



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UERJ-ZO
FCEE/DEPCOMP – Ciências da Computação

Comunicação sem Fio
Projeto Zona Oeste Conectada
Prover acesso a internet no campus da UERJ-ZO

Aluno:
Breno Sales da Silva
Leandro da Silva Pimentel
Luan Silva Aguiar

Sumário

CONTEÚDOS

1. OBJETIVO.....	3
2. EQUIPE.....	4
3. ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO.....	5
3.1. Rede MAN/W-MAN.....	5
3.2. Rede LAN/W-LAN.....	5
4. CRONOGRAMA.....	6
5. PLANTA BAIXA.....	7
6. LINK DE RÁDIO.....	22
7. CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	36
8. SEGURANÇA & RESFRIAMENTO.....	50
8.1. Cameras.....	50
8.2. Controle de Acesso.....	52
8.3. Sistema contra Incêndio.....	53
8.4. Sistema de Resfriamento.....	55
8.5. Redundância.....	56
9. REDE.....	56
9.1. Diagrama Geral.....	56
9.2. Posicionamento dos Aps & Radiação.....	60
9.3. Projeto no Packet Tracer.....	63
9.4. Especificações do Projeto.....	70
10. SOLUÇÃO EM NÚVEM (GCP).....	72
10.1. Motivação.....	72
10.2. Comparação Infraestrutura Física x Nuvem.....	77
10.3. Custo.....	78
11. TCO (TOTAL COST OF OWNERSHIP).....	79
11.1. TCO Solução Física.....	79
11.2. TCO Solução em Nuvem & Conclusão.....	83
12. BIBLIOGRAFIA.....	85

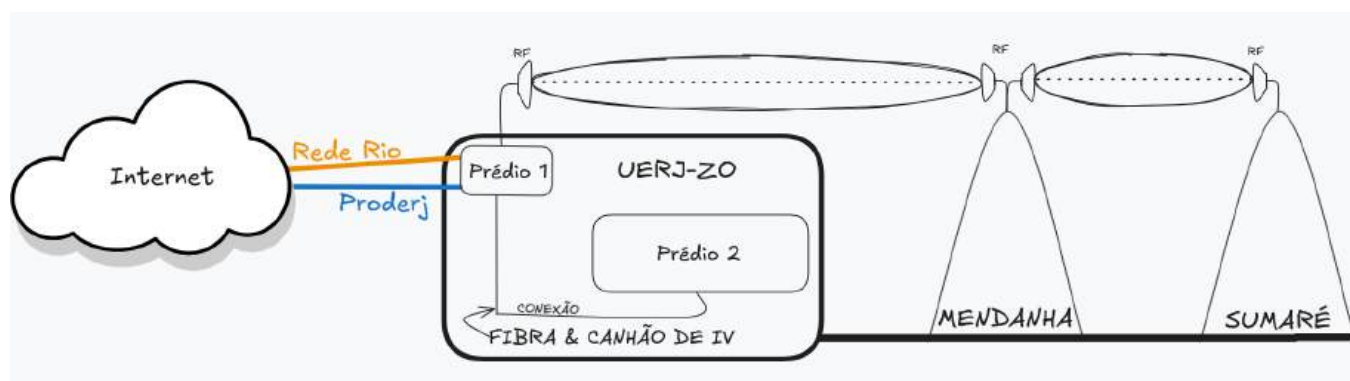
OBJETIVO

Nosso projeto Zona Oeste Conectada, tem como objetivo de definir um link de Rádio conectando SUMARÉ x MENDANHA para que conecte então MENDANHA x UERJ-ZO incluindo no projeto os gráficos de Zona de Fresnel.

O projeto Zona Oeste Conectada também contará com o objetivo de prover acesso à internet no campus da UERJ-ZO, incluindo no processo o mapeamento do local (plantas baixas), verificação das necessidades do campus, projetar a infraestrutura de redes e cabeamento conforme às normas IEEE 802.1x, além de selecionar os equipamentos adequados para tal infraestrutura (como fibra óptica, cabos, switches, APs). A infra contará com Access Points com diagrama de radiação, juntamente com a definição do provedor de internet. A Rede será distribuída nos prédios 1 e 2 em todos os departamentos com redes independentes (Redes Acadêmica, de Pesquisa, Administrativa e para Alunos). Novamente, o projeto tem como objetivo de implementar toda solução com cabeamento estruturado, redes bem definidas, redundância, segurança contra falhas, monitoramento e segurança contra incêndio, prosseguimento conforme as normas.

O projeto não possui limite de valores orçamentários, portanto levaremos em consideração para o gasto final principalmente opções visando a qualidade da implantação do projeto.

OBJETIVO DO PROJETO - DIAGRAMA



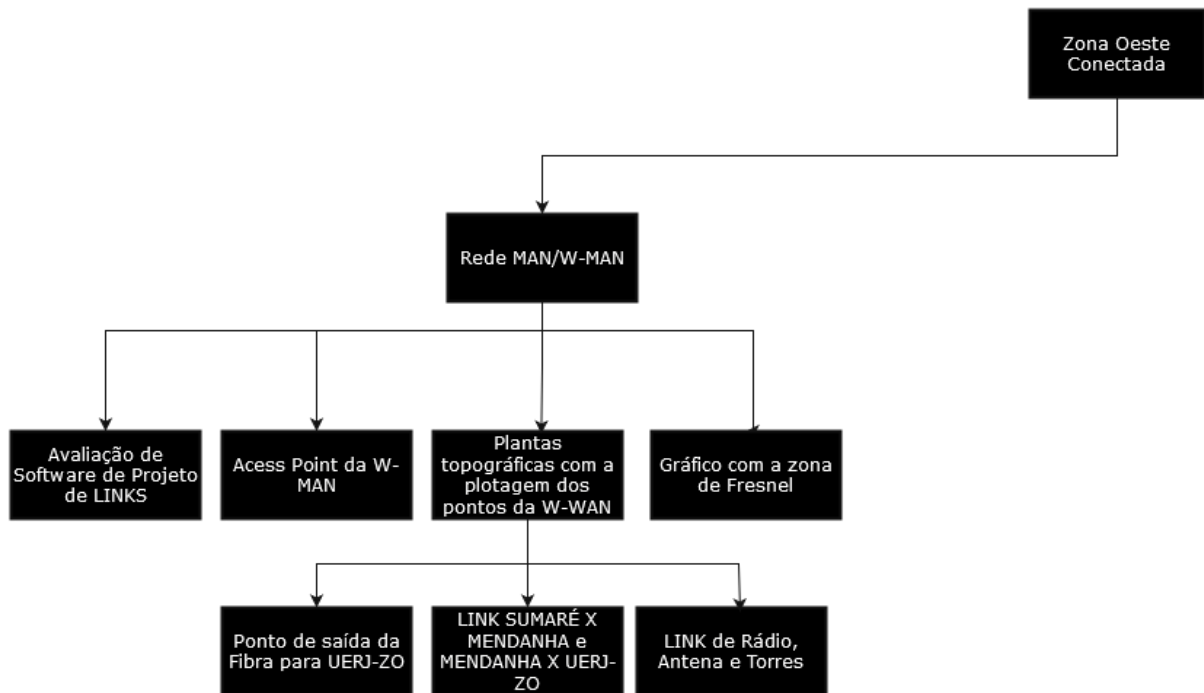
EQUIPE

A equipe conta com os Cientistas da Computação Breno Sales da Silva, Leandro da Silva Pimentel e Luan Silva Aguiar.

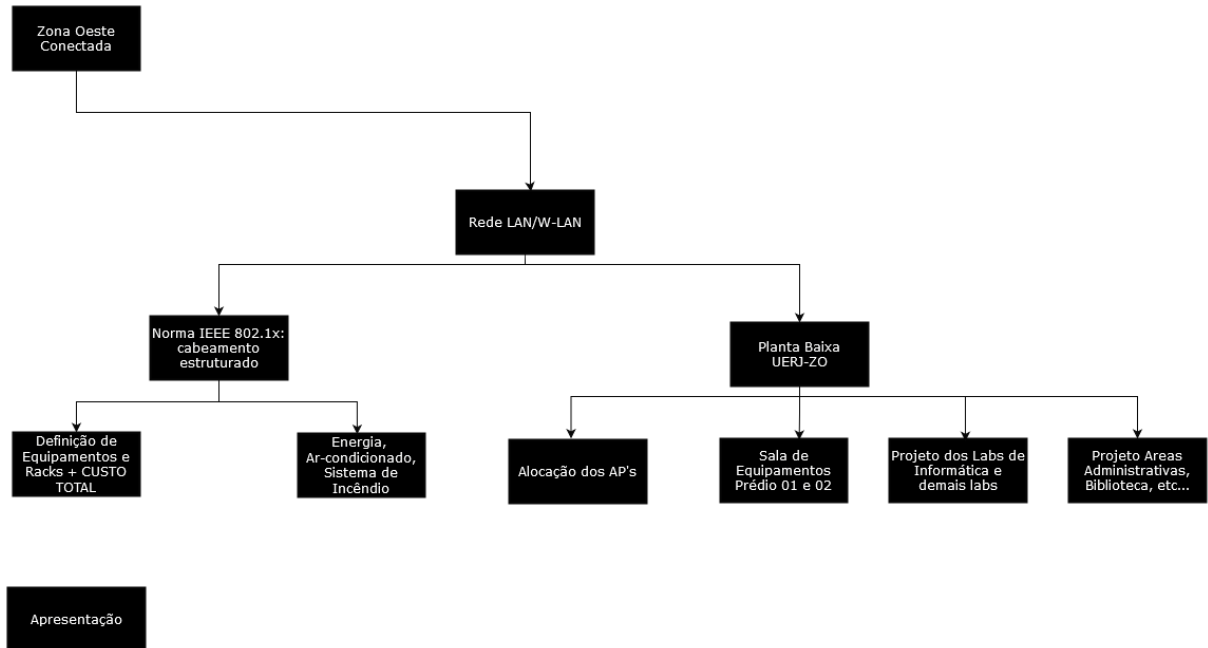
Estudantes capacitados da UERJ-ZO pelo professor Carlos Alberto de Lemos.

Estrutura Analítica:

1 - Rede MAN/W-MAN:

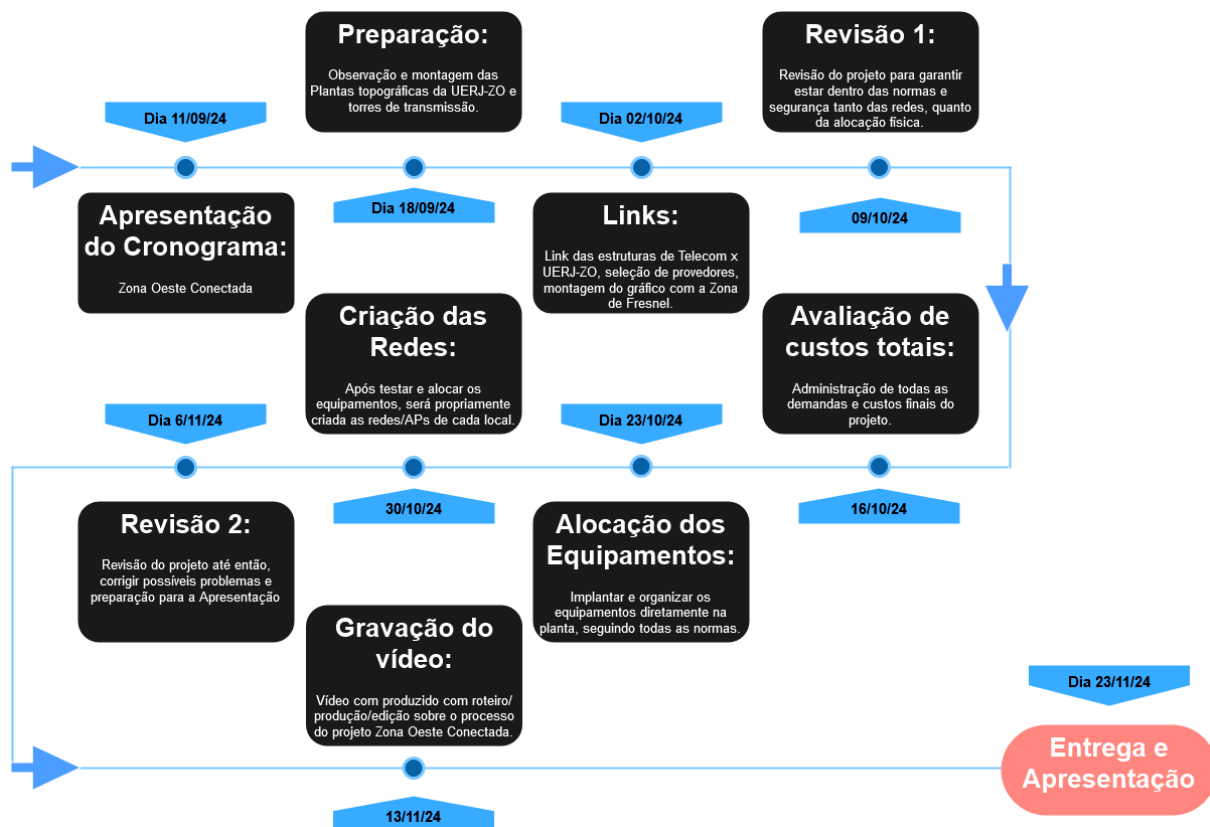


2 - Rede LAN/W-LAN:



<https://prnt.sc/mfHB2XiYY95j> - Estrutura Completa.

CRONOGRAMA

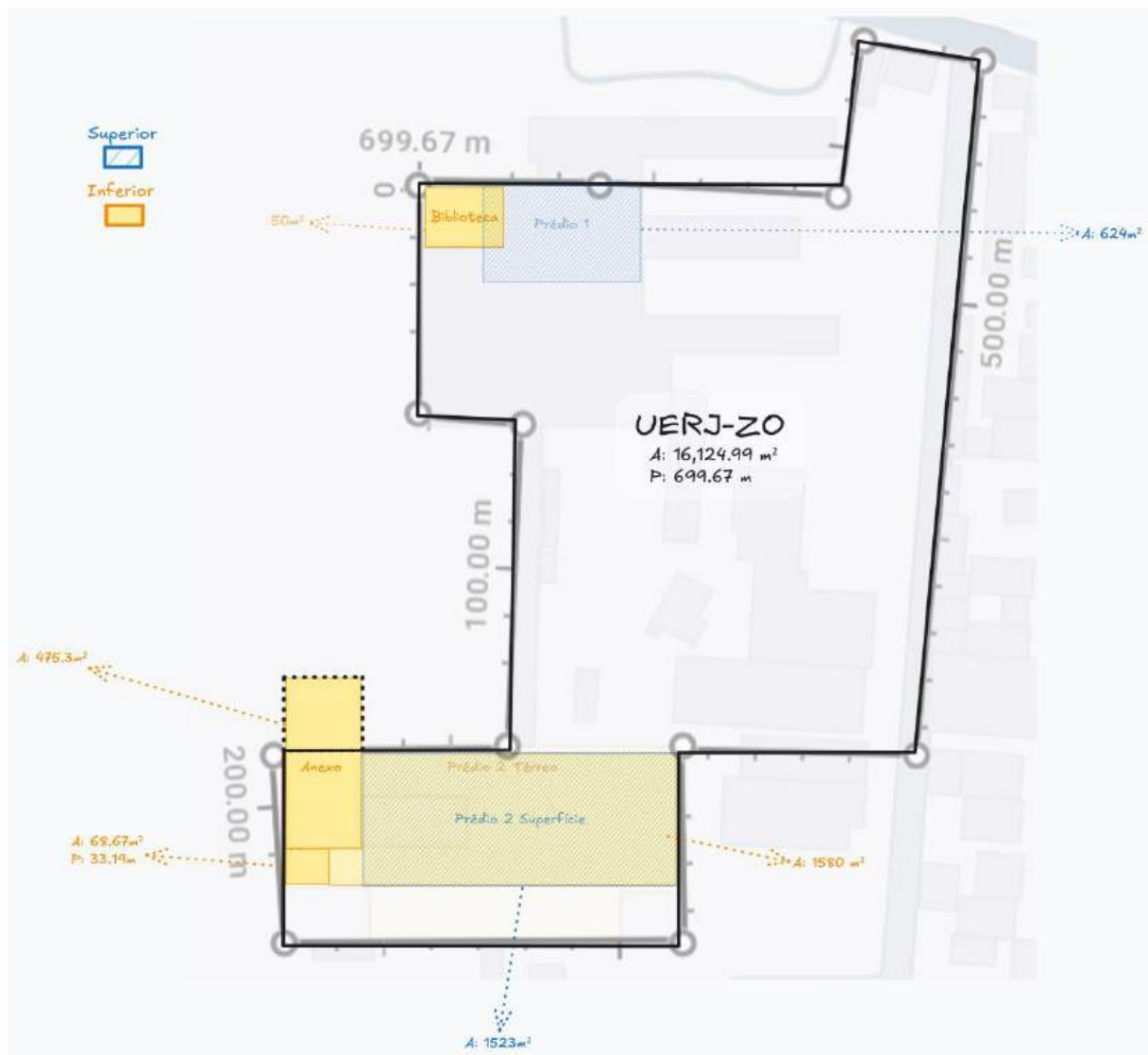


<https://prnt.sc/N5Q1jssiMHA8> - Cronograma.

Planta UERJ-ZO

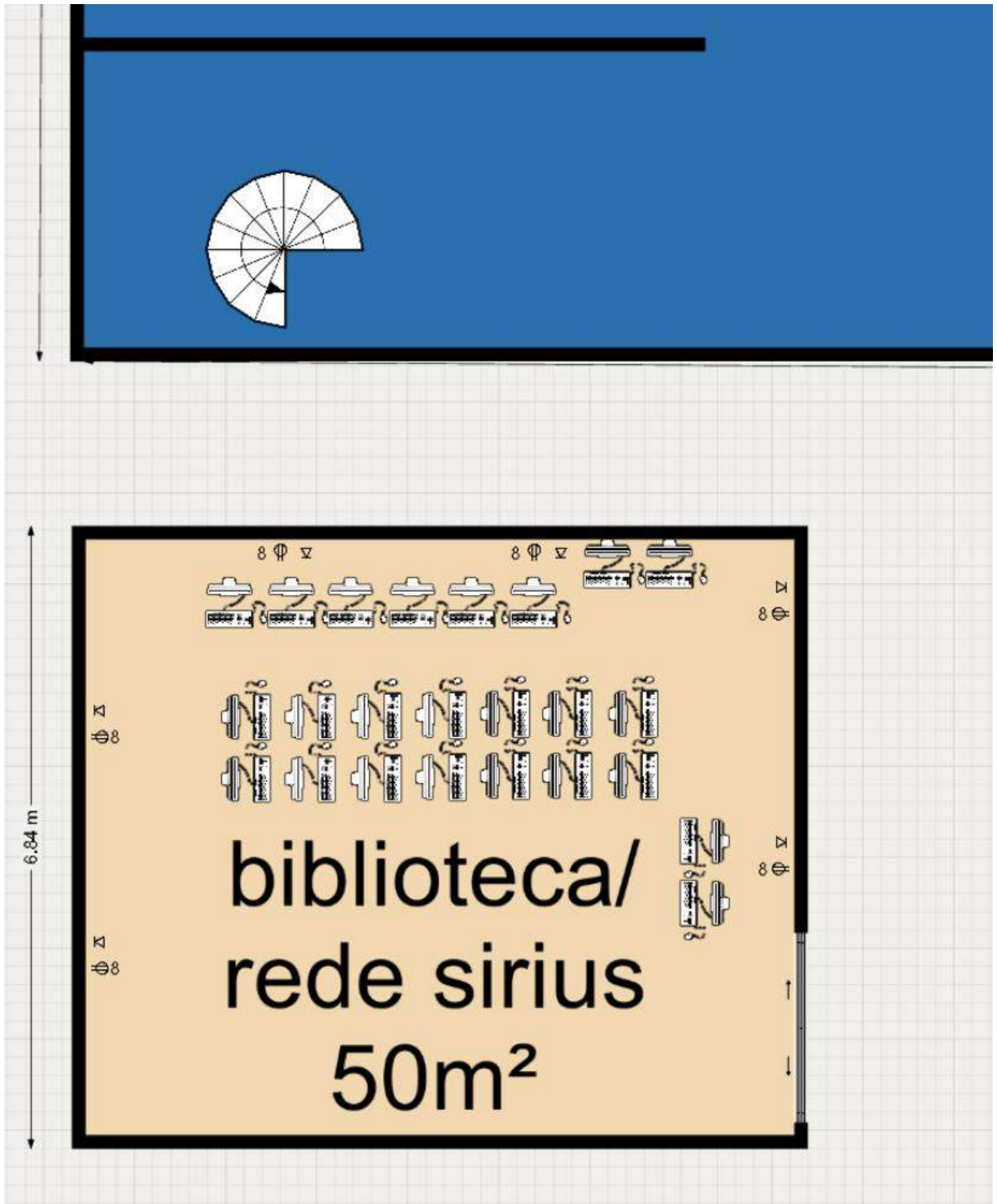
Tiramos a planta da UERJ-ZO com as medidas para começarmos a disposição dos equipamentos utilizando algumas ferramentas como Google Maps, VisiWave e FloorPlanner. Acomodaremos os equipamentos nos locais destacados.

Falaremos sobre os equipamentos, infraestrutura e de todas as redes mais a frente.

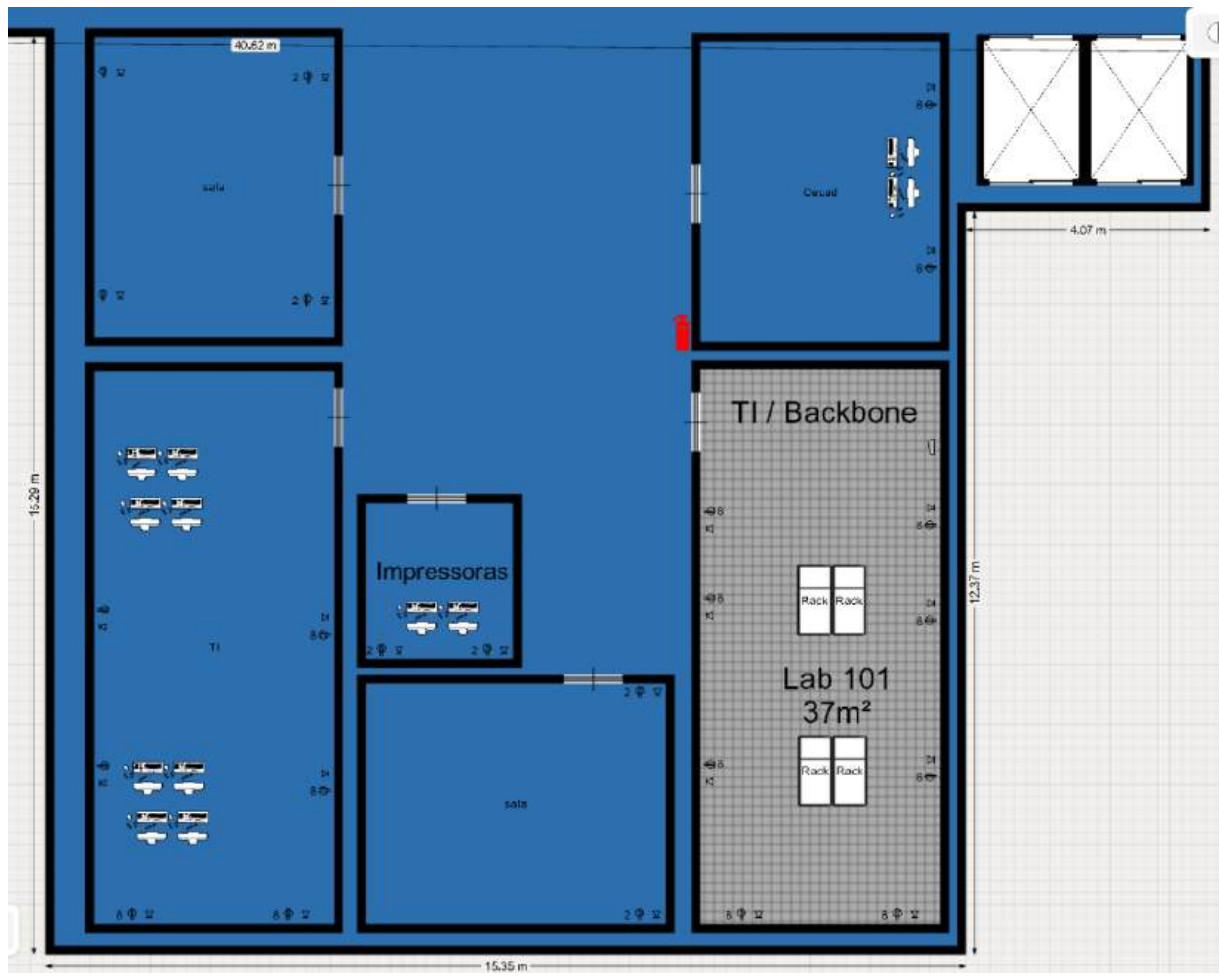


Planta baixa individual de cada cômodo separado, destacada da planta acima. Começando pelo prédio 1 + Rede sirius/ Biblioteca:







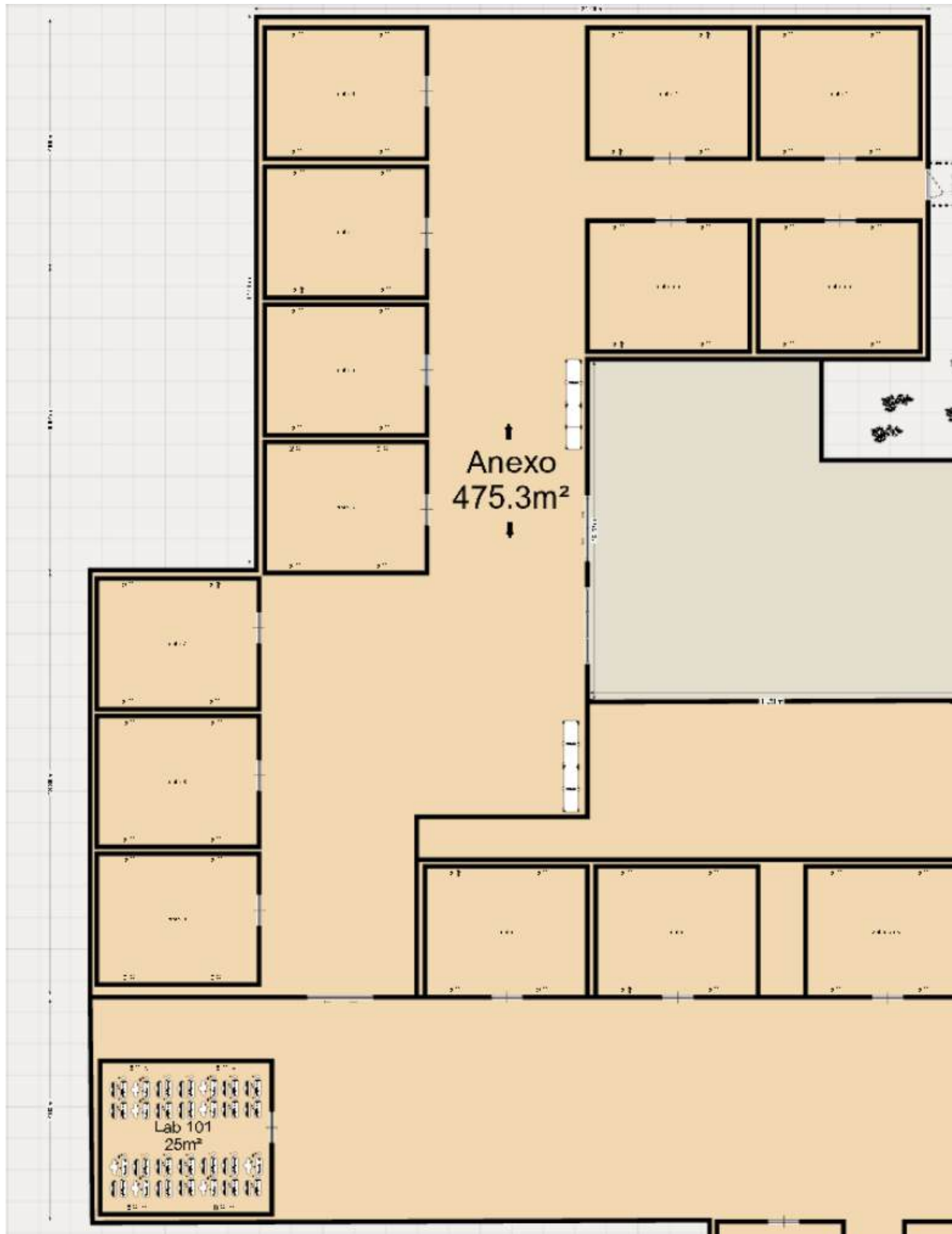


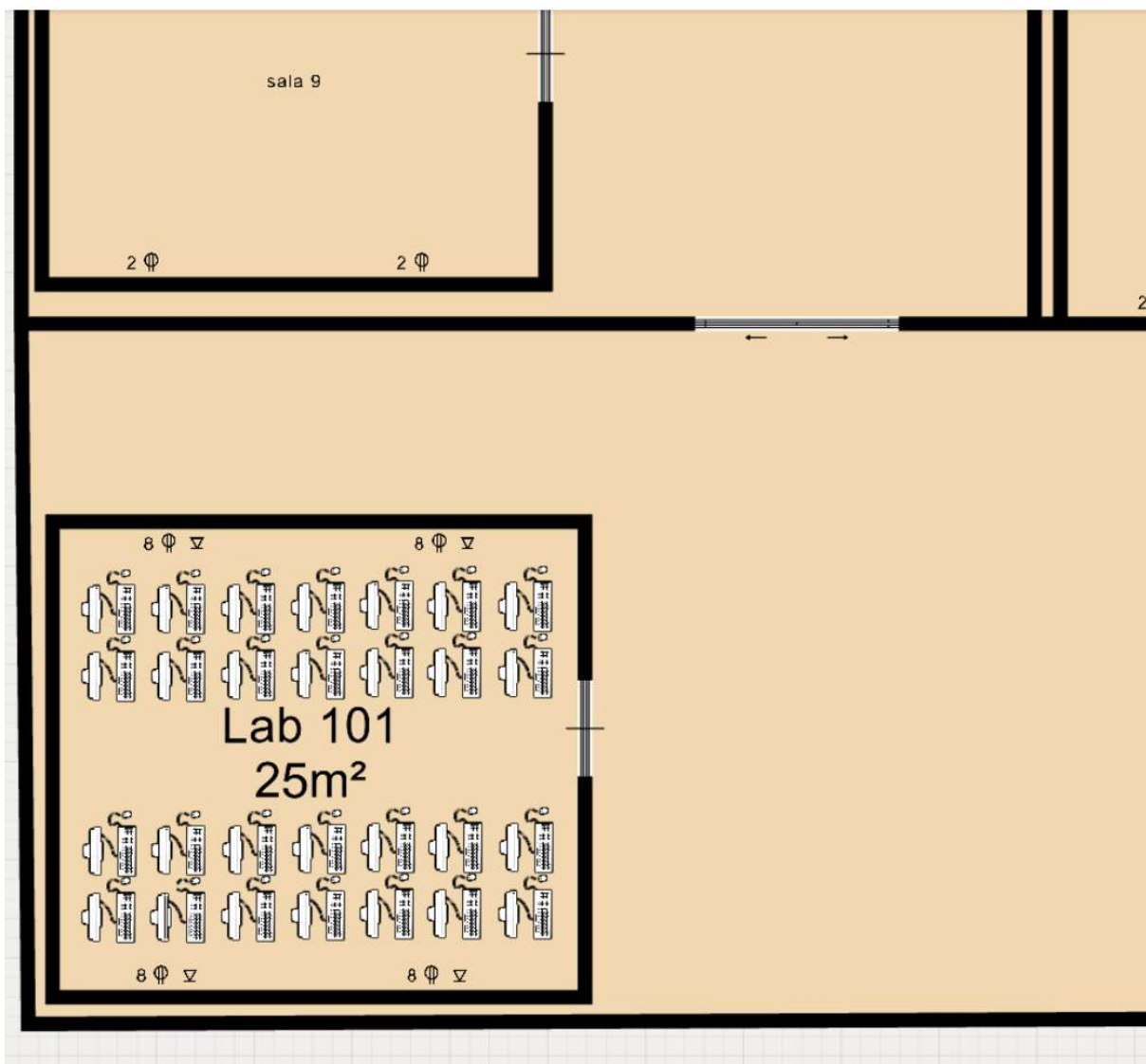
Planta baixa do prédio 2 térreo + Anexo:





Padrão das salas do Anexo

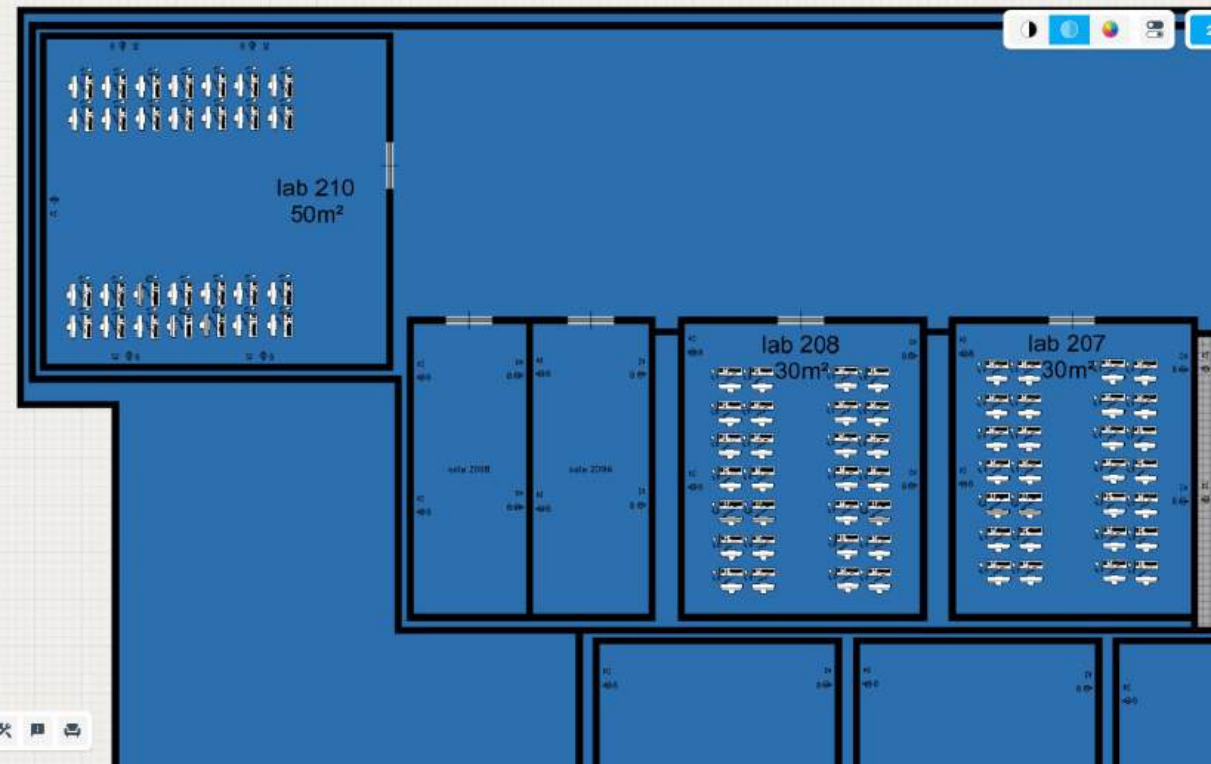
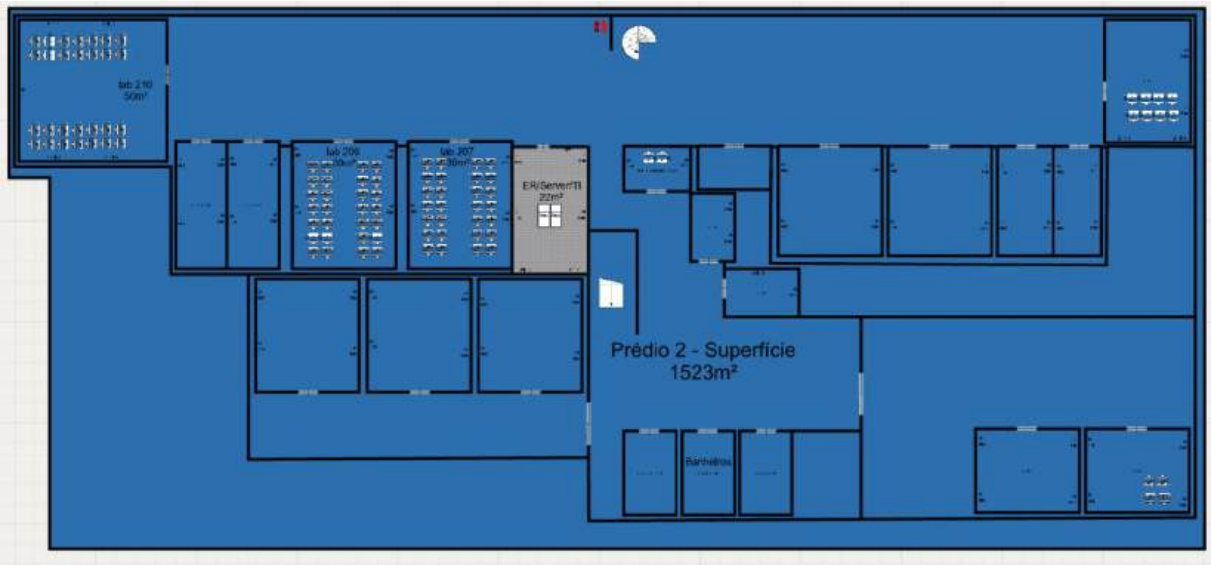


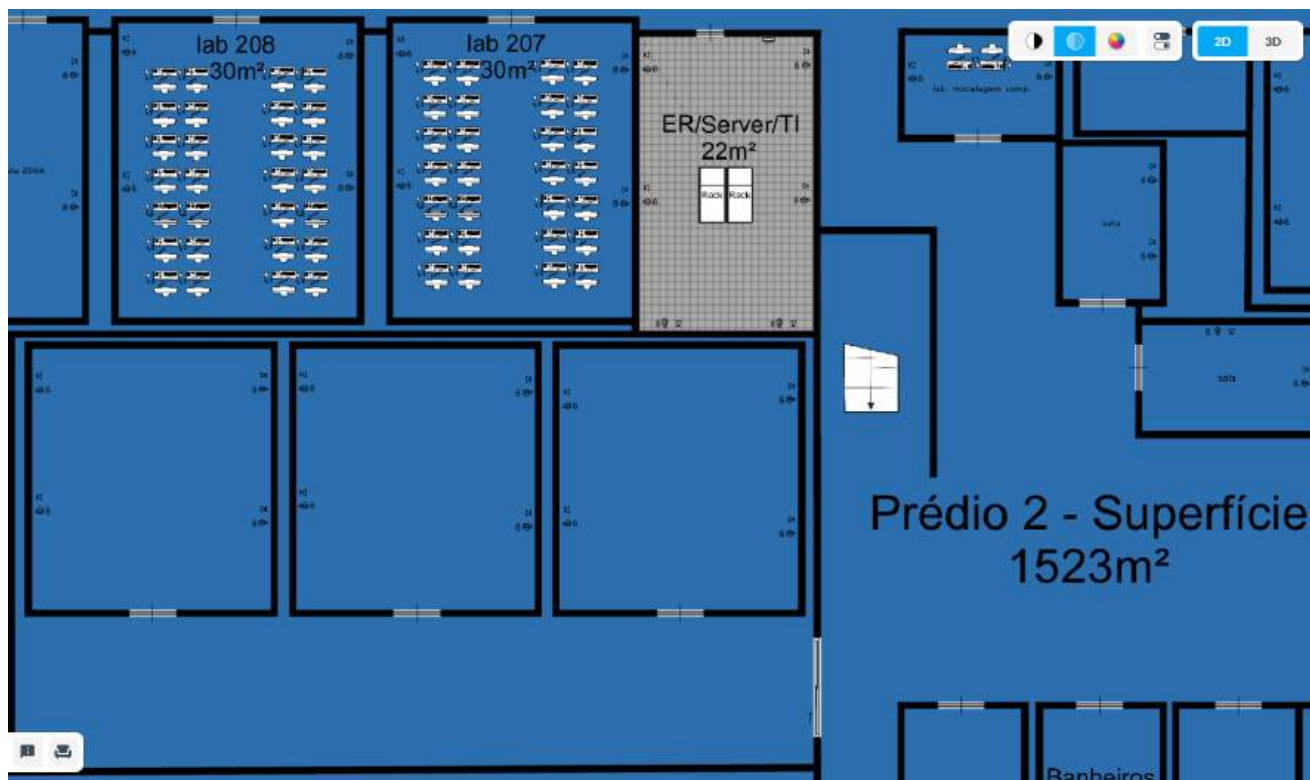


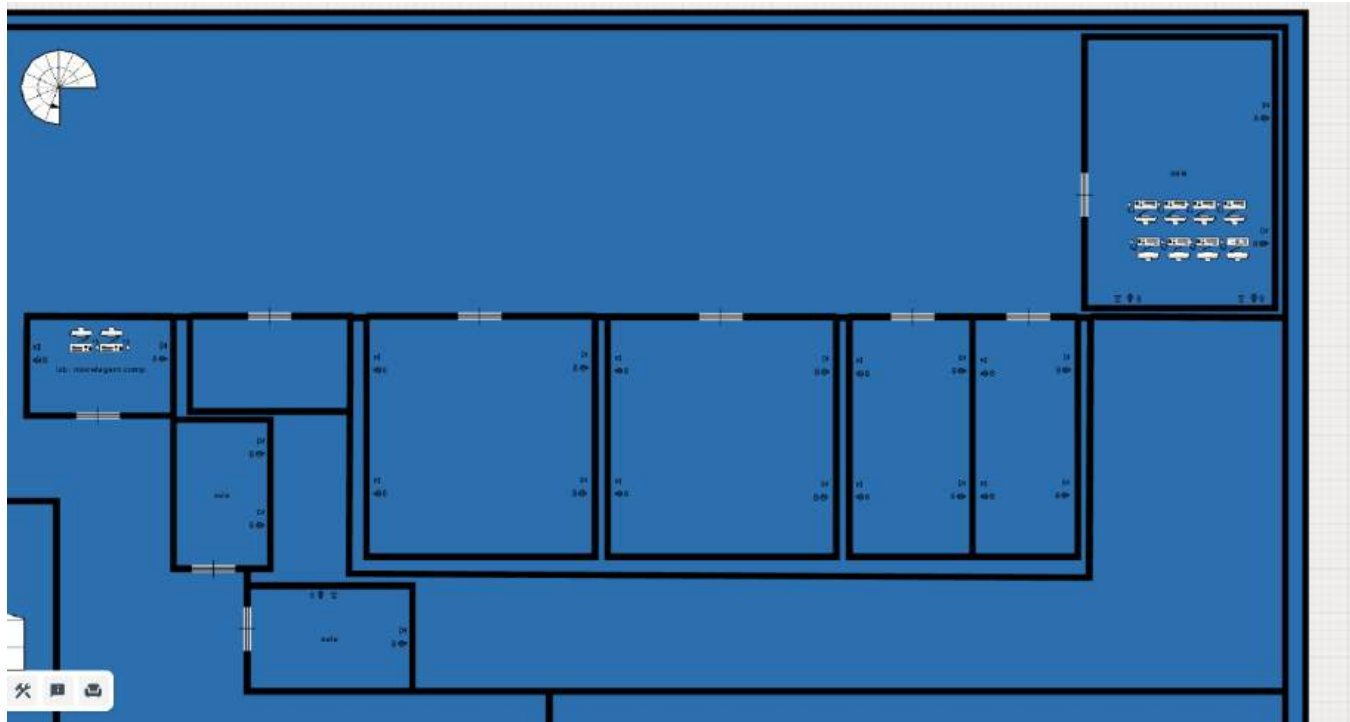
Zoom no lab 101



Prédio 2, segundo andar:







Paredes padronizadas em 15cm de espessura.

Plantas escala 1:50 software

Projeto de conexão via rádio

Sumaré x Mendanha x UERJ-ZO

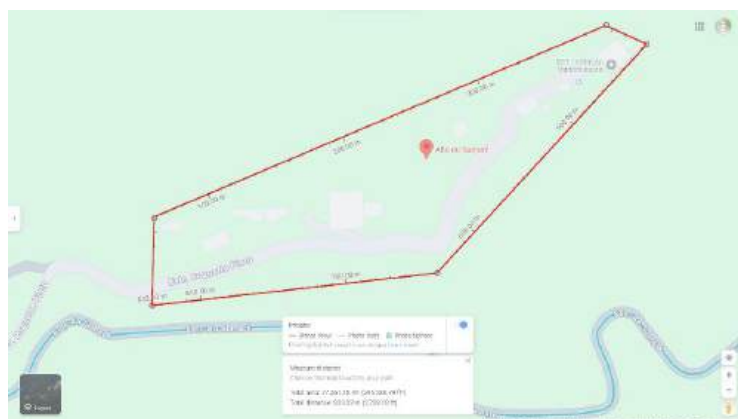
Para iniciarmos, devemos definir bem quais são os pontos no mapa que devemos utilizar para a conexão do projeto.

São eles:

Parque de transmissão via rádio Sumaré:

Com a presença de torres de televisão e rádio de 165m de altura (<https://bafafa.com.br/turismo/bairros/parque-de-transmissao-do-sumare-unico-lugar-do-rio-onde-se-ve-o-cristo-redentor-de-cima>)

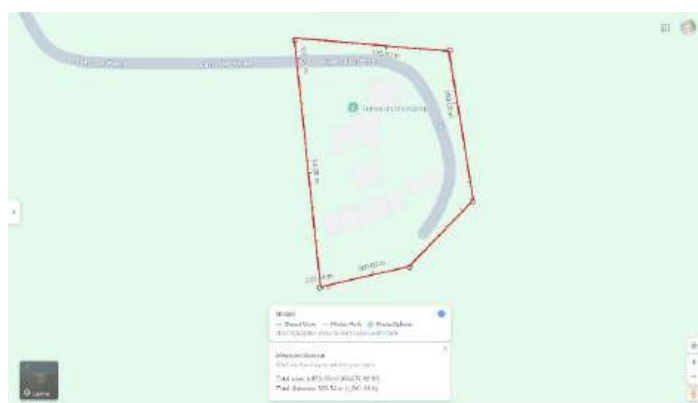




Área de Sumaré - 27,461.10m² +/- 800m de altura.

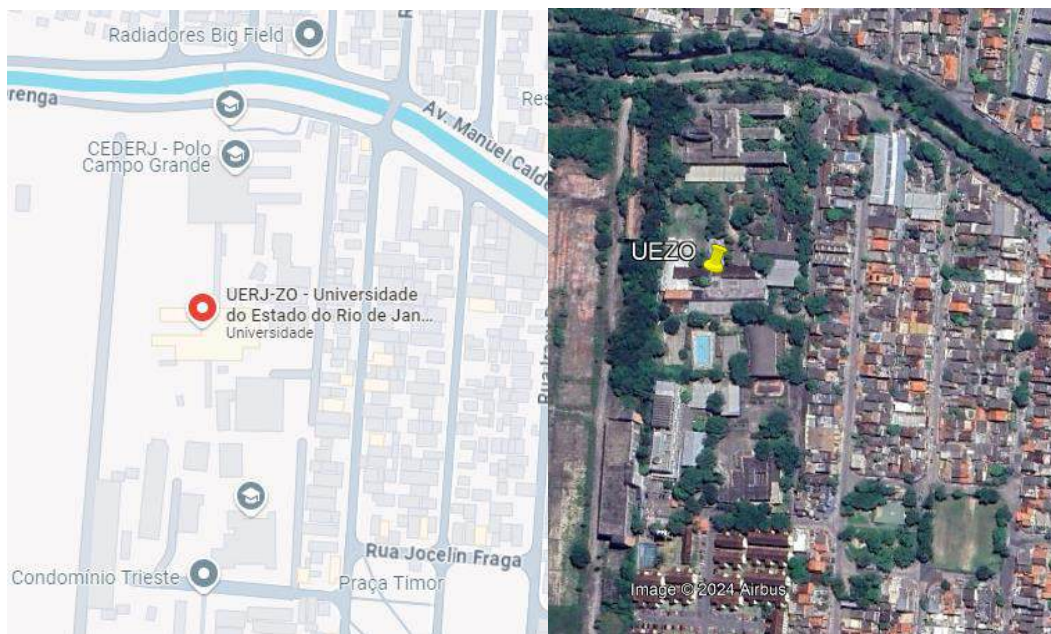
Parque de transmissão do Mendanha:

Possui torre de rádio e televisão de aproximadamente 100m.

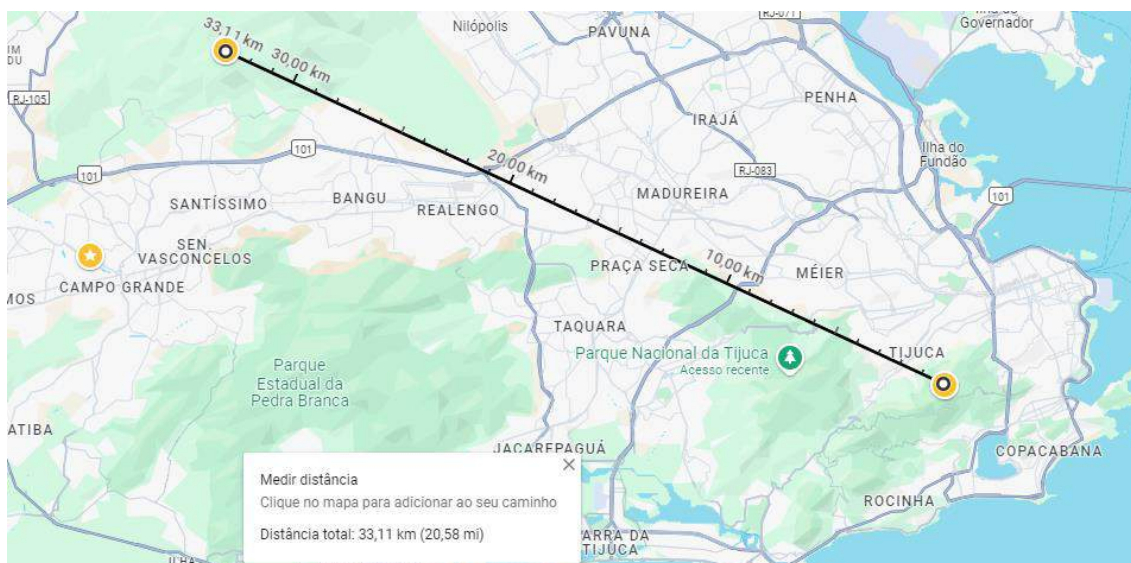


Area do Mendanha - 6,473.48m² +/- 700m de altura.

