

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

Cel QEM MARCELO **CORRÊA** HOREWICZ

**O Projeto Amazônia Conectada na Integração da
Região Amazônica**



Rio de Janeiro

2019

Cel QEM MARCELO **CORRÊA** HOREWICZ

O Projeto Amazônia Conectada na Integração da Região Amazônica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Política, Estratégia e Alta Administração Militar.

Orientador: Cel Art R1 Duilio Paulo Silva de Miranda

Rio de Janeiro
2019

811p Horewicz, Marcelo Corrêa

O Projeto Amazônia Conectada na Integração da Região Amazônica. / Marcelo Corrêa Horewicz. 2019.

71 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Duílio Paulo Silva de Miranda

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) – Escola de Comando e Estado-maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

Bibliografia: f. 68-69.

1. Projeto Amazônia Conectada. 2. SISCOMIS. 3. SGDC.
4. ROD. 5. SISMC2. I. Título.

CDD 355.4

Cel QEM MARCELO **CORRÊA** HOREWICZ

O Projeto Amazônia Conectada na Integração da Região Amazônica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Política, Estratégia e Alta Administração Militar.

Aprovado em ____ de _____ de 2019.

COMISSÃO AVALIADORA

DUÍLIO PAULO SILVA DE MIRANDA – Cel Art R1 – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

WANDERLEY MONTEAGUDO RASGA JÚNIOR – Cel Art R1 – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

GERSON DE MOURA FREITAS – Cel Art R1 – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa e meus filhos, fontes
de inspiração e exemplo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, felicidade, tranquilidade e saúde.

À minha família, pelo apoio, incentivo, carinho e compreensão em todos os momentos, sendo fundamentais no sucesso da conclusão deste trabalho.

Ao Exército Brasileiro, pela oportunidade em realizar um trabalho monográfico, de modo a ampliar o conhecimento profissional.

Ao meu orientador, não apenas pela orientação, como também pelo incentivo e confiança demonstrados em várias oportunidades.

“Só sei que nada sei!”. (Sócrates)

RESUMO

O Projeto Amazônia Conectada (PAC) consiste na construção de uma infraestrutura de comunicações de rede de cabos de fibra óptica lançados no leito dos principais rios da bacia amazônica. Este Projeto possui grande importância estratégica, pois a implantação da rede de comunicações e de dados, denominada de rede Vitória-Régia, possibilitará serviços de comunicações de alta qualidade para esta região. O Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) foi criado em 1985 a fim de prover comunicações estratégicas ao Alto Comando das Forças Armadas (FA), ao antigo Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA), aos então Ministros Militares, às mais altas autoridades civis do Governo Federal e ao Comandante Supremo das Forças Armadas. O Projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) trata-se de lançamento de Satélites Geoestacionários de Defesa e Comunicações estratégicas do governo brasileiro tendo como objetivo ampliar a capacidade satelital do SISCOMIS, a fim de atender as demandas dos Sistemas Estratégicos das Forças Armadas, sendo também de grande importância estratégica para a região amazônica. A Rede Operacional de Defesa (ROD) é uma rede de dados militares operacionais que possui o SISCOMIS como seu principal canal de comunicações, sendo estes componentes da estrutura do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) do Ministério da Defesa. Assim sendo, este trabalho teve como finalidade apresentar uma possível integração de comunicações estratégica entre o PAC, com a rede Vitória-Régia por meio dos cabos ópticos subfluviais, e o SISCOMIS, com a ROD por meio dos satélites geoestacionários, dentro do contexto do SISMC² na região amazônica.

Palavras-chave: Projeto Amazônia Conectada; SISCOMIS; SGDC; ROD; SISMC².

RESEÑA

El Proyecto Amazonia Conectada (PAC) consiste en la construcción de una infraestructura de comunicaciones de red de cable de fibra óptica lanzada en los principales ríos de la cuenca del Amazonas. Este proyecto tiene una gran importancia estratégica, ya que la implementación de la red de comunicaciones y datos, llamada red Vitória-Régia, permitirá servicios de comunicaciones de alta calidad para esa región. El Sistema de Comunicaciones por Satélite Militar (SISCOMIS) se creó en 1985 para proporcionar comunicaciones estratégicas al Alto Comando de las Fuerzas Armadas (FA), el antiguo Estado Mayor de las Fuerzas Armadas (EMFA), luego Ministros Militares, a los más altos autoridades civiles del Gobierno Federal y el Comandante Supremo de las Fuerzas Armadas. El Proyecto de Satélite Geoestacionario de Defensa y Comunicaciones (SGDC) es el lanzamiento de los Satélites Geoestacionarios de Defensa y estratégica del gobierno brasileño con el objetivo de expandir la capacidad satelital de SISCOMIS para satisfacer las demandas de los Sistemas Estratégicos de las Fuerzas Armadas. También es de gran importancia estratégica para la región amazónica. La Red Operacional de Defensa (ROD) es una red de datos operativos militares que tiene SISCOMIS como su principal canal de comunicaciones, siendo estos componentes de la estructura del Sistema de Comando y Control Militar del Ministerio de Defensa (SISMC²). Así, este trabajo tuvo como objetivo presentar una posible integración de comunicaciones estratégicas entre PAC, con la red Vitória-Régia a través de cables ópticos subfluviales, y SISCOMIS, con ROD a través de satélites geoestacionarios, en el contexto de SISMC², en la región amazónica.

Palabras clave: Proyecto Amazonia Conectada; SISCOMIS; SGDC; ROD; SISMC².

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Governança do “Programa Amazônia Conectada”.....	21
Figura 2	Infovias.do Projeto Amazônia Conectada.....	26
Figura 3	Satélite de Comunicações.....	29
Figura 4	Balsa de Lançamento dos Cabos de Fibra Óptica.....	31
Figura 5	Lançamento do Cabo Óptico Subfluvial no Rio Negro.....	32
Figura 6	Construção da Caixa de Ancoragem no CECMA.....	32
Figura 7	Interconexão dos Cabos Ópticos Fluvial e Terrestre.....	33
Figura 8	Caixa de Ancoragem no CECMA.....	33
Figura 9	Equipamentos DWDM.....	34
Figura 10	Integração da Rede Terrestre e da Rede Fluvial em Manaus....	35
Figura 11	Navio Frete da Noruega.....	37
Figura 12	Embarcação de Lançamento do Cabo Óptico.....	37
Figura 13	Transbordo do Cabo Óptico no Cesto da Embarcação.....	37
Figura 14	Colocação dos Contêineres na Embarcação.....	39
Figura 15	Mobilização da Embarcação.....	39
Figura 16	Cozinha da Embarcação.....	39
Figura 17	Embarcação de Lançamento do Cabo Óptico no Rio Solimões.	40
Figura 18	Lançamento do Cabo Óptico no Rio Solimões.....	41
Figura 19	Centro Móvel da Alta Disponibilidade (CMAD).....	42
Figura 20	Parte Externa do CMAD.....	42
Figura 21	Parte Interna do CMAD.....	43
Figura 22	Bastidor com Equipamento DWDM.....	44
Figura 23	Trecho Coari – Tefé.....	45
Figura 24	Transbordo do Cabo Óptico.....	48

Figura 25	Embarcação de Lançamento do Cabo Óptico com Dois Cestos	49
Figura 26	CMAD Instalado em um Batalhão da PMAM.....	50
Figura 27	Trecho Manaus – Manacapuru – Coari.....	52
Figura 28	Trecho Manaus – Novo Airão.....	53
Figura 29	Cobertura do SGDC-1.....	58
Figura 30	Integração PAC - SGDC.....	62
Figura 31	Integração PAC – Parceiros.....	63
Figura 32	Desenho Esquemático de Conectividade.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
BIS	Batalhão de Infantaria de Selva
CEBW	Comissão do Exército Brasileiro em Washington
CECMA	Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia
CGC	Centro de Gerenciamento de Comunicações
CGEO	Centro de Geoinformação
CGS	Centro de Gerenciamento do Satélite
CISCOMIS	Comissão de Desenvolvimento e Implantação do SISCOMIS
CITEx	Centro de Telemática do Exército
CMA	Comando Militar da Amazônia
CMAD	Centro Móvel de Alta Disponibilidade
CMORD	Centro de monitoramento e operação da ROD
COPE	Centro de Operação do Programa Espacial
COPE-P	COPE Principal
COPE-S	COPE Secundário
CTA	Centro de Telemática de Área
CTI	Centro de Tecnologia da Informação
DAMA	<i>Demand Assignment Multiple Access</i>
DCT	Departamento de Ciência e Tecnologia
DOU	Diário Oficial da União
DWDM	Multiplexação por Divisão Densa de Comprimento de Onda
EB	Exército Brasileiro
EBNET	Rede de Dados do Exército Brasileiro
ECB	Estação Central de Brasília
EMFA	Estado-Maior das Forças Armadas
ERJ	Estação do Rio de Janeiro
ETN	Estação Terrena
ETT	Estação Tático – Transportável

EttaMiD	Estrutura Militar de Defesa
FA	Forças Armadas
FAT	Teste de Aceitação de Fábrica
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
ISMAS	<i>Integrated X-Band Station Management System</i>
MC	Ministério das Comunicações
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
MD	Ministério da Defesa
NOC	Centro de Operações de Rede
OM	Organização Militar
PAC	Projeto Amazônia Conectada
PAMA	<i>Permanent Assignment Multiple Access</i>
PNBL	Programa Nacional de Banda Larga
PRODAM	Processamento de Dados do Amazonas S/A
ROD	Rede Operacional de Defesa
RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SC-1	Subchefia de Comando e Controle
SEC	Sistema Estratégico de Comunicações
SEC ² Ex	Sistema Estratégico de Comando e Controle do Exército
SECTI-AM	Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Amazonas
SISMC ²	Sistema Militar de Comando e Controle
SISTEx	Sistema de Telemática do Exército
SGB	Satélite Geoestacionário Brasileiro
SGDC	Programa de Satélites Geoestacionário de Defesa e Comunicações
SGDC-1	Primeiro Satélite do SGDC
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicações
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
WAN	<i>Wide Area Network</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	PROBLEMA.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos.....	16
1.3	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	17
1.4	RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	PROJETO AMAZÔNIA CONECTADA (PAC).....	18
2.1.1	Embasamento Legal.....	19
2.1.1.1	Memorando de Entendimento.....	19
2.1.1.2	Portaria Interministerial N°586.....	21
2.1.1.3	Portaria Normativa N°5/MD.....	22
2.1.2	Escopo do Projeto.....	23
2.1.2.1	Benefícios do Projeto.....	24
2.1.2.2	Características do Projeto.....	25
2.1.3	Subprojeto de Infovias.....	25
2.2	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MILITARES POR SATÉLITE.....	27
2.3	SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES.....	28
3	PROJETO AMAZÔNIA CONECTADA.....	30
3.1	ESTÁGIO I – DEMONSTRADOR DE TECNOLOGIA.....	30
3.1.1	Execução.....	30
3.1.2	Equipamentos de Comunicações.....	33
3.1.3	Resultados Alcançados.....	34
3.2	ESTÁGIO II – TRECHO COARI - TEFÉ.....	36
3.2.1	Execução.....	37
3.2.2	Centro Móvel de Alta Disponibilidade.....	41
3.2.3	Equipamentos DWDM.....	43

3.2.4	Resultados Alcançados.....	44
3.3	ESTÁGIO III – TRECHO MANAUS – COARI E MANAUS – NOVO AIRÃO.....	46
3.3.1	Execução.....	47
3.3.2	Centro Móvel de Alta Disponibilidade.....	50
3.3.3	Equipamentos DWDM.....	50
3.3.4	<i>Network Operations Center</i>.....	51
3.3.5	Resultados Alcançados.....	51
4	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MILITARES POR SATÉLITE.....	55
4.1	SISTEMA MILITAR DE COMANDO E CONTROLE.....	55
4.2	REDE OPERACIONAL DE DEFESA.....	56
4.3	SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES.....	56
4.4	SEGMENTO TERRESTRE.....	59
4.5	CONSIDERAÇÕES FINIAS.....	59
5	INTEGRAÇÃO DE COMUNICAÇÕES NA REGIÃO AMAZÔNICA.....	61
5.1	INTEGRAÇÃO PAC - SISCOMIS.....	61
5.2	INTEGRAÇÃO PAC – PARCEIROS.....	62
6	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia estende-se por nove países da América do Sul: abrange parte do Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela. Compreende uma vasta região ocupada pela maior floresta tropical úmida e o maior banco genético do planeta, contendo 1/5 da disponibilidade mundial de água doce e um patrimônio mineral não completamente mensurado.

A região amazônica possui uma grande deficiência de estradas terrestres, e como a população vive principalmente ao longo das margens dos grandes rios, os caminhos hidroviários tornam-se as estradas naturais da região (BRASIL, 2015a).

Pela dificuldade do acesso terrestre, os municípios do interior utilizam enlaces de comunicações via satélite, que possuem várias desvantagens: custo mensal alto, dependência das condições climáticas e da posição da antena, largura de banda limitada e baixa velocidade de acesso à internet (BRASIL, 2015a).

Desta forma, as telecomunicações nesta região são bastante deficitárias, pois não há infraestrutura disponível para que serviços comuns, como a internet e a telefonia celular, sejam prestados de forma eficiente (BRASIL, 2015a).

O Projeto Amazônia Conectada (PAC) foi instituído pela Portaria Interministerial Nr 586, de 22 de julho de 2015, do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC). Seu objetivo é expandir a infraestrutura de comunicações e contribuir para as ações do Governo Federal desenvolvidas no âmbito do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) na região amazônica (BRASIL, 2015b).

O Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) teve início em 1985, com o intuito de implantar um sistema de telecomunicações por satélite, destinado a prover comunicações estratégicas ao Alto Comando das Forças Armadas, ao antigo Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA), aos então Ministros Militares, às mais altas autoridades civis do Governo Federal e ao Comandante Supremo das Forças Armadas (BRASIL, 2014a).

