

Projeto técnico de Redes de computadores aplicado nas aulas aos alunos 10 ano do curso de Programação de Sistemas Informáticos da escola do Ensino Secundário Augusto Cabrita

ESTRUTURA DE REDE LOCAL (VLAN)

Orientador:

Professor Benjamim Mussunguegue Ventura

Ano letivo: 2025/2026

Índice

1. Introdução.....	3
2. Objetivos do Projeto	3
3. Descrição do projecto	3
Fase 1 - Criação de Maketes e conhecendo os equipamentos necessário para tornar implementação do projecto.....	4
Fase 2 – Desenvolvimento de uma App para simular o envio de dados, encapsulamento desencapsulamento, realização de testes de app	10
Fase 3 - Testes e implentação do projecto	20

1. Introdução

O presente projeto consiste na construção de uma maquete representativa de uma estrutura de rede local (LAN) com segmentação em VLANs. A atividade foi desenvolvida com o objetivo de simular, de forma prática e visual, o funcionamento da organização física e lógica de uma rede de computadores. Através da utilização de materiais simples como cartão, cabos e pequenos dispositivos eletrônicos, foi possível representar conceitos fundamentais de redes de computadores, nomeadamente segmentação, isolamento de tráfego, encaminhamento e organização estrutural.

2. Objetivos do Projeto

- Compreender o funcionamento de uma rede local segmentada em VLANs através de uma simulação prática.

Objetivos Específicos:

- Representar fisicamente a estrutura de uma rede local.
- Simular a segmentação lógica utilizando VLANs.
- Demonstrar o isolamento de tráfego entre diferentes segmentos de rede.
- Compreender o papel do switch e do router na comunicação de rede.
- Desenvolver competências de trabalho em equipa e resolução de problemas.

3. Descrição do projecto

O **projeto escolar/prático** de construção de uma **maquete física** (modelo em miniatura) a representa uma **rede local (LAN) segmentada com VLANs**. O objetivo é tornar visíveis e compreensíveis conceitos abstratos de redes de computadores através de materiais simples (cartão, cabos, LEDs, pequenos dispositivos, etc.).

Como o texto não explica explicitamente as fases passo a passo, mas inclui uma sequência muito longa de imagens (image1.jpeg até image31.jpeg), é habitual nestes projetos escolares que as fotos documentem a **evolução da construção**, ou seja, as várias etapas de fabrico e demonstração da maquete.

Com base no tipo típico destes trabalhos e na ordem das imagens, aqui está uma explicação razoável e lógica do que provavelmente acontece em cada fase principal do projecto, juntamente com a descrição provável do conteúdo das imagens:

Fase 1 - Criação de Maketes e conhecendo os equipamentos necessário para tornar implementação do projecto.



Construção da Maquete: Estas fotos registam o processo de montagem física utilizando os materiais mencionados, como **cartão** e **cabos**



Os testam os cabos ups para garantir a operacionalidade da rede usando um testador de rede



Professor orientando outra equipe na sala de aula ajudando na montagem para criação de calhas para uma topologia de rede mista



O professor está um switch de 4 portas que será necessário para o funcionamento do projeto técnico de criação de uma maquete de rede com topologia em estrela numa sala de aula que os alunos estão a trabalhar



O professor está orientar o outro grupo de alunos que estão a trabalhar no projecto técnico de criação de uma maquete de rede com topologia em estrela numa sala de aula



Ao alunos estão a pintar a maquete com estrutura de redes para passarem os cabos utp e as tomadas rj45



Construção da base / estrutura física da maquete

- Corte e montagem do cartão/papelão para representar racks, salas, paredes, mesa do switch
- Criação dos “compartimentos” ou divisões que simbolizam os diferentes departamentos/salas **Imagens prováveis:** image7.jpeg a image12.jpeg → Fotos da base em cartão vazia, início da colagem de divisórias, desenho das salas no cartão, estrutura 3D inicial.

Colocação e ligação dos cabos (simulação da cabeamento)

- Uso de fios reais, cordões coloridos, palitos com linha, ou cabos de earphone velhos
- Cada cor de cabo representa uma VLAN (ex.: azul = VLAN 10, verde = VLAN 20, vermelho = VLAN 99)
- Mostram claramente que cabos da mesma cor só ligam dispositivos da mesma VLAN ao switch **Imagens prováveis:** image23.jpeg a image27.jpeg → Close-ups das ligações coloridas, visão lateral mostrando organização dos cabos, como os cabos não se misturam entre VLANs diferentes.

