

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA/DEPARTAMENTO DAS ÁREAS ACADÊMICAS IV
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

HIOLANDA DE SOUZA RODRIGUES

APLICAÇÃO DE REDE GPON NO MONITORAMENTO URBANO COM CFTV

Goiânia

2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E POS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Hiolanda de Souza Rodrigues

Matrícula: 20171011060276

Título do Trabalho: APLICAÇÃO DE REDE GPON NO MONITORAMENTO URBANO COM CFTV

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 11/01/2024.

Hiolanda de Souza Rodrigues

Assinatura do Autor(a) ou Detentor dos Direitos Autorais

HIOLANDA DE SOUZA RODRIGUES

APLICAÇÃO DE REDE GPON NO MONITORAMENTO URBANO COM CFTV

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico IV, do Instituto Federal de Goiás – Campus Goiânia, como parte de requisitos para conclusão do curso.

ORIENTADOR:

PROF. DR. JOÃO BATISTA JOSÉ PEREIRA

Goiânia
2023

R6182a Rodrigues, Hiolanda de Souza.

Aplicação de rede GPON no monitoramento urbano com CFTV / Hiolanda de Souza Rodrigues. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2023.
45 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. João Batista José Pereira.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Elétrica,
Departamento de Áreas Acadêmicas IV, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.
Inclui anexos.

1. Fibras ópticas. 2. Circuito Fechado de Televisão. 3. Videomonitoramento. I. Pereira, João Batista José (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 621.3692

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva CRB1/ 2.740
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

HIOLANDA DE SOUZA RODRIGUES

APLICAÇÃO DA REDE GPON NO MONITORAMENTO URBANO COM CFTV

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, como parte das exigências para obtenção do Título de Engenheira Eletricista.

Goiânia, 28 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Batista José Pereira

Orientador - IFG/Câmpus Goiânia

Prof. Dr. Kelias de Oliveira

Membro da Banca Examinadora - IFG/Câmpus Goiânia

Prof. Me. Eliézer Alves Teixeira

Membro da Banca Examinadora - IFG/Câmpus Goiânia

Documento assinado eletronicamente por:

- Kelias de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/12/2023 11:36:38.
- Eliezer Alves Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/12/2023 16:35:39.
- Joao Batista Jose Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 21/12/2023 15:54:35.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/06/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 425141

Código de Autenticação: 575b0a7c39



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e Nossa Senhora, fonte de sabedoria e orientação que estiveram sempre comigo ao longo dessa jornada. Aos meus pais, pelo amor incondicional, apoio constante e sacrifícios que fizeram para me ver crescer e alcançar meus objetivos. Aos meus queridos irmãos e irmã, por serem minha fonte de inspiração e força. E aos meus amigos com quem compartilhei meus desafios e tornaram essa caminhada mais leve.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho acadêmico.

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, inspiração e orientação que Ele me concedeu ao longo desta jornada.

À minha família, em especial aos meus pais, pela constante compreensão, apoio incondicional e por serem minha maior fonte de motivação.

Aos meus professores e orientadores, pela dedicação em compartilhar conhecimento, orientação precisa e feedback construtivo que enriqueceram este projeto.

Aos amigos que estiveram ao meu lado, em especial as minhas queridas amigas Lara e Olisia. A vocês, meus mais profundos agradecimentos pela incrível cumplicidade e companheirismo, vocês foram um suporte emocional inestimável, compartilhando não apenas o fardo, mas também a alegria do fim dessa jornada acadêmica.

À instituição de ensino que proporcionou as condições para o desenvolvimento deste trabalho, meu profundo reconhecimento.

A todos que de alguma forma contribuíram, meu mais sincero obrigado. Este trabalho é resultado do esforço coletivo e do apoio generoso de todos vocês.

EPIÍGRAFE

*“No vácuo do espaço, o amor é a única
coisa que ainda possui peso e significado”*
Interestelar, 2014.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso abrange o projeto de uma rede GPON voltada para videomonitoramento urbano. Utilizando um embasamento teórico sobre redes ópticas passivas com Gigabit, são destacadas as vantagens dessa tecnologia para o monitoramento CFTV, além da descrição dos componentes necessários para seu funcionamento. Também são apresentadas as vantagens da utilização da fibra óptica, destacando sua imunidade a interferências e sua capacidade de transmissão de dados de alta qualidade. Assim é demonstrado os seus principais componentes que serão utilizados no projeto e o cálculo de atenuação da rede projetada.

Palavras chaves: PON, GPON, CFTV, Fibra Óptica.

ABSTRACT

This undergraduate thesis covers the project of a GPON network aimed at urban video monitoring. Using a theoretical foundation on passive optical networks with Gigabit capacity, the advantages of this technology for CCTV monitoring are highlighted, along with a description of the components necessary for its operation. The benefits of using optical fiber are also presented, emphasizing its immunity to interference and its ability to transmit high-quality data. Additionally, the main components to be used in the project and the calculation of network attenuation are demonstrated..

Keywords: PON, GPON, CCTV Optical Fiber.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Fibras ópticas.....	3
2.2. Rede óptica passiva.....	5
2.2.1. Rede óptica passiva gigabit.....	6
2.2.2.1. Principais componentes.....	6
2.2.2.1.1. Terminal de Linha Optical.....	7
2.2.2.1.2. Distribuidor interno óptico.....	8
2.2.2.1.3. Unidade de rede óptica.....	8
2.2.2.1.4. Splitter óptico.....	9
2.2.2.1.5. Cabo de fibra óptica.....	10
2.2.2.1.6. Caixa de emenda óptica.....	11
2.2.2.1.7. Caixa de terminação óptica.....	12
2.2.2.1.8. Conectores.....	13
2.3. Circuito fechado de televisão (cftv).....	15
3. PROJETO DE REDE ÓPTICA PARA MONITORAMENTO URBANO.....	16
3.1 Descritivo da Região e Rede Projetada.....	17
3.1.1. Área de atendimento.....	17
3.1.2 Demarcação do Backbone e distribuição das CEOs.....	17
3.1.3 Cabo de distribuição e setorização das CTOs.....	18
3.1.4 Cabo de atendimento e distribuição de câmeras.....	19
3.2 Materiais Utilizados e Infraestrutura da rede.....	20
3.3 Cálculo de atenuação total da rede.....	21
4. CONCLUSÃO.....	23
4.1. Proposta de Trabalhos Futuros.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Estrutura de uma fibra óptica.....	3
Figura 2.2 – Rede de distribuição óptica.....	5
Figura 2.3 – Terminal de linha óptico (OLT).....	7
Figura 2.4 – Distribuidor interno óptico (DIO).....	8
Figura 2.5 – Unidade de rede óptico (ONU).....	9
Figura 2.6 – <i>Splitter</i> óptico.....	9
Figura 2.7 – Cabos ópticos.....	11
Figura 2.8 – Caixa de emenda óptica (CEO).....	12
Figura 2.9 – Caixa de terminação óptica (CTO).....	13
Figura 2.10 – Máquina de fusão.....	14
Figura 2.11 – Conectores.....	14
Figura 2.12 – Polímero do Conecto.....	15
Figura 3.1 – Localização do projeto.....	17
Figura 3.2 – Demarcação do <i>backbone</i> e CEOs.....	18
Figura 3.3 – Rede de distribuição e CTOs.....	19
Figura 3.4 – Cabos de atendimento e câmeras CFTV.....	20
Figura 3.5 – Cálculo de Atenuação da rede.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Principais parâmetros das fibras ópticas em sistema de videomonitoramento.....	4
Tabela 2.2. Principais características das topologias de rede EPON e GPON.....	6
Tabela 2.3. Nomenclatura de caracterização de cabos ópticos externos.....	11
Tabela 3.1. Quantitativo de material da rede GPON projetada para monitoramento.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS

CATV – *Cable Television Service* (Serviço de televisão a cabo)

CFTV – Circuito Fechado de TV

CEO – Caixa de Emenda Óptica

CTO – Caixa de Terminação Óptica

DIO – Distribuidor Interno Óptico

DSL – *Digital Subscriber Line* (Linha de assinante digital)

EPON – *Ethernet Passive Optical Network* (Rede óptica passiva Ethernet)

FTTB – *Fiber To The Building* (Fibra para o edifício)

FTTC – *Fiber To The Curb* (Fibra até o meio-fio)

FTTH – *Fiber To The Home* (Fibra para casa)

GPON – *Gigabit passive optical network* (Rede óptica passiva gigabit)

MM – Multimodo

OLT – *Optical Line Termination* (Terminação de linha óptica)

ONU – *Optical Network Unit* (Unidade de rede óptica)

SM – *Single mode* (Monomodo)

WDDM – *Dense Wavelength Division Multiplexing* (Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda Denso)

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de rede GPON (*Gigabit Passive Optical Network* – Rede Óptica Passiva Gigabit) tem se mostrado uma solução cada vez mais viável e eficiente para monitoramento urbano com CFTV (Circuito Fechado de TeleVisão). Considerando-se as complicações em instalações de redes de área local de cabeamento metálico de grande porte, como, por exemplo, os custos significativos de implantação, de atualização, as taxas limitantes de transmissão de dados e a necessidade do uso de equipamentos ativos ao longo da rede para compensar a curta distância atendida sem eles. A transmissão de dados por uma rede GPON é feita de forma passiva, ou seja, não necessita de uma fonte de energia ativa, diminuindo custos gerais de infraestrutura como, consumo de energia, implantação e manutenção de equipamentos e cabeamentos, também é capaz de oferecer uma alta taxa de transferência de dados e grande alcance, o que permite uma transmissão de imagens de alta qualidade em tempo real para monitoramento e segurança de áreas urbanas.