A partir de 2007, com o desenvolvimento das operações conjuntas e o consequente aumento da demanda por comunicações satelitais, o SISCOMIS, por meio da banda X e empregando terminais satelitais transportáveis, passou a ser o canal principal de tráfego de dados da Rede Operacional de Defesa (ROD) (BRASIL, 2014a).

A ROD e o SISCOMIS são partes integrantes do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²), com a finalidade de prover a ligação de comunicações da cadeia de comando da Estrutura Militar de Defesa (EttaMiD) nos níveis estratégico e operacional (BRASIL, 2014a).

Em decorrência da vulnerabilidade estratégica da ausência de um satélite de comunicações e defesa genuinamente nacional foi projetado a construção do lançamento de satélites de comunicações brasileiros, o projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) que atende ao SISCOMIS na banda X (BRASIL, 2014a).

1.1 PROBLEMA

Com o Projeto Amazônia Conectada, o emprego de cabos ópticos subfluviais nos rios amazônicos deverá aumentar a capacidade de comunicações da região amazônica, permitindo que as cidades do seu interior tenham acesso a serviços de dados compatíveis com os serviços disponíveis na capital do Estado do Amazonas, Manaus, favorecendo, também, a integração de comunicações da região amazônica.

O Projeto Amazônia Conectada vem ao encontro do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) que tem como objetivo disponibilizar serviços de banda larga para todos os municípios do Brasil.

A região amazônica possui comunicações incipientes sendo altamente dependentes das comunicações por satélites. Neste contexto, o SISCOMIS com o seu projeto SGDC é uma opção viável para o estabelecimento de enlaces de comunicações nesta região.

Assim sendo, emerge a problemática que ora se delinea: **se o Projeto Amazônia Conectada juntamente com o SISCOMIS permitirá uma maior integração de comunicações na região amazônica.**

Sob esse prisma, a pesquisa apresenta relevância uma vez que o correto entendimento da possibilidade do emprego do Projeto Amazônia Conectada em prol da integração de comunicações da região amazônica, em conjunto com o Sistema Militar de Comunicações por Satélite, deverá responder a estes questionamentos, e mesmo, provocar outros que possibilitem melhorias nos planejamentos ora realizados.

Outrossim, a relação custo/benefício da pesquisa aponta para a importância e aplicabilidade do projeto, posto que, partindo dos estudos dos documentos gerados sobre o Projeto Amazônia Conectada e do SISCOMIS e de seu projeto SGDC, será possível verificar a sua aplicabilidade e a possibilidade de sugestão de melhorias dos processos.

O trabalho terá por finalidade apresentar, por meio de pesquisa bibliográfica, como poderá ser realizada o emprego do Projeto Amazônia Conectada em prol da integração de comunicações da região amazônica, bem como, apresentar, se for o caso, sugestões de melhorias dos processos planejados.

Ressalte-se que o trabalho não terá a pretensão de esgotar o assunto, mas, sim, de servir de instrumento inicial para sua discussão.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

- apresentar uma possível integração de comunicações entre o Projeto Amazônia Conectada e o SISCOMIS na região amazônica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- apresentar o Projeto Amazônia Conectada (PAC) e seus estágios já executados;
- apresentar o Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS);
- apresentar o Projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC);
- apresentar uma possível integração PAC – SISCOMIS, por meio do SGDC;
- apresentar uma possível integração PAC – Parceiros do PAC.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Essa pesquisa de estudo delimitou-se a apresentação da concepção e dos objetivos do Projeto Amazônia Conectada (PAC), detalhando a execução dos estágios de lançamento dos cabos subfluviais, limitando-se a sua parte técnica.

A concepção do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) foi apresentada, abordando com destaque, o Projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC).

Finalmente, este trabalho abordou o emprego do PAC, apresentando uma possível integração de comunicações entre o PAC e o SISCOMIS, e uma possível integração de comunicações do PAC com seus parceiros, limitando-se a apenas aos aspectos técnicos e estratégicos destas integrações.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A pesquisa se justifica, na medida em que, da apresentação do emprego do PAC, ora em desenvolvimento, como um *backbone* de comunicações, será possível verificar sua aplicabilidade e eficiência como um integrador de comunicações na região amazônica, permitindo levantar, desde já, e se for o caso, questionamentos e sugestões de melhorias dos processos planejados.

Ademais, a pesquisa é importante porque permite abordar um assunto que, na prática, é uma realidade, em curto prazo, de desenvolvimento técnico, operacional e estratégico para o País.

Desse modo, enfatiza-se que o problema levantado poderá trazer benefícios para a Força Terrestre e para a sociedade civil, uma vez que o Projeto Amazônia Conectada deve possibilitar o aumento da capacidade de comunicações nas Organizações Militares do EB e das comunidades no interior da região amazônica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo trata sobre o referencial teórico deste trabalho de pesquisa. Primeiramente são abordados os conceitos sobre o Projeto Amazônia Conectada (PAC), seu embasamento legal, o escopo do projeto e o subprojeto de infovias. Depois é tratado sobre o Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) e o projeto de Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC).

2.1 PROJETO AMAZÔNIA CONECTADA

O Projeto Amazônia Conectada (PAC) consiste na construção de uma infraestrutura de telecomunicações, por meio do lançamento de uma rede de cabos de fibra óptica no leito dos principais rios da bacia amazônica, na qual serão disponibilizados serviços com alta capacidade e disponibilidade, como internet, telemedicina, tele saúde, universidade à distância, entre outros, para a população ribeirinha, escolas, organizações militares e órgãos públicos em geral na Amazônia ocidental (BRASIL, 2015a).

O PAC foi idealizado para superar a ausência da infraestrutura de telecomunicações na região amazônica com a proposta de realizar a conexão dos municípios da Amazônia por meio de cabos de fibras ópticas, que possuem maior capacidade e qualidade de comunicações do que as proporcionadas pelos satélites (BRASIL, 2015a).

O Projeto possui grande importância estratégica, já que a implantação da rede de comunicações e de dados, denominada de rede Vitória-Régia, possibilitará serviços de comunicações de alta qualidade para a Amazônia (BRASIL, 2015a), ao mesmo tempo que poderá se integrar ao Sistema Estratégico de Comando e Controle do Exército (SEC²EX) e do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²), do Ministério da Defesa (MD).

A seguir, neste capítulo, serão apresentados o embasamento documental que legalizou o Projeto Amazônia Conectada, mostrando os marcos legais deste empreendimento, o escopo do Projeto e, finalmente, as conclusões parciais.

2.1.1 Embasamento Legal

O Projeto Amazônia Conectada tem três documentos publicados em momentos oportunos de sua implantação:

- 1) o Memorando de Entendimento, de 28 de novembro de 2014;
- 2) a Portaria Interministerial N° 586, de 22 de julho de 2015; e
- 3) a Portaria Normativa N° 5/MD, de 16 de fevereiro de 2018.

2.1.1.1 Memorando de Entendimento

O Memorando de Entendimento foi o primeiro marco legal da implantação do PAC. Neste documento o Amazônia Conectada é classificado como sendo um Programa, o que foi retificado pela Portaria Interministerial N° 586, a qual instituiu oficialmente o Projeto Amazônia Conectada.

O Memorando de Entendimento foi assinado no dia 28 de novembro de 2014 pelos seus partícipes e representantes: a UNIÃO, representada pelo Comando do Exército, por intermédio do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT); a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP); o Processamento de Dados do Amazonas S/A (PRODAM); a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Amazonas (SECTI-AM); e pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) (BRASIL, 2014b).

A finalidade do Memorando de Entendimento foi a de promover a cooperação mútua dos Partícipes nos campos científico, tecnológico e da inovação e regular a execução do então Programa Amazônia Conectada, com o objetivo de integrar, via fibra óptica subfluvial, o interior do Estado do Amazonas, melhorando a infraestrutura de TI na região amazônica de forma a permitir o desenvolvimento de políticas públicas em proveito da melhoria da qualidade de vida da população local (BRASIL, 2014b).

Este momento marca o início do desenvolvimento de projetos e atividades para a execução do PAC, sendo definidos os principais objetivos deste empreendimento, os quais são (BRASIL, 2014b):

- integrar, via fibra óptica subfluvial, o interior do Estado do Amazonas, melhorando a infraestrutura de comunicações daquela região do País;

- expandir a infraestrutura de comunicações na Amazônia e fomentar o desenvolvimento do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) na região;
- expandir os programas governamentais de tele-ensino e tele-saúde na Amazônia;
- promover a inclusão digital de povos indígenas e população ribeirinhas;
- expandir e melhorar as comunicações utilizadas para fins de educação e pesquisa na Amazônia;
- expandir e melhorar as comunicações militares administrativas e operacionais na Amazônia; e
- promover a interiorização de políticas públicas das esferas de governo federal e estadual.

Neste mesmo documento foram designadas as obrigações dos Partícipes, com destaque para a obrigação do DCT de indicar o Diretor e o Gestor do Programa.

Para a viabilização do Programa foi instituído um Comitê Gestor, cuja coordenação ficou ao encargo do Chefe do Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEx) (BRASIL,2014b).

Este Comitê Gestor teve como atribuições:

- o aporte inicial de recursos para a viabilização da infraestrutura e da gestão futura dos serviços produtos deste entendimento;
- a definição da política de uso dos serviços a serem implantados;
- estabelecer as regras para o ingresso de novos participantes e parceiros;
- avaliar e aprovar as expansões de serviços e decidir sobre todos os assuntos pertinentes aos mesmos.

Neste mesmo documento foi definida a criação do Comitê Técnico, subordinado ao Comitê Gestor, a fim de realizar o assessoramento na operação e gerência técnica dos serviços (BRASIL, 2014b).

A estrutura de governança do “Programa Amazônia Conectada” está representada na figura a seguir.

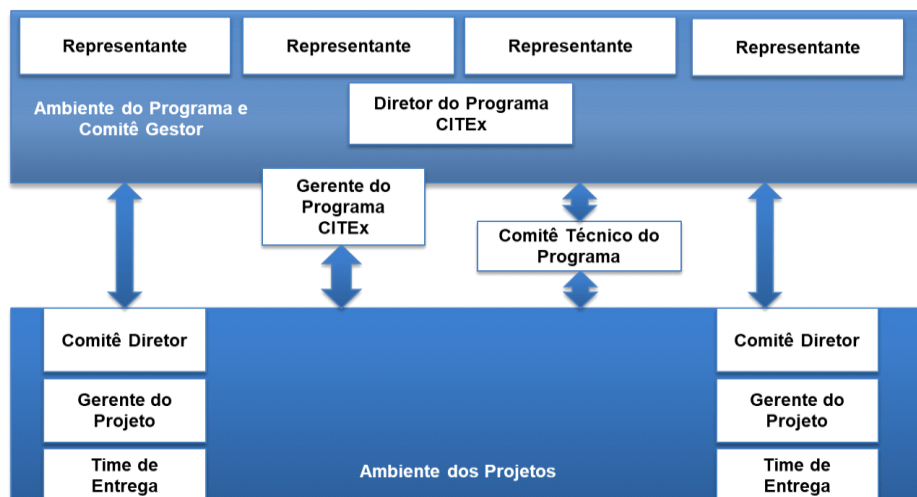


Figura 1 – Governança do “Programa Amazônia Conectada” (BRASIL, 2014b)

2.1.1.2 Portaria Interministerial N° 586

A Portaria Interministerial N° 586, de 22 de julho de 2015, instituiu oficialmente o Projeto Amazônia Conectada, sendo publicada no Diário Oficial da União (DOU) no dia posterior.

Esta Portaria foi assinada pelos Ministérios da Defesa, Comunicações e Ciência, Tecnologia e Inovação, com o objetivo de expandir a infraestrutura de comunicações e contribuir para as ações do Governo Federal desenvolvidas no âmbito do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) na região amazônica (BRASIL, 2015b).

Segundo esta Portaria, o Projeto Amazônia Conectada possui as seguintes finalidades (BRASIL, 2015b):

- apoiar políticas de inclusão digital da região amazônica;
- expandir e melhorar as comunicações militares administrativas e operacionais, contribuindo com os objetivos da Defesa Nacional;
- assegurar eficiência e segurança de conectividade, incentivando e melhorando as atividades de pesquisa e educação;
- contribuir para a interiorização de políticas públicas das esferas de governos Federal e Estadual;
- apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, o aumento da autonomia e a competitividade da indústria brasileira;
- contribuir para a ampliação do sensoriamento e o monitoramento ambiental.

Neste documento, também, foi definido que coube ao Ministério da Defesa a coordenação geral do Projeto Amazônia Conectada.

Ademais, ficou instituído o Comitê Gestor do PAC composto por um representante, titular e suplente, de cada um dos seguintes órgãos:

- Comando do Exército (coordenador);
- Secretário-Geral do Ministério da Defesa;
- Ministério das Comunicações;
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação;
- Telecomunicações Brasileiras S.A. (Telebrás).

Cabe ressaltar que o Ministério das Comunicações foi fundido com o Ministério da Ciência, Tecnologia e inovação, tornando-se, hoje, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC).

Este Comitê teve como atribuições (BRASIL, 2015b):

- estabelecer as diretrizes gerais de gestão dos recursos orçamentários necessários à implantação da infraestrutura e à gestão dos serviços;
- propor a política de uso dos serviços a serem implantados pelo agente operador;
- acompanhar e monitorar a implantação do projeto;
- articular a adesão de novos parceiros com vistas a ampliação do projeto;
- aprovar o plano de gerenciamento de implantação do projeto.

