

Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

Plano de Infraestrutura de Rede LAN da Escola Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves

Cablagem Estruturada

Autores:

Henrique Dias Neves Simões Ferreira - 2023135147

João Pedro Vila Pomar - 2023140947

José Pedro Leal Neto - 2023140616

Rodolfo Miguel de Sousa Belchior Brás Oliveira - 2023155660

Professor:

José Fernando Fachada Rosado

Ano Letivo:

2024/2025

Conteúdo

1	Introdução	3
2	Enquadramento	3
3	Requisitos de Alto Nível	4
3.1	Identificação e Caracterização do Espaço Físico a Servir	4
3.1.1	Planta dos Edifícios	5
Pavilhão A	5
Pavilhão B	6
Pavilhão C	6
Cantina/Bar/Papelaria	7
3.2	Modelo de Implantação da Escola e Contexto	8
3.3	Materiais de Construção	8
3.4	Identificação da Vocação Profissional a Servir	8
3.5	Serviços a Disponibilizar	9
4	Cobertura Topológica	10
4.1	Topologia Geral	10
4.2	Modelo Hierárquico (ISO 11801)	11
4.3	Distribuidor de Campus	12
4.4	Distribuidores de Edifício	13
4.5	Modelos de Distribuição Horizontal	14
4.6	Sistema de Cablagem	14
Pavilhão A	14
Pavilhão B e C	15
Cantina/Bar/Papelaria	16
4.7	Sistema de Rede Wireless	17
5	Identificação e Etiquetagem	18
5.1	Materiais do Sistema de Cablagem	18
5.2	Esquema de Etiquetagem	18
6	Equipamento Ativo e Passivo	19
6.1	Equipamento Ativo	19
6.2	Equipamento Passivo	19
7	Orçamento	20
8	Conclusão	21
	Referências Bibliográficas	22

Lista de Figuras

1	Vista lateral 1	4
2	Vista lateral 2	4
3	Vista Superior	4
4	Planta Completa - Piso 0	5
5	Planta Completa - Piso 1	5
6	Edifício A - Piso 0	5
7	Edifício A - Piso 1	5
8	Edifício B - Piso 0	6
9	Edifício B - Piso 1	6
10	Edifício C - Piso 0	7
11	Edifício C - Piso 1	7
12	Planta da Cantina/Bar/Papelaria	7
13	Edifício A - Piso 0	10
14	Edifício A - Piso 1	10
15	Edifício B e C - Piso 0	10
16	Edifício B e C - Piso 1	10
17	Cantina	10
18	Modelo Hierárquico (ISO 11801)	11
19	Estrela Hierárquica	11
20	Edifício B - Piso 0	12
21	Edifício C - Piso 0	13
22	Edifício da Cantina	13
23	Edifício A - Piso 0	14
24	Edifício A - Piso 1	15
25	Edifícios B e C - Piso 0	15
26	Edifícios B e C - Piso 1	16
27	Cantina/Bar/Papelaria	16
28	Rede Wireless - Piso 0	17

1 Introdução

O presente projeto, desenvolvido no âmbito da unidade curricular de **Cablagem Estruturada** durante o ano letivo de 2024/2025, foca-se no planeamento de uma infraestrutura de rede moderna e robusta para parte da **Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves**, localizada em Vila Nova de Gaia. A base desta infraestrutura é um sistema de cablagem estruturada, implementado em conformidade com a norma **ISO/IEC 11801**, que assegura uma fundação sólida e organizada para suportar futuras evoluções tecnológicas.

2 Enquadramento

No século XXI, as **Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)** são ferramentas indispensáveis no processo de ensino/aprendizagem e na gestão escolar. Uma infraestrutura de rede segura e de alto desempenho é crucial para que a escola possa oferecer um ambiente educativo moderno, eficiente e adaptado às exigências atuais. Contudo, a realidade observada em muitas instituições de ensino revela diversos desafios e limitações que comprometem o seu pleno potencial. A cablagem, frequentemente desadequada, apresenta-se como um dos principais problemas: é comum encontrar redes não estruturadas nem normalizadas, com recurso a diferentes tipos de cabos sem qualquer critério técnico, resultando numa cobertura parcial dos edifícios e em ligações não certificadas. Para além disso, observa-se a utilização de equipamentos obsoletos e inadequados, bem como a ausência de mecanismos essenciais de segurança, como sistemas de autenticação ou segmentação de rede através de VLANs.

A cobertura Wi-Fi é, por norma, incompleta ou mesmo inexistente, e a falta de autenticação adequada neste tipo de acesso representa uma vulnerabilidade de segurança crítica. Este projeto pretende precisamente colmatar essas deficiências, propondo uma solução baseada nos princípios da cablagem estruturada, em conformidade com a norma **ISO/IEC 11801**, com o objetivo de criar uma infraestrutura de referência. O âmbito do projeto abrange o desenho de uma rede convergente para os quatro edifícios da escola, suportando dados (Ethernet), voz (VoIP) e acesso sem fios (Wi-Fi), devidamente segmentado e seguro. A seleção de equipamentos será orientada para soluções de classe empresarial, que ofereçam funcionalidades de segurança avançadas. Esta abordagem visa responder diretamente às lacunas identificadas, nomeadamente ao nível dos equipamentos, separação de redes e segurança do acesso sem fios. Entre os requisitos primordiais considerados destacam-se: a segurança dos dados, a Qualidade de Serviço (QoS) para priorização de aplicações pedagógicas, e a flexibilidade na gestão de acessos e conteúdos. Espera-se que a implementação desta infraestrutura contribua significativamente para a modernização da Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves, superando obstáculos comuns, promovendo um ambiente de aprendizagem mais interativo, colaborativo e seguro, e otimizando simultaneamente as comunicações e a gestão administrativa da instituição. Este projeto prepara, assim, a escola para integrar de forma eficaz as inovações tecnológicas do futuro.

