



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E SISTEMAS

FRANCKLIN SANTANA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO DAS
CIDADES INTELIGENTES E COMO IMPLEMENTAR ESSE CONCEITO
EM GRANDES CIDADES: o caso de São Luís**

SÃO LUÍS
2022



FRANCKLIN SANTANA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO DAS
CIDADES INTELIGENTES E COMO IMPLEMENTAR ESSE CONCEITO EM
GRANDES CIDADES: o caso de são luís.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação e Sistemas da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva.

SÃO LUÍS
2022

Rodrigues, Franklin Santana.

Utilização das tecnologias de informação no contexto das cidades inteligentes e como implementar esse conceito em grandes cidades: o caso de São Luís – MA / Franklin Santana Rodrigues.– São Luís, 2022.

98f

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação e Sistemas, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva.

1.Cidades sustentáveis. 2.Cidades inteligentes. 3.Redes de fibra óptica.
4.Tecnologia. 5.Redes metropolitanas. I.Título

CDU:004.89:656(812.1)



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

FRANCKLIN SANTANA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO DAS
CIDADES INTELIGENTES E COMO IMPLEMENTAR ESSE CONCEITO EM
GRANDES CIDADES: o caso de São Luís**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação e Sistemas da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva.

Aprovado em: ____/____/2022

Prof. Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva
(Orientador – PECS/UEMA)

Prof. Dr. Luís Carlos Costa Fonseca
(Exam. Interno – PECS/UEMA)

Prof. Dr. Rogério Moreira Lima Silva
(Exam. Interno – PECS/UEMA)

Prof. Dr. Pedro Vladimir Gonzalez Castellanos
(Exam. Externo à IES/PUC – Rio)

Prof. Me. Henrique Mariano Costa do Amaral
(Exam. Interno – PECS/UEMA)

Profa. Me. Amanda Beatriz
(Exam. Externa à IES/PUC – Rio)

RESUMO

A Organização das Nações Unidas relata que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, corresponde ao maior desafio global da atualidade e trata-se de requisito indispensável para o desenvolvimento de qualquer nação, sejam em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Ao se contextualizar esse cenário dentro do território urbano na busca por sua aplicabilidade, identifica-se que quanto maior as discrepâncias socioeconômicas existentes, maiores serão os obstáculos para se construir cidades inteligentes. O resultado desse tipo de cenário corresponde a territórios que continuamente estão impedidos de se transformarem e se desenvolverem plenamente. Neste contexto, o projeto de pesquisa tem como objetivo apresentar uma proposta de infraestrutura nas cidades do Maranhão, através de uma análise de implementação de sistemas de comunicação em fibras ópticas que reflitam o seu grau de desenvolvimento na temática, considerando-se que a diversidade de questões presentes nesse contexto, tais como infraestrutura urbana, sustentabilidade, diferentes níveis de desenvolvimento socioeconômico e cultural, dentre outras, configuram uma problemática em que vários e diversificados critérios se apresentam. O método utilizado partiu da elaboração de um modelo de cidade inteligente aplicado a realidade brasileira, concebido pela intersecção dos conceitos sobre cidade digital, sustentável e criativa. Por meio desse modelo proposto, chega-se na constituição de uma modelagem que permitirão conhecer a realidade e a potencialidade dos municípios e auxiliar gestores na tomada de decisão para conduzir a transformação de suas cidades. Possibilitará também o agrupamento desses municípios em conjuntos conforme as suas necessidades equivalentes de investimentos, sendo, portanto, informação essencial para o delinear de programas governamentais para a massificação do desenvolvimento das cidades inteligentes brasileiras.

Palavras-chave: Cidades sustentáveis. Cidades inteligentes. Redes de fibra óptica. Tecnologia. Redes metropolitanas

ABSTRACT

The United Nations reports that the eradication of poverty in all its forms and dimensions corresponds to the greatest global challenge today and is an indispensable requirement for the development of any nation, whether in developed or developing countries. By contextualizing this scenario within the urban territory in the search for its applicability, it is identified that the greater the existing socioeconomic discrepancies, the greater the obstacles to building smart cities. The result of this type of scenario corresponds to territories that are continually prevented from fully transforming and developing. In this context, the research project aims to present an infrastructure proposal in the cities of Maranhão, through an analysis of the implementation of optical fiber communication systems that reflect their degree of development in the theme, considering that the diversity of issues present in this context, such as urban infrastructure, sustainability, different levels of socioeconomic and cultural development, among others, configure a problem in which several and diversified criteria are presented. The method used was based on the elaboration of a smart city model applied to the Brazilian reality, conceived by the intersection of the concepts of digital, sustainable and creative city. Through this proposed model, it is possible to establish a model that will make it possible to know the reality and potential of the municipalities and assist managers in decision-making to lead the transformation of their cities. It will also make it possible to group these municipalities into groups according to their equivalent investment needs, being, therefore, essential information for the design of government programs for the massification of the development of Brazilian smart cities.

Keywords: Sustainable cities. Smart cities. Fiber optic networks. Technology. Metropolitan networks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de domínios e dimensões tecnológicas para cidades inteligentes	16
Figura 2	Mercado Global de Cidades Inteligentes por segmento: 2012-2020	18
Figura 3	Relação existente entres os três conceitos	21
Figura 4	Topologia física de interligação dos concentradores Metro-Ethernet e GPON	30
Figura 5	Topologia lógica dos concentradores MPLS	31
Figura 6	Anel EAPS de rede metropolitana gigabit ethernet	32
Figura 7	Múltiplas instâncias	33
Figura 8	Distância entre Pontos de Conexão Estiva X Caxias	37
Figura 9	Backbone de trânsito de internet	38
Figura 10	Topologia de infraestrutura de rede	39
Figura 11	Esquema de interconexões de dispositivos	40
Figura 12	Interligação dos Municípios do Maranhão	41
Figura 13	Formato de Topologia em anel da Rede Corporativa do Estado	42
Figura 14	Distribuição da Rede de Serviços	43
Figura 15	Mapeamento do Cinturão Digital do Maranhão	44
Figura 16	Comparativo do Maranhão e demais entes federados	47
Figura 17	Topologia física Centro Administrativo do Estado	48
Figura 18	Topologia de Rede GPON	50
Figura 19	Fluxo de trabalho de roadmap para entes federados	52
Figura 20	Proposta de conexão dos Estados do Nordeste	58



LISTA DE SIGLAS

ALC – América Latina e Caribe
ANATEL - Agencia Nacional de telecomunicações
ATM - Asynchronous Transfer Mode
BL - Banda Larga
CAPEX – Capital Expenditure
CATV – Community Access Television
CC - Cidade Criativa
DWDM – Dense Wavelength Division Multiplex
EAPS - Ethernet Automatic Protection Switching
EFDA – Erbium Doped Fibre Amplifier
FTTH – Fiber To The Home
GNS3 – Graphical Network Simulator 3 e SPE
GPON - Gigabit-capable Passive Optical Network
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP – Internet Gateway Protocols
ISP – Internet Service Provider
LAN – Local Area Network
MPLS – Multiprotocol Label Switching
OLT – Optical Line Terminal
OPEX - Operational Expenditure
OSPF – Open Shortest Path First
PON – Passive Optical Network
POP – Point of Presence
PPP – Parceria Público Privado
SCO – Sistemas de Comunicação Óptica
SIP – Session Initiation Protocol
SPE – Sociedade de Propósito Específico
STP – Spanning Tree Protocol
TDM – Time-Division Multiplexing
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação
VLAN – Virtual Area Network
WDM - Wavelength Division Multiplexing

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
2.3	Organização do trabalho	14
3	CIDADES INTELIGENTES NO CONTEXTO BRASIL	16
3.1	Infraestrutura para criação de cidades inteligentes	18
3.1.1	Metas e sustentabilidade	21
3.2.1	Administração tributária e fiscal	21
3.2.2	Emprego	22
3.2.3	Gestão da saúde	22
3.2.4	Educação	23
3.2.5	Comunicação	23
3.2.6	Sistemas WEB	23
3.2.7	Segurança e vídeo monitoramento	24
4	METODOLOGIA	25
4.1	Métodos de simulação da rede em uma cidade inteligente	26
4.1.1	Packet Tracer, GNS3 ou simulação real time	26
4.1.2	Equipamentos	27
5	PROJETO PARA O ESTADO DO MARANHÃO	28
5.1	Topologia física dos concentradores do ilha digital	29
5.2	Topologia lógica dos concentradores da rede	30
5.2.1	Prococolo EAPS	31
5.2.2	Vantagens do protocolo EAPS	32
5.2.3	Múltiplos Domínios EAPS por Anel	33
5.3	Endereçamento da rede	34
5.3.1	IPV4	34
5.3.2	IPV6.....	34
5.3.3	Estruturação de endereçamento	34

5.4	Conexão de consumo serviço região metropolitana	36
5.5	Conectividade do backbone	37
5.6	Abrangência do projeto	40
5.7	Proposta de cinturão digital	43
5.8	Governança de operacionalização de serviços de TIC	44
5.9	Centros administrativos interiorização Governo do Estado do Maranhão .	47
5.9.1	Topologia física	47
5.9.2	Topologia lógica	49
5.9.3	Rede Gpon	49
5.10	Cooperação técnica de conectividade	50
5.11	Redução de custos em redes de fibra óptica	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS...	59
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXOS	63



1 INTRODUÇÃO

O estado da arte dos sistemas de comunicações ópticas tem sido marcado pela transmissão da informação de um lugar a outro, não importando se estão separados por alguns quilômetros ou por distâncias transoceânicas. A informação é transportada pela portadora, que é, neste caso, uma onda eletromagnética óptica. O meio transmissão utilizado é a fibra óptica, que é um guia de onda dielétrico.

Os enlaces ponto-a-ponto são os mais simples. Transportam a informação contida em um trem de bits de um lugar a outro. O comprimento do enlace pode variar de centenas de metros (curta distância) até milhares de quilômetros (longa distância) dependendo da aplicação. No caso de enlaces de longas distâncias, utilizam-se amplificadores ópticos (ou repetidores, que nada mais são do que pares receptores/transmissores) para a amplificação (ou recuperação) do sinal.

Em termos de multiplexação, a técnica mais utilizada até o início desta década era a multiplexação por divisão do tempo (TDM), porém, recentemente entrou em operação um Sistema que utiliza multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM). Nesta técnica, introduz-se na fibra óptica diversos canais, cada um com um comprimento de onda diferente espaçados de aproximadamente 1 metro, um do outro.

O grande interesse de se usar Sistemas WDM é a possibilidade de se utilizar muitos canais em uma só fibra óptica e poder amplificá-los de uma só vez usando EDFAs. A multiplexação WDM revolucionou os SCO pois permitiu um aumento considerável na quantidade de informação a ser transmitida pela fibra óptica. Através dos EDFAs e desta multiplexação, conseguiu - se, além do aumento na quantidade de informação, um aumento na distância do enlace. Os sistemas com multiplexação WDM densa (que usam um menor espaçamento entre os canais) e Solitônicos (que, praticamente, não sofrem o efeito de dispersão da fibra óptica) são o futuro para os Sistemas de Comunicações Ópticas.

Projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) indicam que a população mundial crescerá em mais de 2 bilhões de pessoas nos próximos 40 anos, ultrapassando o patamar de 9 bilhões de habitantes, e mais de 65% deles viverão em cidades (ONU, 2019).

Com dados do último censo do IBGE de 2021 a população estimada de São Luís possui atualmente 1.115.932 de habitantes e a do Maranhão 7.153.262, tendo em vista esse cenário crescente populacional, defendemos a criação de novas políticas para o planejamento



urbano para superar a deficiência de uma cidade na oferta de atender a toda demanda existente em uma cidade.

A atuação dessa expressão tem o foco principalmente no papel desempenhado pelas TI, onde as Cidades Inteligentes devem ter uma infraestrutura com redes interligadas que suportem tecnologias, com uma sociedade vivendo uma era digital, é factível se ter dados acerca de sua sustentabilidade.

Quando em uma cidade, se tem um investimento em infraestrutura de tecnologias de informação e comunicação, em redes de transportes, em capital humano e social, esta torna-se uma cidade inteligente, capaz de efetuar uma boa gestão com recursos disponíveis, contribuindo assim para uma melhor qualidade de vida dos seus habitantes.

Os sistemas de informação podem parecer algo desmaterializado; ciberespaço e “nuvens de dados” remetem a entes abstratos, desconectados do mundo físico. Nada mais enganoso, pois o uso desses sistemas guarda relação direta com o mundo concreto (SHIBUSAWA, 2000).

Com a disponibilidade da informação correta, é possível fazer um melhor uso e gerenciamento de recursos escassos, como o território, os meios de transporte, o tempo das pessoas, dentre tantos outros. O uso compartilhado e o uso mais eficiente dos recursos são então imperativos para aqueles com restrições orçamentárias, de espaço, de tempo de servidores, entre outros (SCHOR et al., 2016).

Dessa forma, um investimento em tecnologia pode significar uma economia futura, um gasto inteligente, o que nem sempre é visto dessa forma.

Em um primeiro momento definida e compreendida a pergunta se as Cidades Inteligentes serão nosso futuro, partimos para a busca de materiais sobre o tema. Encontramos diversos projetos, que nos deram base quanto ao conceito de Cidades Inteligentes e aos exemplos, que a nosso ver, são os mais significativos dada a grandiosidade do projeto e o poder de reorganização da sociedade.

Em resumo, podemos identificar um conjunto de recursos técnicos formado por estações e rede de telecomunicações que chamaremos de Infraestrutura de Rede de Telecomunicações, com a qual podemos realizar a intercomunicação de vários serviços, que serão ofertados de acordo com a necessidade da sociedade, facilitando o dia a dia da comunidade em diversos âmbitos, tais como: transporte, comunicação entre outros.



Notadamente São Luís é uma cidade, que ainda não possui uma infraestrutura que estabeleça uma transformação digital perceptível ao cidadão e que não dispõe de utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). A partir dessa compreensão podemos apresentar desafios a serem enfrentados em todos os aglomerados urbanos das grandes cidades e as áreas metropolitanas, que por sua vez, são conhecidos com sistemas complexos com diversas conexões com seus diferentes ambientes e indivíduos.

Para isso propomos apresentar as cidades inteligentes como força propulsora para gerenciar e melhorar as cidades, e conhecer melhor o que ocorre nelas, em suas diferentes regiões, portanto, para que isso aconteça serão necessárias mudanças nas estruturas de governo e nos processos de comunicação e participação dos diferentes atores que atuam em sua gestão.

Conforme Bouskela (2016), transformar “cidades tradicionais” em Smart Cities, ou Cidades Inteligentes, é uma demanda cada vez mais importante e também uma oportunidade para governos e cidadãos da América Latina e Caribe (ALC). Com o surgimento da tecnologia digital, da internet e das tecnologias móveis, essa transformação se torna mais viável a cada dia.

Embora se sustente em infraestruturas digitais, a cidade inteligente depende do desenvolvimento contínuo da capacidade de aprendizagem para a inovação e replicação nos processos de gestão da dinâmica urbana (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al, 2011).

Ela utiliza as capacidades da cidade digital para implementar sistemas de informações que melhorem a disponibilidade e a qualidade das infraestruturas e serviços públicos, incrementando sua capacidade de crescimento e estimulando a inovação e o desenvolvimento sustentável. Isso significa que a cidade digital não é necessariamente inteligente, mas a cidade inteligente tem, obrigatoriamente, componentes digitais (WEISS, Cesar Marcos et al, 2015).

A pesquisa sobre transformação digital, demonstra com seus dados, que a Cidade de São Luís/MA, ainda não possui mecanismos presentes de governança de TIC's para transformação digital, portando ainda não há uma forma estratégica ou plano para execução de fatores considerados, praticados no desenvolvimento de aspectos tecnológicos, que elevem sua capacidade de dinamizar os vários setores e atores envolvidos na busca de tecnologias disruptivas.



Um grupo de pesquisas em governança e sociedade digital formado pelo GTD (Grupo de Transformação Digital dos Estados e Distrito Federal, Abep-TIC (Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Tecnologia da Informação e Comunicação e CONSAD (Conselho Nacional de Secretários de Estado da Administração), revela um diagnóstico preciso sobre o tema de capacidades para Transformação Digital nos Governos Estaduais e Distrital, e apresentam um resultado em janeiro 2021 de vários panoramas que constata uma realidade de vários Estados Brasileiros nessa busca pela transformação digital (LUCIANO, M. Edimara et al, 2021).

Durante a pandemia a sociedade tem vivenciado grandes transformações, que afetam a todos os setores que envolvem o nosso cotidiano, para tanto, surgem oportunidades infinitas em demandas para serem solucionadas com o uso de TICs, ou seja, Tecnologia da Informação e Comunicação, que trata de todos os meios de técnicos utilizados para o tratamento da informação, com a capacidade de tratar a informação e auxiliar na comunicação, compreendendo o hardware de computadores, redes e telemóveis.

Esse período pandêmico em que várias cidades tiveram que conviver com essa realidade, e que assolava toda a sociedade, embora todo esse processo fosse desgastante e doloroso, saímos com algumas questões positivas com aprendizados enormes, e que nos levam a horizontes e patamares no futuro das cidades brasileiras. Nesse ponto de vista as cidades que não tinham projetos mínimos de cidades digitais, tiveram que percorrer um acelerado crescimento em plataformas tecnológicas, forçando, assim, localidades que não haviam despertado para essa nova evolução, que está se estabelecendo, a criar mecanismo próprios a atender a sociedade de forma virtual ou agendada. Toda essa correria tecnológica que temos até hoje, concerteza não será passageiro, e ficará de forma norteadora para uma explosão de ideias e investimento massivo, buscando soluções para as mais diversas áreas e procurando respostas para as dificuldades impostas pelo século XXI.

Dentro dos programas estaduais de melhorias nas áreas da educação pública, segurança, trabalho e na administração pública, constam necessidades de modernização de infraestrutura estadual e municipal de intercomunicação, servidores, redes de acesso e conteúdo. Assim, através deste projeto, estaremos justificando as reais necessidades, bem como propondo o desenho arquitetural das especificações mínimas necessárias à implementação das melhorias diretas e indiretas à administração pública, bem como os ganhos indiretos na arrecadação, cadastros, gestão de saúde e educação.



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Por se tratar de um projeto de alta complexidade e capitação de investimentos, a população contará com acesso a serviços digitais, como internet, videoconferência, TV Digital, telemedicina ferramenta indispensável para o desenvolvimento econômico do Estado.

Através da implementação desse projeto, estaremos inserindo uma quantidade maior de pessoas que passam a se conectar com o serviço digital, e ainda como consequência teremos uma modernização de serviços públicos.

Por outro lado, como consequência do monopólio, temos altos custos e baixa qualidade na “última milha”, notadamente nas cidades de pequeno e médio porte. Por outro lado, as empresas detentoras do monopólio de banda larga, não demonstram interesse em investir na instalação de infraestrutura de fibra óptica (FO) para transmissão de dados (backbones) para regiões remotas, alegando não alcançar equilíbrio econômico financeiro na operação.

Em linhas gerais o objetivo é de prover aos órgãos do governo com serviços digitais de última geração, em todos os municípios, visando promover a qualidade dos serviços de governo eletrônico e a inclusão social. Atrair empresas que prestam serviços digitais, para em um ambiente de competição, oferecer a população oportunidades de geração de renda.

2.2 Objetivos específicos

Esta fundamentação tem por objetivo apresentar a questão do fenômeno da intensa urbanização que se presencia atualmente, os desafios interpostos às cidades para que possam atender às demandas da sociedade e também discutir as dimensões da sociedade em tempos de constantes avanços em TICs, também aplicáveis à gestão urbana. Apresenta-se o conceito de cidade inteligente e como as TICs podem contribuir para que os intrincados problemas advindos da urbanização podem ser minimizados por meio do seu uso.

Os principais objetivos alcançados nesse projeto, alcançará o desenvolvimento tecnológico e maior comunicação entre as unidades do Governo do Estado:



- Aumento da velocidade de transmissão de dados de 3MBps para 30MBps;
- Aumento da capacidade de transmissão de dados que estará conectará 10Gbps;
- Redundância da rede em, no mínimo, 50 municípios, evitando que o rompimento da rede comprometa a continuidade dos serviços;
- Redução significativa dos custos proporcionais de serviços de telecomunicações;
- Acessibilidade digital por meio das praças digitais;
- Expansão da capacidade da rede, que suportará futura implantação de serviços de alta demanda de banda (videomonitoramento, diagnóstico de imagens médicas, ensino à distância);
- Disponibilização de wi-fi gratuita em 129 praças públicas;
- Disponibilização comercial de capacidade de banda para provedores locais em todos os Municípios, mediante prévia autorização e compartilhamento de receitas com o Estado;
- Rede de fibra óptica exclusiva: possibilidade de futura expansão modular da capacidade de rede;
- Aumento da competitividade do Estado: rede de fibra óptica de alta capacidade será importante diferencial competitivo para atração de novos investimentos privados;
- Geração de novos empregos, dos quais 85 empregos diretos pela SPE.

2.3 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte maneira. O capítulo 1 – Introdução é o desenvolvimento da concepção dos conceitos que envolvem as cidades inteligentes, bem como o embasamento de dados, que nos permitem evidenciar o nosso trabalho, propondo alternativas de construção de infraestrutura, suportando indicadores de cidades inteligentes e garantindo um alto grau de sustentabilidade. O capítulo 2 – Cidades Inteligentes no contexto de Brasil, este capítulo desemboca em um movimento, que trata a tecnologia como parceira para alavancar a gestão das cidades, criando diversas oportunidades na economia digital, inovação e



beneficiando as cidades no seu crescimento em várias dimensões. O capítulo 3 - Metodologia estará disposto o estudo de caso sobre as cidades do Maranhão, onde será realizado um levantamento na construção de uma infraestrutura de fibra óptica, optando pela melhor forma de viabilidade técnica na utilização de protocolos de redes e equipamentos, e desenhando um conceito de redundância, com uma topologia em anel. O capítulo 4 – Proposta para o Estado do Maranhão, neste projeto estão listadas algumas cidades do Estado do Maranhão, com a escolha de 30 (trinta) cidades com menor IDH e 70 (setenta) cidades com maior densidade populacional, a proposição deste trabalho tenta demonstrar uma forma de esboçar a complexidade de estudo e o alto investimento, portanto demonstrar outras formas sustentáveis de implementação de um projeto dessa magnitude, bem como a divisão em fases ou lotes na construção desse modelo. E finalmente as considerações finais faremos uma ponderação sobre o projeto nessa implementação estruturante para as cidades do Estado do Maranhão, e trazendo desenvolvimento em diversas áreas como na educação, saúde, turismo, segurança pública, inovação e hub tecnológico.



3 CIDADES INTELIGENTES NO CONTEXTO BRASIL

Durante décadas temos acompanhado um crescimento demográfico em áreas urbanas, e que ainda deverá haver um acréscimo nos próximos 15 anos, portanto nota-se que as cidades não acompanharam o mesmo ritmo dessa expansão no que se refere ao uso das TICs. Atualmente tem se verificado uma constante transformação da sociedade nas cidades, pela qual essa mutação de como as cidades vem se remodelando, consiste em uma mudança do cenário tradicional para uma formação de cidades digitais e transitando para cidades inteligentes.

Conhecimento e informação estão presentes em todas as cidades, embora as cidades maiores e mais desenvolvidas social e economicamente possam ser tidas como mais propícias à intensificação de conhecimentos e especializações, quer pelas possibilidades de atração de investimentos e mão-de-obra altamente qualificada, quer por suas características e vocações sociais e culturais (WEISS, 2015).

Ciência, tecnologia e inovação são os principais direcionadores para o crescimento econômico e para a prosperidade social. Ao desenvolver uma cultura voltada para esses temas, por meio da promoção do espírito empreendedor, da identificação e formação de talentos, da implementação de políticas públicas e do estímulo ao estabelecimento de indústrias de alta tecnologia, os líderes das esferas estadual, municipal e federal podem adquirir vantagem competitiva com a criação, difusão e proteção de propriedade intelectual e com a disponibilização de produtos e de serviços de alto valor. Isso requer sólidas conexões com as comunidades de ciência e tecnologia, capazes de criar um ambiente colaborativo para a realização de pesquisas e sua posterior exploração e, com isso, a geração e exploração de mais pesquisas, quer pelo setor público, quer pela iniciativa privada, tendo como vetor a busca de respostas às demandas econômicas, ambientais e sociais da sociedade. Essas conexões, muitas vezes representadas por parques de ciência e tecnologia em que estão presentes o governo, a iniciativa privada e a academia, são motores de grande importância para a criação de uma economia baseada em conhecimento e para o desenvolvimento tecnológico orientado para o mercado.