2.1.1.3 Portaria Normativa N° 5/MD

A Portaria Normativa N° 5/MD, de 16 de fevereiro de 2018, aprovou o regimento interno do Comitê Gestor do Projeto Amazônia Conectada, normatizando as atividades deste Comitê (BRASIL, 2018).

Nesta Portaria foi atribuída ao Comando do Exército, Coordenador do Comitê Gestor, diversas responsabilidades, tais como:

- planejar, dirigir, propor e orientar a execução das atividades do Comitê Gestor;
- convocar o Comitê Gestor para a realização de reuniões ordinárias e extraordinárias;
- conduzir as reuniões;

- informar ao Ministério da Defesa sobre aspectos relativos à coordenação do Projeto Amazônia Conectada;
- coordenar a consolidação de matérias para debates e a elaboração das pautas das reuniões;
- orientar a distribuição de procedimentos para instrução e exame de matérias;
- propor ao Comitê Gestor a participação de especialistas para assessoramento em temas específicos; e
- orientar a redação das deliberações do Comitê Gestor ao MD e demais órgãos interessados, quando for o caso;

Aos demais membros do Comitê Gestor incumbiu apreciar as matérias pautadas, apresentando as considerações e os posicionamentos conforme o entendimento dos órgãos que representam (BRASIL, 2018).

2.1.2 Escopo do Projeto

Uma vez se tendo conhecimento dos documentos legais que formalizaram o Projeto Amazônia Conectada, será apresentado o escopo do projeto e suas características.

O Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEx) é o órgão central do Sistema de Telemática do Exército (SISTEx) e tem como principal missão prover, gerenciar e manter a infraestrutura física e lógica de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) do Sistema de Informação do Exército, proporcionando os meios necessários e adequados para a conexão das Organizações Militares (BRASIL, 2019b).

O 4º Centro de Telemática do Exército (4º CTA), sediado em Manaus-AM, é uma Organização Militar (OM) subordinada ao CITEx, e assim, membro do SISTEx, tendo como missão institucional: “Proporcionar as bases física e lógica para o funcionamento dos sistemas de interesse do Sistema Estratégico de Comando e Controle do Exército (SEC²Ex), sua integração ao SISTEx e ao Comando Militar da Amazônia (CMA), bem como explorar, manter e realizar o gerenciamento técnico do Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) na Amazônia Ocidental, proporcionando o adequado nível de segurança da informação” (BRASIL, 2019a).

Desta forma, um dos maiores desafios enfrentado pelo 4º CTA é promover a integração digital das OM da Amazônia Ocidental, com alta qualidade, segurança, confiabilidade e disponibilidade.

Visando atender esse desafio, o 4º CTA implementa e gerencia redes estruturadas capazes de oferecer os mais diversos serviços de Tecnologia da Informação (TI), como as redes metropolitanas que faz a integração das OM da Amazônia Ocidental à rede corporativa do Exército (EBNET) e também ao Provedor Regional de Internet.

As redes metropolitanas da 1ª Brigada de Infantaria de Selva, em Boa Vista-RR; da 2ª Brigada de Infantaria de Selva, em São Gabriel da cachoeira-AM; da 16ª Brigada de Infantaria de Selva, em Tefé-AM; do 8º Batalhão de Infantaria de Selva, em Tabatinga-AM; e da 17ª Brigada de Infantaria de Selva, em Porto Velho-RO, são interligados com o 4º CTA por meio de comunicações por satélite, com capacidade bastante limitada.

Desta forma, com o objetivo de disponibilizar uma infraestrutura de comunicações de dados em alto desempenho, iniciou-se no 4º CTA, em 2014, uma linha de pesquisa para definir a melhor tecnologia e infraestrutura de comunicações a ser implantada na Bacia Amazônica, tornando diversos parâmetros, tais como: o menor risco e impacto ambiental, o desempenho, a escalabilidade, a instalação, a manutenção, a confidencialidade, os custos, entre outros.

2.1.2.1 Benefícios do Projeto

O Projeto visa oferecer para a população do interior do Estado do Amazonas nos seus 52 municípios uma série de serviços de rede de dados com a mesma qualidade de Manaus, como a internet, telemedicina, universidade à distância, interconexão entre serviços de saúde, segurança pública, trânsito, turismo, Tv digital e outros (BRASIL, 2015a).

Os benefícios esperados deste Projeto são diversos, tais como, a expansão da infraestrutura de comunicações na Amazônia e a fomentação do desenvolvimento do PNBL na região; expansão dos programas governamentais de tele-ensino e telemedicina; promoção da inclusão digital de povos indígenas e populações ribeirinhas; expansão e melhoria das comunicações utilizadas para fins de educação

e pesquisa na Amazônia; expansão e melhoria das comunicações militares administrativas e operacionais na Amazônia; e a promoção da interiorização de políticas públicas nas esferas do governo federal e estadual (BRASIL, 2015a).

2.1.2.2 Características do Projeto

Em parceria com o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), ficou esclarecido dentro de uma visão estratégica para a região o emprego do cabo óptico subfluvial, utilizando os rios como rota natural para a infraestrutura de comunicação (BRASIL, 2015a).

Sendo o leito dos rios a melhor escolha, a utilização de um cabo óptico subfluvial é a solução mais indicada como base, para se construir uma rota tronco, solidificando ainda mais a vocação da Bacia Amazônica como o melhor curso natural para esse majestoso canal de informação (BRASIL, 2015a).

Uma vez que não há postes na floresta, optou-se pelo lançamento de uma rede de fibra óptica nos leitos dos rios, pois uma rota de cabo por dentro do rio é muito menos intrusiva ao meio ambiente do que a construção de uma estrada pela floresta tropical (BRASIL, 2015a).

O Projeto Amazônia Conectada é composto basicamente pelos subprojetos de infovias e políticas públicas, e dentro do escopo planejado, foram concluídos três estágios no período de 2015 a 2017.

Neste trabalho somente será abordado o subprojeto de infovias, particularmente mais técnico que os demais subprojetos.

2.1.3 Subprojeto de Infovias

O subprojeto de infovias é o responsável pela definição do conjunto de elementos necessários e com nível de precisão adequado para a construção da infraestrutura de comunicações ópticas do Projeto Amazônia Conectada, sendo que cada novo estágio consiste na elaboração, implantação e entrega de valor a um conjunto de municípios.

A responsabilidade pelas infovias ficou com a equipe do PAC do 4º CTA, em canal técnico com uma equipe do CITEx, sediado em Brasília, que tinha como missões

elaborar distintos projetos básicos de acordo com a peculiaridade das atividades, a fim de assegurar a viabilidade técnica, o adequado gerenciamento do impacto ambiental, bem como a avaliação de custos, métodos e prazos.

Assim sendo, a interligação de diversos municípios da região amazônica foi planejada com a implementação de cinco infovias (BRASIL, 2015a):

- **Infovia do Alto Rio Negro:** interligando os seguintes municípios – Manaus/AM, Novo Airão/AM, Barcelos/AM, Santa Izabel do Rio Negro/AM e São Gabriel da Cachoeira/AM.
- **Infovia do Alto Solimões:** interligando os seguintes municípios – Manaus/AM, Iranduba/AM, Manacapuru/AM, Caapiranga/AM, Anamã/AM, Anori/AM, Codajás/AM, Coari/AM, Tefé/AM, Alvarães/AM, Uarini/AM, Fonte Boa/AM, Jutaí/AM, Tonantis/AM, Santo Antônio do Içá/AM, Amaturá/AM, São Paulo de Olivença/AM, Tabatinga/AM, Benjamin Constant/AM e Atalaia do Norte/AM.
- **Infovia do Madeira:** interligando os seguintes municípios – Manaus/AM, Careiro da Várzea/AM, Autazes/AM, Nova Olinda do Norte/AM, Borba/AM, Novo Aripuanã/AM, Manicoré/AM, Humaitá/AM e Porto Velho/RO.
- **Infovia do Purus:** interligando os seguintes municípios – Anamã/AM, Beruri/AM, Tapapuá/AM, Canutama/AM, Lábrea/AM e Boca do Acre/AM.
- **Infovia do Juruá:** interligando os seguintes municípios – Coari/AM, Tefé/AM, Alvarães/AM, Uarini/AM, Fonte Boa/AM, Juruá/AM, Carauari/AM, Itamarati/AM, Eirunepé/AM, Ipixuna/AM e Guajará/AM.

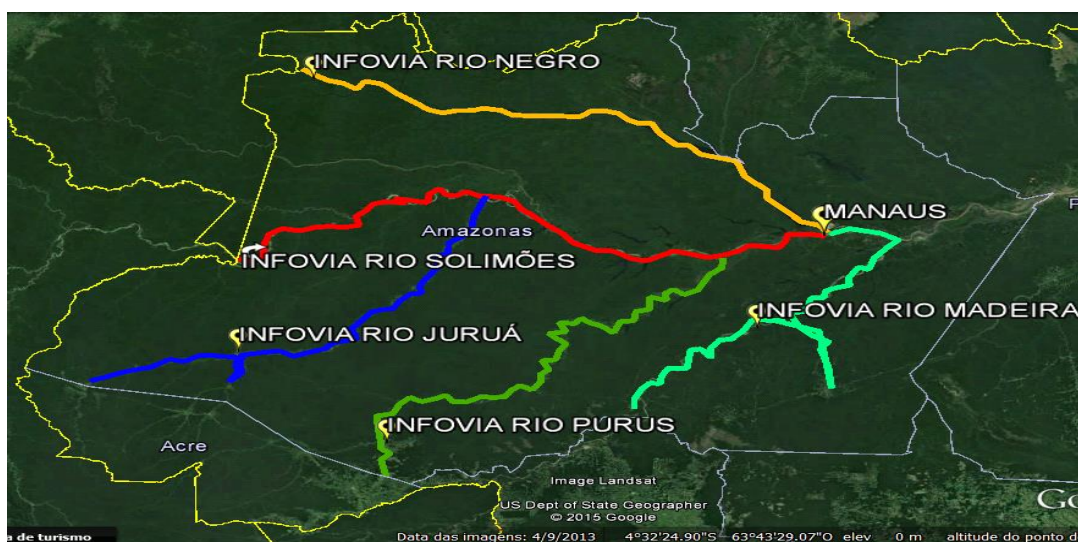


Figura 2 – Infovias do Projeto Amazônia Conectada (BRASIL, 2015a)

2.2 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MILITARES POR SATÉLITE

O Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) é o principal *backbone* de dados militares operacionais, componente da estrutura do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) (BRASIL, 2016).

O SISCOMIS foi iniciado em 1985, fruto de um Grupo de Trabalho Interministerial em 1983, criado pelo antigo Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA), que se reuniu para tratar sobre a utilização do segmento espacial do Sistema Brasileiro de Telecomunicações por Satélites pelas Forças Armadas (FA) (BRASIL, 2014a).

O objetivo do SISCOMIS era prover comunicações estratégicas ao Alto Comando das Forças Armadas, ao antigo EMFA, aos então Ministros Militares, às mais altas autoridades civis do Governo Federal e ao Comandante Supremo das Forças Armadas, operando desde o tempo de paz (BRASIL, 2014a).

Em 1991, a Comissão de Desenvolvimento do projeto e da Implantação do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (CISCOMIS) foi criada com a responsabilidade de coordenar os trabalhos relativos a projeto, implantação, avaliação e acompanhamento do SISCOMIS (BRASIL, 2014a).

A primeira iniciativa da CISCOMIS foi a coordenação, a partir de 1992, da implementação de um sistema de telefonia exclusiva militar, utilizando Estações Terrenas (ETN) em banda C, interligando as centrais telefônicas de Brasília, Rio de Janeiro, Curitiba, Manaus, Campo Grande e Belém (BRASIL, 2014a).

Em 1994 e em 1995, respectivamente, foram lançados os então satélites da 2ª geração EMBRATEL B1 e B2, que incluíam uma carga útil de *transponders* em banda X, atendendo a uma demanda das Forças Armadas de se obter uma capacidade satelital exclusiva para uso militar (BRASIL, 2014a).

Entretanto, em 1998, a Embratel foi privatizada, passando os satélites em banda X a serem controlados pela empresa STAR ONE, que deu continuidade a sua constelação, lançando os satélites C1 e C2 (BRASIL, 2014a).

A partir de 1998, foi instalada uma estação terrena (*hub*) de banda X (X1) no Destacamento de Telecomunicações por Satélite, passando a ETN Brasília a denominar-se Estação Central de Brasília (ECB) (BRASIL, 2014a).

A CISCOMIS adquiriu e instalou, a partir de 2006, e iniciou a operação, a partir de 2008, de uma segunda *hub* em banda X (X2) na Estação Central de Brasília (ECB) e outra de banda X (X3) na Estação Rádio da Marinha do Rio de Janeiro, passando a ETN Rio de Janeiro a denominar-se Estação do Rio de Janeiro (ERJ) (BRASIL, 2014a).

A partir de 2007, com o desenvolvimento das Operações Conjuntas, o SISCOVIS, por meio da banda X e empregando terminais satelitais transportáveis, passou a ser o canal de acesso à Rede Operacional de Defesa (ROD) (BRASIL, 2014a).

Em 2010, o SISCOVIS passou a operar também em banda Ku, em complemento à banda X, sendo instalada, em 2013, uma *hub* de banda Ku na ECB. Isto permitiu ao SISCOVIS gerenciar uma faixa de frequência mais ampla, aumentando conseqüentemente a sua capacidade de enlaces, permitindo uma melhor utilização da capacidade satelital contratada do satélite STAR ONE C3 (BRASIL, 2014a).

O SISCOVIS deixou de utilizar a banda C neste mesmo ano, devido aos altos custos dos enlaces satelitais, desativando as respectivas antenas e passando a empregar o segmento terrestre, por intermédio de enlaces de fibra óptica, para interligar o sistema de telefonia fixa do SISCOVIS, nas centrais telefônicas metropolitanas nas cidades de Brasília – DF, Porto Alegre – RS, Curitiba – PR, Campo Grande – MS, Manaus – AM, Rio de Janeiro – RJ, Belém – PA e Natal – RN (BRASIL, 2014a).