3 Requisitos de Alto Nível

3.1 Identificação e Caracterização do Espaço Físico a Servir



Figura 1: Vista lateral 1



Figura 2: Vista lateral 2



Figura 3: Vista Superior

3.1.1 Planta dos Edifícios

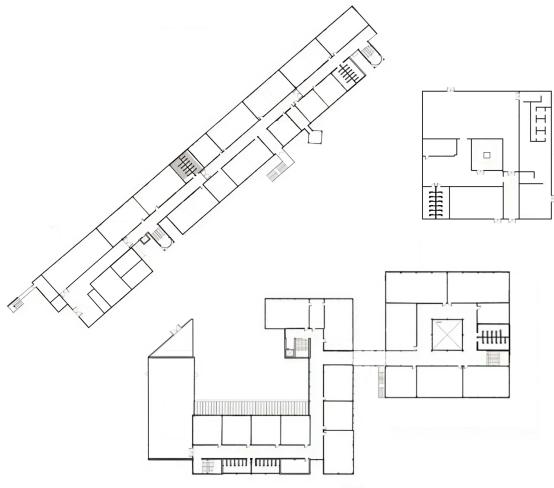


Figura 4: Planta Completa - Piso 0

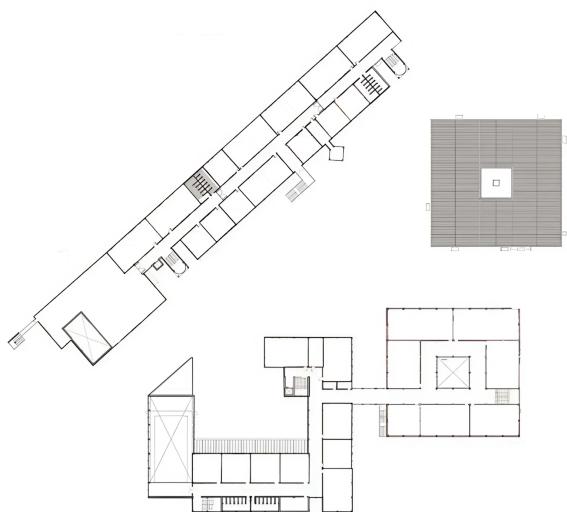


Figura 5: Planta Completa - Piso 1

Pavilhão A

O Pavilhão A é composto por 2 pisos. O piso 0, é composto por uma diversidade de espaços funcionais. Integra uma receção (R), seis salas destinadas a serviços administrativos/direção (SA), uma sala de equipamentos (E). A circulação e o acesso são assegurados por um corredor principal, um elevador e três zonas de escadas. Ao longo do corredor, localizam-se nove Salas de Aula (S) e três salas de Funcionários (F). O piso dispõe ainda de quatro instalações sanitárias, correspondendo a duas casas de banho para cada género. O piso 1, é predominantemente dedicado a atividades letivas e de apoio ao corpo docente. Neste piso, encontra-se uma ampla Biblioteca (B), uma sala de Professores (P), um gabinete (G) e uma sala de Equipamentos (E). A estrutura do piso organiza-se em torno de um corredor principal que dá acesso a sete Salas de Aula (S), uma das quais com uma área interna diferenciada, e a duas Salas de Funcionários (F). A circulação vertical é assegurada por um elevador e três zonas de escadas. Adicionalmente, o piso está equipado com quatro instalações sanitárias, correspondendo a duas casas de banho para cada género.

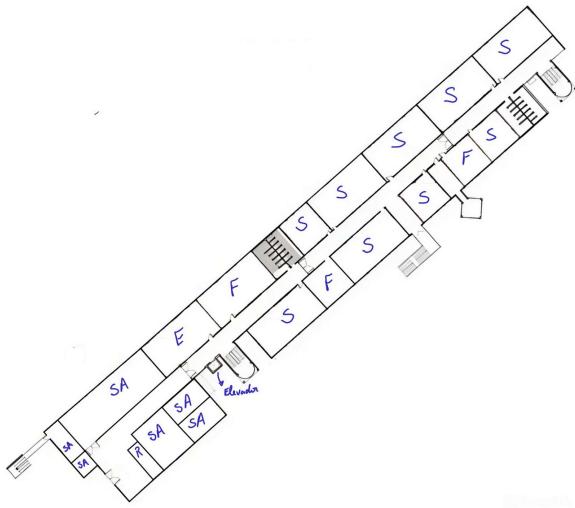


Figura 6: Edifício A - Piso 0

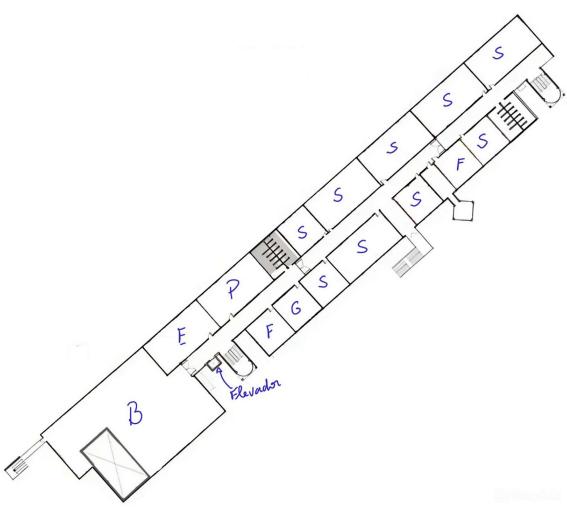


Figura 7: Edifício A - Piso 1

Pavilhão B

O piso 0 do edifício B, alberga tanto espaços de grande dimensão para atividades letivas e eventos, como áreas técnicas cruciais para a infraestrutura da escola. Neste piso situa-se o Auditório (A) e a sala designada como Distribuidor do Campus (DC), que centraliza a gestão da rede principal. As instalações dedicadas ao ensino especializado incluem dois Laboratórios de Química (L) e quatro Salas de Computadores (C). Adicionalmente, existem três salas de aula (S) para fins gerais e uma sala de funcionários (F). Para gestão local da rede, este piso conta com uma Sala de Equipamentos/Distribuidor de Piso (E). A circulação vertical é facilitada por um Elevador, e múltiplas zonas de escadas, e o piso é complementado por duas casas de banho. Já o piso 1, complementa as funcionalidades do piso inferior, com destaque para uma sala de apoio ao Auditório (AA). As áreas de ensino neste piso, incluem dois Laboratórios (L), que são dedicados a Biologia e Geologia, e quatro Salas de Computadores (C). Adicionalmente, o piso dispõe de três Salas de Aula (S) para lecionação regular e uma Sala de Funcionários (F). A gestão da infraestrutura de rede deste piso é apoiada por uma Sala de Equipamentos (E). A circulação vertical é garantida por um Elevador e várias zonas de Escadas. O piso conta ainda com duas instalações sanitárias.

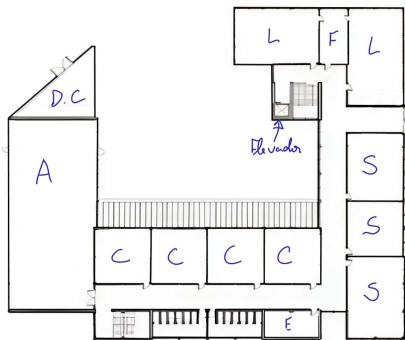


Figura 8: Edifício B - Piso 0

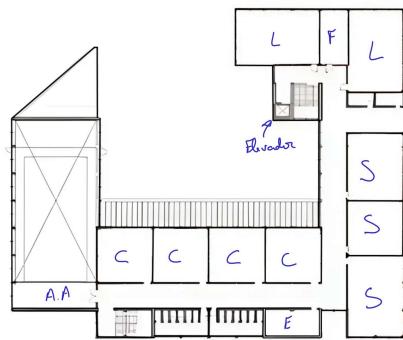


Figura 9: Edifício B - Piso 1

Pavilhão C

No piso 0, o edifício está configurado em torno de um vazio central, otimizando a circulação e o acesso a diversos espaços funcionais. Este nível é primordialmente dedicado a atividades letivas, contando com um total de cinco Salas de Aula (S). Adicionalmente, o piso inclui uma Sala de Funcionários (F) e uma Sala de Equipamentos (E), destinada a albergar o distribuidor de piso (IDF) da rede. O acesso vertical é garantido por zonas de Escadas, e o piso dispõe de duas instalações sanitárias. O piso 1 do edifício C, também apresenta uma configuração distinta, com os espaços organizados em torno de um vazio central. Este nível é dedicado principalmente a atividades letivas e de apoio. Pode-se encontrar uma Sala de Espelhos (SE), concebida para atividades de educação física, e cinco Salas de Aula (S). O piso conta também com uma Sala de Equipamentos/Distribuidor de piso (E).

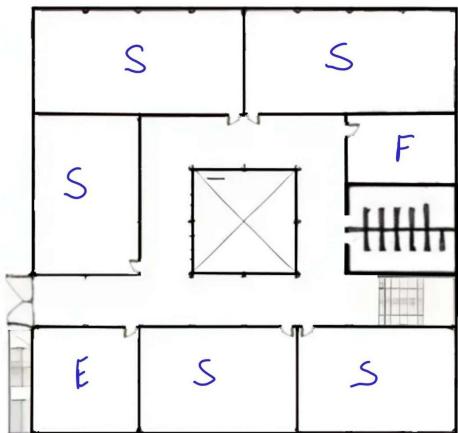


Figura 10: Edifício C - Piso 0

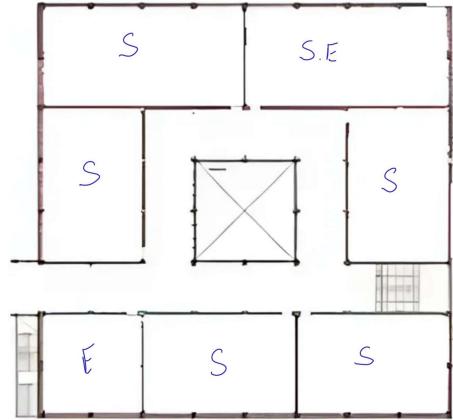


Figura 11: Edifício C - Piso 1

Cantina/Bar/Papelaria

O edifício da cantina, apenas tem um piso e trata-se de um espaço central de convívio e serviços. O seu interior é dominado por um amplo Refeitório (R), que inclui uma zona de Bar (B). Também neste piso podemos encontrar a cozinha (C) para preparação das refeições e uma Papelaria (P) para uso da comunidade escolar. Para o suporte das infraestruturas tecnológicas, existem duas áreas designadas como Sala de Equipamentos (E). O edifício dispõe também de uma casa de banho.

