, use `docker ps` e veja que todos os containers que queríamos criar, foram criados e estão semelhantes a Figura a baixo.



2. Atribuir endereço IPs nos hosts de forma que seja respeitado a sub-rede. Usar máscara de rede de 24 bits. Sub-rede A= 10.0.0.0; Sub-rede B=20.0.0.0; (1pt)

Se observamos bem o `docker-compose.yaml`, pode-se reparar que os hosts tem seu endereço ipv4 definido, além de estarem nos intervalos corretos conforme solicitado na questão.

```
networks:
  subnet-A:
    driver: bridge
    ipam:
      config:
        - subnet: 10.0.0.0/24

  subnet-B:
    driver: bridge
    ipam:
      config:
        - subnet: 20.0.0.0/24

services:
  firewall:
    build:
      context: ./firewall
    container_name: firewall
    cap_add:
      - NET_ADMIN  # Permissões para manipular as configurações de
rede
```

```
    sysctls:
      net.ipv4.ip_forward: "1"  # Habilitar roteamento de pacotes
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.5
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.5
  # Rede A
  host1-net-a:
    build:
      context: ./net-a/host
    container_name: host1-net-a
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.2
    dns:
      - 10.0.0.20
  host2-net-a:
    build:
      context: ./net-a/host
    container_name: host2-net-a
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.3
    dns:
      - 10.0.0.20
  dns-a:
    build:
      context: ./net-a/dns
    container_name: dns-a
    ports:
      - "30051:53"
      - "30051:53/udp"
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.20
  web-a:
    build:
      context: ./net-a/web
    container_name: web-a
    networks:
      subnet-A:
        ipv4_address: 10.0.0.10
    ports:
      - "8051:80"
  # Computadores Sub-rede B
  host1-net-b:
    build:
      context: ./net-b/host
    container_name: host1-net-b
    networks:
```

```
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.2
    dns:
      - 20.0.0.20
  host2-net-b:
    build:
      context: ./net-b/host
    container_name: host2-net-b
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.3
    dns:
      - 20.0.0.20
  web-b:
    build:
      context: ./net-b/web
    container_name: web-b
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.10
    ports:
    - "8052:80"
  dns-b:
    build:
      context: ./net-b/dns
    container_name: dns-b
    ports:
      - "30052:53"
      - "30052:53/udp"
    networks:
      subnet-B:
        ipv4_address: 20.0.0.20
```

Para garantir que as sub-redes estão sendo respeitadas, podemos usar o comando `ping` para testar a comunicação entre os containers, usando o seguinte processo

- Use o comando `docker exec -it host1-net-a bash` para acessar o terminal do container `host1-net-a` que é nosso `host1 da rede A` e tente pingar o container `host2 da rede A` através do seu endereço IP que é `10.0.0.3`
- Use `ping 10.0.0.3`
- Observe a Figura a baixo e veja que estamos sim conseguindo comunicação com o `host2` que está na mesma rede que o `host1`

```
root@0bd6961ba7cc:/# ping 10.0.0.3
PING 10.0.0.3 (10.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.126 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.043 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.057 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.067 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.045 ms
^C
--- 10.0.0.3 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4109ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.043/0.067/0.126/0.030 ms
```

Agora se tentarmos nos comunicar com outro host da rede `B` não iremos conseguir, por causa que as sub-redes estão sendo respeitadas, e até que o firewall esteja pronto para intermediar a comunicação, não haverá comunicação entre redes!

```
root@0bd6961ba7cc:/# ping 20.0.0.3
PING 20.0.0.3 (20.0.0.3) 56(84) bytes of data.
^C
--- 20.0.0.3 ping statistics ---
100 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 101378ms
```

3. Instalar e configurar o Servidor web, onde: na sub-rede A deve-se expor a página www.empresa-a.com e na sub-rede B deve expor a página www.empresa-b.com (1pt)

Para Instalar e configurar de forma personalizada nosso servidor web `nginx`, iremos precisar de alguns arquivos e configurações adicionais. Inicialmente vamos criar a página que nossos servidores web irão expor.

