



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

GABRIELA SOBREIRA DIAS DE CARVALHO

Campina Grande – PB

Agosto de 2017

GABRIELA SOBREIRA DIAS DE CARVALHO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Telecomunicações

Orientador:

Professor Dr. Marcelo Sampaio de Alencar

Campina Grande – PB

Agosto de 2017

GABRIELA SOBREIRA DIAS DE CARVALHO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Telecomunicações

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Dr. Marcelo Sampaio de Alencar

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador

“Há sempre algo pelo qual ser grato”

Autor Desconhecido

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha Força, Refúgio e Consolo, pela graça infinita e por me permitir ir sempre mais longe do que eu posso imaginar.

À minha mãe, Giulia Sobreira, pelo amor incondicional e todos os gestos de carinho que tornaram essa caminhada menos árdua. Ao meu pai, Ricardo de Carvalho, por fazer tudo ao seu alcance para me apoiar.

Às minhas tias e tios, pelo incentivo e o suporte e por se alegrarem comigo a cada vitória. Em especial, minha tia Gilca Vieira, que me acolheu de braços abertos em sua casa durante esse período de estágio.

Aos meus amigos, por compreenderem meus momentos de ausência e serem acolhida, descanso e leveza.

À Savenge Engenharia pela oportunidade de vivenciar o cotidiano da profissão e aos meus colegas de empresa que compartilharam comigo suas experiências, tão generosamente.

Aos professores do Departamento de Engenharia Elétrica pela dedicação e por me prepararem para enfrentar os desafios da profissão. Agradeço, em especial, ao professor Marcelo Sampaio por ter aceitado ser meu orientador e por sempre me entusiasmar pela área das comunicações.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, particularmente, Adail Paz e Tchaikowsky Oliveira, obrigada pela torcida e prontidão em ajudar.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o sucesso desse estágio, muito obrigada.

RESUMO

Este relatório apresenta as principais atividades realizadas durante o estágio curricular supervisionado na empresa SAVENGE Engenharia LTDA, enquadrado na área de concentração das Telecomunicações, durante o período de 02 de maio a 31 de julho de 2017.

A estagiária foi alocada no projeto “LTE 700 TIM” que se refere a implantação de sistemas móveis de quarta geração (4G) da operadora TIM, em 700MHz. A SAVENGE é subcontrata pela Nokia para executar vistorias técnicas e instalações de equipamentos e sistemas irradiantes deste projeto nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba. Neste contexto, a principal atribuição da estagiária era produzir *Technical Site Survey Reports* (TSSRs) e Relatórios de Instalação das atividades da empresa. Para a produção desses documentos foram utilizados os *softwares Microsoft Excel e AutoCAD*.

ABSTRACT

This report describes the activities developed by the intern at SAVENGE Engenharia LTDA corresponding to her supervised internship in the Telecommunications area, between May 2nd and July 31st of 2017.

The student was allocated in the "LTE 700 TIM" project, which refers to the deployment of TIM's fourth generation mobile systems (4G) at 700MHz. SAVENGE performs technical surveys and equipment installation for Nokia in the states of Pernambuco, Ceará and Paraíba. In this context, the student was responsible for producing Technical Site Reports (TSSRs) and Installation Reports of the company's activities. These documents were produced using Microsoft Excel and AutoCAD softwares.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Organograma do setor de Engenharia da SAVENGE	14
Figura 2 - Placa da torre do site 3SLCGLB00 com destaque para a indicação da carga máxima suportada.....	16
Figura 3 - Tabela de carregamento inicial do site 3SLCGLB00	17
Figura 4 - Tabela de carregamento final (atual + futuro) para o site 3SLCGLB00	18
Figura 5 - Cenário atual dos setores A, B e C no site 3SLCGLB00	19
Figura 6 - Cenário atual dos setores A, B e C no site 3SLCGLB00, após a instalação do LTE 700MHz	20
Figura 7 - Data-sheet da antena Comba ODV-065R15NB18JJ02-G.....	21
Figura 8 - Quadro de distribuição de corrente alternada	22
Figura 9 - Gabinete OPSS aberto para mostrar o sistema de energia CC: régua de disjuntores, unidades retificadoras e baterias	22
Figura 10 - Planta baixa do site 3SLCGLB00	23
Figura 11 - Estrutura vertical do site 3SLCGLB00.....	24
Figura 12 - Nokia AirScale System Module	25
Figura 13 – Módulo de RF Nokia, modelo FRPB.....	25
Figura 14 - Gabinete FCOB	25
Figura 15 - Antena Kathrein 80010767	26
Figura 16 - Módulo de RF instalado no site NLNRNR01, Jaguaribara/CE.....	27
Figura 17 - Gabinete FCOB com System Module instalado no site NLJNJN00, Jaguaribara/CE	27
Figura 18 - Antena APXVBLL15X-I20 instalada no site NLJNJN00, Jaguaribara/CE	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sites vistoriados cujos “Technical Site Survey Reports” foram produzidos pela estagiária	15
Tabela 2 - Instalações realizadas cujos Relatórios de Instalação foram produzidos pela estagiária	26

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. A EMPRESA.....	12
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	14
3.1 Projeto LTE 700 TIM.....	14
4. CONCLUSÃO	29
5. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

Este documento, apresentado na forma de relatório, descreve as principais atividades realizadas pela estagiária Gabriela Sobreira Dias de Carvalho durante o estágio supervisionado na empresa Savenge Engenharia LTDA sob supervisão do professor Marcelo Sampaio de Alencar e do engenheiro Severino Bandeira Filho. O estágio foi prestado no período de 02 de maio de 2017 a 31 de julho de 2017, com uma carga horária de 40h semanais, somando 512h totais.

A aluna atuou no projeto “LTE 700 TIM”, confeccionando documentação pós-vistoria e pós-instalação dos equipamentos Nokia utilizados na expansão da rede 4G da TIM em 700 MHz. Durante o período de estágio também foram realizadas atividades de gestão de pessoas e aprendizado operacional de projetos.

Este relatório está dividido como se segue: o Capítulo 2 descreve a empresa de forma geral, o Capítulo 3 descreve as atividades desenvolvidas pela estagiária no projeto LTE 700 TIM e, por fim, a conclusão e avaliação do estágio são feitas no Capítulo 4.

2. A EMPRESA

A SAVENGE Engenharia LTDA é uma empresa privada de engenharia que trabalha na prestação de serviços de infraestrutura nas áreas de telecomunicações e energia. Fundada em 1997 na cidade de João Pessoa/PB, vem atuando em todas as regiões do Brasil, executando obras com pontualidade, qualidade e rapidez, frutos da aplicação contínua das melhores práticas de engenharia, desenvolvimento de tecnologia, processos de gestão e produção, bem como pelo emprego de ferramentas e equipamentos avançados (Savenge, 2015).

