

ARNALDO DIODORO L'ABBATE LOCOSELLI
HELOISA MEDEIROS QUAGGIO
MAYARA JOAQUIM ROCHA
PEDRO CHAIM DE MORAES PINTO

**Estudo e melhoramento de processos de uma
organização não - governamental**

Trabalho de Formatura II de graduação,
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como
requisito para a conclusão de curso de
Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia de
Transportes

Orientador: Prof. Dr. Flávio Guilherme
Vaz de Almeida Filho

**São Paulo
2017**

Catálogo-na-publicação

Locoselli, Arnaldo

Estudo e melhoramento de processos de uma organização não -
governamental / A. Locoselli, H. Quaggio, M. Rocha, P. Pinto -- São Paulo,
2017.

179 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1.Energia Solar 2.Iluminação Pública 3.Organização Não Governamental
4.Logística I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Transportes II.t. III.Quaggio, Heloisa IV.Rocha, Mayara
V.Pinto, Pedro

AGRADECIMENTOS

Ao professor Flávio Guilherme Vaz de Almeida Filho, pela orientação, pelo constante estímulo transmitido e pela disposição em dar suporte durante todo o trabalho.

A Organização Litro de Luz pela parceria e confiança.

As nossas famílias por todo apoio e motivação dada ao longo do curso.

A todos que participaram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho é um estudo de melhoramento do processo produtivo de uma organização não governamental. A escolha da instituição com a qual seria firmada a parceria foi baseada na identificação dos autores com o projeto e em critérios técnicos, como ter perspectiva de rápido crescimento e falta de estratégia logística. Foi selecionada a ONG Litro de Luz, cuja proposta é instalar postes de iluminação pública que funcionam a energia solar em comunidades com acesso restrito a eletricidade. Foi feito um acompanhamento de todas as etapas do processo produtivo, por meio de reuniões e ações de campo, para identificar os pontos em que seria possível implantar melhorias. Além de estudar como é feita a entrega e armazenamento de materiais, também foram propostas melhorias estruturais no poste e em procedimentos das ações em campo. As melhorias envolvem: começar a georreferenciar os postes e mapear as comunidades por aplicativos de celular; reforçar a base e fixação do poste por meio do aumento da sua base e do contato concreto-poste; aumentar a rigidez do poste por meio do preenchimento completo com concreto para reduzir efeitos de oscilações; e definir um traço de concreto a ser utilizado nas obras. Em relação aos processos com os materiais foram levantadas informações sobre o processo de compras, estocagem e transporte e quais são os custos envolvidos. Para o frete foram levantadas opções de modais de transporte e seus custos para diferentes cenários e em todos o modal rodoviário mostrou-se mais vantajosa. Para o estoque, foram estudadas as quantidades pedidas, armazenadas e seus custos para diferentes cenários.

Palavras Chave: Energia Solar; Iluminação Pública; Organização Não Governamental; Logística.

ABSTRACT

This study focus on enhancing operations of a non-governmental organization. The chosen institution was selected based on how kindred the authors were with it and on technical criteria, such as rapid-growth perspective and lack of logistics strategy. Author's preference was to the NGO Litro de Luz, whose initiative is to install solar-power-fueled street lighting at communities with restricted access to public lighting. Standard procedures and operations were monitored, through meetings and field work, to identify improvable aspects. Besides researching on delivery and inventory, there were also enhancements on the structural design of the lamp-posts and on general operations during field work. The recommendations include: georeferencing the street lamps e mapping the communities using mobile phone apps; reinforcing the foundation of the pole by the means of enlarging its base and the concrete-PVC interaction; raising lamppost's stiffness by completely filling it with concrete to reduce oscillation; defining a concrete mixture ratio used on site. Related to material procurement, transportation and inventory costs were studied. For the freight, different modal options and their respective costs were researched and to all demand scenario road transport was the most advantageous. For the inventory, different ordering and stocking quantities were studied for the same scenarios.

Key words: Solar energy; Public lighting; Non-governmental organization; logistics improvement.

Sumário

1	Objetivos	14
1.1	Objetivo Geral	14
1.2	Objetivo Específico.....	14
2	Introdução	15
3	Motivação.....	16
4	Revisão Bibliográfica.....	17
4.1	Iluminação.....	17
4.1.1	Histórico da iluminação Pública	17
4.1.2	Atualmente	17
4.2	Iluminação no Brasil.....	19
4.2.1	A legislação	19
4.2.2	Panorama atual do Brasil – Domicílios sem acesso à energia elétrica 20	
4.2.3	Ausência de Iluminação pública	22
4.3	Panorama Atual no Mundo – Carência energética domiciliar.....	25
4.4	Uso de Energia solar e LED.....	27
4.5	Logística.....	31
4.5.1	Importância da logística	31
4.5.2	Conceitos utilizados.....	33
4.5.3	Infraestrutura de transportes no Brasil.....	35
4.5.4	Estoque e seus custos.....	41
4.6	Análise técnica	48
4.6.1	Estudo do traço de concreto	48
4.6.2	Estudo da Resistência e Oscilações Induzidas	49
5	Materiais e Métodos.....	53
5.1	Levantamento de ONGs.....	53
5.1.1	Critério para Escolha	53