Para o servidor web da rede A, usaremos o seguinte conteúdo para o arquivo html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-BR">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
    <title>empresa-a</title>
</head>
<body>

    <h1>Empresa A</h1>
    <p>Olá, seja bem-vindo a empresa A.</p>
    <p>Estamos felizes em te receber.</p>

</body>
</html>
```

Copie o conteúdo a cima em um arquivo `index.html` e o salve na pasta `web` da rede `A` conforme apresentando a baixo.

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
```

Agora vamos repetir o processo para a pasta `web` da rede `B`!

Para o servidor web da rede `B`, usaremos o seguinte conteúdo para o arquivo html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-BR">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
    <title>empresa-b</title>
</head>
<body>

    <h1>Empresa B</h1>
    <p>Olá, seja bem-vindo a empresa B.</p>
    <p>Estamos felizes em te receber.</p>

</body>
</html>
```

Copie o conteúdo a cima em um arquivo `index.html` e o salve na pasta `web` da rede `B` conforme apresentando a baixo.

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            index.html
```

OBS : Fique a vontade para usar o arquivo HTML que preferir, pois o usado neste guia é apenas um exemplo.

Agora vamos precisar de arquivo de configuração para que nossos servidores web `A` e `B` estejam prontos para "ouvir" pedidos pelas páginas através de respectivamente www.empresa-a.com e www.empresa-b.com

Para o servidor web da rede `A`, crie o arquivo `empresa-a.com.conf` e insira o seguinte conteúdo

```
server {
    listen 80;
    server_name www.empresa-a.com;

    root /usr/share/nginx/html;
    index index.html;

    location / {
        try_files $uri $uri/ =404;
    }
}
```

Uma breve explicação sobre o bloco a cima:

- **server** { ... }: Define um bloco de configuração de servidor virtual.

- **listen 80;**: Especifica que o servidor deve escutar na porta 80, que é a porta padrão para HTTP.
- **server_name www.empresa-a.com;**: Define o nome do servidor (domínio) que este bloco de configuração deve atender.
- **root /usr/share/nginx/html;**: Define o diretório raiz onde os arquivos do site estão localizados.
- **index index.html;**: Define o arquivo padrão a ser servido quando um diretório é requisitado.
- **location / { ... }**: Define um bloco de localização para a raiz do site (/).
- **try_files $uri $uri/ =404;**: Tenta servir o arquivo requisitado ($uri). Se não encontrado, tenta servir como diretório ($uri/). Se ainda não encontrado, retorna erro 404.

Este bloco de configuração é usado para configurar o Nginx para servir um site estático localizado em /usr/share/nginx/html para o domínio www.empresa-a.com.

Observe que teremos adicionar nosso arquivo index.html neste diretório do container `/usr/share/nginx/html`

Nossa estrutura de diretórios ficará desta forma:

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-a.com.conf
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            index.html
```

Agora vamos repetir o processo para o servidor web da rede B, onde usaremos a configuração a baixo:

```
server {
    listen 80;
    server_name www.empresa-b.com;

    root /usr/share/nginx/html;
    index index.html;

    location / {
        try_files $uri $uri/ =404;
    }
}
```

Iremos colocar o conteúdo a cima no arquivo `empresa-b.com.conf` do servidor web da rede `B`

Nossa estrutura de diretórios ficará desta forma:

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-a.com.conf
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-b.com.conf
            index.html
```

Para encerrar as configurações do servidor web (mais ainda não a questão) iremos ajustar nossos arquivos `dockerfile` de `web`, tanto para a rede `A` quanto para a `B`

Atualmente o `dockerfile` de ambos os servidores web está assim:

```
FROM nginx:latest
```

```
CMD ["nginx", "-g", "daemon off;"]
```

Iremos modificá-los para que o mesmo copie tanto nosso arquivo de configurações quanto nossa página html.

