

Uso de Rede de Telefonia Celular Comunitária para Inclusão Social e Digital na Amazônia

Lauro B. Castro, Giovanni Laredo, Emerson Oliveira, Marcus Dias, Francisco Muller e Aldebaro Klautau

Resumo—A implantação de redes comunitárias é um dos vários esforços feitos no mundo para reduzir o abismo digital. A maioria destas dependem unicamente de espectro não licenciado e de tecnologias como o IEEE 802.11 (WiFi). Neste trabalho os autores descrevem a adoção de uma rede de telefonia celular comunitária (especificamente 2G-GSM) operando em espectro licenciado capaz de usar telefones celulares convencionais e prover a inclusão social e digital em uma comunidade na floresta amazônica. A contribuição é demonstrar uma rede funcional, baseada em tecnologias open source, que será usada para fomentar a investigação do seu impacto na comunidade.

Palavras-Chave—Redes comunitárias, Inclusão digital, Telefonia celular, Rádio definido por software.

Abstract—Community networks deployment is one of several worldwide efforts to reduce the digital divide. Most of these networks rely entirely on IEEE 802.11 (WiFi). In this work, the authors describe the application of an communitary cellular telephone network (2G-GSM) operating on licensed spectrum and capable of using regular cellphones to provide social and digital inclusion in a community in the Amazon forest. The contribution is a functional network, based on open source technologies, which is used to foster research on the impact on the community.

Keywords—Community networks, Digital inclusion, Mobile telephony, Software-defined radio.

I. INTRODUÇÃO

O avanço da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) está sendo impulsionado pela crescente demanda de conectividade e da exigência de altas taxas dos novos serviços. Paralelamente, esforços estão sendo feitos para reduzir o abismo digital. Alguns desses, são esforços humanísticos que são menos articulados quando comparados com as estratégias adotadas no desenvolvimento de tecnologias com forte apelo, que têm consórcios globais como o da ITU-D (*Telecommunication Development Sector*) e o IEEE HAC (*Humanitarian Activities Committee*). Atualmente as TICs concentram-se em grandes cidades e seus centros urbanos.

Este trabalho visa contribuir para diminuir esta lacuna e descreve a segunda etapa de um projeto de inclusão social e digital denominado Celular Comunitário (CELCOM), que implantou células de telefonia móvel comunitárias com o uso de equipamentos de baixo custo em uma comunidade rural da Amazônia brasileira (Boa Vista do Acará - PA). Essa implantação está sendo usada como *testbed* para avaliar novas tecnologias e suas aplicações. Uma breve descrição dos aspectos técnico-econômicos e regulatórios dessa rede também é fornecida. Outra contribuição é a divulgação deste trabalho

LASSE - Grupo de Pesquisa em Engenharia Humanitária, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, E-mails: {lauro.castro, giovanni.leao, emerson.junior, marcus.dias}@itec.ufpa.br, {fmuller, aldebaro}@ufpa.br

que, através de ferramentas *open-source*, permite que comunidades possam gerenciar suas próprias redes comunitárias. Isso é importante para a sustentabilidade da rede e também para envolver a comunidade no processo de manutenção da mesma.

As próximas seções deste artigo estão organizadas da seguinte maneira: a Seção II explora o desafio de integrar digitalmente a Amazônia. Na Seção III tem-se uma breve descrição do projeto CELCOM. A Seção IV trata do licenciamento e uso do espectro eletromagnético para fins científicos e experimentais. Na Seção V são abordados aspectos da Rede 2G com o seu funcionamento e configuração da rede, assim como o seu custo. A Seção VI apresenta os impactos causados através da rede comunitária do CELCOM na comunidade alvo. Por fim, na Seção VII estão as considerações finais.

II. DIVISÃO DIGITAL DA AMAZÔNIA

Uma discussão ao longo da estatística do ICT4D indica que o Brasil está fora do escopo deste trabalho. Mas é pertinente para compartilhar preocupações sobre os números atuais que estão sendo compartilhados com a comunidade internacional, especialmente em relação à Amazônia brasileira. Por exemplo, informações fornecidas pelo Governo brasileiro, afirmam que o Brasil tem 99,89% de sua população já abrangidos pelo serviço telefônico móvel desde 2013 [1]. Como sempre, "cobertura" neste caso simplista conta para o "número de municípios que possuem telefonia", mesmo se apenas no centro da cidade. Em uma região como a Amazônia, é comum que mais de 80% da população esteja vivendo na área rural de um município que tem cobertura apenas no centro da sua cidade sede.

