

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Rodrigo Magalhães Campos Batista

**LEAN THINKING APLICADO AO PROCESSO DE
VALIDAÇÃO DE DESEMPENHO DE ESTAÇÕES RÁDIO
BASE (ERB) EM UMA REDE CELULAR**

Taubaté – SP
2016

Rodrigo Magalhães Campos Batista

**LEAN THINKING APLICADO AO PROCESSO DE
VALIDAÇÃO DE DESEMPENHO DE ESTAÇÕES RÁDIO
BASE (ERB) EM UMA REDE CELULAR**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Hidenori Enari

Taubaté – SP

2016

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

B333l Batista, Rodrigo Magalhães Campos
Lean thinking aplicado ao processo de validação de desempenho de estações rádio base (ERB) em uma rede celular. / Rodrigo Magalhães Campos Batista - 2016.

58f. il; 30 cm.

Monografia (Especialização em Gestão de Processos Industriais) – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica, 2016
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Hidenori Enari,
Departamento de Engenharia Mecânica

1. Lean-thinking. 2. Telecomunicações. 3. Estação de rádio base celular. 4. Processos. I. Título.

RODRIGO MAGALHÃES CAMPOS BATISTA

**LEAN THINKING APLICADO AO PROCESSO DE VALIDAÇÃO DE
DESEMPENHO DE ESTAÇÕES RÁDI OBASE (ERB) EM UMA REDE CELULAR**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Hidenori Enari

Data: 19 de Março de 2016

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Hidenori Enari

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Giorgio E. Oscare Giacaglia

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dedico este trabalho a,
todos aqueles que de
alguma forma em minha
vida, contribuíram para
este momento.

A minha querida filha,
Alice.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eduardo Hidenori Enari Correio, por disponibilizar toda a sua experiência através de seus trabalhos acadêmicos e pela habilidade com que orientou este trabalho.

Ao Prof. Dr. Giorgio Eugênio Oscare Giacaglia, por contribuir com seus conhecimentos para este trabalho.

Aos meus companheiros de classe da turma de Gestão de Processos Industriais – UNITAU 2014, que me auxiliaram na revisão deste trabalho bem como nas opiniões quanto a qualidade do conteúdo.

Falhar é uma opção! Se as coisas não estão dando errado, talvez não estejamos inovando o suficiente.

Elon Musk

BATISTA, R. M. C. LEAN THINKING APLICADO AO PROCESSO DE VALIDAÇÃO DE DESEMPENHO DE ESTAÇÕES RÁDIO BASE (ERB) EM UMA REDE CELULAR.

2016. 59f. Monografia (Especialização em Gestão de Processos Industriais) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté.

RESUMO

Este trabalho leva em consideração um processo real, executado por uma grande fabricante de equipamentos de telecomunicações à uma operadora celular brasileira. O processo estudado é complexo e envolve diversas etapas, que vão desde a entrega dos equipamentos à transportadora, montagem em campo até a instalação e homologação final. O estudo mostra todas as etapas envolvidas no processo, porém tem por objetivo o foco em apenas uma etapa específica, relacionado ao sub processo de validação de desempenho do equipamento após instalado, teste este que simula a percepção do usuário final. Nesta etapa é validado em campo o desempenho do equipamento e se o mesmo está dentro do especificado pela operadora, composto por duas partes, uma medição em campo e uma medição remota, feita diretamente pelo sistema de controle do equipamento. Este processo permite a aplicação de alguns conceitos do “pensamento enxuto” e se trata de um interessante caso, onde pôde ser demonstrado a versatilidade do mesmo. Durante o estudo, com a ajuda dos fundamentos do Lean Thinking foi possível identificar diversas perdas no processo, onde se utilizando de recursos existentes dentro da própria empresa, foi possível uma redução de 2400 horas/ano no processo em questão, o estudo mostrou também que existe a aplicabilidade nas outras etapas onde a mentalidade enxuta ainda não foi aplicada.

Palavras-chave: Lean-thinking, Telecomunicações, Estação de Rádio Base Celular, Processos.

BATISTA, R. M. C. LEAN THINKING APPLIED TO THE PROCESS OF RADIO BASE STATIONS (RBS) PERFORMANCE VALIDATION ON A CELLULAR NETWORK

2016. 59f. Monograph (Specialization in Industrial Processes Management) - Department of Mechanical Engineering, University of Taubaté, Taubaté.

ABSTRACT

This study considers a real process, managed by a major manufacturer of telecommunications equipment to a Brazilian mobile operator. The study process is complex and involves several steps, extending from equipment delivery to the shipper, assembly in the field until the installation and final approval. The study shows all the steps involved in the process, but aims to focus on only one specific step, related to the sub process of performance validation of the equipment once installed, this test simulates the perception of the end user. This step is validated in field performance of the equipment and if it is within the specified by the operator, consisting of two parts, a field measurement and remote measurement, made directly by the machine control system. This process allows the application of concepts of "lean thinking" and it is an interesting case, which demonstrated the versatility of it. During the study, with the help of the foundations of Lean Thinking, it was possible to identify a several number of losses in the case, where, by using existing resources within the company, it was possible a reduction of 2,400 hours / year, the study also showed that there is applicability in other areas of the process where lean thinking has not yet been applied.

Keywords: Lean-thinking, Telecommunications, Mobile Radio Base Station, Processes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Construção típica de uma ERB greenfield (Fonte:Teleco).....	16
Figura 2 – Construção típica de uma ERB em uma laje predial, rooftop. (Fonte:Teleco)	16
Figura 3 – Evolução das redes de telefonia móvel (Fonte: ETSI).....	18
Figura 4 – Topologia de rede (Fonte: Telebrasil)	19
Figura 5 – Principais elementos de uma ERB (Fonte: Telebrasil)	20
Figura 6 – Principais elementos de uma ERB (Fonte: Gridone®)	22
Figura 7 – Processo de implantação de uma ERB (Fonte: Teleco).....	23
Figura 8 – Teste em campo realizado nas ruas do entorno do equipamento.	35
Figura 9 – Estatísticas de desempenho do equipamento medidos pela central.	36
Figura 10 – Linha do tempo prevista para a atividade (Fonte: O próprio autor, 2016)	37
Figura 11 – Equipamentos usados para drive test (Fonte: Ascom Networks)	38
Figura 12 – Exemplo de um mapa do fluxo de valor (Fonte: Rother, M. & Shook, J. 2003)..	45
Figura 13 – Linha do tempo real da atividade (Fonte: O próprio autor, 2015).	49
Figura 14 – Localização dos centros globais de serviço (Fonte: O próprio autor, 2015).....	49
Figura 15 – Processo completo mostrando todas as áreas envolvidas (Fonte: O próprio autor, 2015).	53
Figura 16 – Linha do tempo prevista para a atividade (Fonte: O próprio autor, 2015)	54
Figura 17 – Informações coletadas pela ferramenta (Fonte: Viavi Solutions Inc)	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas para construção e montagem de uma nova antena/ERB.	31
Tabela 2 – Etapas consideradas no estudo	34
Tabela 3 – Centros responsáveis pelo atendimento em função do horário.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERB	Estação De Rádio Base
CCC	Central de Comutação e Controle
GMG	Grupo Moto Gerador
CC	Corrente Contínua
FTP	Protocolo de Transferência de Arquivos
RF	Radiofrequência
TQC	Taxa De Queda De Chamada
FER	Taxa De Erro De Quadro
BER	Taxa De Erro De Bit
SLA	Acordo De Nível De Serviço
ITU	União Internacional De Telecomunicações
GSM	Sistema Global Para Comunicações Móveis
LTE	Evolução De Longo Prazo
WCDMA	Acesso Múltiplo Por Divisão De Código De Banda Larga
HSPA	Acesso De Alta Velocidade Para Pacotes
HSDPA	Acesso De Alta Velocidade Para Pacotes Em Downlink
HSUPA	Acesso De Alta Velocidade Para Pacotes Em UPLINK
GPRS	Serviço De Rádio De Pacote Geral
EDGE	Taxas De Dados Ampliadas Para A Evolução Do GSM
SSV	Teste De Verificação Em Uma Única ERB

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	ESTAÇÕES RÁDIO BASE.....	15
2.1	UMA BREVE INTRODUÇÃO AS REDES DE TELEFONIA MÓVEL	17
2.2	INFRAESTRUTURA BÁSICA DE UMA REDE DE CELULAR	19
2.2.1	ERB: SITE ACQUISITION.....	24
2.2.2	ERB: CONSTRUÇÃO DA INFRAESTRUTURA	27
2.2.3	ERB: FINALIZAÇÃO E ACEITAÇÃO DO EQUIPAMENTO	29
2.3	ANÁLISE DO PROCESSO DO ESTUDO	30
2.3.1	ETAPAS ENVOLVIDAS	30
2.3.2	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVIDAS:.....	32
2.3.3	DETALHAMENTO DO SUBPROCESSO ANALISADO	34
2.3.4	AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DA REDE	34
2.3.5	PROCESSO DE ACEITAÇÃO DE UMA ERB.....	37
2.4	PERDAS NO PROCESSO E OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	40
3	FERRAMENTAS E MÉTODOS	41
3.1	ORIGENS E FUNDAMENTOS DO LEAN THINKING	42
3.2	OS 5 PRINCÍPIOS DO LEAN THINKING.....	43
3.3	OS 7 DESPERDÍCIOS DA FILOSOFIA LEAN THINKING.....	44
3.4	O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	45
3.5	PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO LEAN THINKING NAS ETAPAS DE ACEITAÇÃO DA INSTALAÇÃO DAS ERB´S.....	46
4	IMPLANTAÇÃO PROPOSTA	47
4.1	ABORDAGEM LEAN NO PROCESSO EM QUESTÃO.....	47
4.2	ANÁLISE INICIAL E DEFINIÇÃO DO FOCO.....	47
4.3	DESVIOS E PERDAS NO PROCESSO	48
4.4	O CONCEITO “FOLLOW THE SUN”	50
5	RESULTADOS E CONCLUSÃO	52
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
5.2	POSSIBILIDADES FUTURAS.....	53
5.3	BUSCAS POR NOVAS TECNOLOGIAS	54
6	REFERÊNCIAS	56
7	RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES	58

1 INTRODUÇÃO

A humanidade vive hoje a era da informação, em uma sociedade cada vez mais conectada e dependente do acesso à internet, o que era uma necessidade para pequenas tarefas tomou uma proporção que hoje é essencial e vital para o bom funcionamento da sociedade, necessidade esta que não pode ser mais limitada por cabos pois demanda de mobilidade que somente redes celulares podem oferecer. Os aparelhos celulares evoluíram e de simples telefones a sociedade passou a usar *smartphones*. Falar ao telefone é a mais simples das funcionalidades dentre infinitas disponíveis, o mundo está literalmente na palma das mãos. Existe também uma revolução transparente ao usuário, que em sua maioria não percebe que para se conectar a uma rede celular, existem dois lados, o do aparelho celular e do outro lado, a popularmente chamada “antena celular” ou tecnicamente falando, a estação rádio base (ERB), objeto deste estudo.

Este trabalho leva em consideração um processo real, executado por uma grande fabricante de equipamentos de telecomunicações a uma operadora brasileira. O processo estudado é complexo e envolve várias etapas, que vão desde a entrega dos equipamentos à transportadora, montagem, instalação, até a aceitação e homologação final pelo órgão regulador. Este artigo tem por objetivo demonstrar as etapas envolvidas, com foco em apenas uma parte do processo, relacionada a validação de desempenho do equipamento após instalado, simulando a percepção do usuário final. Tal processo que realizado com duas equipes, uma remota na central e uma em campo, permite a aplicação de alguns conceitos do “pensamento enxuto” e se trata de um interessante caso, onde pode ser demonstrado a versatilidade deste conceito.