`Servidor Web da Rede A`

```
FROM nginx:latest

COPY ./index.html /usr/share/nginx/html
COPY ./empresa-a.com.conf /etc/nginx/conf.d/

CMD ["nginx", "-g", "daemon off;"]
```

`Servidor Web da Rede B`

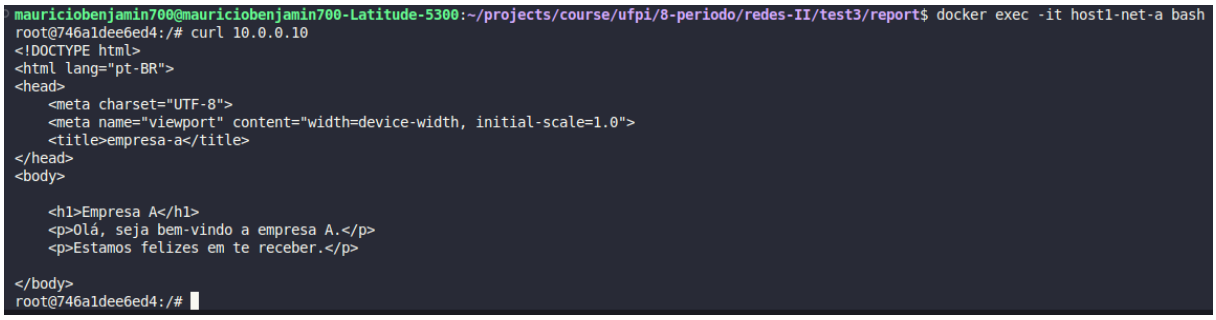
```
FROM nginx:latest

COPY ./index.html /usr/share/nginx/html
COPY ./empresa-b.com.conf /etc/nginx/conf.d/

CMD ["nginx", "-g", "daemon off;"]
```

Agora vamos fazer um pequeno teste (que vai dar parcialmente errado) com os servidores web

Abra seu terminal e execute `docker exec -it host1-net-a bash` para acessar o `host1` da rede `A`.

Tentaremos fazer uma requisição para o servidor web pedindo pela página que adicionamos pelo dockerfile. Estaremos usando o comando `curl 10.0.0.10` para solicitar diretamente pelo endereço ip do servidor web e posteriormente pelo domínio que atribuímos usando `curl www.empresa-a.com` (este vai falhar, observe).

Requisição Bem Sucedida ao Servidor Web da Rede A



Requisição Bem Falha ao Servidor Web da Rede A

```
root@746a1dee6ed4:/# curl www.empresa-a.com
curl: (6) Could not resolve host: www.empresa-a.com
root@746a1dee6ed4:/#
```

OBS: Você deve estar se perguntando como eu tenha certeza que ia falhar certo?

Bem, para que possamos usar nomes ao invés de endereços ips, precisamos configurar nosso servidor DNS (Coisa que não fizemos ainda, mas vamos fazer)

Vamos configurar o nosso servidor DNS agora, para isso iremos precisar de dois novos arquivos e alguns leves ajustes no `dockerfile` dos dns das redes `A` e `B`

Para a rede `A` usaremos a seguinte configuração em um arquivo nomeado como `empresa-a.com.db`, onde este arquivo será um arquivo de zona DNS que configura o servidor DNS principal (ns1.empresa-a.com) e mapeia vários nomes de host (www, host1, host2) para seus respectivos endereços IP na Sub-rede A.

```
$TTL    86400
@       IN      SOA     ns1.empresa-a.com. root.empresa-a.com. (
                        20250117    ; Serial
                        3600        ; Refresh
                        1800        ; Retry
                        1209600     ; Expire
                        86400 )     ; Minimum TTL

        IN      NS      ns1.empresa-a.com.
ns1     IN      A       10.0.0.20  ; IP do servidor DNS na Sub-
rede A
www     IN      A       10.0.0.10  ; IP do container web-a
host1   IN      A       10.0.0.2   ; IP do container host1-net-a
host2   IN      A       10.0.0.3   ; IP do container host2-net-a
```