O polo universitário UERJ-ZO:



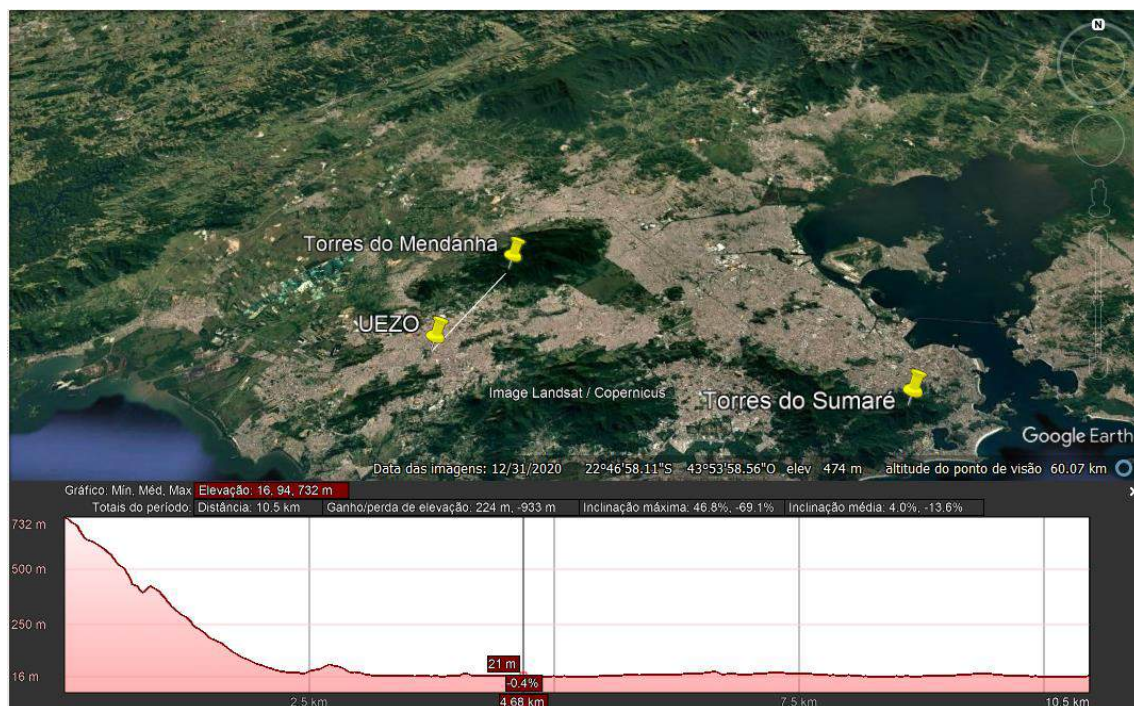
Conexão Sumaré x Mendanha:





Conexão Mendanha x UERJ-ZO



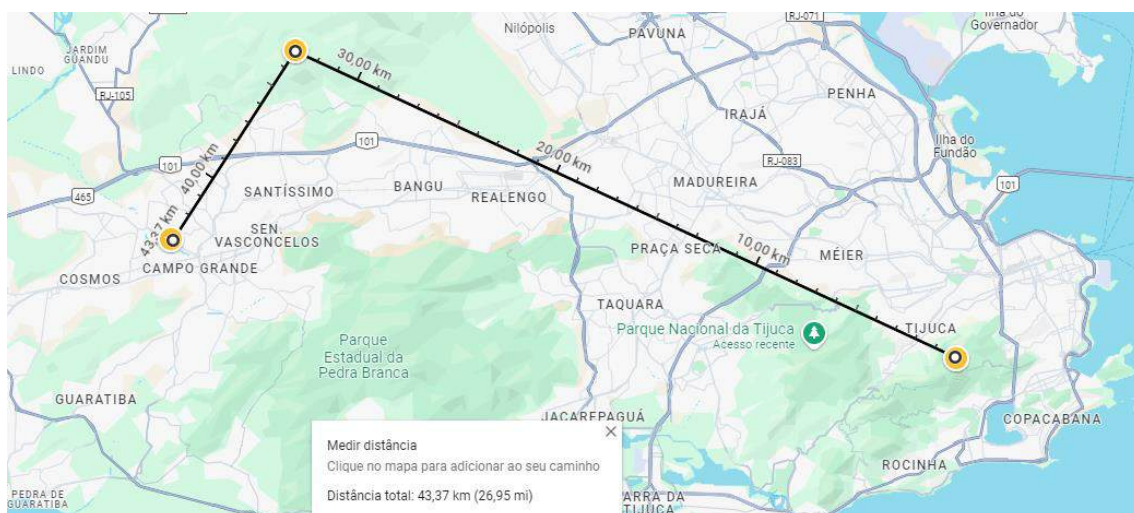


Conexão completa Sumaré x Mendanha x UERJ-ZO

Torre do Sumaré: +16m de altura para completar 760m de altura total do nível do mar (altura do morro + torre)

Torre do Mendanha: +28m de altura para completar 760m de altura total do nível do mar (altura do morro + torre)

UERJ-ZO: Podendo utilizar de uma elevação de +40 metros de altura (altura do prédio + torre) levando em consideração que a UERJ-ZO está a 23 metros de altura em relação ao nível do mar, completando 63 metros totais de altura.





Antenas que poderiam ser usadas: (sugestões)

OBS: nível de desempenho ideal para uma conexão no local da RX (antena receptora) tem que ser na faixa de -55 a -35 dBm

Ubiquiti PowerBeam 5AC



Valor Aproximado: R\$ 900

Especificações:

Frequência de Operação: 5 GHz

Potência de Tx: Até 25 dBm (ajustável)

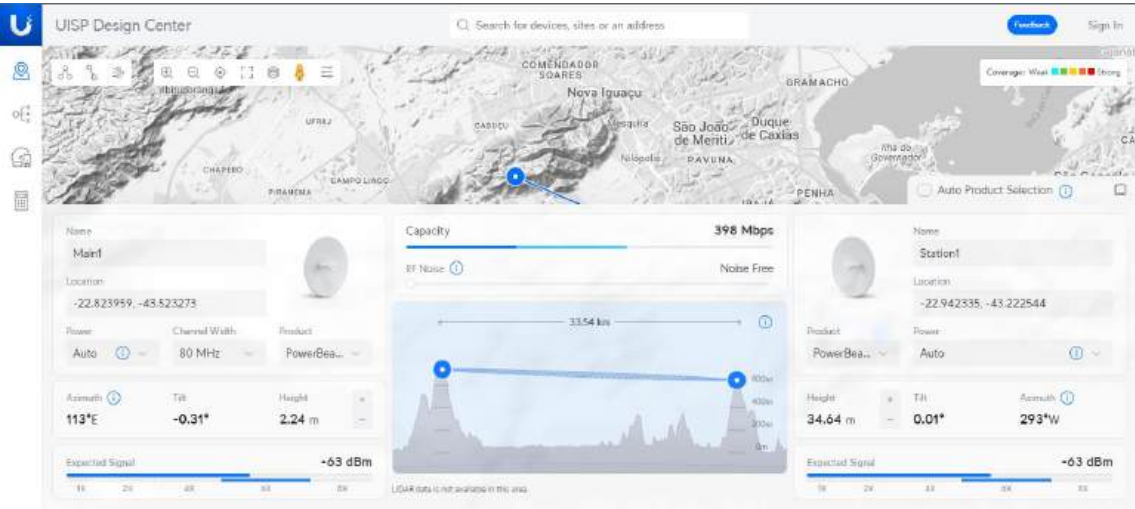
Limiar de Rx: Aproximadamente -96 dBm @ MCS0 e -65 dBm @ MCS9

Ganho: 25 dBi

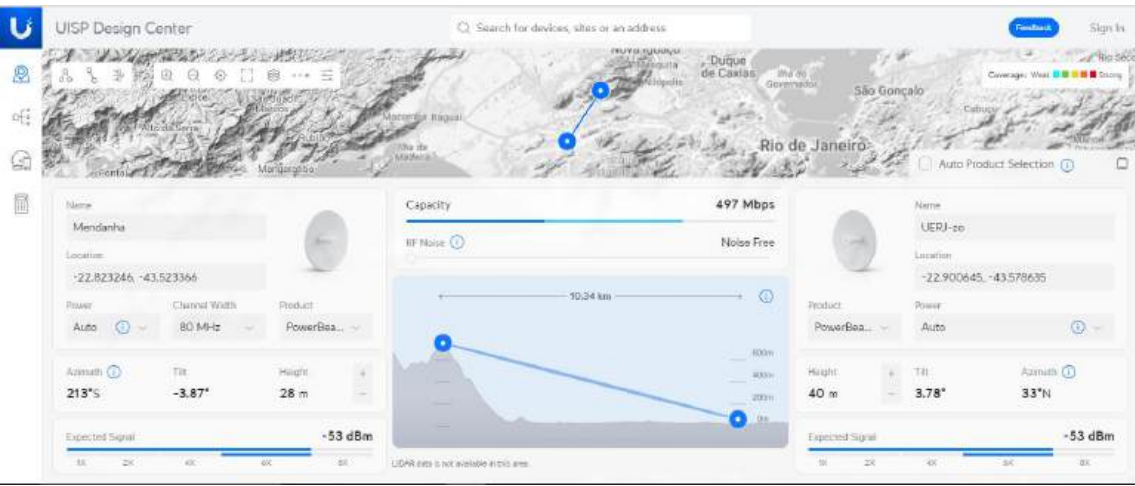
Perda: A perda do sistema é mínima, pois é uma antena integrada com alto ganho e design otimizado para eficiência. A perda de cabo e conectores é eliminada, sendo estimada em menos de 1 dB.

Polarização: Dupla (H/V) – Suporta MIMO 2x2

Sumaré x Mendanha:



Mendanha x UERJ-ZO:



ALGcom UHP 5800 30.5 dBi



Valor aproximado: R\$ 1300 (valor unitário)

Especificações:

Frequência de Operação: 5.8 GHz

Potência de Tx: Dependente do rádio conectado, mas compatível com potências até 30 dBm.

Limiar de Rx: Varia conforme o rádio, mas a antena oferece excelente ganho e eficiência de feixe para captar sinais de baixa potência.

Polarização: Dupla polarização (Horizontal/Vertical) para suporte MIMO.

Sumaré x mendanha:

Mapa

Resultados

Polarização

Horizontal

Vertical

Frequência

05800

MHz

Digite o endereço para pesquisar o mapa

Q

Local de TX

Local de RX

Nome

morro do sumaré

Modelo do rádio

Custom PTP

Latitude / Longitude

-22.950330439

-43.230243710

Altura do Ant.

5

METROS

Ganho de Ant.

30

dBi

Potência de TX

30

dBm

Azimuth

295.05

°

Altitude

755.01

METROS

Nome

morro do mendanha

Modelo do rádio

Custom PTP

Latitude / Longitude

-22.823577000

-43.523887593

Altura do Ant.

33

METROS

Ganho de Ant.

30

dBi

Limiar de RX

-96

dBm

Azimuth

115.16

°

Altitude

727.01

METROS

Dados de Site do interruptor

Perda total do caminho

138

dB

Nível de sinal no local da RX

-48.36

dBm

EIRP

60.00

dBm

Margem de desbotamento ...

48

dB

Distância entre os locais

33.22

km

Disponibilidade do link devi...

n/a

Q

Esperado a taxa de transferência bidirecional em um link livre de ruído: 📶

Clique aqui para solicitar um orçamento para este link? ✉

Perfil de caminho entre os sites de TX e RX

Altura nominalizada com referência a caminho de LOS (METROS)

800

600

400

200

0

0

5

10

15

20

25

30

Distância entre local de Tx e Rx local (km)

Perfil de ponto a ponto

Caminho da linha de visão

Primeira zona de Fresnel

80% da primeira zona de ...

Mendanha x UERJ-ZO



MikroTik LHG XL HP5



Valor aproximado: R\$ 880 (valor unitário)

Especificações:

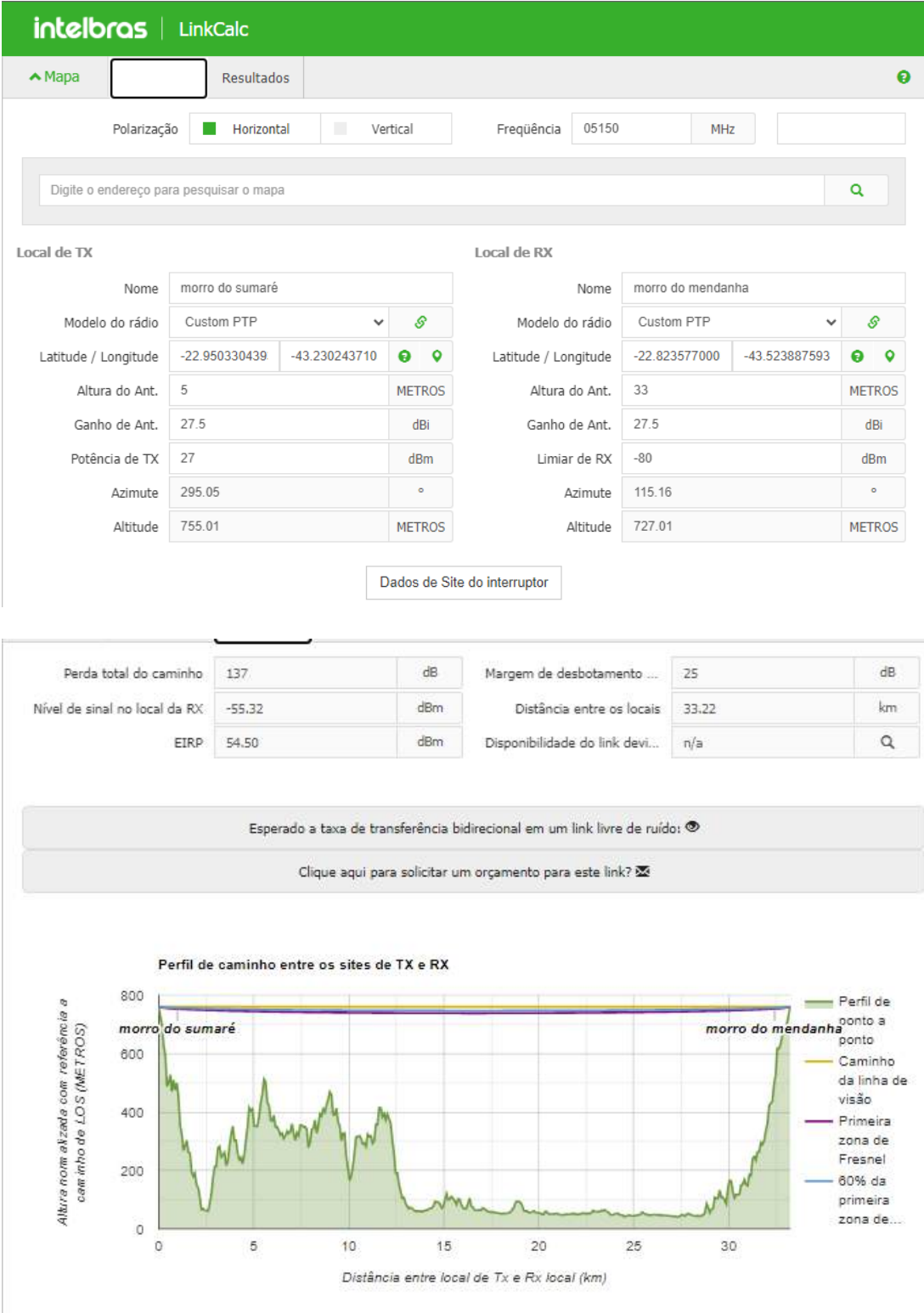
Frequência de Operação: 5150 MHz – 5875 MHz

Potência de Tx: Até 27 dBm (500 mW)

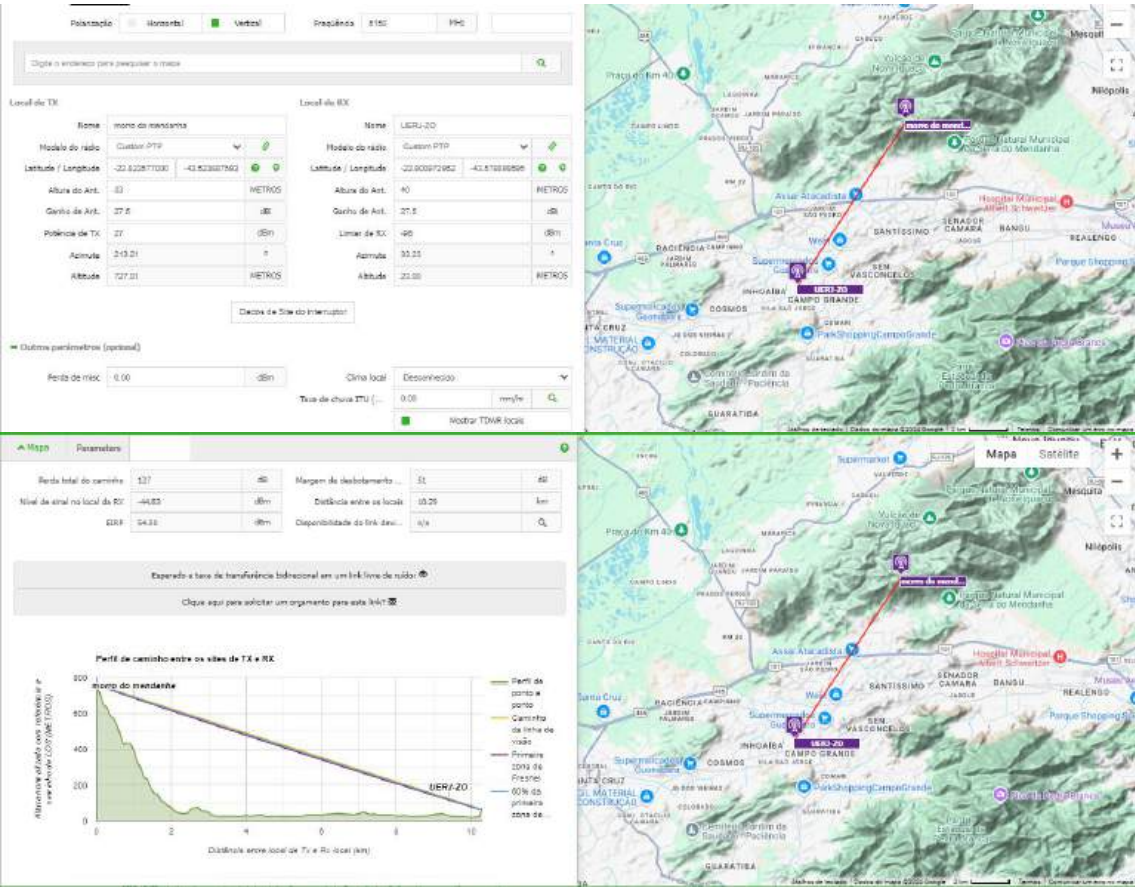
Limiar de Rx: Aproximadamente -96 dBm @ 6 Mbps e -80 dBm @ 54 Mbps

Polarização: Linear dupla (Horizontal/Vertical)

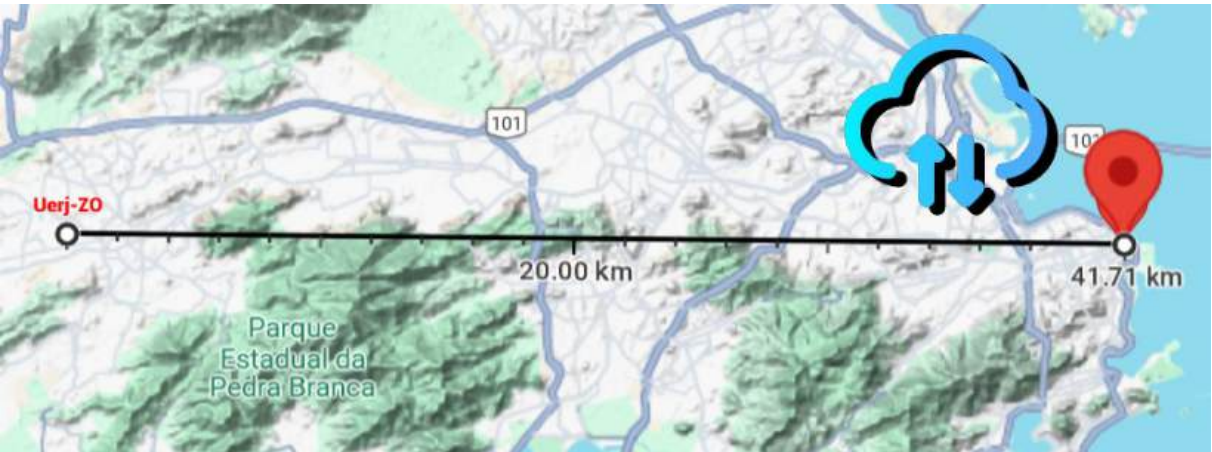
Sumaré x Mendanha:



Mendanha x UERJ-ZO:



Teremos também um link da Rede-Rio com a UERJ-ZO como ISP.



Link de Internet Rede-Rio

Cabeamento Estruturado

Após o mapeamento, o cabeamento estruturado do projeto é uma parte crucial para manter a universidade totalmente integrada e em funcionamento de forma segura, escalável, de fácil detecção de erros e custo de manutenção bem reduzido.

Vamos nos guiar utilizando as premissas de um Sistema de Cabeamento Estruturado:

Nomenclaturas *versus* Normas

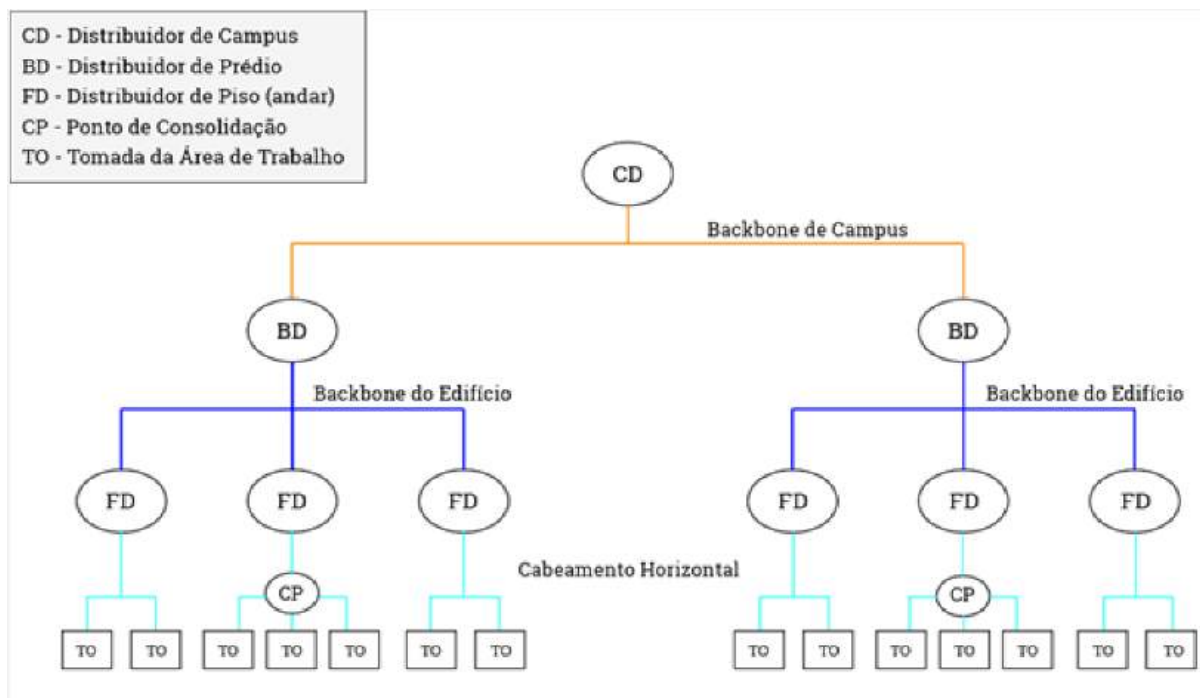
ANSI/TIA-568-C	ISO/IEC 11801	NBR 14565
• Entrance Facilities (EF)	• Building Entrance Facility	• Sala de Entrada de Telecomunicações (SET) • Infraestrutura de Entrada (EF)
• Equipment Room (ER)	• Equipment Room (ER)	• Sala de Equipamentos (ER) • Distribuidor de Edifício (BD)
• Intra-building Backbone	• Building Backbone Cabling	• Cabeamento Primário • Cabeamento Vertical • Cabeamento de Backbone • Backbone de Edifício
• Telecommunication Room (TR)	• Telecommunication Room	• Armário de Telecomunicações (TC) • Sala de Telecomunicações (TR) • Distribuidor de Piso (FD)
• Horizontal Cabling	• Horizontal Cabling	• Cabeamento Secundário • Cabeamento Horizontal
• Work Area (WA)	• Work Area	• Área de Trabalho (ATR) • Tomada de Telecomunicações (TO)

OBS: as nomenclaturas destacadas em “cinza” não estão mais em uso na versão atual da norma.

https://www.caism.unicamp.br/download/ti/cabeamento_estruturado/05-Subsistemas%20de%20Cabeamento%20Estruturado.pdf

Para a implementação do projeto de cabeamento estruturado, é necessário levar em consideração alguns fatores importantes antes de partir diretamente para a estruturação:
Seguir fielmente as normas para Cabeamento Estruturado (NBR 14565) e caminhos e espaços para o Cabeamento Estruturado (NBR 16415)

Objetivo:



Seção 6.4 da norma NBR 14565.