No setor de telecomunicações, existe um alto grau de concorrência entre as empresas em diversos níveis: prestação de serviços, fornecimento de material, manutenção, produção de equipamentos, sistemas e tecnologia. Nesse mercado competitivo, as grandes operadoras de telefonia e fabricantes de equipamentos estão aderindo cada vez mais a terceirização como forma de organização estrutural para reduzir os custos da estrutura operacional e descentralizar atividades e processos. É nesse cenário que a SAVENGE se insere, oferecendo mão-de-obra e prestando serviços especializados aos seus clientes.

A SAVENGE oferece serviços nas áreas de Sistemas Celulares e Redes Móveis, Sistemas de Transmissão de Dados, Sistemas Elétricos e Construção Civil. A seguir estão listadas, por área de atuação, as atividades realizadas pela empresa:

- Sistemas Celulares e Redes Móveis:
 - Aquisição de locais para implantação de telefonia celular e respectivo licenciamento;
 - Projetos executivos, vistorias técnicas e análise de compartilhamento de estações de telefonia celular;
 - Instalação e comissionamento de equipamentos de estações radiobase de telefonia celular (BTS, NodeB e ENodeB);
 - Instalação e testes de sistemas irradiantes;
 - Manutenção de redes móveis de celular;

- Sistemas de Transmissão de Dados:
 - “*Technical site survey*”
 - Projetos executivos para equipamentos de transmissão de dados em redes ópticas de longa distância (“longhaul”) e redes metropolitanas;
 - Instalação de rádio enlaces, “mini-links”;
 - Comissionamento e testes de funcionalidade e performance;
 - Manutenção;

- Sistemas Elétricos:
 - Projetos de instalações elétricas de baixa, média e alta tensão;
 - Projeto de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas;
 - Projetos e Estudos Luminotécnicos;
 - Montagem de subestações;
 - Instalação de Grupo Motor Gerador
 - Projeto e execução de sistemas de climatização
 - Projeto de implantação de sistemas de cabeamento estruturado;
 - Instalação de sistemas de retificadores;

- Montagem de Painéis;
- Inspeções laudos e consultorias;
- Manutenção;

- Construção Civil:
 - Projeto e construção de estações de telecomunicações, desde a fundação até os prédios em concreto armado e alvenaria;
 - Projeto, fabricação e montagem de estruturas metálicas, como torres estaiadas e autoportantes, cavaletes, bases e suportes;
 - Projeto e execução de reforço estrutural;
 - Impermeabilizações;

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O estágio foi realizado no escritório da SAVENGE, em João Pessoa, onde é praticada a gestão dos projetos e o suporte da empresa aos funcionários de campo. No escritório também são exercidas as atividades de recursos humanos, finanças, administração e logística.

Durante o período em que a estagiária esteve na empresa, o setor de engenharia era composto por dois sócios-diretores e três gestores de projetos, além de dois estagiários de Engenharia Elétrica e um estagiário de Engenharia Civil. A equipe de campo era formada por 12 funcionários, entre técnicos e instaladores, agrupados de acordo com a demanda da atividade a ser executada. A Figura 1 ilustra a estrutura do setor de engenharia da empresa.



Figura 1 - Organograma do setor de Engenharia da SAVENGE

A estagiária foi alocada no Projeto LTE 700 TIM, sob supervisão do engenheiro eletricista Márcio Trigueiro. Sua principal atribuição era a produção de documentos pós-vistoria e pós-instalação dos equipamentos Nokia utilizados na expansão da rede 4G da TIM em 700 MHz. Paralelamente, a aluna realizou atividades de gestão de pessoas, dando suporte às equipes em campo e intermediando a solução de contratemplos junto à Nokia. A estagiária também teve a oportunidade de ir ao escritório da Nokia, em Recife, para receber *feedback* das atividades desenvolvidas pela empresa e orientações gerais sobre a continuidade do projeto.

3.1 Projeto LTE 700 TIM

A Tim é uma empresa de telecomunicações com sede na Itália que se consolidou como uma das grandes operadoras de telefonia celular atuantes no Brasil. Após o leilão da faixa de frequências em 2600MHz, realizado em 2012 pela Anatel, tanto a TIM como as demais operadoras do país passaram a oferecer banda larga móvel de quarta geração (4G) nessa faixa de frequência. Por se tratar de uma frequência alta, a penetração do sinal em 2600MHz é prejudicada, com perdas de propagação significativas.

Com o anúncio do desligamento da TV analógica, o Brasil seguiu a tendência de outros países do mundo utilizando a faixa conhecida como “dividendo digital” para tratar a necessidade por mais espectro enfrentada pelos serviços de telecomunicações móveis em função do aumento da demanda e da evolução tecnológica (CPqD, 2011). Em 2014, a Anatel leiloou a faixa de 700MHz para expansão do 4G no país e a TIM arrematou um dos lotes oferecidos (Higa, 2014).

O objetivo da TIM é cobrir quase 3 mil municípios com 4G em 700MHz até 2018 se consolidando como a empresa de maior cobertura 4G do Brasil. Na expansão desse serviço, a TIM escolheu as empresas Ericsson e Nokia para serem seus fornecedores na implantação da nova tecnologia (Ferreira, 2016). Com o contrato estabelecido, a Nokia subcontratou a SAVENGE para realizar atividades de vistorias técnicas e instalações do hardware e do sistema irradiante do 4G em 700 MHz nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba.

A vistoria técnica tem como objetivo verificar a situação dos sistemas irradiantes e de energia do *site*, a fim de identificar a necessidade ou não de adequações na infraestrutura e realizar a reserva dos recursos de energia para o novo serviço. Até o término deste estágio, a SAVENGE havia realizado 103 vistorias para o projeto “LTE 700 TIM”.

Na vistoria, os técnicos que vão à campo devem periciar os equipamentos de rádio e de transmissão/recepção da TIM, bem como o sistema de energia que os alimenta. As antenas instaladas de todas as operadoras também devem ser identificadas. As informações levantadas durante a visita devem ser relatadas em um documento chamado *Technical Site Survey Report* (TSSR) confeccionado pós-vistoria pela equipe de Engenharia do escritório.