Nessa perspectiva, os domínios e suas respectivas dimensões representam as principais agregações de obrigações, responsabilidades ou boas práticas diretamente vinculadas ao poder público. É esperado que a cidade inteligente seja, portanto, capaz de viabilizar as dimensões e consequentemente os domínios com a utilização das TICs. Essa utilização das



TICs se dá pelo incremento sistemático de características e funcionalidades que podem, em um nível mais baixo, representar o uso elementar das tecnologias ou mesmo a sua não existência para uma dada aplicação e, em um nível mais alto, o uso avançado de tecnologias de ponta que representem o estado da arte. Para cada dimensão, são considerados cinco níveis de prontidão, como caracterizados na figura 1. A determinação do ponto da escala qualitativa de cada dimensão se dá pela melhor adequação descritiva do nível da dimensão à realidade identificada pelo avaliado. Em outras palavras, cabe ao avaliado determinar o nível da que melhor represente o estágio presente da dimensão analisada.



Figura 1 – Diagrama de domínios e dimensões tecnológicas para cidades inteligentes

No contexto das cidades inteligentes, a indústria de TICs desempenha papel de relevância na medida em que realiza importantes investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, práticas de gestão e fomento à inovação com vistas a um novo paradigma de gestão do espaço urbano. Provavelmente essa indústria também vislumbra os vultosos investimentos esperados para essa área, além de quaisquer motivações subjetivas que possa ter ou demonstrar.



Conforme estudo realizado pela consultoria (FROST & SULLIVAN, 2014) figura 2, conclui que o volume de investimentos em tecnologias para cidades inteligentes, de 2012 a 2020, deverá ultrapassar a barreira dos US\$ 1,5 Tri, tendo as áreas de governança e educação a maior participação nesses investimentos (24,6%), seguidas por energia (15,8%), saúde (14,6%), segurança (13,5%), infraestrutura (13,1%), edifícios (9,7%) e mobilidade (8,7%), como apresentado na figura 3, abaixo.

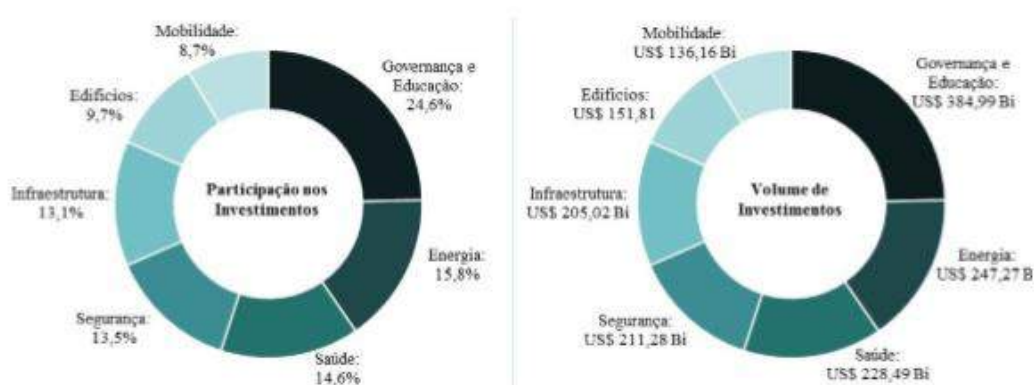


Figura 2 – Mercado Global de Cidades Inteligentes por segmento: 2012-2020

3.1 Infraestrutura para criação de cidades inteligentes

A inteligência em uma cidade se fundamenta no aspecto colaborativo entre os diferentes atores para a identificação, desenvolvimento e implementação de tecnologias, incluindo aplicativos, voltadas para a gestão da dinâmica urbana e, portanto, ultrapassam a disponibilização de infraestrutura digital apenas. Há que se considerar, entretanto, que sem infraestrutura digital suficiente, acessível e de qualidade é pouco provável que a cidade inteligente se materialize.

Termos como ‘cidades inteligentes e sustentáveis’, ‘cidades inteligentes e humanas’, ‘cidades inteligentes e criativas’, ‘cidades inteligentes e inclusivas’, ‘cidades inteligentes e inovadoras’, ‘cidades inteligentes e resilientes’ entre outros termos, têm sido encontrados na literatura e nas iniciativas particulares de empreendedores, de governos e de organizações não governamentais. Uma questão, então, emerge nessa altura: deveriam as cidades ser algo menos do que humanas, criativas, inclusivas, inovadoras, inteligentes ou algo mais?



Para que possamos descrever uma estruturação desses moldes na criação de cidades inteligentes, propomos, que caso um haja interesse nessa implementação com investimentos próprios do Estado, ou que tenha interesse em chamamento por PPP – Parceria Pública Privada, estabeleceremos as seguintes etapas: 1º Fase – Interconexão de pontos de interesse, 2º Fase – Pontos restantes intermediário de conexão e 3º Fase – Finalização de conexão entre os demais pontos.

Gradativamente as iniciativas foram sendo ampliadas, inclusive nos níveis subnacionais, com a introdução dos planos de ação da Open Government Partnership e a disponibilização de dados abertos, Já em 2012 o governo Federal lançou o programa Cidades Digitais, que promove a inclusão de órgãos públicos das prefeituras municipais no mundo das TICm com os objetivos de modernizar a gestão, ampliar o acesso aos serviços públicos e promover o desenvolvimento dos municípios brasileiros por meio da tecnologia (redes de fibra óptica que interligam os órgãos públicos locais, aplicativos de governo eletrônico para as prefeituras, capacitação de servidores municipais e oferta de pontos de acesso público à internet para uso livre e gratuito), Em meados de 2014, o executivo federal lançou a Estratégia Geral de Tecnologia da Informação e Comunicação, e Política de Governança Digital foi instituída em 2016.

Contudo, é um desafio que a transformação não seja restrita somente as iniciativas a nível de governo central, mas que envolva também os governos estaduais e municipais, os cidadãos e os múltiplos parceiros locais que desempenham funções nesse ambiente de mudança urbana, incentivando e criando uma agenda política de Smart City, incluindo a realização de infraestrutura de conectividade para múltiplos serviços de gestão a nível urbano. Os serviços públicos – tais como, emissão de documentos de identificação, serviços fiscais, de segurança e defesa civil, de saúde, de educação, de mobilidade, entre outros – são competências compartilhadas com governos estaduais e locais. Assim, de acordo com o modelo federativo descentralizado da Constituição de 1988, competências essenciais na prestação de serviços e políticas públicas são direcionadas a estados e municípios.

Neste cenário as cidades têm uma posição valiosa, pois são capazes de interligar dispositivos, sistemas e fluxos de dados por todas as vias, prédios públicos, como no caso das estratégias do Governo Federal. A transformação digital para as cidades inteligentes proporciona o desenvolvimento da economia numa escala muito relevante, compartilhada com múltiplos atores locais.



Ainda, as estratégias locais tem o potencial de elevar a competitividade das cidades e o desenvolvimento urbano sustentável. Para tanto, abordagens orientadas pelos indicadores e métricas da Agenda ONU 2030 têm sido adotadas como instrumentos de gestão para incrementar as potencialidades das Smart Cities.

No que tange a abordagem de Smart City para o Brasil, esta é atrelada à agenda pública da digitalização nas cidades brasileiras, no âmbito do atual desafio dos municípios nacionais em relação à promoção do desenvolvimento urbano sustentável, à redução dos impactos sobre o clima e à redução das desigualdades sociais.

Portanto, espera-se que haja uma definição de uma agenda de digitalização para cada cidade brasileira, que inclua as tecnologias de informação e comunicação, aprimorando a infraestrutura de conectividade multisserviços, para fomentar o desenvolvimento urbano em prol da redução das desigualdades socioeconômicas, melhoria das condições de vida do cidadão, com base na sustentabilidade e na inclusão.

Nesse panorama, justifica-se a necessidade de subsidiar o desenvolvimento de agendas de digitalização a nível municipal, para absorver as recomendações a nível federal, ampliar as sinergias com as competências estaduais, abordar as questões específicas e características da cidade, e oferecer a transformação digital para quem está na ponta: o cidadão. Ao estimular a transformação digital na direção do cidadão, as estratégias a nível local, devem lograr investimentos em infraestrutura de conectividade multisserviços, facilitar a entrada de investidores e empresas, diversificar e melhorar a prestação de serviços públicos, promovendo a inovação nos serviços prestados à população.

Nesse sentido, o aspecto mais amplo da governança do processo de digitalização nas cidades do Brasil deve considerar as orientações da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2020), documento com diretrizes gerais obrigatórias a projetos de cidades inteligentes.

Segundo Komninos (2014, p. 188):

Cidades inteligentes, em contraste com cidades planejadas centralmente, são organizadas ao longo de um modelo conexionista descentralizado em que as funções de conhecimento são distribuídas entre os cidadãos, organizações, entidades de software e dispositivos inteligentes.



A proposta desse conceito, demonstrada na figura 3, a seguir, estrutura-se na análise da cidade não mais em uma escala macro, onde o território é visualizado em sua totalidade, mas sim em uma escala micro, aonde se resgata o planejamento local, visando a percepção individual das necessidades e desafios de cada subcentro da cidade. Para o contexto brasileiro de cidades inteligentes são cidades que constantemente, através de um movimento crescente e inovador, buscam estruturar modelos e práticas sustentável à dinâmica da cidade, buscam endereçar seus problemas urbanos a novos e alternativos caminhos, e buscam utilizar ferramentas da informação e comunicação para o seu próprio desenvolvimento e aprimoramento digital, incrementando, portanto, a sua capacidade de alavancar crescimento sócio econômico, e resultado na melhora da qualidade de vida na cidade.

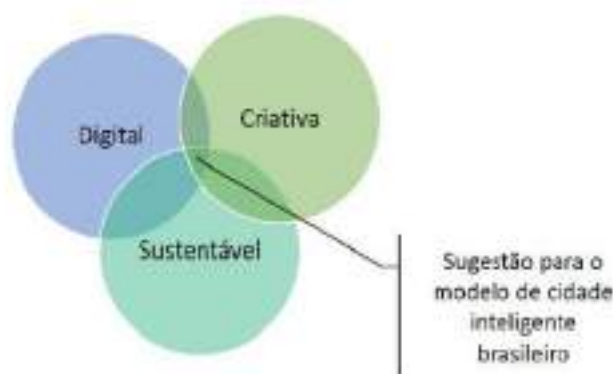


Figura 3 – Relação existente entres os três conceitos

3.2 Metas e sustentabilidade

3.2.1 Administração tributária e fiscal

Esse projeto visa o benefício da administração tributária para convênios com Prefeitura Municipais, padronizando e melhorando a qualidade das informações, racionalizando os custos e gerando maior eficácia, bem como o aumento da competitividade dos prestadores de serviço do município pela racionalização das obrigações acessórias (redução do custo-Município), em especial a dispensa da emissão e guarda de documentos em papel. A estrutura de conexão de rede entre as unidades públicas municipais, deverão ser melhoradas, tanto pela capacitação de servidores, quanto pela agilidade na divulgação de informações e serviços públicos, considerando a implantação de sistemas de gestão e controle tributário e fiscal junto



ao cadastro imobiliário para viabilizar a emissão de certidões e acompanhamento das necessidades dos cidadãos e contribuintes.

3.2.2 Emprego

É possível perceber quão amplas as possibilidades de atuação da sociedade brasileira do teletrabalho e teleatividades para o estímulo e apoio à adoção dessa forma de trabalho no Brasil e na região de maneira estruturada e formal, tendo em vista as dimensões que essas atividades abrangem nas áreas econômica, social, legal, ambiental e tecnológica.

As alterações ambientais são uma realidade e as organizações para sobreviverem neste ambiente turbulento, estão buscando alternativas viáveis para os seus negócios, estruturas organizacionais e formas de trabalho. Vive-se numa época da globalização e de significativa liberalização dos mercados. Dentro deste ambiente de mutações, existem pessoas que perceberam a relevância das inovações nas organizações, como é o caso do teletrabalho.

Assim sendo, podemos citar os Tele centros, a formação profissional em cursos on-line, e estrutura para acesso público à internet para o desenvolvimento sustentável.

Segundo The platform on Digital Economy and New Value Creation (plataforma Fórum Econômico Mundial 70% do valor criado na economia da próxima década virá de modelos de negócios baseados em plataformas digitais. O problema é que metade da população mundial não está conectada à internet.

3.2.3 Gestão da saúde

Através de projetos inovadores e soluções de alta confiabilidade e complexidade, o município poderá implementar sistemas de gestão e ações em teleatividades como, a tele saúde e telemedicina em parceria com Centros de excelência em tecnologias avançadas e ou Hospitais Universitários.

Essa atividade, possibilita ainda, a realização de eletrocardiogramas diretamente pelo navegador web, permitindo laudos remotos (ou segunda opinião médica) de qualquer lugar, bastando ter acesso à Internet e navegador, considerando as diversas facilidades adicionais, como agendamento de consultas, cadastro de usuários, entre outras modalidades de gestão centralizada na operacionalização de processos para o atendimento da sociedade.



3.2.4 Educação

A inclusão digital e tecnológica nas escolas públicas municipais e demais educandários terá a finalidade de facilitar o acesso a comunidade escolar e local a manter contato com as novas tecnologias de informação. Dessa forma a Prefeitura poderá constituir os Centros de Capacitação Tecnológica com serviços de acesso à internet para pesquisas escolares.

Por intermédio dessas iniciativas, os Centros de Capacitação Tecnológica promoverão o uso de softwares para intervenções pedagógicas. Neste sentido, os professores(as) vêm incorporando em seus planos de aula, os recursos computacionais dos tele centros como facilitadores dos processos de ensino e de aprendizagem na visão de um portal escolar, agregado ao ensino a distância e biblioteca on-line.

3.2.5 Comunicação

A Comunicação de telefonia IP entre os órgãos públicos municipais, facilitará o controle de custos e de utilização, e garantindo a qualidade e disponibilidade.

Com a interligação dos pontos públicos, obteremos redução dos valores hoje pagos para o serviço de telefonia para a operadora local, eliminando a taxa do telefone de cada um dos pontos e ainda reduzindo os valores das tarifas em pelo menos 20%, com a negociação e entrega dos números em um único ponto.

Também será possível ter um controle mais apurado dos gastos por área, através de relatórios individuais e setoriais do consumo do serviço de telefonia.

3.2.6 Sistemas WEB

Garantir qualidade, eficiência, velocidade e transparência no acesso a softwares com acesso WEB do governo municipal, estadual e federal. Podemos afirmar que a administração municipal sem papel vem sendo projetada na utilização do conceito de software como serviço (Software as a Service - SaaS) e implementado em ambiente baseado em computação em nuvem.

Adoção de uma solução modelada para atender as Administrações Municipais, desde as pequenas até as de grande porte, com o grau de sofisticação e detalhes que cada uma



requer. A abrangência do projeto está muito além de uma simples solução de GED (Gestão Eletrônica de Documentos), além de ser um sistema completo de gestão de documentos, o sistema implementa características de segurança da informação, tempestividade e validade jurídica, que o tornam seguro, imune a fraudes e aderente aos requisitos legais para a administração pública.

3.2.7 Segurança e vídeo monitoramento

Esse projeto servirá de estrutura básica para o sistema de vídeo monitoramento e segurança pública do município, com a infraestrutura básica de data center (NGC – Núcleo de Gerenciamento e Controle), estrutura de fibra óptica e infraestrutura de ponto de atendimento.



4 METODOLOGIA

Estamos adotando uma metodologia de trabalho de abordagem, que propõe uma prática de estudo de caso, portanto estaremos elencando a seguinte ordem de construção:

- Pesquisa bibliográfica em livros, periódicos e anais de congressos relacionados ao tema;
- Testes e comparação dos resultados com os observados na bibliografia especializada;
- Projeto de uma base sobre cidades inteligentes, com embasamento aplicados de forma estratégica, de acordo com os conceitos das bibliografias consultadas;
- Definição de Tecnologia que será adotada.
- Padrões de definição de equipamentos.
- Compartilhamento de infraestrutura de postes.
- Criação de localidades que serão instalados os POP's e PTT's.
- Levantamento da Topologia física e lógica da planta da rede.
- Definição do Anéis Principais e Redundantes de conectividade.
- Dimensionamento da topologia e estruturalmente de IP's da rede.
- Implantação dos Core de rede, Backbone, Backhaul.
- Levantamento de área de distanciamento entre as cidades do Maranhão, levando em consideração as regiões, em que possuem estradas e são cortadas por rios.
- Monitoramento do ambiente de operação e controle.

Para o desenvolvimento do projeto os principais materiais utilizados serão:

- Programação no Simulador Packet Tracer (Redes Cidades Inteligentes).
- Geolocalização dos Municípios do Maranhão (Google Earth).
- Planilhamento de chegada dos POP's com infraestrutura básica (Autocad ou Excel).
- Infraestrutura básica
- Utilização de padrões de normas técnicas.
- Tipos de cabos e conexões ópticas.



4.1 Métodos de simulação da rede em uma cidade inteligente

4.1.1 Packet Tracer, GNS3 ou simulação real time

São programas de simulação que permitem a criação de ambientes de redes LANs e WANs e além disso simular também, permitindo realizar diversas situações como por exemplo: roteamento entre LANs, montagem de redes locais simples, criação de VLANs, montagem de rede Frame Relay e outros.

O programa possibilita à simulação de redes:

- a visualização do ambiente de rede para a criação, configuração e solução de problemas
- a criação e visualização da transmissão de pacotes virtuais através da rede criada em tempo real
- desenvolver habilidades para solução de problemas potenciais
- criar e configurar complexas topologias de redes que estão muito além aos seus equipamentos disponíveis
- encoraja a simulação de desafiar seus conhecimentos em uma grande variedade de protocolos

Os protocolos suportados pela aplicação estão categorizados em:

LAN – Ethernet (incluindo CSMA/CD), 802.11 Wireless (conhecida como Wi-Fi).

Comutadores Switch – VLANs, 802.1q, Trunking, VTP, DTP, STP, RSTP, Switch Multicamadas, EtherChannel e EAPS.

TCP/IP – HTTP, DHCP, DHCPv6, Telnet, SSH, TFTP, DNS, TCP, UDP, IP, IPv6, ICMP, ICMPv6, ARP, IPv6 ND

Roteamento – Estático, rota padrão, RIPv1, RIPv2, EIGRP, OSPF (Simples e Múltiplo), roteamento inter-VLAN.

WAN – HDLC, PPP, Frame Relay

Outros – ACLs (padrão, estendido e nominal), CDP, NAT (Estático, dinâmico e overload), NATv6 e Sniffer.



4.1.2 Equipamentos

Além do suporte de criação da topologia da rede, ele permite simular os seguintes equipamentos (modelos reais ou genéricos):

- Roteadores
- Comutadores (switch)
- Host
- Concentradores (Hub)
- Pontes (*Bridges*)
- Wireless Access Points
- Roteadores Wireless
- Nuvens de armazenamento (Clouds)
- DSL/cable modems

Além disso, o programa permite interconectar esses dispositivos através de uma variedade de meios de transmissão.



5 PROJETO PARA O ESTADO DO MARANHÃO

Observa-se entre os Estados da federação uma desigualdade muito expressiva de acesso à rede mundial de computadores. Segundo o Mapa da Inclusão Digital, editado pela FGV em 2012, o Maranhão é o estado menos conectado. Apenas 15,16% da população tem acesso a computador, enquanto que 10,98% desta mesma população tem acesso à internet. Estes indicadores apontam para um diagnóstico em que o Maranhão possui uma distribuição de rede de dados ineficiente, não atendendo os reais anseios do Estado. A disponibilização de infraestrutura eficiente de comunicação digital é considerada uma necessidade básica para o desenvolvimento competitivo dos estados, assim como são as estradas, pontes, energia etc. A existência de infraestrutura de comunicação eficiente é mais um fator de atração de investimentos para a área de produção e serviços com alto valor agregado, além de fomentar políticas de inclusão social e produtiva bem como contribuir para o desenvolvimento do Estado, sendo proposta uma conectividade em fibra ótica entre 100 cidades do Estado do Maranhão e apresentando algumas formas de conexão, viabilizando uma infraestrutura em forma de cinturão digital ou topologia de anéis (vide ANEXOS A, B e C).

A disponibilização de infraestrutura eficiente de comunicação digital é considerada uma necessidade básica para o desenvolvimento competitivo dos estados, assim como são as estradas, pontes, energia etc. A existência de infraestrutura de comunicação eficiente é mais um fator de atração de investimentos para a área de produção e serviços com alto valor agregado, além de fomentar políticas de inclusão social e produtiva bem como contribuir para o desenvolvimento do Estado. Uma grande oportunidade é o aproveitamento das Fibras existentes, tanto na região metropolitana de São Luís, quanto o da Eletronorte (atualmente chama-se Eletrobrás). A fibra da região metropolitana de São Luís foi construída pela Secretaria de Segurança Pública - SSP para o videomonitoramento e possui atualmente cerca de 270 km em toda a ilha. Para permitir o uso desta fibra, foi assinado um Termo de Cooperação Técnica, onde foi reservado 6 pares de fibras para a SSP e os demais pares será gerido pela Secretaria de Estado de Governo – SEGOV, por meio de sua Secretaria Adjunta de Tecnologia da Informação – SEATI.

Para o uso da fibra da Eletronorte atualmente incorporada pela Eletrobrás, cerca de 1000 km, que corta o Estado do Maranhão, também foi assinado um Termo de Cooperação Técnica, onde foi disponibilizado ao Estado do Maranhão a utilização da metade de sua fibra



para prover a interligação de 77 cidades, alcançando 4.271.436 (quatro milhões duzentas e setenta e um mil e quatrocentos e trinta e seis) pessoas, ou seja, 62% da população do estado. Neste contexto estão inseridas também cidades com Distritos Industriais e os Parques empresariais que necessitam de infraestrutura de conexão de dados. Em contrapartida, metade da fibra destas conexões as cidades será de uso da Eletronorte para a sua utilização comercial como provedores locais e empresas privadas, por exemplo. Por conseguinte, esta cooperação, além de diminuir substancialmente os custos do projeto, admite significativo ganho na conectividade com os órgãos Estaduais nas demais regiões, também possibilita um aumento na infraestrutura de comunicação para as empresas, suprimindo tal necessidade, e sana a demanda de tal estrutura na contribuição para o desenvolvimento do Estado. ANEL ÓPTICO ILHA DIGITAL O anel óptico do Ilha Digital é composto de mais de 300 km de fibra óptica na Grande São Luís e interliga desde a Estiva e a Ponta da Espera até o município de Paço do Lumiar. Atualmente é utilizado pela Secretaria de Estado de Segurança Pública, interligando 180 pontos de videomonitoramento e OCR na grande São Luís.

Estão previstos a interligação de 366 órgãos públicos, entre escolas, delegacias, corpo de bombeiros e prédios administrativos. Além disso, também está contemplado 100 pontos de inclusão digital, espalhado pelos 4 municípios. O detalhamento dos pontos é mostrado no quadro 1, abaixo.

Quadro 1 – Pontos de conexão de órgãos administrativos

Órgãos	Quantidade
ESCOLAS	139
DELEGACIAS E CORPO DE BOMBEIROS	75
PONTOS DE INCLUSÃO DIGITAL	100
PRÉDIOS ADMINISTRATIVOS	466

5.1 Topologia física dos concentradores do ilha digital

O projeto da rede de dados do Ilha Digital contará com três concentradores geograficamente separados e interligados através de um anel óptico. Cada concentrador atuará também como um ponto de presença (PoP) de modo a atender regiões específicas da Ilha e

municípios do Maranhão. As conexões físicas entre cada concentrador do núcleo da rede terão uma largura de banda de 10Gbps interligadas via fibras ópticas, que irão compor o backbone da rede conforme figura a seguir.

