

Mestrado Profissional
Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais

RAFAEL POMPEU DIAS

**VULNERABILIDADE DE COMUNIDADES NO ENTORNO DE UMA
LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
SÃO LUÍS - MARANHÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais, área de Ciências Ambientais, do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV).

Orientador: Dr. Jorge Manuel Filipe dos Santos

Belém – PA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D541

Dias, Rafael Pompeu

Vulnerabilidade de Comunidades no Entorno de uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica em São Luís – Maranhão / Rafael Pompeu Dias -- Belém-PA, 2018.

58 f.: il.

Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2018.

Orientador: Jorge Manuel Filipe dos Santos, Doutor

1. Vulnerabilidade Socioeconômica. 2. Linha de Transmissão. 3. Comunidades. I. Título

CDD.23ed. 304.61

Bibliotecária Responsável: Nisa Gonçalves / CRB 2 - 525

RAFAEL POMPEU DIAS

**VULNERABILIDADE DE COMUNIDADES NO ENTORNO DE UMA
LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
SÃO LUÍS - MARANHÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais, área de Ciências Ambientais, do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV).

Data da aprovação: 30 de outubro de 2018

Banca examinadora:

Dr. Jorge Manuel Filipe dos Santos
Orientador – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Dr. Valente José Matlaba
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Dr. Válber de Almeida Pires
Membro externo – Bolsista de Pós-Doutorado (Capes)

*“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação...
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados”*

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Francisco e Rozivane que foram os maiores patrocinadores e incentivadores deste trabalho.

Aos meus Avós, Ana (*in memorian*), Nelson (*in memorian*) e Joana, que deram enorme contribuições de vida, e me auxiliaram em caminhos a traçar.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jorge Manuel Filipe dos Santos, que se propôs a me auxiliar e orientar a traçar os objetivos e esteve acompanhando a construção e elaboração da pesquisa, agradeço pela paciência e pelo apoio.

Ao Prof. Dr. José Aroudo Mota que me deu a oportunidade de ingressar nesse grupo de pesquisa, articulou o trabalho de campo e me auxiliou na elaboração dos dados estatísticos para que pudesse consolidar a pesquisa, muito obrigado.

Aos Professores Dr. Valente Matlaba e Dra. Rosa Paes, pelo apoio e pelas conversas e dicas que foram fundamentais na consolidação, muito obrigado.

A todos os componentes do grupo de socioeconomia do Instituto Tecnológico Vale – Desenvolvimento Sustentável, que desde o início de 2017 me acolheram de uma maneira muito agradável, e me proporcionaram experiências únicas de pesquisa.

Aos meus amigos de turma e grupo de pesquisa: Leoni e Diego, que junto a mim constituíram essa equipe maravilhosa, com muita integração e eficiência, e estiveram ao meu lado nos altos e baixos desses anos de ITV, muito obrigado amigos.

Aos meus amigos de grupo de pesquisa: Leon, Sérgio, Lilyan, Eduardo, Charles, Laís, Thiago, Ida, Válber, Bernadete, que me apoiaram e auxiliaram, no trabalho de campo realizado, e pelas conversas e risos compartilhados, assim como também pelas grandes discussões de metodologia, referenciais e problemáticas, muito obrigado.

A todas as pessoas que tive contato no ITV/DS, meus companheiros de classe, porteiros, recepcionistas, serventes, bolsistas, pesquisadores, técnicos e professores, muito obrigado pelo apoio.

Aos meus orientadores de bolsas de Pesquisa e Extensão, Mario Benjamim Dias e Ana Georgina Ferreira Ribeiro, que me apoiaram no ingresso e durante o mestrado.

Aos meus professores da UFRA Tabilla, Carlos e Mayara, que me apoiaram no ingresso do mestrado, mesmo estando fazendo minha segunda graduação de Eng. Cartográfica e Agrimensura, muito obrigado.

A minha irmã Fernanda e minha prima Lorena, que me apoiaram, e sempre tiveram presentes durante esses 2 anos.

Ao meu amigo Mateus Santana, que apareceu como um grande incentivador e apoiador em minha vida acadêmica e profissional, e sempre está ao meu lado nos momentos bons ou ruins, agradeço imensamente pelo apoio.

A tia Madalena e aos meus demais familiares que contribuíram e sempre torceram para o meu sucesso profissional.

Aos meus amigos da UFRA e da UFPA que aguentaram meus momentos de surto, falta de noção, falta de empatia com o próximo, mas que no final tudo termina em pizza, e todos se amando, muito obrigado pelas brigas pois se tudo fossem flores seria muito chato, obrigado pelo apoio.

Aos meus amigos técnicos da GEMAM/SEMAS, em especial a Catarina Sanchez e Rodolfo Gadelha, que sempre me apoiaram e me auxiliaram durante minha fase de estágio, e tiveram grande influência em meu crescimento profissional.

A todas as pessoas que de alguma forma direta ou indiretamente me auxiliaram na construção desse trabalho, muito obrigado.

RESUMO

A área de implantação de uma linha de transmissão é restrita para a ocupação humana para garantir a segurança das pessoas e da infraestrutura e para facilitar as inspeções preventivas. No entanto, por vezes, essas áreas são ocupadas por populações de baixos recursos, gerando uma situação de risco. Esta pesquisa tem como objetivo caracterizar e analisar a vulnerabilidade da população residente nas faixas de servidão de uma linha de transmissão de energia elétrica, que se estende da ELETRONORTE até às instalações portuárias da empresa Vale, no município de São Luís, Maranhão, e compará-la à vulnerabilidade de comunidades vizinhas. A metodologia utilizada é baseada em dados obtidos por *survey* nas comunidades estudadas, focando fatores socioeconômicos. Os dados obtidos foram tratados e analisados estatisticamente. O índice de vulnerabilidade foi definido a partir das variáveis selecionadas usando a metodologia de componentes principais. As médias do índice de vulnerabilidade foram comparadas, por meio do *software* SPSS, usando a metodologia de Kruskal-Wallis. Como resultado, verificou-se que as famílias residentes no Linhão possuem uma vulnerabilidade classificada como muito alta e as famílias das comunidades vizinhas possuem vulnerabilidade alta, com exceção da comunidade de Sitinho, que também tem vulnerabilidade muito alta. Conclui-se assim que os níveis de vulnerabilidade são bastante altos em toda a região, mas as famílias que ocupam a faixa do Linhão estão em situação ainda mais precária.

Palavras-chave: Vulnerabilidade socioeconômica, linha de transmissão, comunidades.

ABSTRACT

The area of implantation of a power line is restricted to human occupation to guarantee the safety of people and infrastructure and to facilitate preventive inspections. However, sometimes these areas are occupied by populations of low resources, generating a risk situation. This research aims to characterize and analyze the vulnerability of the population living close to an electric power transmission line, which extends from ELETRONORTE to the harbor facilities of Vale company, in the municipality of São Luís, State of Maranhão. Subsequently, that vulnerability is compared to that of the neighboring communities. The area of the transmission line is restricted to the human occupation in order to guarantee the security of the people, the infrastructure and to facilitate preventive inspections. The used methodology is based on data obtained by survey in the studied communities, focusing on socioeconomic factors. The obtained data were processed and analyzed using principal component analysis. The vulnerability index means were compared using the SPSS software through the Kruskal Wallis methodology. We found that the households in Linhão have very high vulnerability and those in neighboring communities have high vulnerabilities, except the community of Sitinho, which has also very high vulnerability. In conclusion, the levels of vulnerability are very high throughout the entire region, but the households located in the Linhão area are even more precarious.

Key-words: Socioeconomic vulnerability, transmission line, communities.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.....	20
Figura 2: Vista das torres de alta tensão.....	21
Figura 3: Casa em estilo taipa construída em área de erosão do solo.....	22
Figura 4: Localização da comunidade de Pedrinhas.....	23
Figura 5: Localização da comunidade de Vila Jacu.....	24
Figura 6: Localização da comunidade de Sitinho.....	24
Figura 7: Localização da comunidade de Vila Conceição.....	25
Figura 8: Localização da comunidade de Gapara.....	26
Figura 9: Localização da comunidade de Fumacê.....	26

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1: Número de <i>surveys</i> por comunidade.....	35
Tabela 2: Critérios definidores das variáveis categóricas.....	36
Tabela 3: Características socioeconômicas dos domicílios do Linhão e das outras comunidades pesquisadas.....	43
Tabela 4: Comparação da Renda <i>per capita</i> das comunidades com regiões de referência	44
Tabela 5: Peso de cada componente principal.....	45
Tabela 6: Índice de Vulnerabilidade das comunidades pesquisadas.....	46
Tabela 7: Teste de normalidade para os dados das comunidades.....	48
Tabela 8: Teste de homogeneidade para variância da vulnerabilidade das comunidades.....	48
Tabela 9: Resultados dos testes de Krukall-Wallis entre as médias de vulnerabilidade das comunidades, nível de significância de 5%.....	49

LISTA DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1: Classes de vulnerabilidade.....	38

LISTA DE EQUAÇÕES

	Pág.
Equação 1: Cálculo para geração do Índice de Vulnerabilidade.....	37
Equação 2: Cálculo para geração do índice de vulnerabilidade com pesos.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Médias de vulnerabilidades por comunidades.....	47

APÊNDICES

	Pág.
Apêndice I: <i>Survey</i> de Vulnerabilidade e vocações de comunidades Maranhenses: o caso do linhão de São Luís.....	55
Apêndice II: <i>Survey</i> da II Expedição à Estrada de Ferro Carajás: realidade e percepção das comunidades.....	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas

CEPRAN - Centro de Estudos e Pesquisas Contra Radiações Nocivas

DNAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

EFC - Estrada de Ferro Carajás

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A

FEPERGE - Fundação José Barbosa Marcondes de Estudos e Pesquisas de Efeitos de Radiações Geopatogênicas e Eletromagnéticas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

ITERMA - Instituto de Terras do Maranhão

MME - Ministério de Minas e Energia

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

VLI - Valor da Logística Integrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Área de Estudo	19
1.2. Comunidades no Entorno da Linha de Transmissão	22
2. OBJETIVOS	27
2.1. Objetivos Gerais	27
2.2. Objetivos Específicos.....	27
3. REVISÃO DE LITERATURA	27
3.1. Linha de transmissão de energia elétrica	27
3.2. Vulnerabilidade socioeconômica	31
4. MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1. Material de pesquisa	35
4.2. Método de análise.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1. Características socioeconômicas do linhão e comunidades vizinhas ..	40
5.2. Índice de vulnerabilidade das comunidades e teste de hipótese	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7. REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE I	55
APÊNDICE II	57

1. INTRODUÇÃO

Toda energia gerada em usinas hidrelétricas ou termelétricas é interligada através de linhas de transmissão. Para o bom funcionamento dessas linhas, uma série de medidas deve ser tomada, tal como inspeções preventivas, manutenção de estruturas, melhorias, cabos, isoladores, fundações, inspeção dos equipamentos das subestações, além da realização de eventuais manutenções corretivas. Ainda se faz necessário realizar um monitoramento planejado para evitar a ocupação humana no entorno da infraestrutura.

A energia elétrica é distribuída aos consumidores, em diferentes tensões (voltagens). Quanto maior é sua tensão, maior será a área reservada para faixa de segurança (faixa de servidão). Essa faixa é a área abaixo da linha de transmissão onde a ocupação do terreno se torna restrita. Essa restrição se dá para garantir a segurança da população e da infraestrutura e para facilitar as inspeções preventivas, operações de manutenção e outras atividades que visam garantir o bom funcionamento do conjunto de equipamentos que compõem as linhas de transmissão (CUCCO, *et. al.* 2007). Desta forma, esta infraestrutura condiciona fortemente uma porção do espaço geográfico onde está implantada.

O espaço geográfico é simultaneamente o produto e o produtor de diferenciações sociais e ambientais, tendo importante reflexo na vida das populações (SANTOS, 1994). O espaço reflete e reproduz desigualdades, não apenas socioeconômicas, oriundas de distribuição de riqueza e renda, mas também formas díspares de exposição às ameaças ambientais vivenciadas por diferentes estratos sociais, culturais, étnicos, entre outros (GOUVEIA e HEBERMANN, 2007).

A produção do espaço acrescenta valores e significados ao uso da terra, e os usos representam a forma física do mundo social e a base para a prática regulatória, traduzida pela ocupação e uso do solo (GOUVEIA e HEBERMANN, 2007). Esses processos tendem a valorizar regiões com melhores condições ambientais em detrimento de áreas degradadas (BARCELLOS, 2002).

Além disso, pode haver também questões relacionadas aos desastres naturais (raios, queimadas, inundações, erosões, entre outros) em áreas de ocupações irregulares. Problemas como a precariedade de política habitacional

urbana levam a população a se deslocar para áreas próximas aos centros urbanos ocupando áreas de risco (ZUQUETTE e PEJON, 2004).