Onde podemos resumir brevemente o conteúdo do arquivo da seguinte forma:

- $TTL 86400
  - $TTL: Define o Time To Live (TTL) padrão para os registros DNS nesta zona.
  - 86400: O valor é em segundos, equivalente a 24 horas. Isso significa que os registros DNS serão armazenados em cache por 24 horas.
- @ IN SOA ns1.empresa-a.com. root.empresa-a.com.
  - @: Representa o domínio raiz da zona (neste caso, empresa-a.com).
  - IN: Indica que este é um registro de Internet.
  - SOA: Start of Authority, define o servidor DNS principal para a zona.
  - ns1.empresa-a.com.: Nome do servidor DNS principal.
  - root.empresa-a.com.: Email do administrador da zona, onde o . substitui o @.
- Parâmetros do SOA

    - 20250117: Serial number, usado para identificar a versão da zona. Deve ser incrementado a cada mudança.
    - 3600: Refresh, intervalo em segundos para que os servidores secundários verifiquem atualizações (1 hora).
    - 1800: Retry, intervalo em segundos para tentar novamente após uma falha (30 minutos).
    - 1209600: Expire, tempo em segundos para que os servidores secundários considerem os dados obsoletos (14 dias).
    - 86400: Minimum TTL, tempo mínimo em segundos para armazenar em cache os registros negativos (24 horas).
- IN NS ns1.empresa-a.com.
    - IN: Indica que este é um registro de Internet.
    - NS: Name Server, define o servidor DNS para a zona.
    - ns1.empresa-a.com.: Nome do servidor DNS.
- Registros A
    - ns1 IN A 10.0.0.20: Mapeia ns1.empresa-a.com para o endereço IP 10.0.0.20 (servidor DNS na Sub-rede A).
    - www IN A 10.0.0.10: Mapeia www.empresa-a.com para o endereço IP 10.0.0.10 (container web-a).
    - host1 IN A 10.0.0.2: Mapeia host1.empresa-a.com para o endereço IP 10.0.0.2 (container host1-net-a).
    - host2 IN A 10.0.0.3: Mapeia host2.empresa-a.com para o endereço IP 10.0.0.3 (container host2-net-a).

Dado a explicação a cima, vamos deixar este arquivo salvo conforme a estrutura a baixo

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
            empresa-a.com.db
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-a.com.conf
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
```

```
            dockerfile
            empresa-b.com.conf
            index.html
```

Agora vamos precisar configurar o arquivo `named.conf`, onde este arquivo de configuração é para o servidor DNS BIND e define as opções globais e a configuração de uma zona específica.

```
options {
    directory "/var/cache/bind";
    # Permite consultas de qualquer IP
    allow-query { any; };
    # IP do DNS na Sub-rede A
    listen-on { 10.0.0.20; };
};

