



**Instituto Superior  
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra

Projeto de Cablagem Estruturada

Licenciatura em Engenharia Informática

Ramo de Redes e Administração de Sistemas

Carlos Emanuel Fernandes Silva – 2022127048

Fábio Oliveira – 2022145902

Rafael Filipe R. Pereira – 2022150534

Rúben Alexandre da Silva Martins – 2021141770

Ano Letivo 2023/2024



# Índice

|   |    |
|---|----|
| Introdução .....  | 1  |
| 1. Requisitos de alto nível.....                          | 3  |
| 1.1. Identificação do espaço físico .....                 | 3  |
| ▪ Planta dos Edifícios.....                               | 4  |
| ▪ Pavilhão A .....  | 5  |
| ▪ Pavilhão B .....  | 6  |
| ▪ Pavilhão C .....  | 7  |
| ▪ Pavilhão D .....  | 8  |
| ▪ Pavilhão G .....  | 9  |
| ▪ Pavilhão E .....  | 10 |
| ▪ Materiais de construção .....                           | 12 |
| ▪ Contexto do Campus.....                                 | 13 |
| 1.2. Identificação da vocação profissional a servir ..... | 14 |
| 1.3. Serviços a disponibilizar.....                       | 15 |
| 2. Caracterização topológica .....                        | 16 |
| 2.1. Modelo Hierárquico (ISO 11801) .....                 | 16 |
| 2.1.1. Estrela Hierárquica.....                           | 17 |
| 2.2. Distribuidor do Campus.....                          | 18 |
| 2.3. Distribuidores de Edifício.....                      | 19 |
| 2.4. Distribuidores de Piso .....                         | 20 |
| 2.5. Distribuidores de cablagem Horizontal .....          | 21 |
| 2.6. Subsistemas de cablagem .....                        | 22 |
| ▪ Pavilhão A .....  | 22 |
| ▪ Pavilhão B .....  | 23 |
| ▪ Pavilhão C .....  | 24 |
| ▪ Pavilhão D .....  | 25 |
| ▪ Pavilhão E Piso 0 .....                                 | 26 |
| ▪ Pavilhão E Piso 1 .....                                 | 27 |
| ▪ Pavilhão G .....  | 28 |
| 3. Identificação e Documentação .....                     | 30 |
| 3.1. Etiquetagem .....                                    | 30 |
| 4. Equipamento Ativo e Passivo.....                       | 32 |
| 5. Orçamento .....  | 34 |
| 6. Conclusão .....  | 36 |
| Referências .....   | 38 |

## Índice de figuras

---

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Vista aérea .....                               | 3  |
| Figura 2 - Planta do Campus Escolar .....                  | 4  |
| Figura 3 - Planta do Pavilhão A .....                      | 5  |
| Figura 4 - Planta do Pavilhão B .....                      | 6  |
| Figura 5 - Planta do Pavilhão C .....                      | 7  |
| Figura 6 - Planta do Pavilhão D .....                      | 8  |
| Figura 7 - Planta do Pavilhão G .....                      | 9  |
| Figura 8 - Planta do Piso 0 do Pavilhão E .....            | 10 |
| Figura 9 - Planta do Piso 1 do Pavilhão E .....            | 11 |
| Figura 10 - Modelo Hierárquico .....                       | 16 |
| Figura 11 - Estrela Hierárquica .....                      | 17 |
| Figura 12 - Esquema de Cablagem do Pavilhão A .....        | 22 |
| Figura 13 - Esquema de Cablagem do Pavilhão B .....        | 23 |
| Figura 14 - Esquema de Cablagem do Pavilhão C .....        | 24 |
| Figura 15 - Esquema de Cablagem do Pavilhão D .....        | 25 |
| Figura 16 - Esquema de Cablagem do Pavilhão E Piso 0 ..... | 26 |
| Figura 17 - Esquema de Cablagem do Pavilhão E Piso 1 ..... | 27 |
| Figura 18 - Esquema de Cablagem do Pavilhão G .....        | 28 |

# Introdução

---

Este projeto foi realizado no âmbito da unidade curricular de Cablagem Estruturada no ano letivo 2023/2024. Tem como finalidade planejar toda a infraestrutura de cablagem necessária para uma escola pública. Utilizamos a Escola Secundária Dr. João de Araújo Correia como base para o nosso projeto.

Os próximos capítulos visam clarificar o plano realizado com ilustrações e justificações para determinadas escolhas realizadas neste projeto.



## 1. Requisitos de alto nível

---

### 1.1. Identificação do espaço físico



Figura 1 - Vista aérea

## ■ Planta dos Edifícios

Esta escola tem seis pavilhões, sendo estes o pavilhão A, pavilhão B, pavilhão C, pavilhão D, pavilhão E, também chamado de pavilhão administrativo e o Pavilhão G (Ginásio).

Os pavilhões A, B, C, D e G (Ginásio) têm como finalidade o lecionamento dos diversos tipos de aulas, estando equipados com o necessário para tal. Dito isto, os pavilhões B e D dispõem de 1 laboratório de computadores e 2 laboratórios de computadores, respetivamente, sendo necessária alguma atenção à cablagem dos mesmos. Cada um desses cinco pavilhões possui um telefone VoIP. No pavilhão E é onde se concentra a maior parte do pessoal docente, não docente e alunos, durante intervalos, e possui o refeitório, biblioteca, direção, reprografia, sala dos professores, sala dos diretores de turma, receção e secretaria.