2 ESTAÇÕES RÁDIO BASE

Com a necessidade cada vez maior de conexões e um volume cada vez maior de informação trafegando, as redes de telefonia celular se expandem a uma velocidade vertiginosa para dar conta desta demanda. Hoje somente no estado de São Paulo existem 19700 antenas e a previsão é de que este número dobre nos próximos dez anos. Conforme será abordado nos próximos capítulos, práticas cada vez mais eficientes serão necessárias para suportar esta expansão, este que é um processo bem peculiar onde não existe uma linha de produção mas sim uma operação geograficamente espalhada possui muitos desafios, que por sua vez representam grandes oportunidades.

Nas décadas de 1980 e 1990, a detenção da tecnologia de redes de telefonia móvel por poucos fornecedores europeus e norte-americanos como Ericsson, Nokia e Motorola, os colocava em uma posição privilegiada onde a pouca competição lhes permitia a implementação de processos ideais, com foco na qualidade sem que a eficiência fosse o maior dos problemas; em contra partida, a tecnologia recentemente nova impedia que fornecedores locais operassem os equipamentos, limitando as operadoras a dependência a este reduzido grupo. Além disto, a tecnologia ainda em desenvolvimento dificultava o acesso remoto aos equipamentos, exigindo idas constantes aos equipamentos em campo por todos os níveis, desde técnicos a engenheiros, encarecendo ainda mais o processo. Na figura 1 e na Figura 2 podemos ver dois exemplos de possíveis instalações de ERBs.



Figura 1 – Construção típica de uma ERB greenfield (Fonte:Teleco)

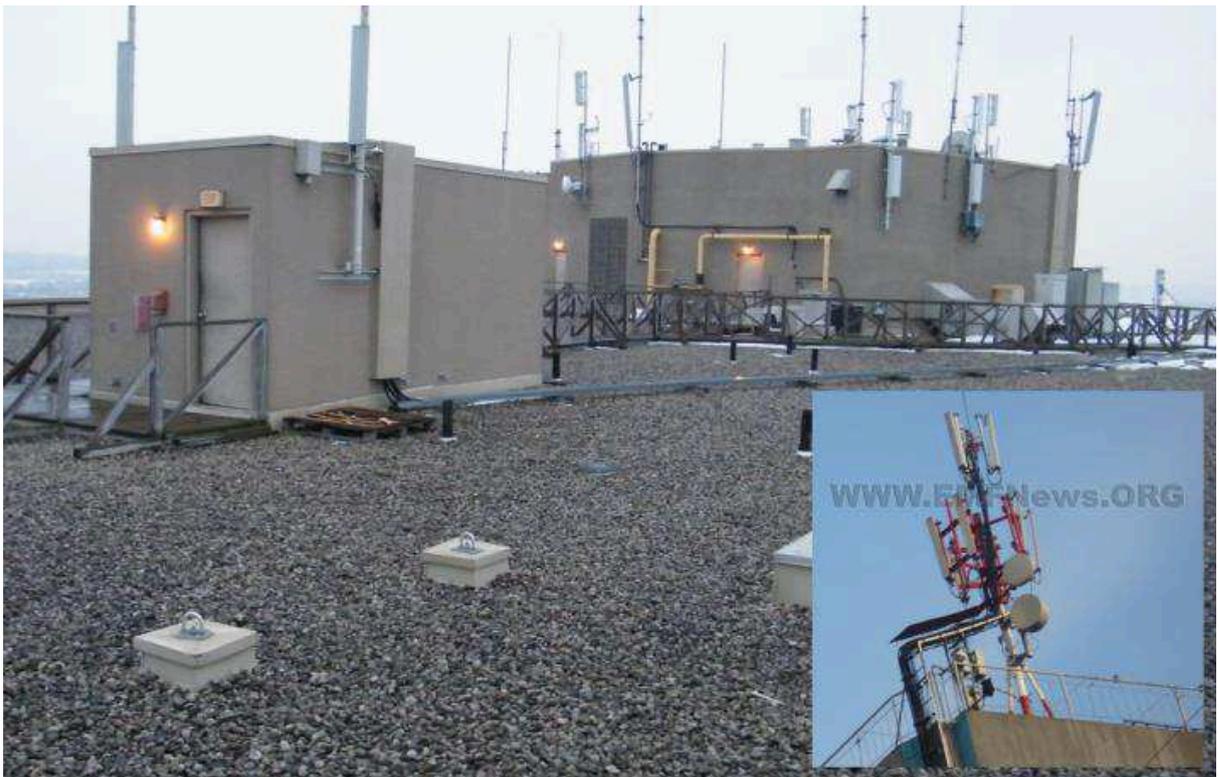


Figura 2 – Construção típica de uma ERB em uma laje predial, rooftop. (Fonte:Teleco)

Assim como em todos os seguimentos, a globalização na década de 1990 e a entrada de novas empresas no mercado, principalmente as asiáticas, levou a um cenário mais competitivo, com a fusão de algumas empresas para garantirem sua sobrevivência e a perda de hegemonia por outras. Nesse ponto iniciou-se uma busca por processos mais aprimorados, a difusão do conhecimento relacionado a operação dos equipamentos por prestadores de serviço locais, e com o avanço da tecnologia, foram desenvolvidas técnicas permitindo a operação e verificação remota dos equipamentos reduzindo a presença humana nos equipamentos, sendo esta necessária apenas para instalação.

2.1 UMA BREVE INTRODUÇÃO AS REDES DE TELEFONIA MÓVEL

O que define uma rede de telefonia móvel como o próprio nome já diz, é sua mobilidade através de uma conexão sem fio e a capacidade de ser mover dentro da área de cobertura do sistema. O ITU (União Internacional de Telecomunicações), agência da ONU especializada em tecnologias de informação e comunicação e destinada a padronizar e regular as ondas de rádio e telecomunicações internacionais, define os parâmetros que separam as gerações para a telefonia móvel, que poder ser brevemente resumida em:

- **2G (GSM)** - Não suporta serviço de dados.
- **2.5G (GPRS)** - Todo o conceito de comutação de pacotes/dados foi introduzido através desta tecnologia que tem um pico taxa de 40Kbps.
- **2.75G (EDGE)** - 236 Kbps
- **3G (UMTS R99)** - 384Kbps
- **3G (UMTS R4)** - 2Mbps
- **3G (UMTS R5/HSDPA)** - 14,4 Mbps Downlink/384 Kbps Uplink
- **3G (UMTS R6/HSUPA)** - 14,4 Mbps Downlink/5,76 Mbps Uplink
- **3G (UMTS R7/HSPA+)** - 42Mbps Downlink/11.5Mbps Uplink
- **3.5G (LTE Release 8)** - 173 Mbps Downlink/58Mbps Uplink
- **3.75G (LTE Release 9)** - 326 Mbps Downlink/66Mbps Uplink
- **4G (LTE Avançado Release 10)** - 1Gbps Downlink/550Mbps Uplink
- **5G ainda em definição do padrão** – Downlink > 1Gbps

A Figura 3 mostra a evolução das tecnologias ao longo do tempo:

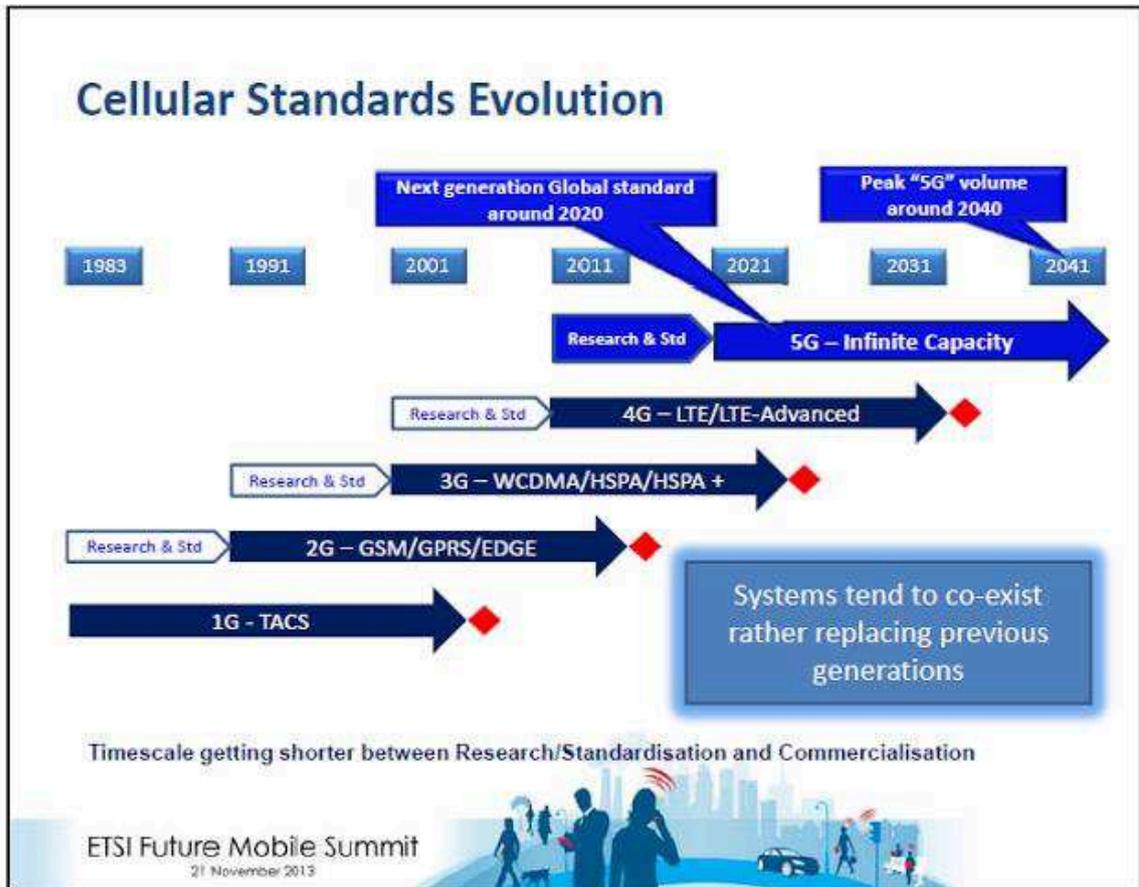


Figura 3 – Evolução das redes de telefonia móvel (Fonte: ETSI)

2.2 INFRAESTRUTURA BÁSICA DE UMA REDE DE CELULAR

Uma Estação Rádio Base (ERB) ou “célula”, nome que define a tecnologia, é a denominação dada em um sistema de telefonia celular para a Estação Fixa com que os terminais móveis se comunicam. As ERBs são chamadas popularmente de “antenas”.

Explicando de forma extremamente simplificada, o terminal móvel se comunica com a ERB mais próxima que encaminha a chamada telefônica para a CCC (Central de Comutação e Controle), dependendo do destino da chamada, ela é encaminhada para outra CCC ou para uma ERB que se comunica com o telefone celular a que se destina a chamada. A área de cobertura referente a uma ERB também é chamada de célula, a Figura 4 representa de forma simplificada como os equipamentos estão distribuídos na rede.