A área onde o projeto se localiza e a construção de uma linha de transmissão de energia elétrica já podem ser considerados de risco, quando se trata as questões de ocupação habitacional ao redor; com relação ao meio ambiente, nunca se espera do projetista desta linha que a faixa de servidão esteja ocupada irregularmente, uma vez que a legislação impede esta prática, mas quando isso ocorre é uma situação que causa preocupação da sociedade (LIMA, 2012).

O foco deste estudo é a faixa de segurança da linha de transmissão que liga a Subestação São Luís II, da Eletronorte, com o complexo industrial portuário de Ponta da Madeira da Vale, em São Luís. Através de inspeções no terreno, de filmagens com drones e de imagens de satélite, foi possível detectar a presença de inúmeras ocupações irregulares nessa área. Essas ocupações incluem a construção de moradias, campos de futebol, muros, cercas, criação de gado e açudes. A expansão urbana de São Luís tem aumentado a pressão sobre a faixa de concessão, o que dificulta o controle da área pela concessionária. Além disso, essas ocupações irregulares interferem com as operações de manutenção da rede e podem ocasionar interrupções no fornecimento de energia. A possibilidade de incidentes e até de acidentes promovidos por vandalismo, por falhas no sistema, por desastres naturais, como vendavais e chuvas fortes, são problemas que podem afetar gravemente a infraestrutura e as populações no seu entorno (LIMA, 2012).

Tendo em conta os problemas descritos anteriormente, surgiu a necessidade de desenvolver uma pesquisa para analisar a vulnerabilidade socioeconômica dos domicílios levando em conta essas situações encontradas na área. Com isso, podem ser planejadas ações visando coibir a ocupação irregular, principalmente nos locais próximos às torres e abaixo da linha de transmissão, onde a ocupação passa a ser restrita por risco exposto à linha e à saúde da população residente.

A principal pergunta de pesquisa adotada neste trabalho foi a seguinte: a vulnerabilidade dos domicílios situados ao longo do Linhão é igual àquela verificada nos domicílios das comunidades vizinhas?

1.1. Área de Estudo

A linha de transmissão de energia elétrica estudada está localizada no município de São Luís, no estado do Maranhão. Como referido, é uma faixa de terreno que se estende desde a Subestação São Luís II da Eletronorte (distribuidora de energia) até ao complexo industrial portuário de Ponta da Madeira da Vale. Essa infraestrutura tem uma extensão de aproximadamente 21 km e é constituída por 52 torres de alta tensão (Figura 1). A área de servidão a ser adotada nesta pesquisa é composta por uma faixa com 120 metros de largura, sendo 60 metros para cada lado do eixo da linha de transmissão. O trecho considerado para a realização da análise da população residente será entre as torres 6 e 31, dado que é essa a área mais sujeita a invasões. Também são consideradas as sub-regiões de servidão correspondentes a faixas de 17,5 e 30 metros para cada lado do eixo da linha.

A área abordada nessa pesquisa se caracteriza como predominantemente periférica¹, pois tem uma certa continuidade com o tecido urbano da cidade e não está inserida em zona rural. Porém, a pavimentação asfáltica e a iluminação pública são praticamente inexistentes, assim como outros equipamentos urbanos.

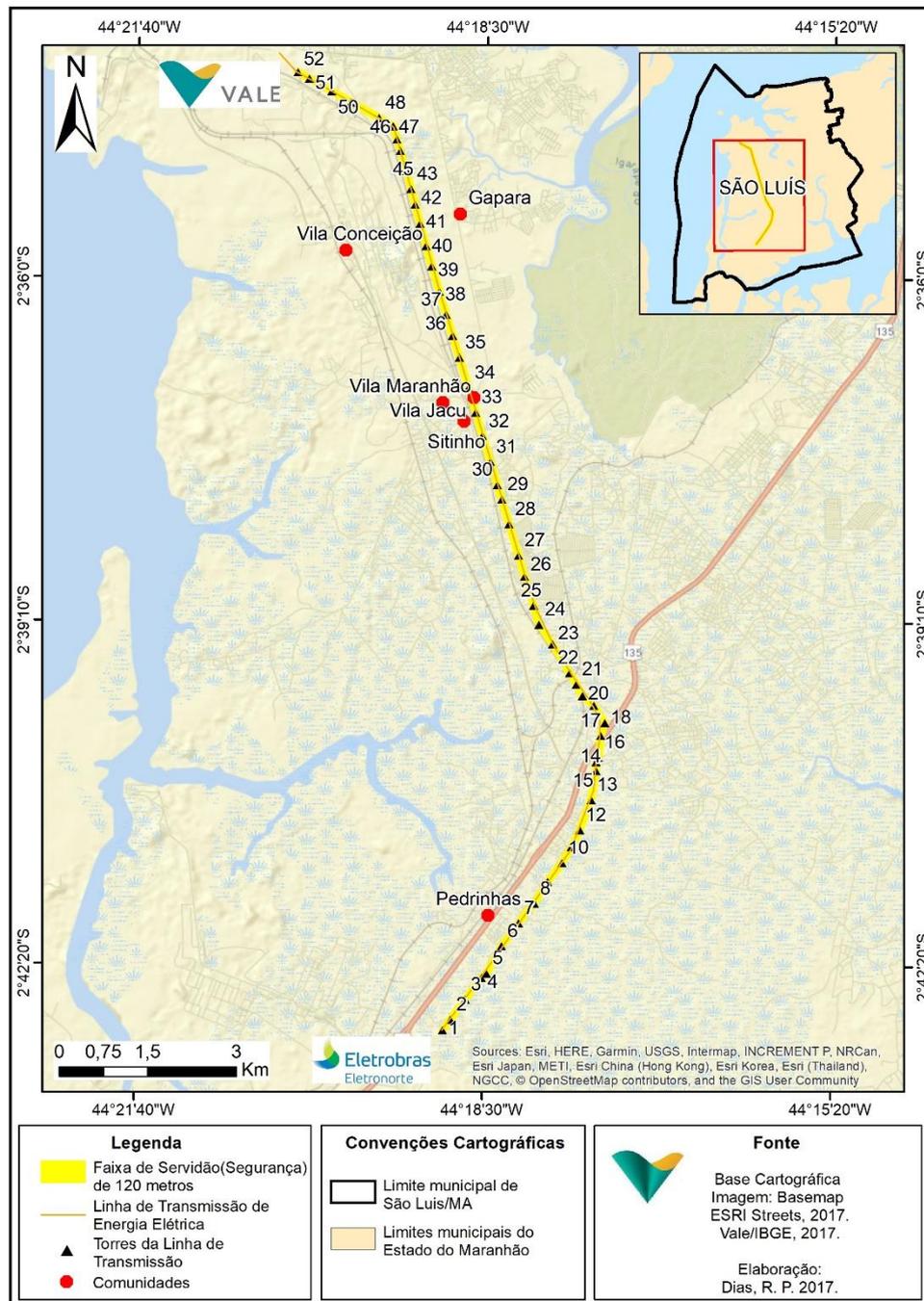
A Gerência de Força e Energia da Vale faz inspeções e manutenções da linha e da faixa de servidão, mantendo a área limpa e o terreno plano. Este contexto serve como atrativo para ocupações irregulares de lotes para a construção de imóveis residenciais e outras atividades humanas.

As características da região são marcadas pela informalidade na ocupação do espaço. Ruas estreitas vão se constituindo a partir das necessidades da população que se instala no local. Este fenômeno produz um tecido urbano onde os serviços básicos como, por exemplo, a coleta de lixo e os serviços de corpo de bombeiros ou ambulâncias têm grande dificuldade de acesso. É o que acontece com os espaços localizados próximos a faixa de servidão, que se constituem com ausências de estratégias de planejamento municipal. Mesmo havendo a

¹ O conceito de periferia abrange a classificação onde são áreas da cidade localizadas nos arredores do espaço urbano. Configuram-se como faixas de espaços que possuem: a) áreas urbanizadas nos limites do espaço urbano contínuo; b) áreas com urbanização incipiente ou se encontram marcadas por uma forte esterilização urbana (CORREA, 1986).

existência do plano diretor do município de São Luís, esses espaços possuem inúmeras necessidades face as condições de risco que apresentam.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Segundo Mendonça (2009), dentro dos principais processos de dinâmica superficial desencadeadores de risco podem-se encontrar as inundações, as erosões de margem de canais fluviais e os diversos tipos de movimentos de

massa, a topografia e o relevo, o clima e o índice pluviométrico, o tipo de solo, o desmatamento e a ocupação irregular.

O município de São Luís está inserido em uma região de transição climática do semiárido nordestino e tropical úmido amazônico, sendo considerado como um clima tropical chuvoso, com médias anuais de precipitação de 1800 mm (ANA, 2005). As chuvas concentradas, juntamente com o uso e ocupação do solo mal planejado, podem acelerar a degradação ambiental. Isto porque as encostas desprotegidas de vegetação, e as declividades das encostas são algumas das condições que podem acelerar os processos erosivos, como foi observado em pesquisa de campo (Figuras 2 e 3). Tal como é referido por Mendonça (2009), a desestabilização das encostas, feita pela construção de casas populares, assim como a retirada de vegetação, a exploração de materiais e a grande impermeabilização do solo podem provocar o desencadeamento de uma série de problemas relacionados com movimentos de massa.

Figura 2. Vista das torres de alta tensão



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Figura 3. Casa em estilo taipa construída em área de erosão do solo



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Partindo das características urbanas encontradas, pode-se observar que, em geral, as populações mais desfavorecidas geralmente habitam áreas mais degradadas, pois o acesso a essas áreas é mais fácil; quando se trata em questões financeiras, são mais baratas, e isso quase sempre resulta em uma intensificação da precariedade em todos os níveis de pobreza, pois o uso dessas áreas sem a construção da devida infraestrutura necessária tende a se degradar cada vez mais, aumentando assim o processo da desigualdade social, onde se inserem a vulnerabilidade ambiental e social (TORRES, 2006).

1.2. Comunidades no Entorno da Linha de Transmissão

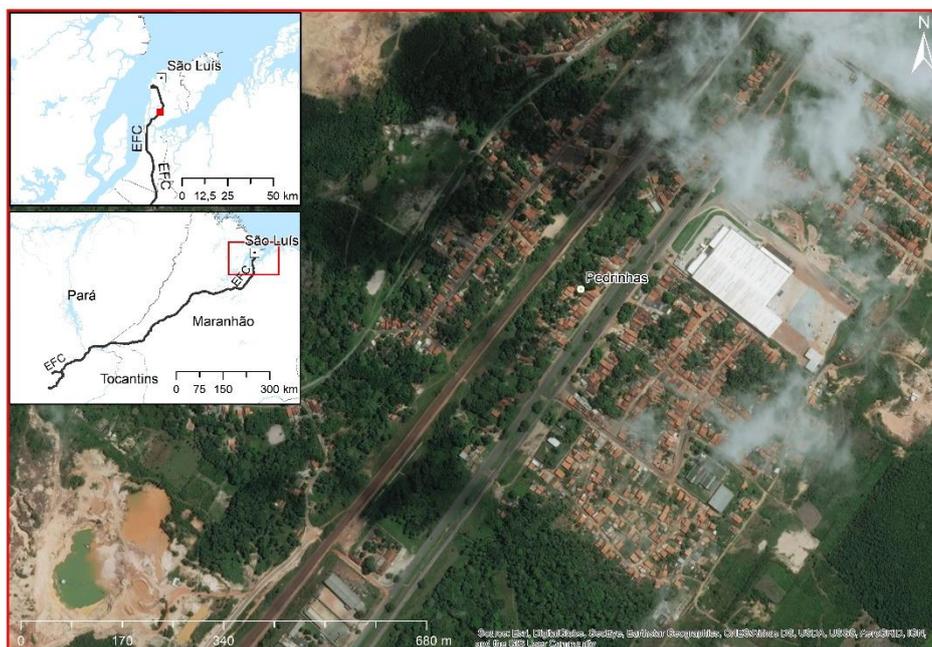
Para comparar as condições socioeconômicas da população que ocupa a faixa de servidão com o seu entorno, será necessário selecionar um conjunto de comunidades vizinhas já estudadas. Dado que várias comunidades de São Luís já foram estudadas no âmbito da Expedição à Estrada de Ferro Carajás (EFC), realiza pela equipe de Socioeconomia e Sustentabilidade do Instituto Tecnológico Vale – Desenvolvimento Sustentável (ITV/DS), realizadas nos anos de 2016 e 2017. Foi a partir dessas que foram selecionadas as comunidades a usar para a comparação. Parte das informações sobre a formação social e histórica foi obtida durante as pesquisas de campo realizadas na região (ITV/DS, 2017).

Comunidade de Pedrinhas – nessa comunidade não se sabe ao certo o ano de início de sua ocupação, mas há relatos de moradores que vivem por volta de 71 anos na área. Caracteriza-se por ser uma área de ocupação espontânea, na qual a ocupação iniciou a partir da busca de terra para agricultura. Na região tinha um rio que a EFC precisou assorear para realizar a sua construção (ITV/DS, 2017).

A comunidade teve sua expansão a partir da construção da rodovia BR-135 e a comunidade convive com duas ferrovias, a da empresa VLI e a EFC.