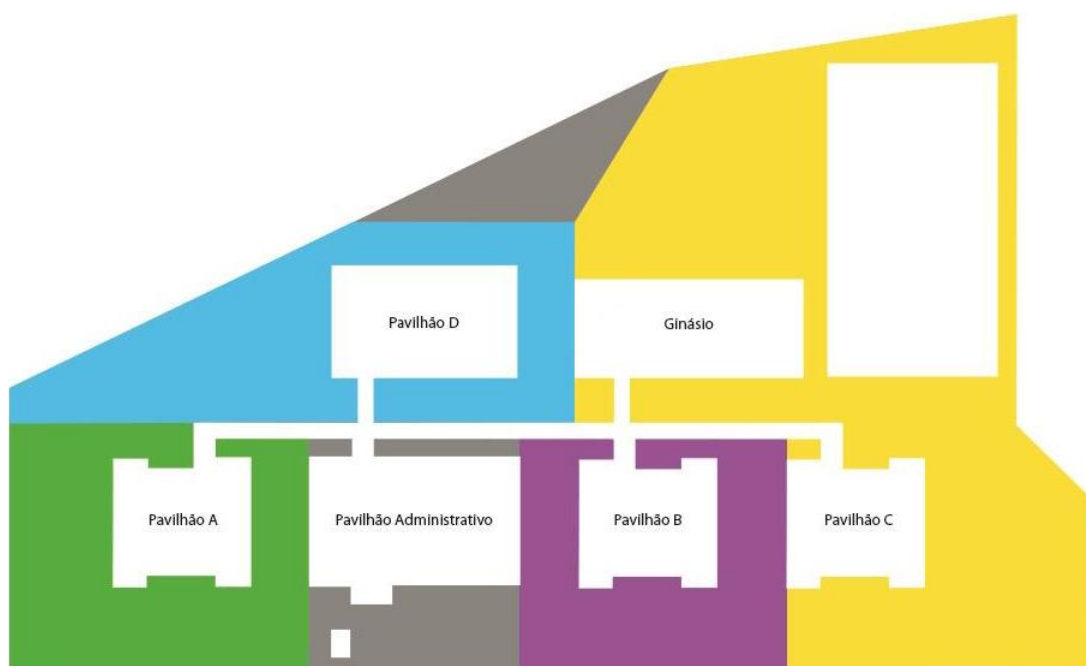


Figura 2 - Planta do Campus Escolar



### ▪ *Pavilhão A*

Este pavilhão possui uma forma quadrangular com 30 metros de comprimento e 30 metros de largura. É constituído por dois pisos.

No piso 0 deste pavilhão encontram-se alguns gabinetes de apoio a estudantes com necessidades especiais, salas para aulas de educação visual, WC, alguns gabinetes e arrecadações. O Piso 1 é constituído apenas por salas de aula regulares com uma pequena arrecadação.

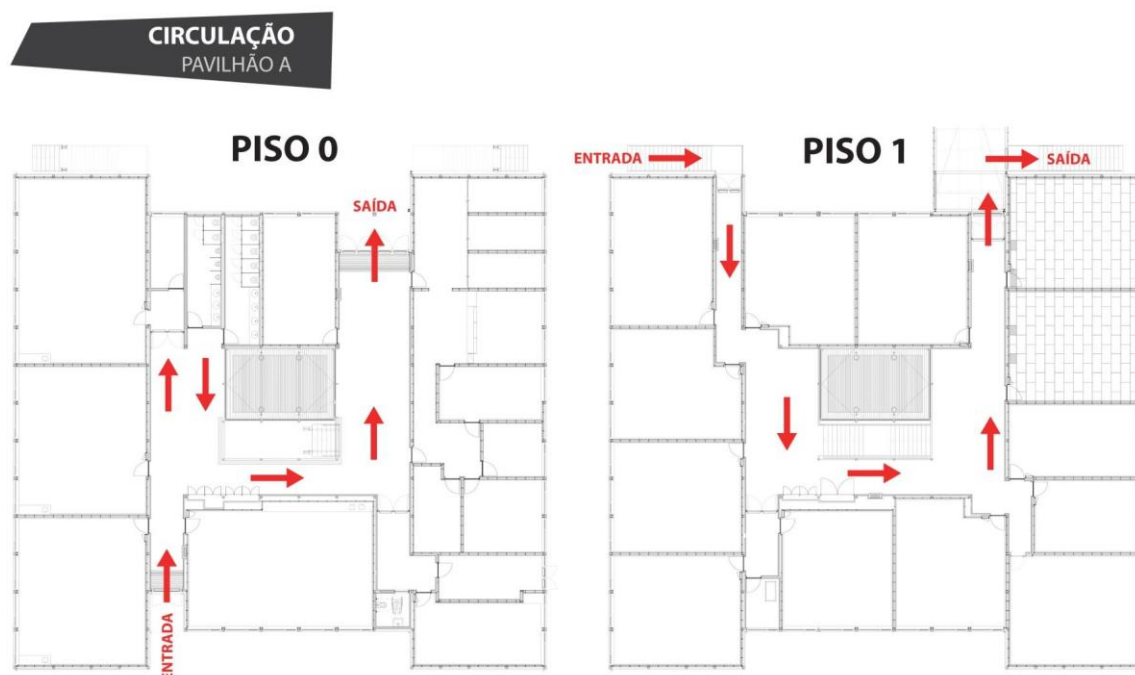


Figura 3 - Planta do Pavilhão A

### ▪ *Pavilhão B*

Este pavilhão possui uma forma quadrangular com 30 metros de comprimento e 30 metros de largura. É constituído por dois pisos.

O piso 0 deste pavilhão é constituído por salas de aula regulares, um laboratório de computadores, uma arrecadação e WC. O piso 1 é constituído por algumas salas regulares, sendo as restantes salas laboratórios destinados a atividades práticas para disciplinas como Ciências Naturais e Física e Química.



Figura 4 - Planta do Pavilhão B

### ▪ *Pavilhão C*

Este pavilhão possui uma forma quadrangular com 30 metros de comprimento e 30 metros de largura. É constituído por dois pisos.

O piso 0 é constituído por salas regulares, uma pequena arrecadação e WC. O piso 1 possui a mesma configuração.



Figura 5 - Planta do Pavilhão C

▪ *Pavilhão D*

Este pavilhão possui uma forma retangular com 45 metros de largura e 30 metros de comprimento. Apenas possui um piso.

É constituído por dois laboratórios de computadores, algumas de aula regulares, WC, arrecadações e uma sala de estudo.