5.1.2	Lista de Possíveis ONGs para se trabalhar	54
5.2	Escolha da ONG	55
5.3	A ONG Litro de Luz.....	58
5.3.1	História	58
5.3.2	Soluções.....	60
5.4	Estratégia para escolha das comunidades.....	63
5.5	Descrição dos aspectos jurídicos do poste	64
5.6	Descrição dos aspectos técnicos do poste	66
5.6.1	Componentes e estrutura	66
5.6.2	Fundação do poste	69
5.7	Processo produtivo de uma ação	72
5.7.1	Identificação da logística dos Materiais em São Paulo.....	76
5.7.2	Mapeamento da Comunidade e identificação dos postes	77
5.8	Mapeamento da região, georreferenciamento e identificação dos postes	78
5.8.1	Identificação dos postes e outras soluções luminotécnicas.....	79
5.8.2	Mapeamento da comunidade	80
5.8.3	Georreferenciamento dos postes.....	81
5.9	Análise de aspectos técnicos e construtivos	86
5.9.1	Concepção e estrutura	86
5.9.2	Análise de Resistência e Oscilações Induzidas.....	90
5.9.3	Análise do traço de concreto para a fundação do poste.....	107
5.10	Análise de pedidos, estoques e frete	113
5.10.1	Cargas a serem consideradas no frete.....	113
5.10.2	Fretes para uma ação no Município de São Paulo.....	117
	Análise de fretes disponíveis.....	118
5.10.3		118

5.10.4	Análise de estoque, lote econômico e seus custos	140
5.10.5	Painéis Fotovoltaicos.....	143
5.10.6	Baterias	146
5.10.7	Caixa Hermética.....	148
5.10.8	Preço do imóvel.....	149
6	Resultados	153
7	Conclusões	158
8	Considerações Finais.....	160
9	Referência Bibliográfica	162
Anexo A.....		169
	Cotação transporte aéreo - Azul Linhas Aéreas	169
	Cotação transporte aéreo – Latam Cargo	172
Anexo B.....		174
	Avaliação de imóveis	174

Lista de Figuras

Figura 1 - Representação geográfica dos domicílios com energia elétrica - Urbano	21
Figura 2 - Representação gráfica dos domicílios com energia elétrica – Rural.....	21
Figura 3 - Gráfico do consumo mundial de energia até 2060.....	28
Figura 4 - Potência de iluminação dos diferentes tipos de lâmpadas em Watts ...	30
Figura 5 - Gráfico comparativo de custos logísticos como um percentual do PIB.	31
Figura 6 - Infraestrutura de Cargas pelo Mundo.....	37
Figura 7 - Infraestrutura de Transportes.....	37
Figura 8 - Representatividade dos Custos Lógicos do Brasil	38
Figura 9 - Distribuição dos Modais de Transportes - Estado de São Paulo	39
Figura 10 – Estoque x Tempo	42
Figura 11 – Gráfico Preço x Demanda	44
Figura 12- Capacidade Remanescente.....	47
Figura 13 – Esforço Transversal	50
Figura 14 – Representação da formação de vórtices pela passagem de vento transversalmente a um corpo circular.	51
Figura 15 - Lâmpada diurna instalada.....	60
Figura 16 - Esquema de montagem da lâmpada diurna	61
Figura 17 - Lâmpada fabricada pela Litro de Luz	62
Figura 18 - Poste de iluminação pública	63
Figura 19 - Foto do poste de iluminação pública com seus componentes	67
Figura 20 - Fundação escavada manualmente	70
Figura 21 -Fundação escavada manualmente	70
Figura 22 - Produção do concreto em campo	71
Figura 23 - Início da produção do concreto em campo	72
Figura 24 - Kit que famílias recebem para montagem do poste	74
Figura 25 - Voluntário e família montando o Kit	75
Figura 26 - Etiquetação dos postes.....	75
Figura 27 - Colagem e vedação dos componentes	76
Figura 28 - Reprodução da tela de celular ao utilizar o aplicativo MyGPSCoordinates	82

Figura 29 - Pontos gravados pelo aplicativo MyGPSCoordinates importados para o MyMaps e sobrepostos sobre um mapa base de imagem de satélite. Cada ponto dispõe de sua própria coordenada ao lado	83
Figura 30 - Comparação entre os 13 pontos gravados por meio de foto do celular (em verde) e por meio do aplicativo MyGPSCoordinates (em marrom)	84
Figura 31 - Zoom da Figura 22 mostrando a distância entre os dois pontos número 3, os mais distantes entre si, utilizando a ferramenta de medir distância do MyMaps	85
Figura 32 - Esquema de fundação para terrenos alagadiços	87
Figura 33 - Representação na nova base do poste	88
Figura 34 - Comparação entre a nova base (esquerda) e a antiga base do poste (direita)	89
Figura 35 - Situação Real e Situação Considerada para efeitos de cálculo	91
Figura 36 - Engastamento Real e Engastamento Efetivo	92
Figura 37 - Diferentes situações consideradas para comparação	93
Figura 38 - Esquerda: “Situação 1 – Atual”; Direita: “Situação 2 – Cheia”	97
Figura 39 – Potencial Eólico do Sudeste	105
Figura 40 - Curvas de Walz	109
Figura 41 - Ábaco para cimento de resistência 26 MPa	110
Figura 42 - Ábaco para concreto de resistência à compressão 44 MPa	111
Figura 43 — Ábaco para concreto de resistência à compressão 49 MPa	112
Figura 44 - Rios da Bacia Amazônica	126
Figura 45 - Comparativo de Navegabilidade	127
Figura 46 - Cotação da Bateria na Azul	129
Figura 47 - Preços para transporte da bateria	129
Figura 48 - Dados para cotação das Baterias na Latam	130
Figura 49 - Valores obtidos para transporte das baterias	130
Figura 50 - Opção de rota rodoviária São Paulo - Manaus	133
Figura 51 - Cotação do frete das Placas Solares na Azul	169
Figura 52 -Preços para transporte das placas solares	170
Figura 53 - Cotação do transporte aéreo das Caixas Heméticas na Azul	170
Figura 54 - Cotação para Transporte Aéreo das caixas herméticas	171
Figura 55 - Dados para cotação do transporte aéreo das placas solares	172
Figura 56 - Valores Obtidos para o frete aéreo das placas solares	172