O TSSR registra toda a infraestrutura existente no *site*, bem como a solução sugerida para a instalação do serviço LTE em 700MHz. O arquivo inclui informações da energia AC e DC, cenário das antenas atuais e a proposta de solução, *data-sheet* da antena a ser instalada, planta baixa e corte da estrutura vertical feito no AutoCAD, carregamento da torre e relatório fotográfico. A estagiária produziu o TSSR de 24 *sites* vistoriados durante o período em que esteve na empresa, conforme identificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Sites vistoriados cujos “*Technical Site Survey Reports*” foram produzidos pela estagiária

SiteID	Cidade/Estado
NLFLCE02	Fortaleza/CE
NLFLCE03	Fortaleza/CE
NLFLCE06	Fortaleza/CE
NLCYCY00	Crateús/CE
SLCMJM00	Camaragibe/PE
NLSAAJ01	São João/PE
SLCMTB00	Camaragibe/PE
NLTNTN03	Taquaritinga do Norte/PE
NLUHUH00	Aiuaba/CE
SLIGIG00	Igarassu/PE
SLIGIG01	Igarassu/PE
NLMOMO00	Moreno/PE
NLRERE00	Assaré/PE
NLJMJM00	São Joaquim do Monte/PE
3SLCGPM00	Campina Grande/CG
3SLCGBD00	Campina Grande/CG
3SLCGCY00	Campina Grande/CG
3SLCGLB00	Campina Grande/CG

3SLCGBV00	Campina Grande/CG
3SLCGSR00	Campina Grande/CG
3SLCGSC00	Campina Grande/CG
3SLCGMV00	Campina Grande/CG
3SLCGCE00	Campina Grande/CG
3SLCGDT00	Campina Grande/CG

O site 3SLCGLB00, localizado em Campina Grande/PB, será tomado como exemplo para explanar as informações relevantes que podem ser encontradas em um TSSR. A primeira delas é a tabela de carregamento, visualizada na Figura 3, que mostra as cargas instaladas na estrutura vertical de todas as operadoras. Esse levantamento é importante pois toda torre possui uma capacidade máxima de carga, definida em projeto em termos de área de exposição ao vento (AEV). Em geral essa informação é explicitada na placa da torre, como mostra a Figura 2.

O parâmetro AEV é calculado a partir da área da antena ou do equipamento instalado na torre e analisa a reação desses elementos quando expostos ao vento. O coeficiente de arrasto (CA) é usado para quantificar a resistência de um objeto em um meio fluido, neste caso, o ar. A AEV total deve ser calculada como o produto entre a área do equipamento e o seu coeficiente de arrasto.

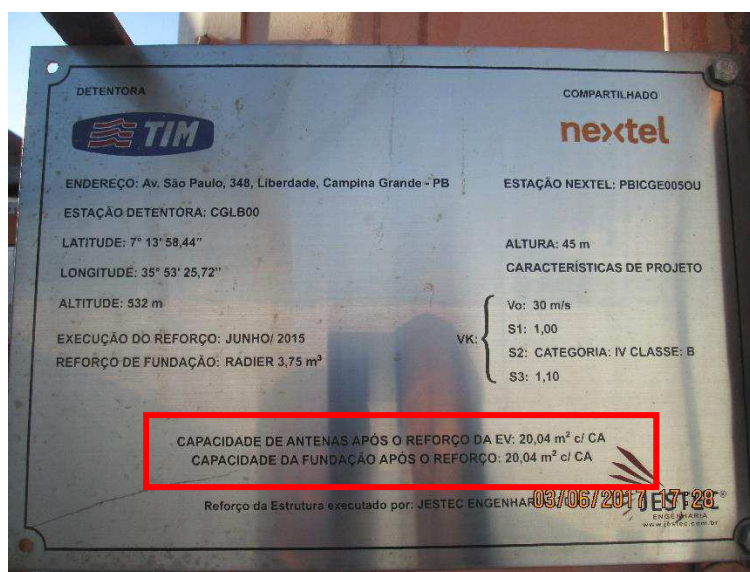


Figura 2 - Placa da torre do site 3SLCGLB00 com destaque para a indicação da carga máxima suportada (Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Além da tabela de carregamento inicial, o TSSR contém a tabela de carregamento final, considerando a troca de antenas, como mostra a Figura 4. Caso a capacidade de AEV final seja superior à capacidade máxima de carga suportada pela torre, a estrutura vertical deverá passar por algum reforço estrutural, que deve ser analisado e definido pela detentora do site em questão.

TOTAL															
Operadora	Tecnologia (s)	Frequência (s)	Setor	Função	Modelo	Dimensões (mm) Peso (kg)	Quant.	Altura (m)	Azimute (° NV)	Feeder/ F.O.	Observação	AEV (m²)	CA	AEV (m²) total	
CLARO			A	RF	CVVPX308-10R3	2025x354x210	1	45.0	60		Existente	0.72	1.20	0.86	
			B	RF	CVVPX308-10R3	2025x354x210	1	45.0	170		Existente	0.72	1.20	0.86	
			C	RF	CVVPX308-10R3	2025x354x210	1	45.0	300		Existente	0.72	1.20	0.86	
VIVO			A	RF	DX-1710-2170-65-181	1306x155x79 5.5	1	40.0	120		Existente	0.20	1.20	0.24	
			B	RF	DX-1710-2170-65-181	1306x155x79 5.5	1	40.0	230		Existente	0.20	1.20	0.24	
			C	RF	DX-1710-2170-65-181	1306x155x79 5.5	1	40.0	330		Existente	0.20	1.20	0.24	
			A	RF	TDT-182018DE-65P	1360x515x100	1	41.0	120		Existente	0.70	1.20	0.84	
			B	RF	TDT-182018DE-65P	1360x515x100	1	41.0	230		Existente	0.70	1.20	0.84	
			C	RF	TDT-182018DE-65P	1360x515x100	1	41.0	330		Existente	0.70	1.20	0.84	
OI			A	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	35.0	70		Existente	0.33	1.20	0.39	
			B	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	35.0	190		Existente	0.33	1.20	0.39	
			C	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	35.0	330		Existente	0.33	1.20	0.39	
		LTE	2600	A	RF	HWX-6516DS-A1M	1390x170x105 6.00	1	45.0	80		A ser retrada	0.24	1.20	0.28
		LTE	2600	B	RF	HWX-6516DS-A1M	1390x170x105 6.00	1	45.0	190		A ser retrada	0.24	1.20	0.28
		LTE	2600	C	RF	HWX-6516DS-A1M	1390x170x105 6.00	1	45.0	330		A ser retrada	0.24	1.20	0.28
TIM		850/2100	A	RF	DM65B-M	1974x301x181 17.9	1	45.0	80		A ser retrada	0.59	1.20	0.71	
		850/2100	B	RF	DM65B-M	1974x301x181 17.9	1	45.0	190		A ser retrada	0.59	1.20	0.71	
		850/2100	C	RF	DM65B-M	1974x301x181 17.9	1	45.0	330		A ser retrada	0.59	1.20	0.71	
		1800	A	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	42.0	80		A ser retrada	0.33	1.20	0.39	
		1800	B	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	42.0	190		A ser retrada	0.33	1.20	0.39	
		1800	C	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 2	1300x180x100	1	44.0	330		A ser retrada	0.23	1.20	0.28	
		850/2600	A, C	RF	MODULO DE RF	560x447x133	3	44.0	330		Manter	0.25	1.20	0.90	
			B	MW	Parábola 600	600	1	24.0	200		Existente	0.28	1.60	0.45	
			B	MW	Parábola 600	600	1	26.0	160		Existente	0.28	1.60	0.45	
			B	MW	Parábola 600	600	1	27.0	130		Existente	0.28	1.60	0.45	
			A	MW	Parábola 600	600	1	28.0	40		Existente	0.28	1.60	0.45	
			A	MW	Parábola 600	600	1	30.0	20		Existente	0.28	1.60	0.45	
			C	MW	Parábola 600	600	1	30.0	350		Existente	0.28	1.60	0.45	
			C	MW	Parábola 600	600	1	37.0	330		Existente	0.28	1.60	0.45	
			A	MW	Parábola 300	300	1	36.0	20		Existente	0.07	1.60	0.11	
			C	MW	Parábola 600	600	1	43.0	300		Existente	0.28	1.60	0.45	
			A	MW	Parábola 600	600	1	45.0	30		Existente	0.28	1.60	0.45	
	AEV TOTAL EXISTENTE S/ CA												12.08		
	AEV TOTAL EXISTENTE C/ CA												16.08		