2.3 SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES

O Projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) trata-se de lançamento de Satélites Geoestacionários de Defesa e Comunicações estratégicas do governo brasileiro (BRASIL, 2014a).

O projeto do SGDC foi instituído pelo Decreto nº 7.769, de 28 de junho de 2012 pela necessidade do aumento da capacidade satelital na banda X para o atendimento das demandas dos Sistemas Estratégicos das Forças Armadas (DEMENECIS, 2018).

Este programa está sendo gerenciado conjuntamente pelos Ministério da Defesa (MD), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e Comunicações (MCTIC), TELEBRÁS, Agência Espacial Brasileira (AEB) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) tendo como objetivo ampliar a capacidade satelital do SISCOMIS, bem como atender as demandas de comunicações estratégicas do Governo Federal. (DEMENECIS, 2019).



Figura 3 - Satélite de Comunicações

3 PROJETO AMAZÔNIA CONECTADA

O Projeto Amazônia Conectada está sendo implementado em partes, designados como estágios. O primeiro estágio foi o Piloto, demonstrador de tecnologia, que teve por objetivo testar os desafios da tecnologia óptica subfluvial em um ambiente controlado no rio Negro, interligando duas Organizações Militares do Exército, na cidade de Manaus, o que será visto com mais detalhes a seguir no próximo capítulo.

O segundo estágio foi o trecho interligando as cidades de Coari e Tefé, na infovia do Alto Solimões, e o terceiro estágio, já concluído, foi a implantação dos trechos interligando as cidades de Manaus e Coari, na infovia do Alto Solimões, e as cidades de Manaus-Novos Aires, na infovia do Alto Rio Negro.

A seguir serão apresentados com mais detalhes a execução destes estágios, os ganhos e as lições aprendidas em cada etapa vencida.

3.1 ESTÁGIO I – DEMONSTRADOR DE TECNOLOGIA

O Estágio I consistiu na fase piloto do PAC, também denominada de demonstrador de tecnologia, uma vez que foi realizada a demonstração e o teste de técnicas e da tecnologia, aplicadas anteriormente em oceanos, nos rios da região amazônica pela primeira vez (ALVES, 2017a).

Nesta fase implementou-se uma infraestrutura de comunicações ópticas segura de alta capacidade no leito do rio Negro, interligando duas Organizações Militares na cidade de Manaus, numa distância aproximada de 10 Km, o 4º Centro de Telemática de Área (4º CTA) e o 4º Centro de Geoinformação (4º CGEO) (ALVES, 2017a).

3.1.1 Execução

A PadTec S/A foi a empresa contratada para executar a fase piloto baseada na sua experiência em lançamentos de cabos submarinos, bem como no seu conhecimento de equipamentos em sistema DWDM (Multiplexação por Divisão Densa de Comprimento de Onda) da plataforma LightPad, já existente nas redes de dados

MetroMao, rede metropolitana da cidade de Manaus; da rede de dados da Telebrás; e da rede de dados da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) (ALVES, 2017a).

A empresa PadTec S/A executou o Projeto Piloto em uma solução completa e integrada, fornecendo todos os serviços e equipamentos com capacidade de transmissão de 10 gigabyte por segundo (Gbps), sendo os equipamentos DWDM instalados no *Data Center* do 4° CTA (ALVES, 2017a).

A solução da empresa contratada contemplou o fornecimento de cabos submarinos, cabos aéreos, acessórios ópticos e equipamentos DWDM; e da realização de serviços de levantamentos hidrográficos, estudos de navegação e de instalações, registros e autorizações de execução, locação de embarcação para o lançamento do cabo óptico, instalação de laboratórios de apoio, proteção e inspeção subaquática, garantia e manutenção, e transferência de conhecimento e tecnologia (ALVES, 2017a).

A seguir são apresentadas fotos e imagens deste estágio, com o acompanhamento técnico-operacional dos militares da equipe técnica do 4°CTA, no período de março a abril de 2015.



Figura 4 – Balsa de Lançamento dos Cabos de Fibra Óptica



Figura 5 – Lançamento do Cabo Óptico Subfluvial no Rio Negro



Figura 6 – Construção da Caixa de Ancoragem no CECMA



Figura 7 – Interconexão dos Cabos Ópticos Fluvial e Terrestre



Figura 8 – Caixa de Ancoragem no CECMA

3.1.2 Equipamento de Comunicações

Como já descrito anteriormente, a solução da empresa contemplou o fornecimento de equipamento de comunicações ópticos com tecnologia DWDM, pois o subprojeto de infovias não consisti apenas da implementação do meio físico de comunicações, mas também, da geração da capacidade de transferência de dados, com a utilização de equipamentos ópticos apropriados.

O sistema de Multiplexação por Divisão Densa de Comprimento de Ondas (DWDM) é uma técnica de transmissão por fibra óptica de longo alcance que utiliza comprimentos de ondas distintos para comunicação, possibilitando um melhor

aproveitamento do meio físico (cabo óptico) com apenas um canal de frequência de uma única fibra óptica do cabo subfluvial lançado (ALVES, 2017a).



Figura 9 – Equipamentos DWDM

3.1.3 Resultados Alcançados

Terminado o Estágio I, verificou-se com sucesso a viabilidade de se lançar cabos subfluviais nos leitos dos rios amazônicos, ocorrendo a integração da rede óptica subfluvial recém instalada à já existente rede óptica terrestre metropolitana da cidade de Manaus, com capacidade de 10 Gbps.

A equipe técnica do PAC participou ativamente deste estágio realizando as seguintes atividades (ALVES, 2017a):

- Levantamento de requisitos;
- Elaboração do projeto básico;
- Elaboração do processo de contratação;
- Apoio na elaboração do projeto executivo;
- Acompanhamento das atividades de levantamento hidrográfico;
- Análise e aceite da rota do cabo óptico submarino e terrestre;
- Definição e autorização para construção das caixas de ancoragens;
- Acompanhamento da construção da caixa de ancoragem e tubulações;
- Inspeção no cabeamento óptico submarino e terrestre;
- Inspeção no sistema DWDM;

- Acompanhamento das instalações e configurações dos equipamentos DWDM;
- Acompanhamento da mobilização e adequação da embarcação de lançamento;
- Acompanhamento das simulações e instalação do cabo submarino e terrestre;
- Teste e homologação da infraestrutura implantada;
- Fiscalização do contrato.

A instalação do cabo óptico subfluvial no trecho de 10 Km teve duração de 11 horas ininterruptas. Após finalizar a parte operacional, os testes de comissionamento foram realizados pela equipe técnica do PAC por meio de softwares e equipamentos apropriados para certificar as características do enlace óptico e o desempenho de transmissão dos equipamentos (RELATÓRIO, 2017).

Assim sendo, houve a integração do enlace óptico fluvial com o enlace óptico terrestre da rede metropolitana de Manaus, como pode ser visto na figura a seguir:

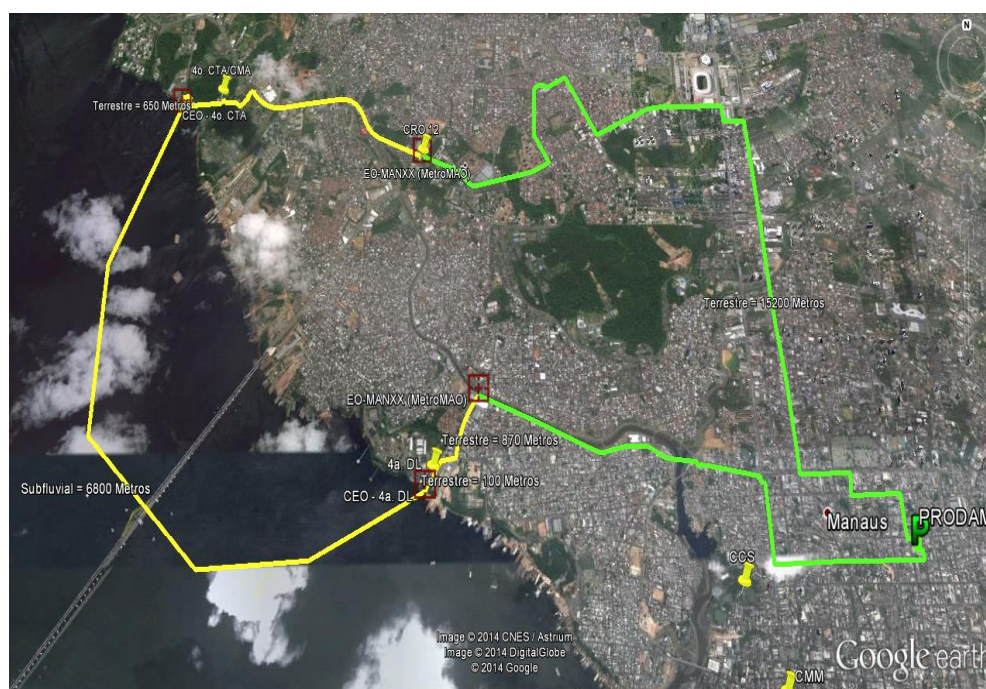


Figura 10 – Integração da Rede Terrestre e da Rede Fluvial em Manaus

Como lições aprendidas a equipe do PAC do CITEx e do 4º CTA tiveram os seguintes aprendizados após a conclusão deste estágio (ALVES, 2017a):

- Aprendizagem na definição das características dos equipamentos e dos serviços necessários para instalação de uma infraestrutura de comunicações subfluvial;
- Entendimento da necessidade de substituição da modalidade de contratação, de uma única empresa integradora para diversas empresas definidas em pacotes de atividades (aquisição do meio físico de comunicações, aquisição do sistema DWDM e fornecimento do serviço de instalação da infraestrutura de comunicações subfluvial).

Nesta empreitada, a equipe técnica do PAC do 4ºCTA ganhou conhecimentos e experiências em projeto e implantação de infraestrutura subfluvial, se capacitando em sistemas DWDM e absorvendo lições aprendidas, que foram essenciais para o prosseguimento do projeto com o estágio II, que interligou as cidades de Coari a Tefé, no interior do Estado do Amazonas.

3.2 ESTÁGIO II – TRECHO COARI-TEFÉ

Em decorrência do conhecimento e da experiência adquirida na execução do Estágio I, a equipe do PAC do 4º CTA ficou encarregada de planejar a implantação da infovia do rio Solimões entre os municípios de Coari a Tefé, no interior do Estado do Amazonas.

No Estágio II houve a decisão de substituir a modalidade de contratação, ao invés de se contratar uma única empresa responsável por todos os serviços da implantação da infovia, como ocorreu no Estágio anterior com a empresa PadTec S/A, optou-se por contratar diversas empresas para as diferentes atividades: lançamento do cabo óptico, fornecimento de sistema DWDM e serviço de instalação de infraestrutura subfluvial (ALVES, 2017b).

Esta decisão reduziu os custos de implantação, porém onerou a equipe do PAC do CITEx e do 4º CTA, que trabalharam como integradores desta solução, como poderá ser visto a seguir.

3.2.1 Execução

No planejamento deste estágio, inicialmente foram elaborados os seguintes projetos básicos de acordo com a peculiaridade das atividades (ALVES, 2017b):

- a) Projeto Básico do Levantamento Hidrográfico;
- b) Projeto Básico da Rede Subfluvial; e
- c) Projeto Básico da Rede Terrestre.

Diferentemente do estágio anterior, a aquisição do cabo óptico foi realizada por licitação internacional. Assim sendo, a Comissão do Exército Brasileiro em Washington (CEBW) adquiriu 275 Km de cabo óptico submarino, 4 Km de cabo óptico terrestre e 7 emendas, modelo UQJ (*Universal Quick Joint*), além da contratação do *Factory Acceptance Teste* (FAT) ou Teste de Aceitação de Fábrica, a fim de garantir a qualidade exigida dos cabos ópticos (ALVES, 2017b).

O Teste de Aceitação de Fábrica consiste numa atividade com testes de verificação das características ópticas do cabo produzido, assim como o manuseio e a acomodação do mesmo, antes do carregamento para a embarcação de frete.

Os testes foram realizados na fábrica da Nexans Norway SA, localizada na cidade de Rognan, na Noruega, em dezembro de 2015. Os seguintes testes foram realizados (ALVES, 2017b):

- Inspeção visual e dimensões físicas;
- Testes ópticos de comprimento de onda, atenuação e dispersão cromática; e
- Testes elétricos de continuidade, resistência e voltagem.

Para as atividades de levantamento hidrográfico e lançamento do cabo óptico subfluvial, a empresa contratada foi a AQUAMAR Manutenções e Serviços LTDA.

A atividade de transbordo do cabo óptico subfluvial foi uma operação realizada para transferir o cabo óptico da embarcação que realizou o frete oriundo da Noruega para a embarcação utilizada para a instalação do cabo no leito do rio da empresa AQUAMAR (ALVES, 2017b).

Este procedimento foi realizado no porto Super Terminais em Manaus, em fevereiro de 2016, tendo duração de 04 dias ininterruptos, 24 horas por dia, devido a peculiaridade do processo de acomodação do cabo, como pode ser visto nas figuras abaixo.