Figura 57 - Dados para a cotação do transporte aéreo das caixas herméticas.	173
Figura 58 - Valores obtidos para o frete das caixas herméticas.....	173
Figura 59 – Imóvel 1.....	174
Figura 60 – Imóvel 2.....	174
Figura 61 – Imóvel 3.....	175
Figura 62 – Imóvel 4.....	175
Figura 63 – Imóvel 5.....	176
Figura 64 – Imóvel 6.....	176
Figura 65 – Imóvel 7.....	177
Figura 66 – Imóvel 8.....	177
Figura 67 – Imóvel 9.....	178

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Tabela comparativa de criminalidade.....	25
Tabela 2 - Tabela comparativa de acesso à Eletricidade	26
Tabela 3 - Fator de Cubagem para os Modais	41
Tabela 4 - Tabela de ONG's pesquisadas.....	55
Tabela 5 - Descrição de componestes do poste	68
Tabela 6 -Módulo de Elasticidade de Polímeros	95
Tabela 7 – Comparação da rigidez obtida em ambas as situações estudadas.....	98
Tabela 8 – Frequências Naturais	102
Tabela 9 – Frequência Natural e Diâmetro	105
Tabela 10 - Comparativos de Velocidades Críticas.....	106
Tabela 11 – Ações realizadas nos últimos 12 meses.....	114
Tabela 12 - Lista de Materias Transportados para 40 postes	114
Tabela 13 - Lista de materias para a execução de um poste.....	115
Tabela 14 - Cenários de estudo	116
Tabela 15 - Valores calculados para o cenário 1	116
Tabela 16 - Valores calculados para o cenário 2	116
Tabela 17 - Valores calculados para o cenário 3	116
Tabela 18 - Valores calculados para o cenário 4	117
Tabela 19 - Valores calculados para o cenário 5	117
Tabela 20 - Tipologia de caminhões	119
Tabela 21 - Cubagem do cenário 1	121
Tabela 22 - Cubagem do cenário 2	121
Tabela 23 - Cubagem do cenário 3	121
Tabela 24 - Cubagem do cenário 4	122
Tabela 25 - Cubagem do cenário 5	122
Tabela 26 - Cubagem Aérea	123
Tabela 27 - Cubagem Aérea	123
Tabela 28 - Cubagem Aérea	123
Tabela 29 - Cubagem Aérea	123
Tabela 30 - Cubagem Aérea	124
Tabela 31 - Cubagem Marítima.....	125
Tabela 32 - Cubagem Marítima.....	125
Tabela 33 - Cubagem Marítima.....	125

Tabela 34 - Frete Marítimo	125
Tabela 35 - Frete Marítimo	125
Tabela 36 - Resumo dos dados para cotação de frete Aéreo	128
Tabela 37 - Resumo das cotações obtidas	131
Tabela 38 - Planilha de custo para carga fracionada	133
Tabela 39 - Resumo dos valores do frete básico rodoviário	135
Tabela 40 - Considerações sobre generalidades	136
Tabela 41 - Resumo de valores das generalidades	137
Tabela 42 - Valores considerando as distâncias	138
Tabela 43 - Valor total do frete terrestre por cenário.....	139
Tabela 44 - Comparativo entre valores de frete por modal e por cenário	139
Tabela 45 - Aluguel de VUC em São Paulo e região	140
Tabela 46 – Cálculos de estoque para painéis fotovoltaicos.....	145
Tabela 47 – Resumo dos cálculos de estoque para painéis fotovoltaicos com lote econômico arredondado.....	145
Tabela 48 - Cálculos de estoque para baterias	147
Tabela 49 - Resumo dos cálculos de estoque para baterias com lote econômico arredondado.....	147
Tabela 50 - Cálculos de estoque para caixas herméticas	149
Tabela 51 - Resumo dos cálculos de estoque para caixas herméticas com lote econômico arredondado.....	149
Tabela 52 – Acabamentos e Coeficientes	151
Tabela 53 - Área construída e Coeficientes	151
Tabela 54 – Imóveis Escolhidos e cálculo da precificação hedônica por m ² por meio dos coeficientes estabelecidos.....	152
Tabela 55 - Proporção de pesos para os cenários.....	156
Tabela 56 – Frete Aéreo x Frete Terrestre	156
Tabela 57 – Custo Anual de Estoque.....	157
Tabela 58 – Volume ocupado pelo estoque em cada cenário definido	157

1 Objetivos

1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é analisar os procedimentos da Organização Não Governamental, Litro de Luz, quanto às atividades relacionadas ao campo de atuação de engenharia civil.

Dessa forma, serão apresentados estudos e proposição de melhorias em termos de processo produtivo em campo, concepção estrutural, transporte e estocagem de materiais. Principalmente porque essas melhorias podem resultar em melhoramento da operação e redução de custos futuros.

1.2 Objetivo Específico

O presente trabalho foi realizado em duas etapas consecutivas. A primeira delas teve como objetivo principal a obtenção de um panorama geral da Litro de Luz, no que tange seus processos produtivos e estrutura organizacional.

Dessa forma, a primeira etapa atuou em um universo mais restrito buscando entender como são os procedimentos para a realização de uma etapa no município de São Paulo, cidade onde a ONG possui sua sede. Além disso, os autores acompanharam uma ação de forma a entender os procedimentos técnicos e propor melhorias.