De fato, a grande área do Brasil e os contrastes regionais são grandes desafios para avaliar sua divisão digital interna. Desde a 1967, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Em 2005, a pesquisa da PNAD [2] coletou informações sobre as TICs em cada estado brasileiro [3]. Na área rural do estado do Pará, a PNAD 2005 coletou informações de 3.813 pessoas. A população do Pará era de aproximadamente 7 milhões de pessoas, mas a metodologia científica adotado pelo IBGE se encarrega de escolher uma amostra que é representativa de áreas urbanas e rurais, por causa de grandes custos envolvidos e as dificuldades de acesso a maiores áreas da Amazônia.

Para exemplificar como é difícil conduzir pesquisas na região amazônica, desde 1981 as PNADs cobriam todo o território brasileiro, mas a área rural de seis estados do norte do Brasil (Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá) sempre ficavam de fora das pesquisas devido à

imensa expansão territorial da Amazônia e o difícil acesso para chegar nas localidades. Somente em 2004, as PNADs começaram a abranger a área rural dos seis estados [4]. A Figura 1 mostra o mapa do estado do Pará, a localização dos dois Pilotos CELCOM e as 2.358 Estações Radio Base (ERBs) instaladas na área urbana de cada município que compõe o estado [5].

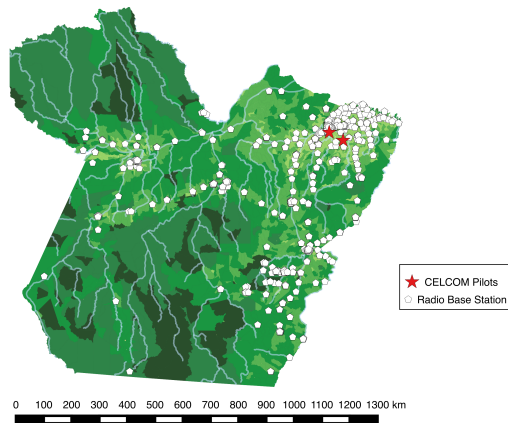


Fig. 1. Mapa da cobertura de Estações Rádio-Base no estado do Pará, incluindo estações comerciais (círculos) e os pilotos do projeto CELCOM (estrelas).

III. OBJETIVOS DO PROJETO CELCOM

O projeto CELCOM (Celular Comunitário) visa o desenvolvimento de novas tecnologias e a implantação de redes de informação e comunicação para pessoas que moram em áreas afastadas dos centros urbanos na região amazônica. O objetivo específico é implementar serviço de telefonia móvel em localidades não atendidas por nenhuma concessionária de telecomunicações e assim contribuir com a sua integração social e digital [6]. Os desafios são muitos e a seguinte estratégia foi adotada:

1. As comunidades alvo não têm qualquer serviço de comunicação e seus moradores são pessoas de baixa renda: agricultores de subsistência, pescadores, etc;

2. O projeto prioriza a telefonia e serviços que não requerem um *smartphone*;

3. A comunidade deve gerenciar sua própria rede de acesso, trabalhando e estabelecendo sua política de cobrança e mantendo um grupo de pessoas envolvidas na aprendizagem colaborativa;

4. O *backhaul* é, pelo menos inicialmente, subsidiado (patrocinado em uma parceria com o governo), bem como a ligação à rede pública de telefonia;

Além de prover a inclusão digital, o projeto CELCOM tem como objetivo construir uma rede de laboração em investigação, desenvolvimento e inovação em redes comunitárias. Essas redes serão organizadas como laboratório aberto, no sentido de fornecer equipamentos localizado na Universidade Federal do Pará (UFPA), que pode ser usado

remotamente ou pessoalmente pelos parceiros; no último caso, através de estágios e participação em oficinas. No final de 2016, a Universidade Federal do Pará (UFPA) recebeu financiamento do Departamento de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica (SECTET) para, em cooperação com a Empresa de Informação Tecnologia e Comunicações do Pará (PRODEPA), implantar dois pilotos CELCOM em duas comunidades locais no estado do Pará, ambas completamente isolados em termos de comunicações e serviços de Internet. São elas:

1. Boa Vista do Acará, comunidade rural da cidade do Acará - PA (coordenadas da localidade: $1^{\circ}30'44.2''S$ $48^{\circ}25'06.1''W$). Seu acesso é feito via fluvial em um tempo de quarenta minutos de Belém. É uma comunidade característica da floresta amazônica, sendo cercada por igarapés e rios. Na comunidade vivem cerca de 150 famílias [7] que contam com uma escola estadual de ensino fundamental e médio, um posto policial e um posto de saúde que estão localizados próximo ao único porto da comunidade.

2. Campo Verde, comunidade quilombola da cidade de Concórdia do Pará - PA (coordenadas da localidade: $1^{\circ}46'44.6''S$ $47^{\circ}57'81.5''W$) está localizada a 40 quilômetros do centro de Concórdia do Pará.

Apesar do projeto estar presente em duas comunidades, o foco deste trabalho será na comunidade de Boa Vista do Acará, já que no momento da escrita deste trabalho a mesma está com a rede completamente funcional.

IV. LICENCIAMENTO DO ESPECTRO DE FREQUÊNCIAS

O Projeto CELCOM busca mostrar a viabilidade técnico-econômica de se implementar redes GSM comunitárias na região Amazônica, e para tal levantou as possíveis soluções de licenciamento existentes atualmente no Brasil: a Licença Temporária, que tem um período curto (60 dias) e sem possibilidade de prorrogação [8], e o Serviço Especial Para Fins Científicos e Experimentais (SEFCE) [9], que além de ter um maior período (2 anos), atende a proposta científica e experimental do projeto, não exigindo certificação dos equipamentos do sistema GSM.

O SEFCE, cuja normatização é regida pela Lei no 9.472, de 16 de Junho de 1997 (Lei Geral de Telecomunicações) [10], é uma licença de maior duração e de caráter científico e experimental, como o próprio nome diz. Contudo, terminado o período de experimentação não é possível utilizar o sistema de forma permanente e sim prorrogá-lo. Ambas categorias de licença exigem o pagamento de taxas e tributos e operam em caráter secundário, ou seja, não podem causar interferências em sistemas primários (sistemas de radiocomunicação regularmente autorizados e que possuem a outorga do uso do serviço e respectivo licenciamento das frequências). O período de duração limitado, a operação em caráter secundário e os custos razoáveis para aquisição do licenciamento (mesmo que temporário) dificultam ou mesmo inviabilizam o uso contínuo dessas licenças. Assim, é preciso uma mudança na legislação brasileira de modo a contemplar essas redes alternativas, ao menos até que as redes comerciais possam alcançar essas comunidades isoladas ao longo do tempo. O projeto CELCOM atualmente utiliza a licença SEFCE nas comunidades alvo do projeto.

V. REDE DE TELEFONIA EM BOA VISTA DO ACARÁ

A rede GSM do CELCOM na comunidade foi projetada para cobrir uma área de aproximadamente 2 km. Esta cobertura é suficiente para suprir maioria da população da comunidade com o serviço de telefonia. As antenas direcionais (modelo ANR10-J07HN-D) foram instaladas na Associação de Produtores Orgânicos de Boa Vista (APOBV), onde a ERB (modelo LiteCell 1.5) do fabricante NURAN [10] foi instalada a 18 metros de altura em uma torre estaiada adquirida pelos moradores da comunidade. Desta maneira, a rede é capaz de cobrir os principais prédios públicos da localidade: escola municipal, posto de saúde, posto policial e o porto fluvial, este último é um local de grande movimentação e onde se encontra grande parte dos comércios da comunidade. A Figura 2 ilustra a área de cobertura da rede.

A rede CELCOM utiliza a frequência de 900 MHz, que como padrão, foi desenvolvida para ampliar a capacidade de canais de Radio frequência [12] e assim suportar mais usuários por cada canal, possibilitando a realização de chamadas de voz e troca de mensagens dentro da rede. Como parte do estudo, foram escolhidas vinte pessoas para agregar a rede de telefonia dentre quais estão membros da escola, agentes de saúde e colaboradores da APOBV. Esta métrica serve para o não congestionamento da rede e também de teste para o piloto de Boa Vista.

