

ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA PARA INSTALAÇÃO DE RÁDIO ENLACE NA REDE DE TELEFONIA MÓVEL

FINANCIAL FEASIBILITY STUDY FOR RADIO INSTALLATION LINK ON THE MOBILE TELEPHONE NETWORK

Fernando Cesar da Cruz¹; Stéfano Frizzo Stefenon²; Rafael Gattino Furtado³; Graciela Alessandra Dela Rocca⁴; Fernanda Cristina Silva Ferreira⁵

¹Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC)

fernandocruz.cesar@gmail.com

²Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC)

stefanostefenon@gmail.com

³ Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC))

rgattino@yahoo.com.br

⁴ Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC)

ga.rocca@bol.com.br

⁵ Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC)

prof.fernanda@uniplaclages.edu.br

Resumo

Este artigo avalia a instalação de um sistema de rádio enlace na rede de telefonia móvel, visando uma melhoria nos equipamentos de telefonia celular objetivando uma qualidade do sistema e uma redução de custos para a operadora. A proposta é substituir a rede de transmissão de voz e dados que é alugada, através do sistema de par metálico com sistema de modem SHDSL, que além de fornecer uma banda de dados pequena tem um alto custo mensal para a operadora de telefonia. Realizou-se um estudo de viabilidade em oito sites (torres) da operadora, nas cidades de Caçador e Videira em Santa Catarina região meio oeste do estado. A viabilidade econômica comprova que com o investimento para a instalação de novos equipamentos de transmissão há uma redução de custos e melhoria no sistema de telefonia celular para a operadora.

Palavras-chave: rádio enlace; telefonia celular; viabilidade econômica.

Abstract

This paper evaluates the installation of a radio link system in the mobile phone network, aiming at improving the mobile phone equipment in both the quality of the system and reduce costs for the operator. The proposal is to replace the voice transmission and data network that is rented, through the metallic pair system with SHDSL modem system, which in addition to providing a small data

band has a high monthly cos. A feasibility study was conducted on eight sites (towers) of the operator, in the cities of Caçador and Videira in Santa Catarina midwestern region of the state. The economic viability proves that with the investment for the installation of new transmission equipment there is a reduction of costs and improvement in the cellular telephone system for the operator.

Key-words: radio link; cellular telephony; economic viability.

1. Introdução

Com o avanço na tecnologia e serviços de comunicações, uma forma de transmissão de dados sem fio se mostrou viável. Após muitos estudos e testes os *enlaces* de rádios se tornaram uma solução adequada para esta questão. Principalmente devido à necessidade de soluções de ponto a ponto, por exemplo, nas redes de telefonia móvel.

Conforme foram sendo desenvolvidos rádios mais robustos e com maior capacidade de transmissão de dados, a demanda por estas soluções passou a aumentar. A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) passou a estabelecer metas e regras para as operadoras atingirem cidades com cada vez menos habitantes e com maior velocidade e disponibilidade de serviço. As operadoras passaram a utilizar mais links de rádios *enlace* para interligar estações (também conhecidas como sites) (PIAU, 2013).

O *Enlace* Rádio Digital Ponto a Ponto define de que forma a interligação entre os pontos de transmissão e recepção pode ser feita, a fim de garantir que o sinal gerado em sua origem chegue a seu destino inteligível, dentro de uma taxa de erros aceitável, levando em consideração os diversos fatores que serão analisados neste trabalho. Pode ser também chamado de rádio visibilidade, pois é necessário que as duas antenas sejam visíveis entre si, transmissora e receptora, para que o *enlace* aconteça com sucesso.

Hoje temos dois órgãos fundamentais na área de telecomunicações que são: União Internacional de Telecomunicações (UIT) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Sendo a UIT uma organização que reúne governos e setores privados em um Sistema Unido de Nações que atua para as comunicações globais em redes e serviços (PIAU, 2013).

Neste projeto, apresenta-se a viabilidade econômica de instalação de redes de rádio *enlace* nas torres da operadora de telefonia móvel, especificamente em suas torres que são chamadas de estação base de transceptor (BTS - *Base Transceiver Station*). O objetivo deste trabalho é avaliar se as redes de rádio *enlace* podem substituir as redes de modem SHDSL (*Symmetrical high-speed digital subscriber line*) já existentes e alugadas pelo provedor, na transmissão de dados e voz, que fazem a conexão da central (BSC - *Base Station Controller*) até a torre de telefonia celular. Essa tecnologia pode realmente contribuir para as telecomunicações nas transmissões de dados aliado à

telefonia móvel. A pesquisa será realizada na cidade de Lages com o intuito de avaliação de possível implantação do sistema nas cidades de Caçador e Videira.