Nesse contexto, o uso de CFTV em conjunto com redes GPON pode ser uma solução muito interessante para a segurança pública, com monitoramento de áreas públicas, como ruas, praças e parques, além de prédios públicos e residenciais. Com essa solução, é possível ter uma visão ampla e detalhada de toda a área monitorada, permitindo uma atuação mais rápida e eficiente em caso de incidentes.

Diante disso, a aplicação de redes GPON no monitoramento urbano com CFTV pode ser uma solução eficiente e escalável para a segurança pública, contribuindo para prevenção e resolução de crimes e outras ocorrências urbanas. Inclusive, a Prefeitura Municipal de Goiânia está executando um projeto de implantação de 200 novas câmeras de videomonitoramento espalhados pela cidade. Tal projeto prevê a instalação de 280km de rede de fibra óptica para garantir a conectividade dos equipamentos, onde 188km já foram executados, segundo informações disponibilizadas no site da prefeitura.

Portanto, esse trabalho apresenta, através de fundamentação teórica o desenvolvimento de um projeto de monitoramento com fibra óptica utilizando tecnologia GPON alinhado ao sistema CFTV, em uma avenida de Goiânia – GO.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Ramos (2010, p.7) “Os operadores têm apostado na instalação das redes FTTH (*Fiber To The Home* – Fibra para Casa) cuja tecnologia mais utilizada é a GPON. Nesse tipo de redes a distribuição de sinal é feita por equipamentos sem qualquer eletrônica [...]”. Com os avanços tecnológicos, novas topologias sempre estão surgindo para redes FTTX (*Fiber To The “X”* – Fibra para o “X”) e GPON. A FTTX atualmente tem sido a tecnologia que os operadores mais estão utilizando para o mercado, possibilitando o transporte simultâneo através de uma única fibra uma série de serviços, como Internet com acesso mais rápido, telefonia e televisão, isso porque o acesso ao meio transmissão utilizado pela topologia GPON é o TDMA (*Time Division Multiple Access* - Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo).

“Pelo facto de serem redes passivas apresentam como grande vantagem a redução com os custos de exploração e manutenção, quando comparadas com as redes de CATV (*Cable Television Service* - Serviço de Televisão a Cabo) e xDSL (“X” *Digital Subscriber Line* - *Linha de Assinante Digital* “X”) (tecnologia avançada de transmissão analógica a qual permite transportar informação digital a elevadas velocidades através de pares de cobre, mediante sistemas de modulação-demodulação complexos)” (ALBUQUERQUE, 2018, p. 22).

Assim, de acordo com as citações anteriores, a arquitetura FTTX se sobressaem quando comparado as outras no que se refere a custos, manutenção, segurança, qualidade e velocidade no transporte de dados. Com isso, a fibra tem sido muito empregada para monitoramento CFTV, utilizando como rede óptica passiva com capacidade Gigabit, GPON.

Conforme (ROLIM, 2015), o princípio básico da PON é compartilhar a OLT (*Optical Line Termination* - Terminação da Linha Central Óptica) e da fibra do alimentador em tantas ONUs (*Optical Network Unit* - Unidades de Redes Óptica) quando forem possíveis, com o menor custo possível. A topologia GPON surgiu da necessidade de reduzir nos custos de operação e manutenção e utiliza um ou mais níveis de acopladores ópticos passivos para distribuir o sinal aos clientes em relação a outras arquiteturas. A arquitetura utilizada é a ponto multiponto que surgiu em função da redução nos custos de operação e manutenção quando comparadas com as outras arquiteturas.

De acordo com o guia de vídeo monitoramento urbano “Um sistema de videomonitoramento Urbano, em síntese, consiste em capturar a imagem de um lugar urbano remoto, transportar esta imagem para um local onde ela será gerenciada, exibida em tempo real e armazenada”. Assim, as topologias de CFTV se combinam no escopo da rede GPON, sabendo que a central requisita dados das câmeras a todo momento, e essas enviam dados constantes

para central. Com isso, o uso dessa topologia proporciona um uso reduzido da infraestrutura e mais inteligente, de forma que gera uma melhor utilização da capacidade de transmissão das fibras, sabendo os equipamentos podem ser conectados a uma mesma porta óptica.

2.1. FIBRAS ÓPTICAS

A fibra óptica é um filamento constituído principalmente de um material dielétrico (como a sílica SiO_2 ou plástico), em uma estrutura cilíndrica flexível e transparente e com dimensões microscópicas. Possui uma região central chamado núcleo, cercada por uma camada de mesmo material chamada casca. A capacidade desse filamento é guiar, em forma de luz, a energia eletromagnética confinada dentro de sua superfície, em uma direção paralela ao seu eixo (ALBUQUERQUE, 2018). A Figura 2.1 mostra a estrutura de uma fibra óptica.

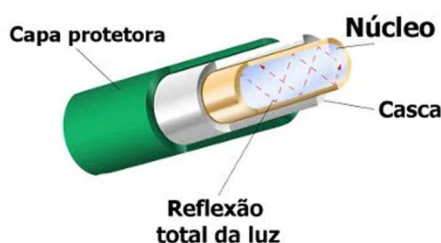


Figura 2.1 – Estrutura de uma fibra óptica.

Fonte: Site Brasil Escola

A fibra óptica oferece uma grande capacidade de transmissão, sendo capaz de transportar uma grande quantidade de informações que são necessárias em diversas aplicações contemporâneas, como HDTV (*High Definition Television* - Televisão de Alta Definição), jogos online e serviços médicos. Com o aumento da demanda por segurança em edifícios comerciais, condomínios residenciais e áreas urbanas, a instalação de sistemas de videomonitoramento se tornou uma necessidade. Para que esses sistemas funcionem adequadamente, é necessário que os sinais de vídeo sejam transmitidos com eficiência e qualidade, mesmo em longas distâncias. É nesse ponto que a fibra óptica se destaca.

Ao contrário dos cabos de cobre tradicionais, que podem sofrer interferências eletromagnéticas e perda de qualidade do sinal em longas distâncias, a fibra óptica é imune a interferências elétricas e pode transmitir dados a distâncias muito maiores sem perda de qualidade. Além disso, a fibra óptica pode transmitir dados em alta velocidade, o que é ideal para projetos de videomonitoramento em tempo real (CISCO. (s.d), 2023)

As propriedades de transmissão de uma fibra óptica são determinadas pelas suas características estruturais, pois elas desempenham um papel importante na forma como um sinal

óptico é afetado durante a propagação ao longo da fibra. A estrutura da fibra óptica influencia tanto a capacidade de transportar informações quanto a resposta da fibra a perturbações ambientais (AGRAWAL, 2014; KEISER, 2014).

As fibras ópticas são divididas em dois tipos básicos, são eles: MM (*Multi Mode* – Multimodo) e SM (*Single Mode* - Monomodo). O diâmetro do núcleo é o que faz a classificação. As fibras multimodo alcançam distâncias menores em comparação com a fibra monomodo, normalmente até 2km. O fato de possuírem um núcleo mais largo entre 50 ou 62,5µm, diminui a taxa de transmissão, pois a luz se propaga de maneira mais dispersa. Já a fibra monomodo tem um núcleo bem menor, variando entre 8 e 10µm. Essa variação na espessura do núcleo também determina qual comprimento de onda da luz é melhor para cada tipo de fibra, o que significa que dispositivos emissores de luz precisam ser projetados especificamente para cada tipo de fibra. As fibras multimodo geralmente operam melhor com comprimentos de onda na faixa de 850nm a 1300nm, enquanto as fibras monomodo geralmente exigem comprimentos de onda mais longos, na faixa de 1310nm a 1510nm. O tipo de fibra utilizado é baseado na distância que será necessário propagar o sinal, para distâncias até 2km a fibra multimodo pode ser utilizada, já para distâncias superiores a 2km, se faz necessário utilizar fibras monomodo (FURUKAWA ELETRIC, 2023).

A escolha de fibra para a rede projetada neste trabalho será a monomodo, levando em consideração as distâncias entre os pontos de monitoramento e os equipamentos, em sua maioria, maiores que 2km.

A Tabela 2.1, mostra as normas ITU-T Série G, referente aos sistemas de transmissão de mídia das fibras, nos seus aspectos construtivos e de qualidade de transmissão.

Parâmetros	Multimodo	Monomodo
Comprimento de Onda	850 – 1300 nm	1300-1550 nm
Fonte de Iluminação	LED	Laser
Taxa de Transmissão	10 Gb	>100 Gb
Distância	2 Km	>10 Km
Implantação	Simples/baixo custo	Complexa/alto custo
Manutenção	Simples/baixo custo	Complexa/alto custo

Tabela 2.1 – Principais parâmetros das fibras ópticas em sistemas de videomonitoramento.