A segunda etapa buscou expandir o escopo de estudo para outras localidades em que a Litro de Luz, pensando em opções de transporte de materiais e manuseio de pedidos e estoques. O estudo de melhorias técnicas que se iniciou na primeira etapa teve continuidade na segunda a fim de melhor potencializar a contribuição técnica do grupo à Litro de Luz.

2 Introdução

A formação de um engenheiro civil é composta por diversas vertentes de conhecimento, dentre elas destaca-se cada vez mais o conhecimento logístico, dado principalmente à capacidade de reduzir custos, tempos e distâncias devido ao aperfeiçoamento de processos. A logística é uma área que estuda fluxos (de mercadoria, de pessoas, de matéria-prima etc.) a fim de conhecê-los e otimizá-los. Processos de otimização em logística são responsáveis por cortes de custos em empresas, por corte de tempo em deslocamentos e também, por redução de danos ambientais. Uma vantagem de uma otimização logística para o meio ambiente pode, por exemplo, estar relacionado a uma redução de emissão de CO₂ graças a uma melhor rota de distribuição de uma dada mercadoria, que reduz distâncias e custos. Um outro exemplo é a otimização de embalagens de produtos, o que ao mesmo tempo que reduz custos, pode reduzir o consumo de plástico, metal e papelão usualmente utilizados em embalagens. Foi pensando principalmente na vertente ecológica e de redução de custos que os autores optaram por trabalhar com a área de logística no trabalho de conclusão de curso.

Como já foi outrora comentado, a principal motivação que fomentou a escolha do tema foi a de buscar um projeto com compensação social.. Dessa forma, os autores buscaram temas que relacionassem a logística e compensação social, tal qual, o auxílio de organizações não governamentais (ONGs) em aperfeiçoamento de seus processos logísticos. Assim, iniciamos uma pesquisa por ONGs que pudessem ter um problema de natureza logística e acabamos firmando uma parceria com a ONG Litro de Luz.

A Litro de Luz é uma ONG que trabalha com a distribuição de energia elétrica para áreas que possuem um déficit deste serviço. Atualmente a Litro de Luz atua em mais de 20 países e utiliza uma estrutura simples e sustentável para fabricar seus postes e lâmpadas: garrafas tipo PET, painéis solares e lâmpadas do tipo diodos emissores de luz (LED). A organização não só leva os materiais e voluntários para as áreas de implantação da nova iluminação como também, capacita os moradores locais, explicando todo o processo produtivo e deixando-os participar das montagens.

O financiamento da ONG é feito através de doações e parcerias com empresas. Em 2016 eles ganharam o prêmio internacional St. Andrews Prize, que

os possibilitou iluminar sete comunidades ribeirinhas da Amazônia. O prêmio foi de US\$100.000,00 e eles concorreram com outros 540 projetos do mundo todo. Fazia 17 anos que um projeto brasileiro não venciam tal prêmio.

Atualmente a Litro de Luz já possui 1.000.000 de lâmpadas diurnas instaladas, 25.000 lâmpadas noturnas instaladas e 3.000 postes instalados em seis projetos já realizados no Brasil. (Litro de Luz, 2017). Os projetos já realizados foram:

- Comunidade Vila Beira Mar – Duque de Caxias, Rio de Janeiro
- Florianópolis – Santa Catarina
- Vila Moraes – São Bernardo do Campo, São Paulo
- Comunidade Sol Nascentes – Brasília, Distrito Federal
- Comunidade Dominginhos – Amazonas
- Caapiranga – Amazonas

Assim, a organização vem espalhando a sua missão nas comunidades: “Ter um país onde o acesso à iluminação supere barreiras socioeconômicas e geográficas”. (Litro de Luz, 2015)

3 Motivação

Considerando os dias atuais não é factível imaginar que existem pessoas dentro e fora dos centros urbanos vivendo em condição de carência energética.

Assim posto, os autores buscam auxiliar a mitigação deste problema através do uso de recursos que os mesmos dispõem atualmente: conhecimento adquirido na faculdade de engenharia civil e disposição.

Com o estudo em questão, os autores visam retribuir de alguma forma para a sociedade todo o investimento que foi lhes feito durante a graduação. Assim, o trabalho com a Litro de Luz permite aos autores unir um fator de compensação social com técnicas aprendidas e praticadas durante a graduação em engenharia civil em um tema tão preocupante como é a carência de energia elétrica.

4 Revisão Bibliográfica

4.1 Iluminação

4.1.1 Histórico da iluminação Pública

A iluminação tem papel fundamental para o desenvolvimento humano e sua fonte natural é muito restritiva, levando as populações a buscarem soluções feitas pelo ser humano desde a Idade Antiga. Embora pouco relevante, há indícios do uso de óleo e também velas, produzidas a partir de gordura animal e fibra vegetal (AVER, 2013). Durante a Idade Média a iluminação feita pelo homem passou a ser mais utilizada, com uso de velas e tochas embebidas em material inflamável. No fim da Idade Média, em 1415, o governo de Londres começou a ter maior preocupação com iluminação pública. Exigia-se que os moradores colocassem lamparinas na porta de casa, a fim de reduzir criminalidade nas ruas após anoitecer (HOLMES, 1997).

No início do século XIX experimentações com lamparinas a gás chamaram a atenção do governo que instalou na Ponte de Westminster a primeira iluminação pública com gás. Nos anos seguintes deu-se a popularização da lâmpada a gás para áreas externas, que perduraram até o último quartil do século XIX, com a invenção da luz elétrica. Embora a primeira cidade no mundo a ter iluminação pública com luz elétrica tenha sido Nova Iorque, o Brasil não tardou em ter uma cidade com o mesmo tipo de iluminação, no estado do Rio de Janeiro (AVER, 2013). Em poucos anos Porto Alegre aderiu ao novo sistema de iluminação, seguido de outras cidades inclusive Manaus e Belém, as quais estavam com a economia aquecida devido ao ciclo da borracha no norte do país. Assim, ao longo do século XX houve grande distribuição de luz elétrica pelo mundo, inclusive por todo território nacional.