Existem relatos de assaltos a mão armada no túnel presente na comunidade, e as pessoas têm medo de usar a passarela para atravessar a ferrovia. Sendo assim, as pessoas atravessam no meio das ferrovias, quando os trens estão parados ou não estão passando. A comunidade possui posto de saúde, escola e transportes públicos.

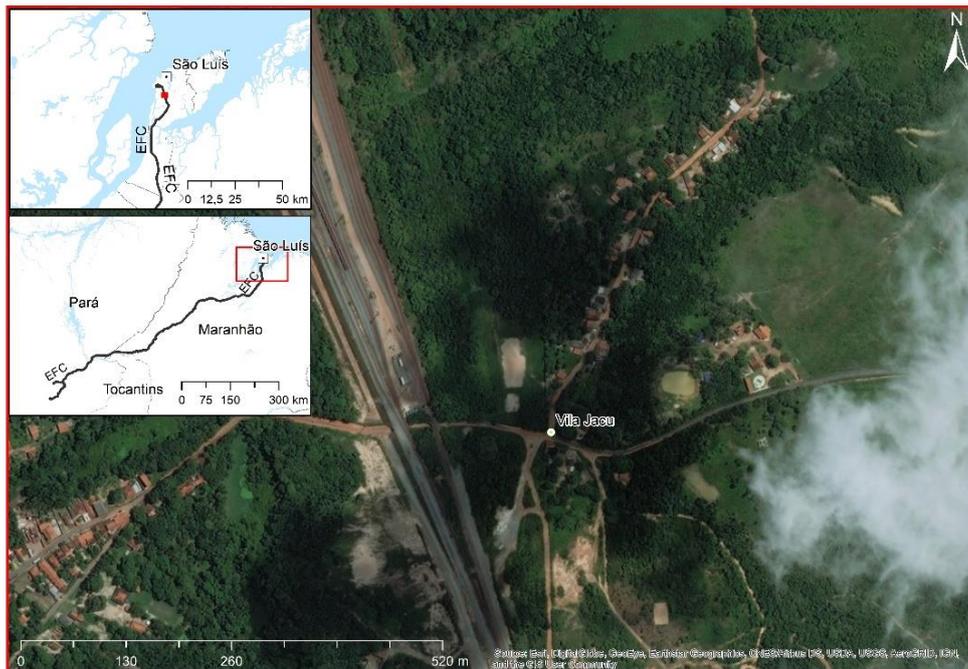
Figura 4. Localização da comunidade de Pedrinhas



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Comunidade de Vila Jacu – a comunidade se caracteriza como sendo uma expansão de Vila Maranhão. As primeiras casas foram construídas por volta de 1985. Um viaduto está sendo construído pela empresa Vale. Essa comunidade possui uma escola e transporte público, mas não conta com serviços de saúde.

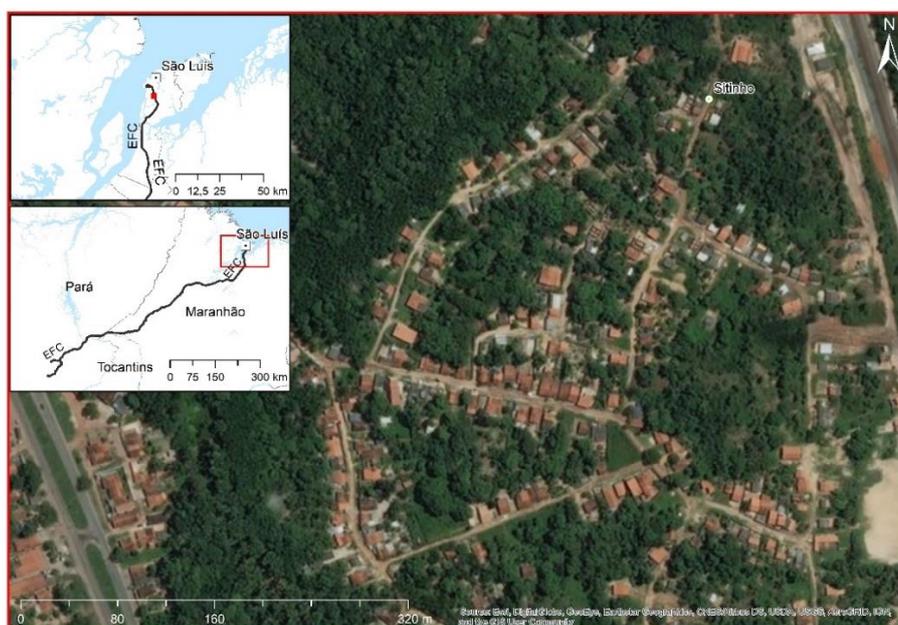
Figura 5. Localização da comunidade de Vila Jacu



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Comunidade de Sitinho - a ocupação da comunidade de Sitinho começou em 1976. A área era um sítio, tendo como proprietário o “Zé Melo de Jacu”; sua área possuía muitas pedreiras e quando o proprietário morreu se iniciou o processo de extração das pedras sem haver fiscalização das autoridades e a ocupação da área pelos pedreiros (ITV/DS, 2017).

Figura 6. Localização da comunidade de Sitinho



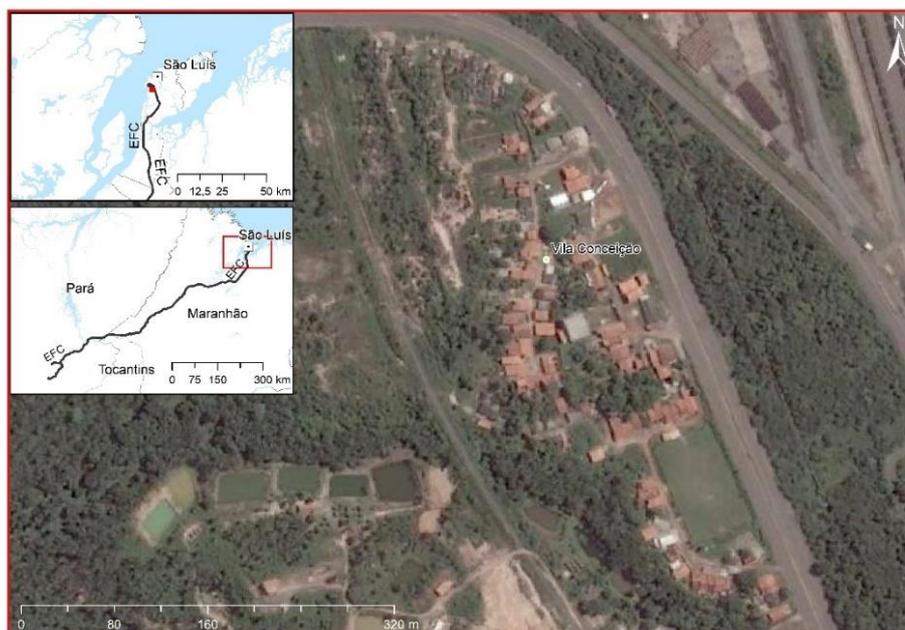
Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Durante a construção da EFC, muitos trabalhadores terceirizados ocuparam a área para morar próximo ao trabalho. O Instituto de Terras do Maranhão (ITERMA), já esteve no local com intuito de legalizar as ocupações. A comunidade possui um posto de saúde e escola, porém o acesso é ruim pois a via não está pavimentada.

Comunidade de Vila Conceição – a comunidade foi constituída ao longo da BR-135. A área era um sitio chamado Conceição, que foi ocupado e deu origem a Vila Conceição.

A comunidade possui muitas empresas nas proximidades. Durante a pesquisa de campo, os moradores reclamaram da poluição sonora, poeira de carvoaria e a atuação de uma empresa de fertilizantes, recém instalada que teria poluído o brejo próximo com produtos químicos (ITV/DS, 2017).

Figura 7. Localização da comunidade de Vila Conceição

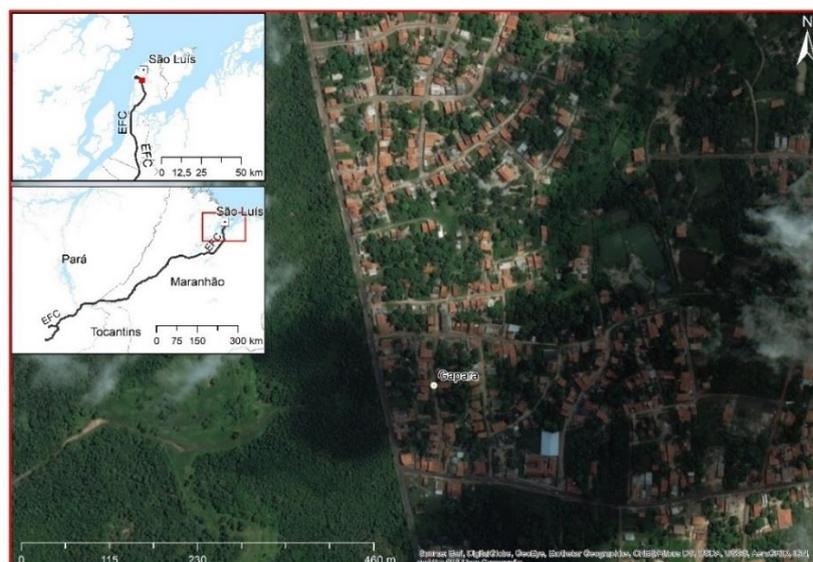


Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Comunidade de Gapara - a comunidade é uma área de ocupação espontânea que se desenvolveu devido à expansão da Vila Maranhão. O nome é em homenagem a Cangapara, um quelônio pré-histórico encontrado nas margens do mar próximo a comunidade.

Antes da ocupação, o local era coberto por mata, com muitas palmeiras. Nos dias atuais a comunidade conta com equipamentos públicos, tais como escola, posto de saúde, transporte público e posto policial (ITV/DS, 2017).

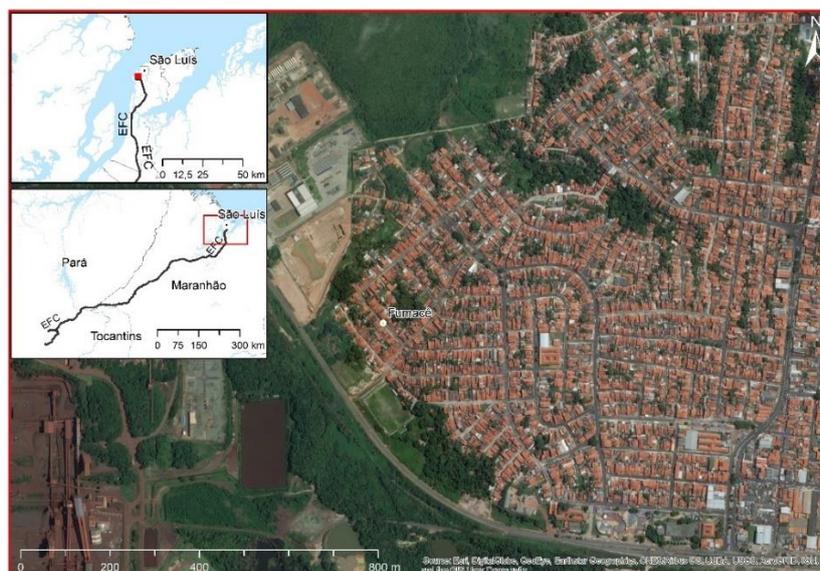
Figura 8. Localização da comunidade de Gapara



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

Comunidade de Fumacê – foi constituída ao longo da BR-135. Seu nome é em consequência da carvoaria que funcionava nas redondezas da comunidade e soltava fumaça. Os moradores reclamaram constantemente de produtos químicos dispensados no mar que atinge a comunidade e das atuações das empresas na área (ITV/DS, 2017).

Figura 9. Localização da comunidade de Fumacê



Fonte: Socioeconomia e Sustentabilidade, 2017.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Caracterizar os domicílios localizados na faixa de servidão de uma linha de transmissão de São Luís, avaliar a sua vulnerabilidade socioeconômica e compará-la com aquela observada em domicílios de outras comunidades vizinhas.

2.2. Objetivos Específicos

- Traçar o perfil socioeconômico dos domicílios e entrevistados residentes no linhão;
- Realizar a caracterização socioeconômica dos domicílios e entrevistados das comunidades vizinhas selecionadas no entorno do linhão;
- Estimar e comparar a vulnerabilidade socioeconômica dos domicílios no linhão em relação aqueles das comunidades vizinhas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção está estruturada em dois eixos. O primeiro aborda os problemas em transmissão de energia elétrica em linhas de alta tensão e de sua interação com as atividades humanas que ocorrem em seu entorno. O segundo eixo trata dos conceitos de vulnerabilidade socioeconômica e socioambiental com foco nas populações que vivem no entorno de linhas de transmissão.

3.1. Linha de transmissão de energia elétrica

Os grandes pontos de partida da proposta de Política Energética para o Brasil consistem nas adequações institucionais e legais do arcabouço governamental, ou seja, o redirecionamento do papel do Estado Brasileiro, políticas públicas integradas, comprometidas e convergentes com a construção da infraestrutura necessária ao crescimento do país e fortalecimento, integração e independência das agências reguladoras (PIRES, 2006).