1.1. Metodologia

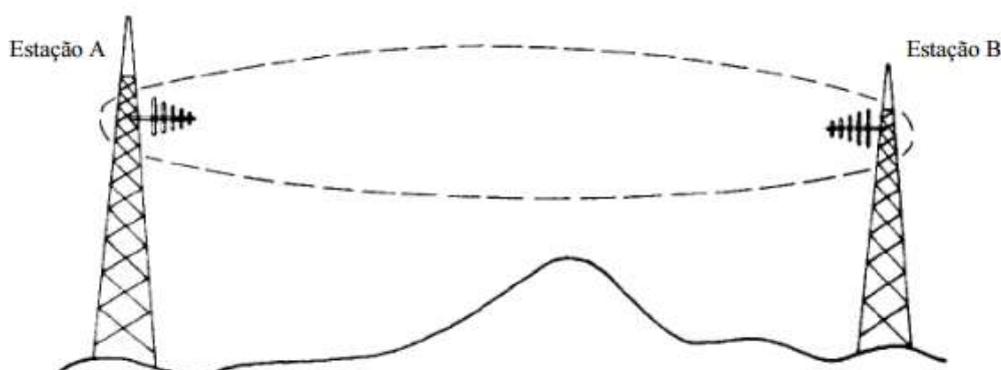
O método aplicado é o descritivo-comparativo. Com o uso de um estudo de caso e de pesquisa operacional. De acordo com Gil (2002), qualquer classificação de pesquisa deve seguir algum critério. Deste modo têm-se três grupos de pesquisa: Nas pesquisas exploratórias, assume-se normalmente a forma de um estudo de caso; As pesquisas descritivas permitem estabelecer relações de dependência entre variáveis; A pesquisa explicativa tem como objetivo primordial identificar fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de resultados.

2. Rádio Comunicação

2.1 Conceito de Rádio *ENLACE*

Para realizar uma comunicação básica entre dois pontos é necessário ter transmissor, receptor e meio de transmissão. Quando essa comunicação deve ser realizada em distâncias maiores que o alcance da voz humana, entra o conceito de telecomunicações. Depois disso, define-se o meio físico dessa transmissão, que pode ser guiado ou não guiado. A radiocomunicação funciona através das ondas eletromagnéticas que se deslocam do transmissor ao receptor ou vice-versa, conforme apresentado na figura 1. A propagação da onda ocorre quando há a transferência de energia eletromagnética entre esses dois pontos pela atmosfera terrestre ou ambiente aberto e ilimitado (SANCHES, 2007).

Figura 1 - Exemplo de rádio comunicação



Fonte: Sanches, 2007, p. 18

A energia é distribuída por todo o espaço, mas apenas uma parte da potência irradiada pela antena transmissora chegará à antena receptora. Portanto, para que um rádio *enlace* funcione

satisfatoriamente, são necessários os seguintes requisitos básicos: A intensidade do sinal recebido deve ter potência suficiente para se sobrepor ao sinal do ruído recebido e ao nível de sensibilidade; A intensidade do sinal deve ser propagada sem distorção excessiva.

2.2 Propagação de Ondas Eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas são representadas matematicamente por senóides que se deslocam na mesma direção, frequência e velocidade (STEFENON et al., 2017). A velocidade de propagação é independente da fonte geradora que corresponde pela frequência e comprimento de onda. Quando se considera a propagação no vácuo a velocidade é equivalente a velocidade da luz, em outros meios a velocidade de propagação é menor. Comprimento de Onda é a distância correspondente a uma oscilação completa (SANCHES, 2007, p. 17).

2.3 Transmissão de Rádio ENLACE

Existem estudos sobre a transmissão de dados por ondas de rádio para formar redes de comunicações através da frequência. Atualmente preocupa-se em encontrar alternativas para interligar redes LAN's em locais inóspitos que tenham segurança, robustez e alta disponibilidade. As ondas eletromagnéticas se propagam em linha reta, não havendo refração e difração, a energia irradiada tende a se espalhar por esferas já que a atenuação das ondas é geométrica, o sinal se afasta do transmissor e é propagado em esferas cada vez maiores. Pode-se assumir que este sinal é uma frente de ondas planas (RIGHEZ et al, 2015).

2.3.1 Zona de Fresnel

A Zona de *Fresnel*, apresentado na figura 2, é um aspecto de suma importância no planejamento de um link RF. Pode ser definida como uma série de elipses concêntricas em torno da linha de visada. Um rádio *enlace* terá a primeira Elipsóide de Fresnel livre se nenhum objeto for capaz de causar uma difração ao penetrar o Elipsóide correspondente (SANCHES, 2007, p. 20).