Fonte: Guia Nacional de Videomonitoramento Urbano.

2.2. REDE ÓPTICA PASSIVA

A rede PON (*Passive Optical Network* – Rede Óptica Passiva) é uma tecnologia que é usada exclusivamente em redes de fibra óptica. Isso ocorre porque a rede PON utiliza divisores ópticos passivos para distribuir o sinal de luz entre os usuários finais, e esses divisores ópticos são projetados especificamente para trabalhar com fibras ópticas.

A utilização de comprimento de onda é a base de uma rede óptica passiva, que emprega a tecnologia WDDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing* - Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda Densa) para transmissão bidirecional por meio de uma única fibra óptica. Diferentemente dos sistemas de comunicação óptica convencionais, que utilizam componentes ativos, a rede óptica passiva utiliza apenas componentes passivos colocados no caminho de transmissão da rede, orientando o fluxo de sinais ópticos entre a central de controle da rede e o cliente.

A rede óptica passiva é compatível com tecnologias padronizadas de acesso, que utilizam protocolos específicos para controlar o acesso de múltiplos usuários. Esse controle é realizado por meio da divisão do tempo entre os clientes conectados à mesma rede. A PON é uma tecnologia de rede que conecta o provedor ao local de destino, utilizando arquiteturas FTTx. O “x” em questão pode ser FTTH, que será arquitetura considerada no projeto, ilustrada na Figura 2.2.

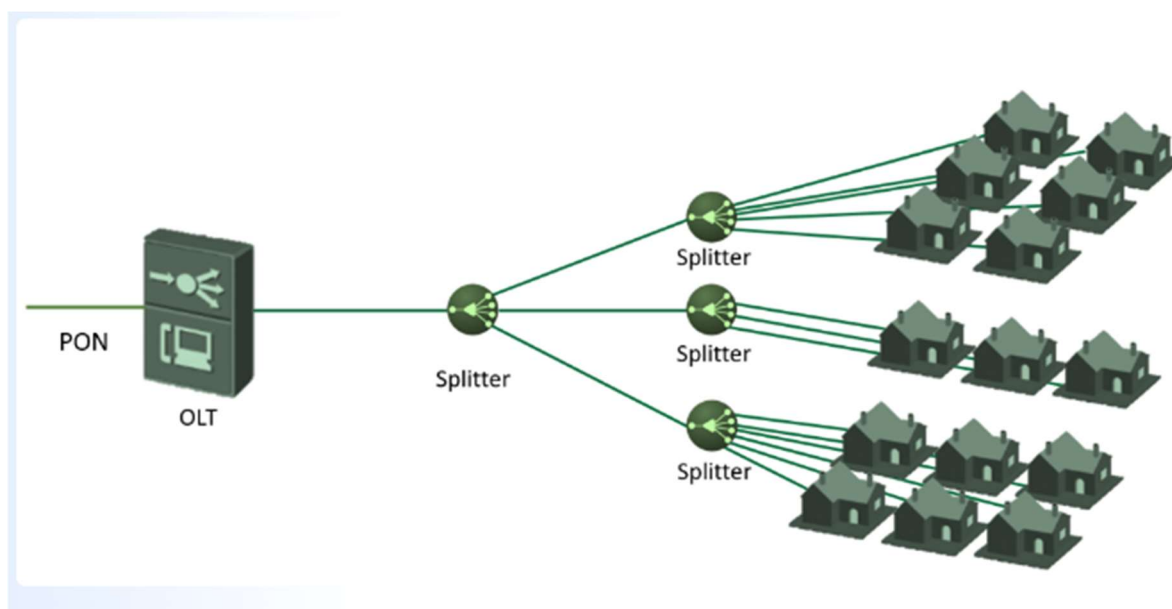


Figura 2.2 - Rede de distribuição óptica

Fonte: Site SEMEO

2.2.1. Rede Óptica Passiva Gigabit

As redes GPON são altamente valorizadas no mercado de telecomunicações, deixando outras tecnologias, como a EPON (*Ethernet PON*), em desvantagem. A Tabela 2.2 mostra uma comparação entre ambas. O sucesso do GPON pode ser atribuído a vários fatores, incluindo sua capacidade de suportar uma ampla variedade de serviços e aplicações, como envio unidirecional de vídeo e TV do tipo *unicast* e *broadcast*. Além disso, a tecnologia pode ser integrada a várias arquiteturas de rede, como FTTB (*Fiber To The Bulding* - Fibra até o Prédio) e FTTC (*Fiber To The Curb* - Fibra até a Calçada), bem como o acesso residencial FTTH.

As evoluções e padronizações contínuas do GPON oferecem novas funcionalidades e facilidades que suportam as futuras redes de acesso de banda larga e serviços. A próxima fase da evolução visa a aumentar a taxa de bits, passando dos atuais 2,5Gbps para 10Gbps no *downstream*. E, dos atuais 1,25Gbps para 2,5Gbps no *upstream*. A migração para esses novos sistemas será possível com o planejamento adequado do uso de comprimentos de onda que permitam a coexistência de múltiplos GPONs na mesma rede óptica. (*ITU-T Recommendations G.984.1-5*).

CARACTERÍSTICAS	EPON	GPON
Padrão	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.1-6
Tipo de Fibra	Monomodo (ITU-T G.652)	Monomodo (ITU-T G.652)
Comp. De onda p / funcionamento	Downstream:1490nm Upstream:1310nm	Downstream:1490nm Upstream:1310nm
Nº de fibras por ONU	1	1
Nº máx de divisões por porta PON	64	64/128
Máximo alcance	10 km (prev. 20km)	20km
Máxima inserção de perdas	15/20dB	15/20/25dB
Modo de tráfico	Ethernet	ATM, Ethernet, TDM
Arquitetura de Transmissão	Ethernet (simétrica)	Simétrica, assimétrica

Tabela 2.2 - Principais características das topologias de rede EPON e GPON.

Fonte: Próprio autor.

2.2.2.1. Principais Componentes

A ideia principal da rede projetada utilizando tecnologia PON é a ausência de componentes que precisam de energia elétrica para o funcionamento entre núcleo da rede e o elemento de acesso, nesse caso as câmeras para monitoramento, levando sinal de alta

velocidade a distâncias de até 20 Km. A central provedora de serviço alimenta a fibra com o sinal óptico que será dividido pelo *splitter* até chegar ao destino final, onde estará situada as ONUs. Para alimentação da rede de monitoramento projetada os principais componentes serão descritos a seguir.

2.2.2.1.1. Terminal de Linha Óptica

A OLT é um equipamento que possui diversas funções importantes em uma rede de fibra óptica. Ele é responsável por conectar os usuários à central, transmitir dados, voz e vídeo da operadora para os usuários conectados na rede, gerenciar a comunicação de dados, controlar a largura de banda alocada para cada usuário e realizar alocação dinâmica de largura de banda, se necessário (SILVA, 2012).

Além dessas funções, a OLT processa os sinais GPON, que são protocolos de rede que permitem a transmissão de dados por fibra óptica, realiza a sincronia entre as ONUs e executa verificações de segurança para garantir a privacidade e a integridade dos dados transmitidos na rede. Ou seja, a OLT é um componente essencial para o funcionamento eficiente de uma rede de fibra óptica e é responsável por várias tarefas críticas para a comunicação entre operadora e usuário. A Figura 2.3 mostra um exemplo de OLT.



Figura 2.3 – Terminal de Linha Óptico (OLT)

Fonte: EFURUKAWA.COM

2.2.2.1.2. Distribuidor Interno Óptico

O DIO (Distribuidor Interno Óptico) é um dispositivo utilizado para receber o cabo de fibra óptica proveniente da OLT, foi projetado para proteger e facilitar a instalação do cabeamento da rede. Ele oferece uma solução para acomodar o cabo óptico, organizando e armazenando de maneira segura, simplificando o manuseio.

Normalmente, o DIO tem capacidade para suportar até 72 fusões de fibras, dependendo do fabricante. As fibras ópticas são direcionadas para o DIO e abrigadas em sua carcaça, onde ocorre a emenda, resultando em conectores ópticos disponíveis para conexão (OLIVEIRA, 2017). A Figura 2.4 mostra um DIO.



Figura 2.4 - Distribuidor Interno Óptico (DIO)

Fonte: EFURUKAWA.COM

2.2.2.1.3. Unidade de Rede Óptica

A ONU é um equipamento que tem por finalidade processar os dados fornecidos pela OLT, recebendo em sinais ópticos e converter em sinais elétricos. No contexto de sistemas de monitoramento, é instalada uma ONU em cada poste que contenha câmeras para o monitoramento, são armazenadas dentro dos armários que são fixados nesses mesmos postes. A Figura 2.5, ilustra uma ONT conforme o padrão GPON (ITU-T G.984), é um equipamento com uma interface óptica para conexão à rede PON, duas interfaces metálicas Ethernet RJ-45 para conexão à rede de dados do assinante e uma interface metálica FXS RJ-11 para conexão ao serviço VoIP (*Voice over Internet Protocol* – Voz Sobre Protocolo da Internet).