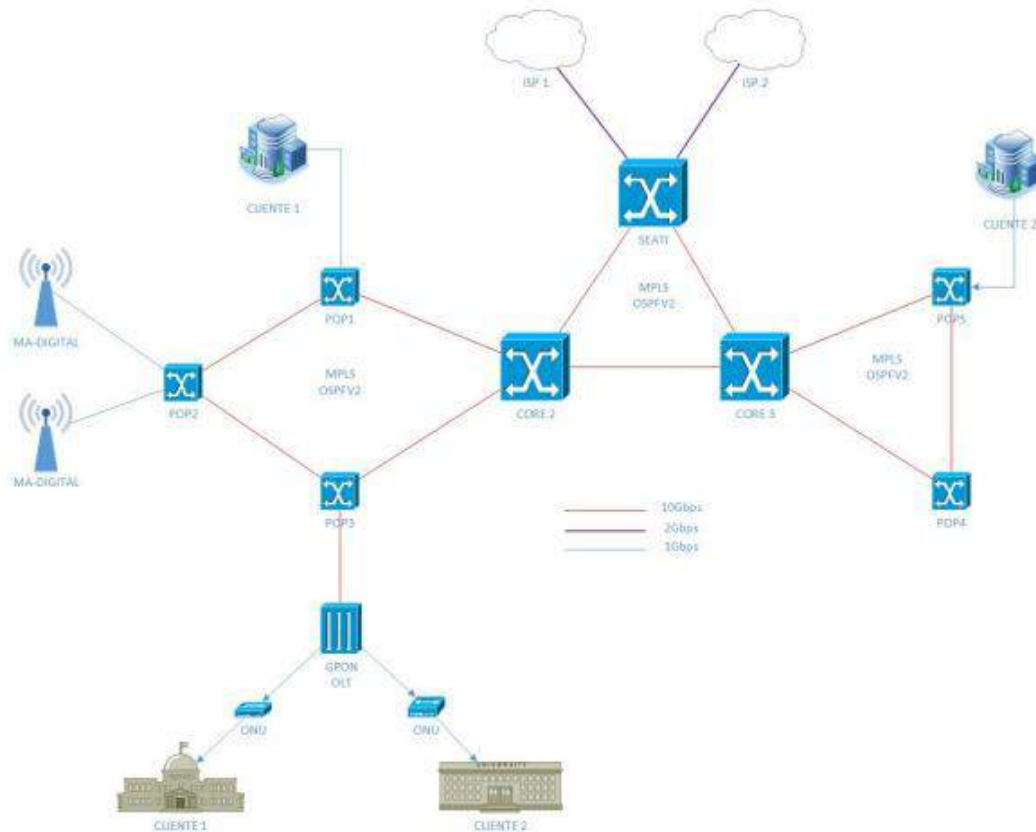


Figura 4 – Topologia física de interligação dos concentradores Metro-Ethernet e GPON

5.2 Topologia lógica dos concentradores da rede

Em cada ligação entre os concentradores, haverá uma conexão de rede ponto-a-ponto IPV4 e IPV6, com máscara de sub-rede /30 (será implementado com interface-vlan). Ademais, os concentradores serão implementados em camada 2 sobre os protocolos VLAN, STP e EAPS. Para que isso seja possível, a rede precisa de uma configuração de roteamento IGP IPV4 e IPV6 para operação. O IGP da rede será implementado através de um OSPF versão 2, onde os três concentradores participarão da mesma área de backbone (0.0.0.0). A Figura 5, a seguir, mostra a nuvem com implementação de camada 2 do Estado sobre o OSPF camada 3 da rede. Para aplicações internas a rede da secretaria, interligados diretamente aos concentradores, serão operadas através de camada 2 sobre os protocolos VLAN, STP e EAPS. Essa

configuração está condicionada à licença de EAPS. Todavia, para os ativos de redes que não tenham licenças de EAPS, tais como os switches de última milha, estes deverão estar conectados ao OSPFv2 da rede de forma que tenha suporte a configurações de áreas do tipo STU.

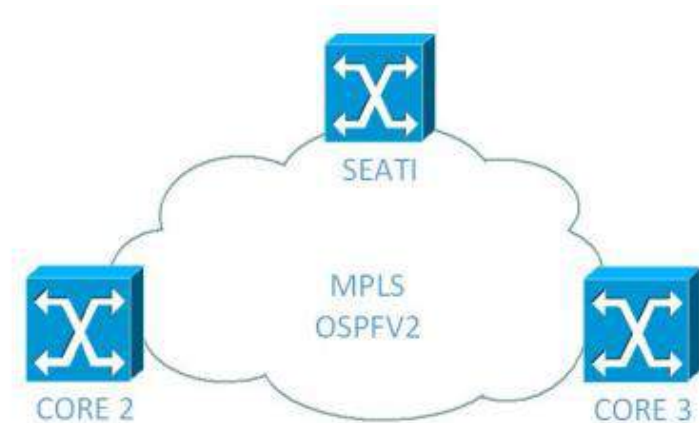


Figura 5 - Topologia lógica dos concentradores MPLS

5.2.1 Protocolo EAPS

A indústria de telecomunicações tem contado com o Protocolo Spanning Tree (STP) em grandes redes de Camada 2 para fornecer um certo nível de redundância. No entanto, os xSTPs são insuficientes para fornecer os níveis de resiliências necessárias em tempo real para aplicações de uso crítico. É importante notar que toda a indústria reconheceu que uma nova tecnologia é necessária para substituir o xSTP e muitos vendedores estão no processo de desenvolvimento de tecnologias para atender a essa exigência.

O EAPS é uma solução desenvolvida pela Extreme Networks para tolerância a falhas L2 em topologias em anel. O EAPS garante redes livre de loops e com baixo tempo de recuperação, sendo ideal para uso em aplicações que exijam alta disponibilidade.

Segundo Extreme Networks, o protocolo EAPS (Ethernet Automatic Protection Switching) é um protocolo criado para redes em anel que são tolerantes a falhas. O EAPS é responsável por uma operação livre de loops e pela recuperação do anel. Esta tecnologia oferece aos usuários finais uma operação ininterrupta da operação da rede.

Um domínio EAPS existe em um único anel ethernet. Qualquer VLAN que será protegida deverá ser configurada em todas as portas participantes do domínio EAPS criado. Cada domínio tem um único nó, designado de nó mestre. Todos os demais nós, são designados de nós de trânsito. Naturalmente que cada nó do anel terá dois pontos ligados ao anel. Uma porta do nó mestre é designada como porta primária para o anel, enquanto a outra é designada como porta secundária. Em operação normal o nó mestre bloqueia a porta secundária para todos os quadros da ethernet pertencentes a um domínio EAPS, evitando-se assim um loop de anel. Os mecanismos de switching e learning operam por padrões existentes neste anel. Isso é possível porque o nó mestre faz com que o anel não pareça um anel, mas sim uma radial. Na figura 6, é mostrada a disposição física dos equipamentos pertencentes ao anel EAPS.

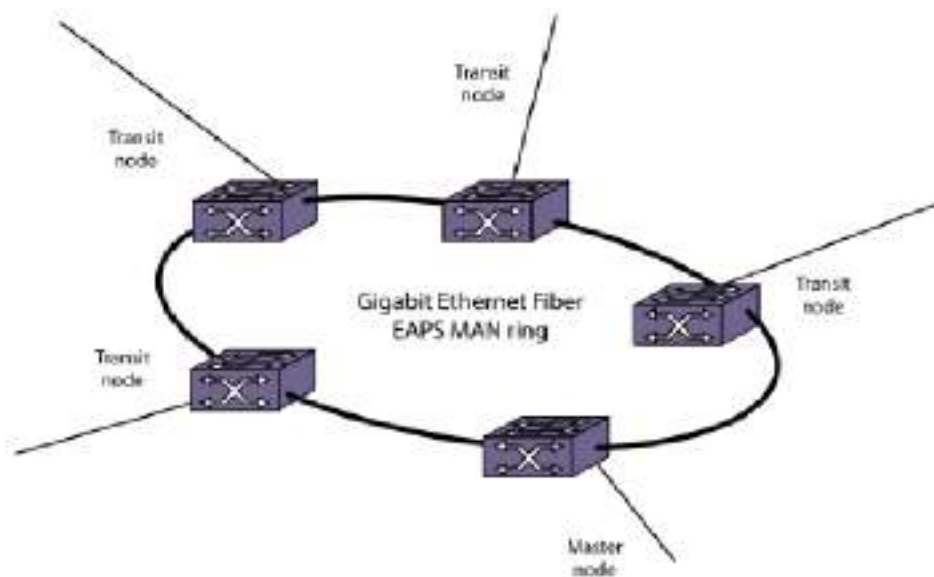


Figura 6 – Anel EAPS de rede metropolitana gigabit ethernet

5.2.2 Vantagens do protocolo EAPS

- Tempo rápido de recuperação do link ou falha de nó (equipamento): Quando ocorre uma falha no link ou em um switch.
- Isolamento de falhas e segmentação escalável. O EAPS pode proteger grupo de várias VLANs, domínio EAPS fornecem uma segmentação lógica e física, o que

significa que as falhas em um anel EAPS não afetam serviços de rede para outros anéis e VLANs.

5.2.3 Múltiplos Domínios EAPS por Anel

Cada domínio EAPS tem seu próprio nó mestre e a sua própria VLAN de controle, e ainda seu próprio grupo de VLANs de área protegida. Diferentes domínios EAPS poderão ter seus mestres no mesmo switch ou em chaves diferentes. Além disso, vários domínios EAPS podem coexistir no mesmo anel. Este recurso permite o EAPS tirar proveito dos recursos disponíveis e largura de banda no anel, chamado de reuso espacial. Isso proporciona a flexibilidade para controlar cada grupo de VLANs independentemente, portanto, tornando a banda mais eficientemente. Além disso, um domínio pode conter VLANs com os clientes nas proximidades permitindo caminhos mais diretos entre nós e controlar a direção do fluxo de tráfego. Veja na figura 7, abaixo, o uso de múltiplas VLANs por anel, onde estão demonstrados dois domínios EAPS, sendo testados por um gerador de tráfego os dois sentidos do anel.

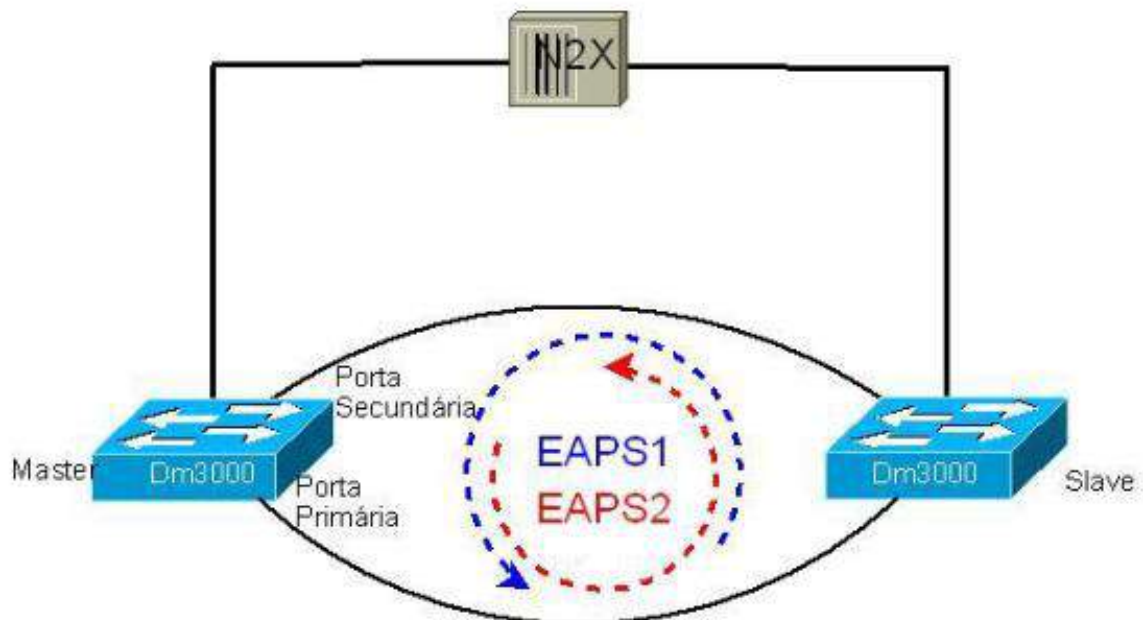


Figura 7 – Múltiplas instâncias



5.3 Endereçamento da rede

5.3.1 IPV4

As secretarias com uma alta demanda de endereçamento, as redes serão entregues sumarizadas através de roteamento estático para dentro da rede.

Em relação ao roteamento IPV4, a rede de backbone dos switches e ativos de redes utilizarão os seguintes endereços:

- Redes dos clientes: 10.0.0.0/8 (segmentação de acordo com a demanda)
- Rede de backbone: 172.16.0.0/12

5.3.2 IPv6

A SEATI irá dispor de prefixos IPv6 que será segmentado de acordo com a demanda do cliente. Dessa maneira, existirá as seguintes redes:

- Rede de backbone com endereços de infraestrutura usados no roteamento IGP;
- Redes dos clientes conectados pela SEATI;
- Seguindo as recomendações do Núcleo Gestor da Internet, cada hospedeiro receberá um endereço /64 na interface com protocolo IPV6.

5.3.3 Estruturação de endereçamento

A organização dos endereçamentos de IPV4 serão dispostos de acordo com cada secretaria e a localização em que se encontram instalados os circuitos de última milha. /8 => 10.0.0.0 - 10.255.255.255 /14 => 10.0.0.0 - 10.3.255.255 e para IPV6 será criado 4 novos prefixos a partir do prefixo /34 (2001:db8:c000: /34) para serem distribuídos a outras regionais, portanto os novos prefixos gerados a partir do prefixo principal: 2001:db8:c000:: /36, 2001:db8:d000:: /36, 2001:db8:e000:: /36 e 2001:db8:f000:: /36



Quadro 2 - Esquema de Disposição de Endereçamento IPV4

10.0.0.0/8	10.0.0.0/14	Secretaria	Sigla	Vlan
1	10.0	Secretaria Adjunta de Tecnologia da Informação	SEATI	20
2	10.4	Casa Civil	CC	21
3	10.8	Procuradoria Geral do Estado	PGE	22
4	10.12	Secretaria de Transparência e Controle	STC	23
5	10.16	Secretaria de Comunicação Social e Assuntos Políticos	SECAP	24
6	10.20	Secretaria de Planejamento e Orçamento	SEPLAN	25
7	10.24	Secretaria da Fazenda	SEFAZ	26
8	10.28	Secretaria da Gestão e Previdência	SEGEP	27
9	10.32	Secretaria de Segurança Pública	SSP	28
10	10.36	Secretaria de Administração Penitenciária	SEAP	29
11	10.40	Secretaria dos Direitos Humanos e Participação Popular	SEDIHPOP	30
12	10.44	Secretaria Ciência, Tecnologia e Inovação	SECTI	31
13	10.48	Secretaria da Cultura e Turismo	SECTUR	32
14	10.52	Secretaria da Educação	SEDUC	33
15	10.56	Secretaria de Infraestrutura	SINFRA	34
16	10.60	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais	SEMA	35
17	10.64	Secretaria da Mulher	SEMU	36
18	10.68	Secretaria da Saúde	SES	37



19	10.72	Secretaria das Cidades e Desenvolvimento Urbano	SECID	38
20	10.76	Secretaria da Agricultura, Pecuária e Pesca	SAGRIMA	39
21	10.80	Secretaria da Agricultura Familiar	SAF	40
22	10.88	Secretaria de Indústria e Comércio	SEINC	41

Rede	Município / Local	Setor / Rede	VID / VLAN	Port Group Name
	Area 0	Backbone	30	SRV.1_VID.10_Area0_BCB_10.52.0.0/16

5.4 Conexão de consumo serviço região metropolitana

Diante das informações levantadas, existe uma possibilidade de pontos de conexão advindas da região Metropolitana de São Luís, localizada no Posto de Estiva, onde existe uma conectividade de uma ONU- Optical Network Unit, que possui uma conexão em uma OLT- Optical Line Terminal, que fica instalado no Terminal de Integração do Distrito Industrial com uma estimativa de 17,2 Km de distância entre esses trechos.

No estudo de viabilidade estamos propondo uma interconexão do ponto de Estiva – São Luís para município de Caxias com o percurso de 471 Km de distanciamento. Nesse ponto estaremos trazendo à tona uma perspectiva de conectar a cidade da região Metropolitana de São Luís para os municípios do Maranhão, a partir de um possível ponto de conexão com eminência de possuir um acoplamento entre essas passagens, de modo a ser desenvolvido uma alternativa no escoamento desse tráfego para as cidades do interior que não possuem conectividade de fibra, trazendo meios de ter presença de conexões de alta velocidade de Internet, e conectar órgãos do Estado, escolas, delegacias, postos fiscais, vídeo monitoramento.

Caso haja a opção da construção do cinturão digital nesse projeto, poderíamos fazer a construção dispostas aos raios em relação ao centro, onde será apontado para a trajetória em que se deseja alcançar para atendimento da última milha. Podemos também dizer que a



classificação para as topologias básicas para LANs a fibras óptica seria a adoção de configuração em radial, ou em estrela, conforme figura 8.

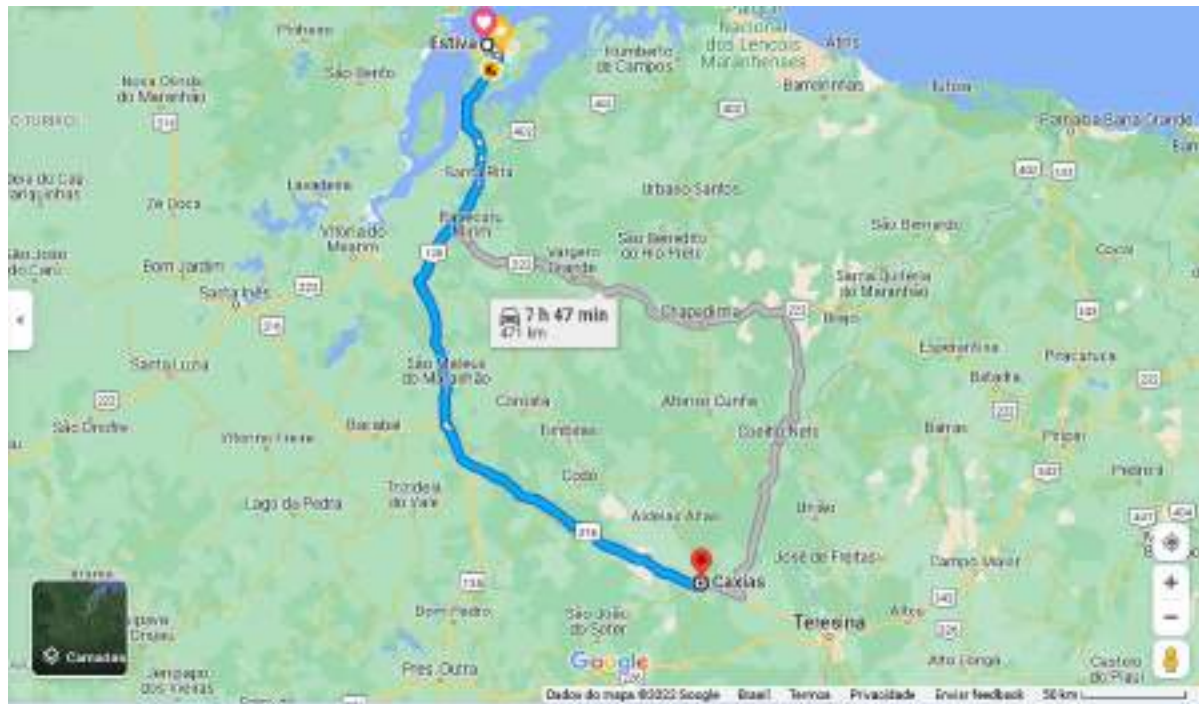


Figura 8 – Distância entre Pontos de Conexão Estiva X Caxias

5.5 Conectividade do backbone

A interligação do backbone estará sendo realizado por compra de trânsito com grupos de velocidade 2GB, 4GB e 8GB, sendo a conexão realizada no Centro do Estado do Maranhão entre as cidades de Santa Inês e Açailândia com um percurso de 317km, Açailândia e Imperatriz com a distância de 67km e Imperatriz e Caxias com 577km, conforme figura 9.

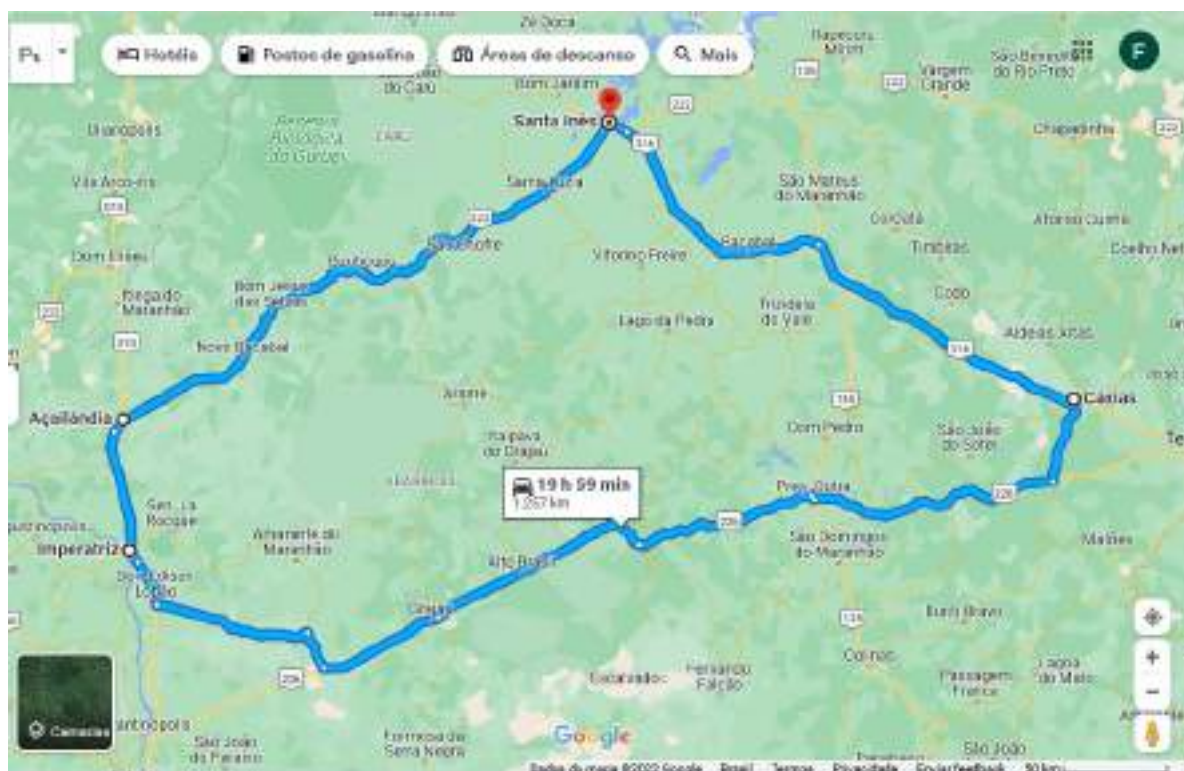


Figura 9 – Backbone de trânsito de internet

Uma consideração que deverá abranger da rede, deverá ser capacidade de atender às necessidades de comunicações de todas os órgãos que fazem parte do Governo do Estado do Maranhão e atendam às necessidades operacionais e administrativas do Governo, espalhados por toda a região metropolitana de São Luís. O Desempenho dos serviços oferecidos pela rede deve atender aos padrões de tempo de resposta, interfaces físicas e lógicas, banda, qualidade (taxa de erro de bits, razão sinal / ruído), conectividade, das aplicações existentes e previstas.

A topologia que estamos propondo será distribuído as conexões de rede, conforme o projeto e detalhando cada divisão da malha da rede, para que possa ter uma projeção de crescimento adequada, de modo a precaver a saturação e posterior manutenção dessa grande conectividade.

A sub-rede de distribuição tem como principal função interconectar o Núcleo de Gerenciamento e a Rede de Acesso. Para o caso de Municípios do Maranhão, a estrutura a ser aplicada é de uma rede 100% baseada em fibra óptica na área urbana, com a utilização da tecnologia FTTH (Fiber To The Home) e GPON (Giga Passive Optical Networks). A sub-rede de Acesso Público é, obrigatoriamente, uma rede baseada na tecnologia Wi-Fi, baseada na IEEE 802.11b/g, e utiliza a nomenclatura de PAP (Ponto de Acesso Público). Essa rede de Wi-Fi

serve para atendimento de internet para a comunidade, e no caso Municípios de São Luís e Maranhão, para as áreas onde existem concentração de pessoas, como a praça central ou centro de eventos. Também temos a rede de Acesso do Governo, que para o caso desse projeto, o PAG (Ponto de Acesso do Governo), é feito obrigatoriamente com ONU (Optical Network Unit) GPON.