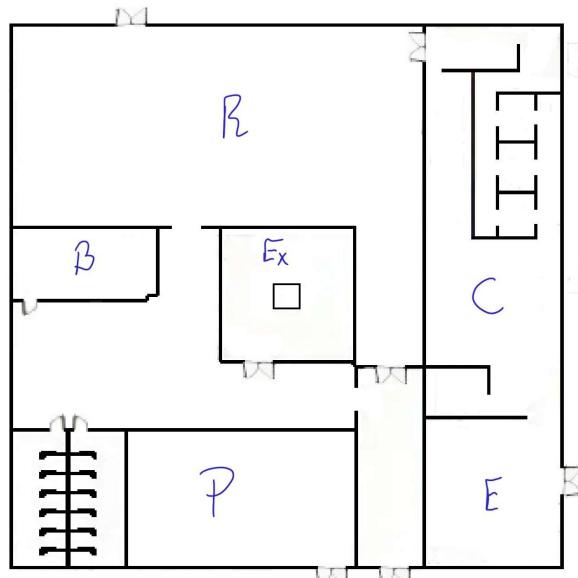


Figura 12: Planta da Cantina/Bar/Papelaria

3.2 Modelo de Implantação da Escola e Contexto

A Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves, localizada em Vila Nova de Gaia, apresenta um modelo de implantação distribuído por quatro edifícios principais: três pavilhões de dois pisos (A, B e C) que concentram as áreas letivas, administrativas e de apoio como a biblioteca e laboratórios, e um edifício térreo correspondente à cantina, papelaria e bar. Esta configuração multi-edifício é um fator determinante para o desenho da infraestrutura de rede, influenciando o traçado do backbone (rede primária) e a necessidade de interligações robustas, preferencialmente em fibra ótica, entre os edifícios e o ponto central de distribuição da rede.

O contexto geográfico de Vila Nova de Gaia é caracterizado por um clima temperado marítimo, com verões moderados e invernos húmidos e amenos. Esta condição climática, particularmente a humidade, reforça a necessidade de garantir uma ventilação adequada e, se possível, climatização controlada nos espaços técnicos onde serão instalados os equipamentos ativos da rede (como o bastidor principal e os bastidores de piso), para preservar a sua vida útil e desempenho.

Relativamente às infraestruturas de suporte, a escola dispõe de uma rede elétrica que é considerada estável, bem como de acesso a serviços de comunicações (ex: ligação à Internet). A implementação de Sistemas de Alimentação Ininterrupta (UPS) e proteções contra picos de tensão vai ser contemplada no âmbito deste projeto de cablagem, porque a sua utilização é vital para assegurar a continuidade dos serviços educativos e administrativos em caso de falha de energia ou anomalias na rede elétrica. Assume-se o acesso a serviços de comunicações, sendo necessário identificar o ponto de entrada destes serviços no campus para um correto planeamento da distribuição interna.

Este modelo de implantação e o contexto envolvente exigem, portanto, um planeamento cuidado das vias de cablagem, tanto verticais (dentro dos edifícios de dois pisos) como horizontais e inter-edifícios, e uma estratégia de proteção dos equipamentos contra fatores ambientais.

3.3 Materiais de Construção

A arquitetura moderna da Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves (ESDJGFA) influencia diretamente o projeto da sua infraestrutura de rede. A escola usa materiais como:

- **Divisórias Leves (ex: Pladur) com Estruturas Metálicas:** Facilitam a instalação de caminhos de cabos (calhas, tubagens). Embora o pladur tenha baixa atenuação para o sinal Wi-Fi, as estruturas metálicas de suporte e o uso extensivo de vidro pode causar reflexões e atenuação do sinal wireless. O que exige um planeamento cuidado da localização dos pontos de acesso (APs).
- **Tetos Falsos e Pisos Técnicos:** Facilitam bastante a passagem organizada da cablagem, a instalação de APs no teto e a manutenção da infraestrutura.

Em suma, apesar de certos materiais modernos facilitarem a instalação física dos cabos, as características da construção contemporânea exigem um planeamento detalhado da rede. A definição de percursos de cablagem adequados e a análise da propagação RF são cruciais para assegurar o desempenho e a fiabilidade da rede da ESDJGFA.

3.4 Identificação da Vocação Profissional a Servir

A infraestrutura de rede da Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves é um elemento crucial, desenhado para dar resposta às diversas vocações, funções e atividades que compõem o ecossistema escolar. O seu planeamento visa atender não só às exigências dos cursos profissionais ministrados, mas também às necessidades diárias do ensino regular, das atividades administrativas e do acesso geral à informação por toda a comunidade escolar, que se estima em cerca de 2000 utilizadores, entre eles alunos, professores, funcionários e visitantes. A cobertura abrangente da rede (incluindo salas de aula, laboratórios, biblioteca, receção, cantina, salas de professores, áreas administrativas e zonas exteriores) e a distinção entre acesso por cabo para postos fixos (pessoal administrativo e laboratórios) e acesso Wi-Fi para utilização móvel, foram pensadas para que todas as funções sejam desempenhadas com a máxima eficiência e fiabilidade. A criticidade da infraestrutura para o funcionamento diário da escola é bastante elevada e por isso, a sua conceção priorizou a disponibilidade e o desempenho contínuo, respeitando as normas vigentes.

3.5 Serviços a Disponibilizar

A infraestrutura de rede da Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves tem como objetivo principal fornecer um conjunto de serviços essenciais que suportem eficazmente as atividades letivas e administrativas. Estes serviços incluem:

- **Sistemas de Gestão Escolar:** Para administração de dados de alunos, horários, avaliações e outros processos académicos e administrativos.
- **Plataformas de E-learning e Recursos Educativos:** Acesso a ambientes virtuais de aprendizagem, conteúdos programáticos, materiais multimédia (texto, imagem, som, vídeo) e ferramentas de apoio ao ensino.
- **Serviços de Comunicação:** Incluindo comunicação por Voz sobre IP (VoIP) para contactos internos e correio eletrónico institucional.
- **Recursos de Rede Internos:** Como um portal de intranet, servidores para armazenamento centralizado de ficheiros, sistemas de autenticação para acesso seguro e serviços de impressão em rede.
- **Acesso à Internet e Plataformas Externas:** Conectividade à Internet para pesquisa e consulta, bem como acesso a plataformas educativas online e serviços baseados na nuvem.

A rede suportará aplicações síncronas, como aulas online ou videoconferências, e assíncronas, como a submissão de trabalhos ou comunicação por email. Garantirá o funcionamento de recursos centralizados nos servidores da escola e o acesso a serviços distribuídos ou externos, sendo fundamental para o quotidiano da instituição.

4 Cobertura Topológica

4.1 Topologia Geral

A topologia de rede adotada para este projeto segue o modelo hierárquico em estrela, conforme recomendado pela norma ISO/IEC 11801. Este modelo organiza a rede em camadas distintas, promovendo a escalabilidade, a facilidade de gestão e a robustez.