Figura 2.5 – Unidade de Rede Óptica (ONU)

Fonte: EFURUKAWA.COM

2.2.2.1.4. Splitter Óptico

O dispositivo óptico conhecido como divisor, comumente chamado de *splitter*, é utilizado para dividir o sinal em um fator de 2^n , onde "n" é o número de divisões desejadas. O *splitter* é essencial em uma rede PON, pois permite a construção de uma rede ponto-multiponto através da divisão do sinal. Existem dois tipos de *splitters*: balanceados e não balanceados. Os *splitters* balanceados realizam uma divisão igual do sinal para todas as fibras subsequentes, ou seja, o sinal óptico é dividido em sinais posteriores de igual intensidade, sendo amplamente utilizados em redes PON. Por outro lado, os *splitters* não balanceados são utilizados em rotas que requerem uma divisão desigual entre as fibras (BARRETO, 2014).

A Figura 2.6, mostra um *splitter* que recebe uma fibra e divide o sinal em quatro partes iguais, destinando para outras fibras. Existe *splitter* que divide o sinal em até 64 partes iguais.



Figura 2.6 – Splitter Óptico

Fonte: EFURUKAWA.COM

2.2.2.1.5. Cabo de Fibra Óptica

Os cabos ópticos podem ser divididos em cinco categorias, sendo elas: Cabos Ópticos Externos, Cabos Ópticos Terminação, Cabos Ópticos de Acesso, Cabos Ópticos Internos e Cordões Ópticos. A escolha para o cabo óptico ideal é definida pelo tipo de ambiente e aplicação que o cabo será instalado. Para auxiliar a definir padrões de qualidades e requisitos mínimos, existem as normas chamadas de NBR (Normas Brasileiras) definidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A Figura 2.7, ilustra alguns tipos de cabos com diferentes quantidades de filamentos ópticos.

Para o projeto da rede será considerado o cabo óptico externo do tipo CFOA-SM-AS-80-n°F-NR, o significado de cada sigla pode ser acompanhado na tabela 2.3, esses cabos são utilizados em instalações externas, onde realizam a conexão entre a central provedora de internet, passando pela CEO (Caixa de Emenda Óptica) (rota conhecida como *backbone*), até uma CTO (Caixa de Terminação Óptica) (rede de ramificação). Devido ao ambiente mais agressivo e à exposição a condições climáticas adversas, esses cabos precisam ser mais robustos e resistentes à ação do sol e às intempéries. Eles são construídos de forma autossustentada, seguindo as normas NBR 14160 para vãos de até 200 metros ou NBR 15330 para vãos mais longos. Podem ser instalados por dutos ou fixados em torno de cordoalhas, conforme estabelecido pela norma NBR 14566.

Também serão considerados os cabos ópticos de terminação, esses cabos são utilizados a partir de uma CTO até as câmeras. Eles possuem a mesma proteção que os cabos externos, porém atendem aos requisitos de flamabilidade dos cabos internos. Esses requisitos de flamabilidade são importantes para prevenir a propagação de incêndios em ambientes fechados, além de controlar a emissão de fumaça e elementos tóxicos presentes nessa fumaça.

Esses cabos são instalados em dutos ou fixados em cordoalhas de acordo com a norma NBR 14772. Além disso, podem possuir proteção anti-roedor de acordo com a norma NBR 15108 para proteção metálica, ou proteção dielétrica conforme a norma NBR 16164. A Figura 2.7, ilustra alguns tipos de cabos ópticos com quantidades diferentes de filamentos.



Figura 2.7 – Cabos Ópticos

Fonte: Fiberhome - WDC Networks

Nomenclatura de caracterização	Significado
CFOA	Cabo de Fibra Óptica de Acrílico, revestido com acrilato
SM	(Single Mode): Tipo monomodo
AS	Auto Sustentado.
80	Cabo suporta tração exercida em vãos de até 80 metros.
n°F	Número de filamentos de fibra que o cabo possui.
NR	Cabo é não retardante à chama; queima facilmente

Tabela 2.3 – Nomenclatura de caracterização de cabos ópticos externos.

Fonte: Próprio autor.

2.2.2.1.6. Caixa de Emenda Óptica

A CEO desempenha o papel de abrigar dois ou mais cabos ópticos que foram unidos por fusão. Ela é responsável por proteger as emendas ópticas resultantes da fusão entre o cabo *backbone* e os cabos de derivação da rede de distribuição óptica, garantindo seu isolamento do ambiente externo e oferecendo resistência à água e outros materiais provenientes do meio ambiente. A CEO pode variar em tamanho e formato, sendo adaptada às necessidades específicas de cada tecnologia utilizada (OLIVEIRA, 2017). A Figura 2.8, demonstra a estrutura da CEO para vias aéreas com capacidade para até 36 fibras.



Figura 2.8 – Caixa de Emenda Óptica (CEO)

Fonte: EFURUKAWA.COM

2.2.2.1.7. Caixa de Terminação Óptica

A CTO desempenha a função de distribuir o cabeamento óptico destinado as câmeras, proporcionando a acomodação e proteção de emendas ópticas resultantes da fusão entre o cabo de distribuição e os cabos drops em uma rede óptica de terminação. Além disso, ela oferece gerenciamento e armazenamento de adaptadores ópticos para conexões de saída e possui um sistema de vedação mecânica. A Figura 2.9, mostra o modelo da CTO considerada para o projeto, contento uma bandeja de emenda com capacidade para 8 fusões.



Figura 2.9 - Caixa de Terminação Óptica (CTO)

Fonte: EFURUKAWA.COM

2.2.2.1.8. Conectores Ópticos

Ao lidar com vários cabos ópticos, muitas vezes é necessário realizar junções entre eles. No entanto, nem todas as fibras são compatíveis devido a diferenças de diâmetro ou características, conforme as normas da ITU. Existem dois métodos de emenda: fusão e conectorização. A fusão é um método de emenda no qual um aparelho específico, ilustrado na Figura 2.10, é utilizado para realizar a junção correta das fibras, alinhando seus núcleos. Na prática, espera-se uma perda de cerca de -0,1dB por fusão (ALBUQUERQUE, 2018).



Figura 2.10 – Máquina de fusão

Fonte: Fujikura Ltda

Na conectorização é utilizado um dispositivo que faz esta junção de maneira mecânica (BARRETO, 2014). São dois tipos de conectores: conector SC/PC (cor azul) e conector SC/APC (cor verde), conforme mostrado na Figura 2.11, admite-se uma perda de $-0,7\text{db}$ por par de conectores.

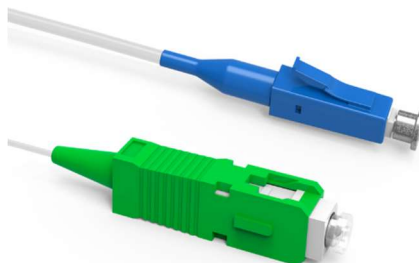


Figura 2.11 - Conectores

Fonte: dttelecom.com

Um conector óptico é composto por um plugue e pela estrutura de cabeamento, que utiliza pequenas fibras de vidro ou plástico. Os termos PC (*Physical Contact* - Contato Físico) e APC (*Angled Physical Contact* - Contato Físico Angular), refere-se ao tipo de polimento do conector. Enquanto o conector PC possui uma área de contato que é polida em formatação convexa, possibilitando o contato entre as superfícies sem deixar espaço para interferência de partículas, o polimento APC trabalha com extremidade angulares, proporcionando assim uma

conexão mais firme, fazendo com que a transmissão de dados adote uma velocidade superior. (ISP BLOG, 2016).

A Figura 2.12a apresenta uma visão mais detalhada do polimento do conector do tipo PC ao ser conectado a outro conector do mesmo tipo. Da mesma forma, a Figura 2.12b mostra um conector com polimento APC sendo conectado a outro conector do tipo APC. Nesse caso, o sinal de retorno óptico é direcionado para a casca do conector, resultando em perda do sinal. Quando esse sinal retorna na mesma direção do sinal óptico, como mostrado na Figura 2.12a, ele pode causar interferência no sinal luminoso. (ALBUQUERQUE, 2018)

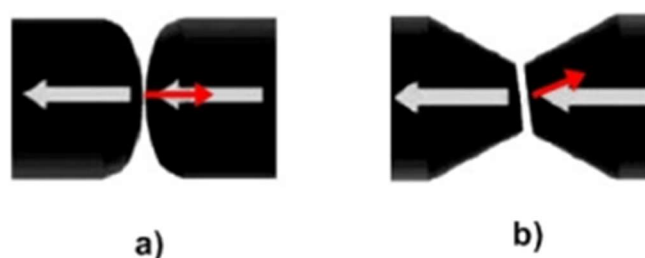


Figura 2.12 – Polimento do Conector

Fonte: ALBUQUERQUE, 2018

2.3. CIRCUITO FECHADO DE TELEVISÃO (CFTV)

O sistema CFTV (Circuito Fechado de Televisão) é uma solução de segurança amplamente utilizada para videomonitoramento em diversos ambientes. Segundo o Guia Nacional de Videomonitoramento Urbano, o sistema CFTV oferece a capacidade de capturar, visualizar, gravar e armazenar imagens e vídeos em tempo real, permitindo a vigilância e o controle de áreas específicas. Com o uso de câmeras de segurança estrategicamente posicionadas e equipamentos de gravação, o sistema CFTV oferece uma poderosa ferramenta de monitoramento que auxilia na prevenção de crimes, na detecção de atividades suspeitas e no aumento da segurança no local.