Figura 2 - Zona de *Fresnel* entre torre ponta A e torre ponta B.



Fonte: GOOGLE EARTH BLOG, 2018

2.4 Antenas

As antenas são uns dos elementos de maior importância para o correto dimensionamento de uma rede sem fio, e seu objetivo é focalizar ou direcionar a energia transmitida, pois elas não amplificam o sinal. As antenas trabalham tanto para transmitir quanto para receber os sinais, esta característica se chama reciprocidade. A energia irradiada em volta de uma antena é a característica mais importante da mesma, o diagrama de radiação consiste na representação gráfica desta característica em um plano. A análise do cenário possibilita definir a antena mais adequada para o local a partir de diversos parâmetros (SANCHES, 2007).

2.5 Transmissões de Dados

A rede de transmissão ou rede de transporte de informações (voz, dados e sinais) é composta de sistemas de transmissão que realizam interconexões entre as centrais de comutação (central telefônica) fixa e móvel ou entre redes de computadores.

Os sistemas de transmissão utilizam meios para o envio das informações, os meios físicos mais utilizados são o cabo coaxial e fibra óptica, os meios não físicos utilizam o espaço livre e rádio *enlace*. O meio de transmissão é todo suporte que transporta as informações entre os terminais telefônicos, desde a origem (central de telefonia na origem da chamada) até o destino (central de telefonia no destino da chamada) e vice-versa. A transmissão pode ser através de telefone, linha de assinante, percurso interno nas centrais de telefonia, linhas físicas, multiplex, rádios, atmosfera e vácuo. Há um tipo de meio de transmissão. Tanto o meio utilizado por fio ou cabo quanto o meio utilizado pelo "espaço" são físicos (FERRARI, 2003).

2.5.1 PDH e SDH

Nas telecomunicações foram padronizadas as formas de transmissão de dados, a hierarquia digital PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) e a SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*). Essas hierarquias são utilizadas em equipamentos de rádio, fibra óptica, transmissão via satélite e entre outros sistemas. O padrão ou canal PDH de menor hierarquia é composto por um conjunto de canais multiplexados de 64 kbit/s. Entretanto, o número de canais desse conjunto não é padronizado.

A rede SDH é o conjunto de equipamentos e meios físicos de transmissão que compõem um sistema digital síncrono de transporte de informações. Este sistema tem o objetivo de fornecer uma arquitetura básica para redes de dados e voz. Atualmente é utilizado em muitas empresas de telecomunicações que prestam serviços para o setor público e privado em todo o mundo (PIAU, 2013).

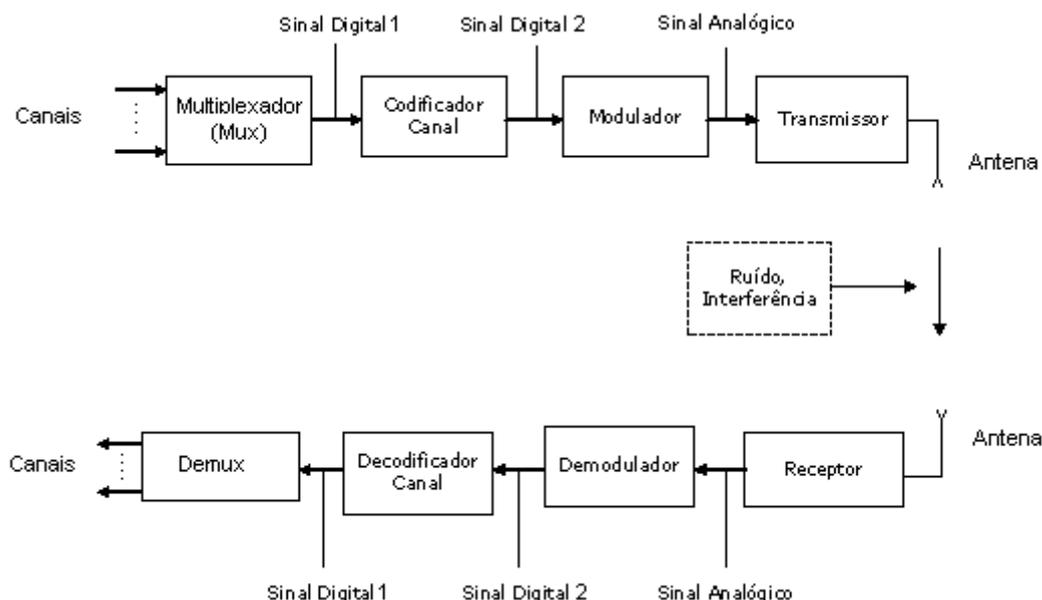
A primeira grande evolução das telecomunicações foi à modulação de código pulsado (PCM - *Pulse Code Modulation*). O sistema SDH permitiu atender à explosão de demanda por sofisticados serviços de telecomunicações suportados pelos usuários, particularmente pelos usuários comerciais. Com maior performance, flexibilidade e diferentes aplicações, deu a oportunidade de definições de padrões internacionais de telecomunicações (PIAU, 2013).