Fase 2 – Desenvolvimento de uma App para simular o envio de dados, encapsulamento desencapsulamento, realização de testes de app



The image shows a login form titled "Login" centered on a light gray background. The form consists of three main components: a title, two input fields, and a button. The title "Login" is in a bold, black font. The first input field is a light blue rectangle containing the email address "zuca@c.pt". The second input field is a light blue rectangle containing four black dots, representing a password. The button is a light gray rectangle with the text "Entrar" centered on it.

O painel de login que permite ao aluno enviar dados ao servidor para se conectar a aplicação

```
SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO v2.4

> Usuário detectado: Benjamim
> Protocolo: TCP/IP Security Handshake...
> Verificando Hardware ID na base de dados...
> Status: Acesso Pendente

[CAMADA 1: ACESSO] Sincronizando frames Ethernet com o servidor de borda...
[CAMADA 1: ACESSO] Interface física ativa. Endereço MAC verificado.
[CAMADA 2: INTERNET] Encapsulando datagrama IP. Roteamento via ICMP...
[CAMADA 2: INTERNET] Verificando integridade dos pacotes (Checksum OK)...
[CAMADA 3: TRANSPORTE] Iniciando Handshake TCP: SYN enviado para o nó admin...
[CAMADA 3: TRANSPORTE] Aguardando confirmação ACK da porta de destino...
[CAMADA 4: APLICAÇÃO] Protocolo HTTP estabelecido. Payload pendente de validação manual...
[CAMADA 4: APLICAÇÃO] Escaneando permissões de firewall para a Intranet...

ABORTAR CONEXÃO (LOGOUT)
```

```
SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO v2.4

> Status: Acesso Pendente

[CAMADA 1: ACESSO] Sincronizando frames Ethernet com o servidor de borda...
[CAMADA 1: ACESSO] Interface física ativa. Endereço MAC verificado.
[CAMADA 2: INTERNET] Encapsulando datagrama IP. Roteamento via ICMP...
[CAMADA 2: INTERNET] Verificando integridade dos pacotes (Checksum OK)...
[CAMADA 3: TRANSPORTE] Iniciando Handshake TCP: SYN enviado para o nó admin...
[CAMADA 3: TRANSPORTE] Aguardando confirmação ACK da porta de destino...
[CAMADA 4: APLICAÇÃO] Protocolo HTTP estabelecido. Payload pendente de validação manual...
[CAMADA 4: APLICAÇÃO] Escaneando permissões de firewall para a Intranet...

ABORTAR CONEXÃO (LOGOUT)
```

Esta imagem representa um **processo de autenticação/autorização numa rede**, simulando visualmente as etapas do modelo TCP/IP e do modelo OSI até que o utilizador seja autorizado.

CAMADA 1 — ACESSO (Network Access)

Sincronizando frames Ethernet com o servidor de borda

Frames são as unidades básicas de dados transmitidas na Camada 2 do modelo OSI ou é o pacote que circula dentro de uma rede local (LAN), como Ethernet ou Wi-Fi.

- Comunicação ao nível da rede local (LAN)
- Sincronização com o switch ou gateway
- Preparação para envio de frames Ethernet

Interface física ativa. Endereço MAC verificado.

- Placa de rede (NIC) está ativa
- O endereço MAC foi validado
- Confirma comunicação dentro da rede local

Aqui estamos ao nível físico + ligação de dados (OSI 1 e 2).

CAMADA 2 — INTERNET

Encapsulando datagrama IP. Roteamento via ICMP

- Criação do pacote IP
- Definição de IP de origem e destino
- Determinação da rota

ICMP pode ser usado para:

- Testar conectividade (ping)
- Mensagens de erro

Verificando integridade dos pacotes (Checksum OK)

- Confirma que os dados não foram corrompidos
- Verificação do cabeçalho IP

Aqui ocorre o roteamento entre redes.

CAMADA 3 — TRANSPORTE

Iniciando Handshake TCP: SYN enviado para o nó admin

Primeiro passo do 3-Way Handshake, quer dizer que está a começar o processo de estabelecimento de ligação entre duas partes (cliente e servidor):

Cliente → SYN

Aguardando confirmação ACK da porta de destino

Servidor → SYN + ACK (Sincroniza a comunicação + confirma que recebeu a mensagem do aluno)

Cliente → ACK (Recebi a comunicação e agora quero me comunicar contigo e a resposta é Ok)

Agora a conexão TCP está estabelecida.