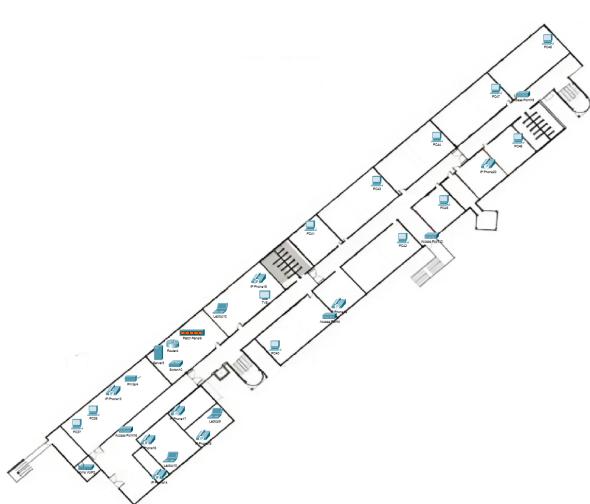


Figura 13: Edifício A - Piso 0

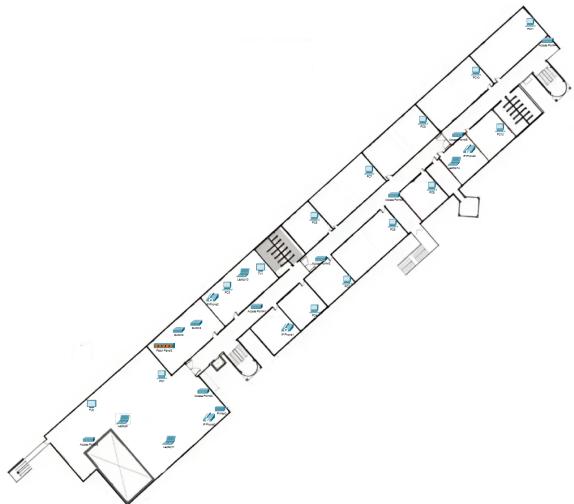


Figura 14: Edifício A - Piso 1

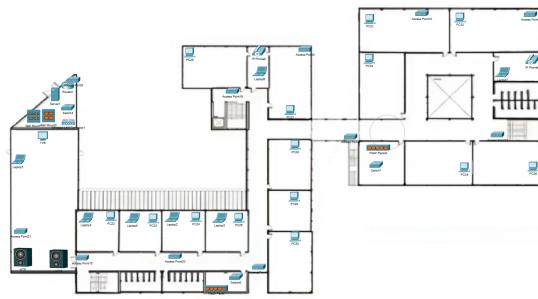


Figura 15: Edifício B e C - Piso 0

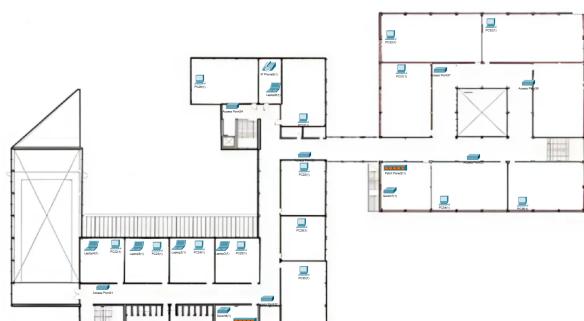


Figura 16: Edifício B e C - Piso 1

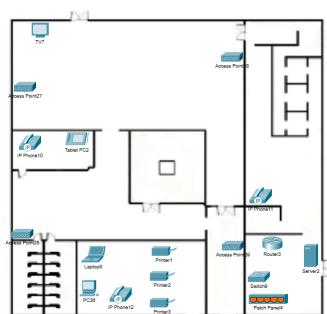


Figura 17: Cantina

4.2 Modelo Hierárquico (ISO 11801)

A conceção da infraestrutura de rede baseia-se num modelo topológico hierárquico e estruturado, seguindo as diretrizes e recomendações da norma ISO/IEC 11801.

A topologia definida organiza-se em níveis distintos, partindo do Distribuidor de Campus como ponto principal, que se interliga aos Distribuidores de Edifício, e estes por sua vez aos distribuidores de piso, culminando a ligação às Tomadas de Telecomunicações nas áreas de utilização final. As subsecções seguintes descreverão em detalhe cada um destes componentes hierárquicos e a sua função no sistema global de cablagem.

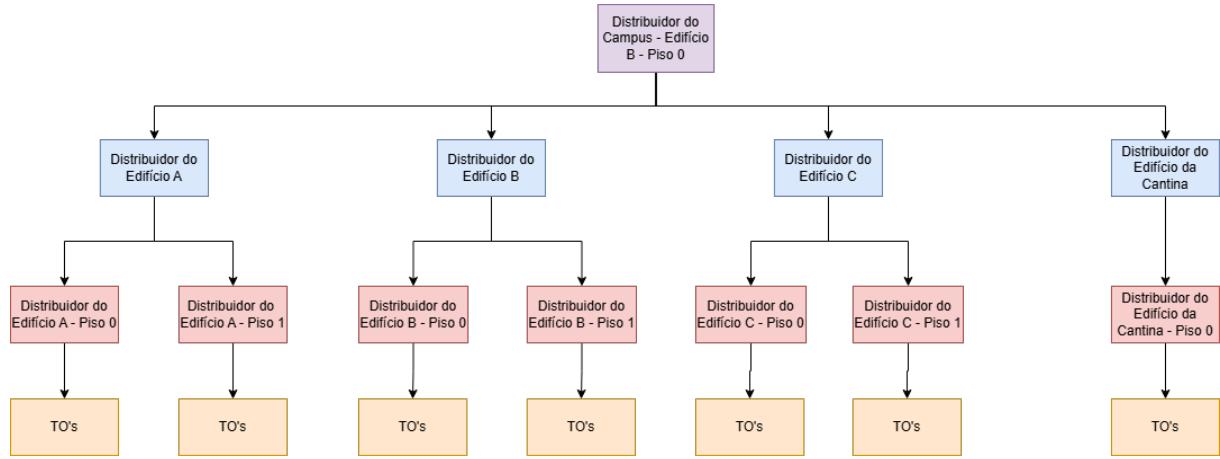


Figura 18: Modelo Hierárquico (ISO 11801)

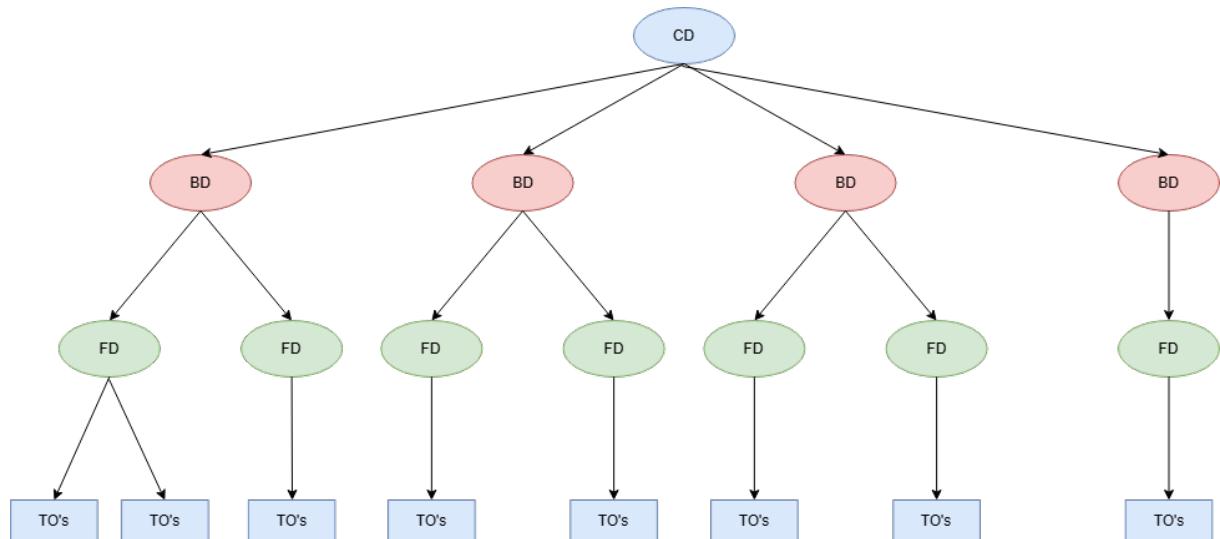


Figura 19: Estrela Hierárquica

4.3 Distribuidor de Campus

O Distribuidor do Campus, também conhecido como Repartidor Geral ou MDF (Main Distribution Frame), representa o núcleo central de toda a infraestrutura de telecomunicações da Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves. É o ponto de agregação principal para todos os serviços de rede e comunicações da instituição.