4.1.2 Atualmente

A história da iluminação pública teve características próprias em cada lugar, porém seu principal intuito foi prover segurança e maior vivência urbana para os habitantes de cada região. Outros benefícios gerados pela iluminação pública serão abordados na Revisão Bibliográfica. Mesmo com a disseminação da iluminação elétrica dentro e fora de casa, no Brasil ainda há 3 milhões de pessoas que sofrem de pobreza energética, segundo a *St. Andrew's Prize for the Environment*. Este

dato é preocupante quando se pensa nos problemas que a falta de iluminação pública pode gerar, mas é ainda mais alarmante ao levar em consideração iluminação interna. A ausência de iluminação no interior de uma residência impede vários processos diários que são vistos como indispensáveis atualmente. Luz não é o único destino da eletricidade, nem mesmo o mais importante em muitos casos, mas será o único destino de energia abordado neste trabalho. Será pontuado, também, usos de iluminação no interior de residências, além da iluminação pública, não abordando as infindáveis dificuldades causadas pela carência de energia elétrica como um todo.

Atualmente, a distribuição elétrica no Brasil atinge todas as regiões e o poder público se responsabiliza por 40% da distribuição, enquanto a esfera privada se encarrega dos outros 60%, segundo a ABRADÉE. Esta forte atuação do poder privado não se aplica a iluminação pública, uma vez que é dever dos municípios operações que englobem projeto, implantação, expansão, instalação, manutenção e consumo de energia elétrica segundo a ANEEL. Além disso, o programa do governo federal “Luz para Todos”, iniciado em 2003 tem por objetivo levar energia elétrica (inclusive com finalidades de iluminação pública e interna) para 10 milhões de pessoas, focando em áreas rurais. Segundo o próprio governo, em 11 anos de programa atingiu-se pouco mais de 60% da meta, sendo a maioria em áreas isoladas e de difícil acesso. Ou seja, mesmo sendo um programa essencial, em mais de uma década o “Luz para Todos” ainda não conseguiu solucionar o problema do equivalente a quase 5% da população brasileira. Esses números contabilizam apenas pessoas sem energia elétrica, não incluindo pessoas que sofrem com a precariedade da iluminação pública em seus bairros, mesmo que em regiões próximas a centros urbanos.

Nesse contexto de não atendimento às necessidades básicas de infraestrutura da população, surgem ONGs que atuam nos vácuos deixados pelo poder público, como por exemplo o “Teto”, atuando para melhorar condições de moradia para aqueles que vivem em habitações precárias e “Amigos do Bem” que distribui medicamentos aos que os necessitam, suprimindo a ausência da saúde pública. Não temos a pretensão de entrar no mérito do motivo da existência dessas lacunas de infraestrutura; apenas estudaremos uma ONG que preenche essa função no quesito iluminação, tanto em centros urbanos quanto em regiões remotas.

4.2 Iluminação no Brasil

4.2.1 A legislação

O Brasil é definido politicamente como uma República Federativa, formada pelos Governos Federal, Estadual e Municipal. Essas três esferas de poder são autônomas e possuem responsabilidades diferentes para com a Nação.

O Governo Federal deve cuidar de temas de interesse da Nação como um todo. Assim, deve garantir o desenvolvimento nacional, reduzir desigualdades, erradicar a pobreza entre outros. (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988). Também é papel do Governo Federal zelar pela existência das agências reguladoras. Estas são instituições responsáveis por fiscalizar a prestação de serviços, que são prestados pela iniciativa privada à Nação. (Governo Federal, 2009). No Brasil são dez agências ao todo, sendo que a de maior importância para este trabalho é a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica). A Aneel não apenas fiscaliza, como também, regula toda a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica. (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988)

O Governo Estadual, por sua vez, é o responsável por prover: segurança, desenvolvimento econômico, desenvolvimento social, educação, energia, saneamento, controle de recursos hídricos entre outros. Com relação a produção de energia no Estado de São Paulo existem subsecretarias específicas para cada tipo de energia: Elétrica, Renovável, Mineração e Petróleo e Gás ligadas a SEM (Secretaria de Energia e Mineração). (Governo do Estado de São Paulo, 2017). Segundo o Governo do Estado de São Paulo: “Por meio da Agência Reguladora de Saneamento e Energia (Arsesp), a SEM coordena ações e iniciativas para garantir a manutenção e qualidade do fornecimento de insumos energéticos visando o desenvolvimento sustentável do Estado. ”

Para concluir, as principais obrigações dos governos municipais incidem em assuntos que interferem na vida urbana, como por exemplo: uso do solo, pavimentação e manutenção de vias públicas, garantir a coleta de lixo entre outros. (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988). Ainda, os municípios são os responsáveis por prover a Iluminação Pública (Resolução Normativa Aneel nº414, 2010). Segundo a mesma resolução:

“§ 6º A classe iluminação pública, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada mediante concessão ou autorização, caracteriza-se pelo fornecimento para iluminação de ruas, praças, avenidas, túneis, passagens subterrâneas, jardins, vias, estradas, passarelas, abrigos de usuários de transportes coletivos, logradouros de uso comum e livre acesso, inclusive a iluminação de monumentos, fachadas, fontes luminosas e obras de arte de valor histórico, cultural ou ambiental, localizadas em áreas públicas e definidas por meio de legislação específica [...]”