✓ Comunicação confiável iniciada

✓ Portas associadas

CAMADA 4 — APLICAÇÃO

Protocolo HTTP estabelecido. Payload pendente de validação manual

O conteúdo chegou, mas está retido para análise humana.

- HTTP começa a funcionar sobre TCP
- Envio de dados de login
- Servidor analisa credenciais

Escaneando permissões de firewall para a Intranet

- Verificação de regras de segurança
- Controlo de acesso
- Validação de permissões do utilizador

Botão Abortar Conexão (Logout)

Se pressionado:

- Envia FIN/ACK
- Encerra a sessão TCP
- Finaliza autenticação

```
[CAMADA 3: TRANSPORTE] Iniciando Handshake TCP: SYN enviado para o nó admin...
[CAMADA 3: TRANSPORTE] Aguardando confirmação ACK da porta de destino...
[CAMADA 4: APLICAÇÃO] Protocolo HTTP estabelecido. Payload pendente de validação
manual...
[CAMADA 4: APLICAÇÃO] Escaneando permissões de firewall para a Intranet...
```

```
>> [TCP/IP SUCESSO] SESSÃO VALIDADA PELO ADMINISTRADOR.
```

```
>> REDIRECIONANDO...
```

```
>> [TCP/IP SUCESSO] SESSÃO VALIDADA PELO ADMINISTRADOR.
```

```
>> REDIRECIONANDO...
```

ABORTAR CONEXÃO (LOGOUT)

A imagem mostra que a sessão foi validada pelo administrador. A mensagem em verde: [TCP/IP SUCESSO] SESSÃO VALIDADA PELO ADMINISTRADOR. >> REDIRECIONANDO. Isto indica que: - o administrador aprovou manualmente o payload ou o pedido de acesso - a sessão TCP/IP foi aceita - o sistema está a permitir continuar para a próxima etapa.

The screenshot shows a web application interface. At the top is a dark blue navigation bar with the following items: 'Início' (Home), 'Meu PC' (My PC), 'Meus Pedidos' (My Orders), 'Chat', 'OSI & TCP/IP', and 'Quiz'. Below the navigation bar is a light gray header for the 'Exame de Redes' (Network Exam) section, which includes a timer set to 5s. The main content area contains four multiple-choice questions:

- 1. UDP é um protocolo do tipo...**
 - Sem conexão
 - Lento
 - Seguro
- 2. Qual camada é responsável pelo NAT?**
 - Rede
 - Transporte
 - Aplicação
- 3. O protocolo NTP serve para...**
 - Sincronizar relógios
 - Navegação
 - Segurança
- 4. O que é o Three-way Handshake?**
 - Sincronização TCP
 - Autenticação Wi-Fi
 - Criptografia SSL

Quiz permite o aluno enviar os para o servidor e em seguida ser analisado e encapsulados

```
ESTADO DO PROTOCOLO: AGUARDANDO...  
  
> Inicializando handshake com o servidor...  
> Protocolo de Segurança: AES-256-GCM  
> Verificando Hardware ID...  
> Enviando pacote de dados [4kb] para validação...  
> Estabelecendo conexão via socket...  
> Pacote de identificação enviado com sucesso.  
> Aguardando resposta do nó central (Admin)...  
> Escaneando integridade do sistema...  
  
-----  
⚠ ACESSO REJEITADO  
MOTIVO: Pedido de acesso rejeitado pelo administrador
```

Esta imagem representa uma simulação do processo de autenticação e validação de segurança numa comunicação em rede, mas neste caso o resultado final é acesso rejeitado usando o protocolo de segurança:

Protocolo de Segurança: AES-256-GCM

- Indica uso de criptografia forte.
- AES-256-GCM é um algoritmo moderno usado em TLS.
- Garante:
 - Confidencialidade
 - Integridade
 - Autenticação dos dados

PROCESSO DE ENCAPSULAMENTO

[Aplicação] Capturando payload das respostas do Quiz.

[Apresentação] Codificação ASCII e Criptografia de transporte.

[Sessão] Handshake lógico com o servidor de destino.