O Distribuidor do Campus serve como o principal ponto de convergência para a rede da escola, com as seguintes funções chave:

- **Agregação de Tráfego:** Recebe e interliga todo o tráfego de dados proveniente dos Distribuidores de Edifício ou de Piso localizados nos diferentes edifícios.
- **Alojamento de Equipamentos:** Abriga os equipamentos de comutação e de roteamento centrais (switches core, router principal) que formam o backbone da rede.
- **Implementação de Segmentação Lógica (VLANs):** O DC é fundamental para a criação e gestão de Redes Locais Virtuais (VLANs), assegurando a separação do tráfego para diferentes grupos de utilizadores e serviços.
- **Ponto de Ligação aos Serviços Externos:** É onde termina a ligação principal da escola à Internet (WAN) e outros serviços externos de telecomunicações.
- **Centralização de Servidores e Serviços:** Aloja os servidores centrais que disponibilizam serviços essenciais para toda a comunidade escolar.
- **Gestão e Monitorização Centralizada:** Facilita a gestão, monitorização e manutenção centralizada de toda a infraestrutura de rede.

Para cumprir as suas funções, o distribuidor do campus deverá estar equipado com:

- **Bastidores (Racks):** Um ou mais para organizar e alojar todos os equipamentos.
- **Router Principal:** Equipamento responsável pela ligação da escola à Internet, gestão de tráfego WAN e funcionalidades de firewall primária.
- **Switches Core:** Switches de alta capacidade e desempenho para interligar os distribuidores dos edifícios, os servidores e o router.



Figura 20: Edifício B - Piso 0

4.4 Distribuidores de Edifício

Cada edifício principal (Pavilhões A, C e Cantina) da Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves possuirá um Distribuidor de Edifício (BDF) dedicado. Estes serão instalados em salas técnicas de acesso restrito, localizadas no Piso 0 de cada um destes edifícios. A função primordial do BDF é servir como ponto de concentração da rede para o edifício, interligando-se ao Distribuidor de Campus (MDF) através de um backbone em fibra ótica OM4.

Internamente, cada BDF distribuirá a conectividade para os Distribuidores de Piso, localizados nos andares superiores do respetivo edifício, utilizando para tal um backbone vertical também em fibra ótica OM4. Os equipamentos chave num BDF incluem um bastidor (rack), painéis de interligação de fibra ótica, comutadores (switches) de distribuição Gigabit Ethernet com portas adequadas para fibra. Como o BDF nos Pisos 0 também servem como IDF para as áreas de trabalho desse mesmo piso, contam adicionalmente com painéis de interligação para a cablagem horizontal Categoria 6A.

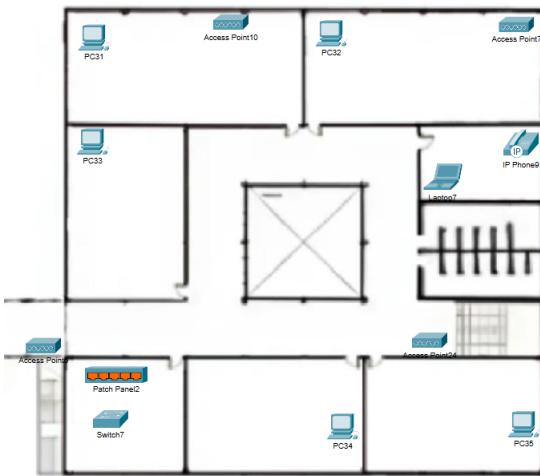


Figura 21: Edifício C - Piso 0

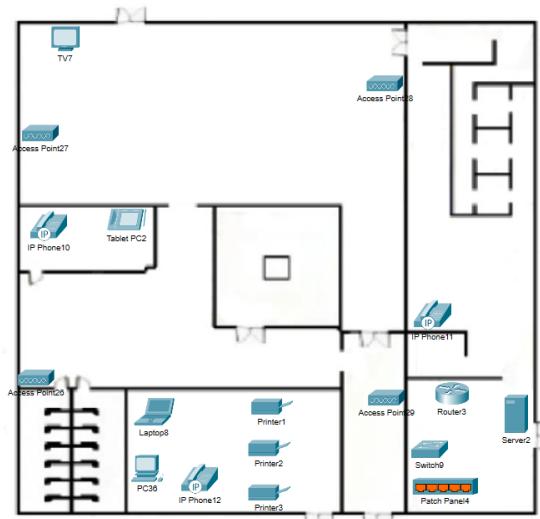


Figura 22: Edifício da Cantina

4.5 Modelos de Distribuição Horizontal

A distribuição horizontal é o subsistema de cablagem que se estende desde a tomada de telecomunicações (TO) na área de trabalho até ao Distribuidor de Piso (IDF). No IDF, estes cabos são terminados em painéis de interligação (patch panels), utilizando o modelo de interligação (inter-connect) para ligação aos comutadores de acesso.

O modelo de distribuição horizontal adotado segue as diretrizes da norma ISO/IEC 11801, priorizando uma topologia em estrela. Cada Tomada de Telecomunicações (TO) nas salas de aula (S, SE), laboratórios (L), salas de computadores (C), gabinetes (G), salas de funcionários (F, P), serviços administrativos (SA), receção (R), biblioteca (B), bar (B) e papelaria (P) será ligada individualmente e diretamente ao Distribuidor de Piso (IDF / sala "E") correspondente. Este método garante maior fiabilidade, facilidade de gestão e desempenho otimizado para cada ponto de rede. O material selecionado para toda a cablagem horizontal é o cabo de par entrancado Categoria 6A (Cat6A), preferencialmente do tipo U/FTP ou F/UTP.

Embora a norma ISO/IEC 11801 preveja a utilização de Pontos de Consolidação (CPs) para cenários que exigem maior flexibilidade em espaços abertos, para a maioria das áreas da ESDJGFA, com layouts de salas predominantemente fixos, o modelo em estrela direto às Tomadas de Telecomunicações (TOs) é considerado o mais adequado e eficiente. A eventual utilização de CPs será ponderada apenas para áreas muito específicas, como laboratórios de grande dimensão ou zonas da biblioteca que prevejam reconfigurações frequentes, e a sua implementação seguiria estritamente as recomendações da norma.