2.6 Sistemas de Rádio

Um *enlace* rádio digital ponto a ponto é utilizado para o transporte de informação entre dois pontos fixos, tendo o espaço livre como meio de transmissão (wireless). As principais aplicações de *enlaces* rádio digital ponto a ponto são: Rede de transporte das operadoras de telefonia fixa e celular. São muito utilizados pelas operadoras de celular na interligação de BTSs (*Base Transceiver Station*) com as BSCs (*Base Station Controller*); Redes de dados para atendimento de clientes corporativos, principalmente na implantação do acesso; Redes de distribuição de sinais; Provedores de internet.

Em um *enlace* rádio digital a informação (voz, dados ou imagens) está em formato digital e é transportada em canais padronizados (PDH ou SDH). A figura 3 apresenta o diagrama de blocos funcional de um *enlace* rádio digital ponto a ponto.

Figura 3 - Sistema de transferência de informações no rádio *enlace*



Fonte: HARDWARE, 2018

Os *enlaces* rádio digital estão utilizando modulações cada vez mais eficientes nas telecomunicações. Estes esquemas de modulação permitem aumentar a taxa de bits transmitida em uma banda de frequências, porém tornam a transmissão mais sensível a ruídos e interferência exigindo uma melhor codificação de canais e outros cuidados no projeto e implantação do *enlace*. (MIYOSHI; SANCHES, 2010).

2.7 Dimensionamento de ENLACE de Rádio

No dimensionamento de um *enlace* de rádio o objetivo é garantir que o sinal digital original que transporta a informação possa ser regenerado na outra ponta com uma taxa de erros aceitável. Para que isto ocorra a relação portadora e o ruído na recepção necessitam ser maiores que um valor mínimo especificado para o projeto. Este valor é função da modulação e mecanismos de codificação utilizados no *enlace* (TUDE, 2004).

A potência do transmissor e antenas deve ser dimensionadas de modo a compensar as perdas na propagação e outras referentes a polarização cruzada e atenuação nos conectores ou cabos coaxiais. É necessário também incluir uma margem para fazer frente a sinais interferentes próximos a banda de frequências utilizada pelo *enlace*. Estes sinais podem aumentar o nível de ruído no receptor e por consequência piorar a relação portadora ruído (TUDE, 2004).

A eficiente alternativa de otimização na utilização dos recursos disponíveis, sendo necessária uma abordagem de longo prazo, com análise de custo benefício e a economia proporcionada pelo ganho da expansão com novas redes de transmissão de dados e voz.