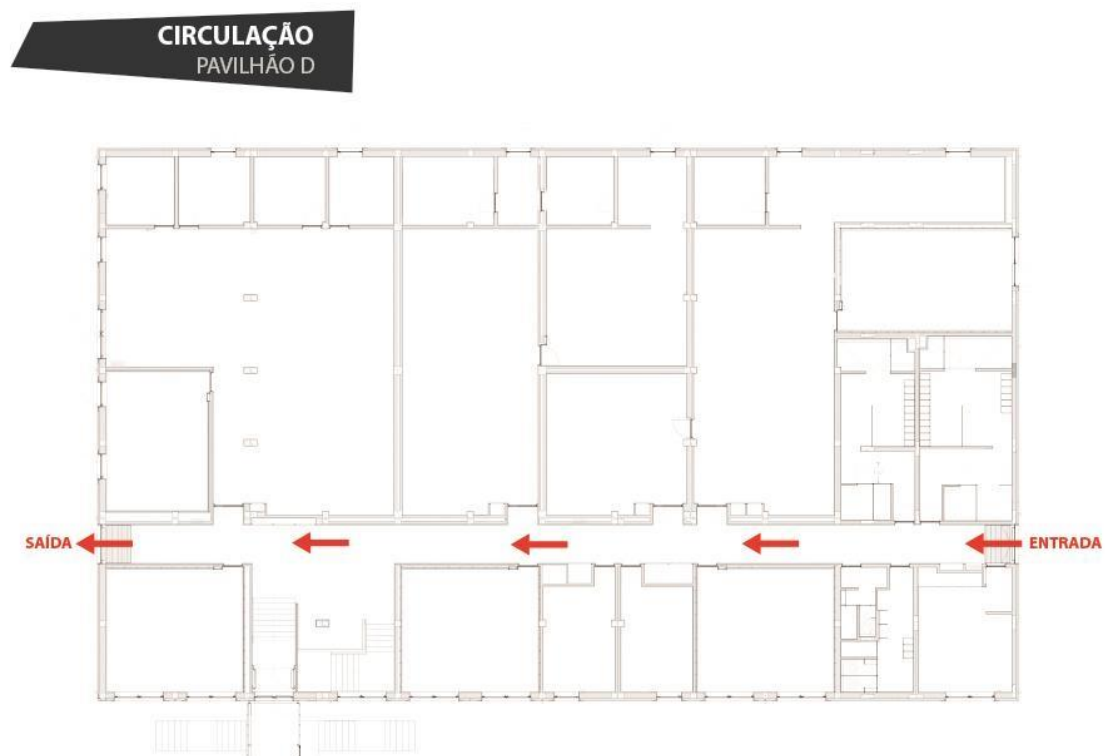


Figura 6 - Planta do Pavilhão D

### ▪ *Pavilhão G*

O ginásio possui uma forma retangular com 60 metros de largura e 35 metros de comprimento. Possui dois pisos, sendo o segundo piso para acesso a uma varanda com vista para o espaço onde se realizam as diversas atividades desportivas. Nesse segundo piso também existe uma sala de aula.

Possui uma sala para professores, uma sala de aula no segundo piso, balneários, WC e duas arrecadações para os equipamentos utilizados durante as aulas.

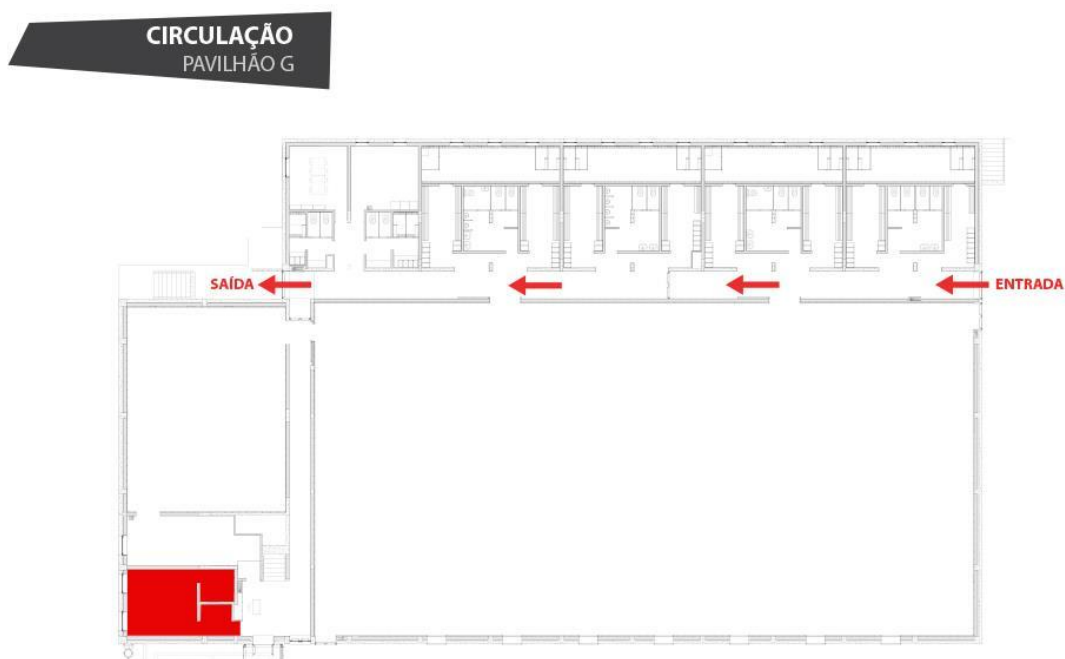


Figura 7 - Planta do Pavilhão G

### ▪ *Pavilhão E*

Este pavilhão possui uma forma retangular com 55 metros de largura e 35 metros de comprimentos.

O piso 0 é constituído por um auditório, uma sala de convívio, refeitório, WC, secretaria, reprografia, um bar e uma receção.