Figura 3 - Tabela de carregamento inicial do site 3SLCGLB00 (Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

TIM															
Operadora	Tecnologia (s)	Frequência (s)	Setor	Função	Modelo	Dimensões (mm) Peso (Kg)	Quant.	Altura (m)	Azimute (° NV)	Feeder/ F.O.	Observação	AEV (m²)	CA	AEV (m²) total	
TIM	LTE	2600	A	RF	HMX-6516DS-A1M	1390x170x105 6.00	1	45.0	80		A ser retirada	0.24	1.20	0.28	
	LTE	2600	B	RF	HMX-6516DS-A1M	1390x170x105 6.00	1	45.0	190		A ser retirada	0.24	1.20	0.28	
	LTE	2600	C	RF	HMX-6516DS-A1M	1390x170x105 6.00	1	45.0	330		A ser retirada	0.24	1.20	0.28	
	UMTS	850/2100	A	RF	DM65B-M	1974x301x181 17.9	1	45.0	80		A ser retirada	0.59	1.20	0.71	
	UMTS	850/2100	B	RF	DM65B-M	1974x301x181 17.9	1	45.0	190		A ser retirada	0.59	1.20	0.71	
	UMTS	850/2100	C	RF	DM65B-M	1974x301x181 17.9	1	45.0	330		A ser retirada	0.59	1.20	0.71	
	GSM	1800	A	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	42.0	80		A ser retirada	0.33	1.20	0.39	
	GSM	1800	B	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 1	1300x250x150	1	42.0	190		A ser retirada	0.33	1.20	0.39	
	GSM	1800	C	RF	SEM IDENTIFICAÇÃO 2	1300x180x100	1	44.0	330		A ser retirada	0.23	1.20	0.28	
	UMTS/LTE	850/2600	A, C	RF	MODULO DE RF	560x447x133	3	44.0	330			Manter	0.25	1.20	0.90
	GSM/UMTS/LTE	700/850/1800/2100/2600	A	RF	ODV-065R15NB18JU02-G	1500x380x138 28.0	1	45.0	80			A instalar	0.57	1.20	0.68
	GSM/UMTS/LTE	700/850/1800/2100/2600	B	RF	ODV-065R15NB18JU02-G	1500x380x138 28.0	1	45.0	190			A instalar	0.57	1.20	0.68
	GSM/UMTS/LTE	700/850/1800/2100/2600	C	RF	ODV-065R15NB18JU02-G	1500x380x138 28.0	1	45.0	330			A instalar	0.57	1.20	0.68
				A	RRU	MODULO DE RF	560x447x133	1	A DEF			A instalar	0.25	1.20	0.30
												AEV TOTAL ATUAL S/CA		3.63	
												TOTAL CARGA A RETIRAR S/CA		3.38	
											TOTAL CARGA A INSTALAR S/CA		1.96		
											ACRÉSCIMO AEV S/CA		-1.42		
											AEV FINAL S/CA		2.21		
											AEV TOTAL ATUAL C/CA		4.93		
											TOTAL CARGA A RETIRAR C/CA		4.03		
											TOTAL CARGA A INSTALAR C/CA		2.34		
											ACRÉSCIMO AEV C/CA		-1.69		
											AEV FINAL C/CA		3.24		
											Sem CA				
											Com CA				

Figura 4 - Tabela de carregamento final (atual + futuro) para o site 3SLCGLB00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

No projeto de implantação do LTE em 700MHz da TIM está prevista a instalação de antenas *tri-band* ou *quad-band*, a depender da solução determinada previamente para cada *site*. Essas antenas, além da nova tecnologia, são capazes de irradiar as tecnologias do legado das telecomunicações móveis existente em cada estação radiobase. Dessa forma, é esperado que haja diminuição na carga total da torre, uma vez que as antenas desativadas deverão ser removidas. No exemplo em questão, do *site* 3SLCGLB00, a redução no valor total da área de exposição ao vento será de 1.69m², fazendo com que a AEV final da operadora TIM seja de 3.24m².

Além da tabela de carregamento, o TSSR deve conter o cenário atual e o cenário final de cada setor do *site* analisado. Neste cenário, a presença de combinadores, diplexadores ou outros elementos utilizados na instalação dos sistemas irradiantes deve ser identificada. O tipo da solução implantada em cada tecnologia também deve estar claro, seja ele distribuído ou concentrado. Na solução concentrada, o módulo de RF é instalado junto ao *System Module* na base da torre e a conexão das antenas é realizada por meio de longos lances de cabos de RF. Na solução distribuída, por sua vez, o módulo de RF é instalado próximo às antenas, no alto da torre, eliminando a necessidade da instalação de cabos de RF, bem como às perdas associadas a eles. As Figuras 5 e 6 ilustram, respectivamente, os cenários atual e final do *site* 3SLCGLB00.