3. Viabilidade de Radio *ENLACE*

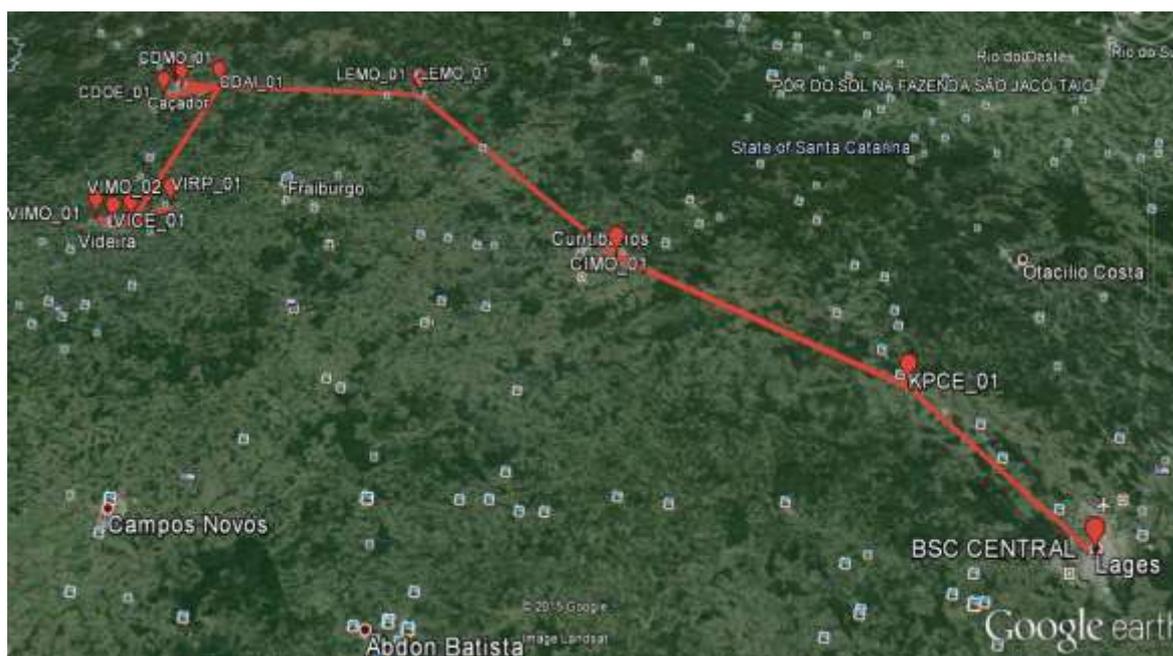
3.1 Instalação de Rádio *ENLACE*

O funcionamento de uma BTS (site torre) é composto por vários componentes que geram o funcionamento do sistema de telefonia celular como: a torre, antenas setoriais, cabos de rádio frequência (RF), bastidor de serviço, entrada de energia 220/380V (Volts), fonte retificadora de 220/380VAC (Volts em Corrente Alternada) para 48VCC (Volts em Corrente Contínua), banco de baterias, gabinete nodeb 2G, gabinete bbu 3G e transmissão via modem SHDSL. O site recebe e transmite chamadas de voz e dados através das antenas setoriais que são conectadas com o gabinete nodeb ou bbu através dos cabos de RF, onde é feita a troca de informações (comutação). O meio de transmissão realiza a comunicação da BTS (site torre) com a BSC (central) para o encaminhamento de chamadas até o seu destino.

Com base no funcionamento do sistema de transmissão de telefonia celular, foi realizado um estudo sobre o funcionamento do rádio *enlace*, buscando melhorias como vantagens, desvantagens, custos e benefício na área de transmissão, que é o foco deste trabalho. Foi realizado o deslocamento de carro até os sites nas cidades de Caçador e Videira, para verificação dos equipamentos que estão em funcionamento nestes sites. Realizou-se fotografia de todas as BTS's e desenvolvido um mapa com os locais e distâncias para a instalação dos rádios *enlace*, do site principal (concentrador) para os outros sites (ponta).

Para a instalação dos rádios *enlace* é preciso realizar a comunicação dos sites das cidades de Caçador e Videira com a BSC central na região DDD (discagem direta a distância) área 49 que fica na cidade de Lages em Santa Catarina. A operadora já possuía uma transmissão de rádio *enlace* que sai da cidade de Lages e vai até a cidade de Lebon Régis. Foi possível mapear os sites pelo seu endereço com as distâncias entre as torres para a instalação dos rádios em forma de cascata. Um dos sites atua como concentrador, fazendo a comunicação com todos os sites e também com o site de Lebon Régis e automaticamente fazendo a interconexão com a central em Lages, conforme figura 4.