[Transporte] Segmentação TCP concluída. Porta 3306 alocada.

[Rede] Endereçamento IP. Cabeçalho de roteamento inserido.

[Ligação] Encapsulamento em Frame. MAC Address verificado.

[Física] Conversão binária concluída. Sinais enviados ao cabo.

Pilha de Dados

Física

Ligação

Rede

Transporte

Sessão

Apresentação

Aplicação

DEENCAPSULAR E LER FEEDBACK

A imagem representa o **Processo de Encapsulamento no Modelo OSI**, onde, os dados são preparados e enviados através da rede, passando por cada camada até chegarem ao meio físico.

PROCESSO DE ENCAPSULAMENTO (Modelo OSI)

7 Camada de Aplicação

Capturando payload das respostas do Quiz.

- Aqui os dados são criados pelo utilizador.
- No exemplo, são as respostas de um quiz.
- O conteúdo puro chama-se **payload** (dados úteis).

Ainda não existem cabeçalhos de rede.

6 Camada de Apresentação

Codificação ASCII e Criptografia de transporte.

- Converte os dados para um formato padrão (ex: ASCII).
- Pode aplicar compressão ou criptografia.

Garante que o destinatário consiga interpretar os dados.

5 Camada de Sessão

Handshake lógico com o servidor de destino.

- Estabelece, mantém e termina a sessão.
- O "handshake" é a confirmação de que o servidor está pronto para comunicar.

Controla a comunicação entre cliente e servidor.

4 Camada de Transporte

Segmentação TCP concluída. Porta 3306 alocada.

- Divide os dados em segmentos.
- Usa TCP ou UDP.
- Associa portas (ex: 3306 → MySQL).

Aqui nasce o **segmento TCP**.

Adiciona:

- Porta de origem
- Porta de destino
- Número de sequência

3 Camada de Rede

“Endereçamento IP. Cabeçalho de roteamento inserido.”

- Adiciona o endereço IP de origem e destino.
- Permite que os dados atravessem diferentes redes.

Aqui temos um **pacote IP**.

2 Camada de Ligação (Data Link)

Encapsulamento em Frame. MAC Address verificado.

- Adiciona endereços MAC.
- Cria o **frame (quadro)**.
- Verifica erros (CRC).

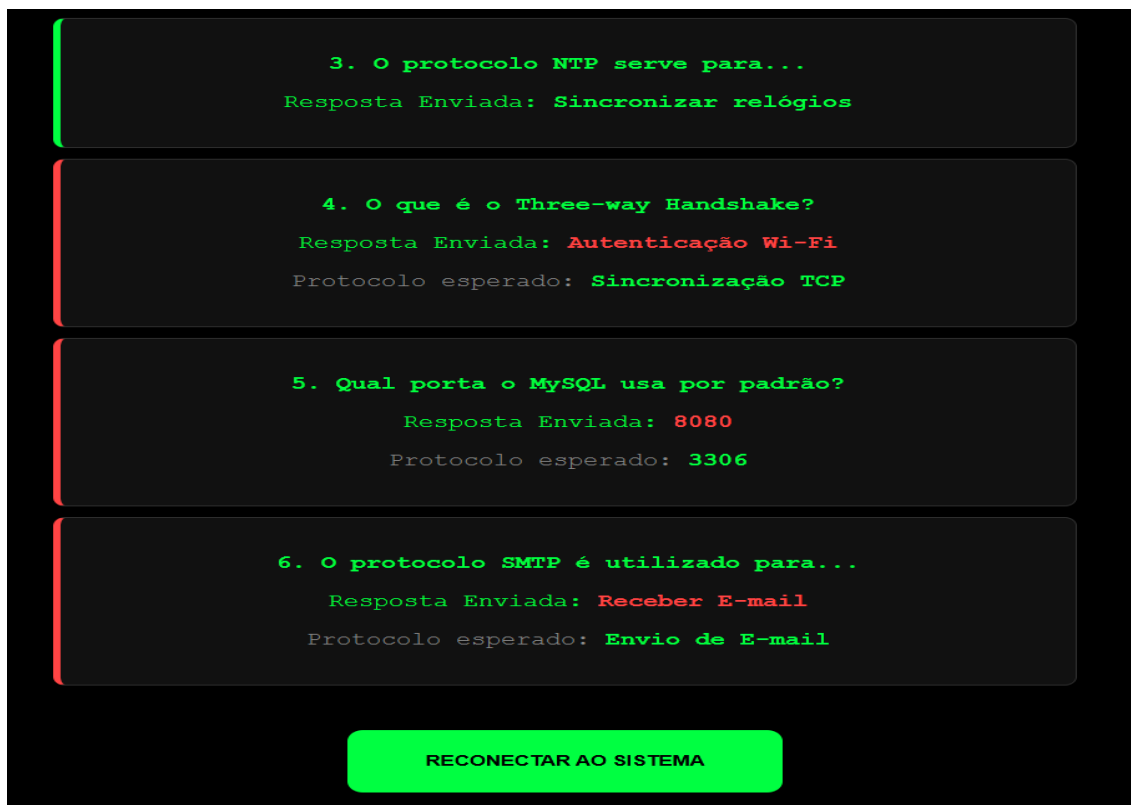
Comunicação dentro da mesma rede local.