Figura 10 – Topologia de infraestrutura de rede

O objetivo do trabalho estará amparado na construção de uma infraestrutura básica de redes de fibras ópticas, com adoção da tecnologia de GPON para interconexão de órgãos públicos, e cada ponto de conexão poderá ser um POP (Ponto de Presença), para demonstração dos conceitos aplicados nas cidades inteligentes, com foco na Cidade de São Luís, no que se refere a dimensão do trânsito, mobilidade urbana, saúde e educação. Essa proposta pode ser ilustrada no esquema da figura 10, acima.

Durante a proposta do projeto estaremos delineando somente a cidade de São Luís, que terá uma cobertura em anel óptico em algumas regiões, e que cada localidade estará agrupada em anéis, interconectando a malha durante todo percurso de fibra óptica. Outro ponto a ser acrescentado, seria a intersecção desses anéis (redundância), podendo fechar os pontos com suas devidas conexões, e assim planejar o contingenciamento dessa grande malha de conectividade, conforme figura 11, a seguir.

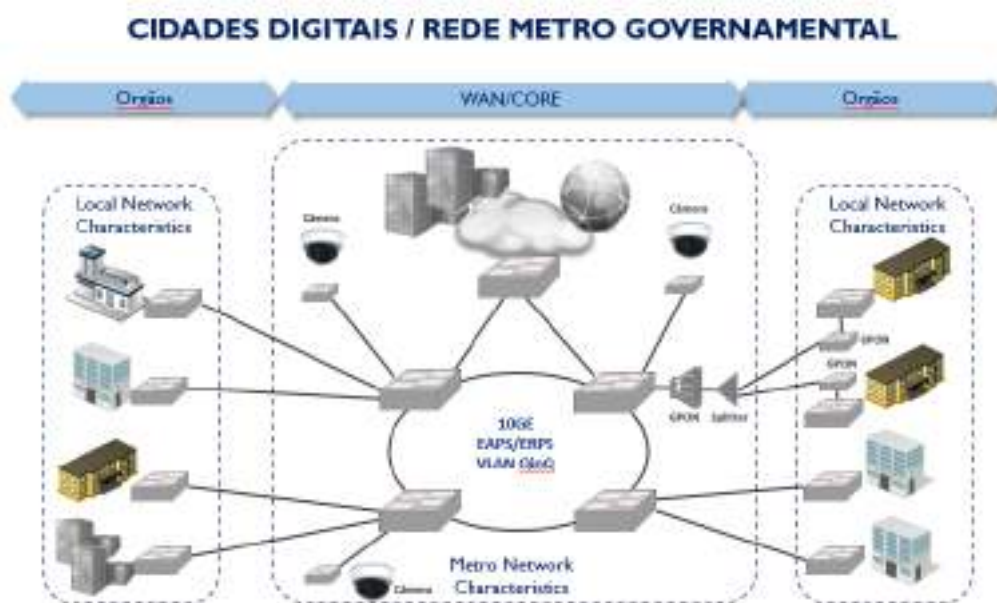


Figura 11 – Esquema de interconexões de dispositivos

Além das questões levantadas do projeto, teremos que traçar o caminho que teremos que alcançar entre o backbone da rede e o datacenter (Backhaul), em que serão instalados toda infraestrutura para execução dos serviços que serão disponibilizados aos clientes. O Backhaul é a infraestrutura de transmissão utilizada para interconectar os anéis primário, secundários e as unidades clientes ao Interior (Maranhão).

Para a construção do anel óptico, proporemos que os anéis ópticos principais de secundários estarão com a seguinte formação: Interior do Maranhão terão uma composição dividida em regiões Norte, Sul, Leste, Oeste e Centro.

5.6 Abrangência do projeto

Estratégia de Definição das Cidades que serão conectadas que serão estabelecidas são: as 70 (setenta) cidades com maior densidade populacional: segundo dados levantados pelo IBGE, a saber: Imperatriz, Timon, Caxias, Codó, Açailândia, Bacabal, Balsas, Barra do Corda, Pinheiro, Santa Inês, Santa Luzia, Chapadinha, Buriticupu, Itapecuru Mirim, Grajaú, Coroatá, Barreirinhas, Tutoia, Zé Doca, Viana, Vargem Grande, Coelho Neto, Lago da Pedra, Presidente Dutra, Araisos, São Bento, Rosário, Pedreiras, Tuntum, Colinas, Santa Helena, São Mateus do Maranhão, Bom Jardim, Amarante do Maranhão, Estreito, Parnarama, Penalva, Turiaçu,



São Domingos do Maranhão, Brejo, Cururupu, Santa Rita, Monção, Arame, Vitorino Freire, Vitória do Mearim, Pindaré-Mirim, Alto Alegre do Pindaré, Matões, Santa Quitéria do Maranhão, Arari, Bom Jesus das Selvas, Timbiras, Buriti, São Bernardo, Raposa, Humberto de Campos, Governador Nunes Freire, Anajatuba, Icatu, São João dos Patos, Itinga do Maranhão, Alto Alegre do Maranhão, Urbano Santos, Miranda do Norte, Carolina, Aldeias Altas.

Portanto, será incluso as 30 (trinta) cidades de menor IDH, de acordo com os dados divulgados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no ano de 2010: Afonso Cunha, Água Doce do Maranhão, Amapá do Maranhão, Belágua, Brejo de Areia, Cajari, Centro Novo do Maranhão, Conceição do Lago-Açu, Fernando Falcão, Governador Newton Bello, Itaipava do Grajaú, Jenipapo dos Vieiras, Lagoa Grande do Maranhão, Marajá do Sena, Milagres do Maranhão, Pedro do Rosário, Primeira Cruz, Santa Filomena do Maranhão, Santana do Maranhão, Santo Amaro do Maranhão, São Francisco do Maranhão, São João do Caru, São João do Sóter, São Raimundo do Doca Bezerra, São Roberto, Satubinha, Serrano do Maranhão, Passagem Franca, Feira Nova do Maranhão, Araguanã, conforme demonstra a figura 12.



Figura 12 – Interligação dos Municípios do Maranhão



No quesito de monitoramento do tráfego de redes, traremos a determinação da intensidade do tráfego através da interconexão entre os anéis quando apresentarem falhas, provendo mapas de tráfego dinâmico e controle do tráfego por meio de Centro de Operações e Controle de Rede. Faremos uma abordagem de problemas críticos que afetam a disponibilidade da rede, trazendo uma abordagem de desempenho da infraestrutura de comunicação, que estarão norteando todos os serviços que atendem ao cidadão, de modo a otimizar os recursos existentes e redução de desperdício para implementação de políticas públicas sobre o conceito de cidades inteligentes, com benefícios da infraestrutura, conforme figura 13.

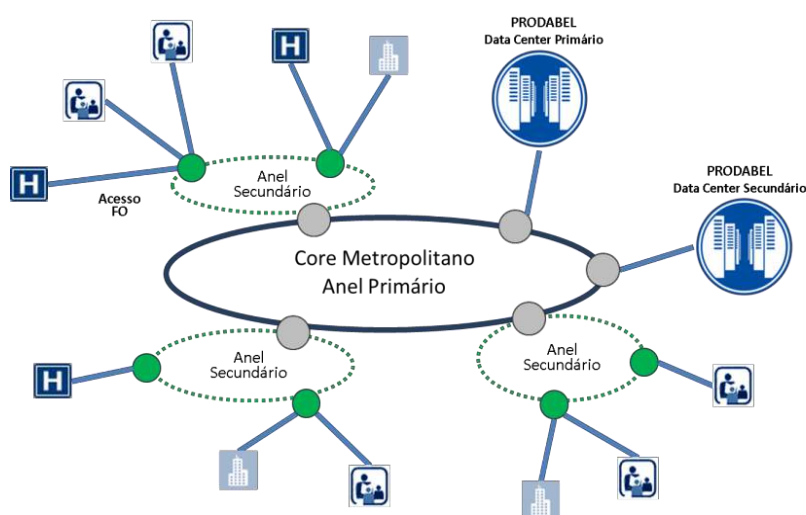


Figura 13 – Formato de Topologia em anel da Rede Corporativa do Estado

A tecnologia de transmissão de dados, voz e imagens irá suportar a realização de teleconferências, telemedicina e tele aulas, garantindo níveis de serviços específicos parametrizáveis e controlado, garantindo qualidade, disponibilidade e simultaneidade a cada tipo de serviço. É impositivo afirmar, que tão ou mais importante que a cobertura da rede é a sua capacidade. Desta forma, a utilização de fibras ópticas deve ser privilegiada como forma de garantir qualidade e escalabilidade. A sub-rede de Distribuição deverá ser implementada com o uso de equipamentos que utilizam o padrão GPON/FTTH. A Figura 14, mostra a distribuição da rede e seus pontos de conexão. Cada ponto tem a configuração necessária para atendimento dos serviços a ele destinados ou dele originados, conforme descrito nos itens que se seguem no complemento deste projeto.

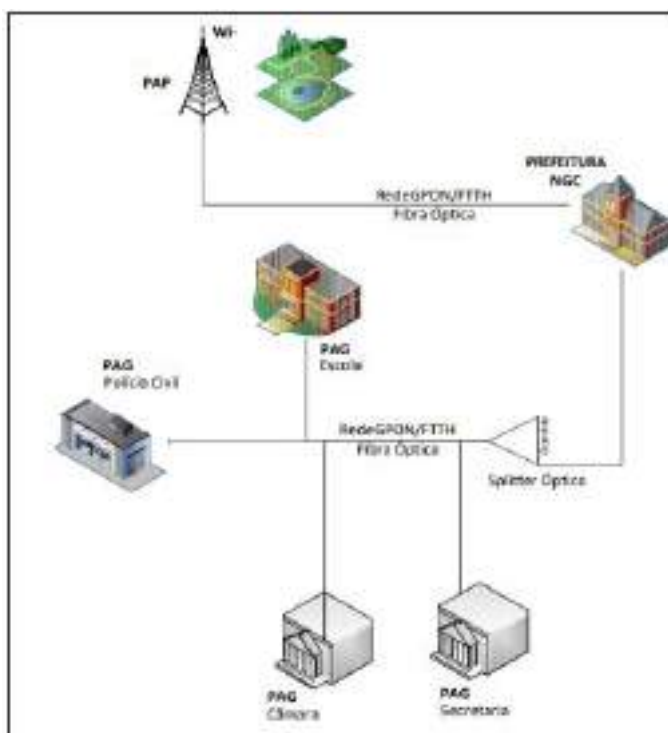


Figura 14 – Distribuição da Rede de Serviços

5.7 Proposta de cinturão digital

Durante os estudos de casos, notamos que a idealização de construção em anéis traria um custo de investimento alto, portanto durante os desenhos que fizemos propomos a implementação de um cinturão digital, que seria um método simples de construir uma rede única de fibra óptica que atenda todas as unidades e órgãos governamentais com seus produtos e serviços de Telecom como internet, banda larga, voz, dados, telemetria, imagens telefonia etc.

A ideia nada mais é do que construir um cinturão digital em consórcio com outras empresas de telecom. E sim! É possível construir um cinturão digital em consórcio numa parceria publico-privada para a redução de custos; assim, o estado ou município vai possuir uma rede de fibra óptica própria que vai atender à todas as necessidades de telecom de todas as unidades governamentais, e as necessidades de conectividade do estado e do governo num todo.

O funcionamento do Cinturão Digital do Maranhão será composto de uma estrutura (backbone) de fibra óptica contendo Anéis, Subanéis e Derivações com pontos que permitem a interconexão ao mesmo, medindo 2.605Km (Dois mil, seiscentos e cinco quilômetros), mantido



pelo Governo (SEATI) e mantido por parceiros para interligação das radiais, conforme apresentado na figura 15.

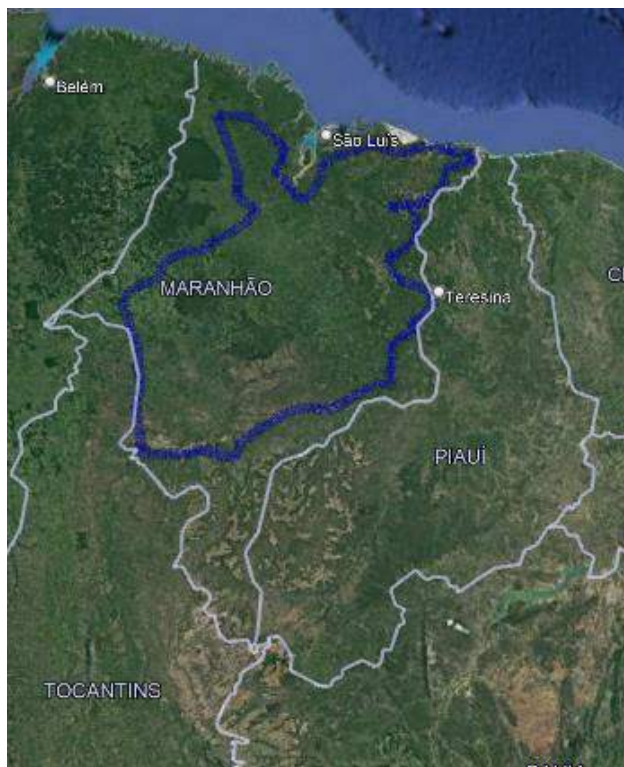


Figura 15 – Mapeamento do Cinturão Digital do Maranhão

5.8 Governança de operacionalização de serviços de TIC

A forma de governança é uma das características norteadoras para centralização de serviços, seja ela através de uma secretaria, instituto ou agência. Atualmente sabemos que alguns Estados estão com uma atuação como prestadora de serviços e de gestão em soluções e produtos de tecnologia relacionados às áreas de desenvolvimento, produção, armazenamento, manutenção, processamento e guarda de sistemas, dados, informações e documentos, por meio da utilização de ferramentas, processos e ativos de tecnologia da informação e comunicação da administração pública e entidades privadas.

Sendo portando a responsável pela centralização na execução de serviços de tratamento e guarda de dados e informação. Deverá ter a atuação como provedor de serviços de internet (ISP) para a administração pública, entidades particulares. Além dessas funções terá a capacidade de prestar serviços de comunicação, diretamente ou por intermédio de terceiros, aos



Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário da União, dos Estados e dos Municípios, e demais instituições de interesse público.

Em relação à TI, ainda é preciso considerar que o período médio de depreciação dos equipamentos varia de 3 a 5 anos. Nesse intervalo de tempo é preciso gastar com a renovação de licenças, expansão da atualização, possibilidade de descontinuação da tecnologia e pré-requisitos para a segurança dos equipamentos. Por isso, é necessário contabilizar a mão de obra de analistas, técnicos e equipe de suporte.

Essa análise não leva em conta os demais custeios que as secretarias podem ter com provimento de serviços de internet que não são centralizados, portanto outros pontos de acesso à internet podem ser contabilizados dentro desse levantamento, contudo esses valores não serão observados, mas sim dizer que concretamente que os valores apresentados acima devem ter uma alta, trazendo a tona essa característica com uma premissa norteadora de uma crescimento monetário desses aportes financeiros.

O retrato da atualidade nos leva a considerar a centralização desses serviços, com demandas de Tecnologia de Informação e Comunicação, de modo que ampare todas essas funções reprimidas desde a concepção da antiga PRODAMAR – Empresa de Processamento de Dados do Maranhão criada em 11/07/1972.

Tendo esse período histórico dessa empresa, vale lembrar que na estrutura hierárquica do Estado do Maranhão, temos a SEATI – Secretaria Adjunta de Tecnologia da Informação, que durante há algum tempo passou por diversas estruturas de secretarias governamentais, na qual podemos citar Casa Civil, recentemente passou pela estrutura da SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Orçamento que estava desde 2007, e no presente momento se encontra disposta na SEGOV – Secretaria de Estado de Governo, pela qual foi inclusa nessa estrutura em 2020.

No entanto, ressaltar que há mais de 20 décadas tivemos uma empresa estatal que cumprisse o papel de desenvolvimento tecnológico do Estado do Maranhão no que concerne à TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação, pautado nas grandes diferenças que temos, quando comparado com as demais unidades federativas do Brasil, o que nos leva a ter um sentimento de falta de políticas públicas e estratégicas no sentido de fortalecer os insumos e serviços de TIC- Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado do Maranhão, e a partir dessa institucionalização ter um caminho a percorrer, tendo outras crescentes cadeias de desenvolvimento tecnológico, ressaltando os hubs de inovação como ecossistema local e



fazendo com que as pessoas que fazem parte do hub colaboram na criação de produtos e serviços, praticando inovação aberta e fortalecendo a cultura empreendedora da região.

Podemos refletir toda essa falta de investimentos e políticas públicas no estudo capitaneado pelo GTD – Grupo de Transformação Digital dos Estados e Distrito Federal, grupo formado pela ABEP-TIC – Associação Brasileira de Entidades Estaduais de TIC, CONSAD – Conselho Nacional de Secretários de Estado da Administração, que nos ilustra conforme a figura 10, fazendo uma análise dos dados apresentados notamos que os Estados que adotam uma política pública e estratégica, tornando essas Secretarias que desempenham um papel específico em Tecnologia da Informação e Comunicação em Agências, Companhias, Institutos e Empresas, possuem um desempenho melhor, e consequentemente um melhor desdobramento nos mais diversos aspectos na disseminação tecnológica, quebra de silos organizacionais o que melhora integralmente a integração e colaboração entre os entes da administração pública direta e indireta. Um fator essencial e transformador nesses moldes de ter uma empresa ou autarquia centralizada na TIC, seria a partir dessas características se ter uma dotação orçamentária própria e plenos poderes na amplificação da governança, projetos de tecnologia utilizados por todas as secretarias gerando a diminuição dos custos.

Outra concepção que temos na ótica de serviços digitais, encontramos nessa pesquisa onde o Estado do Maranhão aparece na 23ª colocação entre 27 Estados da Federação que oferecem esses tipos de serviços, e logo após a pandemia demonstrou uma corrida no aperfeiçoamento dessa oferta maçante em serviços digitais, e que atualmente tem ajudado de maneira concreta essa facilidade ao cidadão, beneficiando assim com mais essa ferramenta as condições de melhoria do serviço público, conforme demonstrado na figura 16.

CONTEXTUALIZAÇÃO: ÂMBITO NACIONAL			
Tipologia Órgãos da TIC		Estrutura	Brasil (Associação ABEP-TIC)
Diagnóstico Tipos de Órgãos de TIC: ○ N° de Agências: 3 ○ N° de Institutos: 2 ○ N° de Empresas: 5 ○ N° de Companhias: 9 ○ N° de Secretarias: 5 ⁺ Ranking Oferta de Serviços Digitais (ABEP-TIC, 2021) ○ 1º RS ○ 2º BA ○ 3º PR ○ 4º MG ○ 5º SC ○ 23º MA	Agências	• Administração Pública Indireta • Autarquia (autonomia financeira e administrativa) • Pessoa jurídica de direito público (desprezadas de caráter econômico)	+BE, PI, RJ
	Institutos	• Administração Pública Indireta • Autarquia (autonomia financeira e administrativa) • Pessoa jurídica de direito público (desprezadas de caráter econômico)	+LI, ES
	Empresas	• Administração Pública Indireta • Empresa Pública • Pessoa jurídica de direito privado	+SE, CE, MT, PA, AC
	Companhias	• Administração Pública Indireta • Sociedade de economia mista • Pessoa jurídica de direito privado	+PR, PE, RS, MG, RJ, AP, MS, SP, GO
	Secretaria Adjunta, Subsecretarias, Superintendências e Coordenadorias	• Administração Pública Direta • Pessoa jurídica de direito público (desprezadas de caráter econômico)	+MA (Secretaria Adjunta de TI - Secretaria de Governo); +GO (Subsecretaria de TI - Secretaria de Desenvolvimento e Inovação); +SP (Subsecretaria de TIC - Secretaria de Planejamento); +RJ (Superintendência de TIC); +ES (Superintendência de TIC - Secretaria de Inovação e Gestão da Informação); +LI (Superintendência de TIC e Inovação - Secretaria de Administração); +CE (Superintendência de TIC e Inovação - Secretaria de Inovação e Gestão da Informação); +MT (Superintendência de TIC - Secretaria de Planejamento); +PA (Superintendência de TIC - Secretaria de Administração); +PR (Superintendência de TIC - Secretaria de Administração)

Figura 16 – Comparativo do Maranhão e demais entes federados

5.9 Centros administrativos interiorização Governo do Estado do Maranhão

Durante o projeto, cogitamos a localização de diversos entes da administração direta e indireta, poderes judiciários e demais órgãos ao redor que precisarem de uma estrutura de conectividade rápida, estamos interligando uma malha de pontos para termos a capilaridade de fomentar uma configuração existentes nos moldes onde atualmente estão interconectados o Centro Administrativo do Estado, na Região Metropolitana.

Essa junção concentra todos órgãos da Administração Pública de qualquer esfera para melhorar o atendimento ao cidadão, e também propicia um ambiente de solução de convergência em serviços digitais, entretanto podemos construir cidades administrativas nessa visão de manter a proximidade com cidadão, para agilizar qualquer desembaraço burocrático de documentação qualquer espécie.

5.9.1 Topologia física

A topologia física da interligação dos switches e ativos de redes do centro administrativo é mostrado na figura 17:

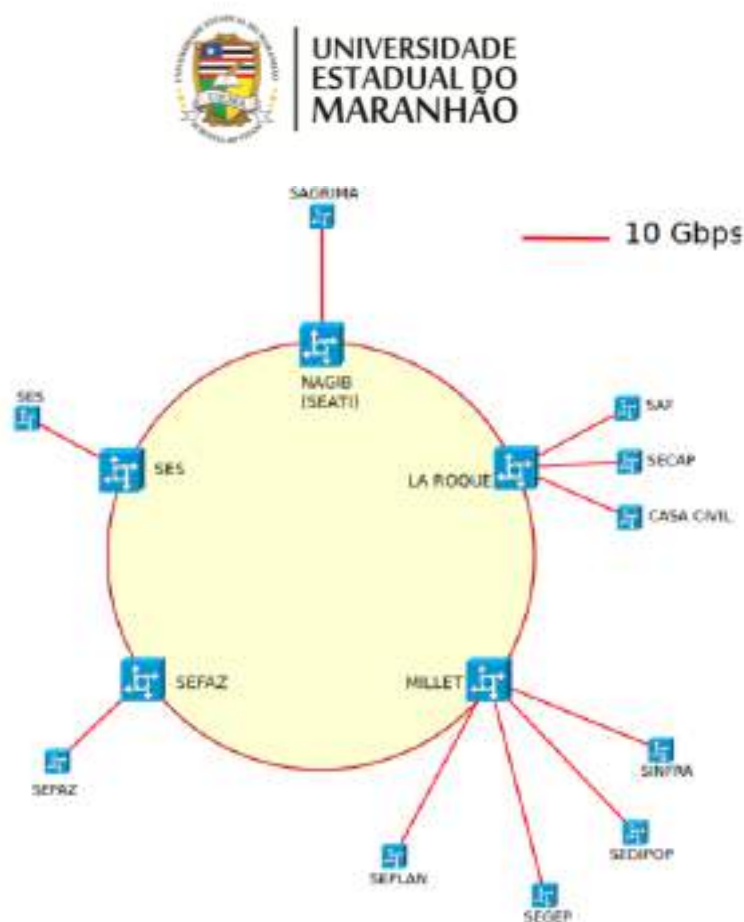


Figura 17 – Topologia física Centro Administrativo do Estado

Toda a rede deverá apresentar opção de jumbo-frame habilitada com tamanho de 9192bytes no backbone metro, em redes GPON deverá ser respeitada o jumbo-frame de 2000bytes.

A demonstração da conexão do Centro Administrativo do Estado seria uma forma de espalhar alguns centros de apoio descentralizados da Capital, nos moldes da estrutura apresentada de modo a propiciar o desenvolvimento de municípios com um tripé de tecnologia, conectividade e negócios digitais.