Loureiro (2009) defende que a política energética configura um contexto que extrapola as preocupações setoriais e as coloca em um horizonte mais amplo. A política energética articula o uso das fontes e os diferentes tipos de indústrias energéticas à vista de certos objetivos, considerando algumas condicionantes materiais e imateriais.

Apesar de ser uma infraestrutura essencial para a sociedade atual, algumas externalidades negativas têm chamado a atenção dos pesquisadores. Um aspecto que vem sendo objeto de estudo é o efeito das linhas de transmissão na saúde humana. Existe muita literatura que chama atenção para os perigos de habitar as áreas próximas aos campos de energia elétrica. Estudos realizados pela Fundação José Barbosa Marcondes de Estudos e Pesquisas de Efeitos de Radiações Geopatogênicas e Eletromagnéticas - FEPERGE e o Centro de Estudos e Pesquisas Contra Radiações Nocivas - CEPRAN trazem o debate à tona sobre esses perigos (MARCATO, 2013).

Em escala mundial, os países membros da Organização Mundial de Saúde (OMS) têm tomado precauções com relação a exposição de pessoas aos campos magnéticos gerados pelas linhas de transmissão. A maioria dos países europeus adotou as recomendações do Conselho Europeu de 1999 de considerar os limites recomendados pela OMS em 1998 (MARCATO, 2013). Porém, fora da Europa, são raros os países que utilizam esses limites, com exceção da China e do Japão, que adotam os limites propostos (PINTO DE SÁ, 2008).

Na Irlanda, por exemplo, a distância mínima permitida entre as novas linhas e edifícios pré-existentes é de 22 metros. Por outro lado, no Luxemburgo essa distância é de 30 metros, mas isso se aplica apenas para novas zonas residenciais. Já em Israel, o afastamento mínimo cresce com o nível de tensão, indo dos 3 metros para tensões até 110 kV aos 35 metros para os 400 kV. Na Califórnia (Estados Unidos da América), a largura dos corredores de interdição também aumenta com o nível de tensão; para locais onde estão presentes escolas ou creches, vão dos 50 metros em 133 kV, aos 120 metros para os 500 kV. Apenas a Turquia afirma que vai enterrar todas as linhas de transmissão de energia elétrica, embora isso seja uma medida em curso por razões prováveis de precauções político-militares do que de saúde pública (PINTO DE SÁ, 2008).

Na regulamentação brasileira, segundo a ABNT através da NBR 5422/2003, a largura da faixa de segurança varia de acordo com a classe de tensão e o tipo

da região atravessada (rural ou urbana). A NBR 5422/2003 define todos os parâmetros mínimos para o dimensionamento da largura da faixa de segurança e das distâncias de segurança da linha de transmissão, em função da natureza e tipo de utilização do terreno. Considera-se também a existência de interferências eletromagnéticas, as quais podem ser significativas, dependendo da classe de tensão e do arranjo dos condutores da linha.

As faixas de segurança/servidão das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, correspondem a uma distância de 30 metros, partindo do centro da torre, para voltagens de 138 kV, 40 m para torres de 230 kV de voltagem e 60 m para torres de 500 kV (ABNT, 2003).

Um outro aspecto importante, que tem sido menos estudado, é a interação entre as linhas de transmissão e as atividades das populações no seu entorno. As pesquisas socioeconômicas em entorno de linhões ainda são raras. O mesmo acontece com o debate sobre a possibilidade de uso das terras inativas ao seu redor. Um exemplo de estudo no contexto do Brasil é o linhão de Tucuruí, que passa pela região da Calha Norte. Foi uma das maiores obras já realizadas na região abrangendo as capitais Manaus e Macapá. Apesar de não haver estudos sobre os impactos na saúde dos habitantes, o linhão modificou a paisagem local (CARDOSO, 2015). Os poucos estudos sobre o uso dessas terras apontam a necessidade de pensar uma abordagem sustentável que possibilite a integração da população com essa infraestrutura, como defende GONÇALVES (2006, p. 74). “Dentro desse universo de proposições, ações e responsabilidades, a discussão é apresentada sob a ótica do arquiteto, ressaltando o papel do conforto ambiental e da eficiência energética”.

Cardoso (2015) ensaia um debate sobre o uso das terras ao redor dos linhões, principalmente nas regiões rurais da Amazônia e do Nordeste brasileiro. Questões relacionadas às radiações nocivas que tornam as pessoas alvos de doenças físicas e mentais, que comprometem a criação de animais, plantas e o uso de máquinas evidenciam a cautela necessária para se pensar o uso dessas terras num raio de 40 metros em relação ao do eixo da linha de transmissão.

Em outras áreas, a ausência dos poderes públicos e de planos diretores para essas regiões deu margem para sua ocupação por populações provenientes das cidades próximas. Pensar a sustentabilidade em termos socioeconômicos para estas comunidades passa por um desenvolvimento que garanta estabilidade a

longo prazo na geração de renda. No que concerne as dimensões, a CEPAL (2000, p. 81) sustenta que a “dimensão política institucional significa criar as condições e ambiência para as atividades de cooperação e integração entre os atores sociais mais relevantes”.

O licenciamento ambiental é condição prévia à instalação de grandes empreendimentos ou atividade potencialmente poluidora e capazes de promoverem a degradação ambiental. Todavia, essa discussão adquire grandes proporções quando se trata da Amazônia Legal. De fato, o desenvolvimento da Amazônia costuma esbarrar na carência ou até insuficiência de infraestrutura sendo necessário buscar entender a percepção da população local acerca dos impactos associados ao empreendimento (CARDOSO, 2015).

As experiências pioneiras de desenvolvimento econômico local em áreas de linhões contemplam as novas modalidades de financiamento e apoio para o desenvolvimento dos pequenos empreendimentos e das experiências de produção comunitária (CARDOSO, 2015). Esta é uma abordagem que vem se caracterizando por transformações nos modelos culturais dos grupos envolvidos e na presença de instituições flexíveis de financiamento e capacitação. Tem também origem na vontade política de alguns governos e na integração entre os agentes públicos e privados, apresentando inovações nas formas de gestão e na organização dos empreendimentos (COELHO, 2000). Porém, ainda não há base técnica e científica suficiente para saber se essa abordagem é viável, tanto econômica quanto socialmente.

Diniz (1995) e Araújo (1995) afirmam que é necessário entender e desenvolver ações que pretendam investir em crescimento econômico e na melhoria das condições de vida da população que habita a área próxima as linhas de alta tensão, respeitando o limite de servidão imposto pelos órgãos de saúde. As buscas por compreender a realidade e dinâmica regional perante as distintas ramificações de desenvolvimento apontam para que as diferenças regionais possam ser consideradas como potencialidades e jamais como deficiências. Os sujeitos devem ser considerados como parte do processo de decisão sobre o uso das áreas, conforme o contexto.

Sendo assim, os sistemas de infraestrutura energética, exigem restrições quanto ao tipo de utilização em seus arredores, devido à alta-tensão dos cabos, segundo preconizou o Ministério de Minas e Energia em 1997 (DNAEE/MME,

1997), quando afirmou que o sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica é constituído por diferentes concessionárias, e esse representa uma grandiosa rede interligada que, segundo dados da ANEEL (2008), somam 90 mil km de extensão em sua totalidade.

O poder público municipal, por meio de suas atribuições, deve fazer uso do Estatuto das Cidades que está exposto na Lei 10.257 e desenvolver um Plano Diretor adequado ao seu município, levando em consideração as características peculiares de suas comunidades, regulamentando utilização do território e seus arredores, evitando ocupações em potenciais áreas de risco.

No caso de São Luís, o plano diretor municipal não faz referência direta a áreas no entorno de linhas de transmissão no município. Fica assim subentendido que é uma região ignorada nas suas especificidades pelo planejamento público. Além disso, trata-se de uma área caracterizada pela insalubridade, agravada pela ausência de políticas públicas.

3.2. Vulnerabilidade socioeconômica

A ideia de vulnerabilidade se tornou relevante para os estudos sociais na década de 1990. Ainda que as situações ditas de vulnerabilidade tenham sido detectadas e relatadas desde os primórdios da industrialização europeia, foi somente a partir desse período que esse conceito foi recorrentemente utilizado no campo acadêmico-científico e governamental. Como ideia de força condutora das ações, análises e propostas, a vulnerabilidade passa a ser um termo promissor para operacionalizar a compreensão das situações de insegurança vividas em vários contextos (MARANDOLA Jr.; HOGAN, 2006).

É preciso estar atento, pois muitas vezes há dificuldade em definir a vulnerabilidade de forma rigorosa. A ideia de vulnerabilidade, enquanto um grau de capacidade das pessoas em se proteger, é um dado qualitativo, adjetivo percebido como sendo componente das próprias estruturas da pessoa e do lugar habitado (MARANDOLA Jr.; HOGAN, 2006).

A vulnerabilidade inclui qualquer elemento referente de exposição ao risco (circunstâncias que colocam pessoas e localidades em risco perante determinado perigo); é uma ciência que fornece a base empírica para a elaboração de políticas

de redução de riscos através do desenvolvimento de métodos para analisar a vulnerabilidade socioambiental e aos acontecimentos extremos (CUTTER, 2003).

A ciência da vulnerabilidade procura analisar fatores que influenciam as capacidades locais na preparação, resposta a e recuperação de áreas, examinando de forma comparativa os vários padrões resultantes.

É necessária uma forma que procure explicar as complexas interações entre os sistemas sociais, naturais e artificiais. Porém, não é possível compreender completamente o impacto dos processos ou acontecimentos naturais, dependendo do exame da forma como esses sistemas interagem com toda a sociedade. Sendo assim, a ciência da vulnerabilidade examina as interações entre os sistemas sociais e sistemas e estruturas artificiais, como barragens, diques, estruturas de proteção costeira ou redes urbanas e de transporte (CUTTER, 2003).

A vulnerabilidade social tem origem no potencial de perda e de impacto negativo que estes sistemas e/ou estruturas têm nas pessoas; é o conceito que traduz a propensão da população para os impactos negativos dos perigos e dos desastres; ela identifica as características da população que aumentam ou diminuem a sua capacidade de preparação para resposta e recuperação de um acontecimento perigoso ou de um desastre (CRISTO, 2016).

Além disso, a análise da vulnerabilidade social ajuda também a compreender a distribuição dos riscos e das perdas potenciais, ou seja, a relação existente entre as populações vulneráveis e os ambientes naturais vulneráveis. Um dos princípios fundamentais da ciência da vulnerabilidade é o conhecimento geoespacial e a investigação com base nos locais a serem estudados (CUTTER, 2003).

Algumas variáveis podem influenciar diretamente a vulnerabilidade social, tais como populações com necessidades especiais, renda, idade, estatuto socioeconômico, raça e etnia, sexo, tipo de habitação e título de propriedade, podendo aumentar ou diminuir o nível de influência (HEINZ CENTER, 2002; CUTTER, 2003). Com isso, perfis socioeconômicos são gerados partindo das informações coletadas nos censos e submetidos aos procedimentos estatísticos para reduzir o número de variáveis a um conjunto menor de fatores que descrevem a vulnerabilidade (CUTTER, 2003).

A escolha dos indicadores que compõem um índice está atrelada a sua representatividade e em grande parte em sua disponibilidade no local determinado

de estudo, tanto do ponto de vista temporal como regional; com isso, ao utilizar a metodologia da amostragem, possíveis dificuldades na coleta dos indicadores são minimizadas e por vezes eliminadas; com a pesquisa em campo fica claro que outros indicadores podem ser incluídos em diversas dimensões e que outras dimensões podem ser criadas para contemplar ou complementar as existentes (FREI, 2008).

Pode-se observar partindo dos indicadores de vulnerabilidade que se trata de privações de capacidades básicas, onde se justifica na afirmação que a privação é inerente, impeditiva, restritiva na ação por mudanças; já a renda (um dos principais indicadores) seria o instrumento, ou meio para gerar as mudanças, mas não somente questões de renda influenciam de forma direta o bem-estar das famílias. Isso pode estar ligado diretamente aos aspectos relacionados à moradia, por exemplo, tais como sua acessibilidade física e econômica, ou a comunidade em sua redondeza ou, ainda, questões de gênero, saúde, educação e emprego (FURTADO, 2013).

As relações entre a baixa renda e a baixa capacidade são variáveis, pois famílias com níveis similares de renda podem apresentar variabilidade de grande magnitude em outros aspectos e dimensões da pobreza. Sendo assim, é necessário analisar vários aspectos em conjunto para se obter um resultado (FURTADO, 2013).

A vulnerabilidade levará a graves problemas sociais que envolvem a sociedade como um todo, pois as desigualdades sociais em meio a vulnerabilidade produzem as pobrezas absolutas e relativas, onde levam o indivíduo a um complexo de problemas, como falta de autoestima, sentir-se incapaz de satisfazer seus próprios desejos, percebendo-se fora, nas margens ou um excluído da sociedade, desenvolvendo problemas tanto de ordem física, como moral e psíquica.