4.6 Sistema de Cablagem

Pavilhão A

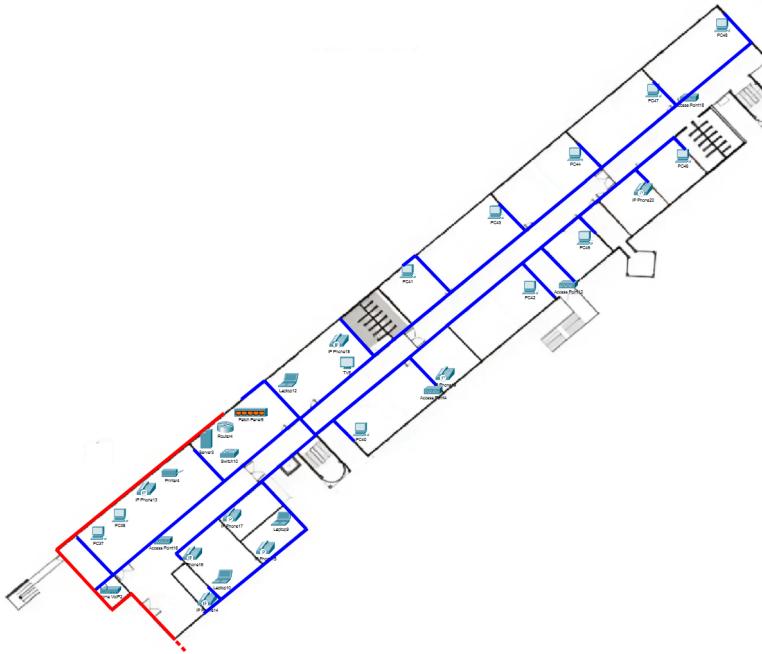


Figura 23: Edifício A - Piso 0

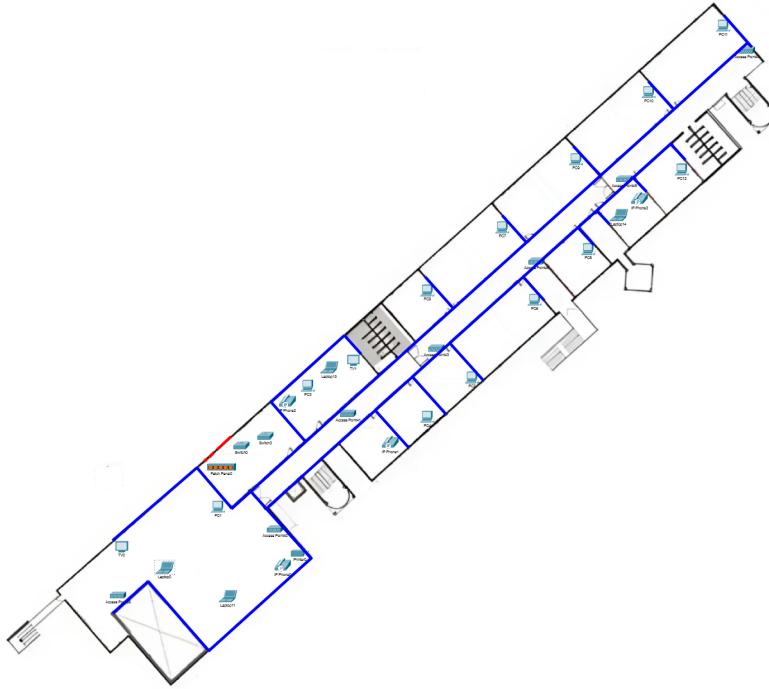


Figura 24: Edifício A - Piso 1

Pavilhão B e C

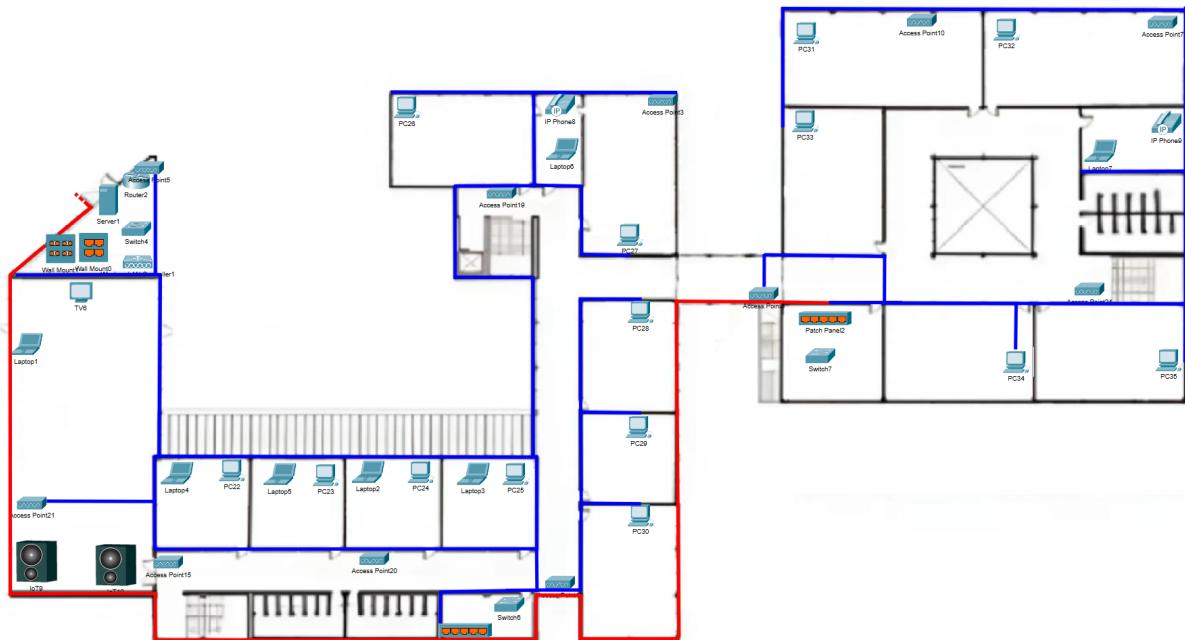


Figura 25: Edifícios B e C - Piso 0

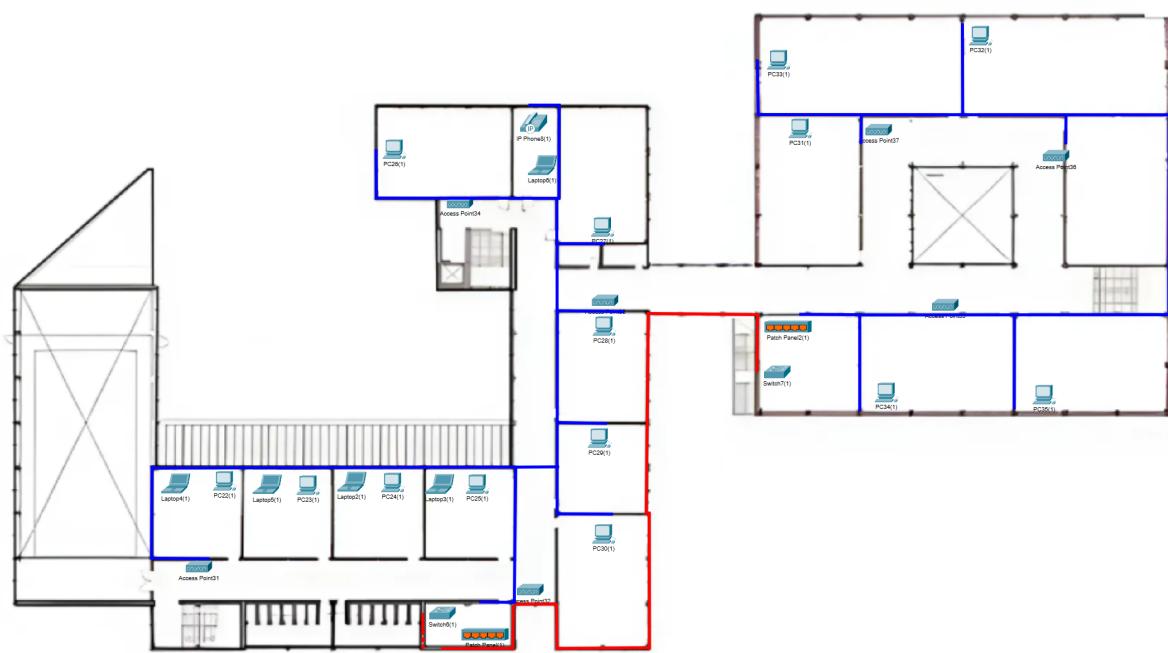


Figura 26: Edifícios B e C - Piso 1

Cantina/Bar/Papelaria

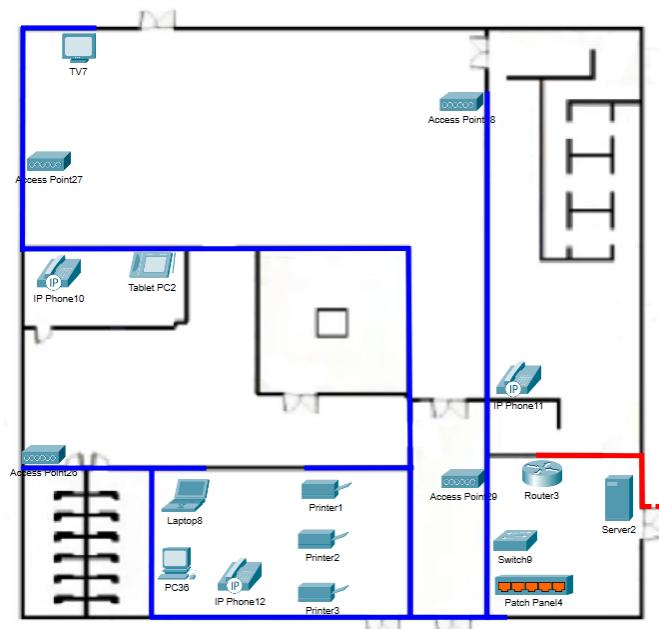


Figura 27: Cantina/Bar/Papelaria

4.7 Sistema de Rede Wireless

Na figura abaixo, podemos observar a cobertura do sistema de rede wireless implementada no edifício, evidenciando a distribuição dos pontos de acesso e as respectivas áreas de alcance do sinal. É possível reparar que toda a área da escola está abrangida pelo sinal.