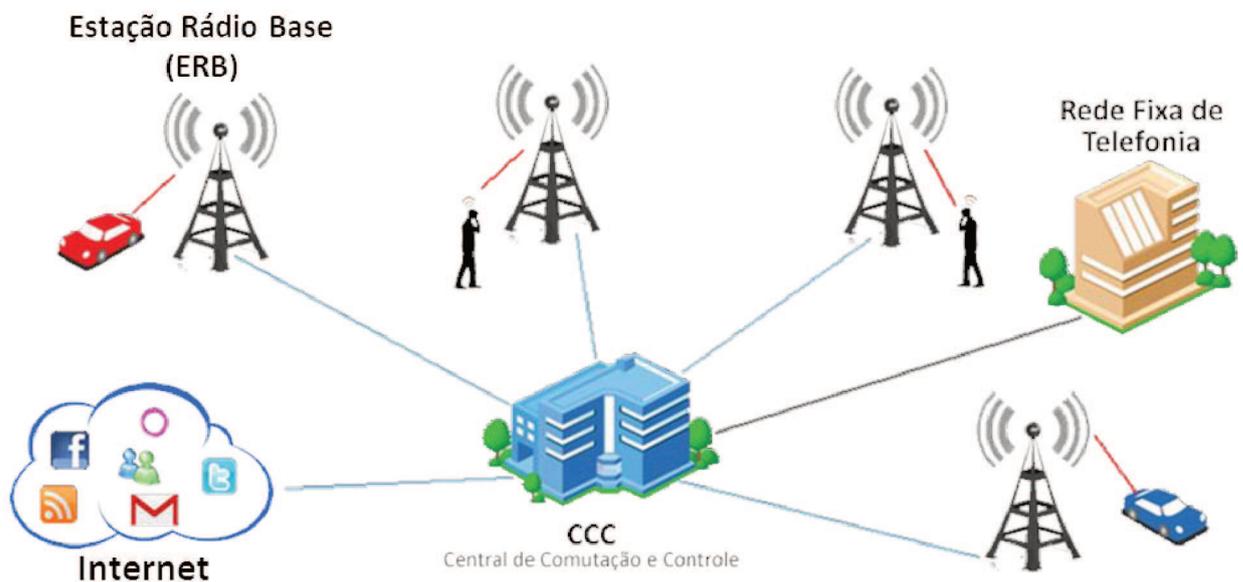


Figura 4 – Topologia de rede (Fonte: Telebrasil)

Principais elementos de composição de uma ERB:

- Localidade e terreno onde será implantada.
- Infra-estrutura para a instalação dos equipamentos de telecomunicação incluindo a parte civil, elétrica, climatização e energia CC com autonomia em caso de falta, através de baterias e em alguns casos GMG.
- Torre para colocação de antenas para comunicação com os terminais móveis e enlace de rádio para a CCC.
- Equipamentos de Telecomunicações

Quando olha-se a ERB como um conjunto de estruturas que se complementam com uma finalidade única, que é a de promover o serviço de telefonia móvel em uma determinada região, a mesma pode ser desmembrada em alguns elementos principais para efeito de breve explanação, sendo eles destacados abaixo [Figura 5].

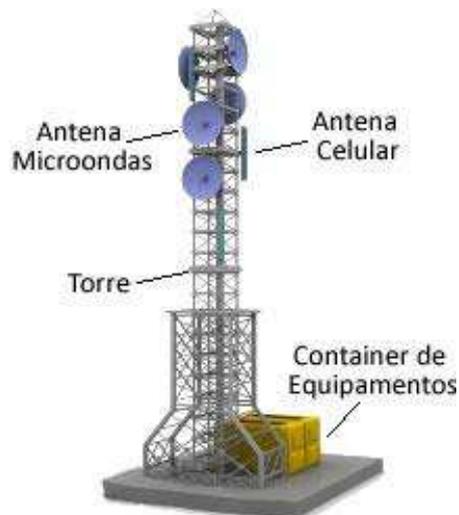


Figura 5 – Principais elementos de uma ERB (Fonte: Telebrasil)

Container de Equipamentos: É o “cérebro” da ERB, armazenam os principais componentes, responsáveis pelo processamento das informações enviadas e recebidas pelas antenas no topo da torre. Dependendo do tipo do equipamento os compartimentos podem ser bem reduzidos, tendo o tamanho de uma geladeira. Nesta unidades de processamento central, os dados são convertido de sinais digitais para sinais de radiofrequência, que por sua vez são levados por cabos coaxiais até as antenas.

Torre: Estrutura metálica, pode ter várias formas, tamanhos e tipos de construção, sua função é única e exclusivamente estrutural no sentido de servir para a fixação das antenas no topo, que precisam ficar o mais alto possível, pois quanto mais altas, maior será o raio de cobertura da ERB. Serve também para fixação de outros elementos, como os leitos de cabos que levam os cabos coaxiais entre os rádios em solo até as antenas, além das antenas de microondas, que são utilizadas para conexão da ERB à CCC.

Antena de Microondas: São antenas de visada direta, ou seja, precisam ter o caminho totalmente desobstruído entre uma ponta e outra, sendo que na outra ponta, geralmente a quilômetros de distância, existe outra antena. Esta configuração recebe o nome de enlace e é utilizada para conectar a ERB até CCC. A outra ponta não necessariamente precisa ser a CCC, podendo ser uma outra ERB, que irá agregar o sinal de uma ou mais ERBs até a CCC.

Antena Celular: É um dos principais componentes de RF do sistema, pois é a ponta do sistema irradiante, ele faz a conversão dos sinais elétricos em ondas de rádio, que irão se propagar pelo interface de ar. As mesmas antenas que irradiam o sinal são responsáveis por captarem os diversos sinais provenientes dos diversos aparelhos celulares existentes.

A figura 6 mostra mais alguns detalhes de soluções, por exemplo mostrando as diferenças entre uma instalação típica 3G e 4G com seus principais elementos. A principal característica é que na rede 4G, os rádios (equipamentos que convertem os sinais digitais em ondas de rádio), ao invés de ficarem na base da torre, junto com os equipamentos de controle, são levados para o topo da torre próximos as antenas, a comunicação com a central de controle da ERB é feito então por meio de fibra ótica e com isto o sistema como um todo consome menos energia, pois não existem mais as perdas do sistema convencional com o rádio no solos, uma vez que não existe as perdas dos cabos que levariam o sinal de RF entre o rádio e antenas por distâncias que podem chegar a até 80 metros entre rádio e antena.

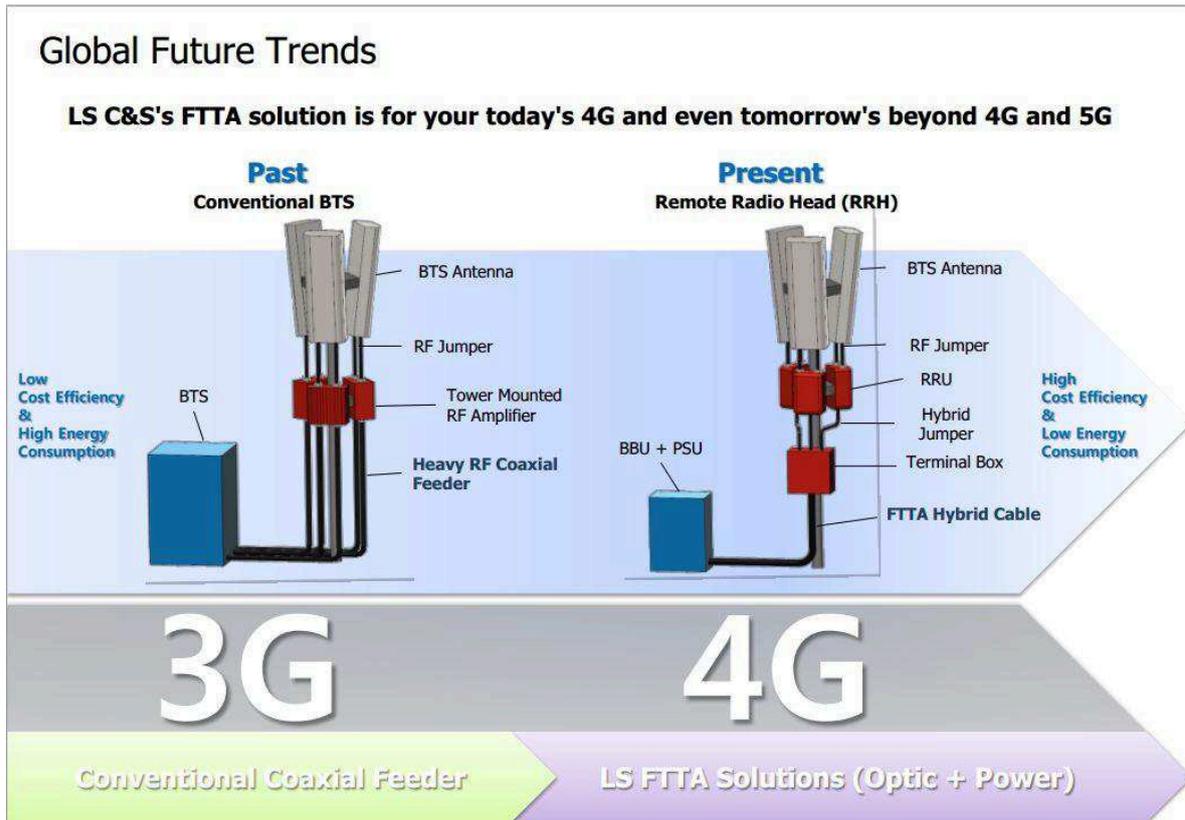


Figura 6 – Principais elementos de uma ERB (Fonte: Gridone®)

Basicamente existem dois tipos de ERB, comumente chamadas de:

- *Greenfield* – Aquelas que são instaladas em terrenos, ou seja, no solo.
- *Roof Top* – Aquelas instaladas em pavimentos de cobertura de edifícios

Ambas podem utilizar equipamentos de telecomunicação “indoors” (dentro de compartimentos), cujas características de fabricação determina a necessidade de uma infra-estrutura de climatização, como equipamentos “outdoors” (fora de compartimentos), que são unidades autônomas, previamente concebidas para exposição ao ar livre e dimensionadas para obter uma ventilação apropriada.

A implantação de uma ERB é um processo complexo pois implica em atender uma série de objetivos multidisciplinares muitas vezes difíceis de conciliar. Este quadro é agravado quando se implanta uma rede nova com grande quantidade de ERBs e com um prazo reduzido.

Uma vez definida a necessidade de implantação de um sistema celular novo ou a expansão de um sistema existente pela implantação de uma ERB ou conjunto

de ERB o passo inicial é a elaboração do projeto de RF que irá estabelecer as especificações para a localização do site, equipamento e altura das antenas.

Inicia-se então o processo de implantação da ERB cujas principais etapas são:

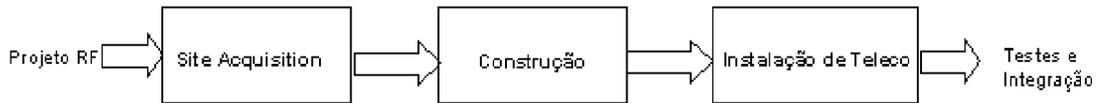


Figura 7 – Processo de implantação de uma ERB (Fonte: Teleco)

Site Acquisition

Nesta etapa são feitos a seleção e negociação do local para a implantação da ERB, elaborados os projetos da infra-estrutura e dado início ao processo de obtenção de licenças para implantação da ERB.

Construção

Nesta etapa é implantada toda a infra-estrutura, civil, elétrica, de climatização e energia CC.

Instalação de Telecom

Nesta etapa são instalados os equipamentos de Telecom

Uma vez implantada a ERB ela deve passar por uma fase de aceitação onde é testada a sua integração com o restante da rede celular em que será ativada.

Estas etapas aplicam-se a cada ERB, seja ela parte de um novo sistema em implantação ou expansão de uma rede existente.

2.2.1 ERB: SITE ACQUISITION

Esta etapa é a mais complexa e de difícil execução pois implica em selecionar e negociar um local (site) para implantação da ERB que atenda uma série de objetivos muitas vezes difíceis de conciliar como:

- Localização ótima do ponto de vista do projeto de RF de forma a otimizar a cobertura do sistema celular.
- Visada para enlace rádio de comunicação com a CCC ou disponibilidade outro meio de comunicação como fibra óptica.
- Local disponível para compra ou aluguel de longo prazo, com documentação e a preços acessíveis.
- Possibilidade de Atendimento da legislação local para obtenção de licenças junto a prefeitura e demais órgãos federais, incluindo a Anatel.
- Evitar altos custos de implantação civil principalmente no item fundações e reforços estruturais.
- Prazo de implantação.

Esta etapa implica na execução das seguintes atividades que ocorrem muitas vezes de forma simultânea.

Busca

O projeto de RF produz um “search ring” que delimita uma área para procura do site e serve de base para a seleção de locais onde se possa implantar a ERB. Normalmente procura-se selecionar 3 (três) locais candidatos para implantação de uma ERB.