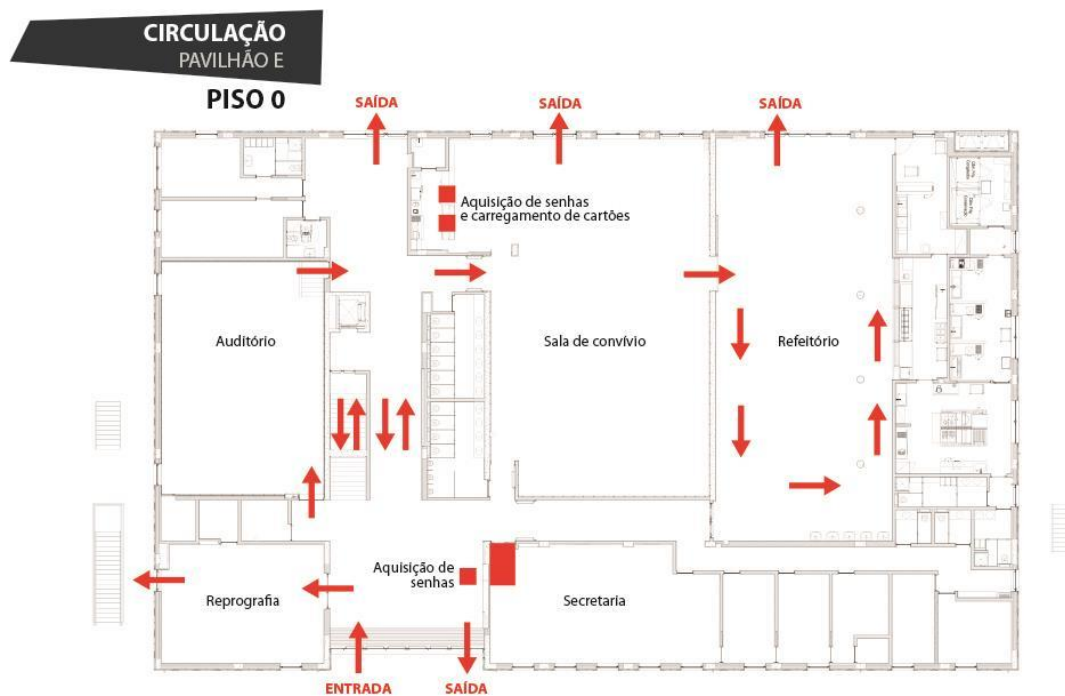


Figura 8 - Planta do Piso 0 do Pavilhão E

O piso 1 é constituído pela biblioteca, sala dos professores, sala dos diretores de turma, direção, um gabinete de apoio à direção, WC e outros espaços.

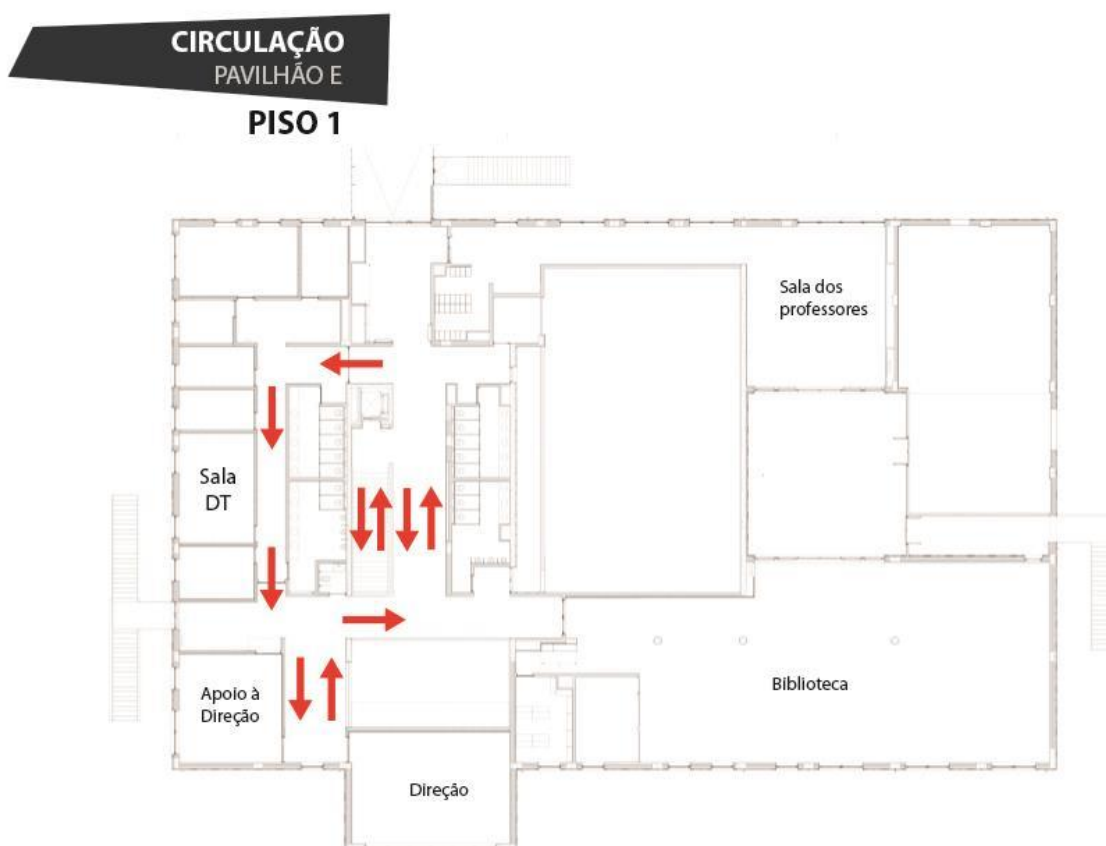


Figura 9 - Planta do Piso 1 do Pavilhão E

## ▪ Materiais de construção

Neste tipo de infraestrutura, normalmente, as paredes interiores, são constituídas por alvenaria de tijolo cerâmico ou divisórias em gesso, e as paredes exteriores por pano duplo, bloco térmico e betão.

No que toca a placas de piso, há diferentes tipos de laje: maciças, aligeiradas e mistas. A maciça consiste em ferro armado que é preenchido com betão. As lajes aligeiradas são vigas pequenas de betão pré-esforçado e blocos de cofragem (de betão). Depois, por cima dessa "estrutura" é colocada uma camada de betão.