Com um problema gerando outro tanto ou mais grave, como a vulnerabilidade do pobre excluído, e uma das maiores vulnerabilidades, segundo LEMOS (2008, p. 47) “as doenças, crises econômicas e catástrofes naturais”.

É necessário qualificar o termo vulnerabilidade de acordo com a inserção social do grupo em situação de risco, sem deixar de lembrar do processo de produção do espaço urbano que é excludente e leva porções expressivas da população viver em áreas de risco (RIBEIRO, 2010).

Por vezes questionar a população sobre o risco de viver nessas áreas é em vão. Há uma grande descrença na possibilidade de ocorrer um evento externo, como enchentes, fogo na linha de alta tensão, ou desmoronamentos ocasionados pela erosão, aliada à crença em uma espécie de proteção externa conferida por qualquer outra dimensão que não o Estado, geralmente de caráter religioso, levando a permanência da população em áreas de risco (RIBEIRO, 2010).

De forma geral, estudar a população utilizando índices de vulnerabilidade como instrumentos para identificar fatores que contribuem para a violência urbana, auxiliar no desenvolvimento de programas de prevenção de desastres e na mensuração dos resultados das ações executadas após avaliações, é necessário pois a ciência da vulnerabilidade fornece a base para a construção de métricas e se caracteriza como a estratégia de gestão da realidade da desigualdade social e dos diferentes custos sociais e os riscos que acarretam (CUTTER, 2003).

A Organização das Nações Unidas – ONU -, através dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) estabeleceu pontos importantes para o desenvolvimento e progresso significativo em diversas áreas. Para a diminuição da vulnerabilidade, os ODMs possuem dois tópicos, a saber, erradicação da pobreza e desenvolvimento de cidades sustentáveis (ONU,2018).

Até 2030, a organização pretende erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, implementar medidas e sistemas de proteção social adequados para todos, garantir que todos os homens e mulheres pobres e vulneráveis tenham direitos iguais aos recursos econômicos, intensificar medidas para que todos tenham acesso a serviços básicos de saúde, educação, segurança, transporte e lazer (ONU, 2018).

Uma outra forma de se diminuir a vulnerabilidade de populações em áreas urbanas é a construção e aplicação efetiva de planos diretores municipais, pois de acordo com o artigo 42 da Lei 12.257/01, o plano diretor deve conter no mínimo a identificação das áreas urbanas onde será aplicado o parcelamento, a edificação ou a utilização compulsória, assim como sistemas de acompanhamento e controle de área. Com isso as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grandes impactos, inundações, processos geológicos ou hidrológicos, devem conter diretrizes para a sua ocupação. No caso do plano diretor do município de São

Luís, não há planejamento de ações de intervenções preventivas, ou até mesmo a realocação das populações de áreas de risco a desastres.

Nesse caso, deve-se proceder à retirada dessa população, tal como ocorre na questão do linhão de São Luís, por meio dos mecanismos previstos na lei, com adequado acompanhamento social. Porém, isso não garante o impedimento de futuras invasões da faixa de servidão, se não existir um monitoramento adequado.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Material de pesquisa

A pesquisa tem como base um censo que foi aplicado em 80 domicílios, situadas na faixa de servidão da linha de transmissão de São Luís (Anexo I), no período de 12 a 18 de abril de 2017.

Para fins de comparação de vulnerabilidade, utilizaram-se *surveys* que foram aplicados em residências, em comunidades próximas ao linhão de São Luís, nos períodos de 2 a 19 de agosto de 2016 e de 18 a 31 de maio de 2017 (anexo II). Esses *surveys* coletaram um conjunto de variáveis socioeconômicas para avaliar nível de vulnerabilidade dos domicílios. Ao contrário do Linhão, onde foi aplicado um censo, neste caso foram usadas amostras estimadas com 95% de confiabilidade e 3,5% de erro. O número de *surveys* por localidade foi proporcional ao número de domicílios (Tabela 1).

Tabela 1. Número de *surveys* por comunidade

Comunidade	Nº de <i>surveys</i>
Linhão de São Luís	80
Vila Maranhão	68
Pedrinhas	152
Vila Jacu	8
Sitinho	16
Vila Conceição	8
Gapara	40

Fonte: Grupo de Socioeconomia e Sustentabilidade – ITV/DS, 2017.

4.2. Método de análise

Para gerar o índice de vulnerabilidade das comunidades foi necessário primeiramente selecionar as variáveis comuns a todos os *surveys* e gerar variáveis categóricas para cada uma com base nos critérios sistematizados na Tabela 2.

Tabela 2. Critérios definidores das variáveis categóricas

Indicadores	Variáveis	Definição	Fonte
Características sociais	Renda domiciliar per capita (Pobreza extrema), PR	0, se o domicílio tiver renda <i>per capita</i> >R\$70,00; 1, caso contrário.	PNUD (2010)
	População Economicamente Ativa Desocupada, PEAD	0, se o domicílio não tiver nenhuma pessoa com 18 anos ou mais de idade que não trabalha; 1, caso contrário.	Adaptado do PNUD (2010)
	Moradores no domicílio, MD	0, se moram até quatro pessoas na residência; 1, se moram mais de quatro pessoas na residência	Censo 2010 (IBGE); PNAD 2015 (IBGE)
Proteção Social	Aposentadoria, AP	0, se o domicílio tiver outras fontes de recursos financeiros, além deste benefício social, excluindo-se a bolsa família; 1, se a única fonte de recursos financeiros do domicílio for este benefício social, excluindo-se a bolsa família.	Adaptado do IPEA (2015)
	Bolsa família, BF	0, se o domicílio tiver outras fontes de recursos financeiros, além deste benefício social do governo, excluindo-se a aposentadoria; 1, se a única fonte de recursos financeiros do domicílio for este benefício social do governo, excluindo-se a aposentadoria.	Lei Federal nº 10.836/2004 (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL)
Utilidades domésticas, UT	Geladeira	0, se no domicílio tiver pelo menos 4 equipamentos domésticos básicos; 1, se no domicílio não tiver pelo menos 4 equipamentos domésticos básicos.	Censo 2010 (IBGE); PNAD 2015 (IBGE)
	Fogão		
	TV		
	Rádio		
	Celular		
	Ventilador		

Indicadores	Variáveis	Definição	Fonte
Meio de transporte	Bicicleta, BT	0, se o domicílio tiver este meio; 1, caso contrário.	Censo 2010 (IBGE); PNAD 2015 (IBGE)
	Motocicleta, MT	0, se o domicílio tiver este meio; 1, caso contrário.	Censo 2010 (IBGE); PNAD 2015 (IBGE)
	Automóvel, AU	0, se o domicílio tiver este meio; 1, caso contrário.	Censo 2010 (IBGE); PNAD 2015 (IBGE)
Associativismo e comunicação, AC	Associação	0, se o(a) entrevistado(a) participar e/ou usar pelo menos três grupos sociais e redes sociais; 1, se o(a) entrevistado(a) não participar e/ou usar pelo menos três grupos sociais e redes sociais.	GROOTAERT; VAN BASTALELAER; PUTNAM (2002)
	Sindicato		
	Grupo religioso		
	Whatsapp		
	Facebook		

Fonte: Grupo de Socioeconomia e Sustentabilidade – ITV/DS, 2017.

Após tabulação de dados em uma planilha com suas variáveis categóricas, é necessário estimar os pesos das componentes principais constituintes do índice de vulnerabilidade. Para isso foi utilizado o *software* Minitab Statistical Software – Minitab, versão 14.

Segundo Regazzi (2000), a análise das componentes principais está associada à ideia de redução de massas de dados, com menor perda possível de informações e sempre procurando-se redistribuir a variância observada nos eixos originais de forma a se obter um conjunto de eixos ortogonais não correlacionados.

As componentes principais apresentam propriedades importantes, onde cada componente é uma combinação linear de todas as variáveis originais. Elas são independentes entre si e estimadas com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variância total contida nos dados originais. Esta técnica pode ser utilizada na geração de índices e agrupamento de variáveis, onde a análise agrupa as variáveis de acordo com sua importância.

Com a obtenção dos pesos de cada variável, é realizado o procedimento para a geração do índice de vulnerabilidade para cada comunidade, utilizando-se a Equação 1.

Equação 1. Cálculo para geração do índice de vulnerabilidade

$$IV = \beta_1 * UT + \beta_2 * AU + \beta_3 * MT + \beta_4 * BT + \beta_5 * AC + \beta_6 * BF + \beta_7 * AP + \beta_8 * PEAD + \beta_9 * QM + \beta_{10} * PB$$

Onde:

IV = Índice de Vulnerabilidade

βx = Peso da Variável

UT = Utilidades

AU = Automóvel

MT = Motocicleta

BT = Bicicleta

AC = Associativismo e Comunicação

BF = Bolsa Família

AP = Aposentadoria

PEAD = População Economicamente Ativa Desocupada

QM = Quantidade de Moradores

PB = Pobreza

Os valores gerados estão dispostos em uma escala de vulnerabilidade crescente, que varia de 0 a 1. O Quadro 1 mostra as classes de vulnerabilidade usadas neste trabalho.

Quadro 1. Classes de vulnerabilidade

IV	Vulnerabilidade
0 - 0,059865	Muito Baixa
0,059866 - 0,060243	Baixa
0,060244 - 0,085896	Média
0,085897 - 0,187062	Alta
0,187063- 1	Muito Alta

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

Para a definição dos graus de vulnerabilidade, foi efetuado o teste dos percentis utilizando o software *Social Package for Social Science (SPSS)*, versão 25, considerando uma distribuição normal do índice calculado para cada unidade domiciliar estudada, onde a vulnerabilidade varia de zero a um.

Quanto mais o valor do IV se aproximar a um, maior é a vulnerabilidade do domicílio. O mesmo acontece com a vulnerabilidade da comunidade, que é calculada a partir da média do IV das famílias.

Após a determinação do Índice de Vulnerabilidade para as comunidades, foram realizados testes estatísticos para verificar as hipóteses da pesquisa, considerando um nível de 5% de significância.

O *software Social Package for Social Science (SPSS)* foi utilizado para realizar os testes estatísticos da vulnerabilidade. A normalidade das distribuições de vulnerabilidade socioeconômica por comunidade foi testada usando testes de amostras independentes² de Kolmogorov-Smirnov ou Shapiro-Wilk, consoante o tamanho da amostra é maior ou menor que 30 observações, respetivamente (Tabela 1). Para verificar as condições de homogeneidade de variância foi usado o teste de Levene. Após a verificação da não normalidade e não homogeneidade, os dados de vulnerabilidade das comunidades foram submetidas ao teste de Kruskal-Wallis, que é apropriado para comparar as distribuições de duas ou mais variáveis, consoante as condições detectadas com os testes anteriores, e que pode ser usado como alternativa não paramétrica à ANOVA *one-way* (MARÔCO, 2014).

Para alcançar o objetivo, formulou-se então uma hipótese:

H_0 : Média de Vulnerabilidade Linhão = Média Vulnerabilidade Comunidade X

Para a confirmação da hipótese, o teste estatístico de Kruskal-Wallis verifica se as distribuições dos valores de vulnerabilidade são significativamente diferentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem diversos aspectos que caracterizam a vulnerabilidade de comunidades, seja o tamanho dos domicílios (quantidade de moradores), idade, renda, escolaridade, acesso à água e à energia elétrica, entre outros. Porém, os pesos dessas variáveis na vulnerabilidade não são necessariamente iguais, pois, por exemplo, o acesso à água pode ter menos influência na vulnerabilidade do que a renda.

² Considerando que as amostras foram coletadas segundo a definição de Field (2009, p. 279) ou Marôco (2014) sobre amostras independentes.

5.1. Características socioeconômicas do linhão e comunidades vizinhas

A Tabela 3 mostra as características socioeconômicas das comunidades que entraram na pesquisa. No que se refere a variável de utilidades doméstica, a comunidade do linhão é a que detém o menor percentual (86,25%) de geladeira, enquanto que as comunidades de Vila Jacu, Sitinho, Vila Conceição e Gapara, possuem 100% de presença de geladeira nos domicílios pesquisados.

O item fogão a gás, que é um dos itens básicos essenciais em qualquer residência, apresenta sua menor participação na comunidade de Vila Maranhão (91,18%). Na comunidade do linhão, 91,25% dos domicílios têm fogão a gás de participação sendo a segunda menor. Todos os domicílios pesquisados das comunidades de Vila Jacu, Vila Conceição e Gapara possuem esse equipamento doméstico.

O aparelho de TV, além de ser um item básico para informação, também é um dos meios de entretenimento mais utilizados de várias residências no mundo. O menor percentual de domicílios com TV pertence à comunidade do Linhão (83,75%). As demais comunidades estão na casa dos 90% e apenas os domicílios das comunidades de Vila Jacu e Vila Conceição apresentaram cobertura total na presença desses aparelhos.