Figura 11 – Navio Frete da Noruega



Figura 12 – Embarcação de Lançamento do Cabo Óptico

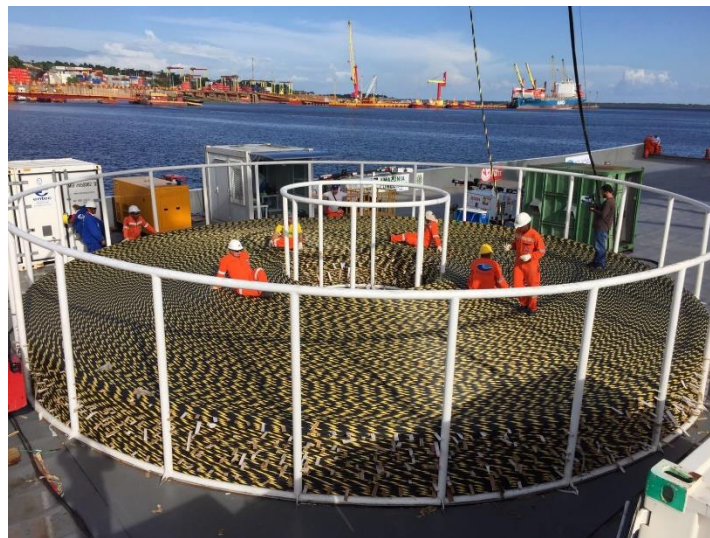


Figura 13 – Transbordo do Cabo Óptico no Cesto da Embarcação

A atividade de mobilização da embarcação da empresa AQUAMAR foi realizada no Centro de Embarcações do Comando Militar da Amazônia (CECMA), onde foram mobilizados 22 contêineres dentre dormitórios, banheiros, cozinha, refeitório, escritórios, geradores de energia e outros, conforme as figuras abaixo (ALVES, 2017b).



Figura 14 – Colocação dos Contêineres na Embarcação



Figura 15 – Mobilização da Embarcação



Figura 16 – Cozinha da Embarcação

A instalação do cabo óptico subfluvial nos 235 Km do trecho de Coari-AM a Tefé-AM foi realizado no mês de março de 2016, tendo a duração de 52 horas ininterruptas. Foram mobilizadas em torno de 60 pessoas na embarcação de lançamento, contando a equipe de segurança do Exército Brasileiro composta por militares do 1º Batalhão de infantaria de Selva (1º BIS), a tripulação da embarcação, os marinheiros de convés, os mergulhadores, os mecânicos, os técnicos e engenheiros e a equipe do PAC do 4º CTA (ALVES, 2017b).

Neste estágio foram lançados aproximadamente 235 Km de cabos ópticos subfluviais, entre os municípios de Coari-AM e Tefé-AM, na infovia do Alto Solimões; 05 km entre as cidades de Manaus-AM e Iranduba-AM e 19 Km entre o Comando Militar da Amazônia (CMA) e a ALA-8, do Comando da Aeronáutica, ambos na cidade de Manaus-AM, na infovia do rio Negro (ALVES, 2017b).



Figura 17– Embarcação de Lançamento do Cabo Óptico no Rio Solimões



Figura 18– Lançamento do Cabo Óptico no Rio Solimões

3.2.2 Centro Móvel de Alta Disponibilidade

Os equipamentos de telecomunicações necessitam estar acondicionados em um ambiente com características específicas para que se garanta o funcionamento e a vida útil de seus componentes (ALVES, 2017b).

Assim sendo, a equipe técnica do PAC fez o projeto de um ambiente modular e móvel unificando os principais subsistemas empregados em *Datacenters* convencionais. Desta forma, foi planejada a implantação do Centro Móvel de Alta Disponibilidade (CMAD), que consistiu num contêiner em aço customizado para acomodar os equipamentos de telecomunicações em ambientes críticos, capazes de suportar condições climáticas extremas e de operar por longos períodos de falhas e instabilidades elétricas (ALVES, 2017b).

Além disto, o CMAD também é utilizado como um ponto central de distribuição de redes nas cidades, fazendo a interligação entre a rede óptica subfluvial com a rede óptica terrestre.

Devido a deficiência de infraestrutura da rede de dados das cidades do interior do Estado, o CMAD foi projetado para ter monitoramento remoto, eficiência energética de até 17 horas, sistema de amortecimento para ser transportado por um helicóptero,

sistema de climatização, sistema de prevenção e combate a incêndio, controle de acesso biométrico e sistema de monitoramento de câmeras (ALVES, 2017b).

Neste estágio os CMAD foram fabricados pela empresa MDC Indústria de Contêineres Inteligentes e instalados nas cidades de Coari e Tefé, nas dependências de Organização Militar do Exército Brasileiro ou em um Batalhão da Polícia Militar do Estado do Amazonas, como pode ser visto na figura a seguir (ALVES, 2017b).



Figura 19 – Centro Móvel de Alta Disponibilidade (CMAD)



Figura 20 – Parte Externa do CMAD



Figura 21 – Parte Interna do CMAD

3.2.3 Equipamentos DWDM

Como no estágio anterior foram adquiridos equipamentos DWDM para a geração da capacidade de transferência de dados (ALVES, 2017b).

Em decorrência da divisão dos serviços contratados, diferentemente do que ocorreu no estágio I, foi adquirido da empresa PadTec S/A somente a solução integrada da tecnologia DWDM.

Neste estágio o conjunto de equipamentos de comunicações ópticas de tecnologia DWDM adquirido teve capacidade de transmissão de dados de 10 Gbps, sendo instalados de forma segura dentro dos CMAD nas cidades de Coari e de Tefé, como pode ser visto, como exemplo, na figura a seguir.

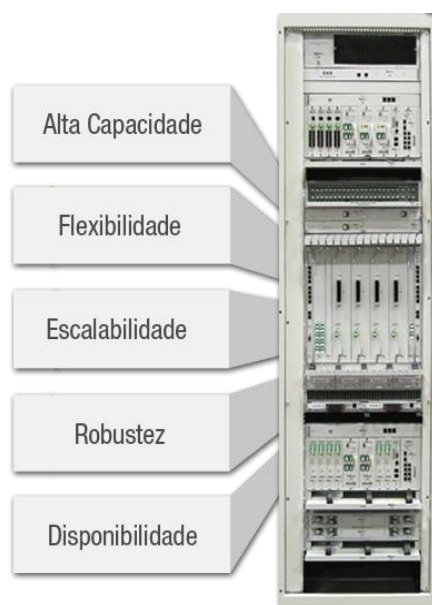


Figura 22 – Bastidor com Equipamento DWDM

3.2.4 Resultados Alcançados

Como ocorreu no estágio anterior, a equipe técnica do PAC do 4ºCTA participou ativamente do estágio II realizando as seguintes atividades (ALVES, 2017b):

- Levantamento de requisitos;
- Elaboração do projeto básico para o serviço de lançamento e aquisição do sistema DWDM;
- Elaboração do processo de contratação dos CMAD;
- Apoio na elaboração do projeto executivo;
- Acompanhamento das atividades de levantamento hidrográfico;
- Análise e aceite da rota do cabo óptico submarino e do cabo terrestre;
- Definição e autorização para construção das caixas de ancoragens;
- Acompanhamento da construção da caixa de ancoragem e das tubulações;
- Inspeção no cabeamento óptico submarino e no terrestre;
- Inspeção no sistema DWDM;
- Acompanhamento das instalações e configurações dos equipamentos DWDM;
- Acompanhamento da mobilização e da adequação da embarcação de lançamento;

- Acompanhamento das simulações e da instalação do cabo submarino e do cabo terrestre;
- Teste e homologação da infraestrutura implantada; e
- Fiscalização do contrato.

Após o lançamento dos 235 Km de cabo subfluvial no leito do rio Solimões e as instalações dos equipamentos DWDM nos CMAD, as cidades de Coari e Tefé foram interligadas, como pode ser visto na figura a seguir.



Figura 23 – Trecho Coari – Tefé

Após a conclusão deste estágio, como lições aprendidas a equipe técnica do PAC tiveram os seguintes aprendizados (ALVES, 2017b):

- 1) Entendimento da necessidade de descentralização das contratações dos serviços de levantamento hidrográfico, de mergulho de inspeção, de locação da embarcação, e da tripulação;
- 2) Aumento do conhecimento e de capacitação técnica com sistemas DWDM;
- 3) Ganho de experiência em projeto e na implantação de infraestrutura subfluvial no rio Solimões;
- 4) Implantação da estrutura de alta disponibilidade e gerenciamento remoto para ambiente de missão crítica nas cidades de Coari e de Tefé.

Terminado o Estágio II, as cidades de Coari e Tefé, no interior do Estado do Amazonas, foram conectadas por meio de um cabo óptico subfluvial, lançado no leito do rio Solimões, e as cidades de Manaus e Iranduba foram conectadas por meio de um cabo óptico subfluvial lançado no rio Negro, todos com capacidade de 10 Gbps.

Ademais, a equipe técnica do PAC do 4ºCTA se capacitou, mais ainda, em sistemas DWDM e adquiriu experiência em projeto e implantação de infraestrutura subfluvial em trechos longos, o que foi essencial para o prosseguimento da próxima fase, o Estágio III, que interligou as cidades de Manaus a Manacapuru e, desta a Coari pela infovia do rio Solimões; e a cidade de Manaus a Novo Airão pela infovia do rio Negro.

3.3 ESTÁGIO III – TRECHO MANAUS – COARI E MANAUS – NOVO AIRÃO

O estágio III do Projeto Amazônia Conectada consistiu no prosseguimento da rota da infovia do rio Solimões no trecho: Manaus – Manacapuru - Coari e o início da rota da infovia do rio Negro no trecho: Manaus – Novo Airão.

Com as lições aprendidas dos estágios anteriores, a equipe técnica do PAC teve a incumbência de criar pacotes de atividades distintos, a fim de minimizar custos, aumentar a qualidade técnica e assegurar os métodos e prazos (ALVES, 2017c).

Desta forma, foram planejadas a implementação das seguintes atividades (ALVES, 2017c):

- Aquisição do cabeamento óptico submarino e terrestre;
- Execução do levantamento hidrográfico;
- Locação da embarcação de lançamento e apoio;
- Aquisição de equipamentos de telecomunicações e ambiente de acomodação;
- Execução da instalação fluvial e terrestre;
- Execução da inspeção e proteção do cabo óptico submarino; e
- Execução de testes e homologação das conectividades.

Estas atividades foram subdivididas por diversas empresas, a fim de diminuir custos e prazos, sendo que a equipe técnica do PAC ficou responsável pela integração de todas as atividades, aumentando consideravelmente a carga de trabalho da equipe, como será visto a seguir.

3.3.1 Execução

Inicialmente, no segundo semestre de 2016, a equipe do PAC realizou uma inspeção técnica preliminar nas regiões dos municípios de Coari-AM, Manacapuru-AM e Novo Airão-AM para coletar dados sobre a população, órgãos públicos, empresa de fornecimento de energia elétrica, telecomunicações, rota de navegação, entre outros, mapeando as características particulares de cada cidade. Desta forma, consolidou-se a elaboração dos pacotes de atividades para os processos de contratação das empresas executoras das ações (ALVES, 2017c).

A CEBW adquiriu no exterior, por meio de licitação internacional, 600 Km de cabo óptico submarino e 12 Km de cabo óptico terrestre, transbordo do cabo e frete para Manaus-AM, nos mesmos moldes do estágio anterior.

A aquisição do cabo óptico submarino foi distribuída da seguinte forma:

- Manaus/AM – Manacapuru/AM: 123 Km;
- Manacapuru/AM – Coari/AM: 345 Km;
- Manaus/AM – Novo Airão/AM: 122 Km.

Como no estágio anterior, a aquisição do cabo óptico envolveu as etapas de fabricação dos produtos, teste de aceitação de fábrica, elaboração do plano de transbordo e frete (ALVES, 2017c).

O levantamento hidrográfico é uma importante atividade para se ter o conhecimento aprofundado dos leitos dos rios ao longo dos trechos considerados, e para a sua execução, a empresa EGS BRASIL – Soluções em Geociências Marinhas LTDA foi contratada neste estágio (ALVES, 2017c).

No levantamento hidrográfico são realizadas as atividades de “*desktop study*”, que é a construção do mapa de rotas de navegação e do mapa de áreas de fundeio e proteção ambiental, levando-se em conta o histórico de fenômenos naturais; e as atividades do “*survey*”, que é a análise dos leitos dos rios, com a finalidade de coletar amostras do solo e identificar o relevo dos ambientes, para auxiliar na definição do local de instalação das ancoragens, da rota de lançamento dos cabos submarino e do tipo de proteção adequada a ser utilizada (ALVES, 2017c).

A empresa Comércio e Navegação PRATES LTDA foi contratada para desempenhar as atividades de transbordo e lançamento do cabo óptico submarino nas infovias selecionadas. A empresa disponibilizou tripulação especializada,

infraestrutura necessária para navegação, acomodação e alimentação para 60 pessoas, equipamento de instalação de cabo submarino e embarcações de apoio (ALVES, 2017c).

A empresa SK Tecnologia Subaquática EIRELLI foi contratada para realizar as atividades de mergulho durante a instalação do cabo óptico subfluvial, como no processo de ancoragem do cabo ou no caso da necessidade de uma proteção do cabo em algum trecho do percurso (ALVES, 2017c).

Como no estágio anterior, os testes de aceitação de fábrica (FAT) do cabo óptico foram realizados na fábrica da Nexans Norway SA, localizada na cidade de Rognan, na Noruega, em fevereiro de 2017. Os seguintes testes foram realizados (ALVES, 2017c):

- Inspeção visual e das dimensões físicas do cabo óptico;
- Testes ópticos de comprimento de onda, atenuação e dispersão cromática; e
- Testes elétricos de continuidade, resistência e voltagem.

A atividade de transbordo do cabo óptico subfluvial foi uma operação realizada para transferir o cabo óptico do navio que realizou o frete da Noruega para a embarcação da empresa Navegação PRATES. Este procedimento foi realizado no porto Super Terminais em Manaus, em abril de 2017, com duração aproximada de 07 dias devido à peculiaridade do processo de acomodação do cabo em dois cestos, feito manualmente interrompido em turnos, 24 horas por dia, como pode ser visto na figura abaixo.