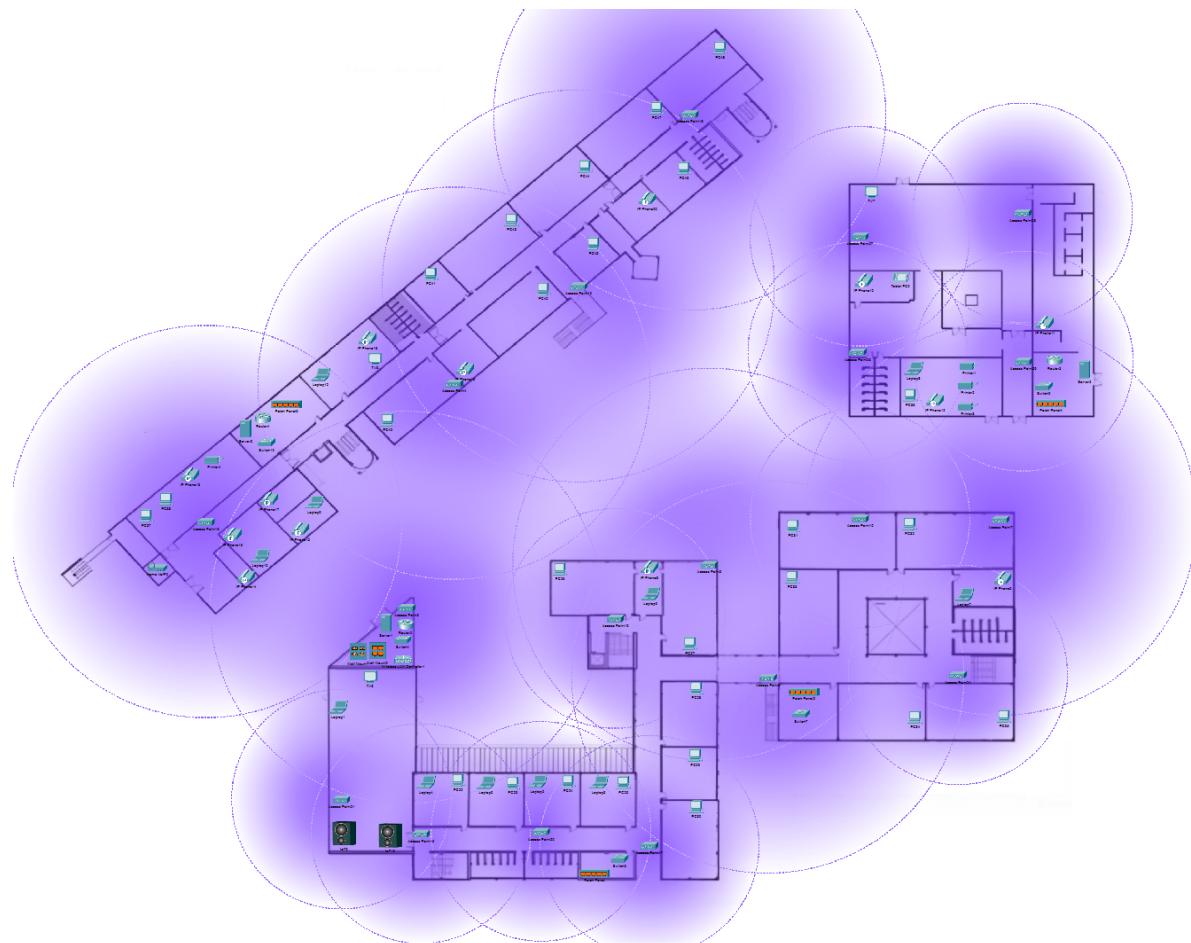


Figura 28: Rede Wireless - Piso 0

5 Identificação e Etiquetagem

5.1 Materiais do Sistema de Cablagem

No âmbito deste projeto para a Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves, a seleção dos materiais para o sistema de cablagem foi criteriosa, visando garantir um elevado desempenho, fiabilidade, escalabilidade e conformidade com a norma internacional ISO/IEC 11801. Deste modo, foi adotada a utilização de cabo de par entrançado Categoria 6A (Cat6A) para toda a cablagem horizontal e fibra ótica multimodo OM4 para os subsistemas de backbone (campus e vertical intra-edifício).

Cablagem Horizontal – Categoria 6A

Para a cablagem horizontal, que interliga os Distribuidores de Piso (IDF) às tomadas de telecomunicações nas diversas áreas de trabalho como salas de aula, laboratórios e gabinetes, a escolha recaiu sobre a Categoria 6A (Cat6A). Esta decisão fundamenta-se no facto de a Cat6A ser projetada para suportar transmissões de 10 Gigabits por segundo (10 Gbps) em canais de até 100 metros, operando a frequências de até 500 MHz. Esta capacidade representa uma vantagem substancial sobre a Categoria 6, primariamente especificada para 1 Gbps. A utilização da Cat6A assegura uma maior longevidade à infraestrutura, preparando a escola para as crescentes necessidades de largura de banda impostas por aplicações pedagógicas avançadas, como realidade virtual ou aumentada, streaming de vídeo em alta definição e plataformas de e-learning interativas. Adicionalmente, a Cat6A oferece o suporte necessário para tecnologias emergentes, incluindo futuras gerações de pontos de acesso Wi-Fi que poderão requerer ligações de uplink superiores a 1 Gbps. Embora o custo inicial possa ser ligeiramente superior, a Cat6A representa uma proteção do investimento a longo prazo, mitigando a necessidade de uma dispendiosa substituição prematura da cablagem horizontal. Além disso, a Cat6A proporciona uma maior margem de desempenho e uma superior resistência a ruído e diafonia, resultando em ligações mais estáveis e fiáveis.

Backbone – Fibra Ótica OM4

Relativamente aos subsistemas de backbone, responsáveis pela interligação de alta velocidade entre o Distribuidor de Campus (MDF/DC) e os Distribuidores de Piso (IDF/salas "E") nos diferentes edifícios, bem como entre pisos, optou-se pela fibra ótica multimodo OM4. Esta escolha é justificada pela sua elevada capacidade de transmissão, permitindo débitos de 10 Gbps em distâncias até 550 metros – adequado para a maioria dos cenários de campus escolar – e suportando futuras evoluções para 40 Gbps e 100 Gbps em distâncias menores. Um dos principais benefícios da fibra ótica é a sua total imunidade a interferências eletromagnéticas (EMI), um fator crítico para garantir a integridade e fiabilidade das ligações de backbone, que são a espinha dorsal da rede. Adicionalmente, a fibra ótica proporciona maior segurança na transmissão de dados e uma excelente estabilidade de sinal em longas distâncias, sem degradação significativa.