As divisórias em gesso oferecem pouca resistência à propagação dos sinais sem fio. As paredes de tijolo podem causar atenuação dos sinais sem fio, mas para a infraestrutura em causa, é de pouca preocupação.



## ▪ Contexto do Campus

Esta escola está localizada na cidade do Peso da Régua. A região tem um clima mediterrânico. Apresenta verões muito quentes, pois localiza-se num vale com montanhas de xisto à sua volta, aumentando a temperatura da região que chegam a rondar os 38 °C. Durante o inverno costuma haver muita precipitação, vento moderado e temperaturas frias, raramente sendo inferiores a 3 °C.

Localiza-se numa zona pouco movimentada da cidade, tendo bastante trânsito nas horas de ponta. A cerca de 400m existe uma estação de comboio, mas causa pouco ruído, sendo o ruído elevado apenas quando passa um comboio, o que ocorre por breves momentos.

De todos estes fatores, o único fator crítico é a temperatura.

A área é bem servida por uma rede elétrica. É essencial incluir sistemas de proteção contra sobretensões e estabilizadores de tensão para proteger os equipamentos. A instalação de UPS's assegura a continuidade do serviço, caso falhe a energia.

## 1.2. Identificação da vocação profissional a servir

Este projeto visa servir uma escola secundária. Abrange um total de cerca de 900 pessoas. É essencial haver a capacidade de servir os serviços administrativos, tais como a secretaria e direção.

Como o crescimento demográfico em Portugal tem estado em declínio, não está previsto crescimento nem alteração do seu propósito.

Dado o elevado volume de pessoas no espaço, será necessária uma boa cobertura Wi-Fi, o que implica uma grande quantidade de pontos de acesso espalhados pelos edifícios. As tomadas de telecomunicações que estão previstas vão servir os computadores dos laboratórios, biblioteca e salas de aula.

A indisponibilidade da rede teria um impacto significativo no caso de atividades de ensino dependentes de recursos online. Também afetaria a gestão administrativa da escola.

## 1.3. Serviços a disponibilizar

A instituição necessita dos seguintes serviços:

- Base de Dados, para existir um registo de todos os alunos, funcionários e docentes;
- VoIP;
- Navegação controlada na internet;
- Site para a escola;
- Aceder a programas informáticos da instituição (sumários, marcar presenças, etc).

## 2. Caracterização topológica

### 2.1. Modelo Hierárquico (ISO 11801)

Neste projeto a cablagem utilizada será com foco na norma ISO 11801. Como existem vários edifícios, será necessário um distribuidor do campus. Cada edifício irá possuir um distribuidor de edifício e um distribuidor de piso por cada piso. O distribuidor do campus vai estar ligado a todos os distribuidores de edifício. Os distribuidores de edifício vão estar ligados a ambos distribuidores de piso e os distribuidores de piso vão estar ligados entre si, de modo a respeitar a redundância.