Cada usuário recebe um determinado valor de crédito, que pode ser recarregado a qualquer momento pelo gerente da rede na localidade, responsável pela recarga e cadastro dos usuários na rede CELCOM.

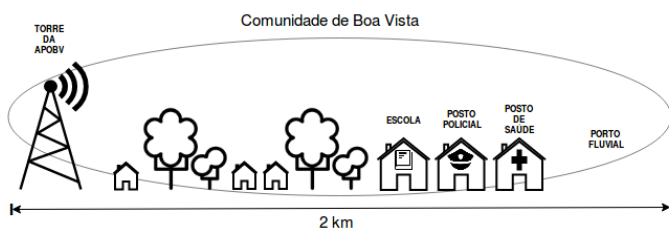


Fig. 2. Cobertura da rede GSM CELCOM em Boa Vista.

A. Chamadas Externas à rede

Após cadastro no sistema, os usuários podem fazer ligações e usar o serviço de SMS da rede interna do CELCOM. Porém, para fazer chamadas para uma determinada localidade fora da comunidade de Boa Vista, é necessário o uso de uma rede de dados para que, através da tecnologia VoIP, as ligações sejam transmitidas pelo *backhaul* fornecido pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Tecnicamente, o provimento das ligações externas via VoIP se dá pela conexão de um software PABX local com um provedor VoIP. Neste trabalho, foi utilizado o FreeSWITCH [13] como PABX e sua conexão foi feita com os ramais providos pela UFPA. Dado isto, é preciso que o FreeSWITCH conheça o IP da placa com a qual irá se conectar e encaminhar as ligações destinadas à uma rede pública de telefonia (Public Switched Telephone Network - PSTN, do inglês). Assim, toda ligação

com destino desconhecido internamente será automaticamente encaminhada à central telefônica da UFPA, onde as placas conectadas via IP com o FreeSWITCH farão o roteamento para a PSTN, a fim de encontrar um correspondente deste número discado.

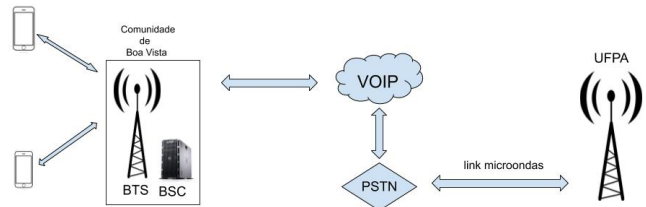


Fig. 3. Diagrama de blocos para ligações externas na rede CELCOM.

B. Configurações do RAI

Para gerir a rede de telefonia, é necessário utilizar um *software* que possa gerenciar as chamadas, acessar o banco de dados do sistema para cadastro de usuários, recarga de crédito, entre outros. O projeto utiliza atualmente o *Rhizomatic Community Cellular Network (RCCN)*, que é um *software* desenvolvido pela Rhizomatica [14]. Para facilitar os recursos fornecidos pelo RCCN, uma interface gráfica de usuário possibilita bom entendimento, tanto pelos desenvolvedores quanto pelos líderes comunitários das localidades alvo. A Figura 4 mostra um gráfico da quantidade de ligações e minutos utilizados no período de fevereiro a maio de 2019 em Boa Vista do Acará.