Ao utilizar tecnologias como câmeras analógicas, câmeras IP e câmeras HD, o sistema CFTV é capaz de monitorar ambientes internos e externos, oferecendo recursos avançados, como visão noturna, detecção de movimento, detecção facial, leitura de placas veiculares, busca forense em vídeos gravados. As imagens capturadas podem ser visualizadas em tempo real em monitores dedicados ou até mesmo em dispositivos móveis, proporcionando flexibilidade e mobilidade aos operadores de segurança. (PEREIRA, 2019)

Além do monitoramento em tempo real, o sistema CFTV permite a gravação contínua ou por eventos, garantindo que todas as atividades sejam registradas e possam ser revisadas

posteriormente, caso necessário. Essas gravações são armazenadas em dispositivos de armazenamento, como DVRs (gravadores de vídeo digital) ou NVRs (gravadores de vídeo em rede), proporcionando um histórico valioso para análises forenses ou investigações.

Dessa forma, o sistema CFTV para videomonitoramento é uma solução de segurança versátil e poderosa que utiliza câmeras, equipamentos de gravação e tecnologias avançadas para fornecer vigilância, controle e proteção em tempo real. Com sua capacidade de capturar e armazenar imagens, o sistema CFTV desempenha um papel essencial na prevenção de crimes, na segurança de pessoas e bens, e na manutenção da tranquilidade em diversos ambientes.

3. PROJETO DE REDE ÓPTICA PARA MONITORAMENTO URBANO

O presente capítulo tem como objetivo abordar os procedimentos essenciais para a elaboração de um projeto de rede de videomonitoramento urbano, com foco na implantação de uma rede GPON na Avenida Genésio de Lima Brito, situada no setor Jardim Balneário Meia Ponte, em Goiânia-GO. Este projeto ganha relevância devido à implantação do BRT Norte - Sul, uma importante iniciativa de mobilidade urbana na região.

A concepção de uma rede de videomonitoramento urbano requer uma abordagem criteriosa, considerando as particularidades da localização e as demandas específicas de segurança e vigilância da região. Nesse contexto, a implementação de uma rede GPON se mostra como uma solução adequada, oferecendo vantagens significativas em termos de largura de banda, confiabilidade e escalabilidade.

A Avenida Genésio de Lima Brito é uma via estratégica para o projeto BRT Norte - Sul, e, por consequência, necessita de um sistema de videomonitoramento eficiente para garantir a segurança dos usuários e do transporte público. A rede GPON possibilitará a transmissão em tempo real de imagens de alta qualidade, permitindo o monitoramento contínuo e a tomada de ações preventivas em caso de ocorrências.

A elaboração deste projeto requer uma análise minuciosa das necessidades específicas, levando em consideração aspectos como a distribuição estratégica das câmeras, a infraestrutura de suporte necessária, a capacidade de armazenamento de dados e a integração com os sistemas de segurança existentes.

3.1. DESCRITIVO DA REGIÃO E REDE PROJETADA

3.1.1. Área de Atendimento

O projeto tem como objetivo atender ao trecho do BRT Norte - Sul, que se estende desde a Avenida Genésio de Lima Brito até a Avenida Horácio Costa e Silva, como ilustrado na Figura 3.1. Devido ao impacto dessa nova implantação de mobilidade na região, o projeto propõe a utilização de uma rede GPON para fins de monitoramento, visando não apenas garantir a segurança dos usuários. Com a transição em andamento na mobilidade da região, tornou-se evidente a necessidade de suporte por meio de tecnologias disponíveis, como é o caso da rede GPON. Essa solução permite não só detectar possíveis atividades criminosas, mas também monitorar comportamentos suspeitos e avaliar as condições do trânsito, entre outros fatores de extrema importância.



Figura 3.1 – Localização do projeto

Fonte: Google Earth, 2023.

3.1.2. Demarcação do *Backbone* e Distribuição das CEOs

O termo "*backbone*", também conhecido como rede de alimentação, refere-se à espinha dorsal da rede. Em outras palavras, o *backbone* é o segmento que conecta o POP (Ponto de Presença) às CEOs. Essa característica torna o *backbone* um dos principais elementos da rede,

uma vez que qualquer interrupção nessa conexão resultará na perda do sinal em todos os elementos subsequentes. Para o cabo *backbone* projetado foi considerado CFOA-SM-AS-80-24F-NR.

Uma caixa de emenda óptica deve ser localizada num determinado local que facilite ativar as CTOs. Nelas são feitas fusões entre dois cabos ópticos e são encontrados *splitters* 1 para 8, com a função de dividir a fibra em até oito filamentos ópticos. A Figura 3.2, demonstra como ficou projetado o *backbone* na cor verde, assim como as caixas de emendas que são alimentadas por ele.



Figura 3.2 – Demarcação do Backbone e CEOs

Fonte: Google Earth, 2023

3.1.3. Cabo de Distribuição e Setorização das CTOs

Para os cabos de distribuição foram considerados cabos CFOA-SM-AS-80-06F-NR na cor azul, que tem a função de levar o sinal da caixa de emenda até as CTOs, como ilustrado na Figura 3.3. Nas CTOs escolhidas para o projeto também são presentes *splitters* 1 para 8, sendo assim uma CTO pode alimentar até oito câmeras.



Figura 3.3 - Rede de Distribuição e CTOs

Fonte: Fonte: Google Earth, 2023

3.1.4. Cabo de Atendimento e Distribuição de Câmeras

No último estágio do processo, a rede de atendimento realiza a interconexão final entre os CTOs e as ONUs, por sua vez, levam o sinal até as câmeras de monitoramento. É nesse ponto que as caixas de terminação são instaladas, proporcionando às câmeras de monitoramento o acesso à rede. Dependendo do modelo, as CTOs podem utilizar fusão ou outros métodos de conexão. A Figura 3.4 ilustra a distribuição dos cabos de atendimento e a posição das câmeras, que foram estrategicamente colocadas para cobrir as entradas e saídas dos terminais de ônibus, bem como os principais cruzamentos ao longo da avenida. Para cada ponto de monitoramento selecionado, foram consideradas duas câmeras.



Figura 3.4 – Cabos de atendimento e Câmeras CFTV

Fonte: Google Earth, 2023

3.2. MATERIAIS UTILIZADOS E INFRAESTRUTURA DA REDE

Os materiais e seus quantitativos utilizados na infraestrutura da rede óptica estão descritos na Tabela 3.1. Vale ressaltar, que a rede foi projetada de forma a atender futuras ampliações, considerando assim fibras reservas que podem ser utilizadas posteriormente, sem necessidade de fazer trocas de equipamentos ou cabos.

A forma como os equipamentos são alocados nos postes pode ser conferida no Anexo I, para melhor compreensão.

Também estará demonstrado no Anexo II, a planta do projeto em autocad com todos os postes da concessionária de energia necessários para lançamento da fibra e alocação dos equipamentos, os postes foram retirados da base de postes disponibilizada pela própria concessionária de energia em formato kmz, com número de identificação, altura e potência, assim como suas coordenadas geográficas, no total serão utilizados 61 postes.

Material	Quantidade
Cabo CFOA-SM-AS-80-24F-NR	1843 m
Cabo CFOA-SM-AS-80-06F-NR	743 m
Cabo UTP Cat6	940 m
CEO (1x8)	03 Un
CTO (1x8)	04 Un
ONU	04 Um
DIO (24 fibras)	01 Un
OLT (16 fibras)	01 Un
Poste metálico reto circular 7m	06 Un
Armário de Equipamentos	06 Un
Câmeras do tipo Bullet	14 Un

Tabela 3.1 – Quantitativo de material da rede GPON projetada para monitoramento.

Fonte: Próprio Autor

3.3. CÁLCULO DE ATENUAÇÃO TOTAL DA REDE

Após obter todas as informações sobre as distâncias dos cabos e equipamentos utilizados, neste capítulo, será realizado o cálculo de atenuação da rede projetada para determinar a perda total de transmissão da fibra, utilizando o método de perda de inserção. O resultado desse cálculo será crucial para avaliar se a rede projetada funcionará adequadamente.

O cálculo de atenuação leva em consideração as perdas geradas pelos equipamentos. É necessário somar as perdas de acordo com a distância da fibra em quilômetros, a quantidade de *splitters* que dividem o sinal, a quantidade de emendas por fusão e a quantidade de conectores. Cada um desses elementos é multiplicado pelo seu respectivo valor de perda, que é fornecido nas descrições de cada equipamento.

Ao somar todas essas perdas e subtraí-las da potência do transmissor, obtemos o sinal resultante que chegará até a ONU. Esse cálculo permitirá avaliar se a intensidade do sinal é adequada para garantir a transmissão eficiente dos dados ao longo da rede projetada. Os resultados podem ser conferidos na Figura 3.5. A equação que ilustra os cálculos da Figura 3.5, pode ser acompanhada a seguir,

$$AT = \sum_{i=1}^n \left[P_T - [(D_F * x_1) + (P_{spl} * x_2) + (E_f * x_3) + (C_f * x_4) + M_s] \right]$$

Onde,

n é a quantidade de equipamentos no circuito da rede.