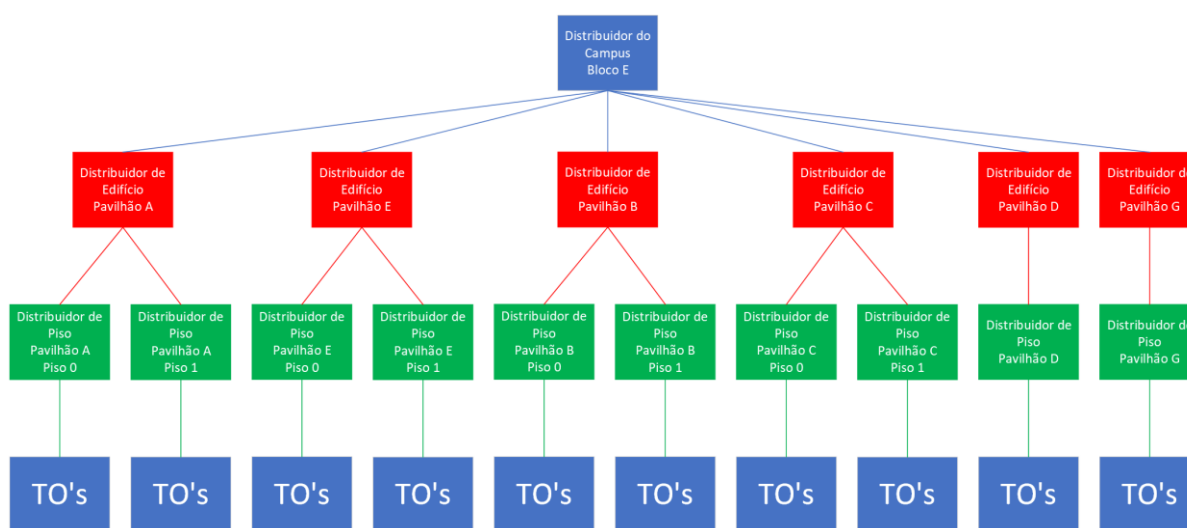


Figura 10 - Modelo Hierárquico

### 2.1.1. Estrela Hierárquica

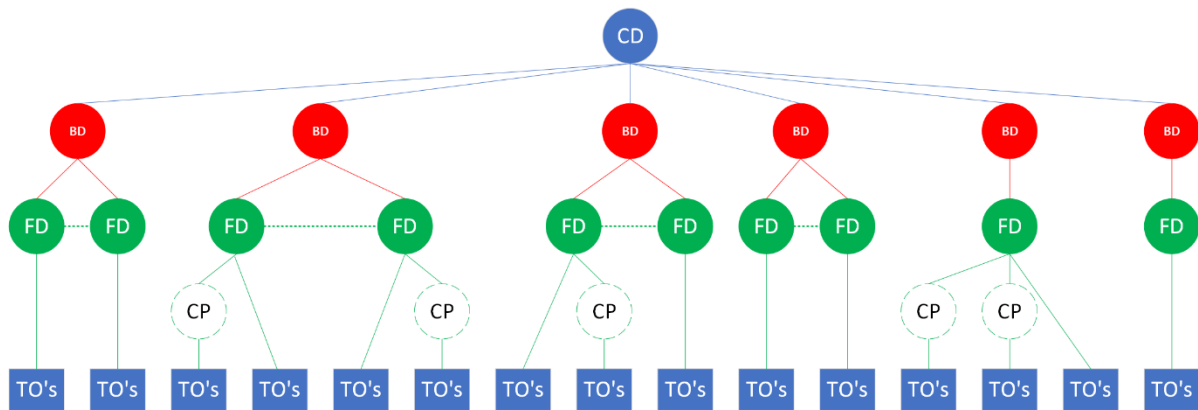


Figura 11 - Estrela Hierárquica

## 2.2. Distribuidor do Campus

O distribuidor do campus ficará situado no pavilhão E, visto que é o principal e o que possui melhor localização quando comparado aos restantes edifícios.

Este distribuidor estará localizado numa sala atrás da secretaria dado que é um espaço seguro, pouco movimentado e de acesso restrito. Será acompanhado de um sistema de ar condicionado e estará elevado para evitar danos em caso de inundações. O espaço será acusticamente isolado do exterior.

Estará ligado aos distribuidores de edifício a partir de fibra ótica OM4.

Neste distribuidor apenas será instalado um router ligado ao exterior e a todos os distribuidores de edifício.

## 2.3. Distribuidores de Edifício

Todos estes distribuidores estarão localizados no piso 0 em zonas de acesso restrito. Os espaços onde vão estar terão ventilação e isolamento acústico.

Estes distribuidores estarão ligados a todos os distribuidores de piso do respetivo edifício para efeitos de redundância. Também será mantido em atenção a agregação de ligações de modo a aumentar o tempo de vida dos equipamentos, assim como aumentar também a banda larga.

## 2.4. Distribuidores de Piso

Cada andar de cada edifício terá um distribuidor de piso. A localização no piso 0 será no mesmo local do distribuidor de edifício e no piso 1 será num local de características semelhantes ao anterior, mas não tão exigente, com exceção no pavilhão E dado que o piso 1 terá um distribuidor de piso com mais exigências.

As ligações entre os distribuidores de piso e os distribuidores de edifício serão feitas a partir de cabos de cobre UTP de categoria 6.

Também aqui será mantida em atenção a agregação de ligações, tendo os motivos de tal sido explicados anteriormente.



## 2.5. Distribuidores de cablagem Horizontal

Na distribuição de cablagem horizontal será utilizado o modelo *Inter-connect*.

Serão utilizadas calhas para estabelecer a passagem de cabos em todas as divisões. Esses cabos serão cabos de cobre UTP de categoria 6.