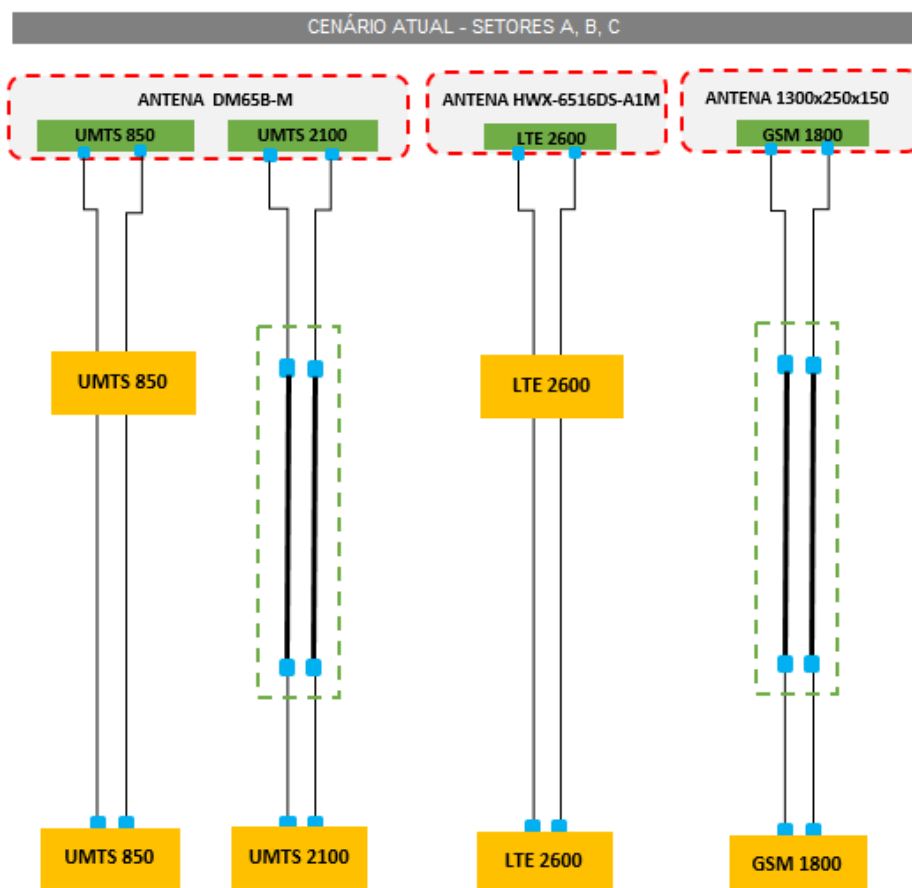


Figura 5 - Cenário atual dos setores A, B e C no site 3SLCGLB00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

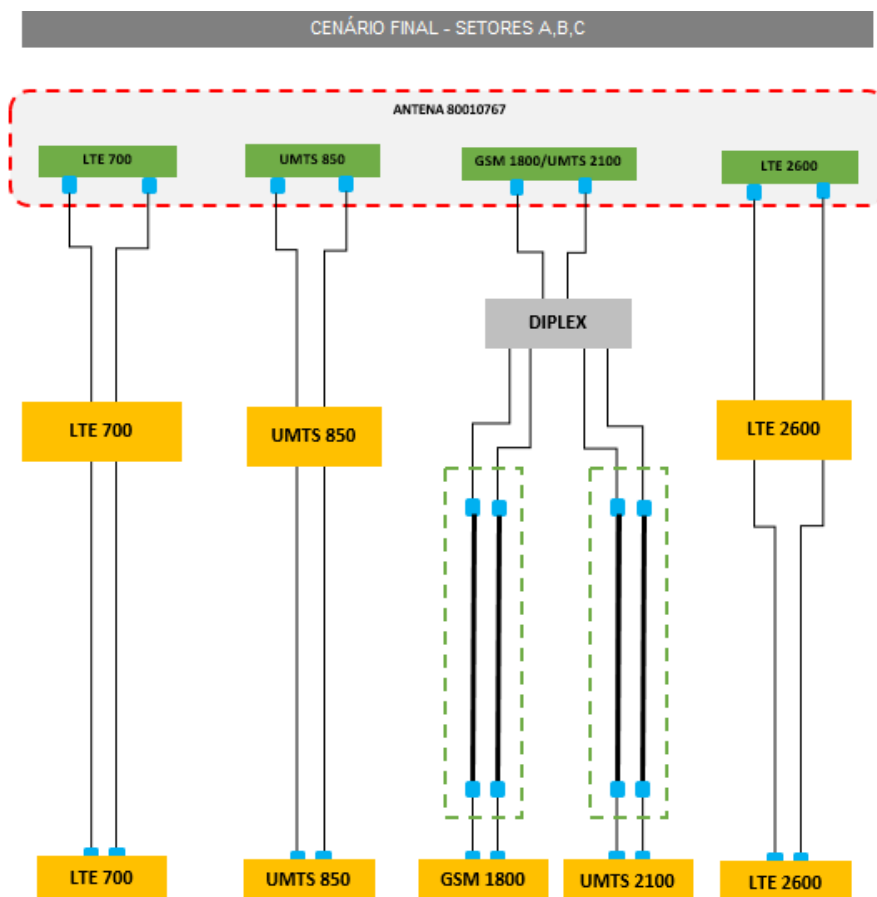


Figura 6 - Cenário atual dos setores A, B e C no site 3SLCGLB00, após a instalação do LTE 700MHz
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

No site 3SLCGLB00, a TIM possui, em cada setor, 01 antena HWX-6516DS-A1M para a tecnologia LTE em 2600MHz, 01 antena DM65B-M irradiando o 3G (UMTS) tanto em 850 MHz quanto em 2100 MHz e 01 antena sem identificação de dimensões 1300x250x150 do sistema GSM 1800. Para a instalação da tecnologia 4G em 700 MHz, está prevista uma antena Comba ODV-065R15NB18JJ02-G, cujo *data-sheet* se encontra na Figura 7. Esta antena possui 4 portas e opera irradiando frequências entre 698 MHz e 2690 MHz, conforme a descrição que se segue:

- Porta 1: 698 MHz - 806 MHz;
- Porta 2: 824 MHz - 960 MHz;
- Porta 3: 1710 MHz - 2690 MHz;
- Porta 4: 1710 MHz - 2690 MHz.

A porta 1 será utilizada para a irradiação do LTE 700, enquanto a porta 2 receberá o UMTS em 850 MHz. As tecnologias GSM 1800 e UMTS 2100 devem ser diplexadas para serem irradiadas, simultaneamente, na porta 3. Por fim, a porta 4 deve receber o LTE 2600. Dessa maneira, as três antenas por setor que existem atualmente no *site* serão substituídas por uma única antena que concentrará todas as tecnologias presentes.