P_T é a Potência do Transmissor.

D_F é a Distância da Fibra.

x_1 é a perda em dB referente a distância da fibra.

P_{spl} é a quantidade de Splitter.

x_2 é a perda em dB no Splitter.

E_f é a quantidade de Emendas por fusão.

x_3 é a perda em dB de emendas por fusão.

C_f é a quantidade de conectores na fibra.

x_4 é a perda em dB do conector.

M_s é a Margem de segurança.

É importante realizar esse cálculo de atenuação para garantir que o sinal transmitido seja forte o suficiente para alcançar a ONU e evitar perdas significativas ao longo da rede. Isso contribuirá para a funcionalidade e o desempenho adequado do sistema de transmissão de dados.

Perdas (dB) de acordo com o datasheet dos equipamentos	Qtd	Perda (dB)							
Distância da fibra (Km):	1.882	0.35							
Qtd de Splitters 1x2:	0	3.5							
Qtd de Splitters 1x4:	0	7.3							
Qtd de Splitters 1x8:	2	10.5							
Qtd de Splitters 1x16:	0	14							
Qtd de Splitters 1x32:	0	17.5							
Qtd de emendas por fusão	4	0.1							
Qtd de emendas mecânicas:	0	0.1							
Qtd de conectores:	2	0.5							
Margem de segurança (dB):	3								
Potência Transmissor (dBm):	7								
Sensibilidade do Receptor (dBm):	-30								
Orçamento de potência (dBm):	37								
Link Loss (dB):	26.0587								

Sinal ONU

-19.06 dBm

Sinal máximo de chegada na ONU

Margem de potência

10.941 dB

Quanto de potência vai sobrar descontando todas as perdas.

Figura 3.5 – Cálculo de Atenuação da rede

Fonte: Próprio autor

O cálculo considerou a câmera que estava localizada a maior distância do POP. Para esse cálculo, levou-se em conta a ONU modelo LD111-21R, ilustrada na Figura 2.5, que possui uma sensibilidade máxima de -27 dBm e uma saturação de -8 dBm.

Com base nessas informações, o sinal calculado de -19,06 dBm está dentro da faixa de potência que a ONU é capaz de receber. Além disso, há uma margem de potência de 10,9 dB disponível na rede, que pode ser utilizada para ampliar o alcance da rede ou adicionar outros dispositivos.

Essa análise demonstra que o sinal calculado é adequado para atender às necessidades da ONU e ainda oferece uma margem de segurança para possíveis expansões futuras. Isso

garante um desempenho confiável e estável da rede de videomonitoramento, assegurando que a ONU seja capaz de receber e processar os dados da câmera de forma eficiente.

4. CONCLUSÃO

O embasamento teórico desse trabalho desempenhou um papel crucial no seu desenvolvimento. Através desse estudo, foram adquiridos conhecimentos que abrangeram os princípios relacionados ao funcionamento de uma rede GPON voltada para videomonitoramento. Essa ampla compreensão do assunto proporcionou competências significativas sobre todos os tópicos abordados.

Na prática, a topologia GPON apresenta várias características positivas que são altamente benéficas para o cenário atual, que demanda cada vez mais largura de banda. Com a melhoria contínua na qualidade dos serviços de dados, voz e vídeo, há uma crescente necessidade de maior capacidade de transmissão. As fibras ópticas oferecem uma vantagem significativa, sendo imunes a interferências externas, o que resulta em uma transmissão de serviços com excelente qualidade.

O projeto de uma rede GPON para videomonitoramento urbano demonstrou sua eficiência e o impacto positivo que pode trazer para uma cidade. Além de oferecer maior segurança aos cidadãos, a implementação dessa rede contribui para a melhoria da infraestrutura e aprimoramento dos serviços de monitoramento.

4.1. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de trabalhos futuros pode-se estudar a integração de tecnologias emergentes para aprimorar o videomonitoramento, como Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT), podem ser integradas à rede GPON para melhorar a eficácia do videomonitoramento, permitindo análises mais avançadas e melhorando a tomada de decisões em tempo real.

A incorporação de técnicas de IA na infraestrutura GPON permite a análise automatizada e avançada dos dados de videomonitoramento. Algoritmos de aprendizado de máquina podem ser empregados para detecção automática de eventos, reconhecimento de padrões, identificação de objetos e comportamentos suspeitos, proporcionando uma resposta rápida a situações críticas.

A Internet das Coisas (IoT) pode ser integrada à rede GPON através de sensores inteligentes. Esses sensores podem coletar dados adicionais do ambiente, como condições climáticas, níveis de poluição e movimentação de pedestres. Essas informações contextualizadas podem aprimorar a compreensão do contexto ao redor das câmeras de monitoramento, melhorando a precisão das análises.

A integração dessas tecnologias possibilita a tomada de decisões em tempo real com base em análises instantâneas dos dados coletados. Em situações críticas, sistemas automatizados podem acionar respostas imediatas, como alertas de segurança, notificações às autoridades competentes ou ajustes dinâmicos na configuração das câmeras de vigilância.

A integração dessas tecnologias emergentes não apenas eleva a eficácia do videomonitoramento, mas também estabelece as bases para futuras inovações no campo da segurança urbana, proporcionando ambientes urbanos mais seguros e inteligentes. Essa abordagem sinérgica entre IA, IoT e redes GPON representa uma linha de pesquisa promissora e essencial para enfrentar os desafios contemporâneos de segurança e monitoramento.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A.M. **Projeto e análise de uma rede GPON**. 2018. 98f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação) - Universidade Federal do Ceará - campus Sobral, Sobral, 2018.

AGRAWAL, G. P. **SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO POR FIBRA ÓPTICA**. 4a edição. ed.[S.l.]: Elsevier, 2014. volume.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Guia Nacional de Videomonitoramento Urbano nº 132349**. Relator: José Bueno Filho. Brasília, DF. Síntese das Atuais Tecnologias Aplicadas em Sistemas de Videomonitoramento Urbano. Brasília, 20 dez. 2010. p.1-38.

BARRETO, R. G. **Redes FTTX no Brasil**. In: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. DISSERTAÇÃO. [S.l.], 2014. p. 10–45.

Cisco. (2023). **Configurando Equipamentos para Tráfego de Área Local**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/optical/synchronous-digital-hierarchy-sdh/29000-db-29000.html

EFURUKAWA.COM. **Produtos**. Disponível em: <http://www.efurukawa.com>.

GOIÂNIA. Prefeitura Municipal de Goiânia. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

ISPBLOG. PC e APC: **Principais características de cada Conector Óptico**. 2016. Disponível em: <<https://www.ispblog.com.br/2016/11/11/pc-e-apc-principais-caracteristicas-de-cada-conector-optico/>>.

KEISER, G. **Comunicações por Fibras Ópticas**. 4a edição. ed. [S.l.]: Mc Graw Hill, bookman, 2014. volume.

OLIVEIRA, E. F. D. **Projeto de rede Óptica em Âmbito municipal com sistema fttb e aplicação gpon**. In: CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DO QUIXADÁ. [S.l.], 2017. p. 420.