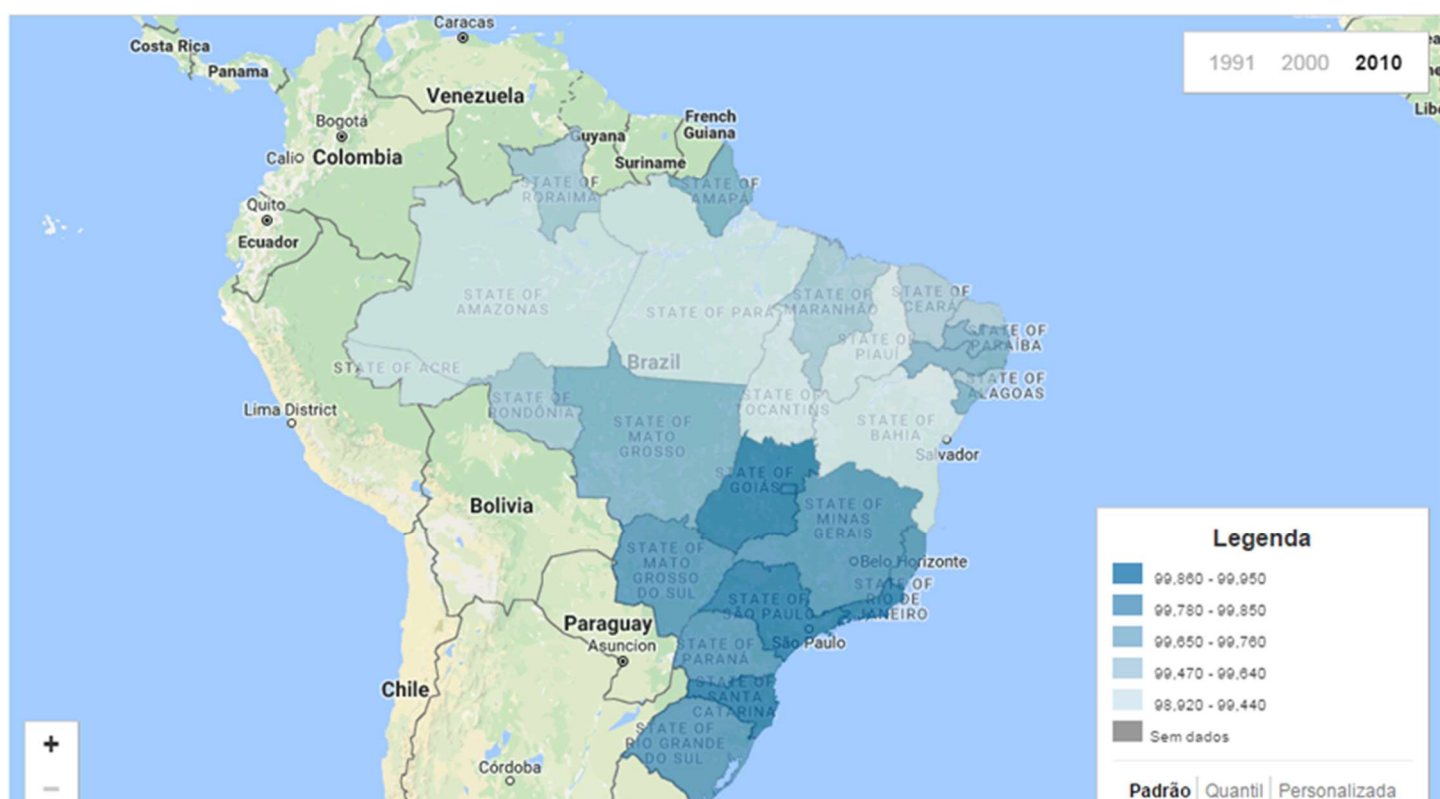
(Resolução Normativa Aneel nº414, 2010. p.15, parágrafo 6)

4.2.2 Panorama atual do Brasil – Domicílios sem acesso à energia elétrica

Ao se estudar o quadro de fornecimento de energia elétrica é possível concluir que as três esferas de governo têm falhado com a sua população. A energia elétrica hoje em dia é essencial para o desempenho de muitas atividades, desde as mais simples como ter luz para cozinhar o jantar até as mais complexas como prover água e movimentar a indústria. Ao todo, 1,5% dos brasileiros não possuem luz em casa, são apenas 170 cidades brasileiras com fornecimento pleno de energia elétrica ao seus moradores e 5.394 cidades em que uma parte da população vive no escuro. (IBGE, Censo Demográfico, 2010).