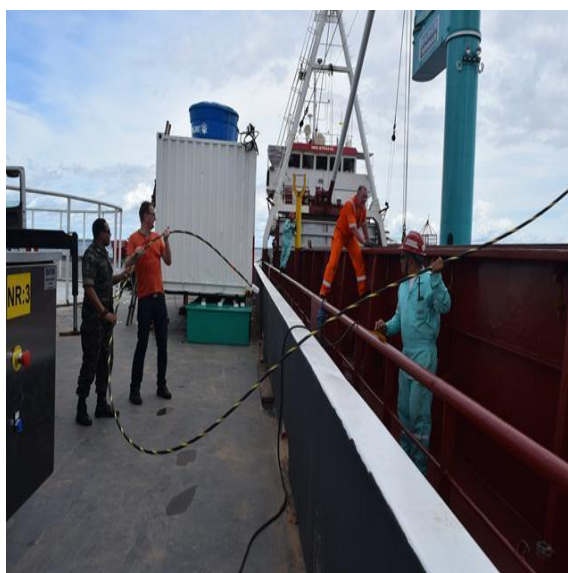


Figura 24 – Transbordo do Cabo Óptico

Após o transbordo do cabo óptico, a embarcação do PRATES se preparou para a atividade de lançamento, realizando ajustes estruturais, mobilizando equipamentos e pessoal especializado, tais como, engenheiros e técnicos em navegação, técnicos em eletricidade, segurança do trabalho, telecomunicações, geologia, mergulho, marinheiros de convés, cozinheiros e mecânicos, além do apoio de segurança orgânica de um Grupo de Combate do 1º Batalhão de Infantaria de Selva, totalizando aproximadamente 60 pessoas a bordo (ALVES, 2017c).

Para a análise e supervisão da operação e instalação do lançamento, dois engenheiros especializados internacionalmente em lançamentos de cabos ópticos submarinos foram contratados para trabalharem durante o período de transbordo e lançamento nos trechos do rio Solimões (Manaus-Manacapuru-Coari). Com o aprendizado adquirido, a equipe do PAC ficou responsável de supervisionar a operação e instalação do lançamento no trecho do rio Negro (Manaus-Novo Airão).

A instalação do cabo óptico subfluvial teve duração de 40 horas ininterrupta no trecho de Manaus-AM a Manacapuru-AM, 125 horas no trecho de Manacapuru-AM e Coari-AM e 43 horas de Manaus-AM a Novo Airão-AM, sempre com o acompanhamento técnico-operacional da equipe do PAC do 4º CTA, totalizando um período de 16 dias de operação ao longo do mês de maio de 2017 (ALVES, 2017c).



Figura 25 – Embarcação de Lançamento do Cabo Óptico com Dois Cestos

3.3.2 Centro Móvel de Alta Disponibilidade

Como já visto, os Centros Móveis de Alta Disponibilidade (CMAD) são um contêiner em aço customizado para acomodar equipamentos de comunicações em ambientes críticos que são capazes de suportar condições climáticas adversas e operar por longos períodos de falhas e instabilidades elétricas.

No estágio II os CMAD foram instalados nas cidades de Manacapuru-AM e Novo Airão-AM, nas dependências do Batalhão da Polícia Militar do Estado do Amazonas, como pode ser visto na figura a seguir (ALVES, 2017c).



Figura 26 – CMAD Instalado em um Batalhão da PMAM

3.3.3 Equipamentos DWDM

Após a implantação da infraestrutura física, foi realizada a instalação dos equipamentos projetados e fabricados especificamente para atender as características e particularidades de cada enlace óptico, possibilitando alto desempenho de transferência de dados, gerenciamento, monitoramento, manutenção, escalabilidade e garantia (ALVES, 2017c).

Como nos estágios anteriores, foi realizada a aquisição do sistema e equipamentos DWDM da empresa PadTec S/A para a geração de capacidade de

transferência de dados. Um grande avanço em comparação aos estágios anteriores foi a evolução do sistema com capacidade de transmissão de 10 Gbps para 100 Gbps por canal para cada fibra óptica das 24 fibras que compõem o cabo óptico instalado, o que representa um grande aumento de capacidade de transmissão para os municípios (ALVES, 2017c).

Neste estágio foram adquiridos conjuntos de equipamentos de sistema DWDM com instalação e suporte, sendo instalados de forma segura dentro dos CMAD nas cidades de Manaus, Manacapuru, Coari e Novo Airão (ALVES, 2017c).

3.3.4 Network Operations Center

O Centro de Operações de Rede (NOC, *Network Operations Center*, do inglês) é uma plataforma e ambiente para monitorar redes de comunicações.

Em virtude da implantação da Rede Vitória-Régia com a instalação dos sítios de Manaus, Manacapuru, Coari, Tefé e Novo Airão, se faz necessário o monitoramento da infraestrutura implantada pelo PAC para verificar se o nível do serviço medido corresponde ao nível do serviço desejado (ALVES, 2017c).

Desta forma, foi criado o NOC do Projeto Amazônia Conectada nas instalações e com pessoal alocado do 4ºCTA, em Manaus-AM, com a finalidade de monitorar, extrair e analisar informações sobre o desempenho da Rede Vitória-Régia em tempo real.

3.3.5 Resultados Alcançados

A equipe técnica do PAC participou ativamente na execução deste estágio como integrador e realizando as seguintes atividades (ALVES, 2017c):

- Levantamento de requisitos;
- Vistoria técnica da infraestrutura em Manacapuru, Coari e Novo Airão;
- Elaboração dos projetos básicos (Termos de referência) para o serviço de lançamento do cabo óptico, do sistema DWDM, do levantamento hidrográfico e da supervisão de engenharia;
- Elaboração do processo de contratação do CMAD, da equipe de mergulho e da aquisição de equipamentos ópticos;

- Elaboração do projeto executivo;
- Acompanhamento das atividades de levantamento hidrográfico;
- Análise e aceite da rota do cabo óptico submarino e do terrestre;
- Definição e autorização para construção das caixas de ancoragens;
- Acompanhamento da construção das caixas de ancoragem e das tubulações;
- Inspeção no cabeamento óptico submarino e terrestre;
- Inspeção no sistema DWDM;
- Acompanhamento das instalações e configurações dos equipamentos DWDM;
- Acompanhamento da mobilização e adequação da embarcação de lançamento;
- Acompanhamento das simulações e instalação do cabo submarino e terrestre;
- Teste e homologação da infraestrutura implantado; e
- Fiscalização dos contratos.

Ao término deste estágio, houve a integração do enlace óptico fluvial na infovia do rio Solimões entre os trechos Manaus-Manacapuru-Coari-Tefé, uma vez que o trecho Coari-Tefé já tinha sido implementado no estágio anterior; e da infovia do rio Negro entre o trecho Manaus – Novo Airão, como pode ser visto nas figuras a seguir.



Figura 27 – Trecho Manaus-Manacapuru-Coari



Figura 28 – Trecho Manaus – Novo Airão

Como lições aprendidas a equipe técnica do PAC obtiveram os seguintes resultados e aprendizados após a conclusão deste estágio (ALVES, 2017c):

- 1) Aquisição de capacitação técnica da equipe em projetos de sistemas DWDM de 100Gb;
- 2) Aquisição de capacitação técnica da equipe em emenda óptica submarina;
- 3) Aquisição de capacitação técnica da equipe em gerenciamento de projetos e infraestrutura de TI;
- 4) Aquisição de experiência no lançamento de cabo óptico subfluvial em longos trechos em dois diferentes tipos de rios da Amazônia;
- 5) Interconexão óptica com capacidade de 100Gbps, de Manaus à Coari e de Manaus à Novo Airão;
- 6) Implantação do NOC e adequação do ambiente de trabalho;
- 7) Implantação da estrutura de alta disponibilidade e gerenciamento remoto para ambiente de missão crítica (CMAD) nas cidades de Manacapuru e de Novo Airão;
- 8) Implementação da rede Vitória-Régia de Manaus às cidades de Manacapuru, Coari, Tefé e Novo Airão.

Terminado o Estágio III, as cidades de Manaus e Coari, no interior do Estado do Amazonas, foram conectadas por meio de um cabo óptico subfluvial, lançado no leito do rio Solimões, e as cidades de Manaus e Novo Airão foram conectadas por meio de um cabo óptico subfluvial lançado no rio Negro, todos com capacidade de 100 Gbps, 10 vezes maior do que nos estágios anteriores.

Cabe destacar que neste estágio foi realizado o maior lançamento do mundo de cabo óptico submarino sem amplificação óptica submarina, entre as cidades de Manacapuru-AM e Coari-AM, na extensão de 340 Km.

O Projeto Amazônia Conectada pode ser um fator de integração de comunicações na região amazônica, integrando-se com outros sistemas, como por exemplo, o Sistema Militar de Comunicações por Satélites (SISCOMIS), o qual será abordado no próximo capítulo.

4 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MILITARES POR SATÉLITE

O Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) é o principal backbone de dados militares operacionais, componente da estrutura do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) (BRASIL, 2016).

O SISCOMIS possui uma infraestrutura de Tecnologia da Informação e de Comunicações (TIC) para enlaces digitais utilizando-se de satélites de comunicações geoestacionários e de links terrestres. Este sistema provê conectividade segura e segregada para o trânsito de dados, voz e imagens a fim de assegurar um fluxo de informações entre os Centros de Comando e Controle do SISMC², permitindo o atendimento das necessidades das operações conjuntas e singulares do Ministério da Defesa (MD) (BRASIL, 2016).

Em 1991, a Comissão de Desenvolvimento do projeto e da Implantação do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (CISCOMIS) foi criada com a responsabilidade de coordenar os trabalhos relativos a projeto, implantação, avaliação e acompanhamento do SISCOMIS (BRASIL, 2014a).

A Subchefia de Comando e Controle (SC-1) da Chefia de Operações Conjuntas do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), a partir de 2011, passou a executar as tarefas da CISCOMIS. Uma das atividades recentes gerenciada pela SC-1 é o desenvolvimento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) para atender ao SISCOMIS na banda X (BRASIL, 2014a).

4.1 SISTEMA MILITAR DE COMANDO E CONTROLE

O Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) é o conjunto de instalações, sistemas de informação, comunicações, doutrinas, procedimentos e pessoal essencial para o comando e o controle, em âmbito nacional, visando a atender as necessidades decorrentes do preparo e do emprego das Forças Armadas. (BRASIL, 2014a).

O Principal sistema de comunicações que compõe a estrutura do SISMC² é o SISCOMIS, sendo que os sistemas de Comando e Controle das Forças Armadas são gerenciados por suas respectivas Forças, respeitando as orientações gerais, os objetivos e as diretrizes constantes da Política para o SISMC² e de documentos

normativos estabelecidos pelo Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA) do Ministério da Defesa (BRASIL, 2015c).

4.2 REDE OPERACIONAL DE DEFESA

A Rede Operacional de Defesa (ROD) utiliza o SISCOMIS como canal principal de tráfego de dados e as redes digitais de cada FA (RECIM 102, EBNET e INTRAER) como canal alternativo (BRASIL, 2015c).

A ROD foi desenvolvida para prover diversos serviços de C² para as operações conjuntas e singulares das FA, tais como correio eletrônico operacional, videoconferência, sistema de apoio à decisão, hospedagem de sistemas e conectividade com as redes de dados das FA, sendo a SC-1 responsável por gerenciar os sistemas de C² empregados para as ligações nos níveis estratégico e operacional nas operações conjuntas (BRASIL, 2016).

Dessa forma, a ROD e o SISCOMIS são partes integrantes do SISMC², com o propósito de prover a ligação da cadeia de comando nos níveis estratégico e operacional, a fim de viabilizar a emissão de ordens e diretrizes e a obtenção de informações sobre a evolução da situação e das ações desencadeadas pelas FA em operações conjuntas, dentro das condições necessárias de segurança da informação, mantendo a consciência situacional de seus comandantes (BRASIL, 2014a).

Para isso, a ROD e o SISCOMIS proveem o suporte necessário de Tecnologia da Informação (TI) para o estabelecimento de ligações de voz, dados e imagens que integrem e assegurem um fluxo de informações em tempo real entre os Centros de Comando e Controle do SISMC², permitindo a interligação e a interoperabilidade destes Centros, com capacidade de redundância, bem como a disponibilização de bancos de dados para atenderem às necessidades das operações conjuntas e singulares das FA (BRASIL, 2014a).

4.3 SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES

Segundo Demenecis (2018), antes do lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC), o segmento espacial do SISCOMIS era atendido

pela contratação de *transponders* na banda X e de canais na banda Ku, por meio de serviços prestados pela empresa Embratel Star One.

Pela necessidade do aumento da capacidade satelital na banda X para o atendimento das demandas dos Sistemas Estratégicos das Forças Armadas, o governo brasileiro, por intermédio do Ministério da Defesa (MD) e do Ministério das Comunicações e Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC), criou o projeto do Sistema de Satélites Geoestacionários de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) (DEMENECIS, 2018).

Em 2003 ocorreram os primeiros estudos para a implantação do Satélite Geoestacionário Brasileiro (SGB). Posteriormente, em 2011 iniciaram os estudos do SGDC, sendo em 2013 realizado a assinatura do contrato da construção do primeiro satélite geoestacionário de defesa e comunicações (SGDC-1).

No dia 04 de maio de 2017, o SGDC-1 foi lançado da base de Kourou, Centro de lançamentos da Agência Espacial Europeia, localizado na Guiana Francesa, pelo foguete Ariane 5 ECA da empresa Arianespace (DEMENECIS, 2019).

O SGDC-1 foi posicionado, em 11 de junho de 2017, no meridiano 75° Oeste a uma altitude de 35.865 Km da superfície da Terra, passando efetivamente a integrar o SISCOMIS, em 30 de junho de 2017, quando técnicos e especialistas da TELEBRAS e das Forças Armadas assumiram o controle total do satélite (DEMENECIS, 2018).