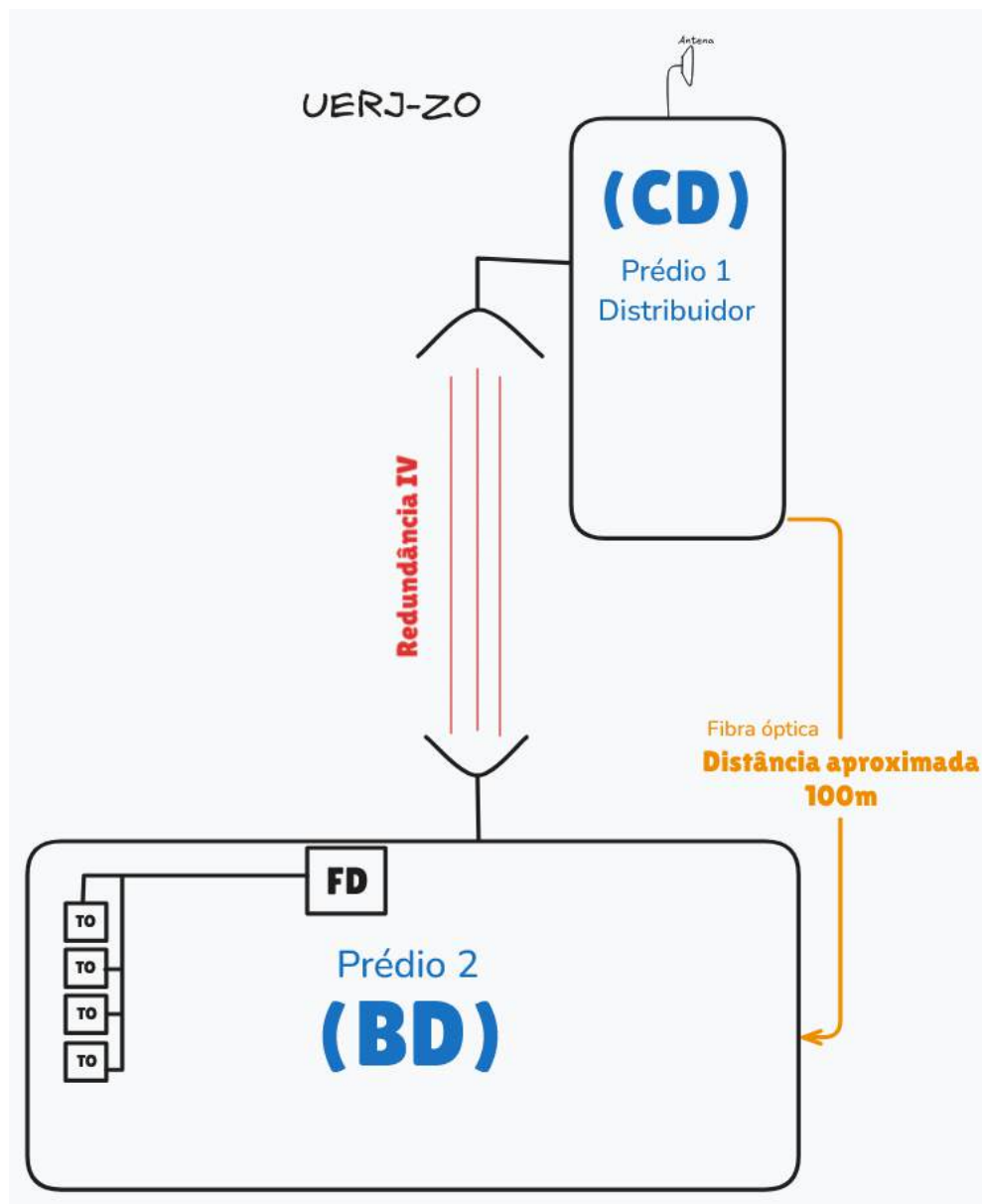


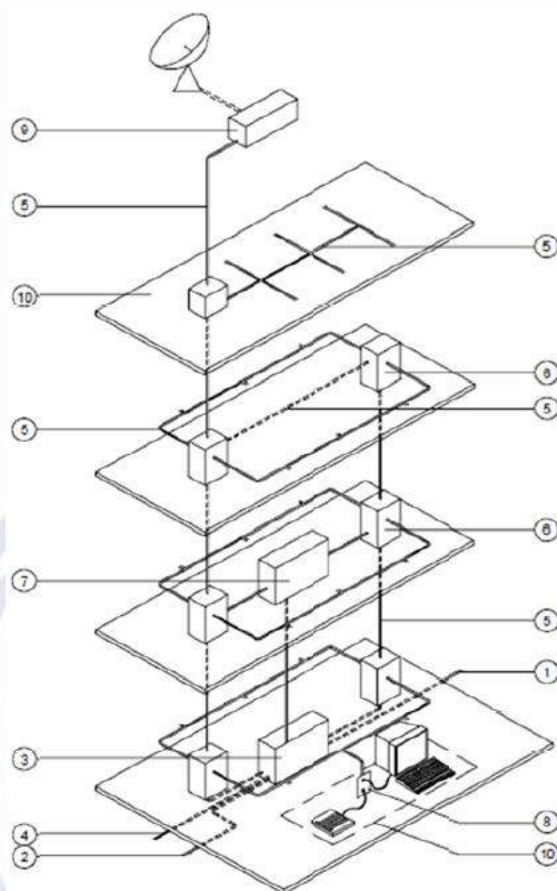
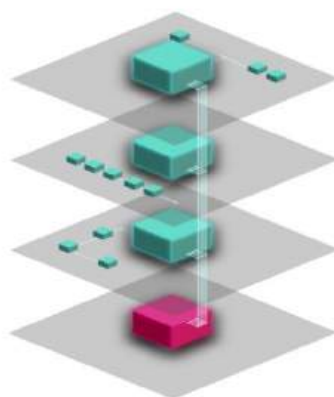
Diagrama para a UERJ-ZO

Definiremos a seguinte formação do campus UERJ-ZO:

Sala de Telecomunicações Principal (MTR) / Backbone – Prédio 1.

Sala de Telecomunicações (TR) / Backhaul – Prédio 2 Segundo andar.

Facilidade de Entrada (EF) – Prédio 1 Térreo.

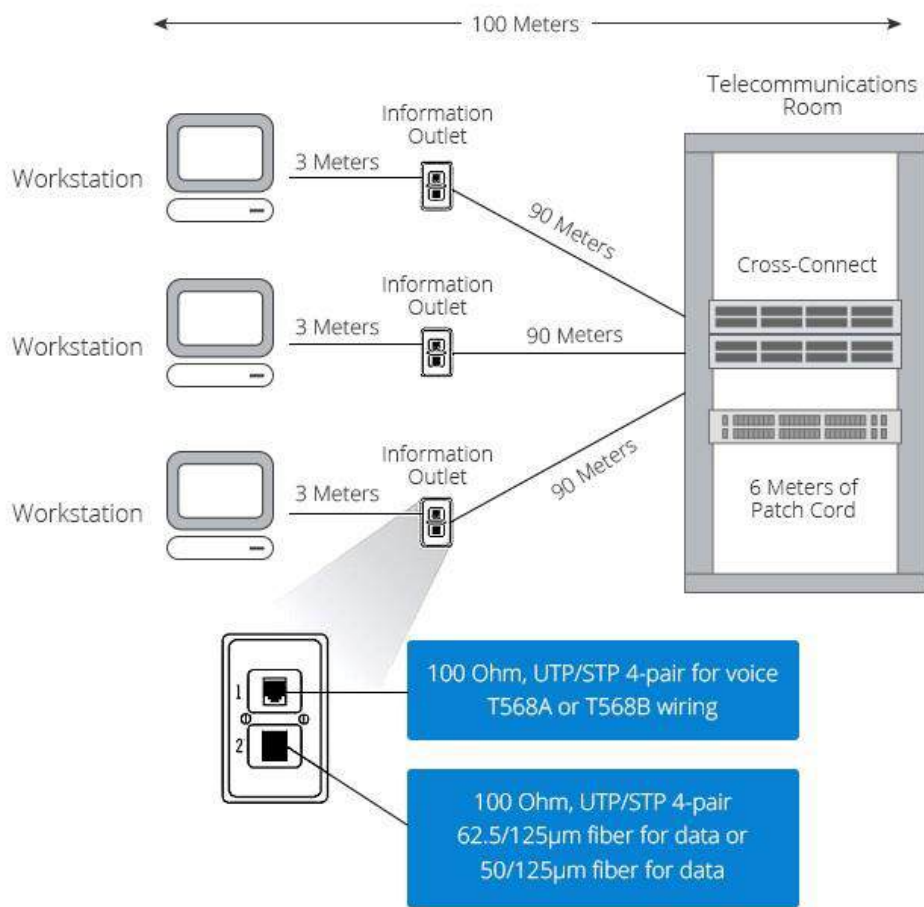


Legenda

- | | | | |
|---|---------------------------------------|----|----------------------------|
| 1 | Infraestrutura de entrada principal | 6 | Sala de telecomunicações |
| 2 | Infraestrutura de entrada alternativa | 7 | Sala de equipamentos |
| 3 | Sala de entrada | 8 | Tomada de telecomunicações |
| 4 | Caminhos de <i>campus</i> | 9 | Entrada de antena |
| 5 | Caminhos de edifício | 10 | Área de trabalho |

Elementos básicos de caminhos e espaços para cabeamento estruturado em um edifício

https://www.caism.unicamp.br/download/ti/cabeamento_estruturado/05-Subsistemas%20de%20Cabeamento%20Estruturado.pdf



Distâncias máximas de 100m até a distribuição Horizontal das Áreas de Trabalho (TO)

Energização mínima

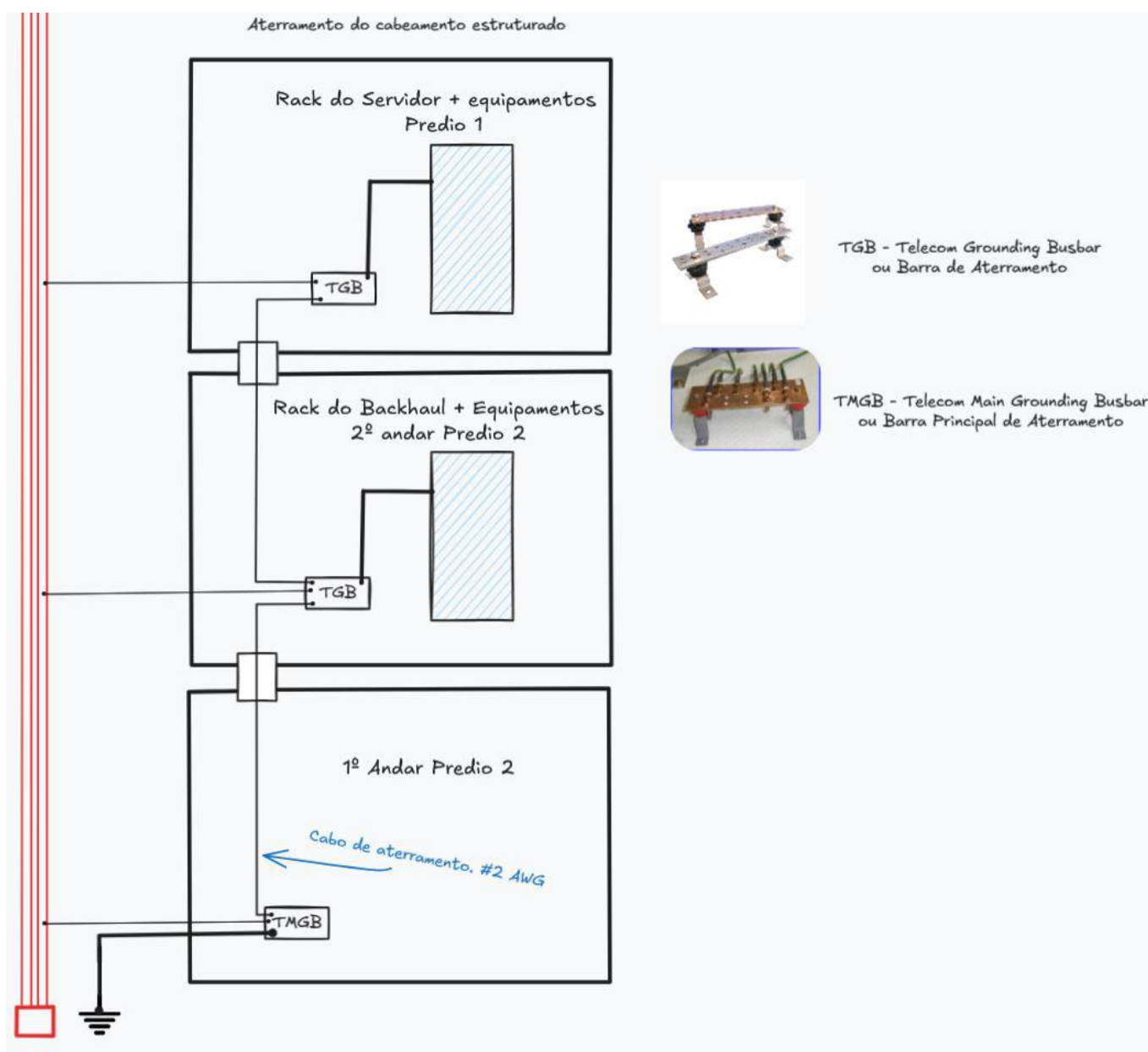
Em caso de não possuímos energização ininterrupta (gerador), todos os equipamentos que recebem energia deverão ter:

- Transformador de Isolamento
- Transformador de Isolamento Blindado
- Transformador de Mitigação Harmônica
- Dispositivos de proteção contra surtos
- Reguladores de Tensão
- Condicionador de Energia
- Filtro Harmônico

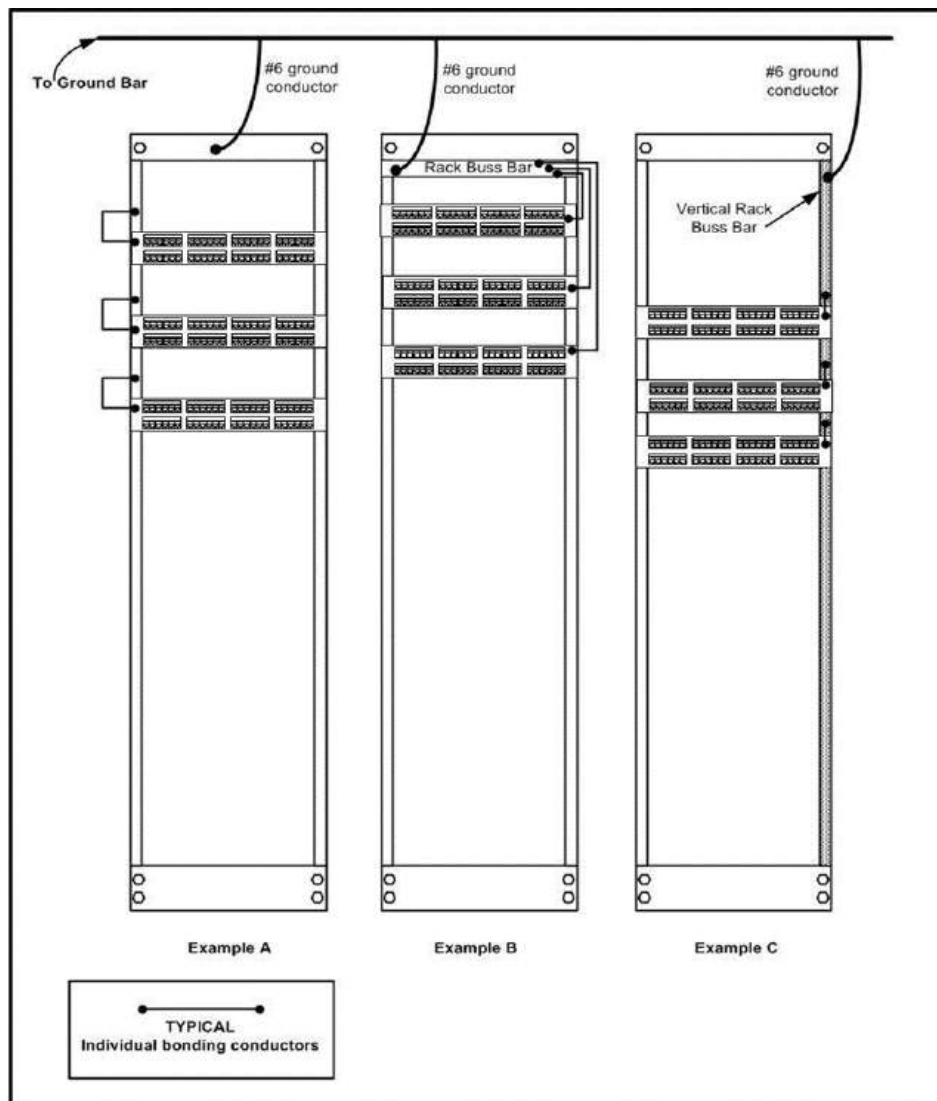
Caso tenhamos gerador, todas as tomadas da Sala Facilidade de Entrada (EF) deverão estar conectadas ao gerador.

Para prosseguirmos mantendo a conformidade com estas normas, também devemos manter toda a estrutura propriamente energizada, aterrada, e ligada, incluindo os racks e equipamentos, como descrevemos no diagrama a seguir.

Obs: Cabeamento horizontal do prédio 2 para o térreo, vem do segundo andar verticalmente para distribuir horizontalmente.



Aterramento da UERJ-ZO em normas do cabeamento estruturado.



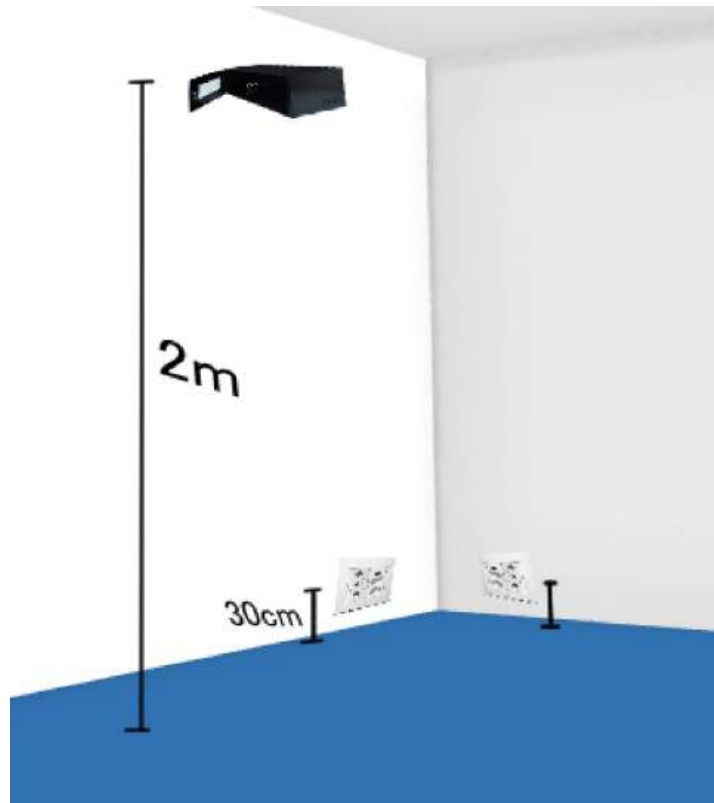
ITS Sample Equipment Rack Grounding and Bonding

Exemplo de aterramento nos racks

Como padronização, manteremos o *exemplo C*, onde ‘jumpearemos’ os RGB (Barra de aterramento do rack) verticalmente.

- Localização das tomadas

Tomadas padronizadas na norma *NBR 5410*, com 4 pontos de tomada, com o tamanho Baixo de 30cm de altura e 2 pontos extras com o tamanho alto de 2m nas extremidades.



Padronização de tomada de salas comuns



Padronização de tomada de Labs



Capacidade de cabos no conduíte	
Tamanho do Conduíte	CAT 6
2.5cm	3
5.0cm	22
7.5cm	49
10.0cm	83

NBR 5410 - sobre a ocupação de condutores em eletrodutos



Conduit EB20 para concreto

Na instalação os conduítes precisam estar enterrados numa profundidade mínima de 45.7cm para as conexões outdoor. (que faremos do prédio 1 ao prédio 2)

E utilizaremos aproximadamente 600m dos cabos *CAT6 Furuwaka* .

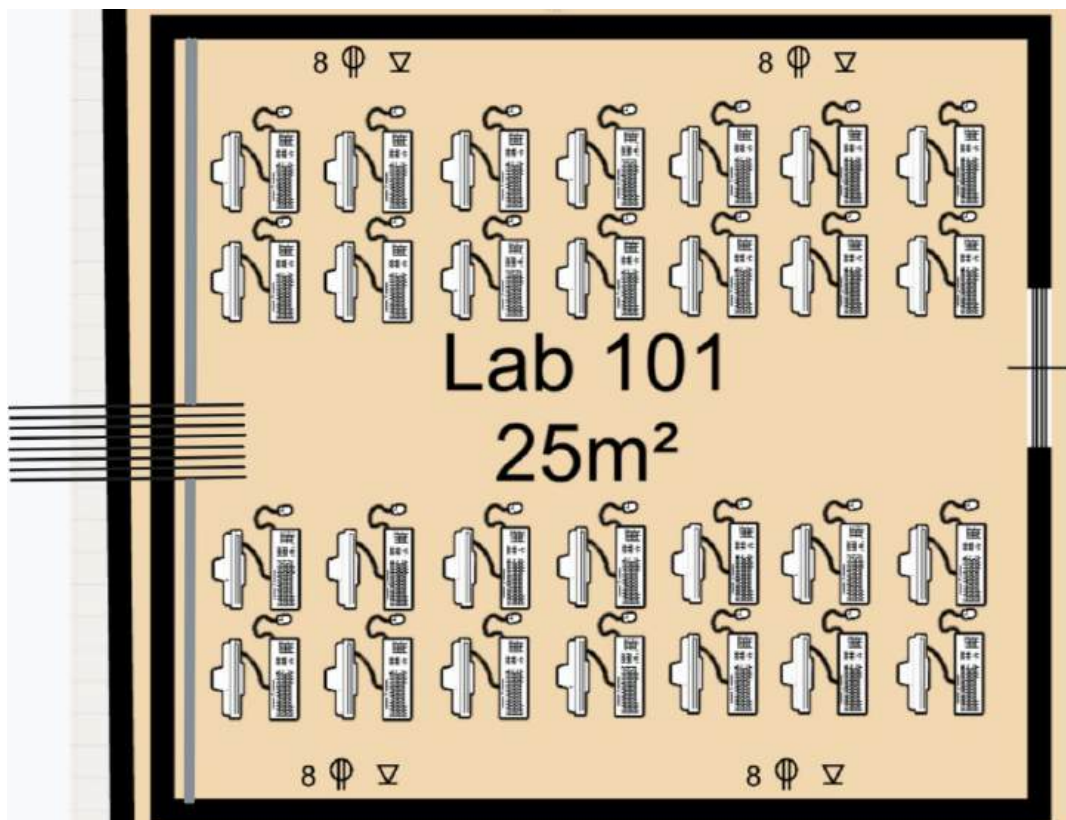


Diagrama da Padronização do cabeamento Horizontal, e chegada nas áreas de trabalho, TO (labs).

Seguindo as normas ABNT 14565, também é necessário para a distribuição horizontal dos cabos acima, equiparmos esta distribuição com *conduítes*, *caixas de junção*, *caneletas*, *pullboxes* e *trilho para os cabos (cable tray)*