1 Camada Física

Conversão binária concluída. Sinais enviados ao cabo.

- Converte os dados em bits (0 e 1).
- Transforma em sinais elétricos, ópticos ou rádio.
- Envia pelo cabo ou Wi-Fi.

Aqui não existem pacotes, apenas sinais físicos.



Esta imagem representa o resultado dos dados do *quiz* enviados pelo aluno ao servidor, analisados segundo o modelo OSI. Como se observa, a conexão falhou devido à perda de pacotes durante o processo de criptografia. Os erros registados são críticos e de paridade, indicando que os dados recebidos não correspondem aos valores esperados pelo servidor

RELATÓRIO DE DESENCAPSULAMENTO



ACESSO CONCEDIDO: APROVADO

O servidor processou os seus pacotes com sucesso. Integridade de dados: 100%.

Resumo da Transmissão: 4/6 Acertos

1. O protocolo BGP é usado para...

Resposta Enviada: E-mail

Protocolo esperado: Roteamento Internet

2. O protocolo RDP (Remote Desktop) usa qual porta?

Resposta Enviada: 3389

3. Qual camada lida com erros de bit a bit?

Resposta Enviada: Ligação de Dados

Esta imagem ilustra o resultado dos dados da quiz que o aluno envia ao servidor para contactar-se usando o modelo OSI, como visto, o servidor aceito os dados e processou - os garantindo a integridade dos dados .

Relatório Geral de Notas - Quiz

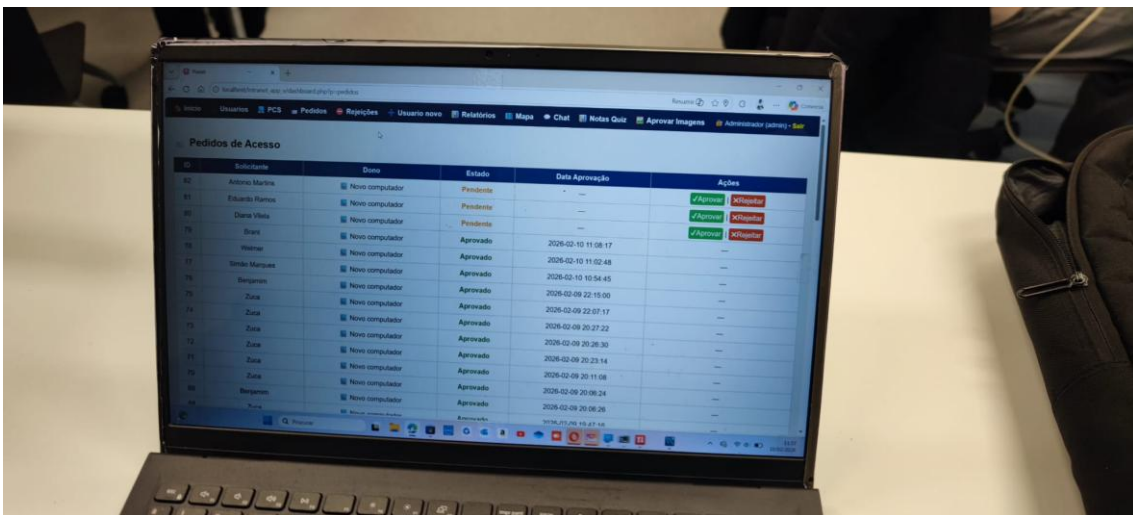
Estudante	Nota	Percentagem	Data
Zuca	0 / 6	0%	11/02/2026 12:06
Zuca	3 / 6	50%	10/02/2026 16:24
Zuca	3 / 6	50%	10/02/2026 16:16
Zuca	3 / 6	50%	10/02/2026 16:09
Zuca	4 / 6	66.7%	10/02/2026 16:00
Zuca	3 / 6	50%	10/02/2026 15:51
Zuca	4 / 6	66.7%	10/02/2026 13:19
Zuca	2 / 6	33.3%	10/02/2026 13:15
Darcio	3 / 6	50%	10/02/2026 12:34
Darcio	1 / 6	16.7%	10/02/2026 12:33
Bianca	2 / 6	33.3%	10/02/2026 12:31
Darcio	4 / 6	66.7%	10/02/2026 12:30