O rádio é um dos primeiros meios tecnológicos de entretenimento, mas, com o passar dos anos, vem sendo substituído por outros meios de informação e entretenimento mais avançados. A comunidade de Sitinho é a que possui a menor presença do item com apenas 12,50%, no Linhão foi detectada a presença do rádio em 46,25% dos domicílios.

Os aparelhos celulares, que há uns anos atrás eram tidos como supérfluos e apenas acessíveis aos mais abastados, nos dias atuais se tornou algo de importância muito significativa, não apenas para a comunicação, para o entretenimento. Todas as comunidades apresentam margens altas acima de 70% de presença.

O último item básico pesquisado foi o ventilador, sendo um item básico de conforto mínimo, uma vez que a região possui poucas oscilações climáticas e sua temperatura raramente é inferior a 25°C, mesmo durante a noite (INMET, 2013). A presença de ventiladores também é alta em todas as residências, sendo o Linhão com menor presença (82,50%). Em Vila Jacu e Vila Conceição, a presença

é de 87,50%. A comunidade de Sitinho é a que possui maior percentual de ventilador (93,75%) entre as residências pesquisadas.

Associativismo e a comunicação são variáveis importantes. Visam verificar o nível de engajamento e articulação das residências com as comunidades.

A adesão dos domicílios entrevistados a associações de moradores é baixa. Por exemplo, nenhuma das pessoas entrevistadas nas residências da comunidade de Sitinho afirmou que participava de algum tipo de associação de moradores. A comunidade de Vila Conceição foi a que revelou mais engajamento em associações, com 50% de adesão. Nas residências do Linhão apenas ¼ das pessoas afirmaram que participavam. Isto se deve possivelmente à falta de estrutura da comunidade, dada a sua informalidade.

Nas residências do Linhão apenas 10% das pessoas participam de algum sindicato. A menor adesão é na comunidade de Vila Jacu, onde nenhuma das residências afirmou que alguém é integrante. A maior taxa de participação é em Vila Conceição e em Gapara com 25% cada.

Todos os domicílios pesquisados em Vila Jacu pertencem a algum tipo de grupo religioso. Na comunidade de Vila Maranhão esse valor é de apenas 26,47%, representando o menor percentual. No Linhão apenas 62,5% das pessoas participavam de um grupo religioso.

No que diz respeito às redes sociais, a comunidade de Vila Conceição é a que mais utiliza o *Whatsapp*, com 75% de usuários. A comunidade de Sitinho é a que menos utiliza, apenas com 31,25%. No Linhão, 47,5% dos domicílios utilizam essa rede social.

Nestas comunidades, o *Facebook* é um pouco menos utilizado que o *Whatsapp*, possivelmente porque não é um aplicativo de mensagem instantânea, diferentemente do *Whatsapp*. As comunidades de Vila Jacu e Vila Conceição empatam na utilização do *Facebook*, com cerca de 50% cada. A comunidade que menos utiliza esta rede é de Pedrinhas, com apenas 28,95%.

Os meios de transporte próprio são bastante importantes para estas comunidades, dada a dificuldade no acesso aos transportes públicos de qualidade. A posse de automóvel é menor em Sitinho, onde apenas 6,5% dos

domicílios pesquisados tinham esse meio de transporte. No Linhão, a taxa é de 13,75%, ficando em 4º lugar na posse desse bem.

No que se refere a motocicletas, a Vila Jacu apresenta a maior taxa de posse deste meio de transporte, com 37,5%. A comunidade que menos possui motocicleta é Pedrinhas, com 5,26%. Nas residências do Linhão e Gapara essa taxa é de 10%.

Foi ainda pesquisado o uso de bicicleta, por ser um meio mais acessível, inclusive aos mais jovens. Esse item tem a maior presença nos lares pesquisados em Vila Jacu, com cerca de 62,5%. Linhão (31,25%), Vila Conceição (25%) e Sitinho (18,75%) possuem nessa ordem de uso de bicicleta em suas residências.

As variáveis de proteção social são muito importantes na análise de vulnerabilidade de comunidades, pois a aposentadoria e a bolsa família são fontes de renda importantes para os domicílios pesquisados. As aposentadorias no Linhão beneficiam apenas 6,25% dos lares pesquisados, sendo o menor percentual entre todas as comunidades pesquisadas.

Já a Bolsa Família, que é considerada um benefício assistencial do país com maior cobertura na atualidade, aparece em boa parte dos lares das comunidades. No Linhão, esse benefício ocorre em 37,5% dos lares. A comunidade que mais apresenta este apoio é Vila Maranhão (54,41%), e onde menos aparece é em Gapara (27,5%).

O último conjunto de variáveis analisadas se referem às características sociais, que compreendem a população economicamente ativa desocupada, a média de moradores por domicílio e a renda *per capita*.

A população economicamente ativa desocupada, são aqueles moradores, que possuem 18 anos ou mais de idade e estão desempregadas. As famílias do Linhão possuem 36,25% dos lares com pelo menos uma pessoa desocupada. A comunidade que apresenta o maior percentual é Sitinho, com 68,75%, e a menor é Vila Conceição com 12,5%.

A média de moradores por domicílio é outra variável também muito importante, pois quanto mais pessoas residem, mais cômodos e renda essa residência necessita. Porém, nem sempre isso acontece, aumentando assim a vulnerabilidade. Os domicílios da área do Linhão são constituídos, em média, por 3,51 pessoas. A Vila Jacu é a comunidade que possui mais pessoas morando em

um mesmo domicílio, com uma média de 4,75. Por outro lado, Gapara é a comunidade que possui menos, somente com 3,3 em média.

Tabela 3. Características socioeconômicas dos domicílios do Linhão e das outras comunidades pesquisadas

Variáveis	Linhão	V. Maranhão	Pedrinhas	V. Jacu	Sitinho	V. Conceição	Gapara
Utilidades Domésticas							
Geladeira	86,25%	97,06%	98,68%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Fogão	91,25%	91,18%	99,34%	100,00%	93,75%	100,00%	100,00%
TV	83,75%	94,12%	96,05%	100,00%	93,75%	100,00%	97,50%
Rádio	46,25%	30,88%	21,71%	37,50%	12,50%	25,00%	42,50%
Celular	80,00%	92,65%	92,76%	75,00%	81,25%	100,00%	87,50%
Ventilador	82,50%	88,24%	92,76%	87,50%	93,75%	87,50%	92,50%
Associativismo e Comunicação							
Associação dos moradores	25,00%	8,82%	11,18%	12,50%	0,00%	50,00%	20,00%
Sindicato	10,00%	5,88%	3,95%	0,00%	6,25%	25,00%	25,00%
Grupo Religioso	62,50%	26,47%	50,00%	100,00%	18,75%	75,00%	50,00%
Whatsapp	47,50%	47,06%	36,84%	37,50%	31,25%	75,00%	47,50%
Facebook	37,50%	41,18%	28,95%	50,00%	37,50%	50,00%	47,50%
Meio de Transporte Próprio							
Automóvel	13,75%	25,00%	17,11%	12,50%	6,25%	12,50%	15,00%
Motocicleta	10,00%	13,24%	5,26%	37,50%	6,25%	12,50%	10,00%
Bicicleta	31,25%	44,12%	38,16%	62,50%	18,75%	25,00%	15,00%
Proteção Social							
Aposentadoria	6,25%	23,53%	26,97%	12,50%	12,50%	25,00%	27,50%
Bolsa Família	37,50%	54,41%	39,47%	50,00%	37,50%	37,50%	22,50%
Características Sociais							
População Economicamente Ativa	36,25%	20,59%	31,58%	37,50%	68,75%	12,50%	30,00%
Desocupada							
Média de Moradores por domicílio	3,51	3,78	3,75	4,75	4,37	3,87	3,30
Renda Per Capita média	R\$463,57	R\$444,71	R\$426,63	R\$278,53	R\$226,50	R\$589,89	R\$689,76

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

A variável de Renda *per capita* na Tabela 3 representa o rendimento médio mensal disponível para cada pessoa de uma determinada família. As famílias do

Linhão possuem uma renda média *per capita* de R\$463,57, o que não é tão baixo quando comparado com Sitinho, que é apenas de R\$226,50, o menor valor entre as comunidades estudadas. Gapara, com R\$689,76, apresenta a maior renda *per capita* dentre as comunidades.

A Tabela 4 compara a renda *per capita* das comunidades pesquisadas com regiões de referência (São Luís, Maranhão e Brasil). Observa-se que no geral a comunidade de Sitinho tem os menores comparativos com a rendas média referência, onde seu menor valor chega a representar apenas 21,97% da renda média do Brasil no ano de 2017, por outro lado a comunidade de Gapara é a que possui os valores maiores, e quando se comparado a renda média do Maranhão, supera em 15,54%.

Tabela 4. Comparação da Renda *per capita* das comunidades com regiões de referência.

Comunidades	Renda Per Capita Média	Relação com São Luís*	Relação com Maranhão*	Relação com Brasil*
Linhão	R\$463,57	57,56%	77,65%	36,56%
Vila Maranhão	R\$444,71	55,22%	74,49%	35,07%
Pedrinhas	R\$426,63	52,97%	71,46%	33,65%
Vila Jacu	R\$278,53	34,58%	46,65%	21,97%
Sitinho	R\$226,50	28,12%	37,94%	17,86%
Vila Conceição	R\$589,89	73,25%	98,81%	46,52%
Gapara	R\$689,76	85,65%	115,54%	54,40%

*Refência São Luís = R\$805,00; Maranhão = R\$597,00; Brasil = R\$1268,00. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, IBGE/2017.

Fonte: Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, adaptado por Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

5.2. Índice de vulnerabilidade das comunidades e teste de hipótese

Conforme a análise realizada a partir das características socioeconômicas das famílias residentes no entorno do Linhão e comunidades vizinhas a Estrada de Ferro Carajás, os dados das variáveis foram inseridos em uma tabela no *software* Minitab 14. Em seguida, foi aplicada a análise estatística das componentes principais, o qual permite atribuir pesos respectivos para cada componente (variável) para construção do índice de vulnerabilidade (ver Tabela 4).

Tabela 5. Peso de cada componente principal

Variável	Peso
POBREZA	0,379138
BOLSA FAMÍLIA	0,364110
PEAD	0,126748
AU	0,043797
UT	0,041452
APOSENTADO	0,025777
MT	0,016404
QM	0,002117
BT	0,000437
AC	0,000019

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

Na interpretação dos dados, observa-se que as variáveis POBREZA e BOLSA FAMÍLIA são as que possuem maiores pesos no cálculo do Índice de Vulnerabilidade, sendo responsáveis por 37,9% e 36,4% do Índice. Isto significa que estas variáveis são as que mais tendem a influenciar a vulnerabilidade. Para relembrar, à variável POBREZA é atribuído o valor de 1 na representação binária caso o domicílio tiver renda per capita menor que R\$70,00.

A variável BOLSA FAMÍLIA terá atribuição de 1 na representação binária se for a única fonte de recursos de determinado domicílio, conseqüentemente, se uma família possuir esse benefício como a única forma de recursos financeiros ela terá sua vulnerabilidade intensificada.

As variáveis que mais influenciam são POBREZA (0,3791), BOLSA FAMÍLIA (0,3641) e PEAD (0,1267). Portanto, se Pobreza, Bolsa Família e PEAD assumirem todos o valor de 1, o Índice de Vulnerabilidade irá ter um valor muito alto ($\geq 0,8700$).

Após a obtenção dos pesos das variáveis que compõem o índice, utilizou-se a Equação 2 para calcular as vulnerabilidades dos domicílios.

Equação 2. Cálculo para geração do índice de vulnerabilidade com pesos

$$IV = 0,041452 * UT + 0,043797 * AU + 0,016404 * MT + 0,000437 * BT + 0,000019 * AC + 0,36411 * BF + 0,025777 * AP + 0,126748 * PEAD + 0,002117 * QM + 0,379138 * PB$$

Onde:

IV = Índice de Vulnerabilidade

UT = Utilidades

AU = Automóvel

MT = Motocicleta

BT = Bicicleta

AC = Associativismo e Comunicação

BF = Bolsa Família

AP = Aposentadoria

PEAD = População Economicamente Ativa Desocupada

QM = Quantidade de Moradores

PB = Pobreza

Os resultados do modelo podem ser observados na Tabela 5, onde se mostra a vulnerabilidade média das comunidades estudadas no município de São Luís (Linhão, Vila Maranhão, Pedrinhas, Vila Jacu, Sitinho e Vila Conceição).