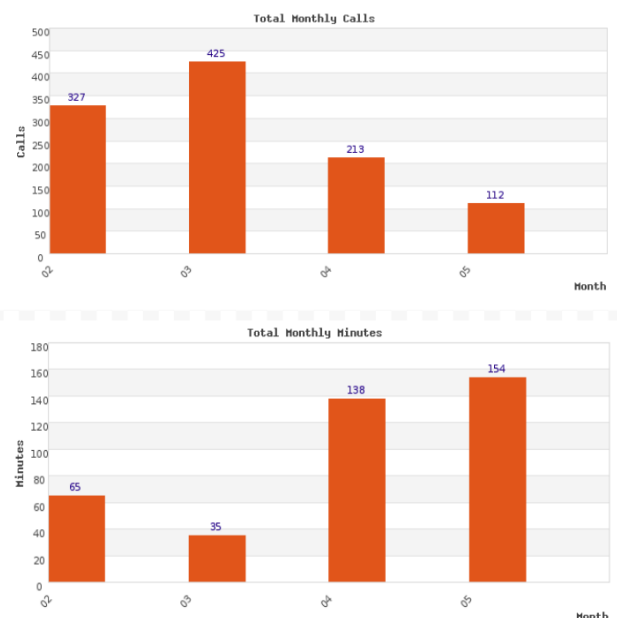


Fig. 4. Quantidade de ligações e minutos utilizados no período de fevereiro a maio de 2019 em Boa Vista do Acará apresentados pelo *software* RCCN.

C. Medição de Nível de Sinal na Comunidade

Foram realizadas medições de nível de sinal na faixa de 900 MHz na comunidade de Boa Vista com o intuito de observar

o tamanho da célula e em quais pontos da comunidade a rede possui um bom nível de sinal.

As medições foram realizadas nos ramais da comunidade utilizando um smartphone da marca Xiaomi, modelo Mi A2 (este aparelho é pertencente a um dos integrantes do projeto CELCOM), com antena de ganho 0 dBi. Foi utilizado o aplicativo G-Net Track [15], que funciona com GPS do celular e que mostra instantaneamente o nível de sinal, conforme ilustrado na Figura 5. O aplicativo permite adquirir diversas informações da rede, tais como: coordenadas geográficas, nível de sinal, níveis de interferência, taxas de transferência de dados tanto em *downlink* quanto em *uplink*.

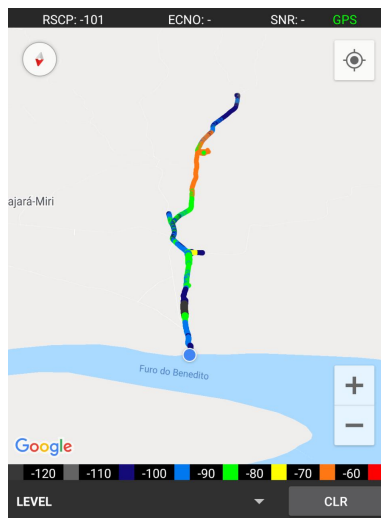


Fig. 5. Medição de potência (dBm) de sinal em diversos pontos da comunidade de Boa Vista do Acará obtida com o G-NetTrack.

D. Custos da Rede de Boa Vista do Acará

O projeto CELCOM procura disseminar o conceito de redes comunitárias através de *softwares* de código aberto e *hardwares* de baixo custo. Para isso foram feitos vários levantamentos de custos de equipamentos que atenderiam a rede de forma satisfatória. A Tabela I mostra o custo de cada componente usado para compor a rede de Boa Vista do Acará.

TABELA I
CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS DA REDE GSM CELCOM.

Equipamentos	Valor (R\$)
NURAN	27.000,00
Antenas direcionais - 2 uni	670,00
Cabos e Conectores Tipo-N/SMA	30,00
Computador	2.000,00
Licença Espectro da Anatel (SEFCE)	735,39
Cabo Coaxial RGC-58 25 m	60,00
Cabo de Rede Cat6 305 m	360,00
TOTAL	30.855,39

O custo da rede GSM CELCOM varia de acordo com as necessidades da comunidade. Como se tratam de comunidades isoladas é muito comum a falta de recursos técnicos como infraestrutura vertical (torres) para receber os equipamentos irradiantes e até o fornecimento de energia elétrica da localidade.

E. Dificuldades

Quanto aos aspectos técnicos, um dos principais problemas encontrados foi o fornecimento de energia elétrica de baixa qualidade para as comunidades isoladas ou a total falta de prestação do serviço. No caso de uma comunidade não ser assistida pela concessionária de energia elétrica, o custo de implantação do piloto aumenta, pois há a necessidade de instalação de um sistema de energia solar que possa dar suporte aos equipamentos da rede de celular comunitária.