## 2.6. Subsistemas de cablagem

- Pavilhão A

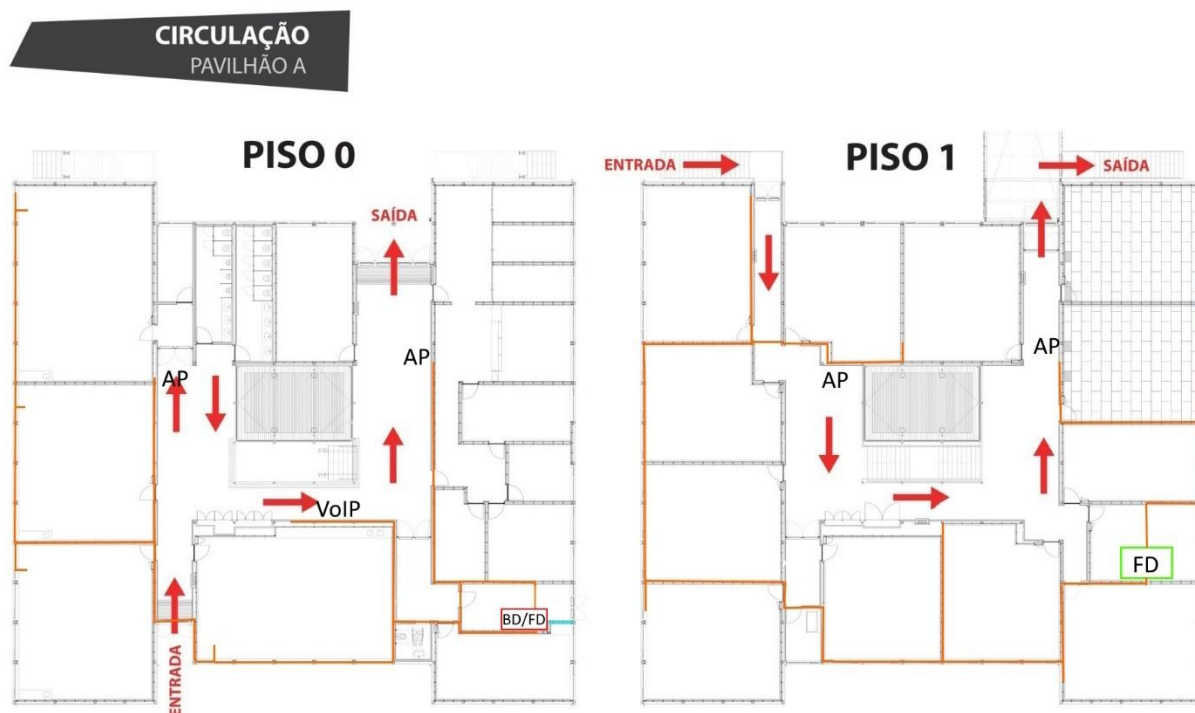


Figura 12 - Esquema de Cablagem do Pavilhão A

■ Pavilhão B



Figura 13 - Esquema de Cablagem do Pavilhão B

▪ Pavilhão C



Figura 14 - Esquema de Cablagem do Pavilhão C

■ Pavilhão D

**CIRCULAÇÃO**  
PAVILHÃO D

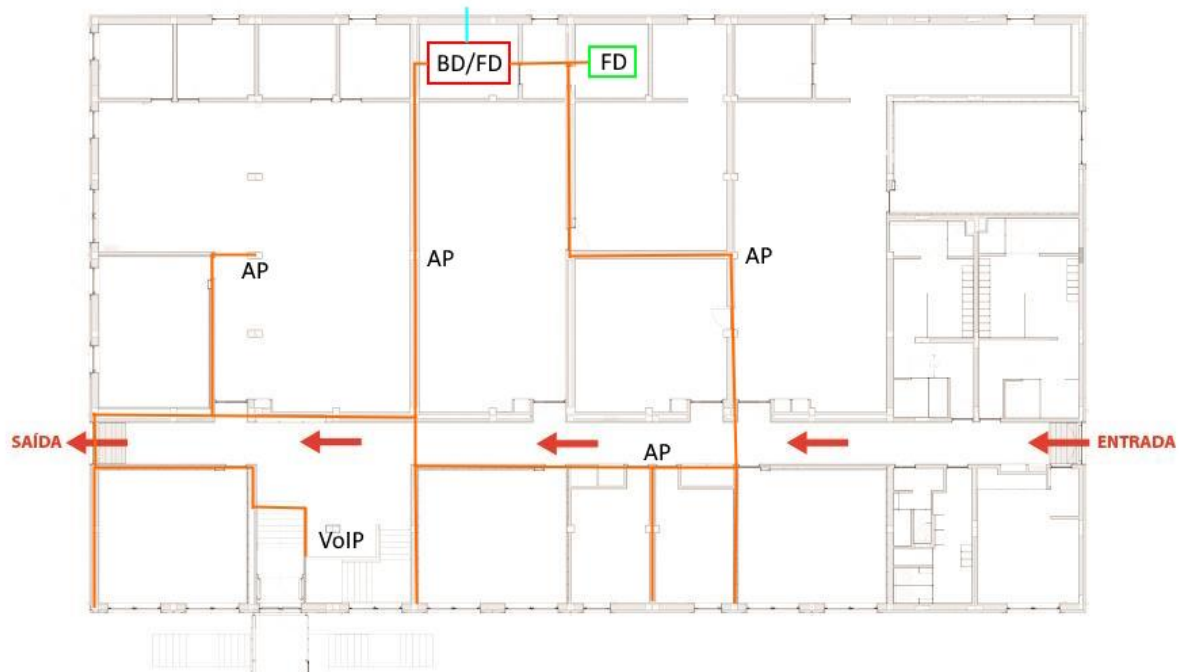


Figura 15 - Esquema de Cablagem do Pavilhão D

■ Pavilhão E Piso 0

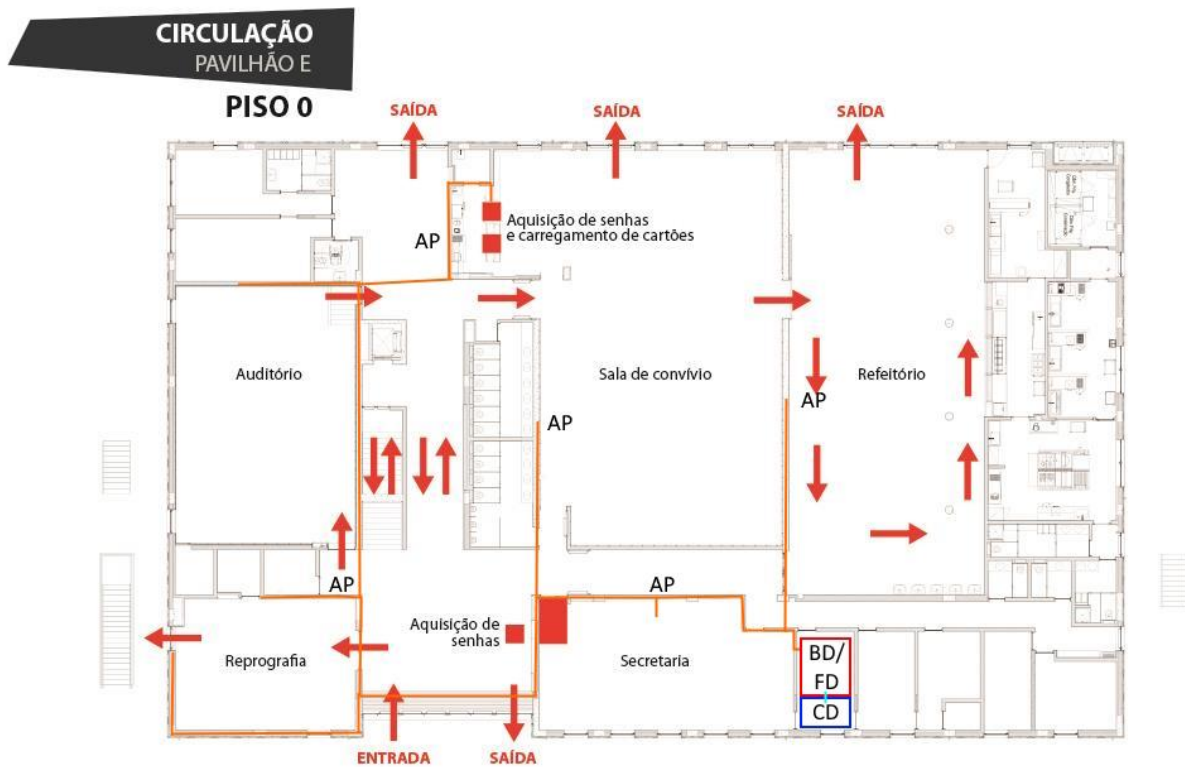


Figura 16 - Esquema de Cablagem do Pavilhão E Piso 0

■ Pavilhão E Piso 1



Figura 17 - Esquema de Cablagem do Pavilhão E Piso 1

■ Pavilhão G

**CIRCULAÇÃO**  
PAVILHÃO G

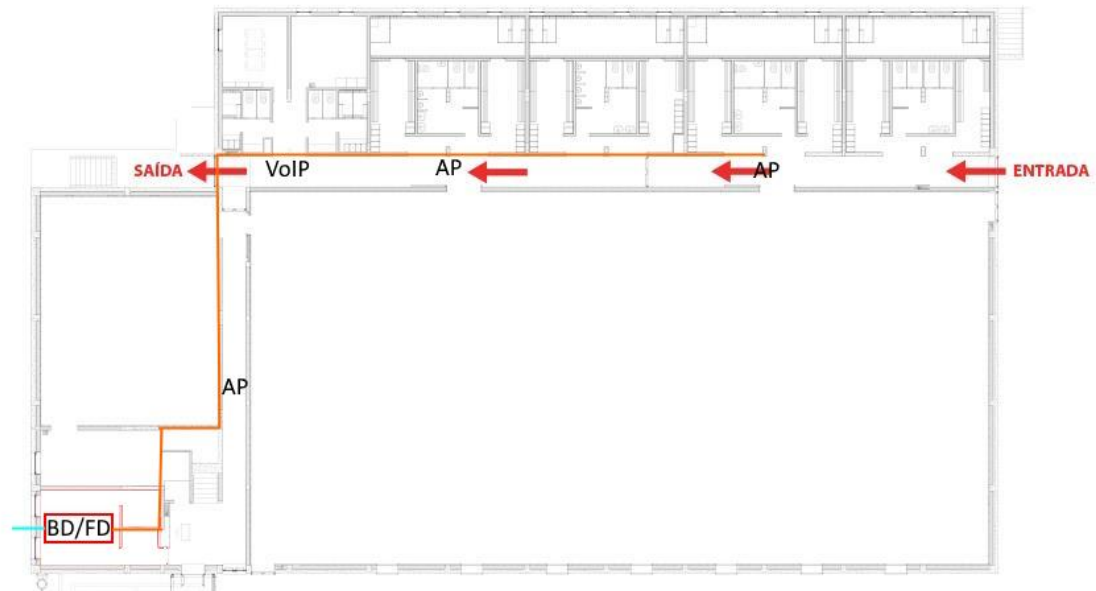


Figura 18 - Esquema de Cablagem do Pavilhão G





## 3. Identificação e Documentação

---

### 3.1. Etiquetagem

Para facilitar a reparação ou manutenção dos equipamentos ou cablagem, devemos utilizar um sistema para identificar os equipamentos, a cablagem e as suas localizações.



## 4. Equipamento Ativo e Passivo

---

### **Cablagem de *Backbone* para o Campus e Edifícios**

Para a cablagem *backbone* do campus foi escolhida fibra ótica OM4. No caso dos edifícios foi escolhido cabo de cobre UTP de categoria 6.

### **Cablagem Horizontal**

Para toda a cablagem horizontal foi escolhido cabo de cobre UTP de categoria 6.

### **Tomadas de Rede**

Onde se optou por colocar tomadas, foram escolhidas exclusivamente tomadas duplas.

### **Pontos de acesso**

Dado que os switches utilizados nos distribuidores de piso suportam PoE devido a facilitar a instalação do VoIP, foram escolhidos pontos de acesso alimentados também por PoE para facilitar a sua instalação e escolha de localização.



## 5. Orçamento

| Equipamento                     | Marca/Modelo   | Quantidade | Valor Unitário | Valor Final        |
|---------------------------------|--|------------|----------------|--------------------|
| <b>BD Switch</b>                | D-LINK SMART MANAGED SWITCH 24 X 10G BASE-T PORTS + 4 X 10G/25G SFP28 PORTS - 790069456800 | 6          | 2,700.00 €     | 16,200.00 €        |
| <b>FD Switch</b>                | UBIQUITI USW-24-POE-EU   | 21         | 450.00 €       | 9,450.00 €         |