Nesse modelo propomos ter uma malha de conexão Wi-Fi, mapeamento de necessidades de Datacenters construídos para atendimento de serviços digitais em determinadas regiões estaduais, para que dependendo da sua capacidade vocacional o município tenha como aliado esse tripé, para que possa vislumbrar um aquecimento de sua economia local e com a internet ter dimensão maior de comercializar seus produtos a diversos pontos espalhados pelo Brasil e fomentar maiores negócios a nível internacional.



5.9.2 Topologia lógica

A rede do centro administrativo será conectada em modo anel, entretanto por usar licenças de MPLS, não será usado protocolos de redundância de anel como EAPS e STP, mas sim um roteamento IGP OSPFv2 e OSPFv3. Para a ligação dos clientes será entregue uma porta com velocidade de 1 Gbps com os protocolos solicitados pelo cliente e o acesso de internet da SEATI. Cada secretaria que necessitar de alguma aplicação em rede interna, será criada uma conexão camada 2 sobre os protocolos VLANs, STP e EAPS da rede. Tal secretaria deverá apresentar à SEATI o interesse de tal configuração, caso não deseje será entregue somente o acesso de internet.

5.9.3 Rede Gpon

Na região dos municípios do Estado do Maranhão possui algumas especificidades, devido ao fato de ter distâncias superiores a 100 Km, estaremos fazendo da seguinte maneira, o lançamento de fibras deverá ser aéreo e os prédios precisam ter o mínimo de mudanças, provocado pela implantação dos equipamentos. Além disso, há uma grande quantidade de órgãos do Estado nessa região do interior do Maranhão. Portanto, os órgãos da Administração Pública Direta e Indireta serão atendidos por uma rede GPON terão à máxima proximidade dos mesmos entre si, não excedendo a distância máxima permitida. A sua conexão será feita através de OLTs situadas em PoPs estratégicos nos municípios do Maranhão, levando em consideração a quantidade de habitantes e áreas com menor IDH Índice de Desenvolvimento Humano. Cada site (órgão) de última milha receberá uma ONU seguindo os seguintes perfis de utilização:

- Classe 1: DOWNLOAD: 200Mbps / UPLOAD: 100Mbps
- Classe 2: DOWNLOAD: 100Mbps / UPLOAD: 50Mbps
- Classe 3: DOWNLOAD: 50Mbps / UPLOAD: 10Mbps
- Classe 4: DOWNLOAD: 20Mbps / UPLOAD: 10Mbps
- Classe 5: DOWNLOAD: 10Mbps / UPLOAD: 5Mbps

Cada perfil poderá ser personalizado de acordo com a demanda de utilização. Para aplicações mais avançadas, onde não somente o cliente receberá acesso à internet como também outros serviços, deverá existir um switch compatível com os protocolos dos concentradores da



rede Ilha Digital. A ONU é uma conexão bridge entre a OLT e o cliente em que suporta os mesmos protocolos fornecidos pela OLT.

Cada porta GPON da OLT tem 1,25Gbps de upload e 2,5Gbps de Download. Portanto, os perfis de utilização definidos acima deverão ser respeitados, para que não haja degradação no acesso dos demais clientes conectados nesta mesma interface OLT. A conexão das ONUs está representada na figura 18.

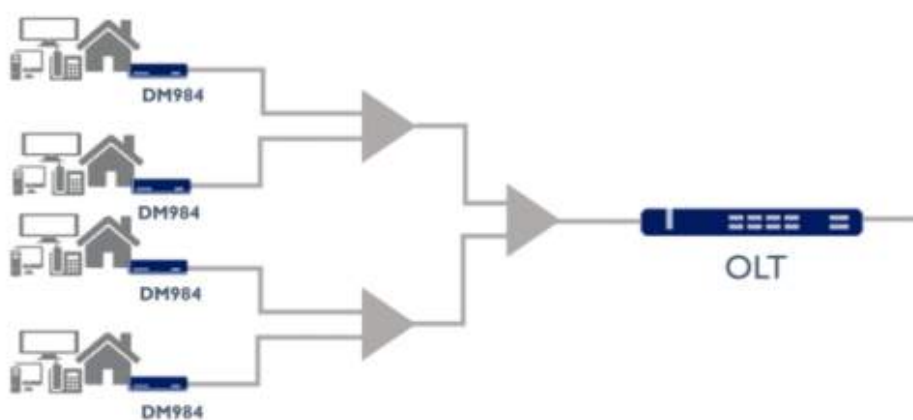


Figura 18 – Topologia de Rede GPON

5.10 Cooperação técnica de conectividade

O ecossistema de stakeholders da cidade pode apoiar a oferta destes novos serviços em cooperação, visando criar benefícios compartilhados e otimização de investimentos e recursos. Nesse contexto, o poder público tem um papel de destaque, promovendo a inovação nos serviços ao cidadão, coordenando o ecossistema de stakeholders locais e monitorando os impactos econômicos, sociais e ambientais para os cidadãos e empresas.

Para se ter uma visão aberta de parceiros em potencial, encontramos alguns que podem fazer uma parceria técnica de cooperação, em busca de quebrar os investimentos necessários para este projeto, no entanto elencamos algumas instituições, que podem nos ajudar na construção desse complexo esboço de levar conectividade a vários municípios do Estado do Maranhão.

Dentre as cidades conectadas por fibra pela Rede Nacional de Pesquisa – RNP, temos a dispostos os seguintes pontos: No município de São José de Ribamar e Alcântara e nas



cidades do Maranhão Pinheiro, Zé Doca, Santa Inês, Bacabal, Buriticupu Açailândia, UFMA – Grajaú, UFMA – Imperatriz, Porto Franco, UFMA – Balsas, São Raimundo das Mangabeiras, São João dos Patos, Colinas, Caxias, Coelho Neto, UFMA – Chapadinha, UFMA - São Bernardo, Barreirinhas.

A conexões utilizadas atualmente pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMA são utilizadas por fibra ópticas de um provedor da capital, que possui uma capilaridade para atender as demandas das cidades do interior do Maranhão que são: Bacabal, Caxias, Santa Inês, Lago da Pedra, Zé Doca, São Bento, Pinheiro, Coroatá, Pedreiras, Codó, Itapecuru, Coelho Neto, Balsas, São João dos Patos, Colinas, Presidente Dutra, Grajaú, Barra do Corda e Timon.

A empresa Wirelink dispõe de conexões de transporte de backbone nas seguintes cidades Maranhenses: Santa Inês, Açailândia, Imperatriz, Porto Franco, Fortaleza dos Nogueiras, Bacabal, Caxias, Alto Alegre, Miranda, Bacabeira.

Uma outra alternativa viável seria uma cooperação técnica com a recente criada Equatorial Telecom, devido não ter capilaridade em algumas regiões na capital, também não possui no interior do Estado do Maranhão, porém é detentora da alocação das fibras nos postes, o que poderia ser uma base de troca em negociação entre ambas as partes.

Existem outras possibilidades de outras instituições e parceiros privados nessa empreitada, sendo que podemos propor em fazer um chamamento isolado destes parceiros, ou realizar um comitê que queiram se associar a este projeto de cunho estadual para desenvolver políticas públicas de conectividade e ter um caminho traçado na busca de altas velocidades de banda larga e desenvolvimento autosustentável.

O ecossistema de stakeholders da cidade pode apoiar a oferta destes novos serviços em cooperação, visando criar benefícios compartilhados e otimização de investimentos e recursos. Nesse contexto, o poder público tem um papel de destaque, promovendo a inovação nos serviços ao cidadão, coordenando o ecossistema de stakeholders locais e monitorando os impactos econômicos, sociais e ambientais para cidadãos e empresas.

Essa etapa do fluxo de trabalho se inicia coma decisão do poder público em querer realizar investimentos em infraestrutura de Conectividade Multiserviços na própria cidade, na região, ou no próprio estado, visando induzir processos de digitalização e Smart Sustainable Cities em prol do desenvolvimento urbano sustentável. Nesse sentido, cabe especificar que este Roadmap, apesar de ser apresentado como percurso para uma cidade, é aplicável e adaptável, para os demais agrupamentos dos entes federativos, conforme demonstrado na figura a seguir.



Figura 19 – Fluxo de trabalho de roadmap para entes federados

5.11 Redução de custos em redes de fibra óptica

Atualmente as despesas com contratos de internet estão avaliados em torno de R\$ 1.685.076,95 (um milhão, seiscentos e oitenta e cinco mil, setenta e seis reais e noventa e cinco centavos)

Ainda possuem gastos com serviços de internet que estão sendo usados no valor R\$ 295.740,29 (duzentos e noventa e cinco mil, setecentos e quarenta reais e vinte e nove centavos), e demanda um valor de R\$ 158.943,09 (cento e cinquenta e oito mil, novecentos e quarenta e três reais e nove centavos).

Esses valores apresentados estão dispostos no portal de transparência do governo do Estado do Maranhão, e que nos indicam que o custo mensal do serviço de internet esta em torno de R\$ 2.139.760,33 (Dois milhões, cento e trinta e nove mil, setecentos e sessenta reais e trinta e três centavos).

Para efeitos de trabalho da informação, iremos pegar o custo mensal e multiplicar com 12 (doze) meses, nos trazendo o custeio desse serviço ficará orçado em 25.677.123,96



(Vinte e cinco milhões, seiscentos e setenta e sete mil, cento e vinte e três reais e noventa e seis centavos), este valor nos detalha um subsídio anual que deverá ser gasto com o provimento de serviços relacionados a internet.

Diante do que tratamos neste panorama de leitura e refino no estudo de valores de custos referentes aos serviços de internet, faremos uma definição das informações levantadas até o momento que seria na seguinte direção, em que esse cálculo será alçado no sentido de uma concessão, seja ela realizada por meio de uma PPP (Parceria Público Privada), ou de qualquer outra natureza.

Iremos pegar os custos anuais no valor de 25.677.123,96 (Vinte e cinco milhões, seiscentos e setenta e sete mil, cento e vinte e três reais e noventa e seis centavos), e aplicaremos uma variável de uma concessão de **20 (vinte) anos** será um custeio orçado em R\$ 513.542.479,20 (Quinhentos e treze milhões, quinhentos e quarenta e dois mil, quatrocentos e setenta e nove reais e vinte centavos). Outra variável em estudo seria a concessão entendida por mais 10 (Dez) anos, totalizando 30 (Trinta) anos aumenta-se esse pagamento para R\$ 770.313.718,80 (Setecentos e setenta milhões, trezentos e treze mil, setecentos e dezoito reais e oitenta centavos).

Portanto temos o custo de OPEX – Operational Expenditure que são custos relativos a agregação com a operacionalização dos serviços que necessitam de manutenção, monitoramento e assistência técnica de toda a infraestrutura de fibra equipamentos, tendo como efeito na perspectiva de crescimento, tão logo chegamos à alguns valores contabilizados na despesa com esses serviços que atualmente gira em torno de R\$ 48.291,50 (Quarenta e oito mil, duzentos e noventa e um reais e cinquenta centavos), adicionado ao valor de R\$ 149.000,00 (Cento e quarenta e nove mil reais) totalizando um valor de custo mensal de R\$ 197.291,50 (Cento e noventa e sete mil, duzentos e noventa e um reais e cinquenta centavos).

Diante dos valores citados acima do OPEX – Operational Expenditure, temos uma visão mais detalhada nesses custos envolvidos, de maneira que agora podemos mensurar esses valores em período de 12 (doze) meses que ficaria orçado em R\$ 2.367.498,00 (Dois milhões trezentos e sessenta e sete mil e quatrocentos e noventa e oito reais).

Tendo em vista uma evolução de manutenções preventivas e corretivas, monitoramento e demais serviços realizados, temos uma situação em que se levarmos em consideração um período de concessão de 30 anos o valor fica em torno de R\$ 71.024.940,00 (Setenta e um milhões e vinte e quatro mil, novecentos e quarenta reais).



5.11.1 Conceito do modelo fibra apagada

O conceito da fibra “apagada” (também pode ser conhecida por dark fiber ou fibra escura), é antigo e amplamente utilizado. Consiste em uma empresa alugar de outra operadora uma das fibras do cabo óptico que não está sendo utilizada e consequentemente não tem luz passando, por isso está “apagada”. Mas por que alugariam uma estrutura que não está levando informação? É exatamente por este motivo! Como não há transmissão na fibra que está apagada, essa estrutura ociosa pode ser monetizada, ou seja, gerar receita ao provedor.

Solucionando problemas

Com a fibra apagada, quando ocorrer algum defeito na rede, o tempo que o cliente ficará sem o serviço pode ser diminuído. Pois neste caso, o provedor poderá implementar uma rede redundante ao alugar fibra de outra companhia ou utilizar sua própria. Dessa forma, o serviço mantém-se ativo enquanto conserta o problema.

Aluguel lucrativo? Depende do ponto de vista.

Muitas das vezes, esse “aluguel” não envolve valores em dinheiro e sim, uma troca de facilidades. Por exemplo: A empresa X disponibiliza para a empresa Y uma fibra em Florianópolis, enquanto que a empresa Y disponibiliza para a empresa X uma fibra em Curitiba. Essa troca é conhecida como “SWAP”.

Com o advento e popularização do DWDM (multiplexação por divisão de comprimento de onda), começou-se uma nova modalidade de SWAP. O SWAP de comprimento de onda, onde na mesma fibra trafegam vários comprimentos de onda e várias operadoras distintas, sendo cada uma com seu comprimento de onda pré-determinado.

A infraestrutura da rede óptica da ROT-SIP deverá usar topologia em anéis regionais, com redundância plena de caminhos e equipamentos de 99,85%, que será especificada em seu projeto executivo de engenharia pela Concessionária e apresentada aos representantes técnicos designados pelo Governo do Estado do Maranhão durante a fase de pré-projeto.

A rede ROT-SIP será modular, dotada de equipamentos novos e em sua última versão tecnológica, implantados na tecnologia DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) capacidade para canais de 100Gbps, configurando para os serviços deste projeto em um lambda correspondente a uma capacidade mínima de 10 (dez) Gbps, segmentada em 1 (um) único par de fibras ópticas a ser utilizado para serviços do Governo do Estado do



Maranhão, seus órgãos e empresas estaduais. A Concessionária manterá um segundo par óptico de reserva como garantia de reposição em caso de falha em todo o segmento da rede ROT-SIP. Lambdas adicionais poderão ser configurados futuramente, em caso de necessidade de novos serviços que exijam aplicações seguras e segmentadas em seus próprios canais ópticos.

A ampliação dos equipamentos DWDM componentes da rede ROT-SIP deverá possuir arquitetura modular de hardware e software que permitam ampliações ou alterações na configuração e topologia do sistema de acordo com as demandas do projeto e futuras.

5.11.2 Conceito do modelo fibra de capacidade

O conceito de redes neutras remete à ideia de neutralidade. Mas o que isso quer dizer no mundo da infraestrutura de telecomunicações? Para responder a essa pergunta, podemos lembrar a forma como são montadas as torres de transmissão do sinal de telefonia móvel, as chamadas Estações Rádio Base — ERB. Nesse modelo, uma operadora é a dona da estrutura e as demais são locatárias.

Assim acontece com as redes neutras: um operador neutro detém os meios físicos de transmissão e aluga parte da capacidade de comunicação para outras empresas. Caso o dono da estrutura também atenda clientes sob o mesmo modelo de negócio, significa que essa locação será feita para seus concorrentes. Parece ilógico, não é mesmo? Mas tudo é perfeitamente explicável e se mostra altamente viável.

Esse modelo de negócio é promissor porque todos podem sair ganhando. Imagine que um pequeno provedor conecte seus clientes apenas por meio de rádio enlace. Em determinado momento, ele intenciona migrar para uma comunicação via fibra óptica, mas o investimento é alto demais para seu porte. Uma solução seria alugar parte do meio de transmissão de um operador neutro para entrar no mercado de banda larga.

Assim, o conceito de rede neutra se mostra a grande solução para interligar o Brasil de vez por meio de uma infraestrutura de comunicação rápida. Ao mesmo tempo que o operador neutro pode ter retornos financeiros pela sua estrutura, os locatários conseguem iniciar suas operações de fibra óptica sem despendar grandes investimentos.

Qual é a importância dessa tecnologia na melhora da conectividade?



Existem diversos fatores por meio dos quais é possível comprovar a efetividade das redes neutras nos sistemas de telecomunicações. Acompanhe abaixo o detalhamento de dois desses aspectos.

Resolve problemas urbanos, com a expansão das pequenas redes de fibra óptica por todo o país, um problema começou a apresentar-se e está ligado à ordenação do espaço urbano. Trata-se da quantidade em excesso dos cabos que ocupam os postes de energia elétrica. O ponto principal dessa problemática é que a ANEEL (agência que regula o setor de energia elétrica no país) estabelece que a distância mínima entre o cabo dos locatários é de 0,50m.

Sim, isso mesmo. Os postes são de propriedade das concessionárias locais de energia elétrica, e a passagem de cabos de telecomunicação se dá mediante projeto de locação. Porém, a capacidade de ocupação é limitada a cinco participantes. Como várias cidades têm muitos provedores de internet locais, a passagem de novas fibras ópticas se dá de forma clandestina.

A utilização de redes neutras poderia solucionar de vez esse problema. E a palavra é exatamente essa, solucionar, e não amenizar. Por conta da alta capacidade de transmissão de dados de uma fibra óptica, facilmente todos os provedores locais conseguiriam abrigar suas necessidades apenas sublocando uma infraestrutura. Trata-se de uma ocupação muito mais ordeira e racional.

Otimiza investimentos

Além da resolução de problemas urbanos, as redes neutras são a forma mais inteligente de otimizar os investimentos em infraestrutura. Nesse modelo de negócios, todos os envolvidos ganham, ou seja, é uma relação verdadeira de ganha-ganha. Se de um lado temos o operador neutro alugando capacidade de transmissão, do outro temos vários provedores que não conseguiriam oferecer o serviço de fibra óptica a seus clientes pela barreira financeira.

Também convém destacar o uso mais refinado de toda a capacidade que um meio como a fibra é capaz de oferecer. Quando cada provedor decide implantar sua rede, é normal que exista subutilização, pois não há demanda o suficiente para consumir todos os recursos. Nesse caso, fica caracterizada a ocorrência da capacidade ociosa, o que ajuda a depreciar o investimento realizado.

Com as redes neutras, isso não ocorre, já que apenas uma empresa fica responsável pela fibra e os demais participantes podem direcionar seus investimentos para a infraestrutura interna do provedor. Cabe destacar aqui que nenhuma fibra deve ser “estrangulada” com uma



transmissão além de sua capacidade. O dimensionamento deve considerar a demanda pertinente para que a qualidade de acesso não seja comprometida.

5.11.3 Políticas de integração regional

Quando se fala em integração de estados, notadamente vislumbramos uma parceria de conexão compartilhada em busca de financiamentos que promovam uma inclusão dos Estados do Norte e Nordeste, por meio do Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste, sendo uma autarquia interestadual brasileira formada pelos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Esse projeto trata-se de uma questão primordial no que se refere da interconectividade entre esses Estados de forma a realizar grande conexão, e em parceria com NIC.br promover uma concentração de PTT - Pontos de Trocas de Tráfego, de modo a escoar todo esse tráfego que atualmente é realizado pelo PTT de São Paulo.

Portanto, na busca dessa integralização conseguimos nivelar com os Estados que já possuem um desenvolvimento maior, então com isso possamos criar um ambiente para os Estados que ainda tem sua infraestrutura de conexão em construção, possa usufruir dessa infraestrutura e elevar o patamar dos Estados que ainda não se propiciaram dessa conectividade em larga escala, e assim conseguir benefícios em investimentos nessa área.

A estratégia de ter vários Estados em busca de um bem comum, teria uma capacidade abrangente de atrair uma grande concentração de capital, para que se possa ter um nordeste bem mais conectado, e assim traçar um projeto de inserção regional do norte e nordeste.

Uma ideia de trazer o Norte, em fazer parte dessa parceria seria a questão de uso da estrutura já existente do programa norte conectado, contudo prezar por uma conexão de maior capilaridade e desenvolver políticas públicas no quesito de ajudar os estados não interconectados nessa infraestrutura, e assim desenvolver as Cidades Digitais, demonstrado na figura 20.



Figura 20 – Proposta de conexão dos Estados do Nordeste



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste projeto é oferecer uma ampla capacidade de tornar os municípios do Maranhão 100% digitais, para implantação, operação e manutenção de uma rede de banda larga através de uma rede de fibra óptica de abrangência estadual, visando levar o acesso à uma Internet mais moderna e confiável, além de realizar a interconexão entre os órgãos da Administração Pública Direta e Indireta, de modo a gerar uma economia nas despesas e modernizar a gestão utilizando a TIC, como meio agregador de soluções nos diversos eixos que envolvem a governança das cidades.

É esperado um aumento na demanda pelo provimento de banda larga imposta pela expansão e disponibilização de novos serviços e aplicações nas atividades relacionadas ao setor público e a sociedade – governo eletrônico, ensino à distância, telefonia IP, teletrabalho, serviços de tele comércio e de telemedicina.

A interconectividade traz uma série de benefícios para a administração pública, dentre os quais podemos destacar a tecnologia de VOIP (**Voice over Internet Protocol**) – Infraestrutura de telefonia IP (cabramento, telefones, switches, gateways, controladores, licenças), para pontos de acesso de usuários presentes nas unidades cliente, que utilizarão a Rede Multisserviços para realização de chamadas telefônicas internas e para conexão, em um ponto central, com o Serviço Telefônico Público (STFC). A implantação dessa estrutura, traria um custo benefício bem maior, levando em consideração a construção de sua própria rede metropolitana, e que permite uma comunicação intragrupo sem custos de tráfego, onde contemplaria os serviços de telefonia móvel com custo zero para tráfego intragrupo móvel-móvel, móvel-fixo e fixo-móvel.

A infraestrutura e os modelos de solução para provimento dessas facilidades têm sido considerados pela gestão pública de diversas cidades e estados, para a construção de uma sociedade democrática pautada pelo conhecimento e pela inovação.

Este projeto, envolvendo tecnologias diversas de transmissão – fibra ótica, radio enlace de alta capacidade e mesmo satélite – amplia as iniciativas baseadas em redes sem fio implantadas pelo Governo do Estado, Orla Digital, Baixada Digital e outros.

Concluimos que, por meio da modernização e racionalização da infraestrutura de TIC, de serviço de banda larga de alta qualidade (Internet Corporativa), alta velocidade, com preço competitivo e acessível para todos, cidadãos, Governo e Prefeituras, disponibilizar



serviços de governo eletrônico com foco no cidadão, melhorar a qualidade da prestação de serviços públicos de acordo com as melhores práticas observadas em países que adotaram redes de alto padrão de disponibilidade, capacidade e velocidade, reduzir os custos operacionais e ter uma rede de melhor qualidade, melhor confiabilidade e segura, melhorar a integração entre as Secretarias de Estado contribuindo para a modernização da gestão estadual, melhorar o controle e gestão de informações e serviços do Governo Estadual e Municipal, oferecer prestação de serviços em diversas áreas Saúde, Educação, Mobilidade, Segurança, Socioeconômica, dentre outras.



REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, G. P. **Fiber-Optic Communication Systems**, John Wiley and Sons. 1. ed., 1992.
- _____, **Fiber-Optic Communication Systems**, John Wiley and Sons. 2. ed. 1997.
- BOUSKELA, Maurício et al. **Caminho para as Smart Cities – Da Gestão Tradicional para a Cidade Inteligente**. BID Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2016.
- CUNHA, Maria Alexandra et al. **Smart Cities [Recurso Eletrônico]**: Transformação Digital de Cidades. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016.
- Ebook Centro de Estudos e Debates Estratégicos 12 - Cidades Inteligentes Uma Abordagem Humana e Sustentável. 2021.
- Gastos Públicos. Disponível em: <http://www.transparencia.ma.gov.br/app/transparencia-cidade/gastos-publicos/?exer_ano=2022#lista> Acesso em: 14 ago. 2022.
- GOVERNO FEDERAL MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **O que são Cidades Inteligentes e Sustentáveis?** Série: “O papel das cidades no uso da energia”.
- GS1BRASIL. **Ranking aponta as cidades mais inteligentes do Brasil**. Disponível em: <<https://noticias.gs1br.org/ranking-aponta-as-cidades-mais-inteligentes-do-brasil/>>. Acesso: 20 jan. 2021.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al.. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/urbe/v7n3/2175-3369-urbe-2175-3369007003AO01.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2021.
- JORDÃO, Kelem Christine Pereira. **Cidades inteligentes: uma proposta viabilizadora para a transformação das cidades brasileiras**. Campinas: PUC-Campinas, 2016.
- LUCIANO, M. Edimara et al. **Capacidades para a transformação digital nos governos Estaduais e Distrital**. Disponível em: <<https://gtdgov.org.br/uploads/publications/zfcf4WKO52uXBXWbXCV3eb2OHEhh3fybCMDW3idc.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- MONK, Simon. **Programação com arduino: começando com sketches**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017. Disponível em: <<https://blog7ng.com/o-que-e-arduino/>>. Acesso em 18.jan. 2021.
- O Caminho para cidades inteligentes no Brasil: o papel da infraestrutura de conectividade. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/solutions/pdfs/framework.fgv.pdf> . Acesso em: 05 out. 2022.
- ONU NEWS. **População mundial deve ter mais 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos**. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676601>>. Acesso em: 10 jan. 2021.