O Programa SGDC tem como premissa básica o lançamento de satélite geoestacionário para atendimento a diversas demandas: ao SISCOMIS, na banda X; às Comunicações Estratégicas do Governo Federal, na banda Ka; ao Programa Nacional de Banda Larga (PNBL), na banda Ka; e a absorção e transferência de tecnologia para o setor aeroespacial brasileiro.

Para as ações de controle da missão e gerenciamento do SGDC-1, foram construídos dois Centros de Operações do Programa Espacial (COPE), sendo um principal, o COPE-P, inaugurado no dia 17 de dezembro de 2018, na área da ALA-1, em Brasília-DF (DEFESANET, 2018b) e um secundário, o COPE-S, inaugurado no dia 19 de novembro de 2018, na estação de Rádio da Marinha, na ilha do Governador, no Rio de Janeiro-RJ (DEFESANET, 2018a). Em cada COPE estarão instalados um Centro de Gerenciamento do Satélite (CGS) e um Centro de Gerenciamento de Comunicações (CGC).

O CGS é responsável por efetuar todas as manobras de posicionamento do satélite, bem como o controle de todos os equipamentos da plataforma do satélite.

O CGC é responsável por realizar todo o planejamento dos *transponders*, tanto em banda X, como em banda Ka e será capaz, dentre outras funções, de alocar frequências, largura de banda, monitorar as portadoras e controlar a ocupação de cada válvula de potência.

O satélite possui 03 feixes de cobertura, sendo um nacional, cobrindo o Brasil; um regional, cobrindo a América do Sul, Caribe, Oceano Atlântico e Antártica; e um de Teatro móvel, circular com raio de aproximadamente de 1500 Km, que poderá ser deslocado em toda a área da Terra, visível do satélite, como pode ser visto na figura abaixo.

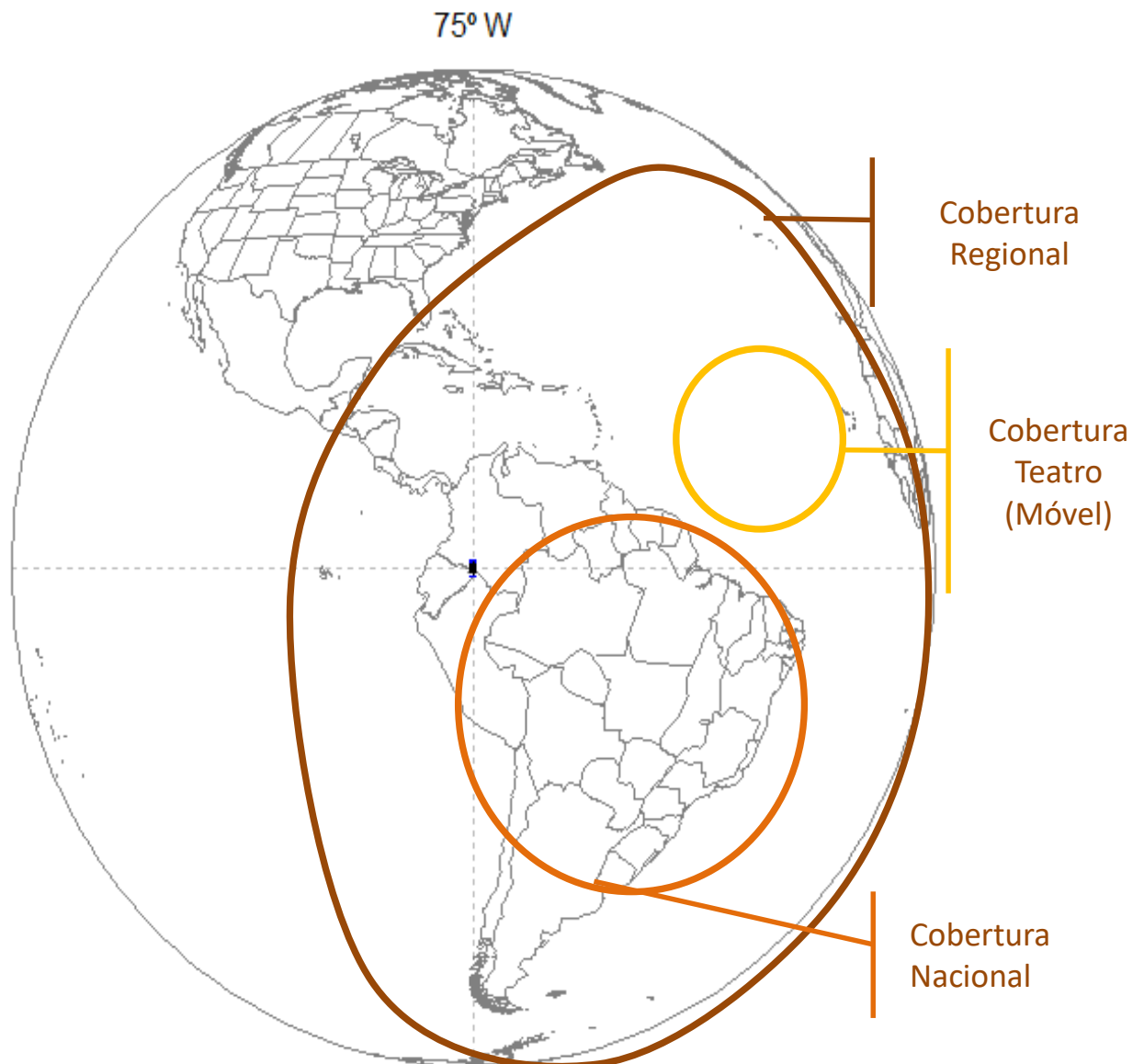


Figura 29- Cobertura do SGDC-1

4.4 SEGMENTO TERRESTRE

O segmento terrestre do SISCOMIS é composto de circuitos de enlace de dados digitais ponto a ponto *full duplex*, contratados ou proprietários, com capacidade de transmissão garantida e simétrica, para interligar os principais pontos de presença do SISCOMIS para acesso à ROD e aos serviços providos pelo Centro de Tecnologia da Informação (CTI) existente no Ministério da Defesa (MD) (BRASIL, 2014a).

O segmento terrestre do SISCOMIS possui 2 (dois) teleportos: a Estação Central de Brasília (ECB), em banda X e Ku, instalados no Destacamento de Telecomunicações por Satélites, da FAB e a Estação do rio de Janeiro (ERJ), apenas em banda X, instalada na Estação Rádio da Marinha do Brasil, no Rio de Janeiro (BRASIL, 2014a).

Na ECB e na ERJ estão instaladas as antenas parabólicas em banda X, sendo uma delas utilizada para o SGDC em cada localidade. A Topologia utilizada é em estrela, ou seja, todos os terminais satelitais do SISCOMIS se comunicam com uma das *hubs* na ECB ou na ERJ, que se conectam à infraestrutura do SISCOMIS, provendo acesso aos serviços da ROD. Os usuários podem acessar a ROD por meio de estações tático-transportáveis (ETT), utilizadas em manobras e exercícios conjuntos das Forças Armadas (BRASIL, 2014a).

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não ter sido fabricado no Brasil, e de ainda não haver o domínio nacional das tecnologias de fabricação e de lançamento de satélites, o controle, o monitoramento e a operação do SGDC estão sendo realizados por brasileiros e em território nacional, sendo importante para a soberania do país (DEMENECIS, 2018).

Com o SGDC espera-se um incremento da banda disponível e o aumento da cobertura nacional, atingindo áreas incipientes de redes de dados, como a região amazônica, proporcionando segurança ao garantir a disponibilidade, a confidencialidade, a integridade e a autenticidade da informação e das comunicações.

Assim sendo, no próximo capítulo será mostrado como o Projeto Amazônia Conectada (PAC) pode se integrar ao Sistema de Comunicações Militares por Satélites (SISCOMIS) em prol da integração de comunicações da região amazônica, usufruindo do canal de comunicações por satélites do SGDC.

5 INTEGRAÇÃO DE COMUNICAÇÕES NA REGIÃO AMAZÔNICA

O Projeto Amazônia Conectada (PAC) tem como meta expandir a infraestrutura de comunicações e contribuir para as ações do Governo Federal desenvolvidas no âmbito do Programa Nacional de Banda Larga na região amazônica.

O Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) tem como objetivo prover comunicações estratégicas ao Alto Comando das Forças Armadas, às mais altas autoridades civis do Governo Federal e ao Comandante Supremo das Forças Armadas, operando desde o tempo de paz.

O Programa do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) tem como um de seus objetivos ampliar a capacidade satelital do SISCOMIS, bem como atender as demandas de comunicações estratégicas do Governo Federal, em todo o território nacional, incluindo a região amazônica.

Desta forma, será visto neste capítulo as possibilidades de integração de comunicações na região Amazônica.

5.1 INTEGRAÇÃO PAC - SISCOMIS

A Rede de Operações de Defesa (ROD) do Ministério da Defesa está estruturada como uma *Wide Area Network* (WAN), com conectividade diversificada (radioenlaces, fibra óptica proprietária e contratada, cabeamento UTP, etc.) e com endereçamento *Internet Protocol ver 4* (IPv4), classe B. Os servidores da ROD estão instalados no Ministério da Defesa, gerenciados pela SC-1 (BRASIL, 2014a).

A conectividade da ROD é provida pelo SISCOMIS, pela Internet (de forma restrita, via VPN) e pelas redes de dados das FA (RECIM-102, EBNET e INTRAER).

Todos os enlaces, equipamentos e ativos de rede do SISCOMIS empregados na ROD são operados, gerenciados, administrados e monitorados pela SC-1, por meio do Centro de Monitoramento e Operação da ROD (CMORD).

Assim sendo, a rede de dados Vitória-Régia do Programa Amazônia Conectada, quando for totalmente instalada, deverá ser um *backbone* de comunicações de alta capacidade na região Amazônica, sendo parte da rede de dados corporativo do Exército Brasileiro (EBNET), que já é integrada com a ROD, e

desta forma, fazendo parte do segmento terrestre do SISCOMIS, possibilitando a integração de comunicações em banda larga na região amazônica.

Fisicamente esta integração pode ser realizada por meio da distribuição das redes dos CMAD, sendo o SGDC como um backbone de comunicações redundante por satélite, e logicamente pela rede Vitória-Régia, hoje já monitorada pelo NOC instalado no 4ºCTA.

Desta forma, usuários do SGDC poderão se comunicar com os usuários da EBNET, integrando o SISCOMIS com o SISTEx.

A seguir, será apresentada a figura que mostra uma estrutura desta integração utilizando-se a rede vitória-régia (Backbone DWDM) e os satélites geoestacionários (Backbone SGDC).

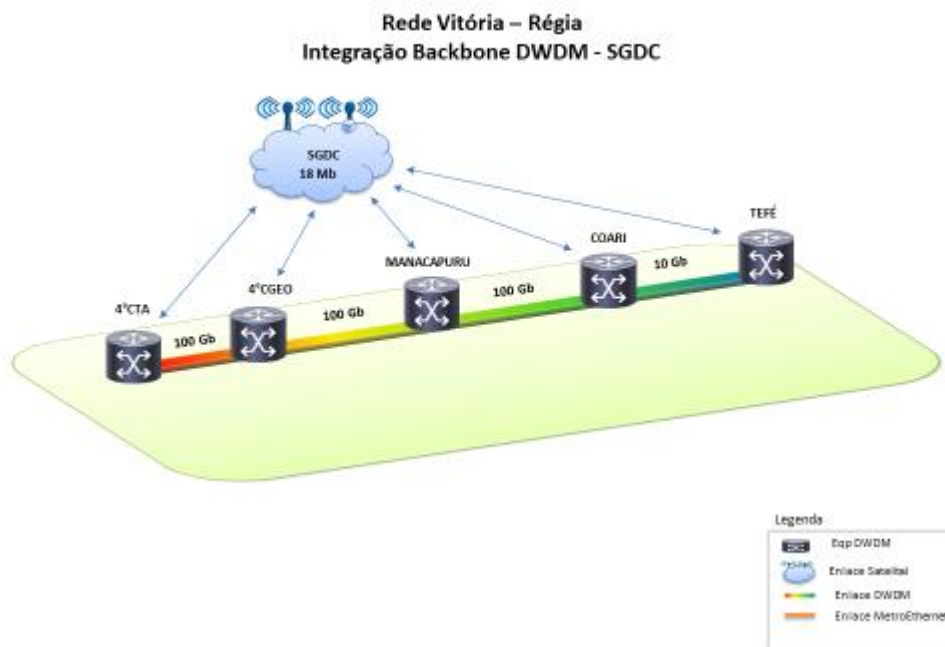


Figura 30 – Integração PAC-SGDC (Fonte: o autor)

5.2 INTEGRAÇÃO PAC - PARCEIROS

Diversos parceiros do Projeto Amazônia Conectada, sendo provedores de serviços de dados ou não, públicos ou privados, podem por meios de acordos de

parcerias se integrem a rede vitória-régia, como pode ser visualizado na figura a seguir.