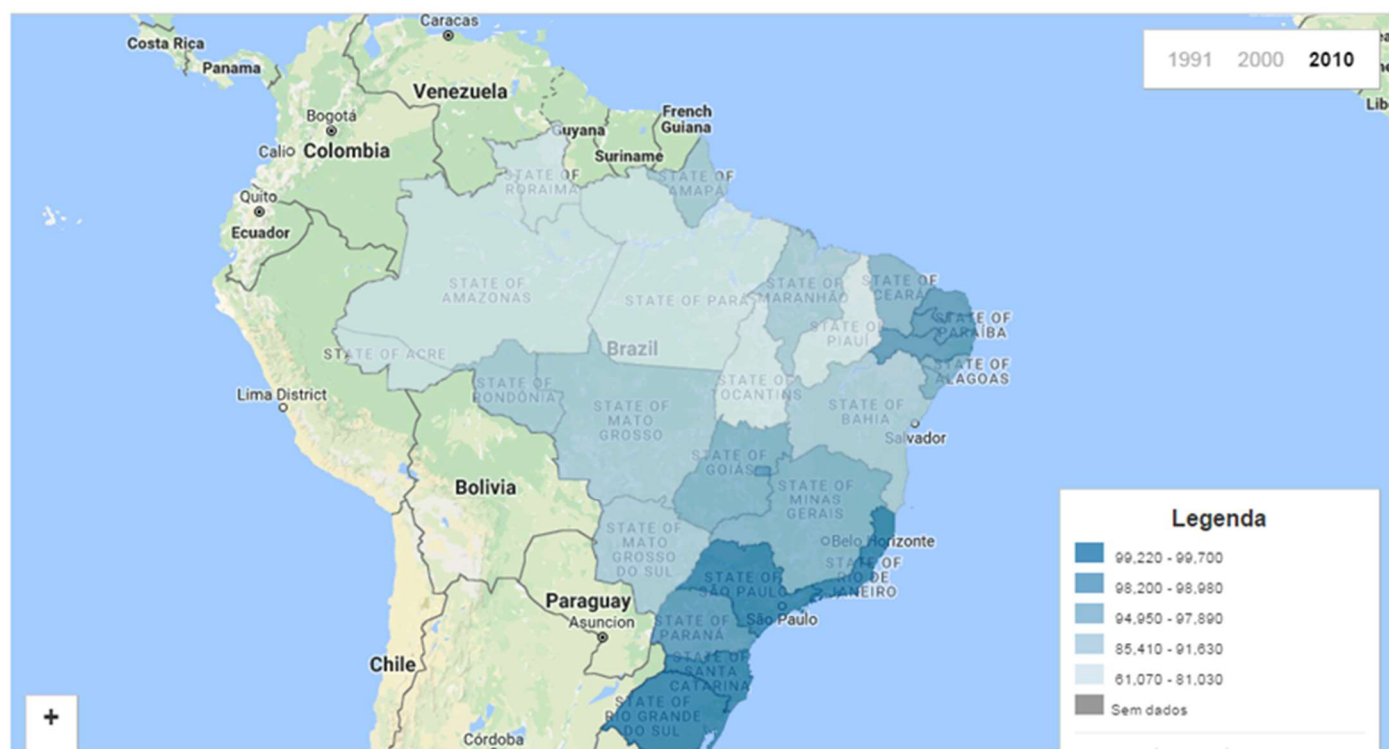
As figuras 1 e 2 mostram a porcentagem de pessoas vivendo em domicílios sem energia elétrica, tanto em áreas urbanas como rurais. A legenda expressa os resultados como uma porcentagem da população.

Figura 1 - Representação geográfica dos domicílios com energia elétrica - Urbano



Fonte: Atlas Brasil, 2010

Figura 2 - Representação gráfica dos domicílios com energia elétrica – Rural



Fonte: Atlas Brasil, 2010

A população urbana encontra-se mais atendida por esse serviço, porém mesmo nos Estados considerados mais desenvolvidos essa porcentagem não chega a ser 100%. Por exemplo, a porcentagem da população no Estado de São Paulo, em áreas urbanas, vivendo em domicílios que não possuem acesso à energia elétrica chega a ser de 0,07%. O número parece pequeno à primeira vista, mas considerando que 39.585.251 de pessoas habitavam a área urbana no Estado de São Paulo em 2010 (IBGE, Censo Demográfico, 2010) conclui-se que 27.709 pessoas viviam em domicílio urbanos no mesmo Estado sem acesso à energia elétrica.

As regiões Norte e Nordeste apresentam-se como as mais precárias. A região rural da Amazônia chega a ter 35% da população residindo em domicílios sem acesso à energia, ou seja, elas não possuem energia elétrica para ligar um ventilador, um telefone, uma televisão, um computador, uma geladeira entre outros eletrodomésticos normalmente essenciais para as atividades diárias. A situação se agrava no período noturno, em que não existe luz para cozinhar, estudar, confraternizar e caminhar pelas ruas.

Outro estado em uma situação similar ao do Amazonas é o Piauí; com quase 20% das pessoas vivendo em residências rurais sem acesso à energia elétrica. Em 2016, 23 mil famílias que vivem em áreas rurais aguardavam a instalação de infraestrutura elétrica (postes, transformadores, rede de fios). (Globo Rural, 2016)

Oswaldo Mamédio, presidente do Conselho de Desenvolvimento Rural Sustentável de Paulistana, afirmou: “Você que está de fora acha que a seca é o problema, mas o que falta na verdade é tecnologia. Não tem como chegar à tecnologia onde não tem energia”. (Milhares de Famílias vivem sem acesso à energia no Piauí, Globo Rural, 2016). Em algumas comunidades desse município a água para beber, se lavar e matar a sede dos animais é obtida apenas com a força humana; os poços artesianos cavados pelos moradores não possuem bombas de sucção devido à falta da energia elétrica no local (Globo Rural, 2016).

4.2.3 Ausência de Iluminação pública

A falta de eletricidade em domicílios afeta de forma inequívoca a qualidade de vida das famílias e é um problema muito atual, como já visto. Porém, não é a única forma em que se manifesta o problema da falta de energia elétrica. A ausência de iluminação pública é um transtorno para a população da região e para

os pedestres e transeuntes. Como mencionado anteriormente, no Brasil a responsabilidade por tal iluminação é do Estado, o qual não realiza investimentos suficientes ou por qualquer outra razão não consegue levar essa parcela de infraestrutura para região.