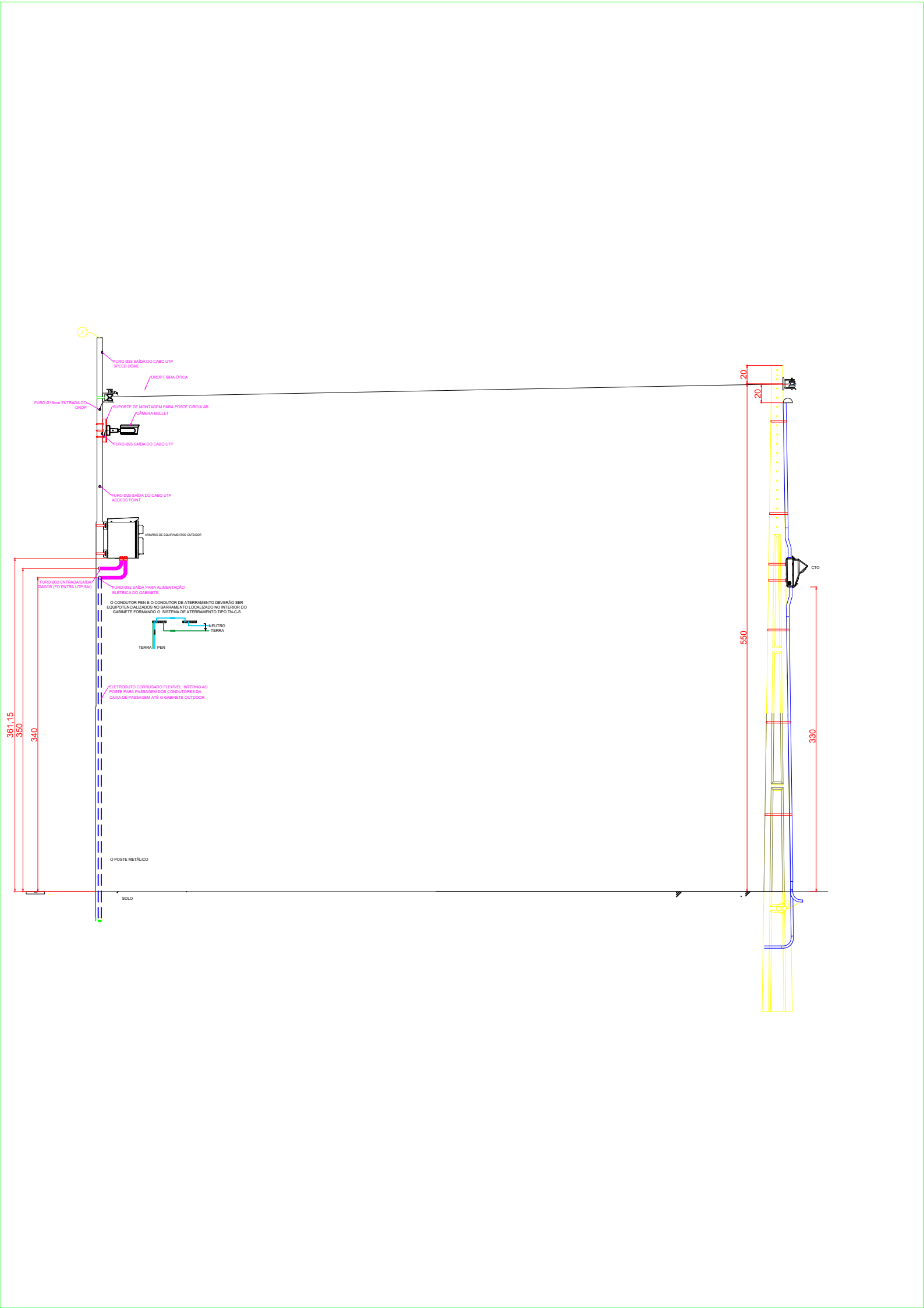
PEREIRA, Felipe Silva. **Análise do Sistema de Videomonitoramento Urbano Implantado em Goiânia**. ed. Instituto Federal de Goiás. Goiânia, 2021.

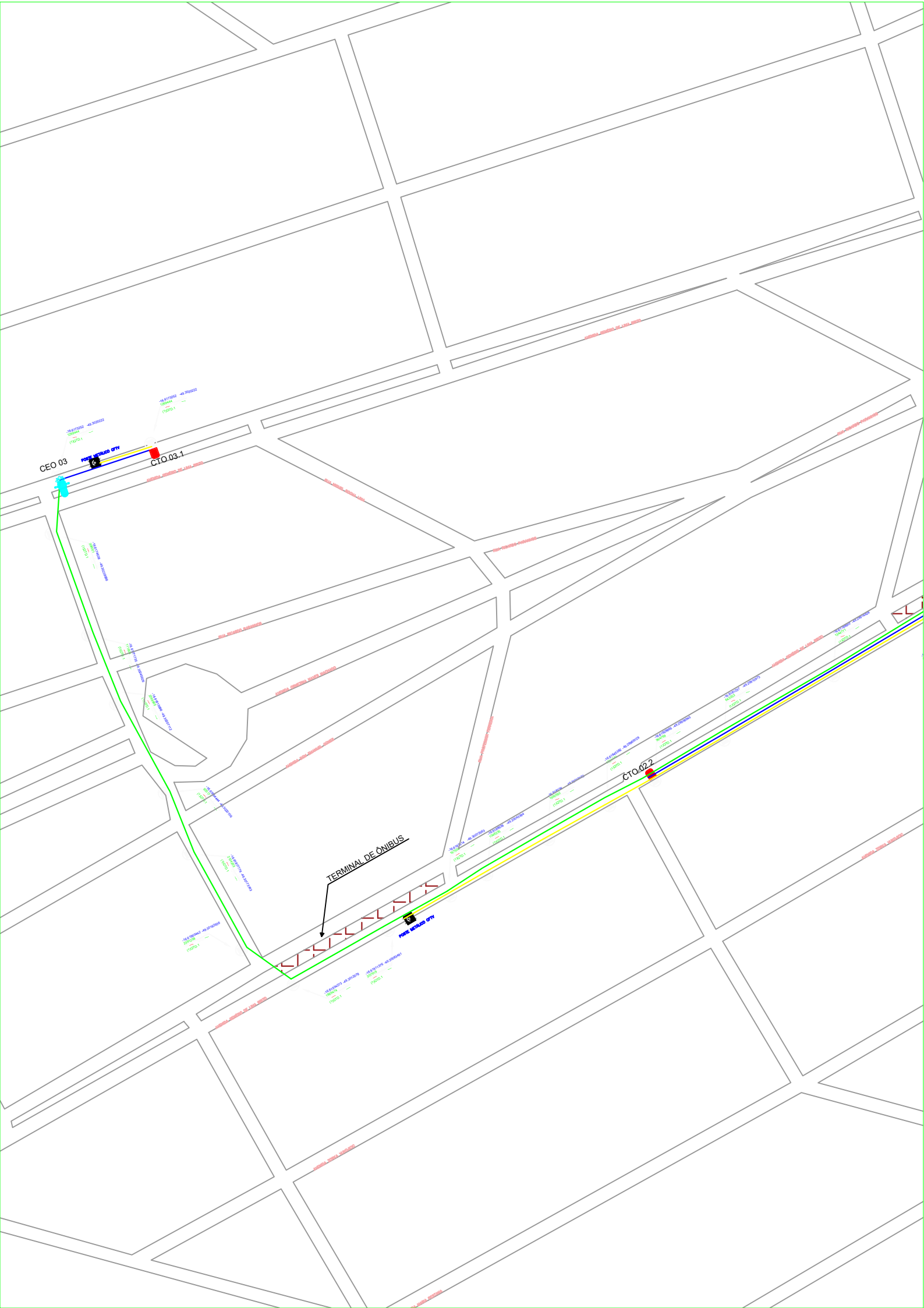
RAMOS, Sérgio Filipe Carvalho. **Redes “Fiber To The Home – FTTH”**: despertar de novos serviços de telecomunicações. Euro À Terra, Porto, v. 8, n. 8, p. 6-43, jul. 2010.

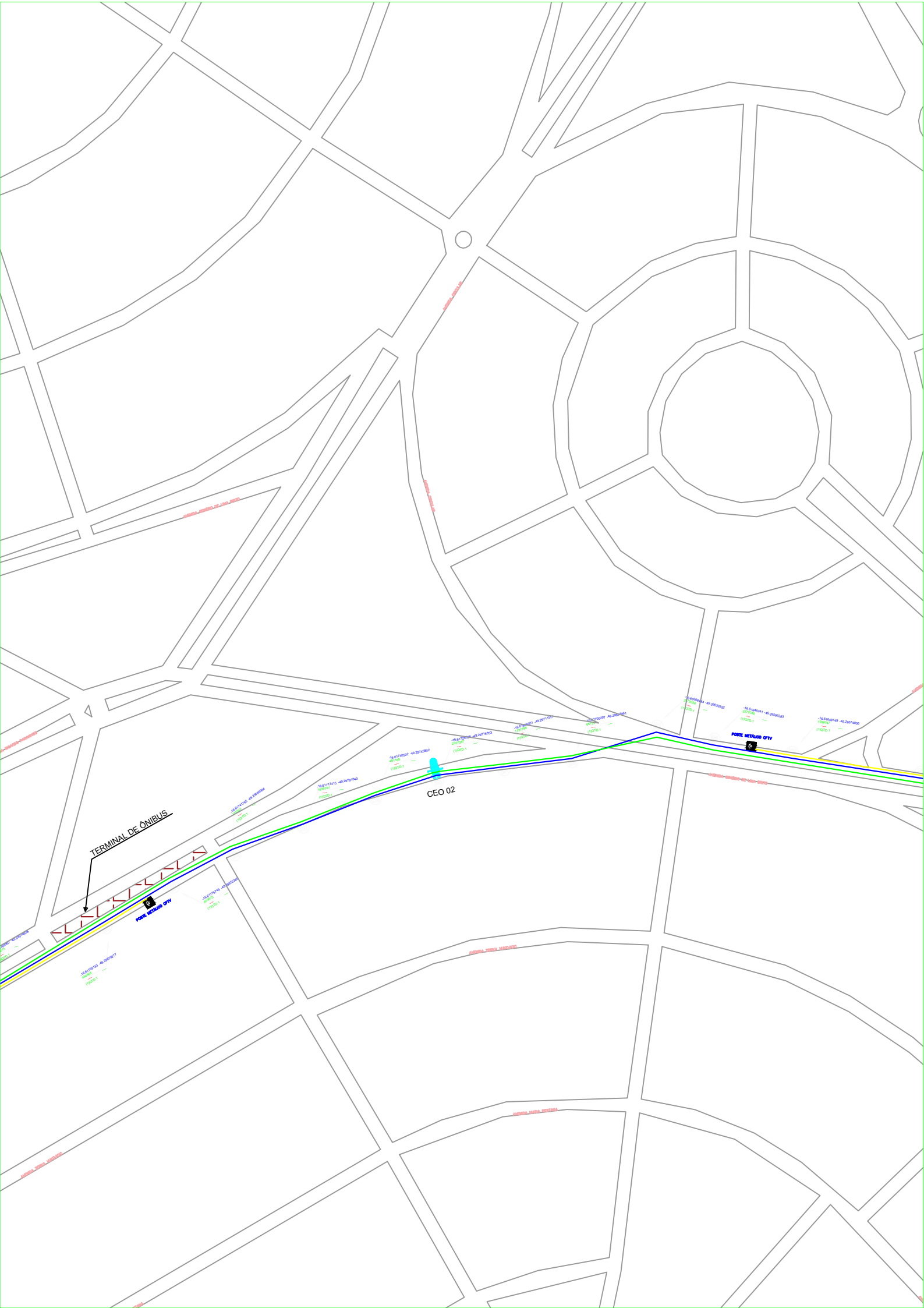
ROLIM, André Luiz Tolkmith. **Implementação da rede física de acesso GPON**. 2015. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Rede) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