Qualificação

Os três candidatos selecionados passam por um processo de avaliação de forma a que sejam aceitos ou rejeitados e ordenados em termos de prioridade. Esta avaliação implica em verificar premissas como:

- Acessibilidade
- Fornecimento de Energia
- Implantação civil e legalizações
- Cobertura de RF e interferências
- Visada de TX e interferências

Negociação

Uma vez definidos os candidatos e verificada a documentação legal do imóvel passa-se a negociar com o proprietário do imóvel um contrato de compra ou locação.

Licenças e Autorizações

Aspectos legais podem ser em muitos casos os maiores responsáveis por atrasos na implantação das ERBs devido a inexistência de legislação em muitas prefeituras e a pressões da vizinhança temerosa de ver o seu imóvel desvalorizado pela presença de uma torre de celular.

Abaixo alguns dos projetos para aprovações junto aos órgãos competentes que deverão ser observados e cujos processos deverão ser encaminhados aos respectivos órgãos:

- Arquitetura junto a Prefeitura Municipal;
- Combate a Incêndio junto ao Corpo de Bombeiros;
- Ligação de água e esgoto junto à Concessionária Local;
- Entrada e medição de energia junto à Concessionária Local;
- Telefonia fixa junto à Concessionária Local;
- Torre junto ao Ministério da Aeronáutica;
- Licenciamento da Estação junto a Anatel incluindo relatório de conformidade de radiação eletromagnética.

A lei 11934/09, editada em 05 de maio de 2009, dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, e aplica-se aos projetos de implantação de ERBs. Essa lei regula a emissão de campos eletromagnéticos das estações de radiocomunicação, e indica procedimentos que devem ser considerados tanto no projeto das estações, como durante a sua fase de teste, homologação e operação.

Projetos

Após a análise da melhor solução e da devida negociação com o proprietário, deverão ser efetuados levantamentos mais minuciosos, tais como:

- Levantamento Planialtimétrico;
- Levantamento da Infra-estrutura externa ao terreno;

- Sondagem;
- Demarcação Topográfica do terreno;
- Cronograma físico.

De posse destas informações serão elaborados os projetos executivos, conforme listados abaixo, de acordo com a sua aplicabilidade:

- Projeto de Arquitetura e Memoriais;
- Projeto de Instalação Hidráulica;
- Projeto de Detecção e Alarme de Incêndio com memorial de cálculo;
- Projeto de Combate a Incêndio por extintores;
- Projeto Elétrico de Entrada e Medição de Energia;
- Projeto Elétrico Executivo C.A.;
- Projeto Elétrico Executivo C.C.;
- Projeto Executivo GMG;
- Projeto de Proteção Atmosférica;
- Projeto de Aterramento;
- Projeto de Tratamento Acústico;
- Projeto de Impermeabilização;
- Projeto de Fundações do prédio e torre com memorial de cálculo;
- Projeto de Torre com memorial de cálculo;
- Projeto de Ar Condicionado e Exaustão Mecânica;
- Projeto Estrutural do prédio com memorial de cálculo.

2.2.2 ERB: CONSTRUÇÃO DA INFRAESTRUTURA

Infra-estrutura para equipamentos

Geralmente as ERBs são construídas com equipamentos “indoor” que necessitam de uma infra-estrutura de climatização.

A solução adotada é a utilização de alojamentos pré-fabricados (contêineres, p.ex.) ou adaptações de salas ou edificações existentes. No caso do contêiner é necessário a preparação de uma base para sua instalação.

A infra-estrutura elétrica envolve a instalação de eletrodutos, cabos, aterramento, entrada de energia e ligação de energia pela Concessionária.

Um dos aspectos mais fundamentais nesta instalação é a questão da disponibilidade pelas concessionárias públicas da rede de energia elétrica por onde o site está localizado. Daí a importância na negociação rápida com estes órgãos, caso haja a necessidade de expansão dessa rede.

Uma vez construída a infra-estrutura civil e elétrica é possível instalar o ar-condicionado, baterias e equipamentos de Energia CC. No caso de contêiner estes equipamentos podem ser pré-instalados antes do contêiner ser enviado para o site.

A entrega destes equipamentos no site necessita ser muita bem coordenada pois, por vezes o site não comporta espaço para armazenamento.

Torre para antenas

Antenas podem ser fixadas em torres, postes, cavaletes e mastros, podendo este último ser montado tanto na cobertura como na lateral da edificação, de acordo com a necessidade de cobertura e visada do site.

A implantação de uma torre envolve a construção de uma fundação e a sua montagem.

A fundação da Torre depende do tipo de solo encontrado no terreno. A escolha do tipo mais conveniente pode ter impacto fundamental no prazo e custos da construção site. Os tipos mais comuns são:

- Tubulão: fundação profunda, constituída de uma base de apoio e uma haste ambos em concreto com escavação manual.
- Radies: fundações rasas, constituídas de uma base plana de concreto.
- Estacas: fundações profundas, constituídas de longos segmentos de concreto ou metal, com perfuração mecânica, podendo ser tanto pré-fabricadas como moldadas in loco.

Em cada caso deverá ser analisado o perfil do solo e, conseqüentemente, o melhor custo X benefício, de acordo com as diretrizes do engenheiro estrutural. Geralmente as fundações rasas são mais econômicas.

Após a conclusão da fundação é feita a Montagem da Torre com o suporte para as antenas e acessórios como esteiras, escadas, plataformas, para-raio e luzes de sinalização.

Especial cuidado deve ser tomado na verificação de liberação da instalação por órgãos públicos, tais como: prefeituras municipais e COMAR (Comandos Regionais da Aeronáutica). Não é incomum o descuido com este aspecto, e durante a montagem da torre, haver embargo da instalação. Por vezes a construção conta apenas com uma autorização preliminar por parte dos órgãos públicos, e que no momento da instalação, por mobilização de vizinhanças de moradores, pode impedir a licença definitiva.

Construções Complementares

Finalmente, dependendo do site, são necessárias algumas construções complementares como Muro, Calçada e limpeza Geral. Em sites em áreas rurais pode ser inclusive necessário construir uma estrada para acesso.

2.2.3 ERB: FINALIZAÇÃO E ACEITAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Uma vez disponibilizada a infra-estrutura do site é possível executar a etapa de instalação de equipamentos e antenas juntamente com os testes de aceitação e integração da ERB.

O processo típico de instalação de uma ERB pode levar de 1 a 4 meses sendo em geral o caminho crítico a obtenção das autorizações para implantação da ERB.

Todos os passos aqui descritos são uma breve explanação do processo e atividades para implantação de ERBs em uma rede de telefonia celular. Cada operadora ou fornecedor tem o seu processo próprio em que estas atividades podem ser organizadas de outra forma e com outros nomes, os conceitos básicos no entanto são os mesmos.

A implantação de uma ERB é uma atividade multidisciplinar e envolve várias áreas da operadora e seus fornecedores.

O grau de envolvimento das operadoras no gerenciamento destas atividades tem variado de uma terceirização quase total pela contratação de um turn-key junto a um fornecedor a um gerenciamento completo por parte da operadora.

O que se vem buscando permanentemente são soluções de implantação que permitam:

- Buscar padronizações de infra-estrutura;
- Negociar o compartilhamento dessas infra-estrutura;
- Desenvolver parcerias junto a fornecedores que apresentem capacidade de gerenciamento desses projetos, de forma a garantir o atendimento dos componentes prazo, custo e qualidade.

2.3 ANÁLISE DO PROCESSO DO ESTUDO

A partir deste ponto, o autor entra no processo prático ao qual o trabalho se delimita, sendo este todo baseado na em um processo real, executado por uma grande fabricante de equipamentos de telecomunicações para uma operadora brasileira. O processo estudado é complexo e envolve várias etapas, que vão desde a entrega dos equipamentos à transportadora, montagem, instalação, até a aceitação e homologação final pelo órgão regulador. Este artigo tem por objetivo demonstrar as etapas envolvidas, com foco em apenas uma parte do processo, relacionada a validação de desempenho do equipamento após instalado, simulando a percepção do usuário final. Tal processo que realizado com duas equipes, uma remota na central e uma em campo, permite a aplicação de alguns conceitos do “pensamento enxuto” e se trata de um interessante caso, onde pode ser demonstrado a versatilidade deste conceito.

2.3.1 ETAPAS ENVOLVIDAS

Conforme mencionado no capítulo 2.2, o processo para instalação de um ERB em campo é complexo e envolve várias etapas, que vão desde a entrega dos equipamentos à transportadora após sua fabricação, montagem no local escolhido, instalação, até a aceitação e homologação final pelos órgãos reguladores.

Neste trabalho foi selecionado o processo de uma operadora brasileira que tem um processo definido por etapas, estas etapas podem envolver desde uma atividade em campo ou serviço remoto, como configuração do equipamento ou medição de performance.

A Tabela 1 listas as etapas e as áreas responsáveis dentro da operadora em questão, este trabalho propõe a análise de uma área específica da empresa de telecomunicações, responsável somente pela etapa 13, com sua respectiva aprovação pela operadora (cliente final).

Tabela 1 – Etapas para construção e montagem de uma nova antena/ERB.

ATIVIDADE	RESP.
01 – Escolha de candidato	OUTRAS ÁREAS
02 – Realizar vistoria de qualificação	OUTRAS ÁREAS
03 – Elaboração de solução de Equip. RF	OUTRAS ÁREAS
04 – Aprovação da solução de Equip. RF	OUTRAS ÁREAS
05 – Elaboração de projeto de Infraestrutura	OUTRAS ÁREAS
06 – Aprovação de projeto de Infraestrutura	OUTRAS ÁREAS
07 – Viabilizar compartilhamento	OUTRAS ÁREAS
08 – Liberar obra	OUTRAS ÁREAS
09 – Testar rota transmissão	OUTRAS ÁREAS
10 – Executar obra	OUTRAS ÁREAS
11 – Instalar equip RF	OUTRAS ÁREAS
12 – Integrar equipamentos	OUTRAS ÁREAS
13 – Executar Verificação da ERB em campo (SSV)	ÁREA DE ANÁLISE
14 – Aprovar Verificação da ERB em campo (SSV)	CLIENTE
15 – Corrigir pendências impeditivas	OUTRAS ÁREAS
16 – Liberar para tráfego	ÁREA DE ANÁLISE
17 – Aceitação Final	CLIENTE
18 – Corrigir pendências não impeditivas	OUTRAS ÁREAS
19 – Laudo ANATEL	OUTRAS ÁREAS

Fonte: Elaborado pelo autor

2.3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS ENVOLVIDAS:

- 01. Escolha de candidato:** Visita em campo para busca e seleção do local de instalação (Topo de prédio, área aberta, locação de terreno, etc);
- 02. Realizar vistoria de qualificação:** Vistoria técnica do local pré escolhido para coleta de dados de infraestrutura;
- 03. Elaboração de solução de Equip. RF:** Elaboração do projeto elétrico e de RF compatível com o local disponível;
- 04. Aprovação da solução de Equip. RF:** Aprovação da solução pelo cliente;
- 05. Elaboração de projeto de Infraestrutura:** Elaboração do projeto de infraestrutura, engenharia civil;
- 06. Aprovação de projeto de Infraestrutura:** Aprovação do projeto pelo cliente;
- 07. Viabilizar compartilhamento:** Caso o local de instalação seja compartilhado com outra operadora;
- 08. Liberar obra:** Validação da solução final e completa RF+Infra
- 09. Testar rota de transmissão:** Planejamento e teste da rota de transmissão da ERB até a central;
- 10. Executar obra:** Início da execução da obra civil da infraestrutura;
- 11. Instalar equip RF:** Envio dos equipamentos para o campo para instalação e montagem;
- 12. Integrar equipamentos:** Conexão do equipamento a central através da transmissão e integração a rede da operadora;

- 13. Executar Verificação da ERB em campo (SSV):** Drive Test, validação através de medições na região do entorno da antena com equipamentos instalados em um carro;
- 14. Aprovar Verificação da ERB em campo (SSV):** Aprovação do relatório com dados de medição e análise técnica de engenharia;
- 15. Corrigir pendências impeditivas:** Etapa de refino, onde são removidas pendências das etapas anteriores;
- 16. Liberar para tráfego:** Liberação da antena/ERB para uso comercial pelos clientes da operadora;
- 17. Aceitação Final:** Aceitação comercial do equipamento pela operadora junto ao fornecedor;
- 18. Corrigir pendências não impeditivas:** Ajustes finais remanescentes;
- 19. Laudo ANATEL:** Homologação do equipamento junto ao órgão regulador;

2.3.3 DETALHAMENTO DO SUBPROCESSO ANALISADO

Conforme mencionado o estudo se restringiu uma etapa específica do processo, para melhor analisar as possibilidades e a aplicação de uma eventual otimização, com possibilidades reais de ganho. Sendo as etapas seguintes:

Tabela 2 – Etapas consideradas no estudo

13 – Executar Verificação da ERB em campo (SSV)	ÁREA DE ANÁLISE
14 – Aprovar Verificação da ERB em campo (SSV)	CLIENTE

Fonte: Elaborado pelo autor

Ambas as etapas, que na verdade tratam do mesmo tema, podem ser resumidas em apenas uma, que é validação de desempenho de estações rádio base (ERB) em uma rede celular, atividade esta que dá título a este trabalho. A diferença entre as etapas 13 e 14, é que a primeira trata da execução pelo fornecedor, enquanto a etapa seguinte é a aceitação pelo cliente, que por sua vez depende de uma boa execução da etapa anterior.