5.2 Esquema de Etiquetagem

Um sistema de etiquetagem claro e consistente, em conformidade com a norma ANSI/TIA-606-C, será implementado para identificar todos os componentes da infraestrutura de rede. O formato adotado será: **DE-DP.PP-XX** Onde:

- **DE:** Identificador do Distribuidor de Edifício (ex: A, B, C, CNT).
- **DP:** Identificador do Distribuidor de Piso (ex: P0, P1). Se o DE e o DP forem o mesmo, pode-se omitir.
- **PP:** Identificador do Patch Panel no bastidor (ex: PA, PB).
- **XX:** Número da porta no Patch Panel (ex: 01, 02, ..., 24).

Exemplo: A etiqueta A-P1.PA-15 identifica a porta 15, no patch panel A, localizado no distribuidor do piso 1 do edifício A.

6 Equipamento Ativo e Passivo

6.1 Equipamento Ativo

Equipamentos ativos são os componentes da rede que requerem alimentação elétrica para manipular e transmitir dados.

- **Routers:** Responsáveis por encaminhar o tráfego entre diferentes redes, como a ligação entre a rede da escola e a Internet.
- **Switches:** Fazem a ligação entre os vários equipamentos dentro da mesma rede local (LAN), permitindo que comuniquem entre si de forma rápida e eficiente.
- **Access Points (APs):** Utilizados para fornecer conectividade à rede sem fios (Wi-Fi), essencial em salas de aula, zonas comuns e espaços abertos.
- **Equipamentos VoIP:** Permitem realizar chamadas telefónicas através da rede de dados (Voz sobre IP), eliminando a necessidade de uma rede telefónica tradicional.
- **Servidor:** Centraliza serviços importantes como armazenamento de ficheiros, autenticação de utilizadores, alojamento de plataformas educativas e outras aplicações essenciais.

6.2 Equipamento Passivo

Equipamentos passivos são os componentes físicos da rede que não requerem energia para funcionar, constituindo a infraestrutura física por onde os dados são transportados.

- **Cabos de Rede (Cat6A e Fibra Ótica OM4):** Os cabos Cat6A são usados nas ligações horizontais (dos bastidores às tomadas), enquanto a fibra ótica OM4 é usada no backbone (ligações entre edifícios e pisos).
- **Patch Panels:** Painéis de ligação que permitem organizar e gerir os cabos nos bastidores, facilitando a manutenção e as alterações na rede.
- **Tomadas de Telecomunicações:** Pontos de ligação nas paredes onde os equipamentos dos utilizadores (computadores, telefones IP) se conectam à rede.
- **Racks e Bastidores:** Estruturas metálicas normalizadas onde todos os equipamentos (ativos e passivos) são montados de forma segura e organizada.
- **Calhas:** Sistemas de encaminhamento que protegem e organizam os cabos ao longo dos seus percursos nos tetos falsos, paredes e pisos técnicos.
- **Conectores e Adaptadores:** Componentes que terminam os cabos e permitem a sua ligação aos equipamentos e painéis (ex: conectores RJ45, LC).

7 Orçamento

Nesta secção é apresentado o orçamento estimado para a implementação do projeto. A tabela seguinte detalha os custos associados ao equipamento ativo, equipamento passivo e mão de obra.

Tabela 1: Orçamento Estimado do Projeto

Categoría	Item	Qtd.	Preço Unit. (€)	Subtotal (€)
<i>Equip. Ativo</i>	D-link Smart Managed Switch24X10G	6	2577,90	15.467,40
	Ubiquiti USW-24-POE-EU	1	340,00	340,00
	Fortinet FortiGate 400E	2	8.400,00	16.800,00
	Huawei AirEngine 5761-11	33	280,00	9.240,00
	Huawei IP1T6805UK01 eSpace 6805	30	150,00	4.500,00
	Servidor Dell PowerEdge R760	4	18.000,00	72.000,00
	WLAN Controller Cisco AIR-CT3504-K9	4	5.119,42	20.477,68
<i>Equip. Passivo</i>	Suno - Tomada dupla: 2 x RJ45 cat. 6A - STP	500	36,55	18.275,00
	Mitsubishi LMK 18000BTU	25	1.094,00	27.350,00
	Smart-UPS SRT da APC 1000VA	7	3.397,43	23.782,01
	Cabos de Rede Cat 6A UTP	17	86,91	1.477,47
	Cabos Fibra Ótica Multimodo OM4	10	10,36	103,60
	Digitus Bastidor 600X6	13	696,00	9.048,00
	Conecotor Ugreen 10X Rj45 Cat 6A Cat 7	100	7,96	796,00
	PBAEGAV Patch Panel 12 Portas Cat6A	6	86,49	518,94
<i>Serviços</i>	Instalação e Mão de Obra	1	18.000,00	18.000,00
	Certificação de Rede	1	2.500,00	2.500,00
	Total Parcial			220.176,10
	Contingência (15%)			33.026,42
	TOTAL GERAL			253.202,52 €

Nota: Os preços são estimativas e podem variar.

8 Conclusão

O presente projeto teve como objetivo primordial o planeamento e a conceção de uma infraestrutura de rede e cablagem estruturada abrangente e moderna para a Escola Secundária Dr. Joaquim Gomes Ferreira Alves, capaz de responder às suas necessidades educativas, administrativas e de comunicação atuais e futuras. Através de uma análise cuidada dos requisitos, da disposição física dos quatro edifícios e dos diferentes espaços funcionais, foi proposta uma solução que visa garantir conectividade fiável, de alto desempenho e com elevada capacidade de gestão e escalabilidade.

A topologia de rede adotada baseia-se num modelo hierárquico robusto, em conformidade com as recomendações da norma ISO/IEC 11801. Este modelo compreende um Distribuidor de Campus (MDF) centralizado no Pavilhão B (Piso 0), Distribuidores de Edifício (BDFs) em cada um dos restantes edifícios (Pavilhões A, C e Cantina, no Piso 0), e Distribuidores de Piso (IDFs) em cada andar, assegurando uma distribuição eficiente e organizada da rede. A escolha dos materiais de cablagem reflete o compromisso com a qualidade e a longevidade da infraestrutura, com a adoção de cablagem de Categoria 6A para as ligações horizontais, garantindo suporte para aplicações de até 10 Gbps nos postos de trabalho, e fibra ótica multimodo OM4 para os backbones de campus e verticais, assegurando alta largura de banda e imunidade a interferências nas interligações críticas. Foi também definido o uso do modelo de interligação (inter-connect) nos distribuidores para uma gestão simplificada.

A infraestrutura projetada está preparada para suportar uma vasta gama de serviços essenciais, incluindo acesso à Internet de alta velocidade, plataformas de e-learning, sistemas de gestão escolar, comunicação VoIP, redes Wi-Fi segmentadas para alunos, funcionários/professores e visitantes, e a rede de cartões da escola, através da implementação de VLANs para otimizar a segurança e o desempenho. Foram consideradas as características dos materiais de construção modernos da escola e a necessidade de planejar adequadamente os percursos de cablagem. Em suma, a solução de cablagem estruturada e de rede aqui proposta oferece à escola uma base tecnológica sólida, flexível e preparada para os desafios futuros, contribuindo significativamente para a modernização dos seus processos e para a criação de um ambiente de aprendizagem enriquecido.

Referências

- [1] International Organization for Standardization. (2017). *ISO/IEC 11801: Information technology – Generic cabling for customer premises.* ISO/IEC.
- [2] Cisco Network Academy (2025). *CCNA: Fibra Ótica.* Slides de aula, Unidade Curricular de Cablagem Estruturada. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). Disponível na plataforma Moodle.
- [3] Cisco Network Academy (2025). *CCNA: Par Entrançado.* Slides de aula, Unidade Curricular de Cablagem Estruturada. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). Disponível na plataforma Moodle.
- [4] Cisco Network Academy (2025). *CCNA: Cablagem Estruturada.* Slides de aula, Unidade Curricular de Cablagem Estruturada. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). Disponível na plataforma Moodle.
- [5] Cisco Network Academy (2025). *CCNA: Projeto de Cablagem.* Slides de aula, Unidade Curricular de Cablagem Estruturada. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). Disponível na plataforma Moodle.