| <b>Router</b>                   | Fortinet FortiGate 400E  | 1          | 7,900.00 €     | 7,900.00 €         |
| <b>AP</b>                       | TP-Link EAP660 HD  | 27         | 200.00 €       | 5,400.00 €         |
| <b>Tomadas</b>                  | Tomada dupla Digitus Encastravel Cat6 2 x RJ45 Angulo Femea                                | 72         | 8.00 €         | 576.00 €           |
| <b>Ventilação</b>               | MITSUBISHI LMK 18000BTU  | 12         | 1,100.00 €     | 13,200.00 €        |
| <b>UPS</b>                      | Smart-UPS SRT da APC Iões de Lítio 1000VA RM 230V com Placa de Rede                        | 8          | 4,000.00 €     | 32,000.00 €        |
| <b>Cabo de Rede</b>             | Nanocable Bobine Cabo UTP Cat6 100m Black  | 40         | 60.00 €        | 2,400.00 €         |
| <b>Cabo Crossover</b>           | Nanocable Bobine Cabo UTP Cat6 100m Black  | 1          | 60.00 €        | 60.00 €            |
| <b>Fibra Ótica</b>              | Optic fibre cable OM4 LeGrand REF. 032543  | 500        | 3.79 €         | 1,895.00 €         |
| <b>VoIP</b>                     | Cisco IP Phone 7861  | 16         | 200.00 €       | 3,200.00 €         |
| <b>Bastidor</b>                 | Digitus Bastidor Dynamic Basic Series 32U 600x6  | 11         | 600.00 €       | 6,600.00 €         |
| <b>Ficha RJ45</b>               | Conectores Stp RJ45 CAT6 X10   | 21         | 7.00 €         | 147.00 €           |
| <b>Valor total do orçamento</b> |  |            |                | <b>99,028.00 €</b> |



## 6. Conclusão

---

Este projeto permitiu consolidar e colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos ao longo do semestre nesta unidade curricular. Foi possível perceber melhor como funciona um sistema de cablagem estruturada, como o mesmo é criado e as razões atrás de muitas normas.

A realização deste projeto fez-nos perceber quais as melhores opções para a instituição desde a planificação da estrela hierárquica à escolha de equipamentos.





## Referências

---

Guia de utilização dos espaços escolares no âmbito da pandemia COVID | Escolas João de Araújo Correia, Escola Secundária