Em Boa Vista do Acará, há fornecimento de energia elétrica, porém é de baixa qualidade, sofrendo subtensão, oscilações de potência e quedas de energia frequentes. Alguns aparelhos já sofreram danos ou mau funcionamento devido à instabilidade da rede elétrica. Para isso, os integrantes do CELCOM irão instalar o sistema fotovoltaico para a resolução do problema. O sistema ficará totalmente fora da rede, independente da distribuidora de energia do estado do Pará. O dimensionamento do sistema conta com: dois painéis solares, controlador de carga, banco de baterias, inversor de tensão e a carga (os dispositivos que o sistema abastece). A Tabela II mostra os principais componentes, com seus respectivos valores médios (cotados em maio de 2019), que irão compor o sistema fotovoltaico de Boa Vista.

TABELA II
PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOA VISTA, COM SEUS RESPECTIVOS VALORES.

Equipamentos	Valor (R\$)
Módulo Fotovoltaico	1.200,00
Banco de baterias	1.700,00
Inversor de tensão	700,00
Controlador de carga	3.000,00
TOTAL	6.600,00

Outra dificuldade encontrada se dá na segurança e alocação dos equipamentos do sistema de telefonia. Geralmente, a infraestrutura civil encontrada nessas localidades é bastante precária. Assim, ainda no dimensionamento da rede na localidade, busca-se realizar uma conversa com membros da comunidade com o objetivo de explicar o funcionamento da rede CELCOM e como essa rede pode trazer benefícios à população local. Além disso, é feita uma conscientização sobre a necessidade de segurança e cuidados com os equipamentos na tentativa de obter uma maior vida útil do equipamento e o bom funcionamento da rede.

VI. RESULTADOS E TRABALHOS FUTUROS

Dada a falta de interesse das grandes operadoras comerciais em áreas escassamente povoadas como a Amazônia, o conceito de redes comunitárias torna-se uma alternativa importante para a inclusão digital. Na comunidade de Boa Vista do Acará, por exemplo, a nova rede GSM envolveu as atividades dos produtores da APOBV (Figura 6) e também de quem trabalha o ecoturismo da região.

Nesta fase, o CELCOM conecta pessoas via tecnologia GSM enquanto trabalha para evoluir para as tecnologias 4G e 5G. A equipe do CELCOM vem trabalhando com o LTE (*Long Term Evolution*) usando o *Open Air Interface* (OAI)



Fig. 6. Colaborador da APOBV usando a rede de telefonia do CELCOM.

[16] da Eurocom [17] e *hardwares* como (*Universal Software Radio Peripheral* (USRP) para os seus primeiros testes ainda em laboratório.

Alguns moradores da comunidade e da associação são escolhidos para receberem treinamentos e capacitação para conhecimento da rede e manutenção básica dos equipamentos (Figura 7). É importante que esta assistência seja prestada, pois é uma forma de habilitar os próprios comunitários para o uso do sistema. Além disso, são feitos minicursos, ministrados por integrantes e voluntários do projeto CELCOM, que englobam conceitos de informática básica e inclusão digital. Essas palestras e treinamentos são realizados semestralmente em um evento chamado Caravana CELCOM.

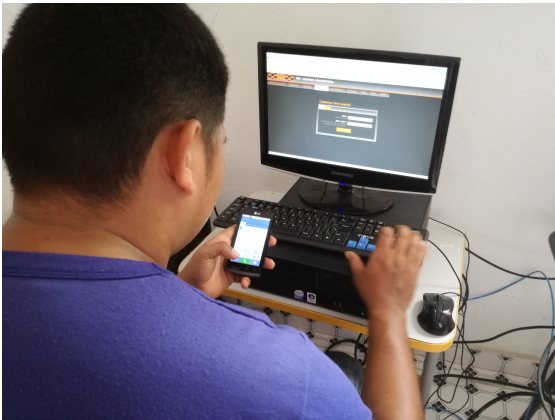


Fig. 7. Colaborador da APOBV em treinamento para o uso do sistema de gerenciamento da rede GSM em Boa Vista do Acará.

Juntamente à telefonia, estuda-se integrar sistemas de Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) [18] e outras aplicações de *e-health* ao CELCOM. Estas ferramentas visam auxiliar o trabalho de médicos e profissionais de saúde para dar assistência a comunidades rurais distantes dos centros urbanos.