zone "empresa-a.com" IN {
    # Tipo de zona: Master ou Slave, onde podem ser usados como
primary and secondary
    type master;
    # Caminho para o arquivo de zona de empresa-a.com
    file "/etc/bind/empresa-a.com.db";
};
```

Este arquivo se divide em duas partes principais, sendo elas `zone` (configuração de zona) e `options` (opções globais). Vamos discutir um pouco antes de dar sequência:

- options:
    - directory "/var/cache/bind"; : Define o diretório onde o BIND armazenará seus arquivos de cache.
    - allow-query { any; }; : Permite que qualquer IP faça consultas ao servidor DNS. Isso significa que o servidor DNS responderá a consultas de qualquer origem.
    - listen-on { 10.0.0.20; }; : Especifica o endereço IP no qual o servidor DNS deve escutar por consultas. Neste caso, ele está configurado para escutar no IP 10.0.0.20, que é o IP do servidor DNS na Sub-rede A.
- zone:
    - zone "empresa-a.com" IN : Define uma nova zona DNS para o domínio empresa-a.com.
    - type master; : Especifica que este servidor DNS é o servidor mestre (master) para esta zona. Isso significa que ele é o servidor autoritativo e contém a cópia original dos dados da zona.
    - file "/etc/bind/empresa-a.com.db"; : Especifica o caminho para o arquivo de zona que contém os registros DNS para empresa-a.com. Este arquivo (empresa-a.com.db)

contém os mapeamentos de nomes de domínio para endereços IP e outras informações de configuração para a zona.

Muita informação certo?

Um resuminho pra ajudar: Este arquivo de configuração define as opções globais para o servidor DNS BIND, permitindo consultas de qualquer IP e escutando no IP 10.0.0.20. Ele também configura uma zona mestre para o domínio empresa-a.com, especificando o caminho para o arquivo de zona que contém os registros DNS.

Ao final, teremos a seguinte estrutura:

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
            empresa-a.com.db
            named.conf
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-a.com.conf
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-b.com.conf
            index.html
```

Feito isso, vamos alterar nosso `dockerfile` do `dns` da rede `A` da seguinte forma:

```
FROM ubuntu/bind9:latest

RUN apt-get update -y && apt-get install -y dnsutils

ENV TZ=UTC

EXPOSE 53/tcp 53/udp
```

```
COPY ./named.conf /etc/bind/named.conf

COPY ./empresa-a.com.db /etc/bind/empresa-a.com.db

CMD ["named", "-g"]
```

Prontinho, agora vamos apenas replicar a nossa configuração para o `dns` da rede `B`. Como já detalhei melhor anteriormente, serei mais direto, mas o processo é praticamente o mesmo.

Arquivo `empresa-b.com.db`

```
$TTL    86400
@       IN      SOA     ns1.empresa-b.com. root.empresa-b.com. (
                        20250117    ; Serial
                        3600        ; Refresh
                        1800        ; Retry
                        1209600     ; Expire
                        86400 )     ; Minimum TTL

        IN      NS      ns1.empresa-b.com.
ns1     IN      A       20.0.0.20  ; IP do servidor DNS na Sub-
rede B
www     IN      A       20.0.0.10  ; IP do container web-b
host1   IN      A       20.0.0.2   ; IP do container host1-net-b
host2   IN      A       20.0.0.3   ; IP do container host2-net-b
```

Arquivo `named.conf`

```
// /etc/bind/named.conf

options {
    directory "/var/cache/bind";
    allow-query { any; };
    listen-on { 20.0.0.20; };
    #// IP do DNS na Sub-rede B
};

zone "empresa-b.com" IN {
    type master;
    file "/etc/bind/empresa-b.com.db";
};
```

Ao final, teremos a seguinte estrutura:

```
infra/
    docker-compose.yaml
    firewall/
        dockerfile
    net-a/
        dns/
            dockerfile
            empresa-a.com.db
            named.conf
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-a.com.conf
            index.html
    net-b/
        dns/
            dockerfile
            empresa-b.com.db
            named.conf
        host/
            dockerfile
        web/
            dockerfile
            empresa-b.com.conf
            index.html
```

Feito isso, vamos alterar nosso `dockerfile` do `dns` da rede `B` da seguinte forma:

```
FROM ubuntu/bind9:latest

RUN apt-get update -y && apt-get install -y dnsutils

ENV TZ=UTC

EXPOSE 53/tcp 53/udp

COPY ./named.conf /etc/bind/named.conf

COPY ./empresa-b.com.db /etc/bind/empresa-b.com.db

CMD ["named", "-g"]
```

Com essa configuração feita, agora vamos acessar um container de cada rede e fazer requisições para seus respectivos servidores, e validar que os servidores vão responder usando o domínio.