RUMIANTZEFF, M., **Gerência de Configuração da SDH segundo a Arquitetura TMN: um estudo de caso.** Tese de Mestrado apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do IME, mar., 1998.

RYAN, 1., WDM: North American Deployment Trerlds, **IEEE Communications Magazine**, págs. 40 à 44, fev., 1998.

SENIOR, 1. M., **Optical Fiber Communications: principles and Praetice**, Prentice Hall, Segunda Edição, 1992.

SILVA, Rafaela Macedo. **Proposição de um framework conceitual baseado na dimensão. tecnológica para cidades inteligentes.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2018.

Smart cities as a new practice for urban services and infrastructure management: the experience of Porto Alegre. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 2015 set./dez., 7(3), 310-324.

SOUPIZET, Jean-François **Cidades inteligentes: desafios para as sociedades democráticas.** Texto no 2, jun. 2017. Trad. Regina Marcia Teixeira. Rev Dorothée Bruchard. Ed. Fundação FHC/Centro Edelstein, 2017

TRISCHITTA, P. Applying WDM Teehnology to Undersea Cable Netwms, **IEEE Communications Magazine**, págs. 62 à 66, fev. 1998.

WEISS, Cesar Marcos et al. **Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: a experiência da cidade de Porto Alegre.**

Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/urbe/v7n3/2175-3369-urbe-2175-3369007003AO01.pdf> >. Acesso em: 10 jan. 2021.



ANEXOS



ANEXO A – PROJETO EXECUTIVO

1 PROJETO EXECUTIVO

1.1 Descrição do escopo do projeto executivo

Patrocinador do Projeto	Município de São Luís e Interior do Maranhão
Metas e Objetivos	Projeto Básico para Implantação de Rede de Telecomunicações a ser implantada no Município de São Luís e Maranhão para transmissão de voz, dados e vídeo.
Escopo do Projeto	Instalação de rede de fibra óptica e infraestrutura em locais definidos pela Prefeitura da cidade de Salvador do Sul, utilizando fibras ópticas, visando o fornecimento de serviços de telecomunicações (voz, dados e vídeo) para a região rural do município.
Prazo Previsto	6 Meses (melhor prazo favorável)
Marcos do Projeto	1º Mês: Elaboração, análise e aprovação de Projeto Executivo; 2º Mês: Logística e entrega de equipamentos/acessórios; 3º Mês: Construção da Infraestrutura; 4º Mês: Passagem de Fibra Óptica e terminações; 5º Mês: As Built do Projeto; 6º Mês: Ativação e Aceite do Sistema;

1.2 Declaração do escopo

Escopo do Projeto

Instalação de rede de fibra óptica e infraestrutura em locais definidos pelo Estado do Maranhão (Capital e Interior), utilizando fibras ópticas, visando o fornecimento de serviços de telecomunicações (voz, dados e vídeo).

Benefícios

1. Possibilidade de conexão dos órgãos do Estado do Maranhão, através de Fibra Óptica com alta disponibilidade;



2. Interconexão de rede entre os órgãos do Estado do Maranhão e Município de São Luís. Por meio de convênios poderá disponibilizar em todos os pontos da cidade onde já tem estrutura física, seus serviços ao cidadão, serviços de funcionamento interno e segurança, com a mesma qualidade e facilidades de sua sede. Além disso, centralizar e otimizar recursos, tais como ligações telefônicas internas e externas, acesso a servidores de banco de dados, correio eletrônico, autenticação de usuários e acesso à Internet e Intranet para uso dos funcionários públicos permitindo assim controlar com eficiência o gasto e o uso de seus recursos administrativos e operacionais;
3. Intercomunicação de rede com acesso à internet banda larga para a população em geral (moradores e empresários) nos locais por onde a Fibra Óptica será lançada.
4. Facilidade do acesso remoto das informações diretamente dos servidores de imagens através da rede de dados via microcomputadores;

1.3 Premissas

1. Deverá ser definido pelo Estado uma sala para instalação de equipamentos do backbone;
2. A negociação com a concessionária de energia local, para utilização dos postes para colocação de fibra óptica aérea, será de responsabilidade do Estado, mediante a elaboração de Projeto de Compartilhamento de Infraestrutura;
3. Considerando a natureza do Estado, a maioria dos produtos e/ou serviços descritos neste projeto será objeto de um processo de licitação para aquisição e/ou adesão a registro de preços, e, portanto, o prazo de implantação dependerá da agilidade desses processos.
4. Todo o posicionamento dos POP's – Ponto de Presença, será definido pelo Estado para instalação de equipamentos e dispositivos que serão necessários para o funcionamento.
5. Durante a instalação dos POP's – Ponto de Presença, ficará incluso a instalação elétrica, cabeamento interno e infraestrutura básica para segurança dos equipamentos instalados.



1.4 Restrições

O cronograma fica sujeito a alterações dependendo das condições climáticas, uma vez que parte do trabalho será feita em ambiente externo.

1.5 Exclusões

1. O serviço de manutenção da rede óptica não está incluído nesse projeto;
2. Não está incluído neste projeto nenhum nível de treinamento;
3. Não está incluído neste projeto nenhum serviço para manutenção da rede e seus serviços.

2 SOLUÇÃO DO OBJETIVO DO PROJETO

2.1 Serviço de rede

Este projeto tem o objetivo de prover condições de implantar uma rede de dados multisserviços – dados, voz e vídeo - que possibilitará à empresa vencedora do posterior Edital de concorrência pública, disponibilizar à comunidade acesso ao sistema global de redes de computadores interligadas, internet com qualidade, rapidez e segurança. As tecnologias utilizadas no projeto seguem tendência mundial, utilizando para redes locais tecnologia Ethernet (LAN), para redes remotas o GPON ou FTTH. Ethernet é a tecnologia de rede para conexões locais (em um mesmo prédio) utilizado por mais de 90% das redes no mundo, de fácil implementação e suporte técnico.

A GPON ou FTTH é a extensão dos recursos e facilidades para interconexão em grandes áreas, conforme apresentado na figura 9, tal como uma região ou cidade, tornando transparente para o usuário a utilização de serviços, mesmo remotos. Com isso podemos centralizar a administração dos recursos de TI, planejar melhor o investimento em equipamentos de Telecomunicações, e principalmente, devido a utilização das tecnologias acima, ter escalabilidade, ou seja, poder planejar o crescimento da rede de dados ao longo do tempo, facilitando o planejamento do aporte de recursos financeiros.

Estrutura Física da Rede a ser construída

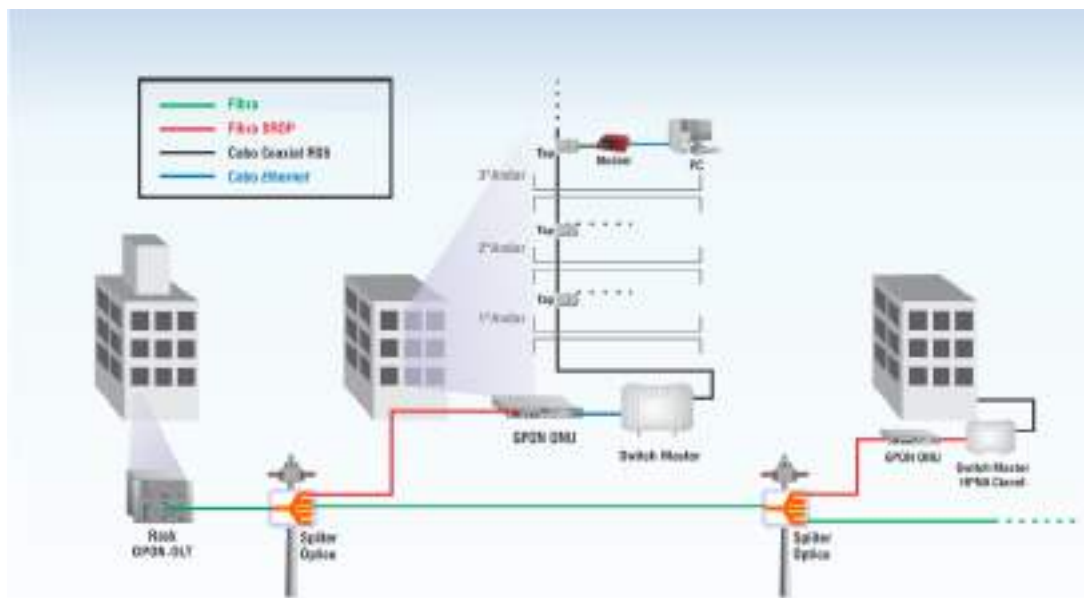


Figura 1 - Topologia Física de Instalação da Rede

2.2 Cronograma

O cronograma sugerido cobre a sequência de atividades necessárias para implantação do projeto. A duração das atividades é baseada em dados históricos e assume que as equipes envolvidas têm dedicação exclusiva ao projeto e as condições do tempo (clima) são favoráveis. Portanto, os prazos do projeto e das suas etapas podem variar conforme a quantidade de recursos alocados e das condições imprevistas enfrentadas. O início das instalações será definido e validado pelo Estado do Maranhão (Capital e Interior).

2.3 Custos

O orçamento total deste projeto é composto pela fibra óptica do backbone, derivações da fibra óptica em pontos predefinidos ao longo da rede. Custo dos equipamentos/acessórios da infraestrutura necessários para o Sistema de Telecomunicações, bem como projetos e licenças junto aos órgãos municipais, estaduais e/ou federais.

Os quantitativos poderão sofrer alterações quando for elaborado o Projeto Executivo no momento da implantação do projeto, gerando também alterações dos valores estimados, sendo que estes valores estão inclusos os valores unitários e serviços.



Detalhamento dos custos:

Projetos				
Item	Equipamento/Material/Serviço	Preço Unitário (R\$)	Quant.	TOTAL(R\$)
1	Serviços de levantamento em campo	R\$ 4.500,00	20	R\$ 90.000,00
2	Elaboração Projeto Executivo e Projeto As-Built (como construído)	R\$ 6.000,00	20	R\$ 120.000,00
3	Serviços de Suporte Técnico	R\$ 350,00	2.112 /Horas	R\$ 739.200,00
TOTAL				R\$ 949.200,00

Infraestrutura				
Item	Equipamento/Material/Serviço	Preço Unitário (R\$)	Quant.	TOTAL(R\$)
1	Eletrod. flexível diâm. 1" com acessórios	R\$ 32,00	10	R\$ 320,00
2	Eletrod. aço diâm. 1" com acessórios	R\$ 64,00	10	R\$ 640,00
3	Eletrod. aço diâm. 1.1/2" com acessórios	R\$ 96,00	10	R\$ 960,00
4	Eletrod. aço diâm. 2" com acessórios	R\$ 123,00	10	R\$ 1.230,00
5	Caixa de passagem em alumínio	R\$ 476,00	10	R\$ 4.760,00
6	Eletrocalha perfurada 50X50mm com acessórios	R\$ 64,00	10	R\$ 640,00
7	Eletrocalha lisa 100X100mm com acessórios	R\$ 111,00	10	R\$ 1.110,00
TOTAL				R\$ 9.660,00

Passivos de Rede				
Item	Equipamento/Material/Serviço	Preço Unitário (R\$)	Quant	TOTAL(R\$)
1	Cabo óptico interno	R\$ 14,30	2.000	R\$ 28.600,00
2	Cabo óptico externo - tipo 01	R\$ 20,50	2.000	R\$ 41.000,00
3	Cabo óptico externo - tipo 02	R\$ 22,00	2.000	R\$ 44.000,00
4	Plaqueta de identificação	R\$ 7,70	200	R\$ 1.540,00
5	Kit de ancoragem	R\$ 143,00	200	R\$ 28.600,00
6	Kit de suspensão	R\$ 112,00	200	R\$ 22.400,00
7	Reserva Técnica - tipo 01	R\$ 106,00	200	R\$ 21.200,00
8	Reserva Técnica - tipo 02	R\$ 136,00	200	R\$ 27.200,00
9	Reserva Técnica - tipo 03	R\$ 326,00	200	R\$ 65.200,00
10	Arame de espinar	R\$ 64,00	200	R\$ 12.800,00
11	Alça preformada de distribuição	R\$ 48,00	200	R\$ 9.600,00
12	Cabo de aço cordoalha	R\$ 6.162,00	200	R\$ 1.232,40
13	Kit de reentrada para caixa de emenda	R\$ 160,00	200	R\$ 32.000,00
14	Caixa de emenda óptica	R\$ 961,00	200	R\$ 192.200,00
15	Painel de conexão óptica	R\$ 6.663,00	200	R\$ 1.332,60
16	Cabo de conexão óptica	R\$ 238,00	200	R\$ 47.600,00
17	Fusão e certificação em fibra óptica	R\$ 150,00	200	R\$ 30.000,00
Total				R\$ 606.505,00



Centralizado				
Item	Equipamento/Material/Serviço	Preço Unitário (R\$)	Quant.	TOTAL(R\$)
1	Switch Gerenciável - tipo 01	R\$ 94.015,83	40	R\$ 3.760.633,20
2	Switch Gerenciável - tipo 02	R\$ 39.120,40	40	R\$ 1.564.816,00
3	Switch Gerenciável - tipo 03	R\$ 31.487,28	50	R\$ 1.574.364,00
4	Módulos SFP Ethernet - tipo 01	R\$ 116,59	200	R\$ 23.318,00
5	Módulos SFP Ethernet - tipo 02	R\$ 122,94	200	R\$ 24.588,00
6	Módulos SFP Ethernet - tipo 03	R\$ 211,20	200	R\$ 42.240,00
7	Módulos SFP Ethernet - tipo 04	R\$ 1.061,54	200	R\$ 212.308,00
8	GPON – Option Line Termination (OLT) – Tipo 1	R\$ 101.023,89	30	R\$ 3.030.716,70
9	GPON – Option Line Termination (OLT) – Tipo 2	R\$ 37.230,10	30	R\$ 1.116.903,00
10	Armário Aéreo Outdoor para equipamento GPON	R\$ 1.470,00	30	R\$ 44.100,00
11	Divisor Óptico 1:4 Splitter	R\$ 447,00	30	R\$ 13.410,00
12	Divisor Óptico 1:8 Splitter	R\$ 735,00	30	R\$ 22.050,00
13	Divisor Óptico 1:16 Splitter	R\$ 1.321,00	30	R\$ 39.630,00
14	Optical Network Terminal (ONT) – 1 Porta Ethernet –	R\$ 1.522,98	30	R\$ 45.689,40
15	Optical Network Terminal (ONT) – 4 Porta Ethernet +	R\$ 1.703,59	30	R\$ 51.107,70
16	Chave Óptica	R\$ 3.304,92	100	R\$ 330.492,00
17	Controladora de rede WLAN	R\$ 87.957,12	3	R\$ 263.871,36
18	Ponto de Acesso Indoor (AP Indoor)	R\$ 7.976,70	50	R\$ 398.835,00
19	Ponto de Acesso Indoor (AP Indoor)	R\$ 14.554,93	50	R\$ 727.746,50
20	Cabo de distribuição horizontal - cat6	R\$ 6,00	50	R\$ 300,00
21	Tomada modular RJ45 - cat6	R\$ 96,00	200	R\$ 19.200,00
22	Painel de conexão metálica - cat6	R\$ 1.904,00	50	R\$ 133.280,00
23	Painel de conexão de voz	R\$ 1.745,00	50	R\$ 87.250,00
24	Cabo de manobra - 2,0 mts - cat6	R\$ 80,00	200	R\$ 16.000,00
25	Cabo de conexão - 3,0 mts - cat6	R\$ 96,00	200	R\$ 19.200,00
26	Cabo de conexão - 5,0 mts - cat6	R\$ 142,00	100	R\$ 14.200,00
27	Mini Rack	R\$ 1.904,00	60	R\$ 114.240,00
28	Rack 19"x40U's x 600mm	R\$ 6.345,00	10	R\$ 63.450,00
29	Placa de fechamento	R\$ 31,00	50	R\$ 1.550,00
30	Organizador horizontal	R\$ 80,00	100	R\$ 8.000,00
31	Kit de ventilação	R\$ 952,00	50	R\$ 47.600,00
32	Kit de fixação	R\$ 556,00	300	R\$ 166.800,00
33	Régua de tomadas	R\$ 476,00	50	R\$ 23.800,00
34	Bandeja fixa	R\$ 397,00	50	R\$ 19.850,00
TOTAL				R\$ 14.021.538,90



Instalações Rede Elétrica				
Item	Equipamento/Material/Serviço	Preço Unitário (R\$)	Quant.	TOTAL (R\$)
1	Cabo flexível 2,5mm ²	R\$ 3,80	500	R\$ 1.900,00
2	Cabo flexível 4,0 mm ²	R\$ 6,30	500	R\$ 3.150,00
3	Cabo flexível 10,0 mm ²	R\$ 19,00	500	R\$ 9.500,00
4	Tomada 2P+T – 10A – Vermelha	R\$ 48,00	60	R\$ 2.880,00
5	Quadro de distribuição elétrica	R\$ 7.950,00	60	R\$ 477.000,00
6	Disjuntor monopolar 20A	R\$ 48,00	120	R\$ 5.760,00
7	Nobreak monofásico – tipo 01	R\$ 14.500,00	70	R\$ 1.015.000,00
8	Nobreak monofásico – tipo 02	R\$ 25.500,00	70	R\$ 1.785.000,00
9	Nobreak monofásico – tipo 03	R\$ 40.000,00	70	R\$ 2.800.000,00
TOTAL				R\$ 6.100.190,00

VALOR GERAL ESTIMATIVA DE INSUMOS	R\$ 21.687.093,90
--	--------------------------

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.1 Projeto de compartilhamento de infraestrutura

Caberá à Contratada a confecção do projeto de compartilhamento de infraestrutura (postes), completo de uso mútuo de postes, conforme as normas técnicas exigidas pela concessionária de energia local.

Memorial Técnico Descritivo, constando de todos os dados técnicos relacionados aos projetos, tais como: quantidade de cordoalha, quantidade de postes a serem utilizados; alterações necessárias na rede de distribuição de energia elétrica para a passagem com segurança do conjunto do sistema de telecomunicações e, se necessário, outros que sirvam para facilitar a execução do projeto. ART de projeto – CREA (Anotação de Responsabilidade Técnica), incluindo taxas; Digitalização e atualização do mapa base em meio magnético - AutoCad, adequando a planta em escala 1:1000 com arruamento, postes, distâncias, equipamentos da concessionária, desenho do traçado do projeto mecânico de acordo com simbologia exigida pela concessionária de energia local; Cálculo dos esforços mecânicos provocados pelo conjunto de sustentação do sistema de Telecomunicações e medição de altura nos pontos críticos de luz mínima, visando manter o maior nível de segurança para o conjunto.

Formas de apresentação dos documentos:

Conforme exigências da concessionária da energia local, padrões pré-estabelecidos.



3.2 Projeto executivo e projeto As-Built (como construído)

Caberá à Contratada a confecção do projeto executivo de telecomunicações, baseado nas normas técnicas e padrões descritos no memorial descritivo.

Deverão ser apresentados todos os quantitativos referentes a o projeto em questão após levantamento técnico, além do seu detalhado memorial descritivo, orçamento em planilha específica, especificações técnicas e desenhos técnicos (Traçado da fibra óptica, diagrama s multifilar e unifilar), que poderão ser ampliadas ou complementadas a pedido da fiscalização, mesmo que já tenham sido recebidas.

Formas de apresentação dos documentos:

Por meio eletrônico (em software editados e PDF), em português (Brasil), em 02 vias, escritos em fonte Times New Roman 12, com espaçamento de 1,5 por parágrafo, em papel A4 somente frente, com uma página por folha, citações e referência bibliográficas deverão seguir a norma NBR 6023: 2002, que orienta as citações e referência s bibliográficas. Se tratando do desenho técnico, deverão ser apresentados arquivos digitalizados em formato “.dwg” (AutoCad) e impressos (Tamanho A1 e/ ou A 2 color).

ART de projeto – CREA (Anotação de Responsabilidade Técnica), incluindo taxas;

3.3 Conjunto para suspensão de cabo óptico

Conjunto de ferragens para suspensão do cabo óptico composto por: Abraçadeira BAP 3 com parafuso J; Suporte para BAP; Suporte Dielétrico; Parafuso M 12x 35; Placa de identificação.

3.4 Conjunto para ancoragem de cabo óptico

Conjunto de ferragens para ancoragem do cabo óptico composto por: Abraçadeira BAP 3 com parafuso J; Suporte para BAP; Olhal reto M 12; Parafuso M12x35 ; Alça pré-formada 7, 4 - 8, 6 mm (2x); Placa de identificação.

3.5 Conjunto para ancoragem de cordoalha



Conjunto de ferragens para ancoragem da cordoalha de 4,8 mm composto por: Cordoalha de aço metro; Abraçadeira BAP 3 com parafuso J; Suporte para BAP; Parafuso M 12x 35 (2 x); Suporte SIR; Isolador porcelana; Alça pré-formada.

3.6 Suporte p/ CEA em cordoalha

Ferragem para fixação da caixa de emenda aérea em cordoalha de 4,8 mm.

3.7 Fibra óptica Backbone AS80-24FO

- Cabos ópticos dielétricos autossustentados de 24 fibras ópticas, com núcleo resistente a penetração de umidade e revestimento externo de material termoplástico.
- Indicado para instalações aéreas e acesso ao cliente, são auto - sustentados e projetados para vãos de até 200 m.
- Cabos ópticos tipo monomodo com revestimento em acrilato e pintadas com cores. As fibras ópticas são agrupadas entre si de forma não aderente e protegidas por um tubo de material termoplástico, preenchidos no seu interior com um composto para evitar a penetração de umidade, proporcionando proteção mecânica das fibras.
- Capa externa com camada de polietileno na cor preta resistente a luz solar e intempéries, aplicado sobre o conjunto o revestimento externo poderá ser retardante a chama.

3.7.1 Elemento de Tração

Fibras dielétricas que devem fornecer resistência mecânica ao cabo, de modo que este tenha o desempenho previsto nesta norma.