Resultado da quiz de cada aluno

Fase 3 - Testes e implementação do projecto



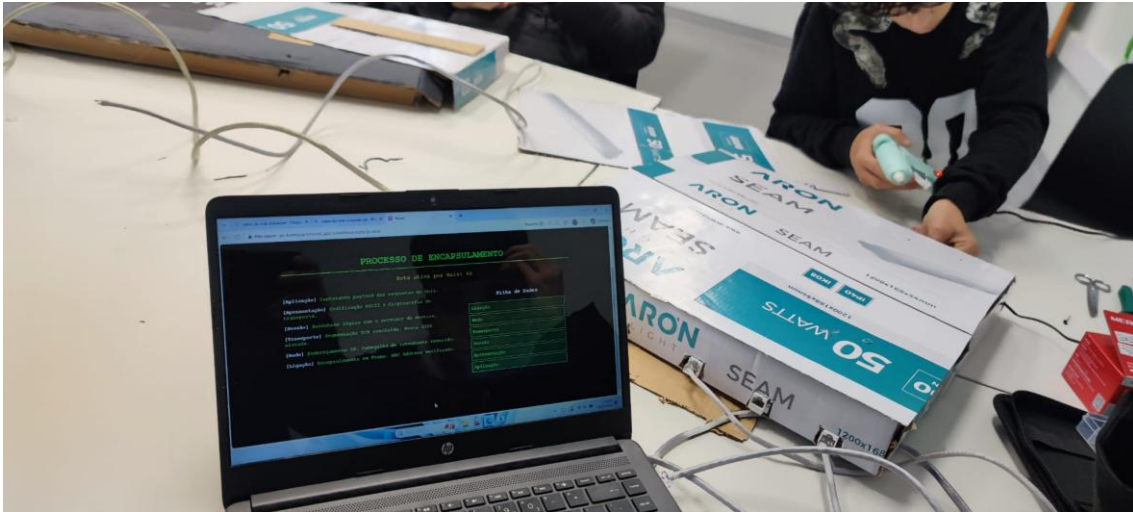
Computador servidor onde se encontra instalado a app e que os alunos procuram aceder através da rede criada por eles



Painel da aplicação que permite autorizar os alunos se conectar e enviar ACK



Simulação Visual: As imagens demonstram a organização física dos computadores e servidores na maquete, representando a "segmentação lógica" através da disposição física ou marcações coloridas nos cabos/dispositivos.