Caixa de junção

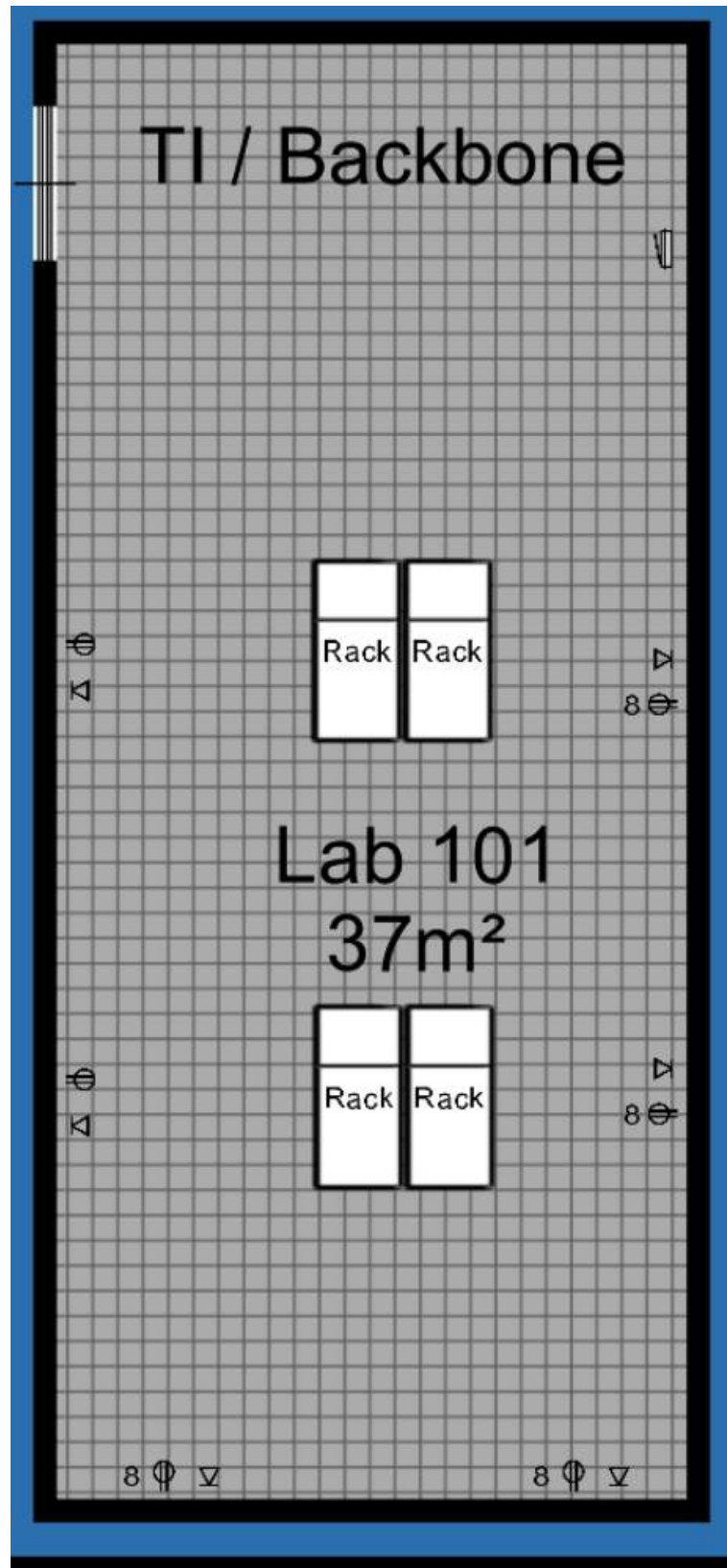


Pullbox

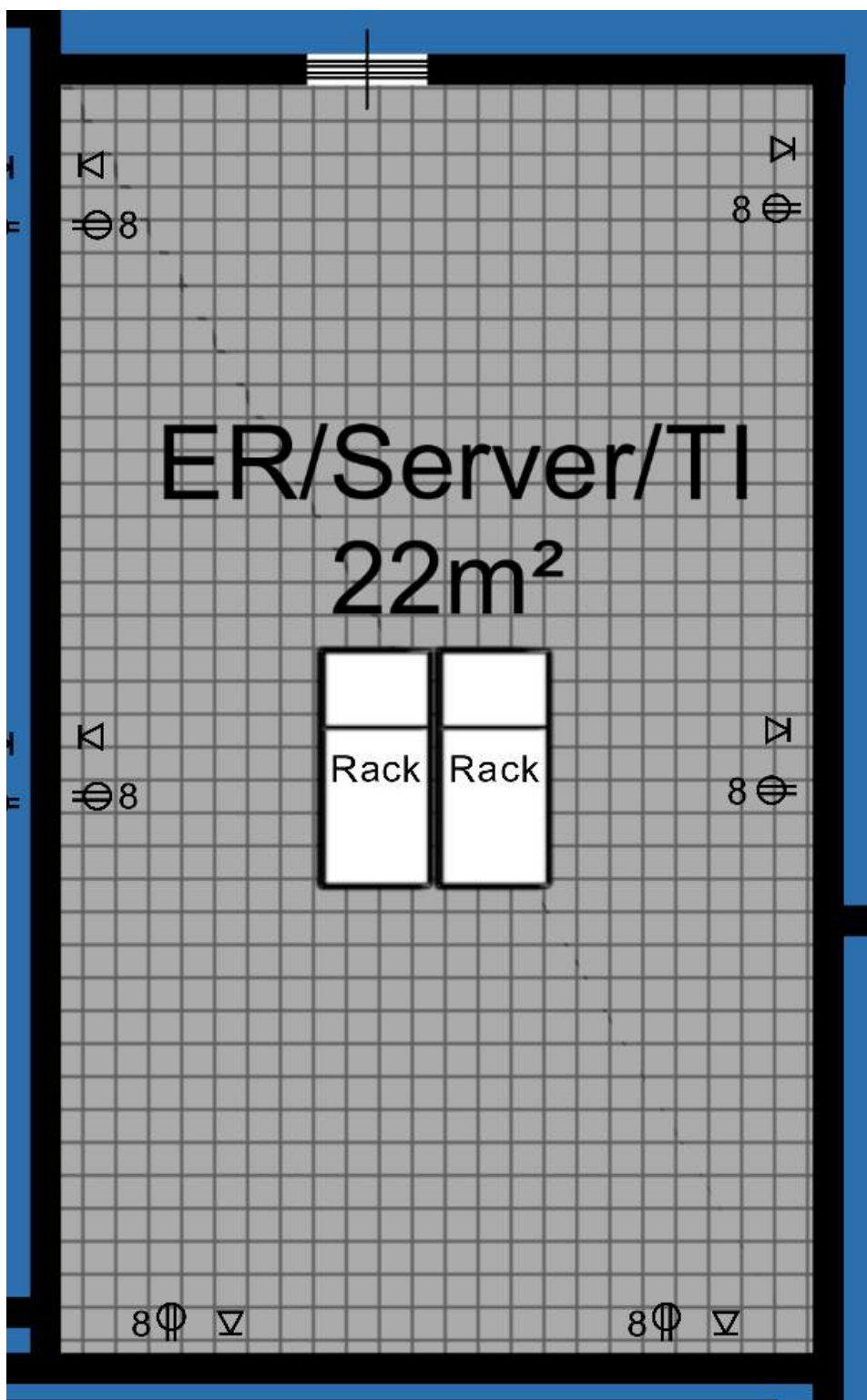


Cabletray

- Localização do Backbone/backhaul

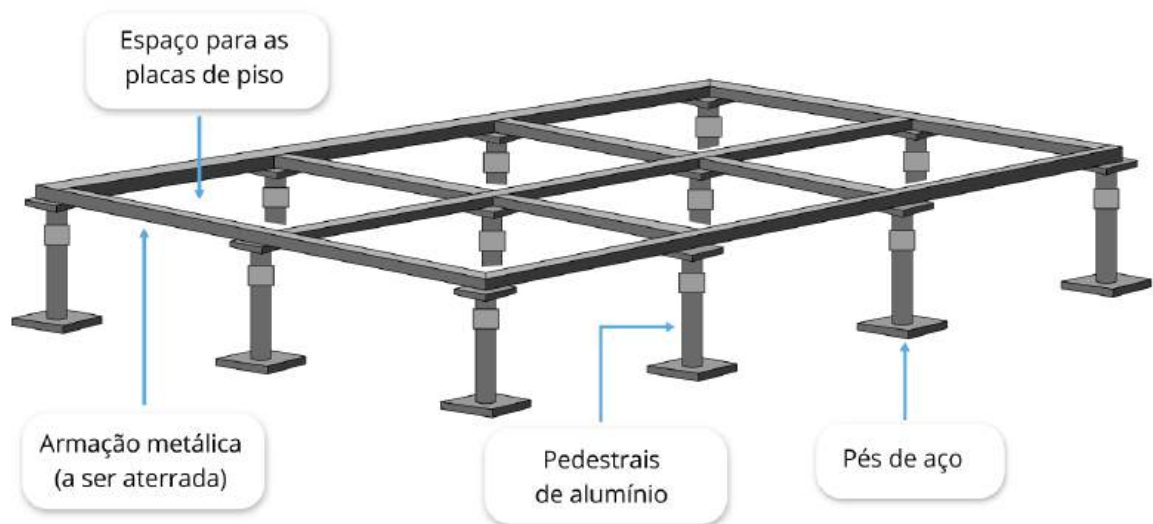


Predio 1 Backbone

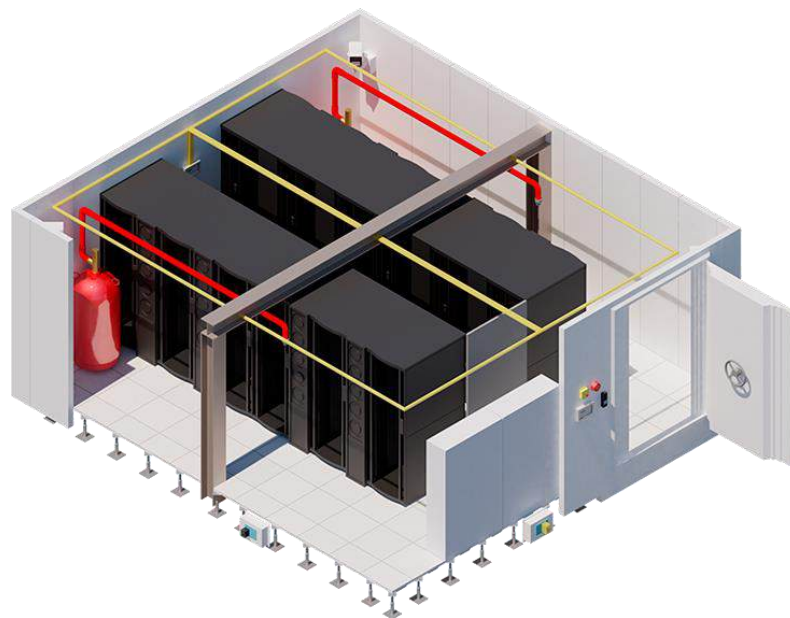


ER/Backhaul Prédio 2, segundo andar.

Podemos observar o piso elevado nas salas do Backbone/Backhaul acima;



https://imdtec.imd.ufrn.br/assets/imagens/data-center/Datacenter_a03_f03.png



Padronização das salas de servidores em : <https://www.envolvebr.com/blog/blog/2020/08/04/ambientes-seguros-de-alta-performance>

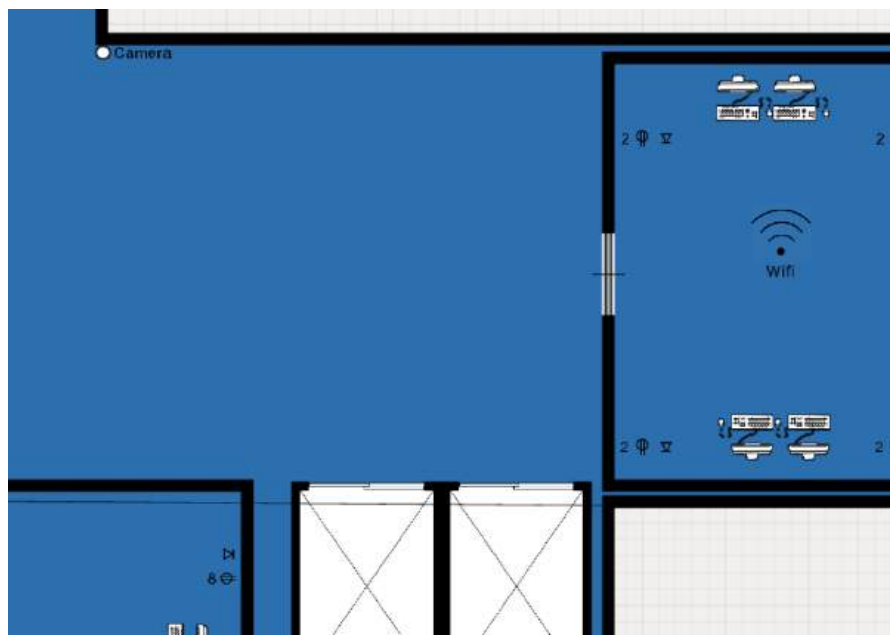
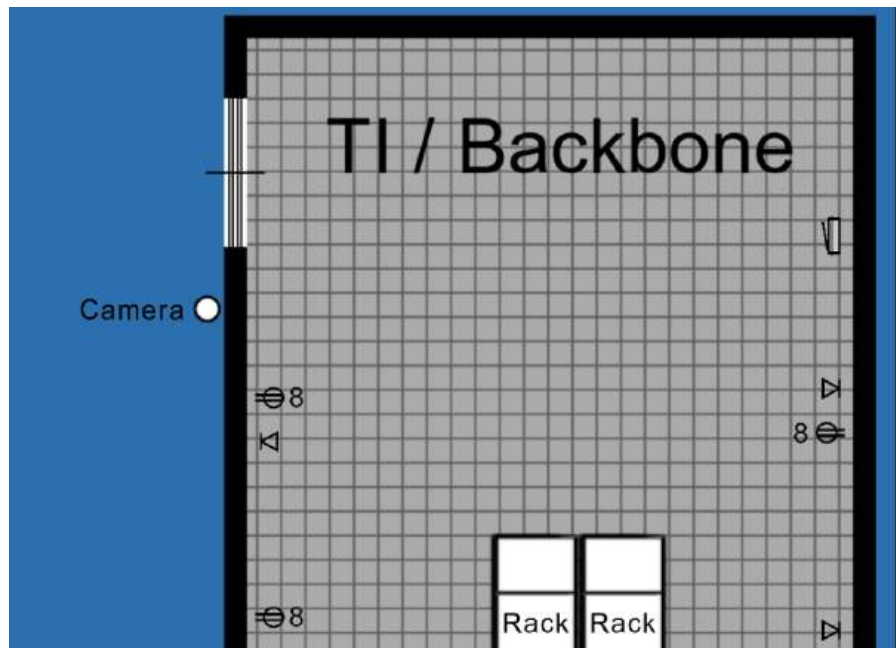
A norma também diz que devem ser padronizada as portas dos servidores para portas corta-fogo



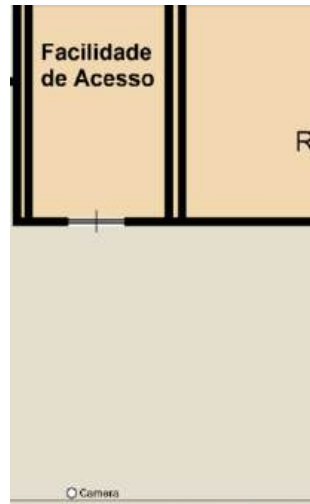
Padrão de vista de frente das ER/Servidores, em: <https://www.portasespeciais.assaabloy.com.br/pt/assa-abloy-portas-especiais/blog/porta-corta-fogo-para-data-center>

Segurança e Posicionamento das câmeras:

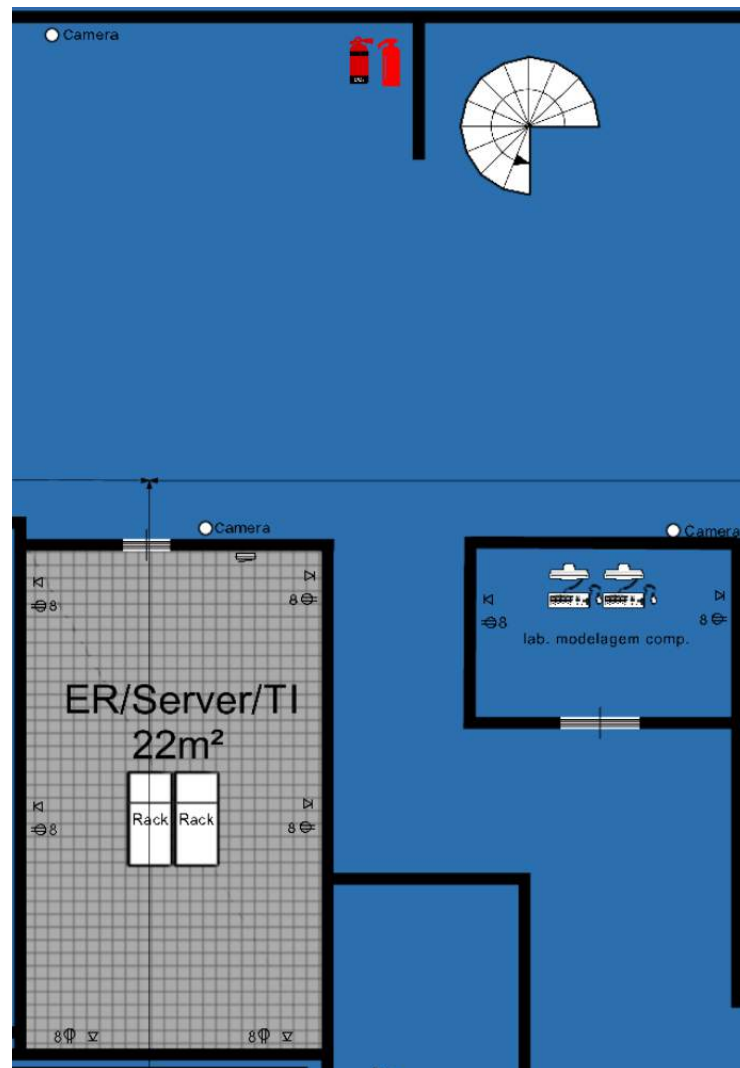
Prédio 1



Prédio 1 Backbone



Prédio 2 Térreo ER/FR



Prédio 2, segundo andar, Backhaul

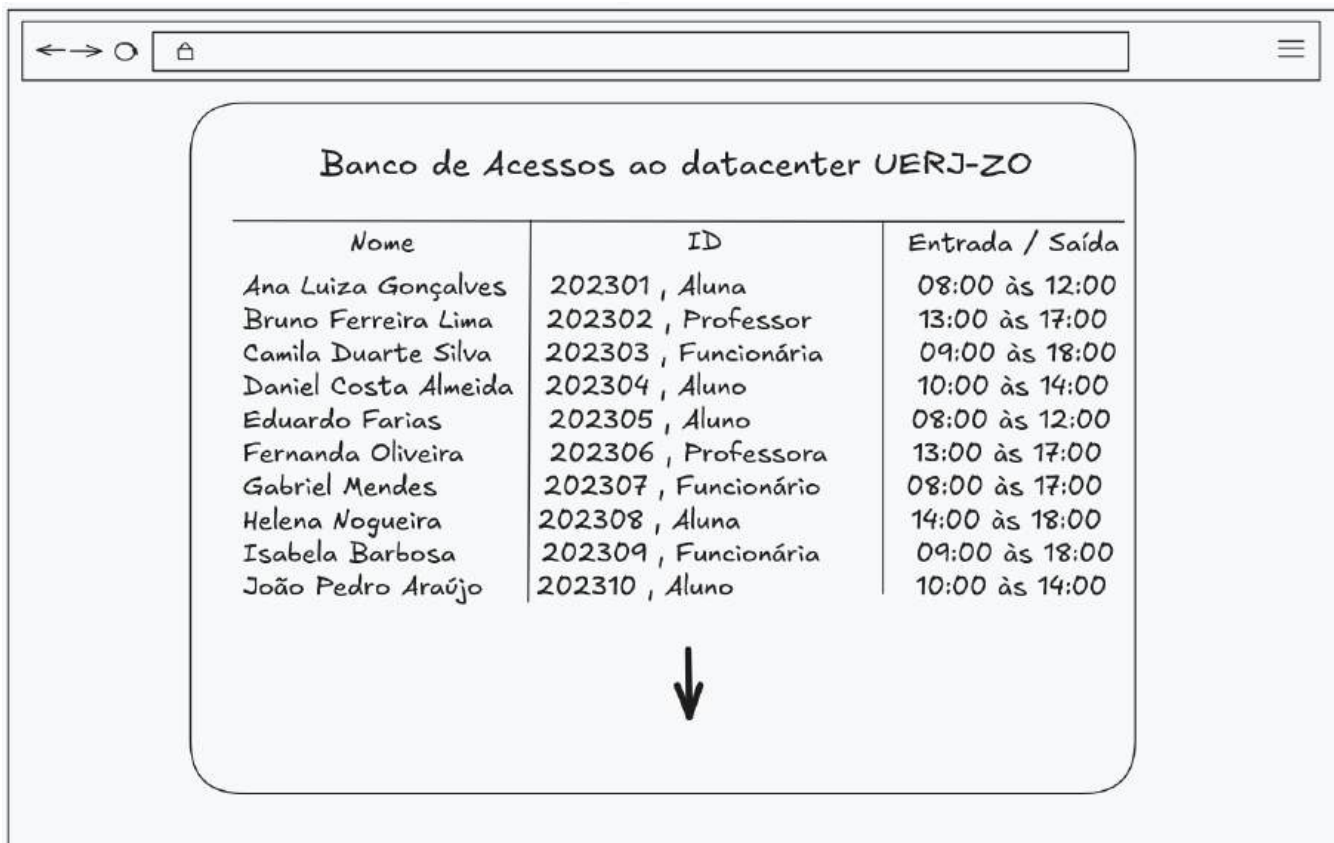
Controle de Acesso ao Datacenter & para sala de equipamentos:

Câmeras acopladas.

Segurança física de pessoas autorizadas.

Autenticação física (carteirinha)

e assinatura de entrada/saída via Software.



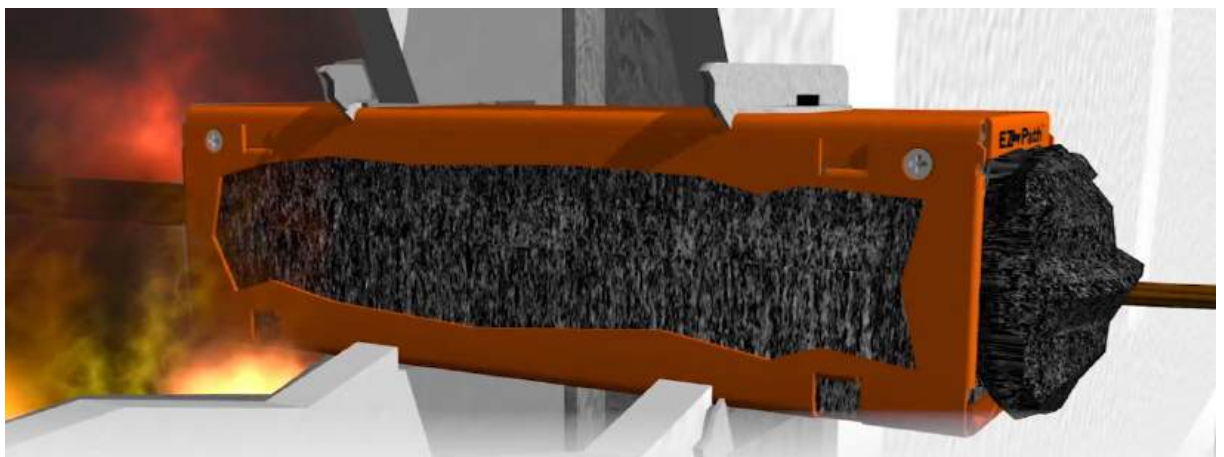
Nome	ID	Entrada / Saída
Ana Luiza Gonçalves	202301, Aluna	08:00 às 12:00
Bruno Ferreira Lima	202302, Professor	13:00 às 17:00
Camila Duarte Silva	202303, Funcionária	09:00 às 18:00
Daniel Costa Almeida	202304, Aluno	10:00 às 14:00
Eduardo Farias	202305, Aluno	08:00 às 12:00
Fernanda Oliveira	202306, Professora	13:00 às 17:00
Gabriel Mendes	202307, Funcionário	08:00 às 17:00
Helena Nogueira	202308, Aluna	14:00 às 18:00
Isabela Barbosa	202309, Funcionária	09:00 às 18:00
João Pedro Araújo	202310, Aluno	10:00 às 14:00

Layout da Plataforma web de controle de acesso ao datacenter

SISTEMA CONTRA INCÊNDIO

Sistema EZ Path

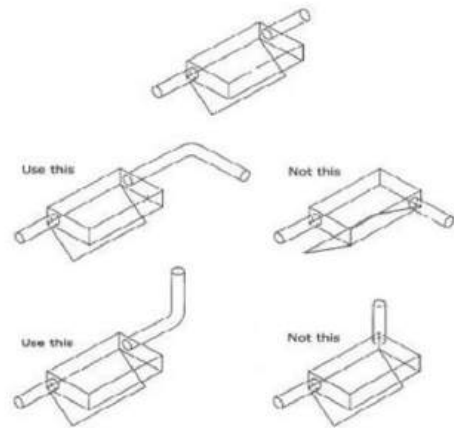
Como mais uma maneira de redundância contra incêndio, vimos a utilização do sistema EZ Path plausível nas paredes em que chegam os cabamentos no caminho horizontal do datacenter / backhaul. Este sistema protege as salas contra incêndios e fumaças. Ao passar os cabos neste sistema, ele se ajusta corretamente à largura dos cabos e, ao ser exposto a um incêndio, o sistema se expande cobrindo toda a área dos cabos, não permitindo a passagem de fogo ou fumaça ao local sensível.



Se expande ao ser exposto ao incêndio, prevenindo a entrada de fogo e fumaça.

Custo = 2 kits de R\$2558,78 cada

Climatização do Datacenter (CRACS)



Melhores práticas estruturada para posicionar o conduíte.

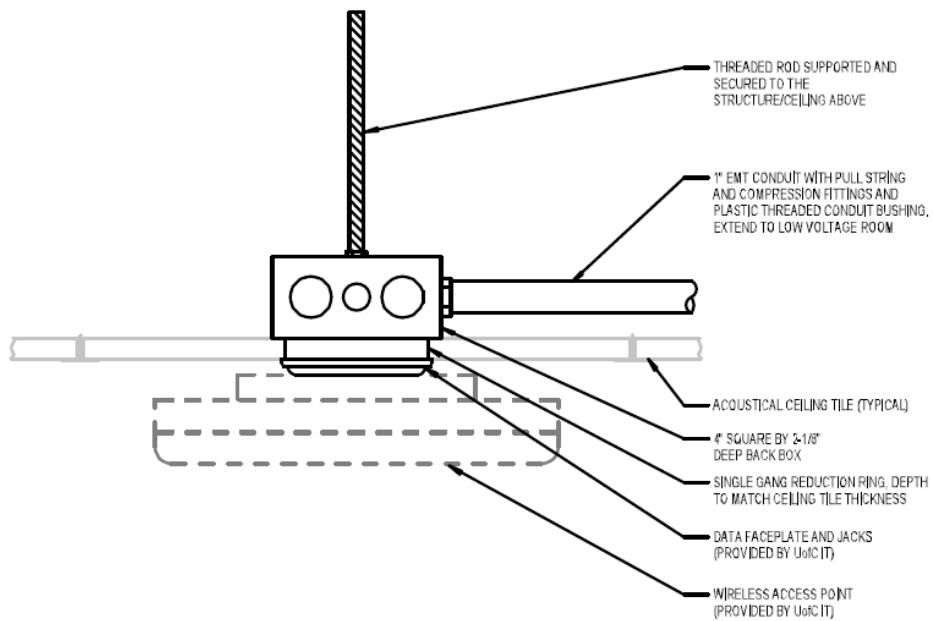


Diagrama Interior do Teto para o Access Point

Redundância / Resiliência na infraestrutura.

Afim de prover uma infraestrutura com alta disponibilidade (HA) e tolerância a falhas (FT), a redundância é necessária nos diversos aspectos em que já citamos e estamos trabalhando neste projeto.

Por isso optamos por focar nas seguintes redundâncias:

1. Padronização nos equipamentos, para eventuais substituições de equipamentos apresentando falhas.
2. Redundância nos ISP (provedores de internet), utilizando do link da Rede Rio juntamente com o da Proderj.
3. Redundância em segurança ao backbone mencionados (vigilância, piso elevado, nobreaks, sistema de proteção contra incêndio e resfriamento).
4. E ainda para melhorar ainda mais a resiliência, indicamos a contratação de equipes especializadas para o monitoramento de possíveis falhas nos sistemas de refrigeração e proteção contra incêndio 24h/7d por semana.