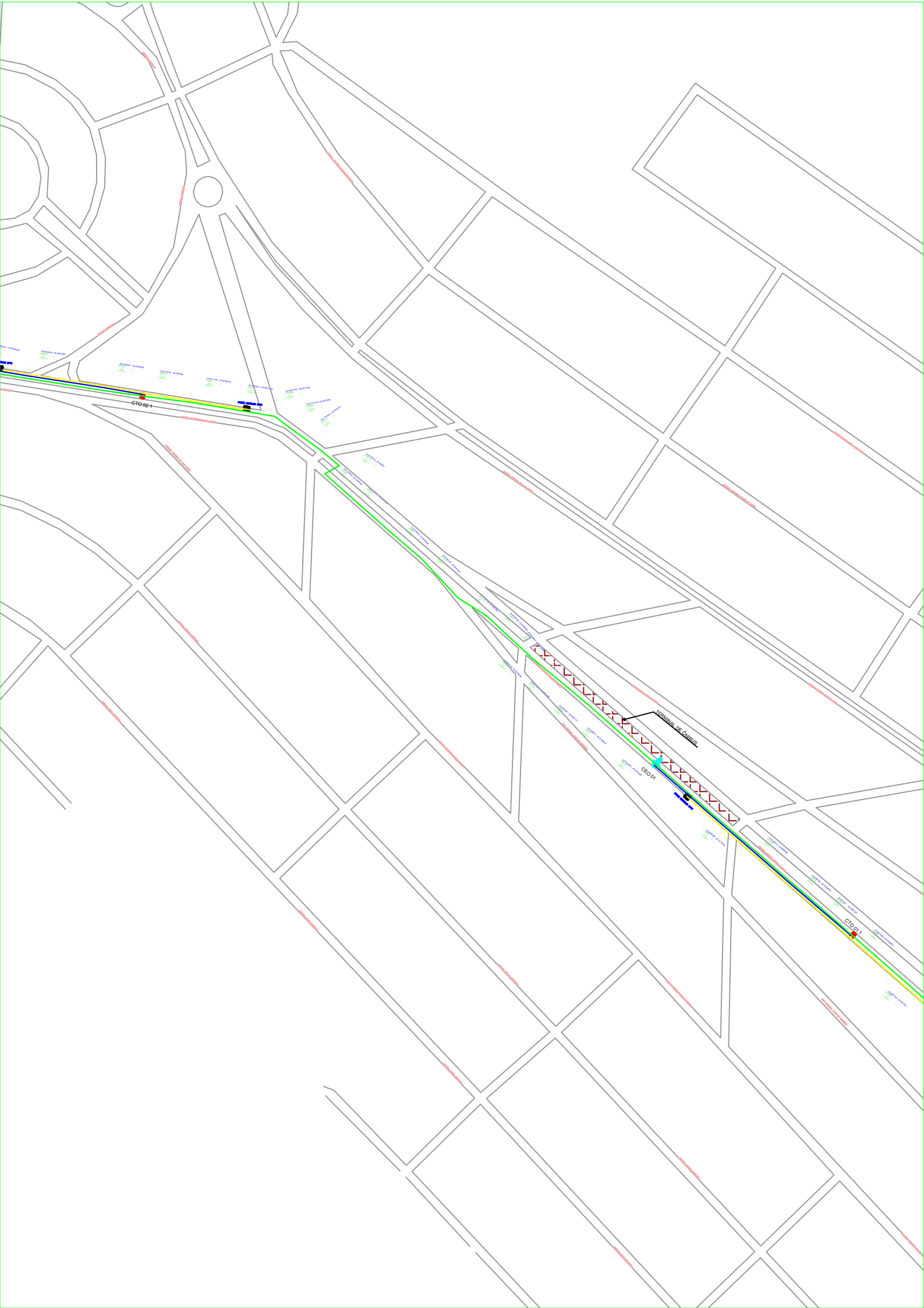
SILVA, Eron da. **Implantação de uma rede de acesso GPON**. 2012. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

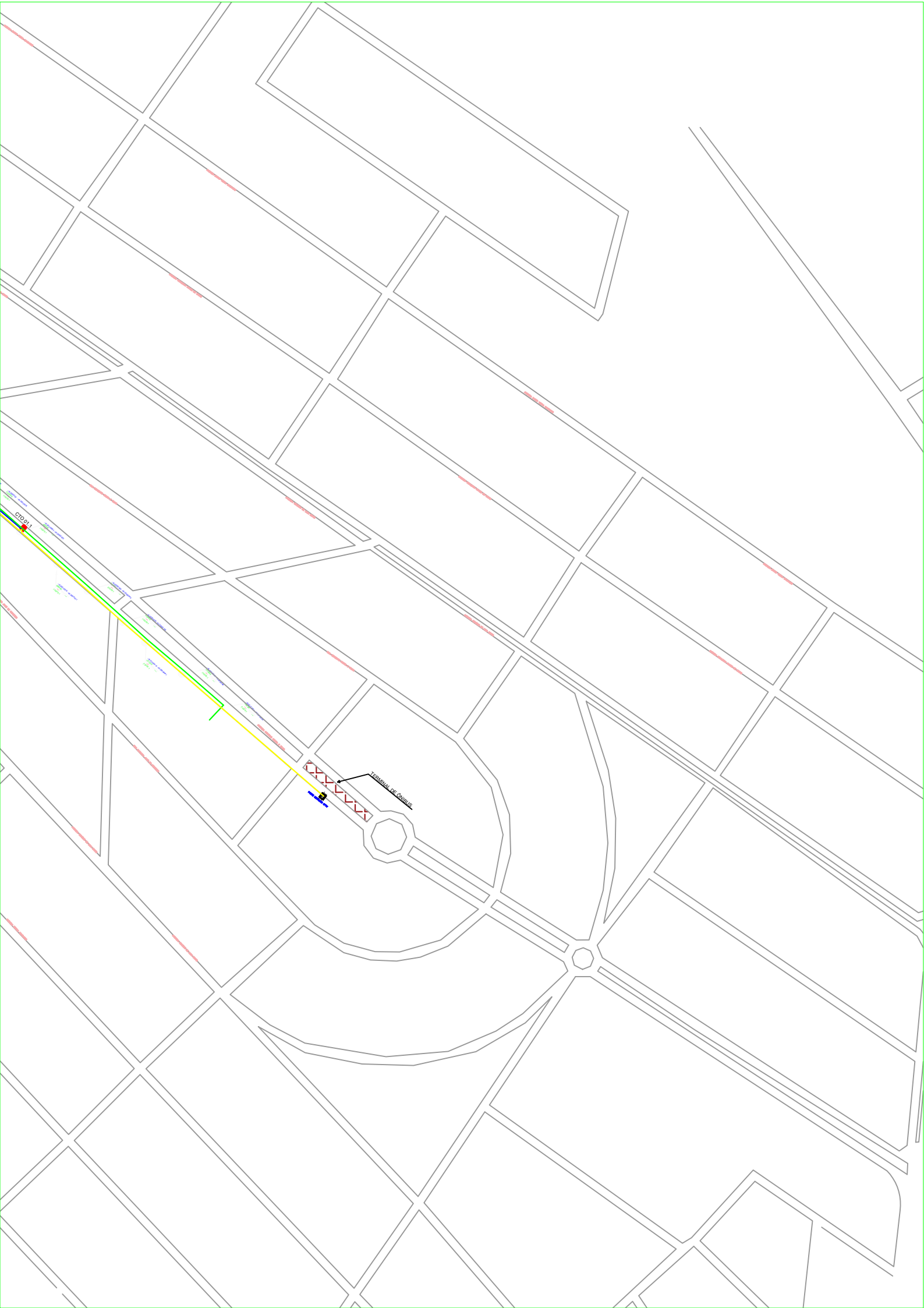
ANEXOS



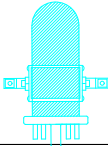








LEGENDA

EXISTENTE	PROJETO	DESCRIÇÃO
		CAIXA ÓPTICA
		CEO - CAIXA DE EMENDA
		POSTE CIRCULAR METÁLICO
		POSTE CONCRETO CIRCULAR
		CABO ÓPTICO CFOA-AS-MINI-RA-24FO
		CABO ÓPTICO CFOA-AS-MINI-RA-06FO
		CABO UTP