Passo a Passo:

- 1.Derrube os containers, caso estejam em execução usando `docker compose down`
- 2.Inicie os containers atualizados usando `docker compose up -d --build`
- 3.Acesse um container usando `docker exec -it host1-net-a bash`
- 4.Faça a requisição ao seu servidor usando `curl www.empresa-a.com`
- 5.Observe que o resultado será semelhante a Figura a baixo

```
mauriciobenjamin700@mauriciobenjamin700-Latitude-5300:~/projects/course/ufpi/8-periodo/redes-II/test3/report$ docker exec -it host1-net-a bash
root@f7f2a33d19f3:/# curl www.empresa-a.com
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-BR">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>empresa-a</title>
</head>
<body>

    <h1>Empresa A</h1>
    <p>Olá, seja bem-vindo a empresa A.</p>
    <p>Estamos felizes em te receber.</p>

</body>
root@f7f2a33d19f3:/#
```

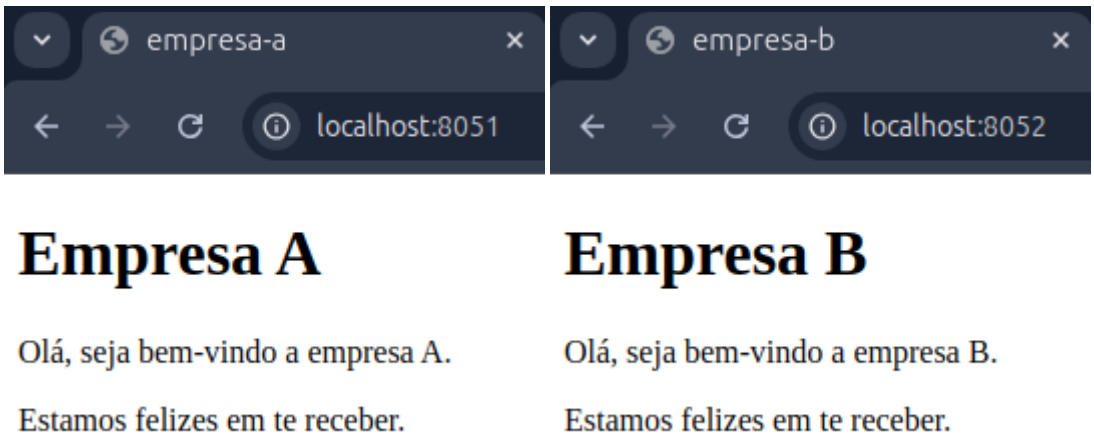
Agora vamos aplicar o mesmo processo, usando um host da rede `B` para uma requisição ao servidor web de sua respectiva rede

- 1.Acesse um container usando `docker exec -it host1-net-b bash`
- 2.Faça a requisição ao seu servidor usando `curl www.empresa-b.com`
- 3.Observe que o resultado será semelhante a Figura a baixo

```
mauriciobenjamin700@mauriciobenjamin700-Latitude-5300:~/projects/course/ufpi/8-periodo/redes-II/test3/report$ docker exec -it host1-net-b bash
root@e04ec8d62edc:/# curl www.empresa-b.com
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-BR">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>empresa-b</title>
</head>
<body>

    <h1>Empresa B</h1>
    <p>Olá, seja bem-vindo a empresa B.</p>
    <p>Estamos felizes em te receber.</p>

</body>
root@e04ec8d62edc:/#
```

Prontinho, agora conseguimos solicitar a página correta através de um DNS!

Bonus: Se você está lembrando, no nosso `docker-compose.yaml` está com mapeamento de porta para os containers dos servidores web das redes `A` e `B` respectivamente, logo podemos acessá-los pelo navegador de nossas maquinas nos endereços 127.0.0.1:8051 e 127.0.0.1:8052. Resultado nas Figuras a Baixo.