ESTRUTURA GERAL DAS REDES

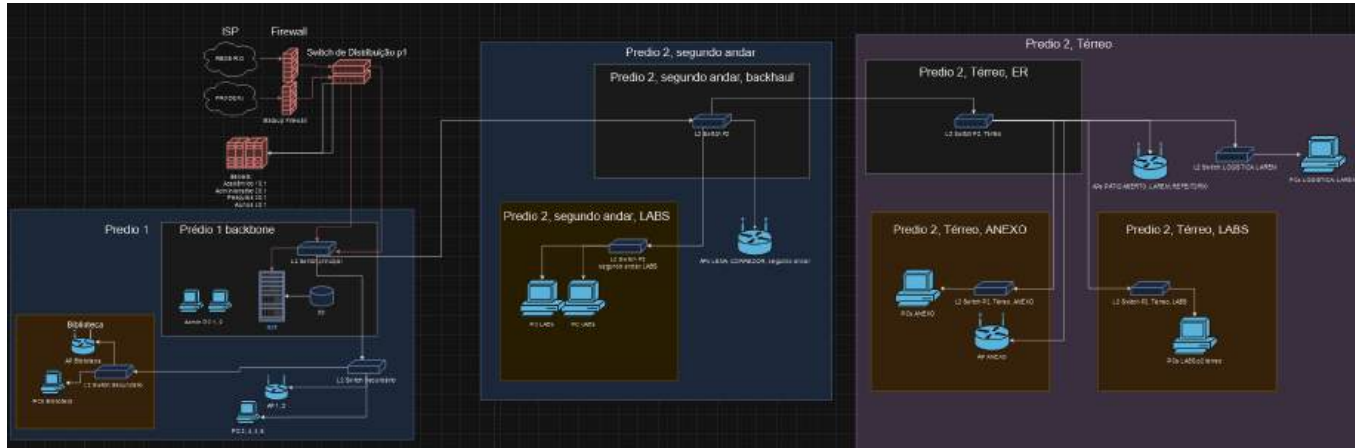
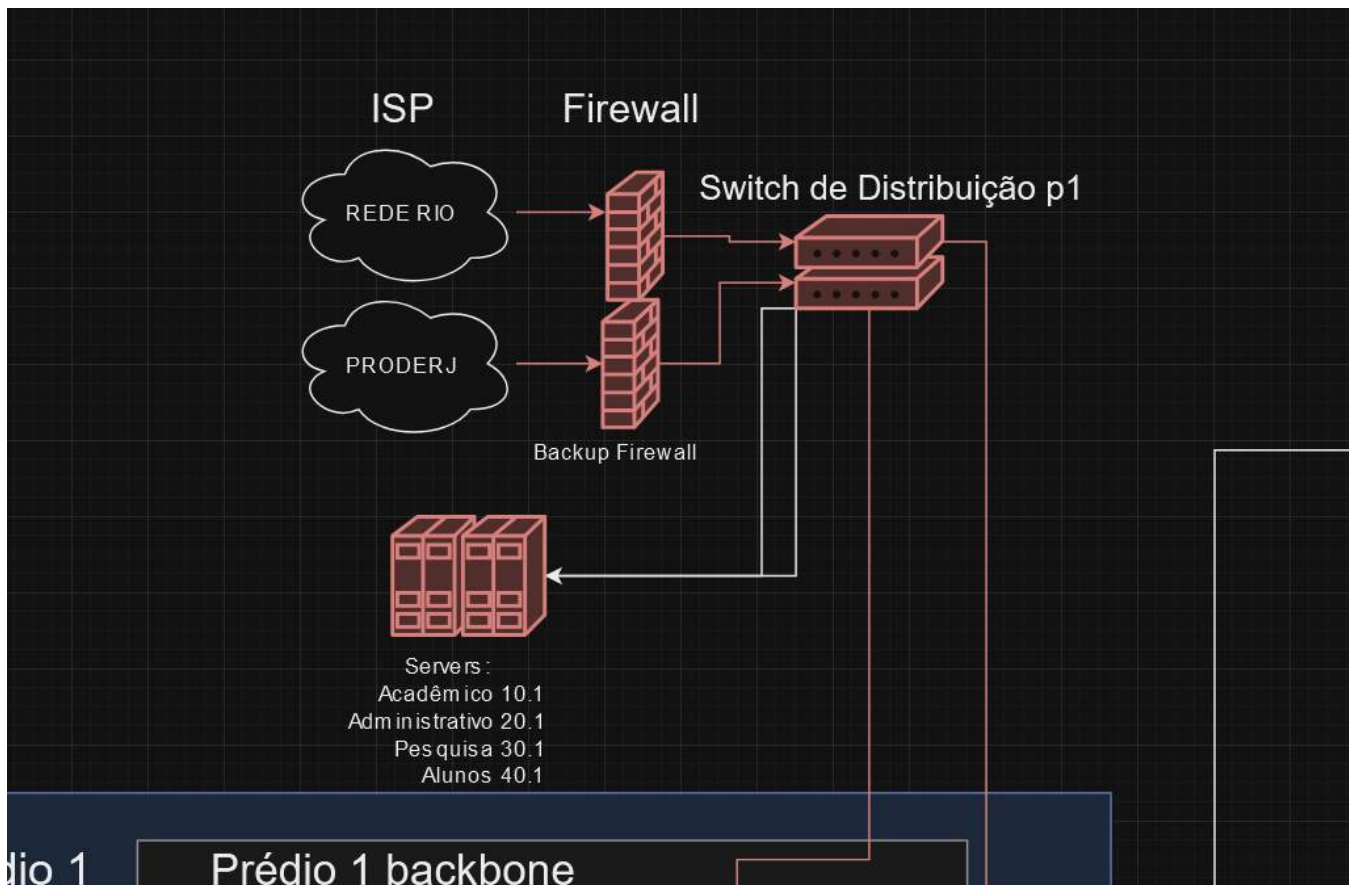


DIAGRAMA DE REDES FÍSICO, topologia estrela



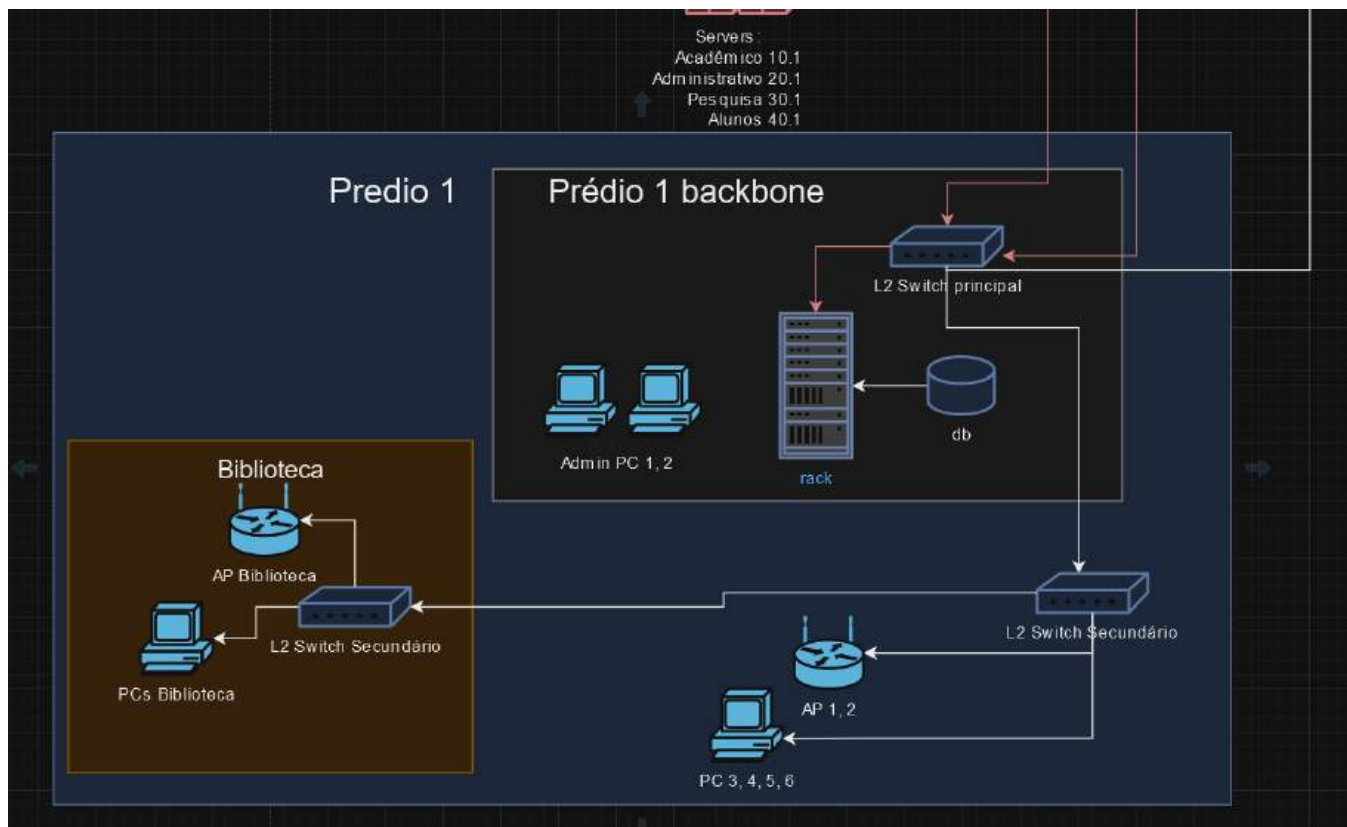


DIAGRAMA DE REDE DO PRÉDIO 1 + BIBLIOTECA

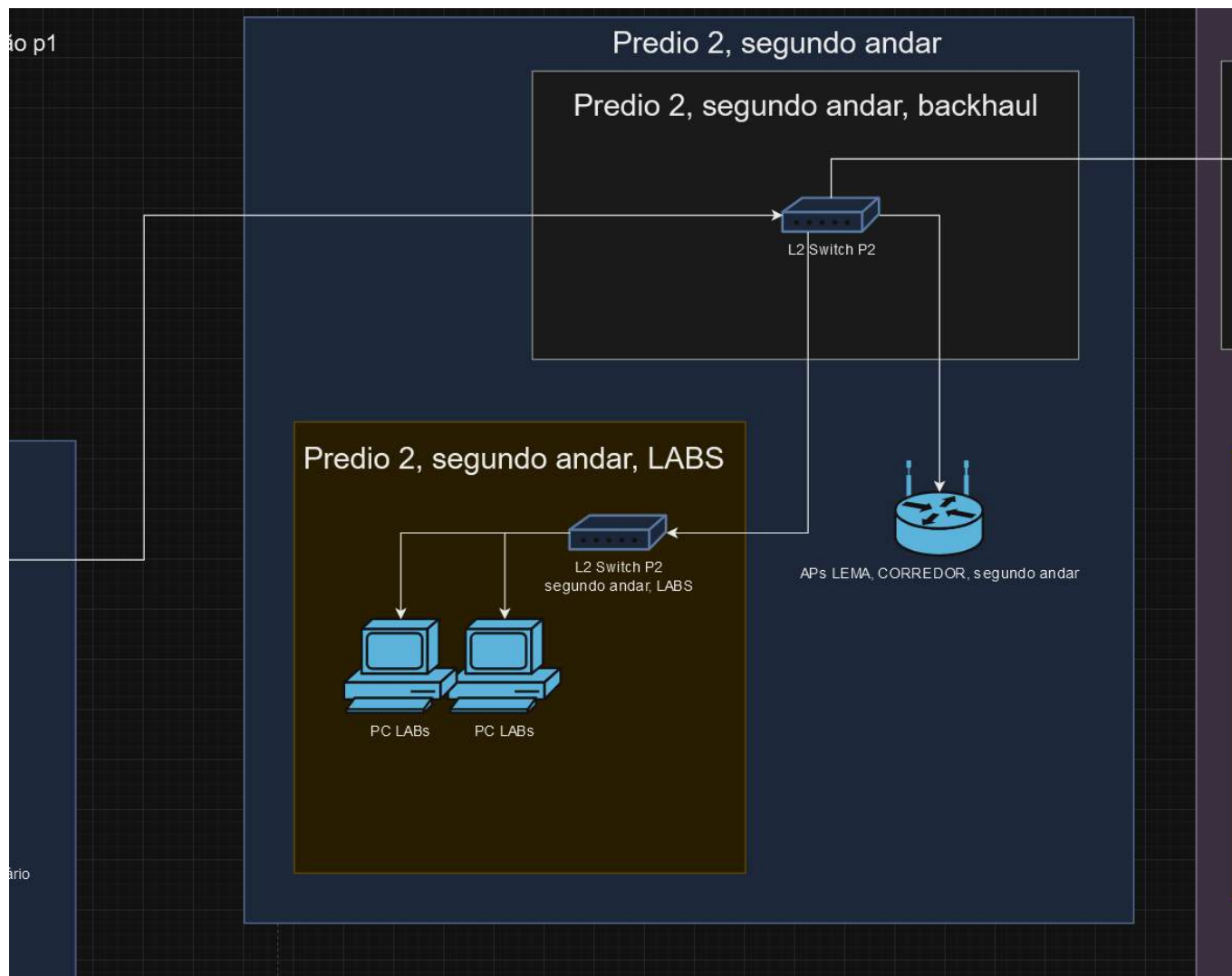


DIAGRAMA DE REDE DO PRÉDIO 2, SEGUNDO ANDAR

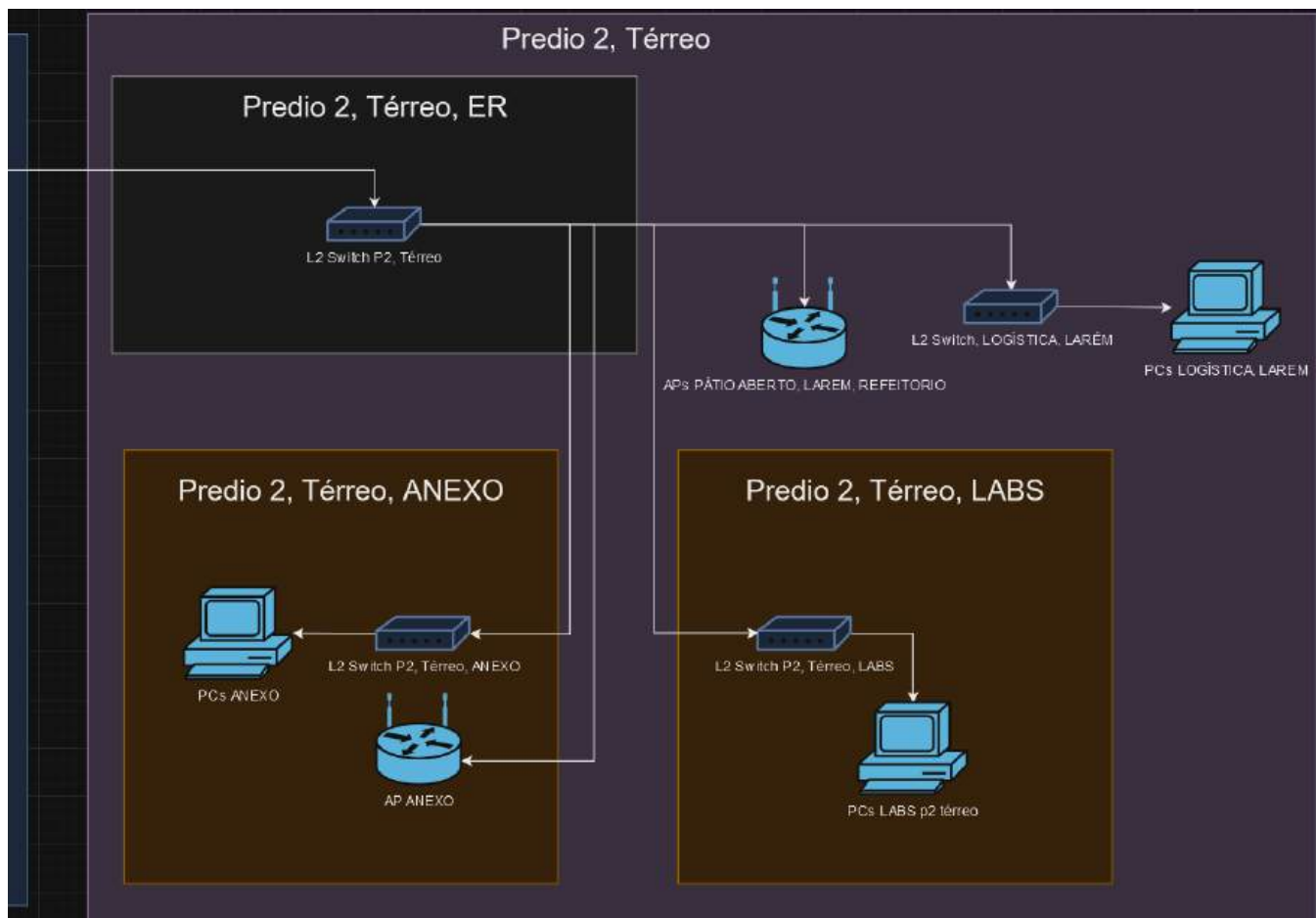
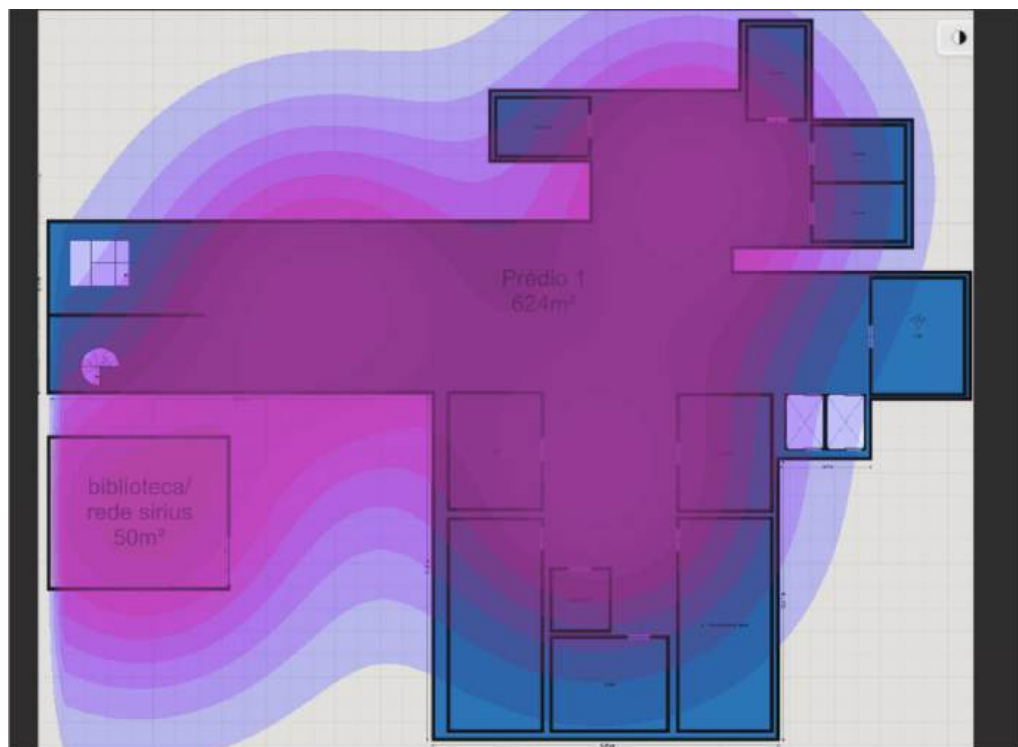
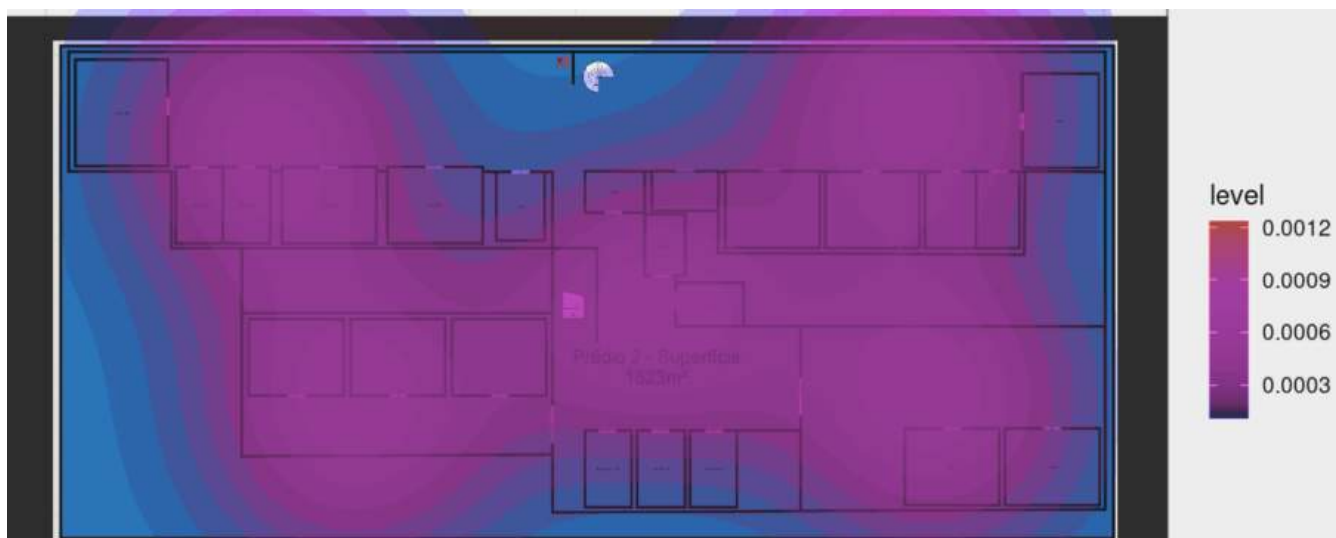
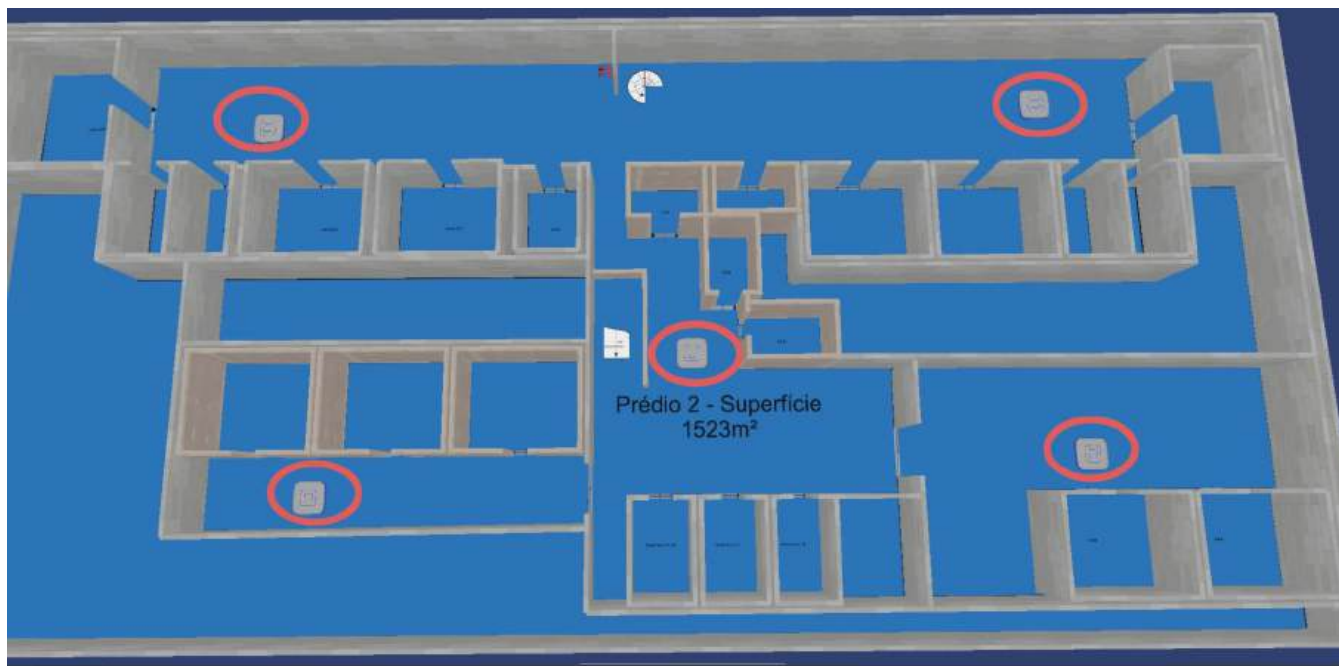


DIAGRAMA DE REDES PRÉDIO 2, TÉRREO

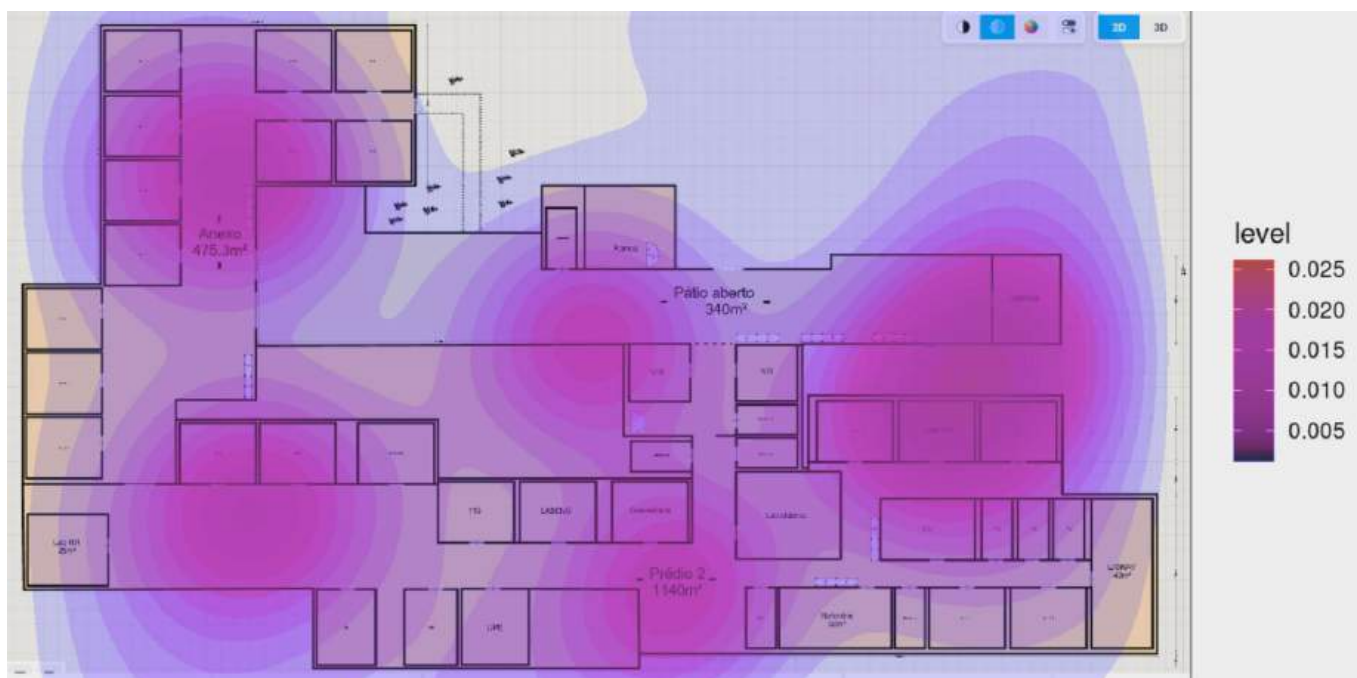
Posicionamento dos APs & Radiação



Radiação Prédio 1 + Biblioteca

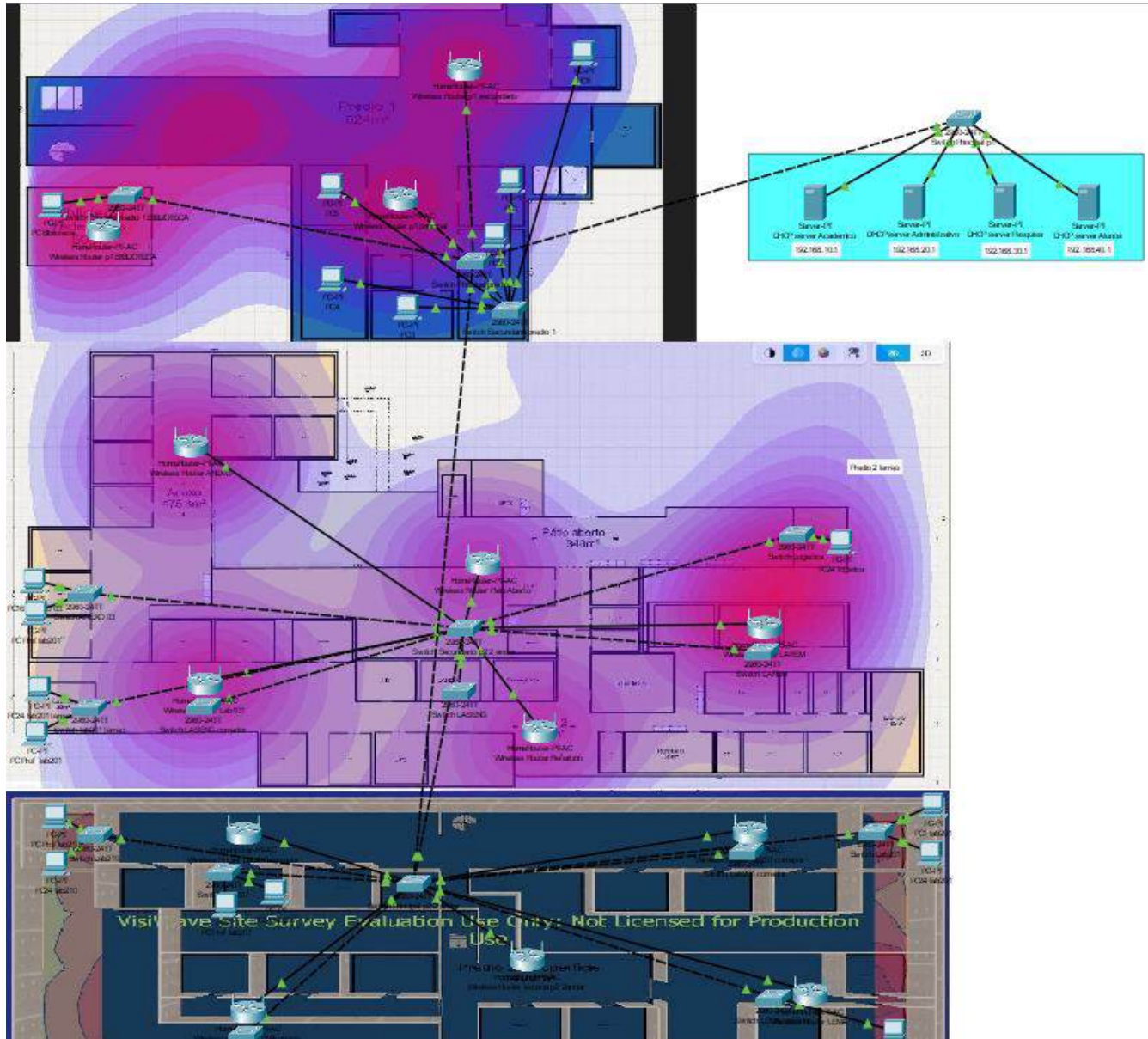


Radiação P2, segundo andar.