2.3.4 AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DA REDE

Nesta etapa (Etapa 13) é validado em campo o desempenho do equipamento e se o mesmo está dentro do especificado pela operadora, o teste é composto por duas partes, uma medição em campo [Figura 8] e uma medição remota feita diretamente pelo sistema de controle do equipamento [Figura 9].

Os principais indicadores de desempenho (Key Performance Indicator – KPI) são:

- Capacidade de acesso do assinante à rede (acessibilidade);
- Capacidade de manter chamada sem que haja queda de chamada (retenção);
- Qualidade de chamada (integridade).
- Taxa de transmissão de dados (Throughput)

A acessibilidade trata da capacidade da rede em atender uma solicitação de acesso de um assinante, que pode ser uma chamada de voz ou envio de uma mensagem de texto. A acessibilidade monitora os eventos desde a chegada dessa

solicitação até a alocação de um canal de voz. A disponibilidade de canais, a porcentagem de tentativas de acesso com sucesso e o congestionamento são exemplos de estatísticas de acessibilidade.

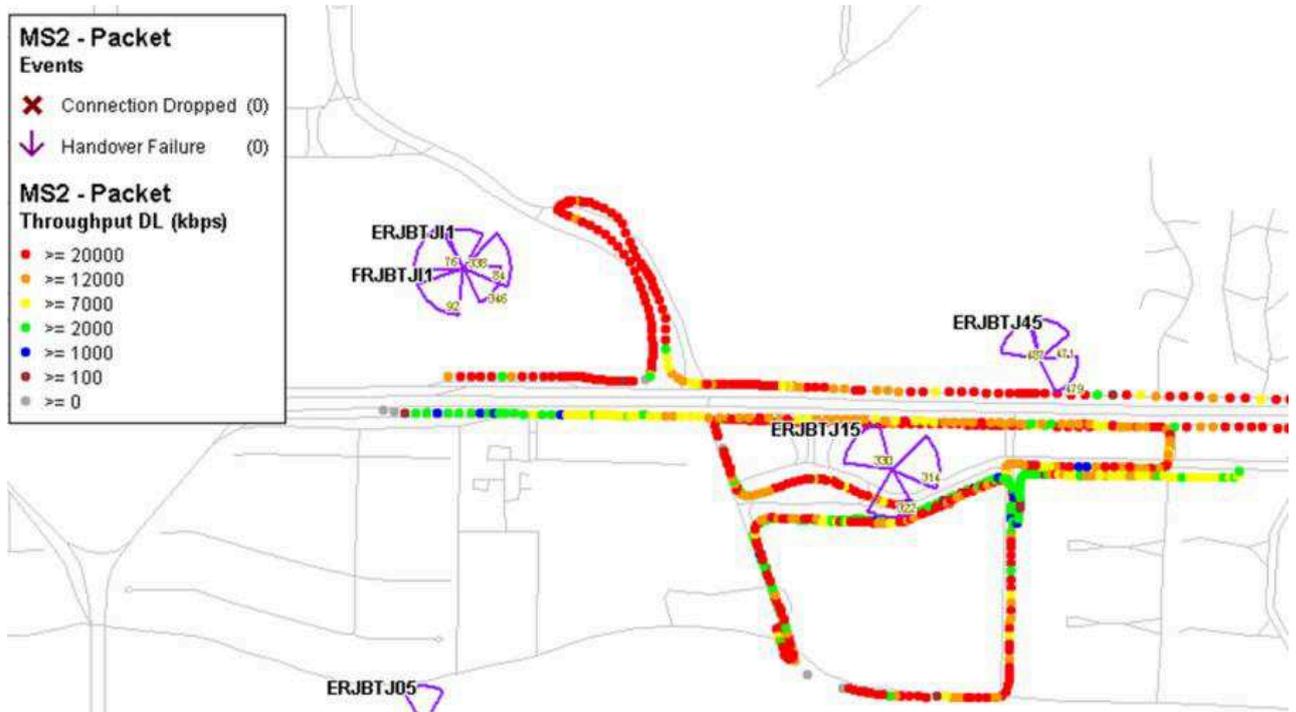


Figura 8 – Teste em campo realizado nas ruas do entorno do equipamento.

Na figura acima [Figura 8] vemos em um mapa o teste percorrido no entorno da antena, as “flores” ou “pétalas” em roxo indicam as antenas com suas respectivas visadas, ou seja, a orientação para onde uma antena está apontada. As amostras de medição são indicadas no mapa e sobrepõe as ruas por onde o veículo de teste transitou. Neste teste específico, o mesmo foi realizado na estação ERJBTJ15, uma estação LTE 4G, o teste tem que abranger não somente a ERB em validação como também as ERBs do entorno, pois um dos principais testes, é a validação da transição da chamada de uma ERB para outra, garantindo assim a principal funcionalidade do sistema que é a mobilidade. Por sua vez a legenda indica:

- **MS2 – Mobile Station 2:** Ou estação móvel 2, indica o equipamento que foi utilizado para coletas das informações/medições, é apenas um dos diversos celulares de teste usados dentro do veículo que está circundando a antena para coletar os dados, no caso deste celular específico, ele é responsável por coletar os dados dados da rede de pacotes de dados (internet).

- **EVENTS (Connection Dropped):** Ou queda de chamada, indica uma chamada/conexão à rede indevidamente encerrada, contra a vontade do usuário.
- **EVENTS (Handover Failure):** Ou falha de transição, é quando uma chamada, seja ela de dados ou de voz, não consegue transitar entre duas ERBs durante o deslocamento do usuário/equipamento de teste.
- **Throughput:** Ou taxa de transferência, é a “velocidade” com qual os dados estão sendo enviados da ERB até o celular (estação móvel).

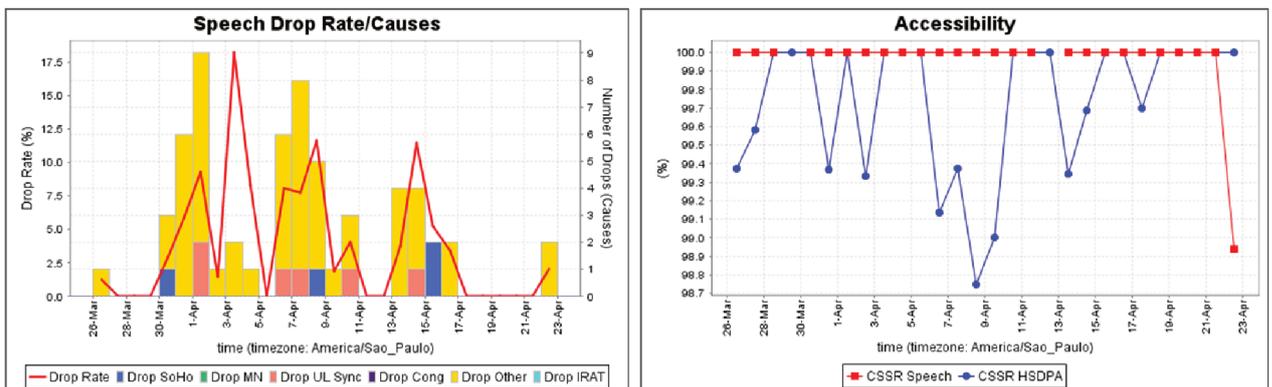


Figura 9 – Estatísticas de DESEMPENHO do equipamento medidos pela central.

Na figura acima [Figura 9] temos basicamente os mesmo indicadores medidos pelos testes em campo, com a diferença que estes mostram uma medição mais ampla, pois é a informação de todas as chamadas trafegadas por aquela estação rádio base no período de 48 horas.

O indicador de integridade gerencia a qualidade das chamadas. No caso de chamadas de voz, ele é responsável por mostrar se a qualidade de uma chamada é boa, aceitável ou ruim em termos de taxa de erro de bit (bit error rate – BER) e taxa de erro de quadro (frame error rate – FER).

A retenção é responsável por monitorar o desempenho de uma chamada desde o instante da alocação do canal até o encerramento. O gerenciamento estatístico trata da taxa de queda de chamadas.

Manter um número baixo de queda de chamadas é uma das estratégias para garantir a qualidade do serviço. A queda de chamada ocorre toda vez que a

chamada é prematuramente interrompida, isto é, quando o assinante não solicita o encerramento da chamada.

A taxa de queda de chamadas mede a porcentagem de quedas de chamada ocorridas durante a ocupação dos canais de voz. Existem vários métodos para determinar a taxa de queda de chamada, como a relação entre quedas e total de chamadas originadas ou entre quedas e total de chamadas administradas por cada célula, incluindo as chamadas recebidas de outras antenas enquanto o usuário se locomove (handover), uma das maiores funcionalidades das redes celulares. O valor limite utilizado como referência para a TQC é 2%.

Com o surgimento do tráfego de dados pelas redes celulares de terceira e quarta geração, passou-se a medir também a taxa de transmissão de dados em tempo real, mais conhecido no meio pela expressão em inglês *throughput*, que é medido em kbps.

2.3.5 PROCESSO DE ACEITAÇÃO DE UMA ERB

O pré requisito comercial entre o fornecedor e a operadora é de que esta a etapa (Etapa 13) objeto deste estudo, seja realizada em um tempo máximo de 48 horas, a partir do momento que a ERB é dada como integrada à rede na etapa anterior (Etapa 12). A figura 10 abaixo mostra as atividades dentro desta etapa, distribuídas na linha do tempo:

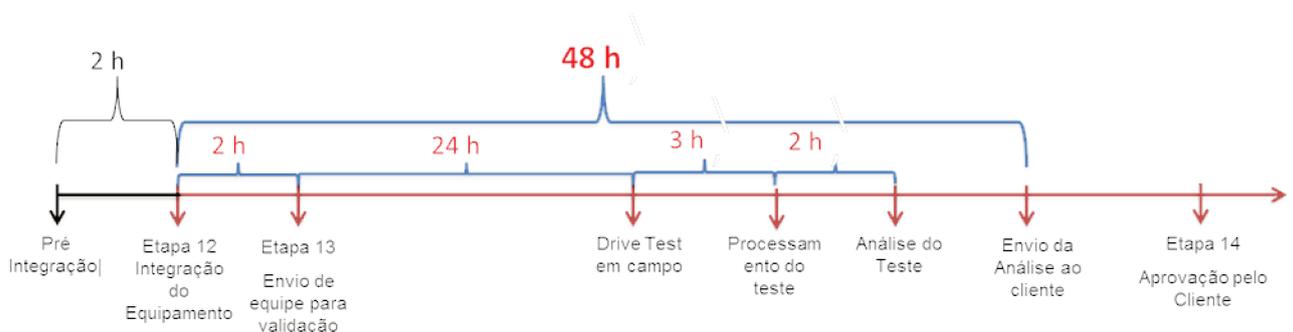


Figura 10 – Linha do tempo prevista para a atividade (Fonte: O próprio autor, 2016)

Abaixo o detalhamento de cada sub-processo:

Pré-integração: Constitui na configuração inicial do equipamento para seu funcionamento básico.