Figura 4 - Mapeamento geral com transmissão dos sites até a central



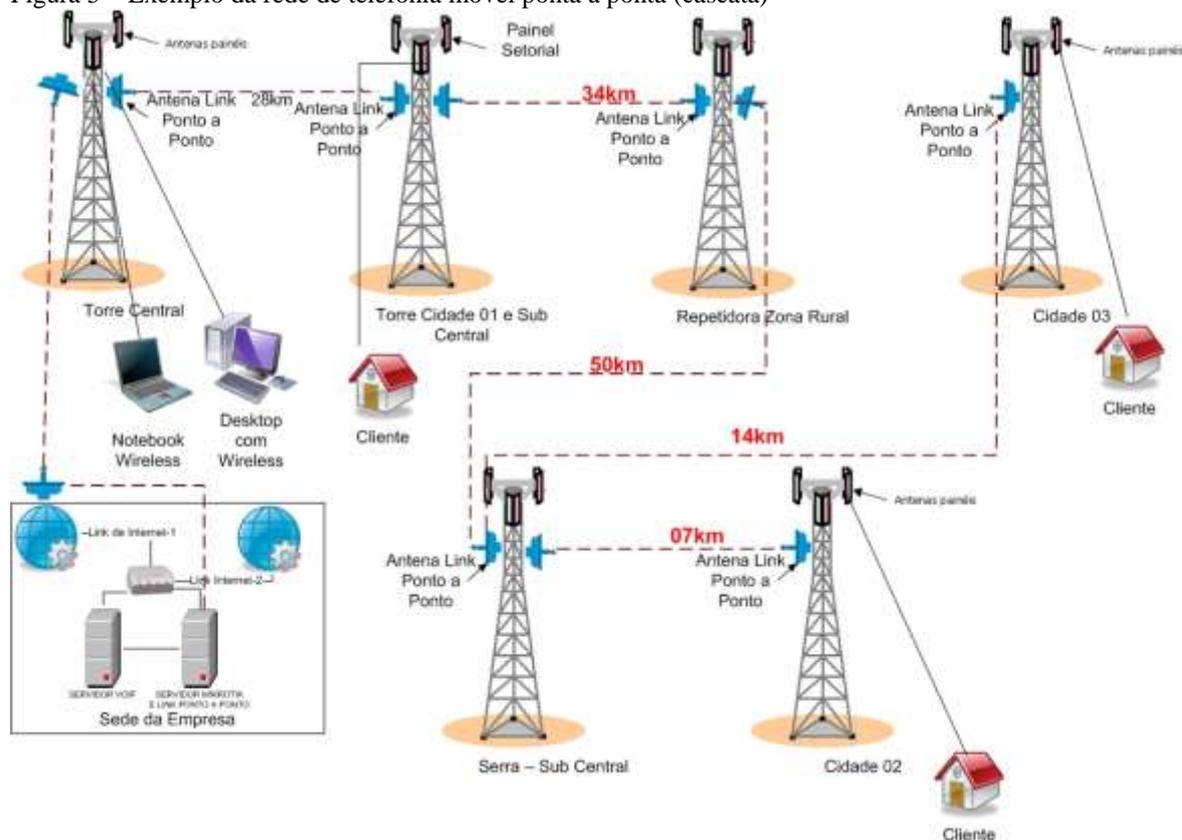
Fonte: Autoria própria com base no (GOOGLE EARTH, 2017)

3.2 Parte Experimental

Foi realizado um levantamento de oito sites (torres) em Caçador e Videira para verificação da transmissão de dados e voz, que é feita através do sistema de modem SHDSL. Esse sistema funciona através de um cabo de par metálico. Na torre é instalado pelo provedor um gabinete com um modem SHDSL acoplado e outro na central. O modem ponta A recebe um sinal digital da BTS e o transforma em analógico para fazer a transmissão. O sinal então é recebido ainda analógico pela porta B, que o transforma em digital novamente, os modems SHDSL são alimentados com uma tensão de 110/220VAC ou 48VCC, que é a tensão padrão de funcionamento de equipamentos de telecomunicações. Assim é realizada a conexão da BSC central com a BTS torre de telefonia celular atualmente, esta topologia é apresentada na figura 5.

O modem SHDSL é configurado para transporte de 2048 Kbits/s pelo provedor, que na linguagem técnica é chamado de circuito de 2 Mega. Abaixo é possível a visualização dos equipamentos utilizados e as torres (sites) onde foi realizado o levantamento.

Figura 5 – Exemplo da rede de telefonia móvel ponta a ponta (cascata)



Fonte: UNDER-LINUX, 2009

Para o Sistema ANATEL, em *enlaces* de rádio huawei, têm-se algumas definições atribuídas aos equipamentos sendo as mais utilizadas: rádio licenciado, rádio micro-ondas, etc. Estas definições são de uso comum dos profissionais que trabalham na área as principais definições segundo o sistema ANATEL são:

- O termo, micro-ondas significa que o equipamento trabalha em uma frequência de 1GHz podendo chegar a mais de 40GHz. No aspecto profissional define-se que o equipamento em si é construído com materiais e componentes de alto padrão, proporcionando uma durabilidade e qualidade superiores frente a outros equipamentos. Normalmente proporcionam SLA (Service Level Agreement) na faixa de quase 100%, que significa alta disponibilidade do serviço.
- O termo licenciado significa que este equipamento requer uma licença de uso concedida e homologada pela ANATEL. Os canais são registrados na base de dados da Anatel e todos podem acessar o sistema. Tem-se a opção de acessar canais que não estão sendo usados por outros, desta forma, foge-se das interferências. A Anatel não permite o uso de canais não registrados e pode lacrar equipamentos sem licença de uso de frequência. Cabe destacar que Licença de frequência é diferente de homologação de equipamentos. Normalmente os rádios licenciados possuem homologação da Anatel e são feitas diretamente pelo fabricante ou seu representante no país (Agência Nacional de Telecomunicações, 2015).