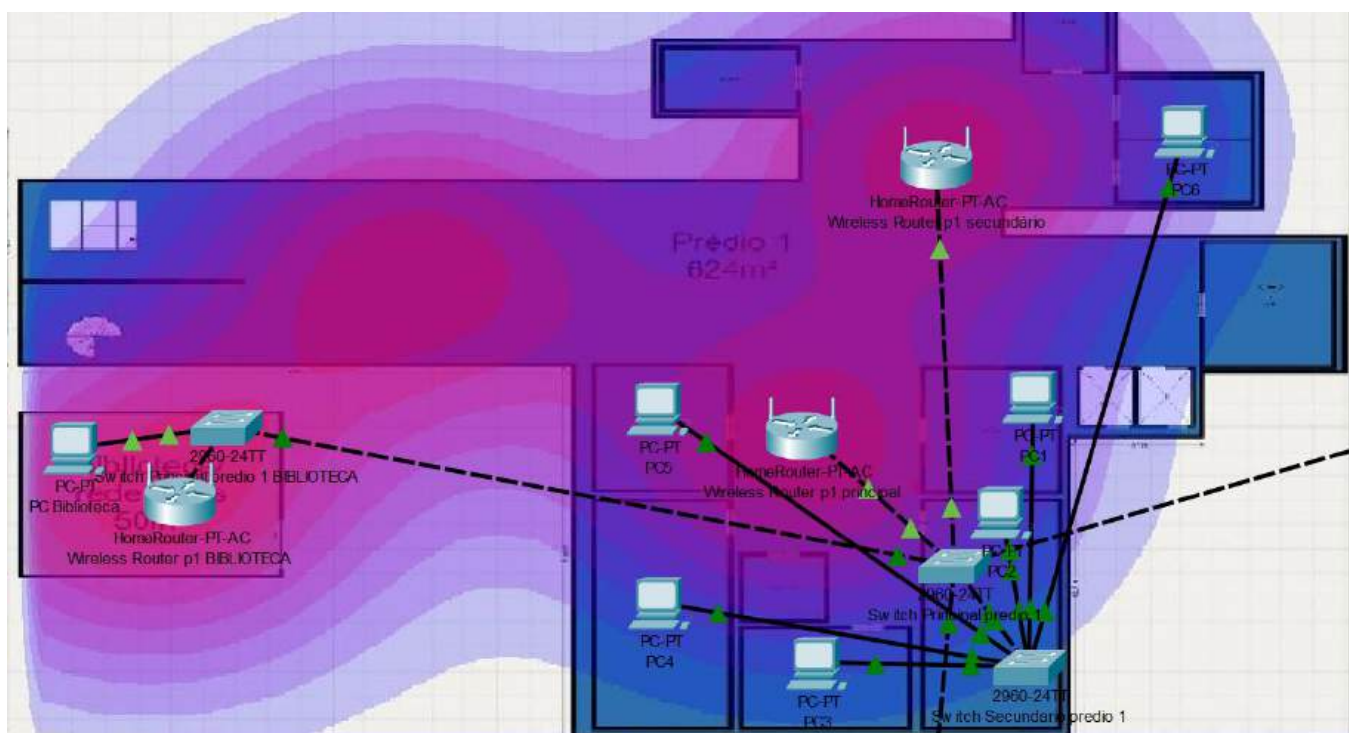
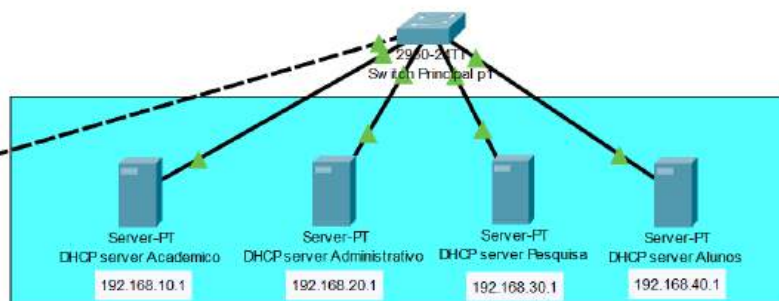


Radiação Prédio 2, térreo

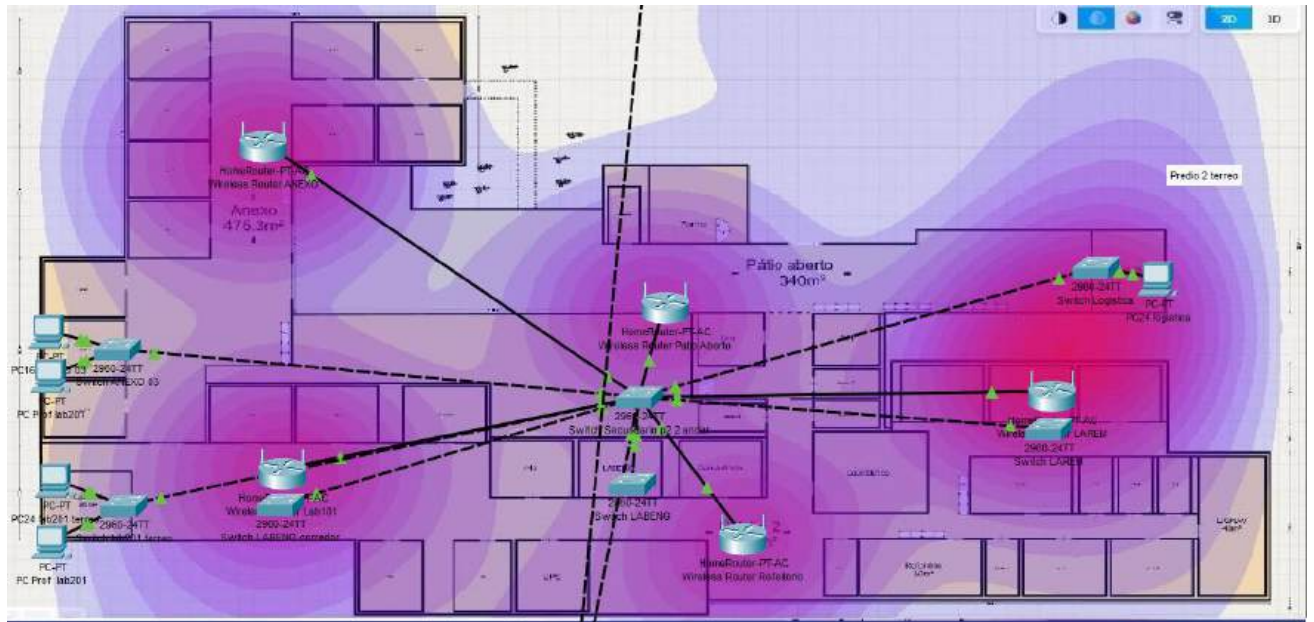
Projeto de Redes completo



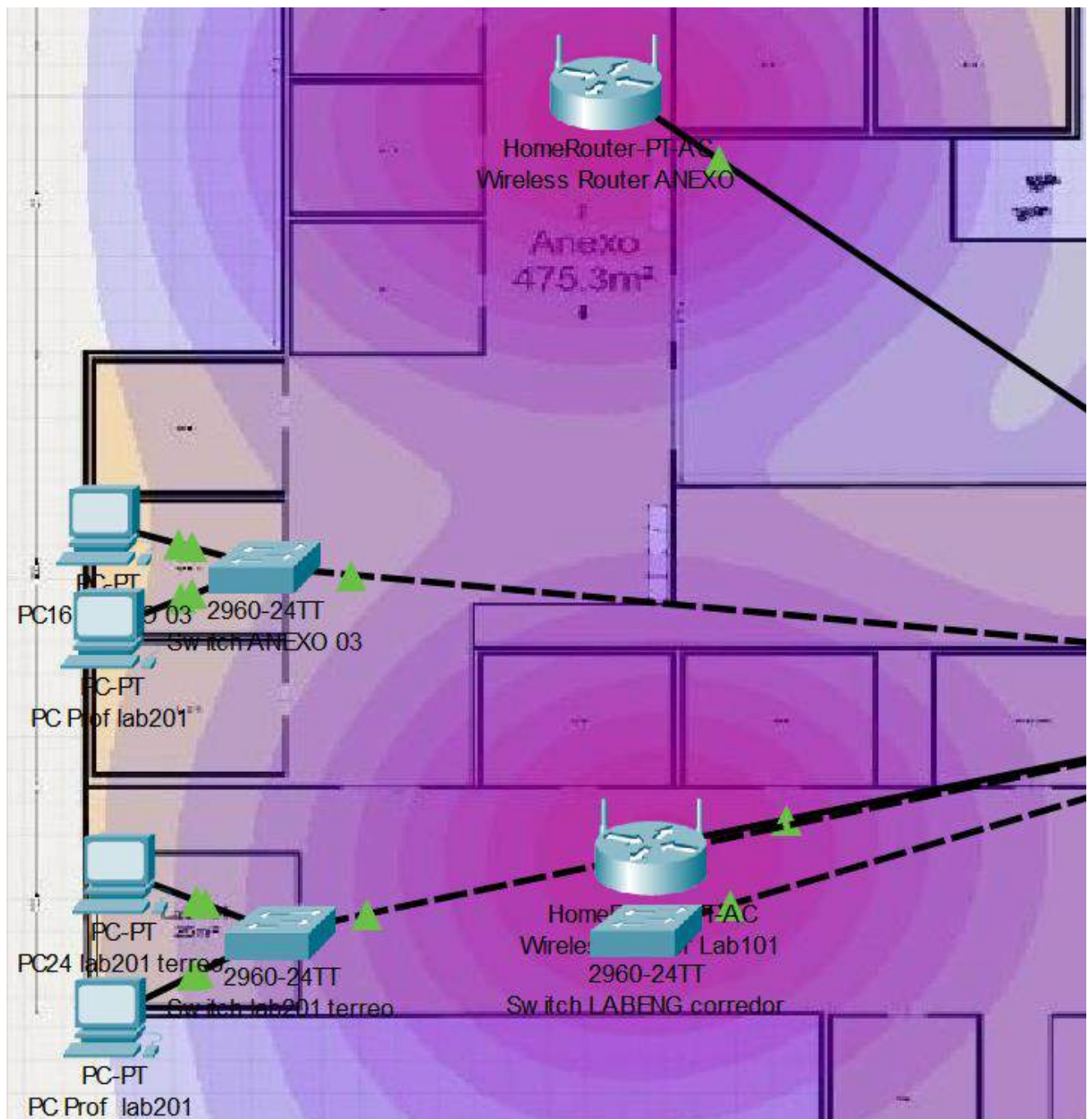
Visão Geral da estrutura de rede

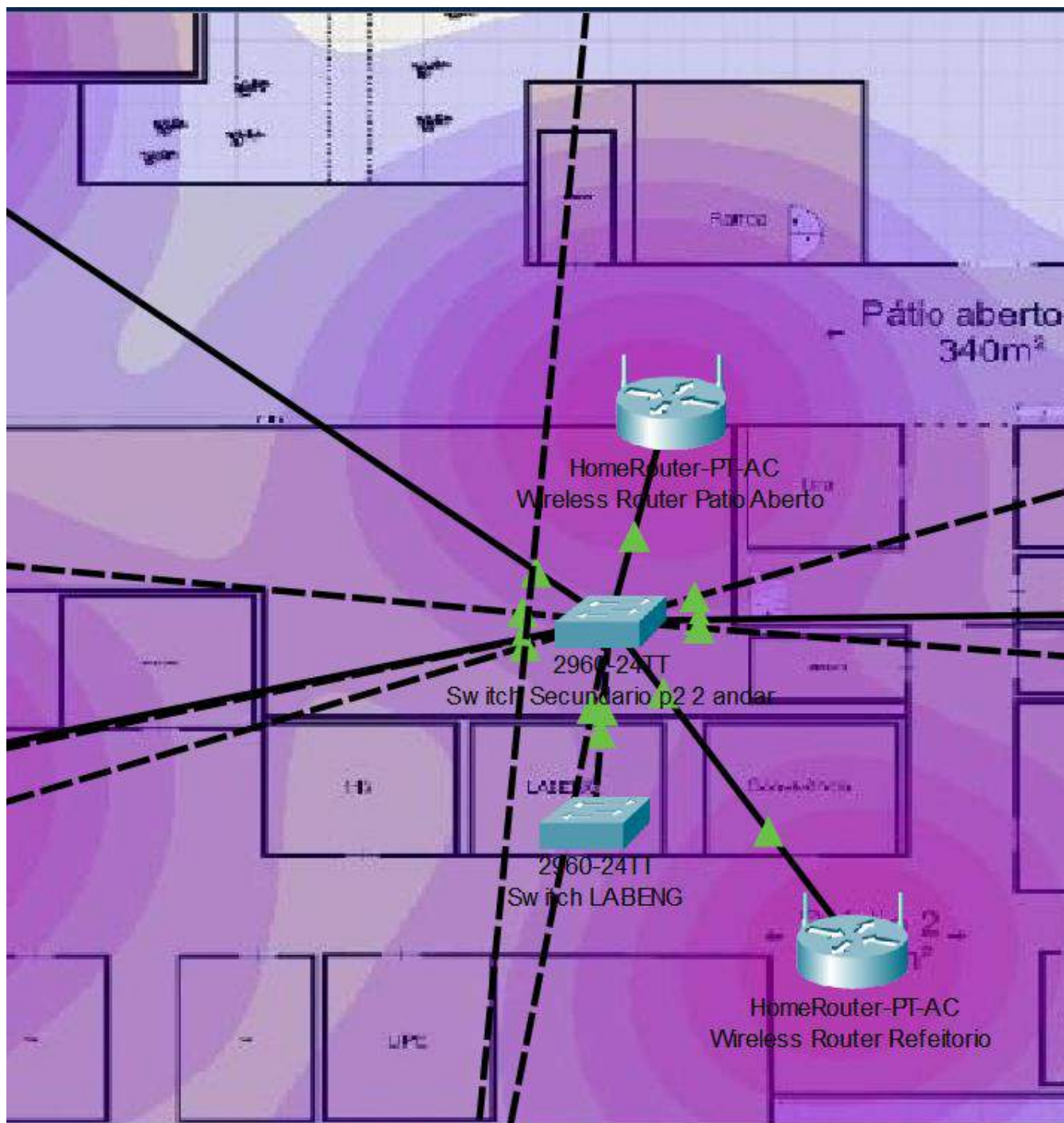


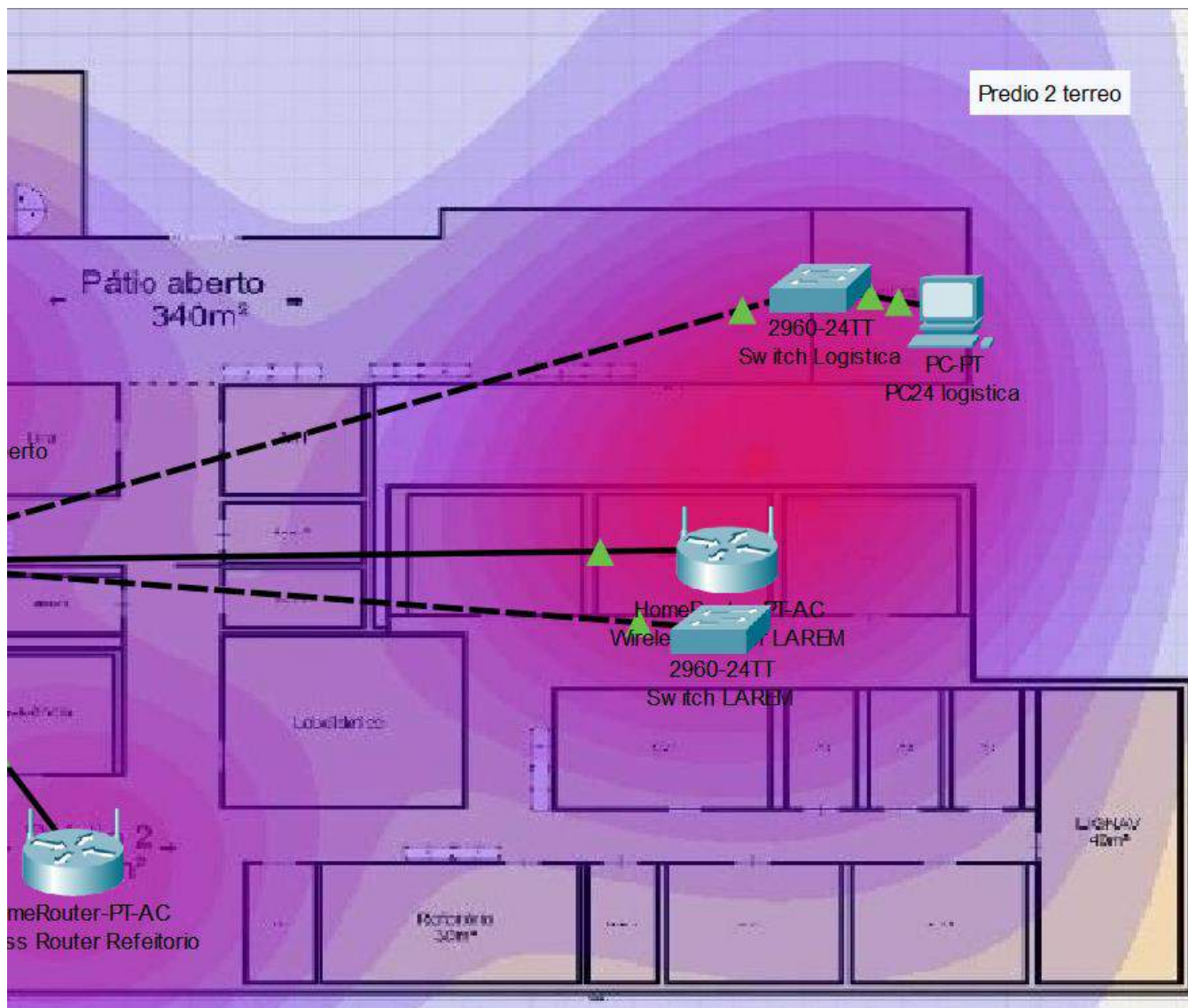
Prédio 1 + Biblioteca



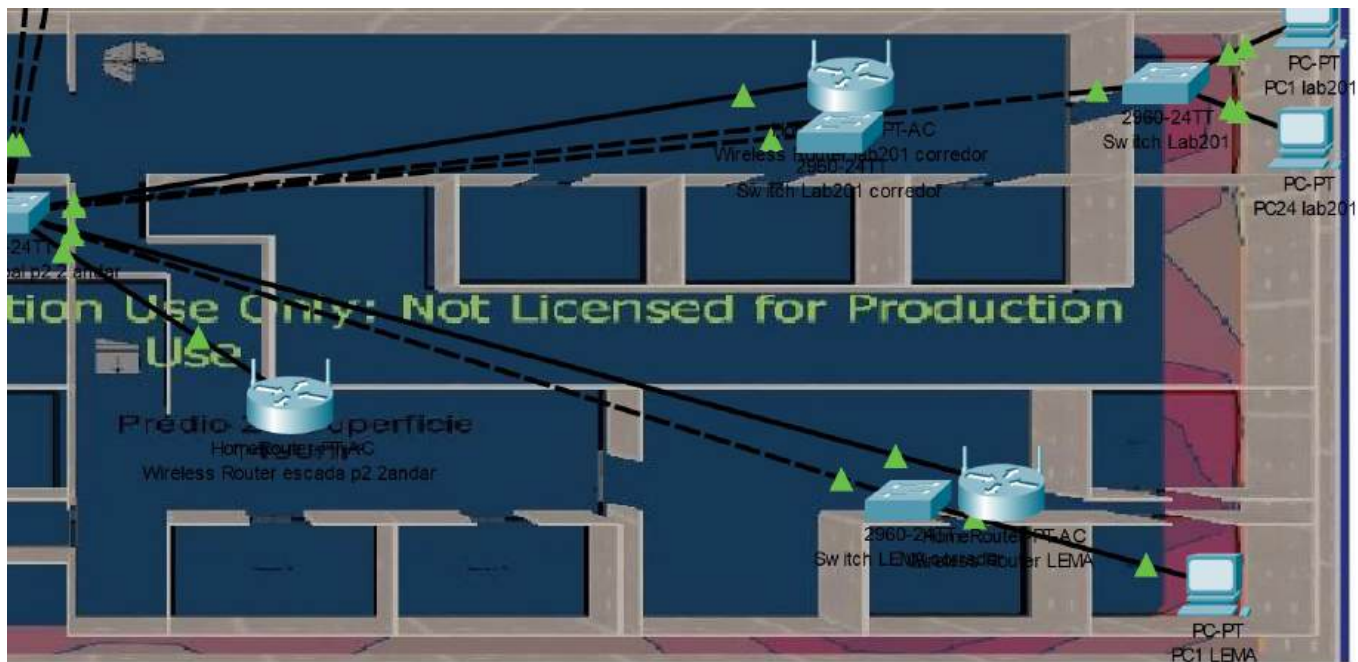
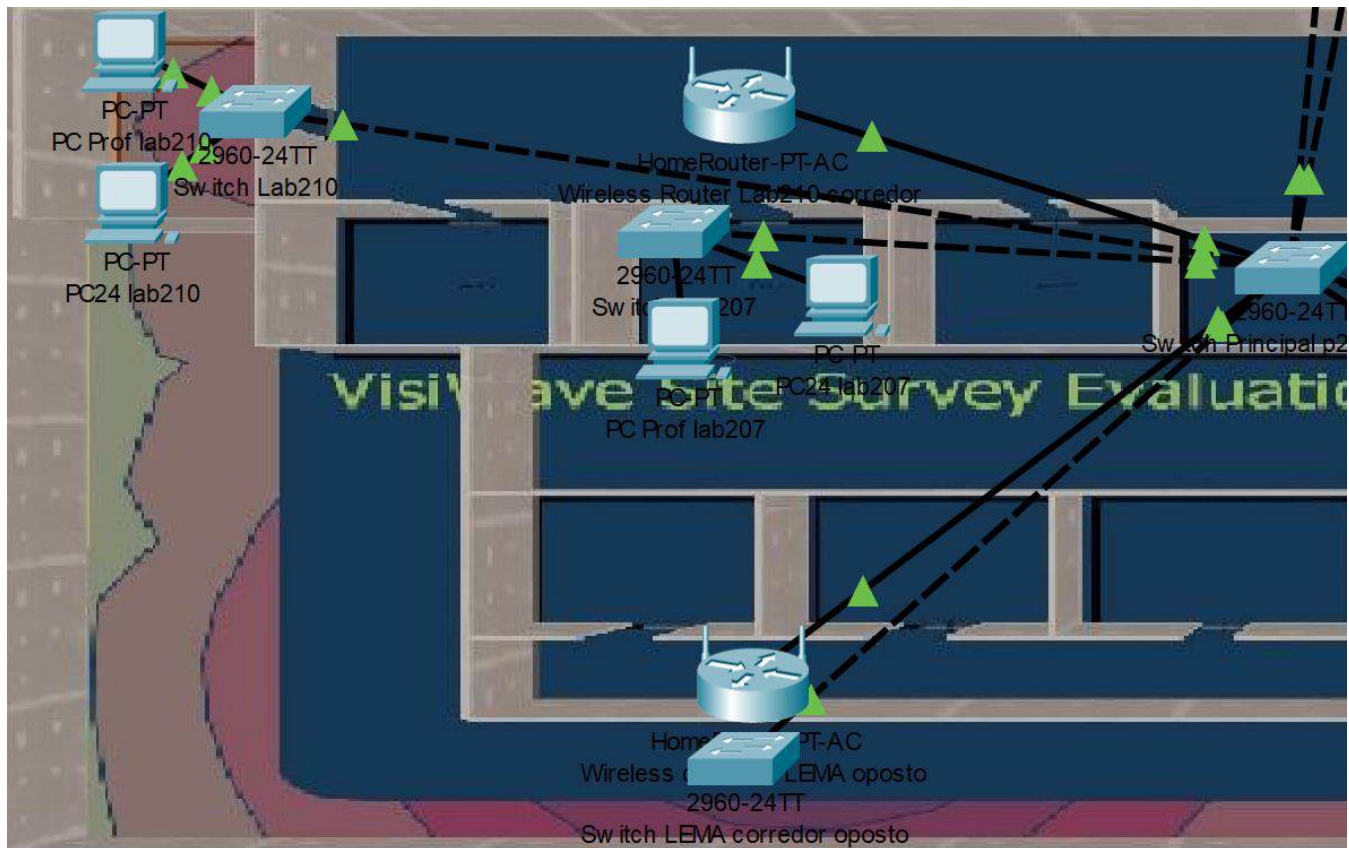
Prédio 2 Térreo







Prédio 2, segundo andar.