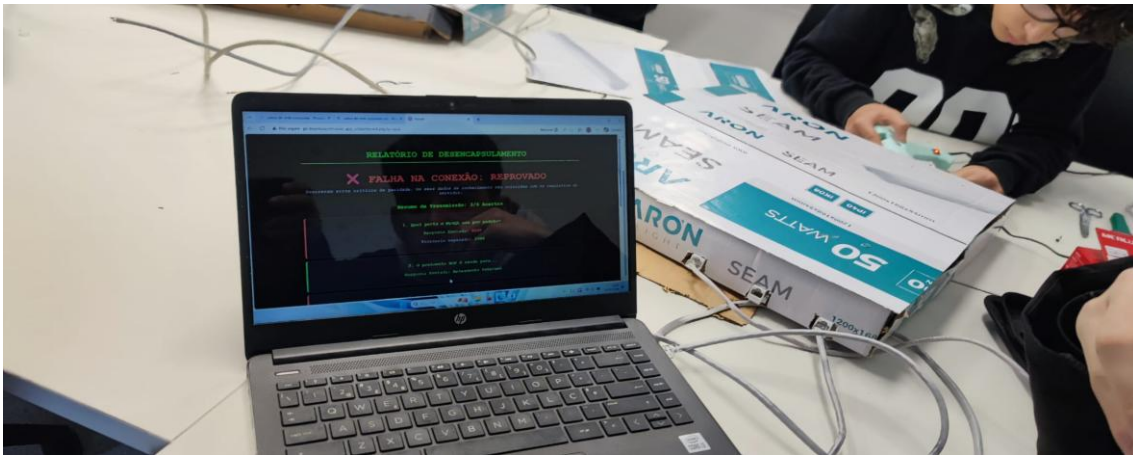


Os alunos estão ligados numa rede local acedendo a App na aula verificando o funcionamento do modelo OSI e TCP/IP



Os alunos estão ligados numa rede local acedendo a App na aula verificando o funcionamento do modelo OSI e TCP/IP e o professor esta explicar o que está

acontcer



Os alunos estão ligados numa rede local acedendo a App na aula verificando o funcionamento do modelo OSI e TCP/IP



Conetividade e Cablagem: As fotos documentam a passagem de cabos que ligam os computadores ao Switch e a ligação deste ao Router, evidenciando o caminho que os dados percorrem



Professor explicando o processo de desencapsulamento dos dados



O aluno faz uma análise do resultado obtidos



O professor explica o processo de encapsulamento de dados numa rede quando o utilizador faz login.

5. Elementos Técnicos do Projeto

Abaixo, detalham-se os recursos e conceitos aplicados durante as três fases de execução do projeto.

5.1 Infraestrutura e Hardware (Camadas 1 e 2)

Elemento	Descrição e Aplicação
Topologia	Estrela (centralizada num switch) e Mista (sala de aula).
Meios Físicos	Cabos UTP Categoria 5e/6, fichas RJ45 e papelação(Caixas).
Dispositivos Ativos	Switch (5 portas) para comutação.

VLANs	Segmentação lógica para isolamento de departamentos através de código de cores.
Testadores	Verificação de continuidade e mapa de fios nos cabos fabricados pelos alunos.

5.2 Protocolos e Comunicação (Camadas 3 e 4)

- **Endereçamento IP:** Configuração de endereços estáticos para simulação de comunicação entre nós.
- **TCP (Transmission Control Protocol):** Implementação visual do *3-Way Handshake* (SYN -> SYN/ACK -> ACK) para garantir conexões fiáveis.
- **ICMP:** Utilização de utilitários de diagnóstico (Ping) para teste de latência e conectividade.
- **Portas de Serviço:** Alocação de portas específicas (ex: 3306 para base de dados) no simulador.

5.3 Simulação de Software e Segurança (Camadas 5 a 7)

- **Encapsulamento:** Processo técnico de adição de cabeçalhos (headers) desde o *Payload* da aplicação até ao *Frame* de rede.
- **Criptografia:** Utilização do algoritmo **AES-256-GCM** para demonstrar o transporte seguro de dados sensíveis.
- **Protocolo HTTP:** Gestão de pedidos e respostas entre a interface do aluno e o servidor da aplicação.
- **Análise de Payload:** Verificação de integridade e validação de permissões via firewall simulada.

4. Conclusão

O projeto desenvolvido pelos alunos do 10.º ano do Curso de Programação de Sistemas Informáticos da Escola Secundária Augusto Cabrita demonstrou ser uma ferramenta pedagógica eficaz para a desmistificação do Modelo OSI e do Protocolo TCP/IP.

A construção da maquete física permitiu aos alunos visualizar a infraestrutura passiva (cablagem e calhas) e ativa (switches e routers), compreendendo que a rede lógica (VLANs) depende de uma organização física rigorosa. Complementarmente, o desenvolvimento e utilização da aplicação de simulação fechou o ciclo de aprendizagem, permitindo que os alunos observassem, em tempo real, processos complexos como o handshake TCP, o encapsulamento de dados e a criptografia AES-256.

Em suma, o projeto atingiu os seus objetivos ao transformar conceitos teóricos em competências práticas, preparando os alunos para os desafios técnicos de administração de redes e cibersegurança, reforçando simultaneamente a capacidade de resolução de problemas e o trabalho colaborativo em ambiente de laboratório.