3.3 Viabilidade Financeira

A viabilidade financeira ou econômica demonstra a capacidade do projeto de gerar lucro e verificar a capacidade de retorno do capital investido (GODINHO et al., 2017). O VPL (Valor Presente Líquido) avalia o retorno do investimento e consiste em transformar perspectivas de lucro ou economias futuras, em valor presente líquido, já descontando o investimento inicial, utilizamos a

taxa TIR (Taxa Interna de Retorno) para comparar os fluxos de entradas como os fluxos de saídas do investimento. É uma taxa que representa a rentabilidade real do investimento, tem que dar um valor acima da taxa de atratividade do mercado, para se aceitar a viabilidade do investimento. (RIGHEZ et al., 2016). O Payback mostra a projeção e a extensão de tempo necessária para que os fluxos de caixa nominais cubram o investimento inicial, seria o ponto de equilíbrio, o momento exato em que a empresa começa a ter lucro, ou uma economia real (AGOSTINHO et al., 2017).

A tabela 1 indica os valores gastos com circuitos pagos ao provedor que fornece a linha de transmissão, é representa por sigla cada site, quantos circuitos utilizados no 2G e 3G, valor cobrado por circuito mensal e total gasto por mês com cada BTS. O sinal é entregue no site da respectiva cidade, onde fica localizada a BSC central da região área 49 do estado, da operadora de telefonia celular.

Tabela 1 - Valores mensais por circuitos para provedor

Siglas Sites Bts (torres), cidade	2G	3G	R\$ por CCTO	Total mês
CDAI_01 – Caçador Área Industrial 01	2	2	3.663,00	14.652,00
CDMO_01 – Caçador Morro 01	4	2	3.663,00	21.978,00
CDMO_02 – Caçador Morro 02	3	2	3.663,00	18.315,00
CDOE_01 – Caçador Oeste 01	1	1	3.663,00	7.326,00
VICE_01 – Videira Centro 01	4		3.663,00	14.652,00
VIMO_01 – Videira Morro 01	3		3.663,00	10.989,00
VIMO_02 – Videira Morro 02	3		3.663,00	10.989,00
VIRP_01 – Videira Rio Das Pedras 01	2		3.663,00	7.326,00
Total de Sites 8	22	7	3.663,00	106.227,00

Fonte: Aatoria própria (2017)

A tabela 2 é referente aos rádios *enlace* que são comercializados pela empresa Huawei, representa os modelos, frequências escolhidas pelo cliente, valor do equipamento instalado, valor anual que será pago pela operadora para a ANATEL pela frequência utilizado no espaço aéreo e adesão.

Tabela 2 - Valor de custo para implementar rádio *enlace*

Modelo	Frequência	Valor Instalado	Valor Anual ANATEL	Adesão ANATEL
Rtn 910	18Ghz	40.000,00	100,00	400,00
Rtn 950	23Ghz	45.000,00	100,00	400,00

Fonte: Aatoria própria (2017)

Para realizar o estudo são necessários 8 rádios (2 rádios Rtn 950 e 6 rádios Rtn 910). Os 2 rádios Rtn 950, 1 para a torre CDAI_01 e 1 para a torre VICE_01, custam atualmente 45.000,00

reais cada um. O valor dos 6 rádios Rtn 910 é de 40.000,00 reais cada um, 1 para cada torre: CDAI_01, CDMO_02, CDOE_01, VICE_01, VIMO_02, VIRP_01.

A tabela 3 apresenta o valor do investimento de cada site, mostrando a sigla e o nome do mesmo, valor anual e adesão para liberação da frequência paga ao órgão da ANATEL. O total do investimento apresentado na tabela 3 será de 330.000,00 reais com aquisição das torres, 800,00 reais de valor anual de taxas e 3.200,00 reais de taxa de adesão.

Tabela 3 - Valor do investimento por site

Siglas das Cidades	Cada Torre	Valor Anual	Adesão
CDAI_01- Caçador Área Industrial 01	40.000,00	100,00	400,00
CDMO_01 – Caçador Morro 01	45.000,00	100,00	400,00
CDMO_02 – Caçador Morro 02	40.000,00	100,00	400,00
CDOE_01 – Caçador Oeste 01	40.000,00	100,00	400,00
VICE_01 – Videira Centro 01	40.000,00	100,00	400,00
VIMO_01 – Videira Morro 01	45.000,00	100,00	400,00
VIMO_02 – Videira Morro 02	40.000,00	100,00	400,00
VIRP_01 – Videira Rio Das Pedras 01	40.000,00	100,00	400,00

Fonte: Autoria própria (2017)

A Tabela 4 demonstra o fluxo de caixa do investimento, trabalhando os cálculos de VPL, TIR e o Payback. Destaca-se o investimento total que a operadora terá que fazer para a implementação dos novos equipamentos e o lucro gerado em termos de economia com os alugueis dos equipamentos.