Integração do equipamento: Consiste na conexão final da ERB junto a CCC, momento a partir do qual o equipamento se torna acessível para a equipe de engenheiros remotos. Após o equipamento ativado existem ferramentas que disparam alertas internos que informam que a atividade foi realizada, abre-se então uma janela de 2h até que a equipe em campo seja acionada para iniciar os processos de medição e ajuste fino do desempenho do equipamento, ou seja, seus KPIs.

Envio de equipe para validação: Apesar de ser possível realizar as medições de desempenho do equipamento remotamente, esta medição remota se resume a um percentual em relação ao total de tráfego conduzido pela ERB, não permite localizar geograficamente a falha, para isso é necessário o envio de equipes de campo onde as mesmas percorrem um trajeto ao redor da antena para avaliar de forma similar a percepção que será experimentada pelo usuário final. As equipes de teste tem 24hrs após o acionamento para chegar ao local onde a ERB está localizada.

Drive test em campo: Uma vez que a equipe chega ao local, a mesma estabelece um contato com a equipe de engenharia para realização conjunta do teste, onde a equipe de campo monitora o desempenho da ERB enquanto a equipe de engenharia remotamente monitora a estabilidade do equipamento.



Figura 11 – Equipamentos usados para drive test (Fonte: Ascom Networks)

Processamento do teste: Os dados coletados durante o teste pela equipe em campo são armazenados sob a forma de arquivos hexadecimais e necessitam serem pós processados por softwares específicos, este processo é feito pela equipe de engenharia, que recebe os dados logo após o encerramento dos testes. O arquivos são enviados utilizando a própria conexão com a ERB, quando a mesma possui equipamento 3G ou 4G.

Análise do teste: Os dados devidamente pós processados geram relatórios e gráficos completos de desempenho do equipamento, estes relatórios por sua vez necessitam ser analisados pela equipe de engenharia, que irá validar o desempenho do equipamento liberando o mesmo para ativação comercial e portanto uso do cliente final. O equipamento pode eventualmente necessitar de pequenos ajustes, que são realizados sem a necessidade de equipe de campo na ERB.

Envio da Análise ao cliente: O relatório é então finalmente submetido à aprovação final do cliente através de um portal web, onde o relatório fica disponível, o horário de submissão do relatório fica registrado para fins de monitoramento do lead time, uma vez que o horário de integração da ERB também é registrado sendo o tempo entre a integração e o envio do relatório de aceitação métrica de desempenho do processo.

Aprovação pelo cliente: Raramente o projeto não é aprovado pelo cliente, uma vez que as métricas internas do fabricante são as mesmas avaliadas pelo cliente, porém pode haver no intervalo entre o envio das medições e a vista do cliente alguma oscilação no equipamento que pode comprometer o desempenho do mesmo.

2.4 PERDAS NO PROCESSO E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Tendo sido abordado o processo macro de implantação de um ERB no capítulo 2.2 e do processo específico objeto deste estudo no capítulo 2.3, o autor decorreu sobre o mesmo e avaliou e constatou a existências de perdas no processo.

O fato mais discrepante e evidente foi devido ao processo, que era esperado e planejado que fosse realizado em uma janela de 48 horas, por diversas vezes, quase na totalidade, tinha seu lead time estendido além do previsto tendo em média 56 horas, este lead time foi medido com a ajuda de registros processuais em uma ferramenta interna, que conta o tempo decorrido em horas uma vez a ERB liberada para validação de performance.

Dentro do processo foram isolados os causadores e maiores ofensores para este atraso, sendo eles:

- 1.** Interface com área fora do país e o consequente fuso-horário diferente do Brasil.
- 2.** A indisponibilidade de atendimento para validação das antenas fora do horário comercial pela equipe de engenharia.
- 3.** O uso de tecnologias ultrapassadas para execução dos testes.

3 FERRAMENTAS E MÉTODOS

Este trabalho visa propor melhorias no processo de instalação das ERB's, mais especificamente nas Fases Validação de de Desempenho. Como se busca maior eficiência no processo, buscou-se aplicar os princípios do *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta), uma vez que esses princípios estão ligados diretamente à melhoria da eficiência de pessoal.

O conceito Lean Thinking (ou Mentalidade Enxuta) baseia-se no Sistema Toyota de Produção, também conhecido por sua sigla em inglês, TPS. Foi desenvolvido em ambiente de manufatura, mais especificamente na indústria automobilística. O termo lean (enxuto) foi adotado visando a caracterizar este novo paradigma de produção que, em comparação ao paradigma da produção em massa, utiliza:

“metade do esforço dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos”
(WOMACK; JONES; ROOS, 1992, p. 3).

Desde que Womack et al. (1992) chamaram a atenção para este novo paradigma da produção, diversos setores dedicaram grande atenção às possibilidades de aplicações em seus ambientes. A indústria de telefonia celular é um setor extremamente complexo, bem diferente da manufatura e carece de literaturas específicas para alguns seguimentos dentro da mesma, como o apresentado neste estudo.

Resumindo de forma simples, trata-se da Mentalidade Enxuta, uma filosofia de manufatura que segundo Liker (1997, p.7) “encurta o tempo entre pedido do cliente e a entrega, através da eliminação de desperdícios”.

3.1 ORIGENS E FUNDAMENTOS DO LEAN THINKING

Embora originado na década de 80, o professor James P. Womack do MIT (Massachusetts Institute of Technology) tornou o termo Lean conhecido mundialmente após a publicação de seu livro “A máquina que mudou o mundo” em 1990 - escrito em conjunto com Daniel T. Jones e Daniel Roos. Nesse livro, Womack detalha seu estudo feito sobre a indústria automobilística – principalmente a Toyota. Posteriormente, vários de manuais foram lançados por diversos autores de diferentes nacionalidades, como por exemplo: Aprendendo a Enxergar, de John Shook e Mike Rother, Criando Fluxo Contínuo, Criando o Sistema Puxado e Nivelado, Fazendo Fluir os Materiais, etc. Esses manuais explicam de uma maneira fácil e detalhada a filosofia Lean – originada do Sistema Toyota de Produção.

O termo Lean ou Lean Thinking possui cinco princípios que devem ser considerados na seguinte sequência: Valor (definir o que é valor sob a ótica do cliente), Fluxo de Valor (identificar o fluxo de valor e redefinir os processos, restando apenas o que gera valor ao cliente), Fluxo Contínuo (estabelecer um fluxo para os processos que restarem), Produção Puxada (fazer apenas quando o cliente solicitar) e Perfeição (ou Kaizen – melhoria contínua de tudo que está envolvido no fluxo de valor). Além disso, Lean Thinking também pode ser entendido como um sistema de gestão e também uma estratégia de negócios voltada exclusivamente para aumentar a satisfação dos clientes.

Empresas em todo o mundo estão mudando a maneira de fazer gestão com essa filosofia. Embora concebida na manufatura, essa prática vêm sendo difundida nos mais diversos setores e empresas, como por exemplo, área administrativa, tecnologia da informação, agronegócios, saúde, etc.

3.2 OS 5 PRINCÍPIOS DO LEAN THINKING

Womack e Jones (1996) estabeleceram cinco princípios para o pensamento enxuto para toda a empresa:

Valor: essa é a premissa básica para começar a desenvolver algo: deixar o cliente definir o que é valor em seu produto. Aparentemente isso parece uma tarefa simples, mas não é. A maioria das organizações e Startups falham ao desenvolver um produto (pode-se notar pela quantidade de empresas que vão à falência logo no primeiro ano após iniciar suas atividades), pois acreditam fazer o que o cliente quer. Ainda sobre o conceito de valor é necessário entender que:

- Aquilo que ele não está disposto a pagar pelo produto é desperdício e deve ser eliminado.
- Assim como os clientes, os produtos precisam estar em constante evolução, por isso, estudos frequentes são válidos a fim de transformar o produto ao longo do tempo.

Fluxo de Valor: identificar quais etapas agregam valor ao produto, é o segundo princípio Lean. Aquelas que não agregam valor (desperdício) devem ser eliminadas, reduzindo automaticamente os custos de máquinas, energia, tempo, etc. Para isso deve-se utilizar uma ferramenta chamada Mapeamento de Fluxo de Valor.

Fluxo Contínuo: Depois de identificadas apenas as tarefas que criam valor ao produto, nessa etapa deverá ser criado o fluxo contínuo, ou seja, produzir sem interrupções. A ideia seria atender as necessidades dos clientes com rapidez, com menor tempo para processar os pedidos e baixo estoque. Essa é uma das etapas mais difíceis de atingir com plenitude.

Produção Puxada: Nessa etapa a empresa passa a trabalhar produzindo apenas o que o cliente quer, reduzindo ao máximo o estoque. Dependendo da quantidade de produtos existirá a necessidade em se criar um supermercado de produto acabado, fazendo com que a empresa passe a produzir de forma a repor as unidades vendidas apenas nesse supermercado. Com a produção puxada se elimina a necessidade de descontos e promoções com objetivo de acabar com o estoque dos itens que já foram produzidos e encontram-se parados por determinado período.

Perfeição: É a busca pela melhoria contínua dos processos, pessoas, produtos, etc., com objetivo de agregar valor ao cliente sempre. Empresas como a Toyota buscam problemas diariamente, a fim de melhorar o produto e conseqüentemente a satisfação do cliente.

3.3 OS 7 DESPERDÍCIOS DA FILOSOFIA LEAN THINKING

A base do conceito do pensamento enxuto é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Segundo Ohno (1988), desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, ou seja, são as atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção. Shingo (1981) considera que os sete desperdícios para o Sistema Toyota de Produção (STP) são:

Superprodução: produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações ou excesso de inventário;

Espera: longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos;

Transporte excessivo: movimento excessivo de pessoas, informação ou peças, resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;

Processos inadequados: utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;

Inventário desnecessário: armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixo desempenho do serviço prestado ao cliente;

Movimentação desnecessária: desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixo desempenho dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens;

Produtos defeituosos: problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega. Com a finalidade de eliminar esses

3.4 O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O mapeamento do fluxo de valor ou mapa do fluxo de valor é uma poderosa ferramenta de comunicação e planejamento, além de servir para que as pessoas conheçam detalhadamente seus processos de fabricação. Com ele, se estabelece uma linguagem comum entre os colaboradores iniciando, posteriormente, um processo de melhoria. Definido qual produto ou serviço da empresa se deseja mapear primeiro, inicia-se o desenho do estado atual a partir da coleta das informações como: tempos, número de pessoas envolvidas em cada processo, etc. O desenho do estado futuro vem na sequência, acompanhado do plano de trabalho e implementação. O objetivo desse plano é fazer com que o estado futuro se torne realidade e o A3 é outra excelente ferramenta o qual pode ser utilizada para apoiar a implementação.

O mapeamento do fluxo de valor será um direcionador para as melhorias nos processos responsáveis pela transformação de um produto. Depois de realizado o mapa do estado atual e estado futuro, onde como resultado final muitos processos desnecessários poderão ser eliminados caso sejam devidamente identificados como desperdício. Para que esse trabalho dê certo, é importante ressaltar que, deverá ser eleito um (e somente um) gerente do fluxo de valor, ou seja, uma pessoa que tenha o poder necessário para fazer as mudanças acontecerem.

A figura 1 mostra um exemplo de um mapa do fluxo de valor do estado atual de uma estamparia.