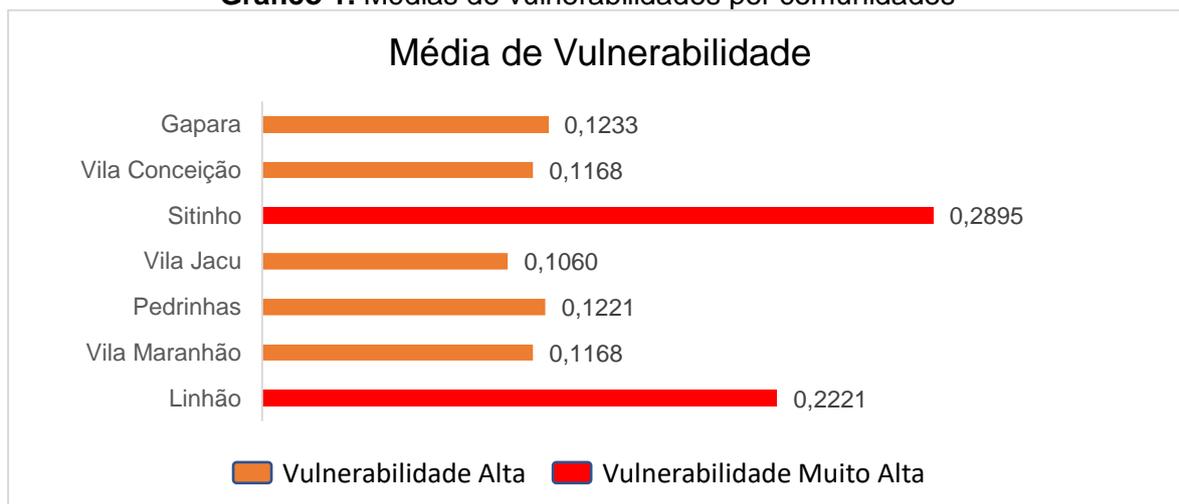
Tabela 6. Índice de Vulnerabilidade das comunidades pesquisadas

Comunidade	Nº de Domicílios	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Classe
Linhão	80	0,2221	0,2664	0,0168	0,9738	Muito Alta
Vila Maranhão	68	0,1168	0,1964	0,0000	0,9738	Alta
Pedrinhas	152	0,1221	0,1408	0,0000	0,9328	Alta
Vila Jacu	8	0,1060	0,0713	0,0459	0,2289	Alta
Sitinho	16	0,2895	0,2969	0,0190	0,9328	Muito Alta
Vila Conceição	8	0,1168	0,1398	0,0168	0,4398	Alta
Gapara	40	0,1233	0,1627	0,0168	0,9307	Alta

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

Analisando o Gráfico 1, observa-se que as vulnerabilidades médias das comunidades são semelhantes graficamente, porém as residências de Sitinho e Linhão são mais vulneráveis, pois, partindo da análise dos graus de vulnerabilidade realizado pelo teste de percentis, a distribuição média de cada domicílio estudado está acima da margem normal de Vulnerabilidade Alta, onde, os valores para tal grau deve ser de 0,0859 a 0,1871, sendo assim, Sitinho e Linhão estão superiores a essa margem, estando inseridos em Vulnerabilidade Muito Alta.

Gráfico 1. Médias de vulnerabilidades por comunidades



Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

A constatação da diferença de vulnerabilidade precisa ser analisada estatisticamente e deve ser confirmada com os testes, pois pode apresentar resultados diferentes daqueles mostrados metricamente.

Para selecionar os testes estatísticos a usar, os dados foram avaliados quanto à sua normalidade e homogeneidade de variância por meio dos testes de *Kolmogorov/Smirnov* e *Levene*, respectivamente.

Os testes de normalidade são usados principalmente para determinar se a distribuição de um conjunto de dados de uma variável é bem modelada por uma distribuição normal ou não, ou para calcular a probabilidade de a variável estar normalmente distribuída (MARÔCO, 2014). Os testes de homogeneidade são usados quando se pretende testar se os dados associados às categorias de uma variável se comportam de modo homogêneo ou similar nas diversas classes definidas pelas categorias da outra variável classificatória (MARÔCO, 2014). Ao submeter os dados aos testes de homogeneidade e normalidade, obteve-se o resultado apresentado na tabela 6.

Tabela 7. Teste de normalidade para os dados das comunidades

Teste de Normalidade						
Comunidades	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Linhão	0,336	80	0,000	0,681	80	0,000
Vila Maranhão	0,337	68	0,000	0,470	68	0,000
Pedrinhas	0,257	152	0,000	0,606	152	0,000
Vila Jacu	0,318	8	0,017	0,816	8	0,042
Sitinho	0,328	16	0,000	0,756	16	0,001
Vila Conceição	0,402	8	0,000	0,662	8	0,001
Gapara	0,285	40	0,000	0,538	40	0,000

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

Os testes de normalidade demonstram que tanto no teste de Kolmogorov-Smirnov quanto no teste de Shapiro-Wilk, os diversos Índices de Vulnerabilidade por domicílio das sete comunidades não apresentam distribuição normal, com uma significância de 5%. Logo, os testes estatísticos a usar na comparação de vulnerabilidades médias devem ser não paramétricos.

Os dados foram ainda submetidos ao teste de homogeneidade de variância de Levene, cujo resultado pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 8. Teste de homogeneidade para variância da vulnerabilidade das comunidades

Teste de Homogeneidade de Variância				
	Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
Com base em média	6,722	6	365	0,000
Com base em mediana	3,295	6	365	0,004
Com base em mediana e com df ajustado	3,295	6	287,011	0,004
Com base em média aparada	5,113	6	365	0,000

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

O resultado do teste de Levene para os índices de vulnerabilidade das comunidades indica a não homogeneidade da variância, ao nível de significância de 5%. Com isso conclui-se que a distribuição das amostras não são nem normais e nem homogêneas, aconselhando ao uso de métodos não paramétricos.

Ao se obter os resultados de Homogeneidade e Normalidade, é necessário escolher o teste não paramétrico ao qual serão submetidos os dados.

O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney é indicado para comparar as funções de distribuição de, pelo menos, uma variável medida em duas amostras independentes. Em análises de dados métricos, os Índices de Vulnerabilidade de cada comunidade podem se encaixar em medianas semelhantes. Porém, o teste estatístico indica diferenças significativas, confirmando ou rejeitando a hipótese nula (Marôco, 2014). O problema de usar o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney nessa pesquisa é o fato dele realizar apenas a comparação de duas amostras por vez, pelo que seria necessário realizar o teste 6 vezes, aumentando a probabilidade do erro do tipo I (Marôco, 2014).

O teste de Kruskal-Wallis é apropriado para realizar a comparação de distribuições de duas ou mais variáveis, assim como o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. A grande diferença é que o primeiro testa simultaneamente duas ou mais amostras independentes (Marôco, 2014). É usado para testar amostras com distribuições semelhantes ou diferentes, e assim como outros testes, realiza a comparação por medianas, no caso será o Índice de Vulnerabilidade.

O resultado do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (KW) para amostras independentes aplicado aos índices de vulnerabilidade das comunidades é apresentado na Tabela 8.

Os testes foram realizados no *Social Package for Social Science* (SPSS), comparando a vulnerabilidade do Linhão com a de cada comunidade pesquisada.

Os valores da significância foram ajustados pela correção de Bonferroni para múltiplos testes (MARÔCO, 2014).

Tabela 9. Resultados dos testes de Krukall-Wallis entre as vulnerabilidades das comunidades, nível de significância de 5%.

Testes de Amostras Independentes						
Comunidades	Estatística de Teste	Std. Erro	Erro Estatística de Teste	Kruskall - Wallis		Resultado
Linhão - Sitinho	-52,688	29,398	-1,792	0,073	1,000	Aceitar Hipótese
Linhão - Pedrinhas	31,535	14,827	2,127	0,033	0,702	Aceitar Hipótese
Linhão - Vila Conceição	57,906	39,805	1,455	0,146	1,000	Aceitar Hipótese
Linhão - Gapara	40,081	20,788	1,928	0,054	1,000	Aceitar Hipótese
Linhão - Vila Jacu	21,781	39,805	0,547	0,584	1,000	Aceitar Hipótese
Linhão - Vila Maranhão	64,013	17,706	3,615	0,000	0,006	Rejeitar Hipótese

Fonte: Socioeconomia e sustentabilidade ITV/DS, 2018.

O resultado indica que estatisticamente todas as comunidades em comparação com os domicílios do linhão têm vulnerabilidades semelhantes, exceto os domicílios do Linhão em comparação com a Vila Maranhão, onde se deve rejeitar a hipótese nula (H_0 : média IV Linhão = média IV Vila Maranhão); observa-se que, mesmo com a correção, a hipótese é rejeitada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse trabalho, buscou-se fazer a caracterização socioeconômica das comunidades e comparar a vulnerabilidade dos domicílios da Linha de transmissão em São Luís com comunidades vizinhas, com base em metodologias estatísticas, utilizando programas informáticos e referenciais teóricos adequados.

Concluimos que os domicílios do Linhão possuem uma vulnerabilidade muito alta. A posse por grande parte destes domicílios de itens básicos de utilidades domésticas (a taxa de presença de geladeira e fogão é 86,25% e 81,25% respectivamente) e a baixa presença de aposentadorias e bolsa família como únicas rendas domiciliares não impedem essa condição de vulnerabilidade. As taxas de associativismo e comunicação são baixíssimas, assim como a presença de meios de transporte próprio. A renda *per capita* tem média de R\$463,57 entre as famílias, mas, quando analisadas isoladamente, algumas apresentam rendas baixíssimas, equivalentes a menos de R\$70,00 mensais por pessoa.

Os domicílios das comunidades vizinhas selecionadas no entorno do linhão possuem vulnerabilidades altas, com exceção da comunidade de Sitinho, que tem vulnerabilidade muito alta, sendo a mais elevada dentre todas as comunidades pesquisadas. Todas possuem forte presença de utilidades domésticas e boa participação em associativismo e comunicação. Porém, a *renda per capita* média, o desemprego e o número de moradores por domicílio são bastante variados, sendo Sitinho a pior e Gapara a melhor.

A comparação estatística entre as comunidades obteve resultados diferentes dos valores métricos, pois a distribuição da vulnerabilidade afirma que todas as comunidades têm vulnerabilidades semelhantes, com exceção da comparação entre Linhão e Vila Maranhão, onde se deve rejeitar a hipótese nula.

As contribuições para o estudo da vulnerabilidade desenvolvidas por Cutter (2003), Marandola Jr. e Hogan (2006) confirmam a análise feita na pesquisa, pois

a vulnerabilidade inclui qualquer elemento referente de exposição ao risco ou perigo. O lugar habitado é um bom indício de vulnerabilidade, pois morar abaixo de uma linha de transmissão é tido como um intensificador de vulnerabilidade. Apesar da comunidade de Sitinho possuir índices de vulnerabilidade maiores do que os domicílios do Linhão, as últimas estão expostas ao risco iminente de descargas elétricas, necessitando de políticas de redução de riscos urgentes, como a realocação para outra área mais adequada.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), Ministério do Meio Ambiente. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008.

ARAÚJO, Tânia Bacelar de. **Herança de diferenciação e futuro de fragmentação**. Estudos Avançados, São Paulo, n. 29, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5422**: projeto de linhas aéreas de transmissão e subtransmissão de energia elétrica. Rio de Janeiro, 2003.

BARCELLOS, Paulo F. P. **Planejamento na gestão urbana**. Prefeitura Municipal de Curitiba, Instituto Municipal de Administração Pública, Projeto Habitar Brasil/BID. Porto Alegre: FAURGS, 2002.

CARDOSO, R. A. F. **Licenciamento Ambiental de sistemas de transmissão de energia elétrica no Brasil: Estudo de caso do sistema de transmissão do Madeira**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

COELHO, F. D. **Desenvolvimento econômico local no Brasil: as experiências recentes num contexto de descentralização**. Disponível em: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/31395>. Acesso em: 10/02/2017.

CORREA, R. L. **A periferia urbana**. Revista GEOSUL, UFSC, Florianópolis – SC, 1986.

CRISTO, L. de A. **Vulnerabilidade de comunidades no entorno de ferrovias: o caso do Ramal Ferroviário do Sudeste do Pará**. Instituto Tecnológico Vale, Belém-PA, 2016.

CUCCO, J. *at al.* - **Modelo de Avaliação de Potencial de Risco a Invasão em Faixas de Servidão de LT**. Centro de Ciências Humanas e da Educação - FAED Florianópolis - SC, 2007.

CUTTER, S. **The vulnerability of science and the science of vulnerability.** Annals of the Association of American Geographers, 93, 1-12, 2003.

DINIZ, C. C. **Dinâmica regional recente e suas perspectivas.** São Paulo: FUNDAP, 1995.

DNAEE/MME. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Ministério das Minas e Energia. **Sistema de gestão sócio-patrimonial.** Brasília, 1997.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando o SPSS.** Tradução Lorí Viali. 2. ed. Porto Alegre, Brasil: Artmed, 2009.

FREI, F. **Índice de Vulnerabilidade Familiar-IVF: Mensuração de fatores de risco para a violência.** Revista LEVS, n. 1, 2008.

FURTADO, B. A. **Índice de Vulnerabilidade das famílias (2000-2010): resultados.** IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2013.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.** In.: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006.

GOUVEIA N. *et.al.* HEBERMANN, M. - **Prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos e justiça ambiental de São Paulo.** (Dissertação de Mestrado, Medicina Preventiva). USP/FM/SBD - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2007/08.