Outdoor Directional Quad-band Antenna ODV-065R15NB18JJ02-G

XXXX Pol, 65°


698-806/824-960/1710-2690/1710-2690MHz

13.5/14.3/17.8/17.8dBi, E-Tilt: 2-14/2-14/2-12/2-12

Electrical Specifications

Parameters / Specifications	Frequency Range (MHz)					
	698-806	824-960		1710-2690	1710-2690	
	698-806	824-894	880-960	1710-1990	1920-2170	2490-2690
Polarization	±45°					
Gain (dBi)	13.5	14.0	14.3	16.7	17.2	17.8
Horizontal Beamwidth (°)	68	65	65	68	64	60
Vertical Beamwidth (°)	15	14	13	7.0	6.0	4.8
Electrical Downtilt (°)	2-14	2-14		2-12 / 2-12		
1 st Upper Sidelobe Suppression (dB)	≥15(2°) ≥14(7°) ≥13(14°)			≥16(2°) ≥15(7°) ≥14(12°)		
Front-To-Back Ratio 180°±30° (dB)				≥25(typ.)		
Cross-polar Discrimination @0° (dB)	≥18(typ.)			≥20(typ.)		
VSWR				≤1.5:1		
Isolation Intra-system (dB)				≥28		
Isolation Inter-system (dB)				≥30		
IM3 (2x43 dBm Carrier) (dBc)				<-150		
Maximum Power per Port (W)	500			250		
Impedance (Ω)				50		

Mechanical Specifications

Parameters	Specifications	Product Picture
Dimensions, HxWxD (mm) / (in)	1500x380x138 / 59.1x15.0x5.4	
Weight, w/o Mounting Kit (kg) / (lb)	28.0 / 61.7	
Weight, with Mounting Kit (kg) / (lb)	34.3 / 75.6	
Radome Material and Color	Fiberglass, Light Grey	
Mounting Kit	00-ZJ10(12)	
Connector Type and Location	8 x 7/16 DIN-Female, Bottom	
Operational Temperature (°C)	-50 to +70	
Operational Humidity (%)	≤95	
Operational/Max Wind Speed (km/h)	150 / 200	
Wind Load* @150km/h	694 / 126 / 824	
Frontal / Lateral / Rearside (N)		
Shipping Dimensions, HxWxD (mm) / (in)	1965x490x270 / 77.4x19.3x10.6	
Shipping Weight (kg) / (lb)	41.5 / 91.4	
Lightning Protection	Direct Ground	

* TIA-222-G

Connector Position

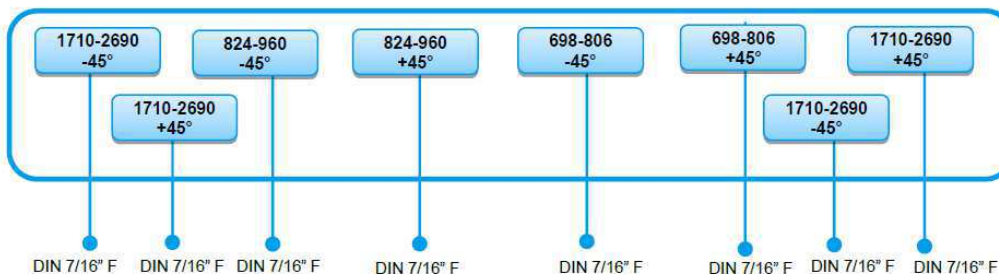
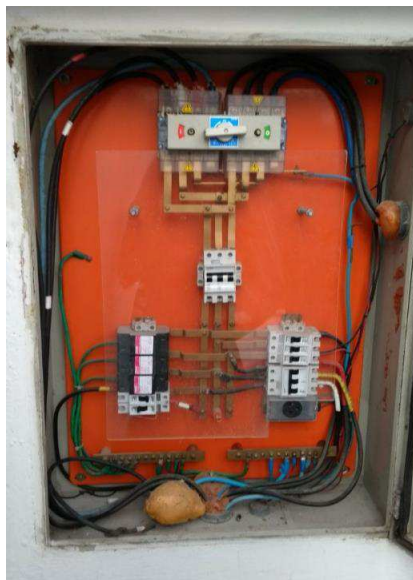


Figura 7 - Data-sheet da antenna Comba ODV-065R15NB18JJ02-G

Os equipamentos utilizados na transmissão são geralmente alimentados por corrente contínua com uma tensão de -48V. A conversão da energia AC para esta tensão é realizada por retificadores alimentados via tensão trifásica de 380V. A potência de cada retificador varia de acordo com o número e potência das unidades retificadoras nele contido. Geralmente, as operadoras utilizam retificadores de 3000W de potência, com bancos de baterias capazes de manter os equipamentos ligados por até 8h ininterruptas. O TSSR deve conter fotos do sistema de energia presente no *site*, como as apresentadas nas Figuras 8 e 9.



*Figura 8 - Quadro de distribuição de corrente alternada
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)*



*Figura 9 - Gabinete OPSS aberto para mostrar o sistema de energia CC: régua de disjuntores, unidades retificadoras e baterias
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)*

Por fim, o TSSR deve conter a planta baixa e a representação em corte da torre, ambos produzidos no programa AutoCAD. A planta baixa é desenhada a partir dos croquis (esboços à mão) enviados pelas equipes de vistoria em campo e deve contemplar, em escala, todos os elementos essenciais como localização dos equipamentos, quadros de energia, torre de telecomunicações e esteiramentos. Também deve ser indicado o local sugerido para a

instalação do novo equipamento do sistema LTE 700. A planta baixa do site 3SLCGLB00 pode ser vista na Figura 10.