3.7.2 Normas Aplicáveis

- ABNT NBR 14160 Cabo óptico dielétrico aéreo auto - sustentado
- ITU-T Recomendación G.652 : " Characteristics of a single - mode optical fibre and cable"

- ITU-T Recomendación G. 651: "Characteristics of a 50 /125 μ m multimode graded index optical fibre cable"
- ITU-T Recomendación G.655 : "Characteristics of a non - zero dispersion-shifted single- mode optical fibre and cable"
- Certificação: Anatel

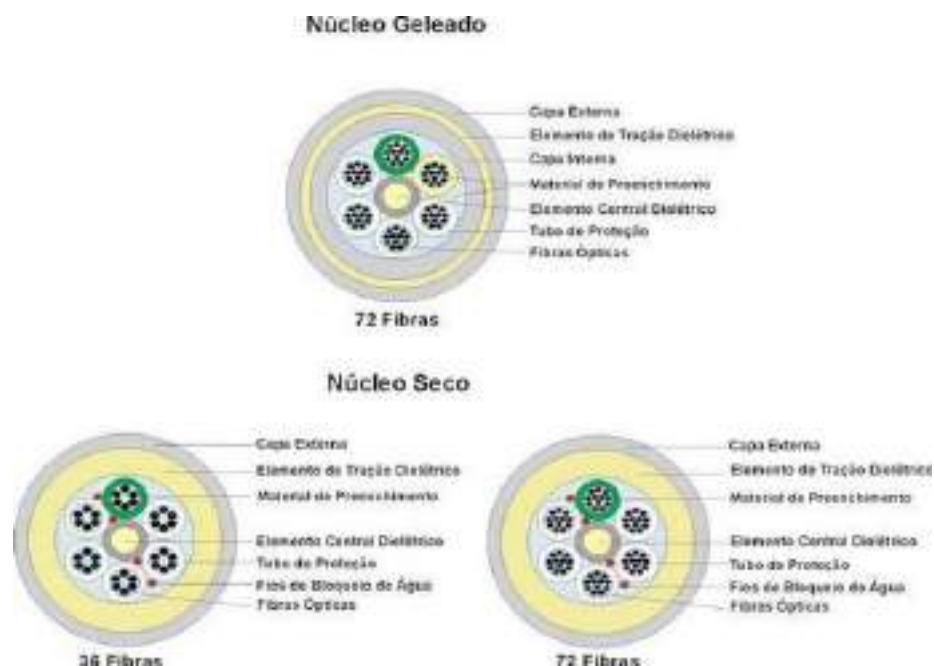


Figura 2 – Tipos de fibras usadas em cada ambiente

Características Físicas:

Força de Tração sem Acréscimo de Atenuação (N)		Carga de Compressão (N)	Fluência projetada após 20 anos de instalação(%)	Raio Mínimo de Curvatura (mm)	
Vão (m)	Carga Máxima de operação			Durante instalação	Após instalação
80	1,5 x Peso do cabo	1 x Peso do cabo/km (Mínimo)	Máxima 0,2	20 x Diâmetro Cabo	10 x Diâmetro Cabo
120	2 x Peso do cabo /km				
200	3 x Peso do cabo /km				



3.8 Caixa de emenda aérea (CEA)

Caixa de emenda versátil para utilização em cabos aéreos. Deverá conter bandejas do tipo basculante, constituída em configuração unidirecional de entradas de cabos ópticos com dimensões até 24 fibras ópticas.

3.9 Caixa de terminação óptica (CTO)

Caixa de terminação óptica para viabilizar a conexão de redes com a finalidade de acomodar e proteger as emendas ópticas por fusão entre cabos de distribuição e os drops de uma rede de fibra óptica. Apresenta capacidade máxima de 16 conexões de usuários e permitir a entrada de dois cabos do tipo AS (autossustentável).

3.10 Aterramento Elétrico

Instalação de uma haste cooperweld de 2, 40 m e lançamento de cabo elétrico de 4 mm a 10 mm para aterramento.

3.11 Bandeja

Bandeja para Rack de 19" (com porca gaiola e parafusos).

3.12 Guia de cabos

Guia de cabos para rack de 19" com tampa apropriada

3.13 Caixa de distribuição

Caixa de Distribuição Externa (CD) de PVC, para elétrica com capacidade para 4 disjuntores.

3.14 Disjuntor elétrico

Disjuntor elétrico monofásico de 50A no CD.



3.15 Nobreak 2KVA

Sistema DUPLO CONVERSOR - TRUE ON LINE constituído po retificador, baterias, inversor e chave- estática, devendo a carga critica ser alimentada permanentemente pelo inversor, com ou sem rede presente.

- Potência de saída: 2, 0 KVA.
- Fator de potência de saída, no mínimo 0,7 ;
- Forma de onda de saída: SENOIDAL - Chaveamento PWM e m 20 Khz;
- Tensão de entrada: 220 Vca e 127 Vca - via chave para seleção manual, ou Bivolt automático; Configuração da tensão de entrada: Monofásico - F,N, T;
- Variação admissível na tensão de entrada: +/- 15% da tensão nominal, sem utilização das baterias;
- Tipo de conexão para entrada: borneiras (com cabo de força opcional incluído no preço); Frequência de entrada: 60 Hz;
- Variação admissível na frequência de entrada: +/- 5 %; Tensão de saída: 120 Vca;
- Configuração da tensão de saída: Monofásico – F, N, T;
- Variação admissível na tensão de saída: +/- 2%;
- Tipo de conexão de saída: no mínimo 03 tomadas três pinos (2P + T);
- Distorção harmônica de saída: menor que 3% para carga linear;
- Deve possuir chave estática para by-pass automático, para em casos de pane, sobrecarga e sobreaquecimento no equipamento o mesmo transferirá a carga alimentada sem interrupção para a rede da concessionária, com tempo máximo de transferências de no máximo 4, 0 milissegundos. Deve possuir as seguintes proteções: disjuntor termomagnético na entrada CA e baterias, sobrecarga e curtos circuito eletrônicos na saída e CA alta na entrada via varistores.
- Os disjuntores de entrada e bateria devem possuir proteção externa contra desligamento acidental;
- Equipamento deve ser dotado de transformador isolador na saída do inversor;
- Tempo de autonomia a plena carga: 120 minutos;



- Tipo de baterias: seladas - VRLA, livre de manutenção e emissão de gases instaladas em gabinete externo metálico ao equipamento, acompanhado de cabos, bornes e interconexões; Baterias completamente descarregadas, desligamento automático do inversor, com partida automática do no break com o retorno da rede;
 - o Tempo de recarga das baterias: no máximo em 10 horas para 90% da capacidade, após descarga total;
- Sinalização no equipamento: deverá possuir sinalização via led para rede de entrada, baterias, inversor, by-pass e fault;
- Sinalização para: nível de carga na saída e das baterias através de bargraff (conjunto de led's); Alarme sonoro para: falta de rede, baterias final de descarga e falha;
- Possuir porta ethernet e software para monitoração remota via SNMP (TCP/ IP);
- Possuir manuais do equipamento em Português;
- Laudo para comprovação das especificações técnicas: o equipamento deverá ser homologado por órgão competente com reconhecimento nacional conforme características técnicas aqui descritas, livre de quaisquer ônus para a contratante.
- O Laudo deverá ser apresentado em 20 dias a partir da homologação do resultado da presente licitação;
- Deverá possuir um 1 (um) ano de garantia e assistência técnica autorizada.

3.16 Rack de piso 28 U's

Fornecimento e instalação de rack 19" de piso com porta acrílica e chave, com 01 ponto de elétrica e fornecimento de régua de elétrica com 04 tomadas.

3.17 Régua 8T

- Régua de elétrica 8 tomadas para Rack sem fusível de proteção;
- Régua de elétrica para Rack, 8 tomadas com conector fêmea 2 p + T (para microcomputador), com capacidade de 250 volts.



3.18 Switch gerenciável 24 portas

- Deve possuir no mínimo 24 portas Fast Ethernet 10/ 100 BASE - TX com conectores RJ- 45.
- Deve possuir no mínimo 4 portas Gigabit Ethernet 10/ 100/ 1000 BASE- T com conectores RJ-45.
- Deve possuir no mínimo 2 portas Combo Mini-Gbic (SFP) para instalação de Módulos Ópticos (SFP), 1000BaseSX e 1000Base LX com conectores LC.
- Deve vir acompanhado do kit de suporte específico para montagem em Rack de 19" ocupando uma unidade de Rack (1 U).
- Deve possuir fonte de alimentação com capacidade de operar em tensões de 100 a 240 V e em frequências de 50/ 60 Hz.
- Deve possuir capacidade de vazão (throughput) de no mínimo 9, 5 Mpps.
- Deve possuir capacidade de comutação de no mínimo 12 , 8 Gbps.
- Deve suportar auto negociação de velocidade, modo duplex e auto MDI/ MDIX.
- Deve implementar o protocolo 802. 3x.
- Deve possuir tabela de endereços MAC com capacidade para no mínimo 8000 endereços MAC.
- Deve suportar Jumbo Frames.
- Deve possibilitar a adição de entradas estáticas à tabela de endereços MAC do switch.
- Deve possibilitar a adição de filtros de endereços MAC.
- Deve implementar espelhamento de porta de forma que o tráfego de um grupo de portas possa ser espelhado em outra para fins de monitoramento.
- Deve implementar 4 K VLANs ativas segundo o protocolo IEEE 802. 1Q.
- Deve implementar VLANs baseadas em Portas e Protocolo.
- Deve implementar Voice VLAN.
- Deve implementar GVRP.
- Deve permitir a criação de grupo de portas isoladas, no qual as estações conectadas a diferentes portas configuradas como isoladas somente podem se comunicar com portas de fora do grupo.



- Deve implementar Controle de Banda (Rate Limiting) para todas as portas. A granularidade deve ser configurável em intervalos de 64kbps tanto para o tráfego de entrada quanto o de saída.
- Possuir no mínimo 4 filas para priorização de tráfego por porta.
- Implementar o protocolo 802.1p e DSCP para priorização de pacotes.
- Implementar os seguintes métodos de processamento de filas: SP, WRR e SP+WRR.
- Deve implementar o protocolo Spanning Tree.
- Deve implementar o protocolo Rapid Spanning Tree (802.1w).
- Deve implementar o protocolo Multiple Spanning Tree (802.1s).
- Deve implementar BPDU Protection.
- Deve implementar ACLs, baseadas em critérios das camadas 2/3/4.
- Implementar funcionalidade que permita a execução de ACLs em um determinado horário do dia (Time-Based ACLs).
- Deve suportar agregação de links segundo o padrão IEEE 802.3ad (LACP).
- Deve suportar agregação de links Estáticos.
- Deve implementar network login através do padrão IEEE 802.1x.
- Deve implementar autenticação usando os padrões EAP - MD5 e PAP.
- Deve permitir autenticação dos dispositivos de rede utilizando servidor RADIUS.
- Deve implementar Guest VLAN.
- Deve possuir proteção contra ataques DoS.
- Deve implementar Proteção ARP e IGMP snooping (V1, V2 e V3).
- Deve implementar Multicast VLAN.
- Deve permitir a criação de filtros de endereços Multicast.
- Implementar Storm Control para controle de pacotes Broadcast, Multicast e Unicast desconhecido.
- Deve suportar gerenciamento SNMP, v1, v2c e v3.
- Deve suportar envio de notificações através de mensagens do tipo TRAP e INFORM.
- Deve suportar gerenciamento RMON implementando no mínimo 4 grupos.
- Deve suportar o envio de logs a um servidor remoto (Syslog).



- Implementar protocolo NTP ou SNTP.
- Deve implementar DHCP Snooping e DHCP Option 82.
- Deve suportar configuração através de TELNET.
- Deve suportar configuração através de SSHv 2.
- Deve suportar configuração através de HTTPS/SSL.
- Deve permitir a configuração através de porta Console.

3.19 Passagem de fibra óptica com infraestrutura e terminações ópticas

Contempla a fixação dos conjuntos de suspensão e ancoragem em postes e a instalação da cordoalha bem como a sua fixação em postes previstos no projeto de compartilhamento de infraestrutura.

Inclui a passagem de fibra óptica em vias públicas e suas terminações ópticas (fusões) em CTO's/ CEA's conforme previsto e m projeto executivo.

3.20 Instalação de conjunto de equipamentos para centralizado

Contempla a instalação, configuração e ativação dos equipamentos. E contempla a instalação e acomodação dos materiais e acessórios do item conjunto de equipamentos para centralizado.

Contempla instalações elétricas para alimentação dos equipamentos no rack a ser instalado.

4 Modelo de Consideração Técnica para Edital Aquisição

- Período mínimo de garantia integral para todos os produtos: (12) meses contados da data de emissão do termo de aceite respectivo.
- Serviços de manutenção corretiva e assistência técnica necessárias para o conserto e perfeito funcionamento para todos os equipamentos e programas constantes da proposta nas dependências da adquirente pelo prazo da garantia.
- A substituição de peças decorrentes da garantia não gera quaisquer ônus para a adquirente. Toda e qualquer peça ou componente consertado ou substituído, fica automaticamente garantido até o final da garantia.



- Indicar na proposta a marca e modelo do objeto e apresentar documentação que comprove todas as características técnicas (serão aceitas cópias das especificações obtidas no site do fabricante na Internet, juntamente com o endereço do site onde foram obtidas).
- Apresentar declaração do proponente informando que o objeto não está fora de linha de fabricação e que todos seus componentes são novos (sem uso, reforma ou recondicionamento).
- Apresentar declaração do proponente indicando a razão social e o endereço da empresa responsável pela assistência técnica.

4.1 Padrão de instalação

A construção da rede de fibra óptica deverá atender os padrões técnicos exigidos pela concessionária de energia local.

As instalações da rede de fibra óptica deverão atender os requisitos abaixo relacionados:

PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO

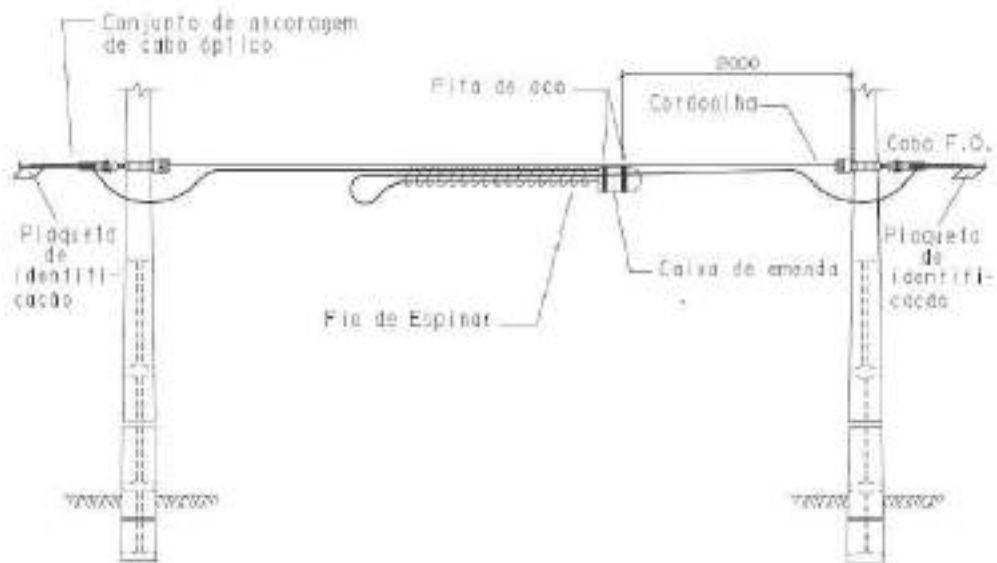


Notas:

4.1.1 Características da plaqueta de identificação:

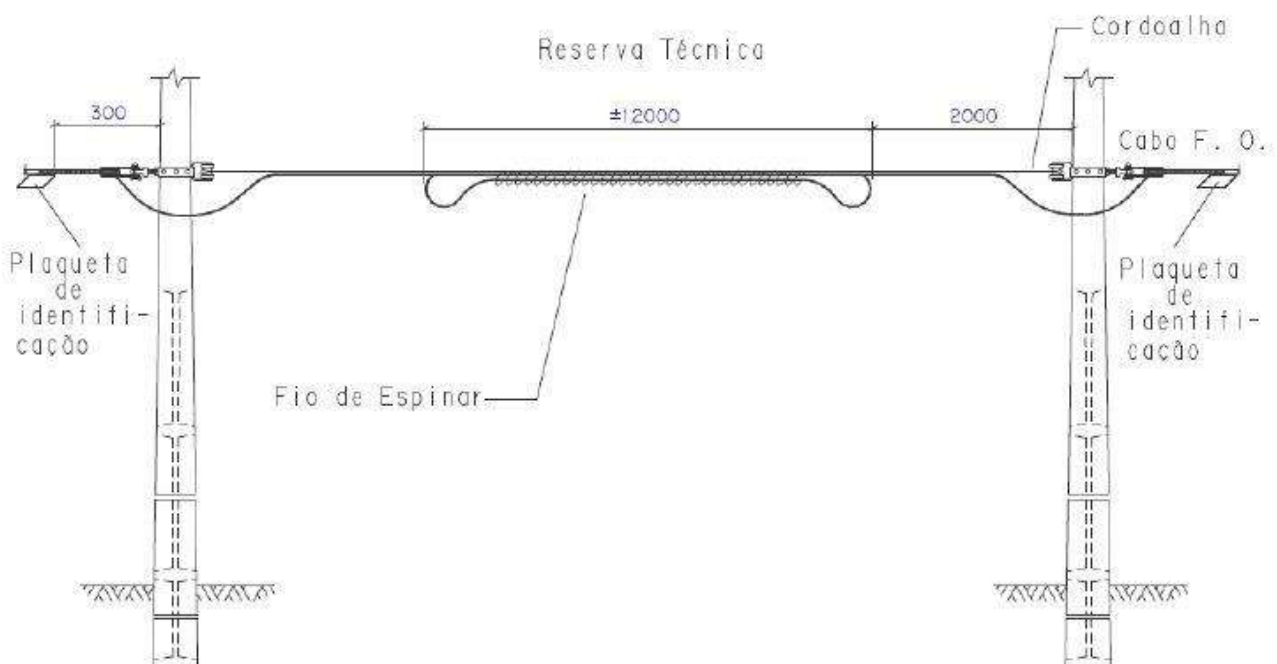
- Material não metálico, resistente a ultravioleta;
- Dimensões: 90mmx40mm;
- Espessura: 3mm;
- Cores: fundo amarelo com letras em preto;
- Tamanho das letras: 15mm de altura e 3mm de espessura.

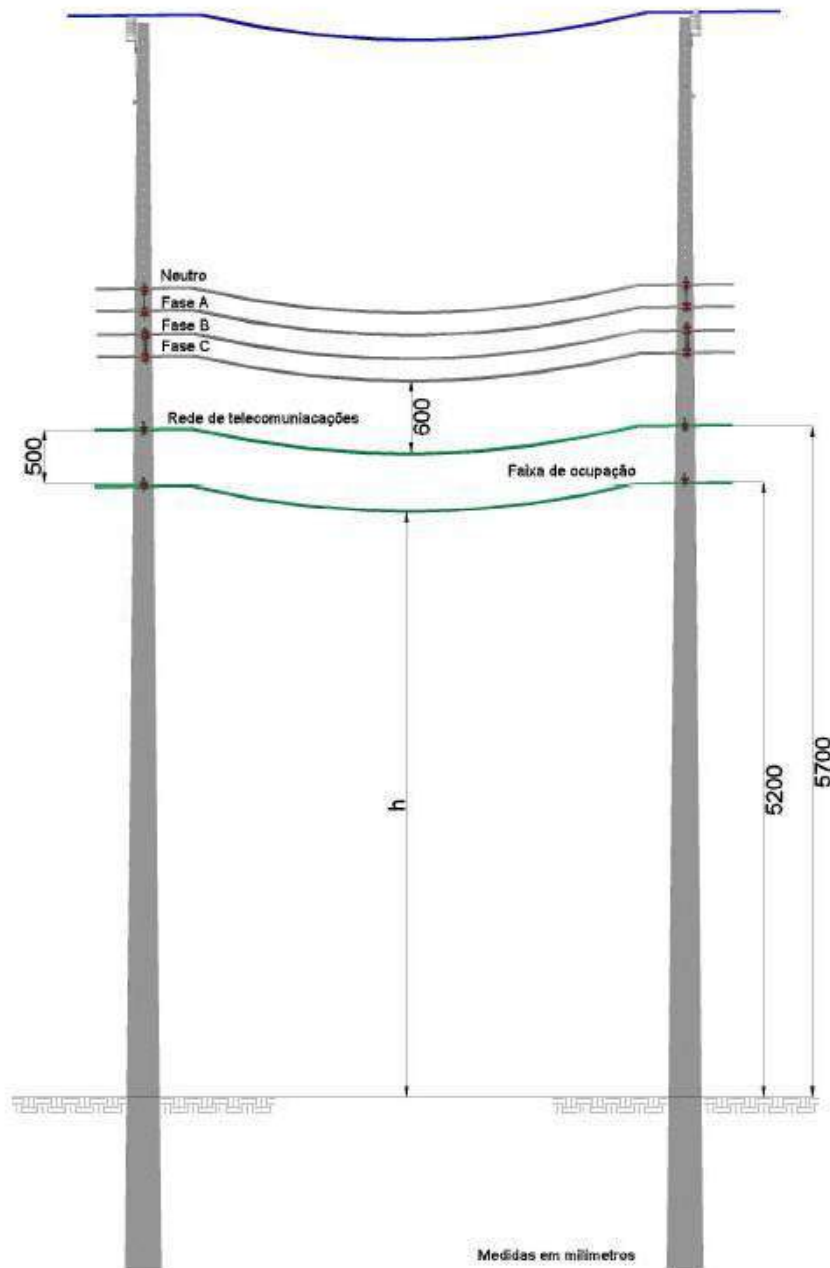
4.1.2 É obrigatória a colocação de plaqueta de identificação presa ao cabo de telecomunicações com fio de espina ou abraçadeira, a uma distância de 200mm a 400mm do poste por onde passar o cabo, ou ainda colocada na pingadeira formada quando da fixação do cabo no poste.



Nota: Dimensões em milímetros.

RESERVA TÉCNICA PARA FIBRA ÓPTICA INSTALADA NO MEIO DO VÃO

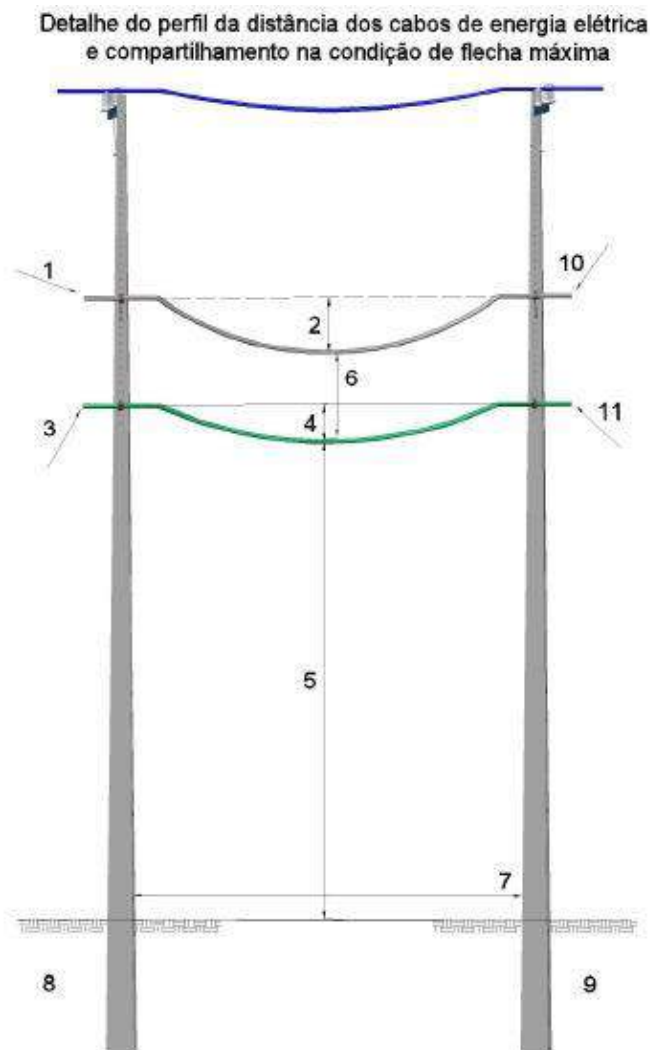




Nota:

1. Deve ser obedecida a distância mínima “h”, do cabo da ocupante ao solo conforme consta na norma de projetos – NTD 002.
2. A distância de 600mm dos cabos, fios e cordoalhas das redes de telecomunicações à rede de energia elétrica de baixa tensão, refere-se à distância mínima de segurança entre a ocupante mais crítica e o condutor inferior da rede secundária.

PERFIL DA DISTÂNCIA ENTRE OS CABOS DE ENERGIA E CABO DO COMPARTILHANTE



Legenda:

- 1 - Tipo do condutor da rede de BT:
- 2 - Flecha máx. a 50°C do condutor (cm):
- 3 - Tipo do cabo do compartilhante:
- 4 - Flecha máxima do cabo/cordoalha do compartilhante (m) e temperatura(°C):
- 5 - Altura do cabo/cordoalha do compartilhante ao solo:
- 6 - Distância na condição de flecha máximas entre o cabo de energia elétrica e do cabo/cordoalha do compartilhante:
- 7 - Vão (m):
- 8 - Número do poste e altura (m):
- 9 - Número do poste e altura (m):
- 10 - Distância em relação ao solo e o ponto de fixação (m):
- 11 - Distância em relação ao solo e o ponto de fixação (m):



5 Normas e Padrões de Referência

Todo e qualquer serviço executado será avaliado segundo o estabelecido neste memorial descritivo e nas normas e padrões de referência abaixo especificados.