TABELA 4 - Fluxo de caixa do investimento

	0	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Fluxo de caixa final	-334.000	1274724,00	1274724,00	1274724,00
Fluxo de caixa acumulado	-334.000	940724,00	2215448,00	3490172,00
VPL	2675817,88			
TIR	378%			
Payback	Ano: 0	Mês: 3	Dia: 4	

Fonte: Autoria própria (2017)

4. Considerações Finais

A instalação de rádio *enlace* na rede de telefonia móvel é positiva, além de agregar várias melhorias que vão ser geradas para o sistema, como uma maior largura de banda para transferência de dados e voz e confiabilidade para o mesmo, podendo também ser inseridas novas tecnologias 2G, 3G e 4G no mesmo *enlace* de Rádio. É possível gerar economia e sustentabilidade para as empresas de telefonia móvel utilizando estas melhorias. O projeto é viável, pois na cidade de

Lages/SC já foram implantados os *enlaces* de rádios substituindo o sistema antigo de transmissão de modem SHDSL em 14 torres de telefonia da empresa.

O investimento total seria de 334.000,00 reais e a economia gerada no primeiro ano seria de 127.472,40 reais. Ou seja, se fossem realizados os investimentos o tempo de retorno seria muito curto. O retorno do investimento (*Payback*) seria possível em apenas três meses e três dias. O valor do investimento líquido atual (VPL) seria de 2.675.817,88 reais e a TIR de 378%, o que representa um ganho excelente em termos de economia de custos. Ao fazer uma análise temporal, ao longo dos anos constata-se uma perda financeira considerável para a empresa em estudo. Em função de sua postura mais conservadora a empresa perdeu grandes oportunidades de lucros maiores nas regiões em que realizará o investimento.

Referências

Agência Nacional de Telecomunicações. **Recuperação de Frequências**. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/stel/Consultas/RecuperacaoFrequencias/tela.asp?SISQSmodulo=9896>>. Acesso em: 26 out. 2015.

AGOSTINHO, Fábio Ribeiro et al. Estudo sobre a viabilidade financeira na atualização tecnológica de uma planta fabril: Utilização de motores elétricos de alta eficiência e iluminação LED. **Revista Espacios**, v. 38, n. 12, p. 5-17, 2017.

FERRARI, Antonio Martins. **Telecomunicações: evolução e revolução**. Érica, 2003.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo: Atlas**, 2002.

GOOGLE EARTH. Veja o mundo de uma nova perspectiva. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

GOOGLE EARTH BLOG. Fresnel Zones in Google Earth. 2018. Disponível em: <<https://www.gearthblog.com/>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

GODINHO, Silvio Martins et al. Análise de viabilidade econômica voltado para a redução de consumo de energia elétrica em uma linha de produção de uma indústria de cerveja. **Revista Espacios**, v. 38, n. 36, p. 1-13, 2017.

HARDWARE. Transferência de informações no rádio enlace. 2018. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

MIYOSHI, M.; SANCHES, A. C. **Projetos de Sistemas de Rádio**. 4 ed. São Paulo: Editora Érica, 2010.

PIAU, Diego de Brito. **Projeto de dimensionamento de enlace de rádio associado a atenuações devido à chuva utilizando Celplan e Pathloss**. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

RIGHEZ, Francisco Oscar et al. Análise de Viabilidade Técnica e Financeira de um Site de Internet Banda Larga Fixa. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 6, n. 4, p. 3537-3552, 2016.

SANCHES, Carlos Alberto. **Projetando redes WLAN: conceitos e práticas**. 2 ed. São Paulo: Editora Érica, 2007.

STEFENON, Stefano Frizzo et al. Diagnostic of Insulators of Conventional Grid Through LabVIEW Analysis of FFT Signal Generated from Ultrasound Detector. **IEEE Latin America Transactions**, v. 15, n. 5, p. 884-889, 2017.

TUDE, Eduardo. Enlace rádio digital ponto a ponto. 2004. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrdig/default.asp/>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

UNDER-LINUX. Telefonía móvel ponta a ponta. 2009. Disponível em: <<https://under-linux.org/>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

Recebido: 05/06/2017

Aprovado: 24/06/2018