4. Instalar e configurar o Servidor DNS, onde: na sub-rede A deve resolver todos os nomes dos hosts da mesma sub-rede e na sub-rede B deve resolver todos os nomes dos hosts da mesma sub-rede

Na questão 3, precisamos configurar o servidor DNS de cada rede para resolver os nomes dos nossos "sites" para que o servidor web de cada rede devolvesse o conteúdo esperado quando requisitávamos. Nesse processo acabamos já configurando também para que os hosts pudessem interagir entre sí, portanto vamos provar isso usando o comando `ping` para fazer com que os hosts se "pinguem" usando seus ips e como resolução de DNS.

Passo a passo:

- 1.Acesse o Host1 da Rede `A` usando `docker exec -it host1-net-a bash`
- 2.Pingue o Host2 da mesma rede usando o IP dele `ping 10.0.0.3`
- 3.Observe que você irá obter um resultado semelhante a este:

```
root@f7f2a33d19f3:/# ping 10.0.0.3
PING 10.0.0.3 (10.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.110 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.086 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.096 ms
64 bytes from 10.0.0.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.084 ms
^C
--- 10.0.0.3 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3093ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.084/0.094/0.110/0.010 ms
root@f7f2a33d19f3:/#
```

- 4.Agora iremos pingar usando o DNS, use `ping host1.empresa-a.com`
- 5.Observe que você irá obter um resultado semelhante a este:

```
root@f7f2a33d19f3:/# ping host2.empresa-a.com
PING host2.empresa-a.com (10.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from host2-net-a.report_subnet-A (10.0.0.3): icmp_seq=1
ttl=64 time=0.096 ms
64 bytes from host2-net-a.report_subnet-A (10.0.0.3): icmp_seq=2
ttl=64 time=0.077 ms
64 bytes from host2-net-a.report_subnet-A (10.0.0.3): icmp_seq=3
ttl=64 time=0.117 ms
64 bytes from host2-net-a.report_subnet-A (10.0.0.3): icmp_seq=4
ttl=64 time=0.089 ms
^C
--- host2.empresa-a.com ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3051ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.077/0.094/0.117/0.014 ms
root@f7f2a33d19f3:/#
```

- 6.Observe que foi feita a tradução e a mesma maquina respondeu ao comando ping usando diretamente com **IP** ou indiretamente usando o **DNS**

Iremos executar o mesmo processo nos hosts da rede B. Então para evitar ser repetitivo vou apenas colocar os comandos e confio que você conseguirá chegar nos mesmos resultados

Use `docker exec -it host1-net-b bash`

Pingando o Host2 pelo Host1 usando o IP 20.0.0.3 do host2

```
root@e04ec8d62edc:/# ping 20.0.0.3
PING 20.0.0.3 (20.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 20.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.268 ms
64 bytes from 20.0.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.097 ms
64 bytes from 20.0.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.094 ms
^C
--- 20.0.0.3 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2076ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.094/0.153/0.268/0.081 ms
```

Pingando o Host2 pelo Host1 usando o dns host2.empresa-b.com do host2

```
root@e04ec8d62edc:/# ping host2.empresa-b.com
PING host2.empresa-b.com (20.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from host2-net-b.report_subnet-B (20.0.0.3): icmp_seq=1
ttl=64 time=0.087 ms
64 bytes from host2-net-b.report_subnet-B (20.0.0.3): icmp_seq=2
ttl=64 time=0.086 ms
64 bytes from host2-net-b.report_subnet-B (20.0.0.3): icmp_seq=3
ttl=64 time=0.085 ms
```

```
^C
--- host2.empresa-b.com ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2028ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.085/0.086/0.087/0.000 ms
root@e04ec8d62edc:/#
```

5. Adicionar no Firewall um servidor DHCP para atribuir endereços automaticamente nos hosts, onde: demonstrar o funcionamento da atribuição dos endereços IP e garantir que os hosts de cada sub-rede tem o netid respeitados