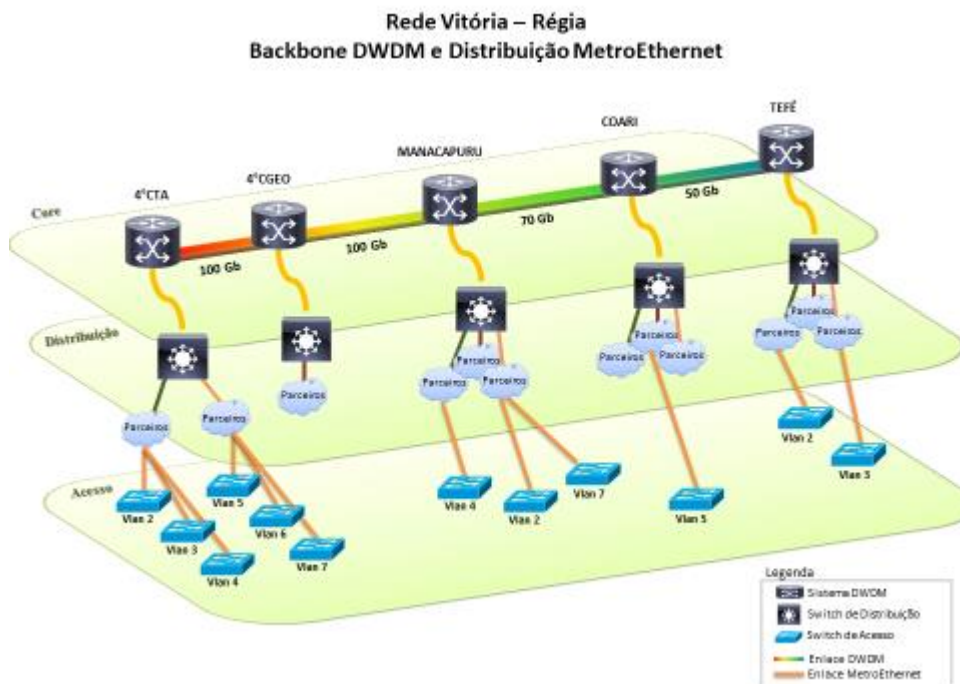


Figura 31 – Integração PAC – Parceiros (Fonte: o autor)

Assim sendo, instituições federais, estaduais, municipais, conforme acordos de cooperação e parcerias, podem usufruir de uma rede de alta capacidade ocasionando a integração de comunicações na região amazônica.

Conforme pode ser visto na figura anterior, em uma cidade do interior da região amazônica pode ser distribuída a rede de dados para dentro destas cidades, implementando redes metropolitanas de alta capacidade, permitindo que tenham acesso a serviços de dados compatíveis com a capital do Estado, Manaus, tais como: internet, videoconferências, telemedicina, tele-ensino, com a utilização adequada de provedores de internet.

Na figura a seguir é mostrado um desenho esquemático da conectividade da rede Vitória-Régia entre dois sítios, representando duas cidades.

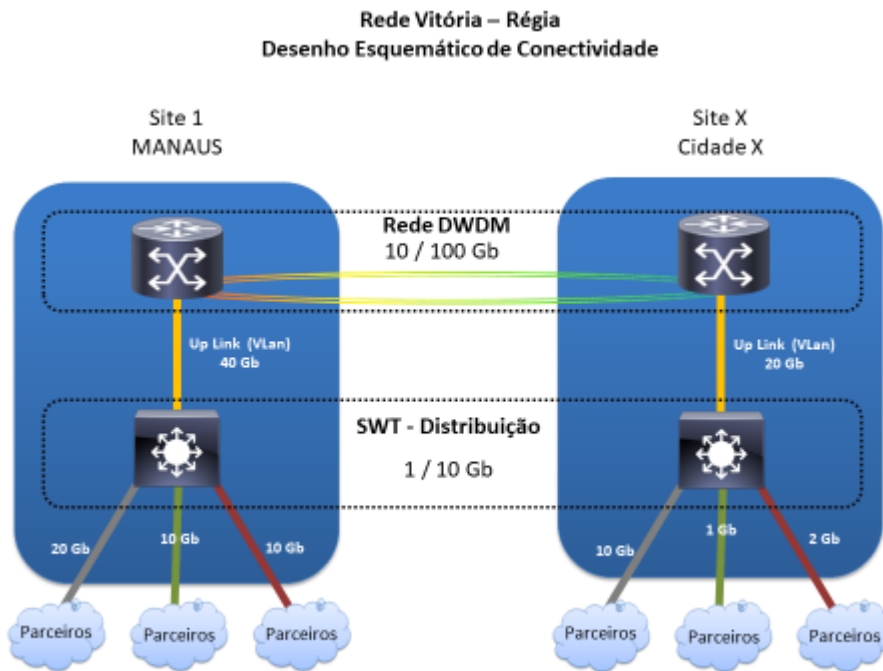


Figura 32 – Desenho Esquemático de Conectividade (Fonte: o autor)

Assim sendo, a rede Vitória-Régia do PAC poderá se integrar ao SISCOMIS por intermédio da conectividade de sistemas entre os usuários do SISTEx, via EBNET, e os terminais usuários do SISCOMIS, por meio do SGDC.

Desta forma, tanto os satélites do SGDC quanto os cabos ópticos da rede Vitória-Régia poderiam ser utilizados como canais de comunicações (*backbone*), permitindo o tráfego de dados e informações entre o PAC, via EBNET, e o SISCOMIS, por intermédio do SGDC. Assim sendo, usuários do EBNET poderão ter acesso a serviços fornecidos pelo SISCOMIS, e vice-versa.

Além disso, futuros parceiros poderão se utilizar dos serviços do Projeto Amazônia Conectada, no momento que se integrarem à rede de dados de alta capacidade, distribuída pelas cidades contempladas pelo PAC.

Desta forma, é possível concluir parcialmente que o Projeto Amazônia Conectada poderá contribuir efetivamente para a integração de comunicações na região amazônica, além do que, seus objetivos coincidem na ampliação do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) desenvolvido pelo Governo Federal.

6 CONCLUSÃO

O Projeto Amazônia Conectada consiste na implementação de um backbone de telecomunicações de fibra óptica, por meio dos rios da bacia amazônica, viabilizando infovias de comunicações ópticas.

Desta forma, este Projeto reveste-se de uma enorme importância no âmbito nacional, uma vez que inaugura uma tecnologia de instalação subfluvial, trazendo comunicação de alta qualidade a toda região Norte do Brasil.

Com isto, a população ribeirinha e do interior da região amazônica terão a sua disposição serviços de rede de dados com alta capacidade e disponibilidade, como internet, telemedicina, tele saúde, universidade à distância, entre outros.

A rede Vitória-Régia é o nome dado ao conjunto de sistemas de TI desenvolvidos a partir do PAC, que trata tanto da concepção física quanto da parte lógica do Projeto.

A equipe do PAC do 4º Centro de Telemática, com apoio da equipe do CITEx, foi a responsável pelo subprojeto de infovias, tendo como missão principal o lançamento dos cabos subfluviais nos rios amazônicos e a instalação dos equipamentos ópticos.

O Projeto Amazônia Conectada está sendo implementado em fases. O primeiro estágio foi o demonstrador de tecnologia, que teve por objetivo testar os desafios da tecnologia óptica subfluvial em um ambiente controlado no rio Negro.

Em 2015, pela primeira vez, foram lançados cabos ópticos submarinos no leito de um rio da região amazônica. No estágio I foi implementada uma infraestrutura de comunicações ópticas segura de alta capacidade no leito do rio Negro, interligando duas Organizações Militares na cidade de Manaus, numa distância aproximada de 10 Km: o 4º Centro de Telemática de Área (4º CTA) e o 4º Centro de Geoinformação (4º CGEO), ocorrendo a integração da rede óptica subfluvial recém instalada à já existente rede óptica terrestre metropolitana, com capacidade de 10 Gbps.

Em 2016, pela primeira vez, duas cidades foram interconectadas por meio de cabos ópticos submarinos lançados no leito dos rios da região amazônica. No estágio II foram implementadas infraestruturas de comunicações ópticas segura de alta capacidade no leito do rio Solimões, interligando as cidades de Coari a Tefé; e no leito

do rio Negro, interligando as cidades de Manaus a Iranduba, todos com capacidade de 10 Gbps.

Em 2017, pela primeira vez, a rede Vitória-Régia foi implementada com dois trechos parcialmente instalados: a da infovia do Alto Solimões e a da infovia do Rio Negro. No estágio III foram implementadas infraestruturas de comunicações ópticas segura de alta capacidade no leito do rio Solimões, interligando as cidades de Manaus a Coari, passando pela cidade de Manacapuru; e no leito do rio Negro, interligando as cidades de Manaus a Novo Airão, todos com capacidade de 100 Gbps, 10 vezes maior do que nos estágios anteriores.

Como foi tratado neste trabalho, o Projeto Amazônia Conectada pode ser um fator de integração de comunicações na região amazônica, integrando-se com outros sistemas, como por exemplo, o Sistema Militar de Comunicações por Satélites (SISCOMIS).

O SISCOMIS foi criado em 1985 para tratar sobre o setor de comunicações militares por satélite das FA, sob a responsabilidade do antigo EMFA. A Rede de Operações de Defesa (ROD) e o SISCOMIS são partes integrantes do SISMC², com o propósito de prover a ligação da cadeia de comando nos níveis estratégico e operacional, a fim de viabilizar a emissão de ordens e diretrizes e a obtenção de informações sobre a evolução da situação e das ações desencadeadas pelas FA em operações conjuntas, dentro das condições necessárias de segurança da informação.

O Projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) tem como objetivo o lançamento de satélite geoestacionário para atendimento ao SISCOMIS, na banda X; às comunicações estratégicas do Governo Federal, na banda Ka; ao Programa Nacional de Banda Larga (PNBL), na banda Ka; e a absorção e transferência de tecnologia para o setor aeroespacial brasileiro. Com o SGDC espera-se um incremento da banda disponível e o aumento da cobertura nacional, atingindo áreas incipientes de redes de dados, como a região amazônica.

Como já descrito, o PAC tem como meta expandir a infraestrutura de comunicações na região amazônica; o SISCOMIS tem como objetivo provê comunicações estratégicas ao Alto Comando das Forças Armadas; e o SGDC tem como um de seus objetivos atender as demandas de comunicações estratégicas do Governo Federal, em todo o território nacional.

Assim sendo, os satélites do SGDC e o cabeamento de fibra óptica da rede Vitória-Régia podem ser utilizados como canais de comunicações, permitindo o tráfego de dados e informações seguros entre o PAC e o SISCOMIS. Outrossim, usuários do SISTEx poderão ter acesso a serviços fornecidos pelo SISCOMIS, e vice-versa.

Além disso, futuros parceiros do PAC poderão se utilizar dos serviços de dados disponibilizados pela infraestrutura de comunicações de alta capacidade distribuída pelo Projeto Amazônia Conectada nas cidades contempladas.

Desta forma, o Projeto Amazônia Conectada deverá contribuir para a integração de comunicações da região amazônica, indo ao encontro, inclusive, da ampliação do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL), desenvolvido pelo Governo Federal.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2001.

ALVES, Nuno da Rocha; OLIVEIRA, Renan Lopes. **Relatório do Projeto Infovia – Estágio I (Demonstrador de Tecnologia)**, CITEx/4^oCTA, Manaus, AM, 2017a.

ALVES, Nuno da Rocha; OLIVEIRA, Renan Lopes. **Relatório do Projeto Infovia – Estágio II**, CITEx/4^oCTA, Manaus, AM, 2017b.

ALVES, Nuno da Rocha; OLIVEIRA, Renan Lopes. **Relatório do Projeto Infovia – Estágio III**, CITEx/4^oCTA, Manaus, AM, 2017c.

BRASIL. 4^o Centro de Telemática de Área. Institucional 2019. Disponível em: <http://www.4cta.eb.mil.br/>. Acesso em 27 de agosto de 2019. Manaus, AM, 2019a. **“Homepage” Institucional**

BRASIL. Centro Integrado de Telemática do Exército. **Apresentação do programa Amazônia Conectada**. Institucional 2015. Disponível em: <http://www.amazoniaconectada.eb.mil.br/pt/index.php?id=apresentacoes>. Acesso em 27 de junho de 2019. Brasília, DF, 2015a.

BRASIL. Centro Integrado de Telemática do Exército. Institucional 2019. Disponível em: <http://www.citex.eb.mil.br/>. Acesso em 27 de agosto de 2019. Brasília, DF, 2019b. **“Homepage” Institucional**

BRASIL. Governo Federal. **Portaria Interministerial n^o586**, de 22/07/2015, publicada no DOU N^o139, Seção 1, página 25. Brasília, DF, 2015b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Orientações para uso da Capacidade Satelital do SISCOMIS**. 1. ed. Brasília, DF, 2014a.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle**. MD31-M-03 3. ed. Brasília, DF, 2015c.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (CONOPS SISMC²)**. MD31-S-02. Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa N^o5/MD**, de 16/02/2018, publicada no DOU N^o40, de 28/02/2018. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. UNIÃO – Comando do Exército – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) – Processamento de Dados do Amazonas S/A (PRODAM) – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Amazonas (SECTI-AM) – Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). **Memorando de Entendimento**. Brasília, DF, 2014b.

DEFESANET, **SGDC – Centro de operações de satélite brasileiro é inaugurado no Rio**, 20 de novembro de 2018, 2018a. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/space/noticia/31189/SGDC---Centro-de-operacoes-de-satelite-brasileiro-e-inaugurado-no-Rio>. Acesso em 17 de agosto de 2019.

DEFESANET, **SGDC – Centro de operações do SGDC será entregue nesta segunda-feira (17)**, 17 de dezembro de 2018, 2018b. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/space/noticia/31526/Centro-de-operacoes-do-SGDC-sera-entregue-nesta-segunda-feira-%2817%29/>. Acesso em 17 de agosto de 2019.

DEMENEKIS, Luciene da Silva. **Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas 1 (SGDC-1)**, 26 de junho de 2019, 2019. Disponível em: <http://eblog.eb.mil.br/index.php/menu-easyblog/satelite-geoestacionario-de-defesa-e-comunicacoes-estrategicas-1-sgdc-1.html>. Acesso em 17 de agosto de 2019.

DEMENEKIS, Luciene da Silva. **O Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC): uma análise das contribuições para a Defesa Nacional**. 2018. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.