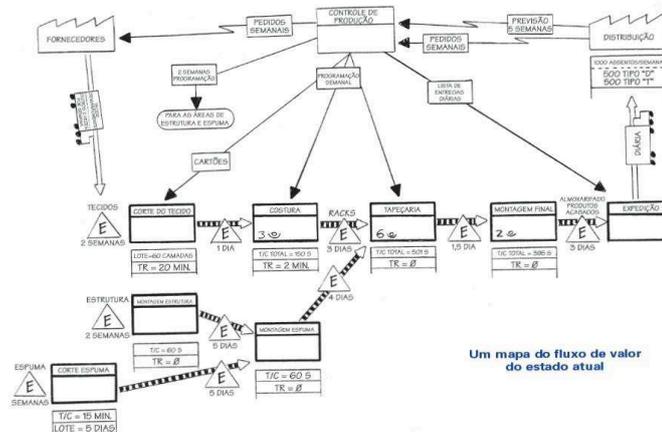


Figura 12 – Exemplo de um mapa do fluxo de valor (Fonte: ROTHER, M. & SHOOK, J. 2003)

3.5 PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO LEAN THINKING NAS ETAPAS DE ACEITAÇÃO DA INSTALAÇÃO DAS ERB'S

A proposta consiste em analisar o processo abordado sob a perspectiva Lean e suas ferramentas, como primeiro passo, objetivou-se identificar o tempo real gasto nos processo afim de identificar as perdas em em quais das 7 perdas clássicas do Lean as mesmas se encaixavam

Constatou-se não somente perdas como também desvios no processo em relação ao tempo previsto, conforme dito no no item 2.4.

As sub etapas da atividade foram quebradas com o intuito de analisar o intervalo entre cada e o tempo efetivamente gasto:

1. Integração: 8:00hrs Início Análise de RF (Área remota no México): 11:00hrs (Diferença de fuso horário)
2. Análise de RF (México) e liberação do site para Drive Test
3. Acionamento / Deslocamento da Equipe de Drive Test
4. Período sem atividade
5. Execução do Drive Test
6. Envio dos dados por FTP para análise
7. Processamento dos dados do teste (México)
8. Análise dos dados de campo montagem e análise do relatório para envio ao cliente

O principal desperdício identificado no processo foi:

“Espera: longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos”

4 IMPLANTAÇÃO PROPOSTA

4.1 ABORDAGEM LEAN NO PROCESSO EM QUESTÃO

Ao se iniciar o estudo a primeira pergunta foi a de como dentre tantas ferramentas e abordagens existentes, onde e como aplica-las. O primeiro passo sem sombra de dúvidas seria a execução e estudo do mapeamento do fluxo de valor ou mapa do fluxo de valor, porém por se tratar de uma aplicação real dentro de uma empresa, a análise por uma área somente, não retrataria a realidade e a fidedignidade de todo o processo macro. Portanto, para atrair a atenção da alta gerência, este trabalho está sendo implementado em etapas, com o intuito de em um segundo momento levar a uma implementação ampla e completamente alinhada a metodologia Lean, por hora o objetivo é organizar e reunir os dados mais relevantes da filosofia Lean e do processo de implantação de uma rede de telecom, desta forma criando uma base de dados para tomada de decisão.

Para que não se perdesse o foco, uma pequena etapa do processo foi isolada com o intuito de analisá-la sob uma nova ótica.

4.2 ANÁLISE INICIAL E DEFINIÇÃO DO FOCO

A primeira abordagem, uma vez isolada uma etapa específica do processo, foi a de buscar dentro deste subprocesso o aspecto de maior valor percebido pelo cliente dentro do mesmo, baseado em uma premissa básica: Aquilo que ele não está disposto a pagar dentro do processo é desperdício e deve ser eliminado.

Com este lema em mente iniciou-se o levantamento dentro processo dos aspectos os quais eram mais importantes para o cliente e quais haviam sendo alvo de reclamação recorrente ou de maior incidência nos últimos 12 meses.

Foi evidenciado que o ponto de maior preocupação e de reclamação do cliente se referia ao prazo de aceitação das ERB recém integradas a rede, uma vez definido o prazo de 24 horas, este não vinha sendo seguido, com desvios constantes e não cumprimento.

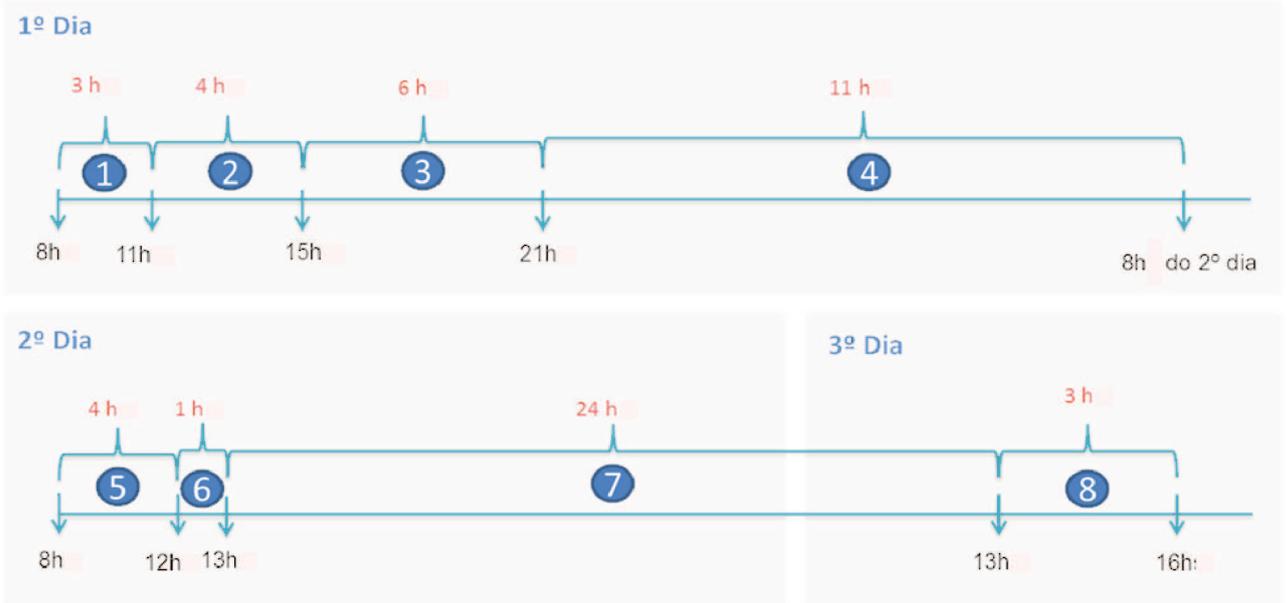
Trata-se de um ponto interessante, pois trata-se de uma perda dupla, já que todo o tempo que ultrapassa o período previsto não é pago pelo cliente, então além de um desperdício da hora homem, impactava um valor intangível, que é a

percepção do cliente em relação a qualidade da entrega, no que se refere ao cumprimento do prazo.

4.3 DESVIOS E PERDAS NO PROCESSO

Conforme descrito no capítulo 3, uma vez realizada a conexão final da ERB junto a CCC, momento a partir do qual o equipamento se torna acessível para a equipe de engenheiros remotos, o mesmo é considerado “integrado”. Após o equipamento ativado existem ferramentas que disparam alertas internos que informam que a atividade foi realizada, abre-se então uma janela de 2h até que a equipe em campo seja acionada para iniciar os processos de medição e ajuste fino do desempenho do equipamento, ou seja, seus KPIs.

A fabricante dos equipamentos possui equipes locais no Brasil para se deslocarem até o equipamento a qualquer momento, pois o serviço é terceirizado, porém a coordenação, tratamento, manuseio dos dados e geração do relatório final, é realizado por uma área em outro país, mais especificamente no México, onde está localizado um dos 3 centros globais da empresa para entrega remota deste tipo de atividade. Por estarem em regiões onde a mão de obra é mais barata, isto reduz os custos da operação, porém o fuso horário e a estratégia da empresa para que não se tenham funcionários em 2° ou 3° turnos, leva a um deslocamento dos horários, que em média eleva o tempo da etapa para 56hrs. A figura 5 mostra os detalhes.



Total de horas: 56 horas

1. Integração: 8:00h Início Análise de RF (Área remota no México): 11:00h (Diferença de fuso horário)
2. Análise de RF (México) e liberação do site para Drive Test
3. Acionamento / Deslocamento da Equipe de Drive Test
4. Período sem atividade
5. Execução do Drive Test
6. Envio dos dados por FTP para análise
7. Processamento dos dados do teste (México)
8. Análise dos dados de campo montagem e análise do relatório para envio ao cliente

Figura 13 – Linha do tempo real da atividade (Fonte: O próprio autor, 2015).

No exemplo [Figura 13] foi considerado uma atividade iniciando-se na primeira hora comercial do dia, porém dependendo da hora em que a mesma ocorra, principalmente em relação ao início do expediente do grupo remoto no México, este tempo total de horas pode ser ainda maior.



Figura 14 – Localização dos centros globais de serviço (Fonte: O próprio autor, 2015).

4.4 O CONCEITO “FOLLOW THE SUN”

Trabalhar com equipes de engenharia off-shore em países como Índia, China e América do Sul vem se tornando uma prática comum. Para obter o máximo proveito de negócios de engenharia offshore, os processos têm de ser adaptados para atender as necessidades tanto do ambiente on-shore e off-shore, infra-estrutura e cultura. Isto aplica-se igualmente às organizações in-house e off-shore. Uma das vantagens da engenharia off-shore são os projetos de trabalho que necessitam de capacidade ininterrupta: o chamado "follow the sun" ou processo de engenharia de 24 horas. No entanto, na verdade, configurando os processos relevantes de uma maneira prática é um desafio.

Conforme mencionado anteriormente, a empresa em questão possui 3 grandes centros globais para entrega remota de serviços de engenharia, localizados estrategicamente em fuso horários distintos e deslocados, de modo a permitir que se sobreponham em alguns períodos.

A primeira proposta feita por este trabalho durante a análise foi a ideia de se tirar proveito destes centros remotos de entrega de serviço para que sempre se tenha disponível um centro que possa dar continuidade a uma atividade iniciada por outro, de forma ininterrupta garantindo desta forma o SLA (service level agreement – SLA ou Acordo de Nível de Serviço).

A tabela 3 expõe uma proposta para distribuição da responsabilidade por assumir as atividades entregues pelo Brasil em função do dia.

Tabela 3 – Centros responsáveis pelo atendimento em função do horário.

Horário de Brasília	Cidade do		
	México	Pequim	Nova Deli
8:00 AM	6:00 AM	7:00 PM	4:30 PM
10:00 AM	8:00 AM	9:00 PM	6:30 PM
12:00 PM	10:00 AM	11:00 PM	8:30 PM
2:00 PM	12:00 PM	1:00 AM	10:30 PM
4:00 PM	2:00 PM	3:00 AM	12:30 AM
6:00 PM	4:00 PM	5:00 AM	2:30 AM
8:00 PM	6:00 PM	7:00 AM	4:30 AM
10:00 PM	8:00 PM	9:00 AM	6:30 AM
12:00 AM	10:00 PM	11:00 AM	8:30 AM
2:00 AM	12:00 AM	1:00 PM	10:30 AM
4:00 AM	2:00 AM	3:00 PM	12:30 PM
6:00 AM	4:00 AM	5:00 PM	2:30 PM

Fonte: Próprio autor

Desta forma, não importa em qual das 24 horas do dia uma nova ERB seja integrada no Brasil, a mesma pode ter continuidade do processo e desta forma enviada ao cliente dentro do prazo.

Todo este processo é transparente ao cliente uma vez que a relação com o cliente e o gerenciamento macro do processo continua sendo feito no Brasil. Toda documentação é por padrão em Inglês, sendo assim a língua também não é impeditivo.

O ponto mais crucial está no treinamento das equipes remotas para que realizem atividades padronizadas e com qualidade igual ou superior do que aquelas feitas localmente.

5 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo sobre a utilização de Lean Thinking na melhoria da eficiência da instalação de ERB'S. Para comprovar o sucesso dessa abordagem, apenas duas fases do processo completo de instalação serviram de foco para o estudo.