HEINZ CENTER, **Human Links to Coastal Disasters.** Washington D.C.: The H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 31 ago. 2018.

INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ITV/DS). **Proposta de modelo para avaliar a criticidade social das comunidades.** Relatório Técnico. Belém: Grupo de Socioeconomia e Sustentabilidade do ITVDS, 2017.

LEMOS, J. J. S. **Mapa da Exclusão Social no Brasil: Radiografia de um País Assimetricamente Pobre.** Banco do Nordeste do Brasil, segunda edição revisão, 2008.

LIMA, A. R. **Análise e gestão de riscos das ocupações de faixas de linhas de transmissão: estudo de caso da vila alta tensão.** Dissertação: Mestrado

profissional em Engenharia Geotécnica da UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais, 2012.

LOUREIRO, Luiz Gustavo Kaercher. **Constituição, energia e setor elétrico**. Porto Alegre: Fabris, 2009.

MARANDOLA Jr. E.; HOGAN, D. J. **As dimensões da vulnerabilidade**. São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 1, 2006.

MARCATO, M. A. **Exposição humana a campos elétricos e magnéticos**. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id_essao/70/id_colunista/6/id_noticia/8077/Exposi%C3%A7%C3%A3o-humana-a-campos-el%C3%A9tricos-e-magn%C3%A9ticos-> Acesso em: 10 de junho de 2017.

MARÔCO, J. **Análise estatística com o SPSS statistics**. 6. ed. Pêro Pinheiro, Portugal: ReportNumber, 2014.

MENDONÇA, J. C. **Análise Preliminares dos Riscos Geoambientais na área da Vila Embratel, São Luis – MA**. XXI Seminário de Iniciação Científica – UFMA, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **17 Objetivos para transformar o mundo**. Disponível: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acessado em: 7 nov. 2018.

PIRES, Adriano (org.). **Política energética para o Brasil: propostas para o crescimento sustentável**. Nova Fronteira: Rio de Janeiro, 2006.

PINTO DE SÁ, J. L. **Campos electromagnéticos de extremamente baixa frequência, saúde pública e linhas de Alta Tensão**. IST. Lisboa: IST, 2008.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada**. Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000.

RIBEIRO, W. C. **Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil**. In: COLOQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, n.XI, 2010, Buenos Aires. La planificación territorial y el urbanismo desde el diálogo y la participación. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, 2010.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**. Fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia. São Paulo: Hucitec, 1994.

SÃO LUÍS, **PLANO DIRETOR MUNICIPAL**, Lei nº 4.669 de 11 de outubro de 2006.

TORRES, H. **Pobreza e espaço de segregação em São Paulo**. Revista do instituto de estudos avançados, IEA-USP v.17, n. 47, p. 97-128, jan/abr., 2003.

ZUQUETTE, L. V.; PEJON, O. J. **Eventos perigosos geológico-geotécnicos no Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.

Apêndice I – Survey de Vulnerabilidade e vocações de comunidades Maranhenses: o caso do linhão de São Luís

Frente

		Vulnerabilidade e vocações de comunidades Maranhenses: o caso do Linhão de São Luís		Domicílio nº	Família nº				
Indexador	Torre/Setor	Latitude		Longitude					
Entrevistador									
Visita	Data	Horário	Status						
			<input type="checkbox"/> 1. Pesquisa aplicada <input type="checkbox"/> 2. Morador ausente <input type="checkbox"/> 3. Morador recusou a responder <input type="checkbox"/> 4. Imóvel em construção	<input type="checkbox"/> 5. Imóvel ocupado <input type="checkbox"/> 6. Responsável ausente <input type="checkbox"/> 7. Apenas lote <input type="checkbox"/> 8. Imóvel desocupado					
Entrevistado	Contato		Nome						
()									
MENSAGEM CHAVE									
Bom dia! Sou pesquisador (a) do CNPq e estou fazendo levantamento para estudar as condições de vida dos moradores desta comunidade.									
1. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL PELO PESQUISADOR									
1.1	Endereço:			1.2	Bairro:				
1.3	Tempo de construção do imóvel (em anos):		1.4	Nº:					
1.5	Imóvel possui cultivo e/ou criação de animais?		1.6	Forma de uso atual do imóvel (múltiplas respostas)					
		<input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim/Especifique _____	<input type="checkbox"/> 1. Residencial <input type="checkbox"/> 2. Serviços de uso coletivo <input type="checkbox"/> 3. Comercial <input type="checkbox"/> 4. Em construção	<input type="checkbox"/> 5. Serviço <input type="checkbox"/> 6. Sem construção (lote)/área cercada <input type="checkbox"/> 7. Industrial <input type="checkbox"/> 8. Vago					
1.7	Imóvel se encontra em área de servidão?								
		<input type="checkbox"/> 0. Não <input type="checkbox"/> 1. Sim, 30 m <input type="checkbox"/> 2. Sim, 60 m							
2. USO DO ESPAÇO									
2.1	A família faz uso da terra para alguma coisa?	<input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim/ O que? _____	2.2	Você é o proprietário do imóvel?					
					<input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim				
2.3	Nome do proprietário		2.4	Contato					
2.5	Domicílio								
		<input type="checkbox"/> 1. Próprio <input type="checkbox"/> 2. Alugado <input type="checkbox"/> 3. Cedido <input type="checkbox"/> 4. Invadido <input type="checkbox"/> 5. Vago							
2.6	Terreno do imóvel								
		<input type="checkbox"/> 1. Comprado <input type="checkbox"/> 2. Cedido <input type="checkbox"/> 3. Invadido <input type="checkbox"/> 4. Doado <input type="checkbox"/> 5. Não sabe							
2.7	Possui documento do imóvel?								
		<input type="checkbox"/> 1. Escritura <input type="checkbox"/> 2. Compra e venda <input type="checkbox"/> 3. Declaração <input type="checkbox"/> 4. Documento de posse <input type="checkbox"/> 5. Não							
2.8	Condições sanitárias								
		<input type="checkbox"/> 1. Rede de esgoto pública <input type="checkbox"/> 2. Fossa séptica <input type="checkbox"/> 3. A céu aberto <input type="checkbox"/> 4. Rio, córrego ou lagoa <input type="checkbox"/> 5. Não identificada							
2.9	Energia elétrica								
		<input type="checkbox"/> 1. Não tem <input type="checkbox"/> 2. Gerador <input type="checkbox"/> 3. Rede pública com medidor <input type="checkbox"/> 4. Rede pública sem medidor <input type="checkbox"/> 5. Não identificada							
2.10	Abastecimento de água								
		<input type="checkbox"/> 1. Rede pública <input type="checkbox"/> 2. Poço ou nascente <input type="checkbox"/> 3. Rio, açude ou represa <input type="checkbox"/> 4. Cisterna <input type="checkbox"/> 5. Carro-pipa							
3. EQUIPAMENTOS E VOCAÇÃO SOCIOECONÔMICA									
3.1	Equipamentos em seu domicílio	1. Geladeira <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	2. Celular <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	3. TV <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4. Fogão a gás <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	5. Fogão a lenha <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	6. Freezer <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
		7. Ventilador <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	8. Ar condicionado <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	9. Aparelho de som <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	10. Automóvel <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	11. Moto <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	12. Bicicleta <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
3.2	Você utiliza alguma rede social	1. Nenhuma <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	2. Whatsapp <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	3. Facebook <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4. Outra/Qual? <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim				
3.3	Você faz parte de alguma associação	1. Cooperativa <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	2. Sindicato <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	3. Grupo religioso <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4. Associação <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	5. Clube recreativo <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	6. Partido político <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
3.4	Beneficiário de programa social?	1. Bolsa família <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	2. BPC <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	3. Aposentadoria <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4. Auxílio doença <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	5. Outro <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim			
3.5	O que você faz hoje?								
	O que você gostaria de fazer?								
4. EQUIPAMENTOS PÚBLICOS NA COMUNIDADE OU NAS PROXIMIDADES									
4.1	Posto de saúde <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4.2	Escola <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4.3	Creche pública <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4.4	Posto policial <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	4.5	Lazer <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim
5. GRAU DE SATISFAÇÃO DE MORAR NO LOCAL									
5.1	Qual o grau de satisfação com a sua vida neste local?		Grau de satisfação (1= pouco satisfeito ... 5= muito satisfeito)						
		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5							

Fonte: Equipe de Socioeconomia e sustentabilidade – ITV/DS, 2017.

Apêndice II – Survey da II Expedição à Estrada de Ferro Carajás: realidade e percepção das comunidades

Frente

 <p style="font-size: small;">Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico</p>	II Expedição à Estrada de Ferro Carajás: realidade e percepção das comunidades Pará e Maranhão/2017			SURVEY	Código							
					Pesquisador							
					Data col.							
					Localidade							
					Latitude (S)							
				Longitude (O)								
1. Migração												
1.1 Onde você nasceu?		1 Localidade (Quad. A.3)		2 Município (Quad. A.2)		3 UF (Quad. A.1)		1.1	1 2 3			
1.2 Qual a data de chegada nesta localidade				1 Ano (AAAA)				1.2	1			
1.3 Se residia fora desta localidade, qual o motivo da mudança?				1 Motivo da mudança (Quad. A.4)				1.4	1			
2. Características do domicílio												
2.1 Quantas pessoas residem neste domicílio?			1 Adultos		2 Crianças e jovens (<18 anos)		2.1		1 2			
2.2 Quantas?		1 Trabalham		2 Estudam		3 Desempregados		4 Com benefícios sociais				
								2.2	1 2 3 4			
2.3 Quais benefícios sociais?			1 Bolsa família <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		2 BPC <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		3 Auxílio-doença <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		4 Aposentadoria <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		5 Outro <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim	
									2.3	1 2 3 4 5		
2.4 Qual o nível educacional mais elevado da família?				1 Última série concluída (Quad. A.6)								
				2.4								
2.5 Quais equipamentos o seu domicílio dispõe?		1 Geladeira <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		2 Freezer <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		3 Fogão a gás <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		4 Ventilador <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		5 Ar condicionado <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
		6 TV <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		7 Rádio <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		8 Aparelho de som <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		9 Computador <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		10 Celular <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
		11 Bicicleta <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		12 Motocicleta <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		13 Automóvel <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		14 Barco <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		15 Máq. de costura <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
2.6 Renda formal		R\$/mês		2.7 Renda não monetária (pesca, roça, horta, criação de animais, etc) <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		R\$/mês		2.6		1 2		
2.7 Renda informal		R\$/mês						2.7				
2.8 Qual a condição da sua propriedade?			1 Resposta <input type="checkbox"/> 1 Própria <input type="checkbox"/> 2 Alugada <input type="checkbox"/> 3 Cedida <input type="checkbox"/> 4 Outra									
			2.8									
2.9 Condições sanitárias		<input type="checkbox"/> 1 Rede de esgoto pública		<input type="checkbox"/> 2 Fossa séptica		<input type="checkbox"/> 3 A céu aberto		<input type="checkbox"/> 4 Rio ou córrego		<input type="checkbox"/> 5 Não identificada		
2.10 Abastecimento de água		<input type="checkbox"/> 1 Rede pública		<input type="checkbox"/> 2 Poço ou nascente		<input type="checkbox"/> 3 Rio ou açude		<input type="checkbox"/> 4 Cisterna		<input type="checkbox"/> 5 Carro-pipa		
2.11 Energia elétrica		<input type="checkbox"/> 1 Não tem		<input type="checkbox"/> 2 Gerador		<input type="checkbox"/> 3 Rede pública com medidor		<input type="checkbox"/> 4 Rede pública sem medidor		<input type="checkbox"/> 5 Não identificada		
3. Conhecimentos e vocações socioeconômicas (práticas e habilidades)												
3.1 Com o que você sabe trabalhar?		1.						3.1		1 2		
3.2 Com o que você gostaria de trabalhar?		2.										
4. Avaliação da vida na comunidade												
4.1 Você pretende continuar morando nesta comunidade?			1 Resposta <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim									
			4.1									
4.2 Cite pelo menos um aspecto que você GOSTA na comunidade?			1 Aspecto POSITIVO 1									
			2 Aspecto POSITIVO 2									
4.3 Cite pelo menos um aspecto que você NÃO GOSTA na comunidade?			1 Aspecto NEGATIVO 1									
			2 Aspecto NEGATIVO 2									
4.4 Você faz parte de alguma associação?		1 Cooperativa <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		2 Sindicato <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		3 Grupo religioso <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		4 Associação <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		5 Clube recreativo <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		
		6 Partido político <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		7 Outros <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		8 Qual?						
4.5 Você utiliza redes sociais?		1 Nenhuma <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		2 Whatsapp <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		3 Facebook <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1		4 Outra <input type="checkbox"/> 0 Não <input type="checkbox"/> 1 Sim		3.1 Qual?		
4.6 Qual o grau de satisfação com a sua vida na comunidade?			1 Grau de satisfação (1=pouco satisfeito ... 5=muito satisfeito) <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5									
			4.6									

Fonte: Equipe de Socioeconomia e sustentabilidade – ITV/DS, 2017.