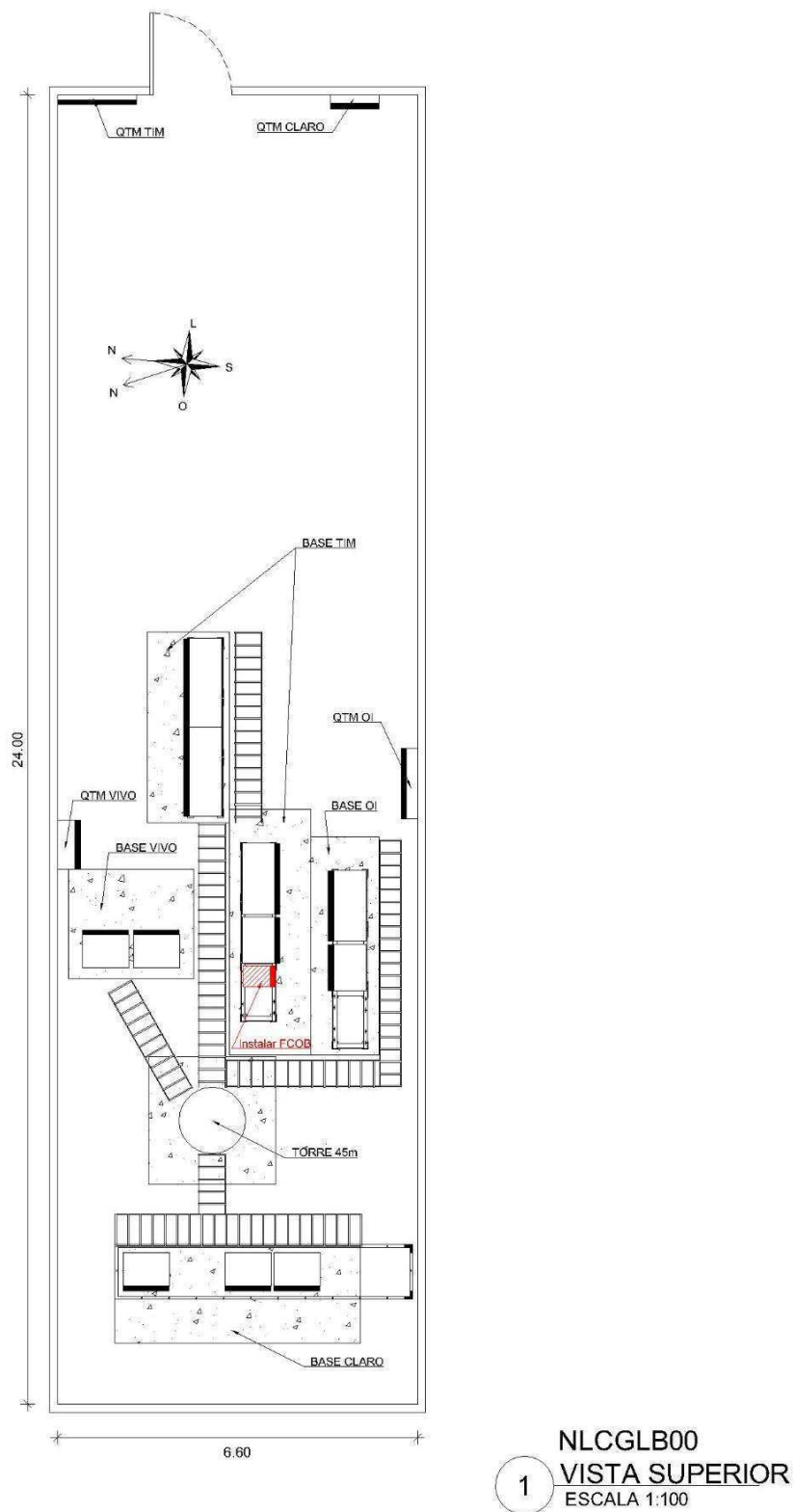


Figura 10 - Planta baixa do site 3SLCGLB00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

O desenho em corte da torre também deve ser feito em escala, como mostra a Figura 11. Todas as antenas existentes devem ser identificadas com o nome da operadora detentora, o modelo, a altura e o azimute de sua instalação. As antenas e os demais equipamentos que serão instalados pela TIM devem ser representados em vermelho. Já os irradiadores que serão desinstalados devem ser representados em verde com identificação de “a retirar”.

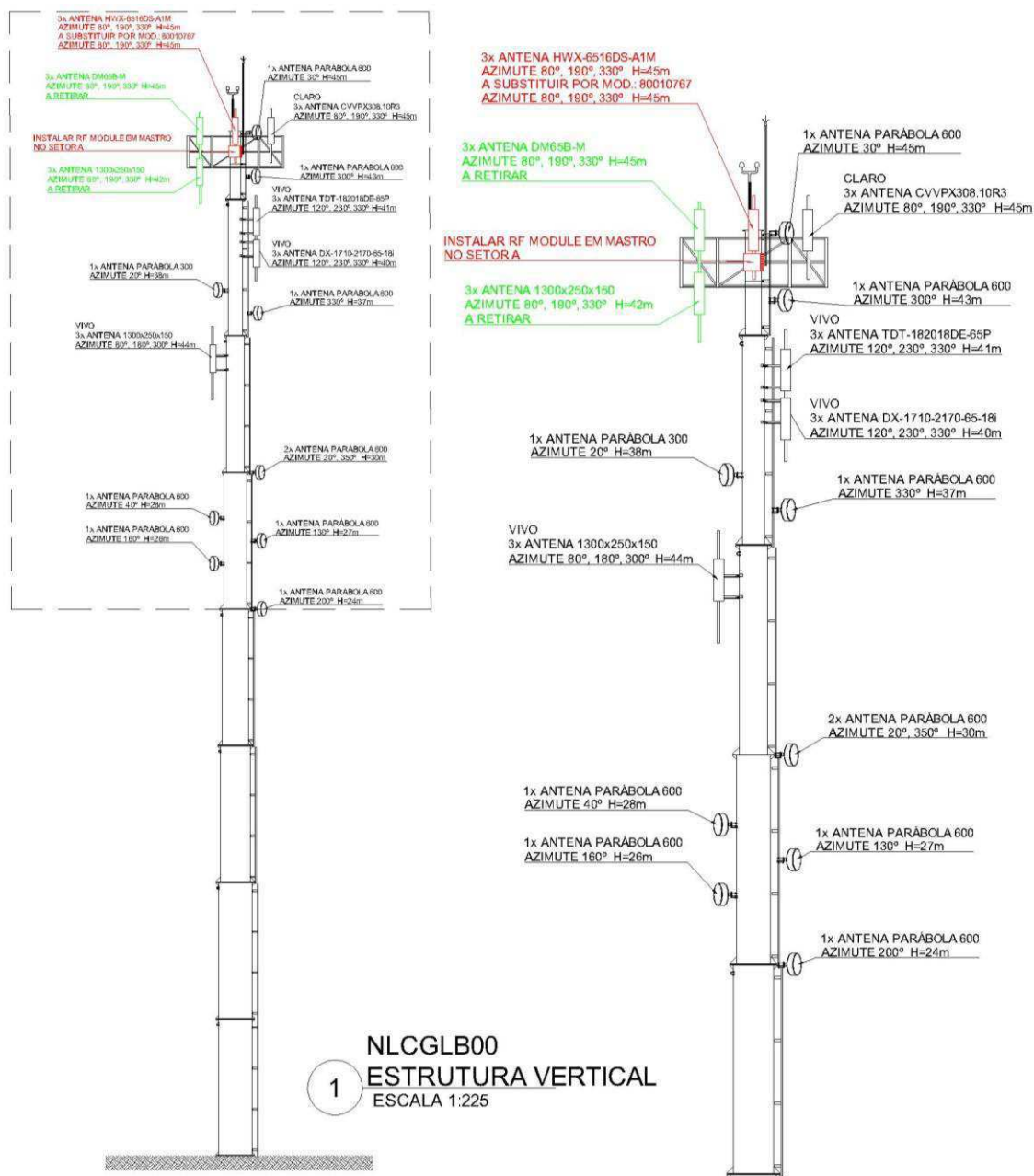


Figura 11 - Estrutura vertical do site 3SLCGLB00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Além das vistorias técnicas, a SAVENGE realiza instalações de equipamentos e antenas para o projeto LTE 700 TIM. Até o término desse estágio, a empresa havia concluído a instalação de 23 sites nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba.

Na instalação, os equipamentos que formam a estação radiobase (chamada de *eNodeB* ou *eNB* no LTE) são fornecidos pela Nokia. O modelo utilizado é o *AirScale BTS*, que é composto pelo *AirScale System Module* e pelo módulo de RF modelo RFPB. As Figuras 12 e 13 apresentam os equipamentos utilizados.