Em média, mensalmente é realizada a instalação de 300 novas ERBs nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul (Áreas de atuação do fabricante no Brasil, para o cliente específico em análise). Esta diferença de 8hrs, entre as 48hrs planejadas e as 56hrs reais gastas em média, leva a um total mensal de 2400hrs desperdiçadas em função das paradas no processo. Com este tempo, seria possível instalar 10 novas ERBs/mês ou 120 ERBs/Ano, em um total de 28.800hrs/ano.

Uma vez que a operadora possui pedido firmado superior ao volume mensal entregue, caso este remanescente mensal pudesse ser instalado, representaria um faturamento adicional para o fabricante de 120 ERBs adicionais, com todo o HW, SW e serviços envolvidos, um faturamento adicional estimado de R\$ 6.000.000,00/ano somente com os ganhos possíveis de serem obtidos neste subprocesso em questão.

Uma vez este trabalho expandido para todas as etapas, as possibilidades são ainda maiores, como o próprio título diz, ele foi restrito apenas ao processo de validação de desempenho de estações rádio base (ERB) em uma rede celular, sendo o processo de construção de uma ERB muito mais abrangente que sua simples validação de desempenho.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que o Lean Thinking pode ser implementado não somente a etapa de aceitação de desempenho da ERB como a todas as outras que dependam dos centros remotos de entrega, limitando a execução local somente os serviços físicos inerentes a instalação e construção do equipamento.

Existem ainda outras implementações e melhorias previstas para o processo deste estudo, com o intuito de reduzir ainda mais o tempo de entrega, reduzindo consequentemente o Lead Time, que envolvem a coleta de dados em campo sem a necessidade deslocamento das equipes, isso é possível através da coleta de medições usando uma nova tecnologia, por onde os dados são coletados os dados necessário através do próprio celular dos usuários da rede.

5.2 POSSIBILIDADES FUTURAS

A figura 10 ilustra todas as etapas do processo interconectadas e suas interdependências. Como pode-se notar, a fase avaliada inicialmente por este estudo abrange somente a fase de integração.

Existem diversos outros processos a serem analisados, e de posse deste rico material, já é possível iniciar a construção do mapa do fluxo de valor, para tanto, envolvendo todas as áreas de interesse.

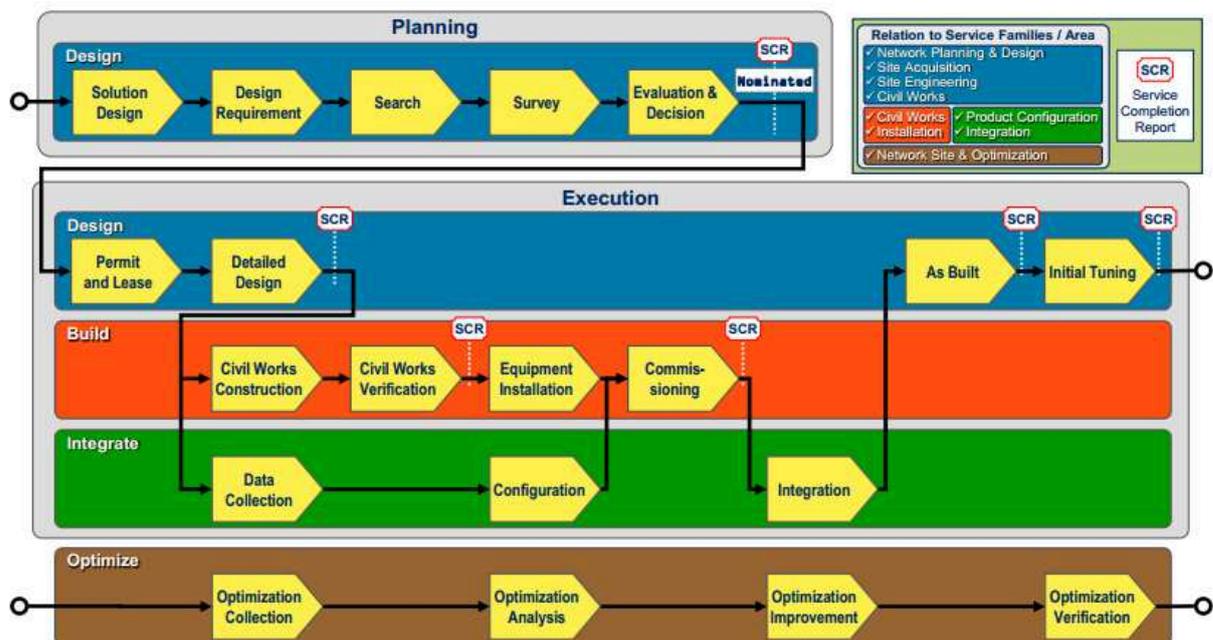


Figura 15 – Processo completo mostrando todas as áreas envolvidas (Fonte: O próprio autor, 2015).

5.3 BUSCAS POR NOVAS TECNOLOGIAS

Uma das tarefas deste trabalho foi a procura por novas tecnologias que permitissem através de um avanço tecnológico e da quebra de paradigmas, reduzir processos desnecessário ou então torna-los mais eficientes. Durante este processo de pesquisa, foram identificadas novas tecnologias que poderiam de forma muito eficiente reduzir e até mesmo eliminar atividade inteiras.

A principal tecnologia identificada, refere-se ao uso dos smartphones conectados a rede para coleta de dados georreferenciados de desempenho da rede, uma vez que os aparelhos celulares já coletam estas informações para controle entre o celular e a ERB, estes dados podem ser coletados e tratados em tempo real, permitindo desta forma a eliminação do envio de equipes de campo com este intuito. Na Figura 11 que ilustra o processo, com esta abordagem o tempo total poderia ser reduzido de 48 para 19 horas.

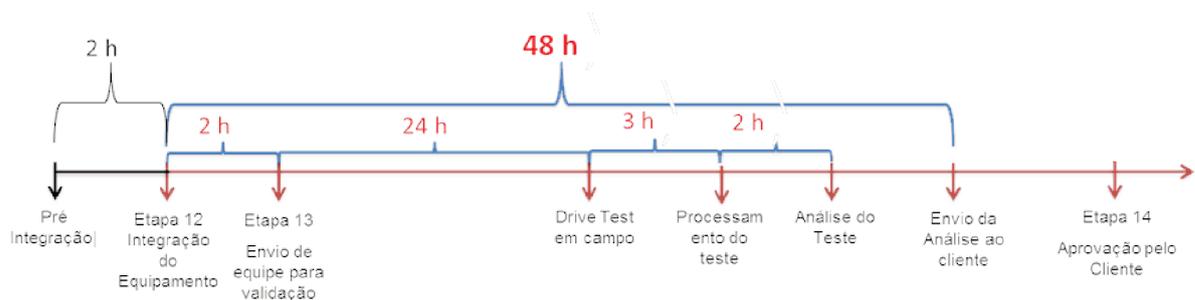


Figura 16 – Linha do tempo prevista para a atividade (Fonte: O próprio autor, 2015)

A implementação desta tecnologia é dependente de uma atualização e compra do sistema supervisor de um terceiro, a tecnologia está sendo desenvolvida por diversas empresas, porém foi identificado que neste momento a maior e mais eficiente é disponibilizada pela Viavi Solutions Inc (C). A empresa produz uma ferramenta chama Arieso (tm), que trabalhando dentro da rede da operadora consegue produzir exatamente as mesmas informações de uma coleta de dados em campo, a Figura 12 mostra alguns resultados possíveis de serem obtidos através desta ferramenta:

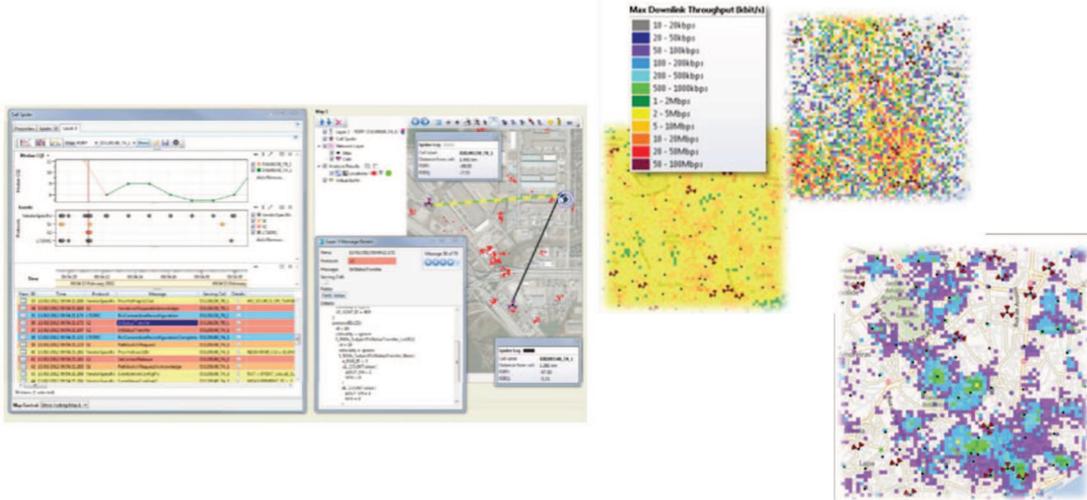


Figura 17 – Informações coletadas pela ferramenta (Fonte: Viavi Solutions Inc)

6 REFERÊNCIAS

ROTHER, M. & SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo : Lean Institute Brasil, 2003.

WOMACK, J.P. e JONES, D.T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimina o desperdício e cria riqueza. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1998.

MODIG, Niklas; AHLSTROM, Par. This is Lean: Resolving the Efficiency Paradox Stockholm- SE: Paperback, 2012

POPPENDIECK, Mary; POPPENDIECK, Tom. Implementing Lean Software Development From Concept to Cash. Stockholm- SE: Paperback, 2006

FERRO, José Roberto. A essência da ferramenta “Mapeamento de Fluxo de Valor” Lean Institute Brasil, 2007, Disponível em: <www.lean.org.br> no dia 25/01/2016.

ETSI, European Telecommunications Standards Institute. Cellular History. Disponível em: <<http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/past-work/cellular-history>> Acessado em 25 Jan. 2016

GridOne (R). New FTTA for 4G Wireless Solutions. Disponível em: <<http://gridone.us.com/2014/ftta-solutions-4g-wireless/ftta-solutions/>> Acessado em 25 Jan. 2016

Ascom Network Testing, TEMS Investigation. Disponível em: <<http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/tems-products-3/tems-investigation-10.htm>> Acessado em 25 Jan. 2016

LIKER, J.K. (Ed.) Becoming Lean: inside stories of U.S. manufacturers. Portland, OR: Productivity Press, 1997.

SHINGO, S. A study of the Toyota Production System from an industrial engineering point of view. Translated by Andrew P. Dillon. Cambridge, MA: Productivity Press, 1989.

OHNO, T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland, OR: Productivity Press, 1988.

FUJITSU. Fact sheet service desk fujitsu. Disponível em: <<http://solutions.us.fujitsu.com/pdf/dynamic-infrastructures/service-desk-factsheet.pdf>>. Acesso em 05 Jun. 2015

EEF The Manufacturers Organisation. Lean-process-improvement. Disponível em: <<http://www.eeftraining.org.uk/courses/category/lean-process-improvement>>. Acesso em 05 Jun. 2015

Teleco. Implantação de Estações Rádio Base (ERBs) Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/>>. Acesso em 05 Jun. 2015

Telebrasil. Mapa de ERBs Brasil (antenas). Disponível em: <<http://www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/mapa-de-erbs-antenas>>. Acesso em 10 Nov. 2015

VIAVI (R), AriesoGEO Platform. Disponível em: <<http://www.viavisolutions.com/pt-br/node/2474>> Acessado em 25 Jan. 2016

7 RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O autor é o único responsável pelas informações incluídas neste trabalho.

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.

Rodrigo Magalhães Campos Batista
Taubaté, Março de 2016.