5.1 Normas Nacionais

- ABNT–NBR14565: Procedimentos Básicos para Elaboração de Projetos de Cabeamento e Telecomunicações para Rede Interna Estruturada;
- ABNT–NBR5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT–NBR5419: Proteção de Edificações Contra Descargas Atmosféricas;
- Prática Telebrás nº 565-001-800: Sinalização de obras;
- Prática Telebrás nº 235-130-704: Especificação de postes de concreto seção circular e duplo T;
- Prática Telebrás nº 235-130-600: Suplemento procedimentos de projeto linhas de postes;
- Recomendações dos fabricantes quanto a instalação de seus equipamentos.

5.2 Normas e Padrões Internacionais

- IEEE 802: IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks;
- ANSI/TIA/EIA-568-B: Commercial Building Telecommunications;
- ANSI/TIA/EIA-569-A: Commercial Building Standard;
- ANSI/TIA/EIA-607: Commercial Building Grounding and Bonding;
- ANSI/TIA/EIA-606: Administration Standard for the Cabling Standard;
- Telecommunications Pathways and Spaces Requirements for Telecommunications;
- Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings.



6 Equipamentos de segurança

É de inteira responsabilidade da empresa executora a observação e adoção dos equipamentos de segurança que se fizerem necessários, conforme Normas Regulamentadoras (NR-6, NR-10 e NR-35), visando não permitir a ocorrência de danos físicos e materiais, não só com relação aos seus funcionários, como também, com relação a terceiros.

7 Produtos

Todos os equipamentos, materiais e acessórios a serem utilizados deverão ser novos, de primeira qualidade, resistentes e adequados à finalidade que se destinam. Deverão obedecer às especificações do projeto básico, as normas da ABNT, no que couber, e na falta destas as normas internacionais descritas no presente memorial.

8 Alteração de projeto executivo

O executor da obra, antes do início dos serviços, deverá analisar a viabilidade do projeto e discutir previamente com o responsável técnico do projeto, os possíveis impedimentos e consequentes alterações do projeto. Estas alterações deverão ser também aprovadas pelo proprietário da obra.

Caso as alterações sejam permitidas, o executor deverá fornecer ao projetista o projeto “as-built” da obra para que as alterações sejam atualizadas no projeto.



ANEXO B - COMPOSIÇÃO DOS ANÉIS ÓPTICOS POR REGIÕES MARANHENSES

Composição do Anel Óptico da Região Norte - Instalações de POP nos seguintes municípios: Zé Doca, Governador Nunes Freire, Santa Helena, Pinheiro e Viana.

MA - ANEL NORTE				
ID	Sede do Município	Código IBGE	Distância Cidades (KM)	Banda (Mbps)
1	Zé Doca	211400	119,00	10000
2	São João do Carú	211102		1000
3	Governador Newton Bello	210465	101,00	1000
4	Governador Nunes Freire	210467	148,00	10000
5	Centro Novo do Maranhão	210317	37,00	1000
6	Boa Vista do Gurupi	210197	77,40	1000
7	Amapá do Maranhão	210055	44,60	1000
8	Santa Helena	210980	130,00	10000
9	Turiação	211240	89,50	1000
10	Pinheiro	210860	127,00	10000
11	Cururupu	210370	108,00	1000
12	Serrano do Maranhão	211178	30,60	1000
13	Pedro do Rosário	210825	204,00	1000
14	São Bento	211050	101,00	1000
15	Viana	211280	89,30	10000
16	Penalva	210830	38,20	1000
17	Cajari	210250	68,40	1000
			1513,00	



Composição do Anel Óptico da Região Sul - Instalações de POP nos seguintes Municípios: Balsas e Timon.

MA – ANEL SUL				
ID	Sede do Município	Código IBGE	Distância Cidades (KM)	Banda (Mbps)
1	Governador Edson Lobão	210455	21,80	1000
2	Ribamar Fiquene	210955		1000
3	Campestre do Maranhão	210255	26,90	1000
4	Porto Franco	210900	23,60	1000
5	Estreito	210405	30,20	1000
6	Carolina	210280	96,50	1000
7	Riachão	210950	102,00	1000
8	Feira Nova do Maranhão	210407	62,90	1000
9	Balsas	210140	127,00	10000
10	São Raimundo das Mangabeiras	211160	91,00	1000
11	São Domingos do Azeitão	211065	103,00	1000
12	Pastos Bons	210800	70,10	1000
13	São João dos Patos	211110	48,90	1000
14	Passagem Franca	2107990	41,90	1000
15	Colinas	210350	73,90	1000
16	São Domingos do Maranhão	211070	56,00	1000
17	Santa Filomena do Maranhão	210975	30,00	1000
18	Lagoa do Mato	210592	202,00	1000
19	Parnarama	210780	89,50	1000
20	Matões	210660	24,00	1000
21	Timon	211220	81,20	10000
			1402,40	



Composição do Anel Óptico da Região Leste - Instalações de POP nos seguintes municípios: Coelho Neto, Chapadinha, Itapecuru Mirim, Morros e Araisos

MA – ANEL LESTE				
ID	Sede do Município	Código IBGE	Distância Cidades (KM)	Banda (Mbps)
1	Aldeias Altas	210030	84,00	1000
2	Coelho Neto	210340		10000
3	Afonso Cunha	210010	52,20	1000
4	Buriti	210220	96,30	1000
5	Chapadinha	210320	76,20	10000
6	Urbano Santos	211260	70,30	1000
7	Belágua	210173	13,70	1000
8	Vargem Grande	211270	105,00	1000
9	Itapecuru Mirim	210540	58,30	10000
10	Anajatuba	210070	44,60	1000
11	Rosário	210960	85,60	1000
12	Morros	210710	29,80	10000
13	Icatu	201510	13,30	1000
14	Humberto Campos	210500	93,90	1000
15	Primeira Cruz	210940	61,00	1000
16	Santo Amaro do Maranhão	211027	16,00	1000
17	Barreirinhas	210170	95,20	1000
18	Tutóia	211250	73,20	1000
19	Água Doce do Maranhão	210015	42,70	1000
20	Araisos	210090	32,20	10000
21	Santana do Maranhão	211023	77,00	1000
22	São Bernardo	211060	30,70	1000
23	Santa Quitéria do Maranhão	211010	25,80	1000
24	Brejo	210210	38,90	1000
25	Milagres do Maranhão	210667	24,30	1000
			1340,20	



Composição do Anel Óptico da Região Oeste - Instalações de POP nos seguintes municípios: Açailândia, Imperatriz, Grajaú, Vitorino Freire, Buriticupu e Santa Luzia

MA - ANEL OESTE				
ID	Sede do Município	Código IBGE	Distância Cidades (KM)	Banda (Mbps)
1	Itinga do Maranhão	210542	57,70	1000
2	Açailândia	210005		10000
3	Imperatriz	210530	61,80	10000
4	Buritirana	210235	67,30	1000
5	Amarante do Maranhão	210060	44,40	1000
6	Sítio Novo	211180	43,20	1000
7	Grajaú	210480	78,60	10000
8	Jenipapo dos Vieiras	210547	99,70	1000
9	Itaipava do Grajaú	210535	39,90	1000
10	Lagoa Grande do Maranhão	210596	121,00	1000
11	Lagoa da Pedra	210570	46,40	1000
12	Vitorino Freire	211300	37,80	10000
13	Marajá do Sena	210635	62,30	1000
14	Arame	210095	90,00	1000
15	Buriticupu	210232	116,00	10000
16	Bom Jesus das Selvas	210203	55,80	1000
17	Santa Luzia	211000	173,00	10000
18	Alto Alegre do Pindaré	210047	55,00	1000
19	Brejo de Areia	210215	125,00	1000
			1374,90	



Anel Óptico da Região Centro - Instalações de POP nos seguintes municípios: Santa Inês, Miranda do Norte, Caxias, Presidente Dutra, Barra do Corda e Bacabal

MA - ANEL CENTRO				
ID	Sede do Município	Código IBGE	Distância Cidades (KM)	Banda (Mbps)
1	Santa Inês	210990	8,70	10000
2	Pindaré Mirim	210850		1000
3	Monção	210690	20,50	1000
4	Vitória do Mearim	211290	65,00	1000
5	Arari	210100	11,60	1000
6	Miranda do Norte	210675	24,20	10000
7	Santa Rita	211020	57,30	1000
8	São Mateus do Maranhão	211150	112,00	1000
9	Alto Alegre do Maranhão	210043	21,20	1000
10	Coroatá	210360	58,90	1000
11	Timbiras	211210	37,40	1000
12	Codó	210330	26,50	1000
13	Caxias	210300	103,00	10000
14	São João do Sóter	211107	64,00	1000
15	Presidente Dutra	210910	103,00	10000
16	Tuntum	211230	23,10	1000
17	Barra do Corda	210160	85,00	10000
18	São Raimundo do Doca Bezerra	211163	60,40	1000
19	São Roberto	211167	14,50	1000
20	Pedreiras	210820	97,40	1000
21	Bacabal	210120	62,70	10000
22	Conceição do Lago-Açu	210335	67,10	1000
23	Satubinha	211172	82,60	1000
			1206,10	



ANEXO C - SISTEMA DE ENERGIA POP SUSTENTÁVEL

1 SISTEMA DE ENERGIA POP SUSTENTÁVEL

1.1 Sistema Fotovoltaico Isolado (Off-Grid)

Um sistema solar fotovoltaico off-grid (cujo nome correto é sistema/gerador fotovoltaico isolado) deve fornecer a energia diretamente aos equipamentos consumidores de energia elétrica, sendo que a energia deve chegar sempre de forma constante – o que é um problema quando se trabalha com energia solar, pois existem variações causadas pela passagem de nuvens, por exemplo.

É aí que entra o famoso banco de baterias, que tem a função de estabilizar a energia entregue aos aparelhos consumidores.

À noite, como não há geração de eletricidade pelas placas solares, toda a energia para os equipamentos consumidores vem das baterias.

Na verdade, em um sistema de energia solar fotovoltaica que possui baterias, os equipamentos consumidores de energia elétrica (chamados de cargas) recebem energia das baterias.

A função do conjunto de placas solares (chamado de arranjo fotovoltaico) é recarregar o banco de baterias.

Os painéis solares iniciam o trabalho de conversão da energia solar em energia elétrica logo nos primeiros raios de sol, e só param de converter a radiação solar quando o sol se põe.

Durante esse período, toda a energia gerada vai para o banco de baterias, e se não houver um controle, as baterias podem ser sobrecarregadas, provocando danos e – em casos extremos – podendo até gerar explosões.

É por isso que entre o conjunto de painéis solares e o banco de baterias existe um dispositivo controlador de carga, que é o responsável por gerenciar o carregamento (e em alguns modelos, a descarga também) do banco de baterias.

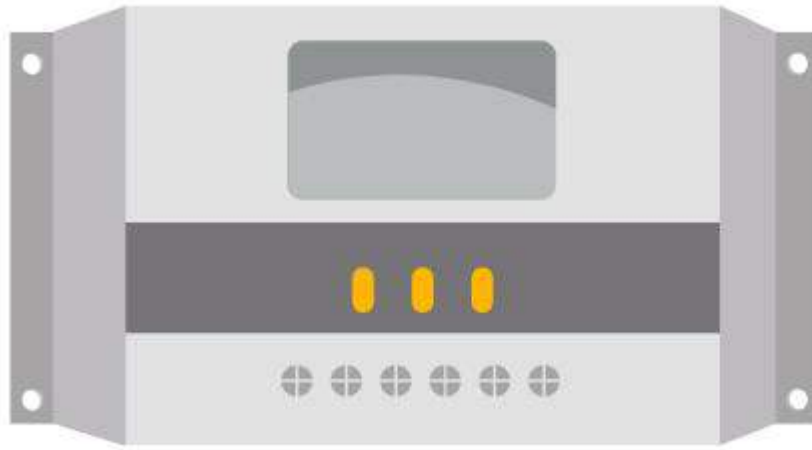


Figura 1 – Controlador de Carga

Sistema Fotovoltaico Isolado (Off-Grid): da geração de energia até o funcionamento dos aparelhos

As placas solares geram energia elétrica em corrente contínua. As baterias armazenam essa energia através de um processo químico, e quando a liberam, também é em corrente contínua.

Para que seja possível a utilização de aparelhos eletroeletrônicos comuns (geladeiras, TV's, computadores, etc.) a corrente contínua deve ser convertida em corrente alternada – o que é feito através de um inversor de corrente.

O inversor fotovoltaico recebe a corrente contínua fornecida pelas baterias, e a transforma em corrente alternada. A partir daí os aparelhos eletroeletrônicos são ligados ao inversor, que os alimenta eletricamente.

Repare, então, que temos quatro componentes principais em um sistema solar fotovoltaico que possui baterias:

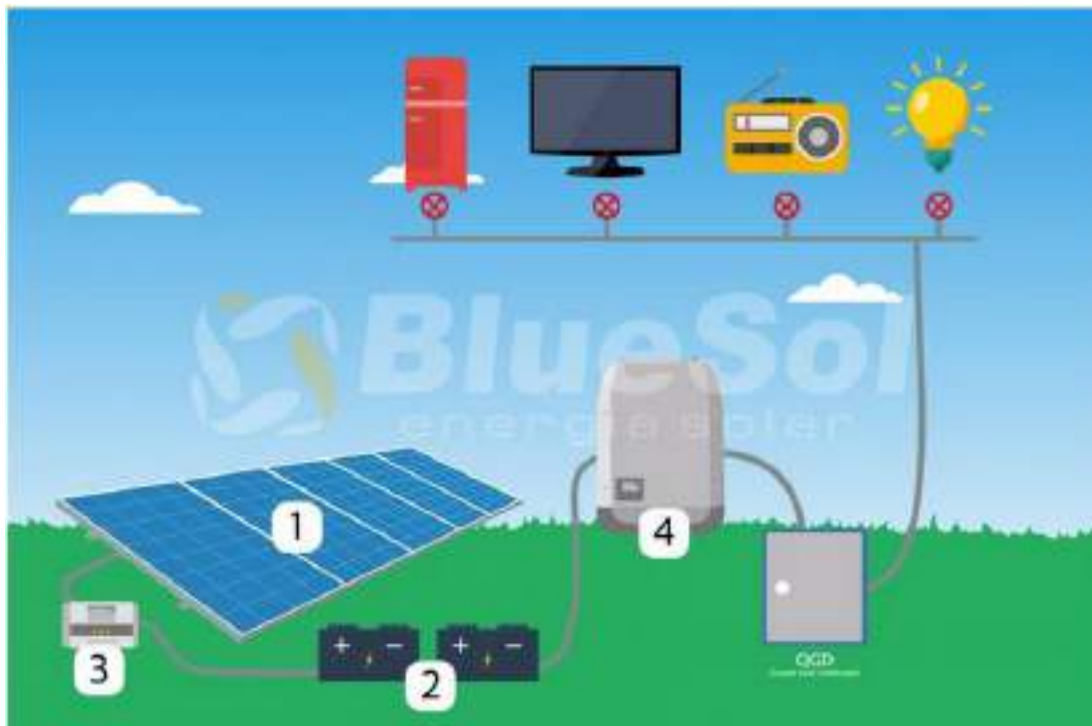


Figura 2 - Sistema solar fotovoltaico

- 1 – o arranjo fotovoltaico: o conjunto das placas solares fotovoltaicas;
- 2 – o banco de baterias: formado por uma ou mais baterias;
- 3 – o controlador de carga: responsável por gerenciar a energia das baterias;
- 4 – o inversor de corrente: responsável por alimentar os aparelhos consumidores de energia elétrica que funcionam em “110 ou 220 volts”.

A Simplificação do Gerador de Energia Solar Fotovoltaica On-Grid

O que nos impediria, então, de ligar diretamente as placas solares ao inversor de corrente?

Simples: a variação da energia gerada pelas placas solares, ou seja, o sombreamento provocado pelas nuvens, por exemplo.

Se o tempo fecha, a conversão de energia solar em energia elétrica diminui muito, pois se as nuvens tapam o sol, a quantidade de energia solar que entra nas células fotovoltaicas diminui muito, e consequentemente a energia elétrica gerada diminui também.

É o que ocorre em um sistema de bombeamento solar: quando a radiação solar diminui, a bomba recebe menos energia e, portanto, bombeia muito menos água – o que não é um problema se houver um reservatório que acumule a água já bombeada.



E é esse o princípio utilizado nos inversores de corrente mais utilizados em sistemas solares fotovoltaicos on-grid: eles injetam a energia gerada diretamente na instalação elétrica da residência (comércio, ou indústria), sem passar por um banco de baterias.

Os inversores interativos à rede – que também são chamados de grid-tie – trabalham em conjunto (em paralelo) com a rede pública de distribuição de energia elétrica, e por isso devem se comportar exatamente como uma usina de energia elétrica comum.

Devem operar dentro de uma estreita faixa de parâmetros que incluem:

Tensão (voltagem)

Frequência

Capacidades de detecção de falta de energia.

Os inversores interativos (grid-tie) somente funcionam quando são ligados à rede elétrica, e não conseguem alimentar diretamente aos equipamentos consumidores

Ou seja, são exatamente o oposto dos inversores de corrente utilizados nos sistemas fotovoltaicos off-grid.

Isso significa que em localidades que não possuem acesso à rede, não é possível adotar a mesma configuração utilizada em um sistema solar fotovoltaico on-grid, obrigatoriamente levando-se a adoção de sistema solar fotovoltaico off-grid, com banco de baterias.

Quando ocorre uma queda de energia, o sistema fotovoltaico conectado à rede interrompe imediatamente a injeção de energia elétrica na rede, de forma a evitar um possível acidente, pensando especialmente nos técnicos que eventualmente façam a manutenção de uma linha elétrica defeituosa.

Isso é feito automaticamente pelo inversor interativo (inversor grid-tie), que se desconecta da rede, e só volta a funcionar quando a rede está funcionando plenamente.

É aí que temos um problema: um gerador solar fotovoltaico on-grid não funciona quando há quedas de energia.

Sistema Fotovoltaico Híbrido

Como fazer, então, em localidades em que há rede, mas também há muitas quedas de energia?

Não é possível “juntar” as características técnicas de um sistema fotovoltaico conectado à rede (on-grid) com um sistema fotovoltaico isolado (off-grid)?



Sim, é possível, graças ao sistema solar fotovoltaico conectado à rede híbrido.

Esse tipo de sistema/gerador solar fotovoltaico tem ao menos duas possíveis configurações:

Banco de baterias com função principal – de alimentação.

Banco de baterias com função secundária – de backup.

Sistema Híbrido com Baterias com Função Principal

Em um sistema solar fotovoltaico on-grid híbrido, com bateria com função principal, o banco de baterias é o centro do sistema.

Os painéis solares fotovoltaicos carregam o banco de baterias, através do controlador de cargas, e o inversor interativo (grid-tie) é ligado ao banco de baterias.

Geralmente o inversor interativo (grid-tie) tem duas saídas: uma é ligada à rede, e funciona da forma padrão esperada de um inversor grid-tie (que se desconecta da rede em caso de falta de energia).

A outra saída é ligada a um quadro elétrico secundário, e alimenta diretamente aos aparelhos consumidores, e os mantém alimentados eletricamente mesmo em caso de falta de energia, funcionando da forma padrão de um inversor autônomo (inversor off-grid).

O inversor híbrido drena energia sempre das baterias. É possível configurá-lo para injetar a energia das baterias também durante à noite.

Por fim, o fato de existir um controlador de cargas separado do inversor permite montar o banco de baterias utilizando modelos comuns que podem ser obtidos no mercado.



Figura 3 – Sistema híbrido com baterias

1.2 Sistema híbrido com baterias com função secundária

Em um sistema solar fotovoltaico on-grid híbrido, com bateria com função secundária, o inversor interativo (grid-tie) é o centro do sistema.

Os painéis fotovoltaicos são ligados ao inversor, que converte a corrente contínua (gerada pelas placas solares) em corrente alternada, e a injeta na rede elétrica da residência.

O banco de baterias é ligado diretamente ao inversor, e geralmente, o sistema de controle de carga/descarga faz parte do banco de baterias – que só funciona em conjunto com o inversor do mesmo fabricante.

Essa é a topologia utilizada pelas famosas baterias “PowerWall” do fabricante “Tesla/Solar City”.

A função do banco de baterias é alimentar o inversor interativo (grid-tie), que passou a ter a funcionalidade de operar mesmo quando há queda da rede elétrica, através de uma configuração especial específica, com o auxílio de um dispositivo (seccionador de rede) ligado ao relógio de luz, e que mantém a rede “cortada” enquanto o inversor operar fora da rede (off-grid).



Quando a energia da rede é restabelecida, esse componente avisa ao inversor, que então volta novamente para o modo conectado à rede (on-grid), e passa a operar em paralelo à rede elétrica, e voltando a carregar o banco de baterias.

Qual é o melhor tipo de Sistema Solar Fotovoltaico para mim?

Se você precisa levar energia elétrica a um local longe de um centro urbano, e portanto longe da rede elétrica, como uma casa de fazenda ou de praia ou um acampamento, por exemplo, a escolha óbvia é um sistema solar fotovoltaico off-grid (lembrando que o termo correto é sistema fotovoltaico isolado da rede).

Se você quer gerar a sua própria energia na cidade, mas com custo muito inferior ao de desligar a sua casa da distribuidora local, e tendo retorno de investimento (o que é bem difícil de se obter em um sistema solar fotovoltaico off-grid, se comparado com a rede elétrica), o ideal é que você instale um sistema fotovoltaico conectado à rede (On-grid).

Os custos para se ter um gerador solar fotovoltaico on-grid em uma residência na cidade podem ser menos da metade dos custos de um sistema fotovoltaico off-grid, pois grande parte do custo está no banco de baterias, que tem vida-útil muito menor que os módulos fotovoltaicos (placas solares)

Como explicando anteriormente, é possível ter o melhor dos dois mundos, investindo em um sistema fotovoltaico híbrido, que pode oferecer, ao mesmo tempo, a segurança de um sistema solar fotovoltaico off-grid (alimentar eletricamente os aparelhos, durante um apagão), e a economia de um sistema solar fotovoltaico on-grid (que injeta energia elétrica diretamente no quadro geral da casa, e alimenta os aparelhos através da rede, além de gerar créditos energéticos que são abatidos na conta de luz).

Porém, os custos de sistemas fotovoltaicos híbridos são bem superiores aos de sistemas on-grid (podem custar mais que o dobro), variando de acordo à capacidade desejada do banco de baterias. Quanto maior é a capacidade, maior é o custo

Além disso, embora já existam baterias no Brasil para esse tipo de sistema, a sua aplicação ainda esbarra na falta de inversores homologados e regulamentação específica.

1.2.1 Consumo de Equipamentos

Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Horas de uso no dia
Nobreak	1	2400W	24 horas
Switch	1	600W	24 Horas
Consumo Diário Total	72000WH/Dia		



Parâmetros

Parâmetro	Valor
Horas de sol pico (HSP)	5,21
Autonomia necessária	2 Dias
Tensão Vca dos equipamentos	127Vca

Lista dos materiais para o projeto

Código	Quantidade	Descrição	Item
1870718	56	EMSJ 340P	Módulo Fotovoltaico 72 células 340W EMSJ-340P
4841059	6	ECM 6048	Controlador de Carga MPPT 60 A – 12/24/36/48 Vcc
4841068	6	Conector Simples	Conector p/ Cabo MC4 Par FM/MC 1 Via 1,5 kV 45 A
4848000	24	Conector para ligação em paralelo	Conector p/Cabo MC4Y Par FM/MC 1 Via 1,5 kV 35 A
	1		Inversor 48Vcc/127Vca com potência acima de 3000W Onda Modificada
4845013	12	12MS111	Bateria Estacionária Chumbo Estanho Prata 12V 105A

Este tipo de energia renovável para consumo desse projeto com consumo diário total de 12.000Wh/dia ficou orçado em R\$ 34.370,00 com a quantidade de POPs utilizados que chega na totalidade 24 (vinte e quatro) contruídos, caso seja de interesse adicional da instalação sairia ao custo final de R\$ 824.880,00 (Oitocentos e vinte e quatro mil, oitocentos e oitenta reais). Uma observação a ser explicada esta no destaque desse valor na qual a bateria estacionário é somente de 240AH com o consumo de até 12.000Wh/dia, pois encontramos somente este orçamento para se ter o norte do preço de custo dessa tecnologia energética.