VII. CONCLUSÃO

As TICs são peças fundamentais para o desenvolvimento econômico e social de uma determinada localidade. A rede de telefonia comunitária do projeto CELCOM trouxe aos moradores da comunidade de Boa Vista uma nova ferramenta de comunicação dentro da comunidade. Além de permitir a

troca de mensagens de texto entre os moradores, agora é possível realizar chamadas externas à rede através da tecnologia VoIP e dessa forma integrar digitalmente e socialmente uma determinada localidade ao mundo. Assim o projeto CELCOM contribui com a diminuição, iniciando pela região norte, do abismo digital por meio de redes comunitárias de baixo custo.

VIII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os participantes do CELCOM. O financiamento para os pilotos do CELCOM é da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica do Estado do Pará (SECTET), em cooperação com a Empresa de Processamentos de Dados do Pará (PRODEPA), CAPES e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), número do processo 2015/24508-9.

REFERÊNCIAS

- [1] ICT Facts 2013 - telecommunications statistics itu-t, [http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2013/ITUKey 2005-2013 ICT data.xls](http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2013/ITUKey%202005-2013%20ICT%20data.xls), 2013. Acessado em: 19-05-2019.
- [2] IBGE. Pesquisa PNAD. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv33982.pdf>.
- [3] ITU. Partnership on measuring ict for development - <http://www.itu.int/en/itu-d/statistics/pages/intlcoop/partnership>.
- [4] IBGE. Pesquisas populacionais. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v22n2/v22n2a06.pdf>
- [5] ANATEL, Agência Nacional de Telecomunicações. Relatório das Estações por Localidades. Disponível em: <https://sistemas.anatel.gov.br/stel/consultas/ListaEstacoesLocalidade/tela.asp?pNumServico=010>, Acessado em: 20-05-2019.
- [6] LEITE, Jeferson Breno Negrão. Projeto de Telefonia Celular GSM baseada em *Open Source* e *Open Hardware* para Comunidades Rurais Isoladas e Carentes na Região Amazônica: Estudo de Caso em Itabocal – Irituia – Pará. Dissertação de Mestrado, PPGEE-UFPA, 2014.
- [7] Garupa - Sinestesia tropical - comunidade de boa vista do acará. Disponível em: <http://garupa.org.br/guia-garupa/boa-vista-acara-gabiraba/>. Acessado em 18-05-2019.
- [8] RESOLUÇÃO n 635 ANATEL. Regulamento de Autorização de Uso Temporário de Radiofrequências. Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). D.O.U. maio. 2014.
- [9] Regulamento do Serviço Especial para Fins Científicos e Experimentais (SEFCE). Agência Nacional de Telecomunicações -ANATEL. Disponível em: <http://sistemas.anatel.gov.br/SACP/contribuicoes/TextoConsulta.asp?CodProcesso=CPSEFCETipo=1Opcao=>. Acessado em: 25-05-2019.
- [10] Lei das telecomunicações - Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil-03/leis/19472.html>
- [11] GSM NURAN LiteCell - Disponível em: <http://nuranwireless.com/wp-content/uploads/2016/02/NuRAN-GSM-LiteCell-1.5.pdf>
- [12] Redes GSM - Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos-vf-2008-2/ricardo/1-2.html>. Acessado em: 20-05-2019.
- [13] “Freeswitch,” <https://freeswitch.com/>, Acessado em: 23-05-2019.
- [14] “Rhizomatica - What We Do,” - Disponível em: <https://www.rhizomatica.org/what-we-do/>. Acessado em: 23-05-2019.
- [15] “G-NetTrack, - Disponível em: <https://apk-dl.com/gnettrack-pro/com.gyokovsolutions.gnettrackproplus>.
- [16] OpenAirInterface, “Overview”. Disponível em: https://www.openairinterface.org/?page_id=2762. Acessado em: 16-04-2019.
- [17] EURECOM, “pySim Wiki”. Disponível em: <https://osmocore.org/projects/pysim/wiki>. Acessado em: 16-04-2019.
- [18] Prontuário Eletrônico do Paciente - PEPE. Disponível em: <https://www.pixeon.com/blog/pep-prontuario-eletronico-do-paciente/>. Acessado em: 20-05-2019