Especificações do Projeto de Redes Prédio 1 & 2

Todos os Switch estão recebendo todas as 4 redes vlans (estudante, administração, pesquisa e alunos), porém suas respectivas saídas estão definidas de modo que atendam apenas a finalidade específica da alocação deles, sendo elas:

Switchs de corredor: normalmente para fornecimento de rede para laboratórios de pesquisa (Vlan de pesquisa)

Switchs de salas de aula/laboratórios: fazer a distribuição de rede para os alunos e 1 único ponto para o professor (vlans acadêmica para professor e alunos para os alunos)

Switchs de área administrativa (logística e prédio 1): realizar a distribuição de rede para a área administrativa (vlan administrativa)

Todos os Roteadores terão seus Ips reservados 192.168.(80 - 100).1 e irão atribuir IP via DHCP para os dispositivos wireless a partir do 20 podendo ter até **60** dispositivos conectados naquele roteador

OBS: Novos roteadores do mercado que utilizam o wifi 6 tendem a suportar em média de 50 a 100 dispositivos simultâneos.

Configuração do Wifi:

SSID 2.4G: UERJzo

SSID 5G: UERJzo 5G

Senha: UEZOUÉZO

Modo de senha: WPA2-PSK

Criptografia: AES

Ips finais dos roteadores utilizados no prédio 2:

- Wireless Router Lab210 corredor – ip 80.1
- Wireless Router lab201 corredor – ip 81.1
- Wireless Router escada p2 2andar – ip 82.1
- Wireless corredor LEMA oposto – ip 83.1
- Wireless corredor LEMA – ip 84.1
- Wireless Router ANEXO – ip 85.1
- Wireless Router Patio Aberto – ip 86.1

- Wireless Router LAREM – ip 87.1
- Wireless Router Refeitório – ip 88.1
- Wireless Router Lab101 – ip 89.1
- Wireless Router p1 principal – ip 90.1
- Wireless Router p1 secundário – ip 91.1
- Wireless Router p1 BIBLIOTECA – ip 92.1

Solução em Nuvem

A nuvem reduz gastos iniciais e facilita a gestão de TI, mas é necessário monitorar o consumo e ajustar o uso. É uma abordagem bem diferente comparado à solução física e traz muitas vantagens quando diz respeito à escalabilidade, flexibilidade e redução de manutenção.

Avaliamos que as partes chave que poderiam ser transferidas para a nuvem seriam as partes de servidores, armazenamento, banco de dados e segurança. Os outros aspectos da infraestrutura como rádio e cabeamento continuarão na estrutura on-premises.

Afim de centralizar a solução em nuvem em um único serviço, escolhemos o *Google Cloud Platform (GCP)* como solução por possuir uma disponibilidade mensal de 99.99%, em conta e por ser uma gigante no mercado.

Para os servidores, instâncias de VMs, C3D para melhor desempenho dos servidores.

Number of instances* ⓘ

—

2

+

Total instance usage time* ⓘ

—

48

+

hours ▾ per day ▾

Changing Total instance usage amount will automatically calculate number of instances

Operating System / Software*
Free: Debian, CentOS, CoreOS, Ubuntu or BYOL (Bring Your Own License) ▾ ⓘ

Provisioning Model ⓘ

Regular

Spot (Preemptible VM)

Machine type* ⓘ

Machine Family*
General Purpose ▾

Series*
C3D ▾

Machine type*
c3d-standard-8 ▾

Machine Type

Based on your selections

c3d-standard-8

vCPUs: 8, RAM: 32 GiB

Duas instâncias para redundância, e modelo regular para disponibilidade ininterrupta 24/7



Custo calculado por mês, com desconto selecionando o pacote fidelidade de 3 anos.

Para o armazenamento e backup, Google Cloud Storage (Archive Storage para 365 dias de armazenamento).

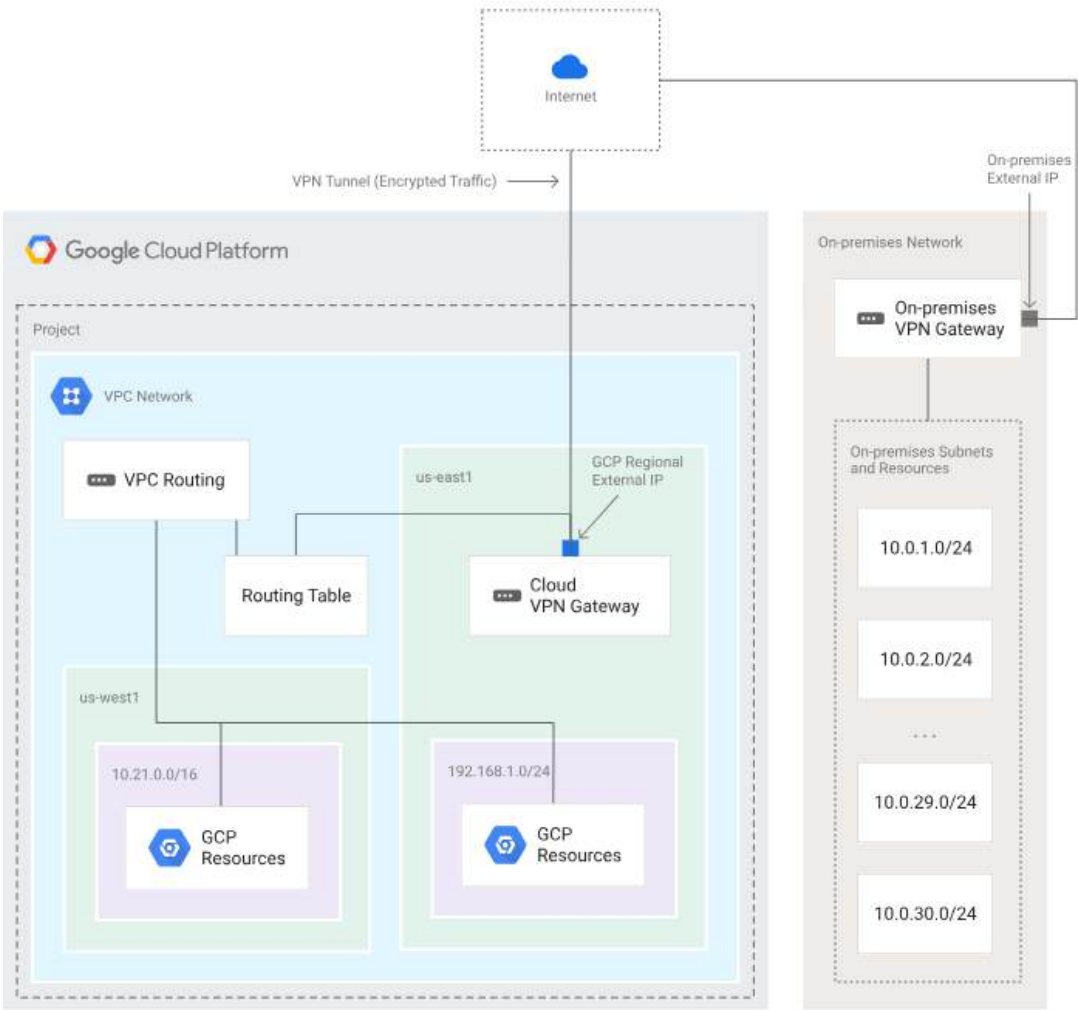
Local	Standard Storage (por GB mensal)	Nearline Storage (por GB mensal)	Coldline Storage (por GB mensal)	Archive Storage (por GB mensal)
São Paulo (southamerica-east1)	US\$ 0,035	US\$ 0,020	US\$ 0,007	US\$ 0,0030

custo de \$0,0030 por GB mensal. Ex: Utilizando 10TB por mês = \$30.00 mensais ou em média \$360.00 anual

Banco de dados com Firestore da Google Cloud escalonável

RECURSO	PREÇO
Dados armazenados	US\$ 0,18/GB
Largura de banda	Preços do Google Cloud
Gravações de documento	US\$ 0,18/100 mil
Leituras de documento	US\$ 0,06/100 mil
Exclusões de documento	US\$ 0,02/100 mil

Segurança e redes (Firewall NGFW, Cloud VPN, VPC)

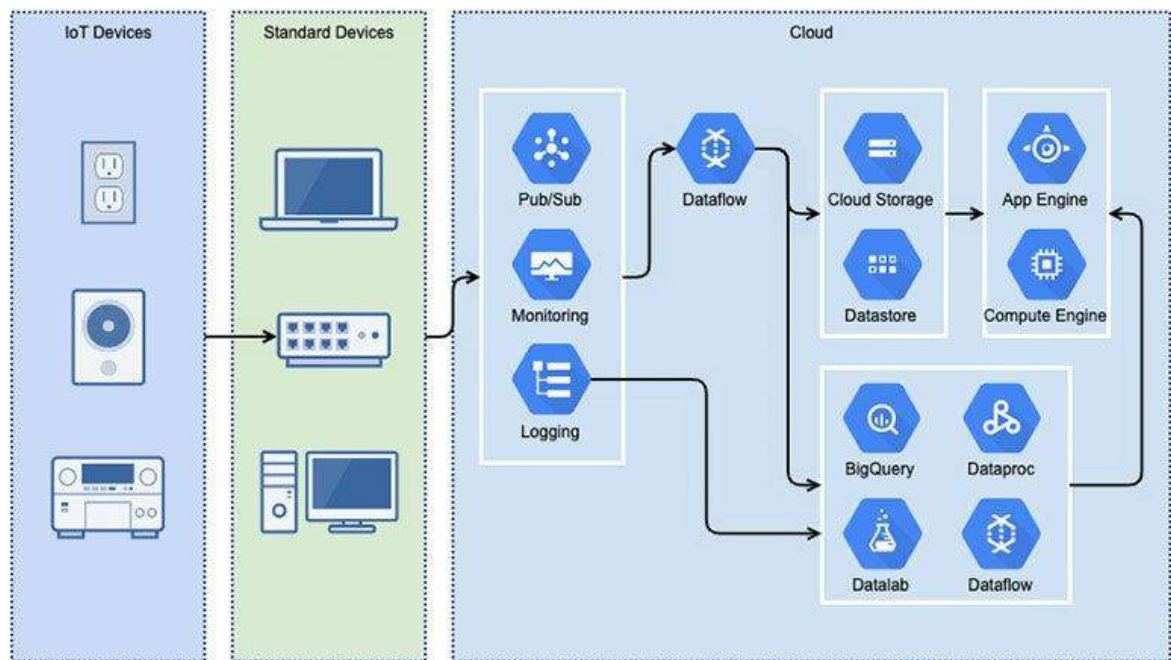


Logs e métricas com *Google Cloud Operations*

<https://cloud.google.com/products/operations#pricing>

Load Balancer em torno de \$0.025 por hora mais taxas de tráfego.

O diagrama abaixo ilustra bem nossa decisão:

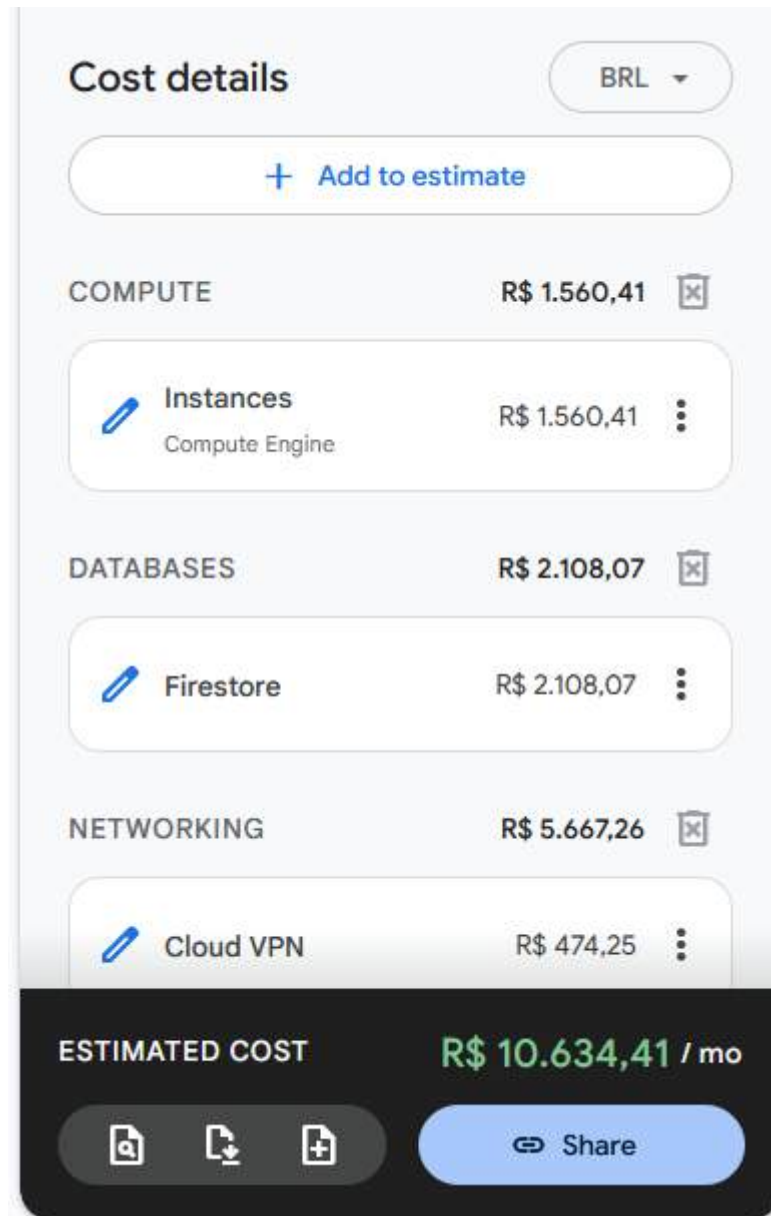


<https://www.gliffy.com/resources/cloud-architecture-diagrams>

Comparação entre infraestruturas física x nuvem

Gasto	Infraestrutura Física	Infraestrutura na Nuvem
Custo Inicial	Alto, com investimento em equipamentos	Baixo, pagamento conforme uso (com possibilidade de escalabilidade)
Custo Operacional	Manutenção e energia elétrica constante	Custos recorrentes de serviços; armazenamento e largura de banda
Escalabilidade	Limitada, requer novos equipamentos físicos	Alta, com auto-scaling e provisionamento on-demand
Segurança	Hardware dedicado e sistema de firewall físico	Segurança gerenciada por provedor (firewalls, criptografia, IAM)
Backup e Recuperação	Backup manual ou via sistemas específicos	Backups automáticos, replicação entre zonas de disponibilidade
Tempo de Implementação	Longo, envolvendo instalação física	Rápido, com provisionamento em minutos a partir do console
Redundância e Alta Disponibilidade	Custo elevado para múltiplos datacenters físicos	Integrada com regiões e zonas de disponibilidade geograficamente distintas

Custo total, mensal da solução em nuvem discutida acima



R\$10.634,41 mensal, ou R\$127.612,92 anual

Levando em consideração que a solução que abordamos é uma solução completamente segura e sem tolerância a falhas, com redundância e configurações para comportar uma quantidade alta de acessos simultâneos.

Total Cost of Ownership (TCO)

Para calcularmos o Total Cost of Ownership, vamos primeiramente aos custos gerais da implementação do projeto como um todo:

Para as antenas:

Item	Quantidade	Preço Unitário	Custo Total
Antenas Direcionais de Rádio	3	R\$ 3.500,00	R\$ 10.500,00
Rádios Ubiquiti/ MikroTik	3	R\$ 2.200,00	R\$ 6.600,00
Cabos Coaxiais (50 metros por local)	150 metros	R\$ 20,00/m	R\$ 3.000,00
Mastros e Suportes para Antenas	3	R\$ 1.000,00	R\$ 3.000,00
Switch POE	3	R\$ 500,00	R\$ 1.500,00
Kit de Proteção Elétrica	3	R\$ 700,00	R\$ 2.100,00
Serviços de Licenciamento	-	-	R\$ 2.500,00 R\$250,00 (90% de desconto domínio publico)
Total de Equipamentos			R\$ 26.950,00

Mão de obra:

Equipe de instalação: 4 profissionais (2 técnicos de redes, 1 eletricista, 1 supervisor).
Taxa horária: R\$ 90,00/hora para técnicos de rede, R\$ 120,00/hora para o eletricista, e R\$ 150,00/hora para o supervisor.
Tempo estimado: 5 dias (40 horas de trabalho).

Custo da mão de obra:

Profissional	Horas Totais	Taxa por Hora	Custo Total
2 Técnicos de Rede	80	R\$ 90,00	R\$ 7.200,00
1 Eletricista	40	R\$ 120,00	R\$ 4.800,00
1 Supervisor	40	R\$ 150,00	R\$ 6.000,00
Total Mão de Obra			R\$ 18.000,00

Equipamentos

Equipamentos	Preço (Un)	Quantidade	Custo Total
Access Point	R\$ 1.298,00	14	R\$ 18.172,00
Switch	R\$ 2.210,75	20	R\$ 44.215,00
Switch POE	R\$ 11.899,15	3	R\$ 35.697,45
Patch Panel (24 portas)	R\$ 209,99	40	R\$ 8.399,60
Rack Padrão	R\$ 148,43	20	R\$ 2.968,60
Rack Fechado	R\$ 1.893,90	2	R\$ 3.787,80
CAT-6 furukawa	R\$ 1.020,00	2 (cada caixa 300 m, preto e azul)	R\$ 20.40,00
Conectores RJ45	R\$ 729,49	1 (caixa com 1000)	R\$ 729,49
Fibra Óptica	R\$ 850,00	1 (bobina 1Km)	R\$ 850,00
Conectores SC/APC	R\$ 300,00	1 (caixa com 100)	R\$ 300,00
PC p/ Servidor	R\$ 4.099,00	1	R\$ 4.099,00
Nobreak power vision NG	R\$3,969.90	1	R\$3,969.90
Total:			R\$ 158.818,09

Mão de obra: Equipe de instalação: 4 profissionais (2 técnicos de rede, 1 eletricista e 1 supervisor). Taxa horária: R\$ 80,00/hora para técnicos de rede, R\$ 90,00/hora para eletricista, e R\$ 120,00/hora para o supervisor. Tempo de instalação: Previsão de 30 dias úteis (240 horas de trabalho).

Access Point e Switches: Instalação de 14 APs e 20 Switches (incluindo switches POE) pode levar cerca de 120 horas. Cabling (CAT-6, Fibra Óptica, Conectores): Pode levar cerca de 60 horas. Racks e Patch Panels: Instalação de racks e patch panels levará cerca de 30 horas . Configuração de Servidor e Calhas Elétricas: 30 horas.

Profissional	Horas Totais	Taxa por Hora	Custo Total
2 Técnicos de Rede	240 *2	R\$ 80,00	R\$ 38.400,00
1 Eletricista	240	R\$ 90,00	R\$ 21.600,00
1 Supervisor	240	R\$ 120,00	R\$ 28.800,00
Total Mão de Obra			R\$ 88.800

Datacenter

Item	Custo
Proteção contra incêndio	R\$ 9750,00
Monitor de Temperatura e Umidade	R\$ 3.700,00
Sistema de supressão e combate a incêndio	~R\$ 30.000,00
10 Extintor CO2	R\$ 6.000,00
Total:	R\$ 49.450,00

Mão de obra:

Equipe de instalação: 4 profissionais (2 técnicos de infraestrutura, 1 engenheiro de segurança contra incêndios e 1 supervisor). Taxa horária: R\$ 100,00/hora para técnicos de infraestrutura, R\$ 150,00/hora para o engenheiro, e R\$ 120,00/hora para o supervisor. Tempo estimado para instalação:

Proteção contra incêndio: 60 horas.
Monitor de Temperatura e Umidade: 30 horas.
Sistema de supressão e combate a incêndio: 120 horas.
Extintores CO2 (incêndio elétrico): 10 horas.

Profissional	Horas Totais	Taxa por Hora	Custo Total
2 Técnicos de Infraestrutura	150*2	R\$ 100,00	R\$ 30.000,00
1 Engenheiro de Segurança	150	R\$ 150,00	R\$ 22.500,00
1 Supervisor	150	R\$ 120,00	R\$ 18.000,00
Total Mão de Obra			R\$ 70.500,00

TOTAL DO PROJETO -----> R\$ 412.583,33

Para o TCO, consideramos não apenas este custo total, mas o custo em que teremos durante os anos com reparo e suporte vitalício. Consideraremos um suporte anual com os custos operacionais de 10% do custo inicial de equipamento e infraestrutura.

Custo anuais de operação e manutenção:

Considerando o uso de um sistema de rádio, datacenter e outros equipamentos, além da manutenção e suporte contínuo de uma equipe para o sistema de segurança, sistema contra incêndio e energia, julgamos para o cálculo anual como sendo 10% do valor do custo total do projeto.

- Custo total de Instalação: R\$ 412.583,33
 - + TCO anual de manutenção física: **R\$ 41.258,30**

$$\text{TCO} = (\text{R\$}412.583,33) + (\text{R\$ } 41.258,30) \text{ Anual}$$

TCO Anual para N v m

Para solução em nuvem, podemos calcular o TCO abdicando de todo o custo que calculamos acima para a infraestrutura do datacenter, de aproximadamente **R\$119.950,00** e somamos então o restante com o cálculo da solução anual em n v m que calculamos anteriormente de **R\$127.612,92** (página 78).

Teremos então um TCO para a solução em n v m de:

- Custo total de Instalação: **R\$292.633,33**
 - + TCO de manutenção física de: **R\$ 41.258,30**
 - + TCO Anual em n v m de: **R\$127.612,92**

$$\text{TCO} = (\text{R\$}292.633,33) + (\text{R\$ }41.258,30 + \text{R\$}127.612,92) \text{ Anual}$$

Conclusão

A longo prazo com a solução em n v m teremos um TCO maior que a solução física, mas em contrapartida teremos uma confiabilidade, disponibilidade e escalabilidade muito maior.

Ambas as soluções são válidas e possuem seus prós e contras que listamos na página 77, porém para este projeto e pensando na futura troca de campus, mesmo com os altos custos a longo prazo a solução em n v m seria a nossa escolha favorita por este motivo.

Obrigado!

Bibliografia

1. Redes/Data center:

<https://www.youtube.com/watch?v=qIbhkmTB8Q8&list=PLvUOx2WG6R7PMM8Uh>

[MWevH75QzGyXOv4g&index=6&ab_channel=GurutechNetworkingTraining](https://www.youtube.com/watch?v=MWevH75QzGyXOv4g&index=6&ab_channel=GurutechNetworkingTraining)

<https://networkencyclopedia.com/network-infrastructure-design/>

<http://www.heatmapper.ca/image/>

software visiwave

<https://www.se.com/ww/en/work/solutions/system/s1/data-center-and-network-systems/trade-off-tools/data-center-it-pod-sizing-calculator/>

<https://www.se.com/ww/en/work/solutions/system/s1/data-center-and-network-systems/trade-off-tools/data-center-capital-cost-calculator/>

https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdcseg1/pagina_2.asp - norma ANSI/TIA

942 Datacenter

<https://cloud.google.com/products/calculator> - calculadora GCP

2. Antenas/Radio:

<https://www.ve2dbe.com/english1.html>

3. Sistema de Incêndio:

<https://www.a5s.com.br/blog/como-instalar-sistemas-de-hidrantes-e-mangotinhos-em-edificacoes/> - instalação

<https://www.globalsyst.com.br/site/produtos/combate-a-incendio-fm-200/>

https://www.youtube.com/watch?v=8rZ_39fzzBw&ab_channel=FireProtection -

posicionamento

<https://conexaogasrj.com.br/empresas/tecnogas-combate-a-incendios-e-instalacoes-de-gas/> - orçamento

<https://www.habitissimo.com.br/orcamentos/contra-incendios/rio-de-janeiro>

<https://www.colocationamerica.com/blog/different-fire-supression-systems-in-data-centers>

4. Cabeamento Estruturado:

<https://thenetworkinstallers.com/blog/structured-cabling-installation/>

<https://its.uchicago.edu/structured-cabling-specifications/>

<https://www.tecnolan.com.br/2019/06/25/o-projeto-de-arquitetura-e-as-salas-de-telecomunicacoes/>

<https://qualidadeonline.wordpress.com/2021/11/03/os-caminhos-e-os-espacos-para-o-cabeamento-estruturado/>

<https://a3aengenharia.com.br/blog/sistema-de-cabeamento-estruturado/>

5. Climatização (CRACS):

<https://zeittec.com.br/climatizacao-para-data-center/>