Figura 12 - Nokia AirScale System Module
(Fonte: AirScale BTS – Nokia)

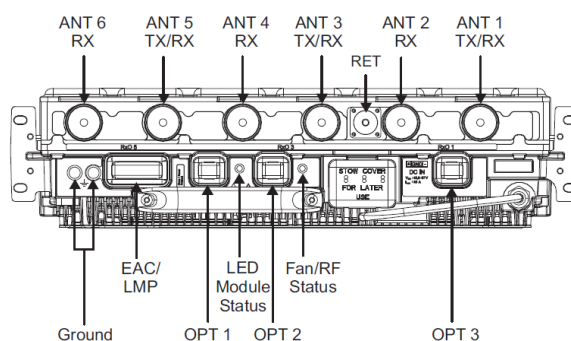


Figura 13 – Módulo de RF Nokia, modelo FRPB
(Fonte: AirScale BTS – Nokia)

O *System Module* é a unidade de processamento, enquanto o módulo de RF comporta o transmissor/receptor RF. Na instalação, o *System Module* deve ser alojado em um gabinete FCOB como o da Figura 14.



Figura 14 - Gabinete FCOB
(Fonte: FCOB Cabinet Site Solutions Overview – Nokia)

O sistema irradiante pode ser instalado posteriormente ou comitadamente à instalação do *hardware* da Nokia. Em geral, são fornecidas três antenas, uma para cada setor. A antena 80010767 da alemã Kathrein, mostrada na Figura 15, é um dos modelos mais utilizados pela TIM na instalação da tecnologia LTE 4G em 700MHz.



Figura 15 - Antena Kathrein 80010767
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Toda instalação deve ser documentada em um relatório fotográfico como forma de prestação de contas à empresa contratante. A discente produziu o Relatório de Instalação de 11 *sites* durante o seu período de estágio, conforme listado na Tabela 2.

Tabela 2 - Instalações realizadas cujos Relatórios de Instalação foram produzidos pela estagiária

SiteID	Cidade/Estado
NLFLAN01	Fortaleza/CE
NLFLPM00	Fortaleza/CE
NLFLPS04	Fortaleza/CE
NLNRNR00	Nova Russas/CE
NLNRNR01	Nova Russas/CE
NLRCBG17	Recife/PE
NLRCBG03	Recife/PE
NLRCRC03	Recife/PE
SLRCIM05	Recife/PE
SLRCMX02	Recife/PE
NLJNJV00	Jaguaribara/CE

Na instalação, os técnicos de campo realizam as adequações de infraestrutura (se necessárias), bem como todas as ligações básicas para alimentar os equipamentos. Uma vez instalados, os equipamentos devem ser comissionados para integração à rede da TIM, de forma que toda operação e controle da tecnologia seja, a partir daquele momento, realizada remotamente pela operadora.



Figura 16 - Módulo de RF instalado no site NLNRNR01, Jaguaribara/CE
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Quando a solução do site é concentrada, é necessária a fixação dos cabos de RF no esteiramento vertical da torre. No caso de solução distribuída, o módulo de RF é instalado junto às antenas e apenas o cabo de alimentação e a fibra óptica sobem para fazer a conexão entre ele e o System Module.



Figura 17 - Gabinete FCOB com System Module instalado no site NLJNJN00, Jaguaribara/CE
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Durante a troca das antenas, os setores são bloqueados separadamente e a transmissão de sinais é temporariamente interrompida, uma vez que, em geral, a nova antena também recebe as tecnologias do legado existente no *site*. As antenas devem ser devidamente isoladas e ajustadas (*tilt* mecânico, *tilt* elétrico e azimute) de acordo com as especificações repassadas pela Nokia.



*Figura 18 - Antena APXVBLL15X-I20 instalada no site NLJN00, Jaguaribara/CE
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)*

O resultado de todo o serviço prestado deve ser fotografado para a confecção do Relatório de Instalação pela equipe de Engenharia do escritório pós-instalação. As Figuras 16, 17 e 18 são exemplos de fotos utilizadas no Relatório de Instalação do *site* NLJN00 em Jaguaribara-Ceará.

4. CONCLUSÃO

O estágio na SAVENGE Engenharia proporcionou a aquisição de conhecimentos valiosos para o desenvolvimento técnico, profissional e pessoal da aluna em sua área de formação. Todo conhecimento teórico adquirido durante o período acadêmico serviu de base para a execução das atividades que lhe foram propostas. Dessa forma, o estágio cumpriu sua função de aproximar a teoria vista em sala de aula da realidade do mercado de trabalho.

As atividades desenvolvidas possibilitaram não só a aquisição de conhecimentos práticos da atuação de um profissional de comunicações, mas também a colaboração efetiva no processo de tomada de decisão, a partir de problemas reais da empresa. Trabalhar prestando serviço e recebendo cobrança, especialmente de grandes empresas como a Nokia, foi de grande contribuição para o desenvolvimento das noções de ética e responsabilidade profissional da estagiária.

A relação com engenheiros mais experientes, técnicos e demais colaboradores da empresa enriqueceram a experiência em âmbitos além do profissional. As lições aprendidas sobre a convivência em ambiente de trabalho e gestão de pessoas, tão importantes no desenvolvimento de um profissional, são incapazes de serem mensuradas.

Por fim, pode-se concluir que o objetivo primário do estágio foi atingido, sendo não só uma oportunidade para vivenciar o cotidiano de uma empresa e consolidar conhecimentos acadêmicos, mas também contribuindo significativamente para o crescimento e formação de uma profissional de Engenharia Elétrica.

5. REFERÊNCIAS

SAVENGE (2015). Fonte: Savenge Engenharia. <http://www.savenge.com.br/>

CPqD (2011). *Relatório Técnico/Consultoria: Análise de Utilização do espectro de 700 MHz – Etapa 1*. Disponível em: www.telebrasil.org.br/component/docman/doc_download/17-contribuicoes-sobre-o-dividendo-digital-1?Itemid=&ei=n_MfUa26Fcbi0gHpvoHoAg&usq=

FERREIRA, W (2016). *TIM fecha contrato com Ericsson e Nokia para 4G em 700 MHz*. Disponível em: <http://www.inovacaonasempresas.com.br/2016/12/tim-fecha-contrato-com-ericsson-e-nokia-para-4g-em-700-mhz/>

HIGA, P (2014). Claro, TIM e Vivo ficam com os três lotes nacionais do 4G de 700 MHz. Disponível em: <https://tecnoblog.net/166484/claro-tim-vivo-4g-700-mhz/>

NOKIA NETWORKS. *Flexi Multiradio BTS RF Module and Remote Radio Head Description*. Disponível em: https://fccid.io/ANATEL/03119-16-01350/7910_MANUAL/0CAC35FD-EB83-4F77-A320-4631AF6E3638

NOKIA NETWORKS (2017). *FCOB Cabinet Site Solutions Overview*. Customer Confidential.

NOKIA NETWORKS (2017). *AirScale BTS*. Customer Confidential.