Embora a omissão do Estado seja igual em todas localidades, podemos dividir as comunidades que sofrem dessa privação entre urbanas e rurais. As rurais são aquelas mais afastadas, por exemplo comunidades ribeirinhas na Amazônia ou quilombolas no centro-oeste e as urbanas as que fazem parte ou estão muito próximas a cidades. Há uma diferença nas dificuldades enfrentadas em cada tipo de região e a demanda por iluminação pública surge por motivos divergentes.

Em localidades rurais a problemática gira em torno da possibilidade de exercer atividades sem a luz do dia, tanto recreativas quanto essenciais, incluindo locomoção, a qual também é prejudicada. Sem iluminação externa as possibilidades de atividades são reduzidas drasticamente, diminuindo as horas úteis e trabalháveis do dia. De modo análogo, bairros urbanizados sofrem com os mesmos impasses, porém há outros fatores que prejudicam a qualidade de vida e não são representativos em zonas rurais, os quais serão abordados com maior ênfase neste trabalho. A saber: criminalidade, medo da criminalidade, redução do tráfego de pedestres e abandono da área; não coincidentemente, esses tópicos estão relacionados.

Segundo Ken Pease (1999) não há uma medida para prevenção de criminalidade, nem método para indicar se uma medida está mais correta que outra. Essa falta de instrumento de medição gera divergência entre autores em relação ao tema. Enquanto Kate Painter (1996) da universidade de Oxford publicou uma série de artigos constatando que iluminação pública reduz não só o medo, mas a criminalidade em si no período noturno; Stephen Atkins (1991) defende que a iluminação de áreas públicas não afeta necessariamente a criminalidade local. Ken Pease segue a mesma linha da autora mencionada e vai além, afirmando que no período diurno também há redução de crimes devido a instalação de iluminação pública.

Em mais detalhes, Kate Painter foi a primeira autora a chegar em resultados positivos para sua hipótese. Ela selecionou três locais (ruas) em Londres com características similares, determinadas pela polícia local; iluminação inadequada, provoca medo nos pedestres, potencial para crimes, diferentes usos do solo

(escritório, comércio, residência e uso recreativo), uso por pedestres e algum grau de *social incivilities* (incivilidade social), definido por ela por exemplos como lixo nas ruas, propriedades grafitadas e depredadas, presença de cachorros abandonados etc.

Uma vez escolhidas as localidades foram conduzidas pesquisas com transeuntes a noite para ter de forma numérica o medo e os crimes ocorridos nas ruas. Uma vez que as pesquisas foram realizadas, foi feito um investimento para melhorar a iluminação pública dos locais escolhidos. Após seis semanas a pesquisa foi feita novamente para identificar quais foram as diferenças causadas pela melhoria na infraestrutura. Esse período de seis semanas foi justificado como um meio de aumentar o controle sobre outras variáveis que poderiam alterar o resultado, ou seja, manter o foco na iluminação das vias.

Os resultados obtidos pela autora foram compilados e reproduzidos na Tabela 1. Resumidamente, os dados estão divididos nas três áreas estudadas e todos os casos apontam para uma grande diferença após a revitalização luminotécnica da área. A primeira linha indica os crimes que ocorreram na rua, consultados por pesquisa no local para ter maior confiança do que ao pegar apenas aqueles que foram levados para a polícia. Como explicado anteriormente, a pesquisa separou o resultado do “medo de ser vítima” das duas primeiras localidades entre homens e mulheres, para ter melhor percepção se algum grupo era mais afetado pela instalação da iluminação. A terceira localização apresenta valores conjuntos para ambos sexos, por isso o destaque com um asterisco. A segunda linha demonstra a grande influência que as luzes também tem no medo que os homens sentem de serem vítimas, uma mudança maior do que para mulheres, grupo considerado de maior risco nessas situações. A última linha da tabela é a única em que o aumento do valor é algo positivo. Ela demonstra que além da redução na criminalidade e do aumento de segurança das pessoas que utilizam a via, há um aumento na quantidade de pedestres utilizando o local. Com esses resultados fica evidente a melhora que a iluminação pública traz para a sociedade.

Tabela 1 - Tabela comparativa de criminalidade

	Edmonton			Tower Hamlets			Hammersmith and Fulham		
	Antes	Depois	Diferença (%)	Antes	Depois	Diferença (%)	Antes	Depois	Diferença (%)
Crimes ocorridos	21	3	-86%	18	4	-78%	2	0	-100%
Medo da criminalidade por homens	67	38	-43%	79	24	-70%	226*	91*	-60%*
Medo da criminalidade por mulheres (inclui violência sexual)	188	125	-34%	211	173	-18%			
# de pedestres utilizando a via	8715	12960	49%	1422	1980	39%	1042	1944	87%

Fonte: Kate Painter, 1996

4.3 Panorama Atual no Mundo – Carência energética domiciliar

Embora as operações da ONG que serão abordadas são localizadas somente no Brasil, há células ativas em outros países. Assim, percebemos que a preocupação com carência elétrica não é exclusiva do Brasil, tornando interessante obter um panorama global da eletricidade em domicílios ao redor do mundo. A *International Energy Agency* (IEA), órgão internacional ligado a acessibilidade energética, estimou por um levantamento em 2014 que mais de 16% do mundo não tem acesso à energia elétrica. Em números totais isso equivale a 1,18 bilhão de pessoas (World Energy Outlook 2016, 2016). Diferente dos estudos considerados para os números apresentados no panorama brasileiro, este levantamento levou em consideração pessoas com nenhum acesso a eletricidade. É destacado no relatório da IEA que esse é o pior tipo de carência energética, mas há centenas de milhões de pessoas sem segurança e confiabilidade energética. Falta de segurança energética no caso é definida como interrupções no fornecimento (muitas vezes diários) e fornecimento insuficiente. Os números encontrados pelo levantamento são apresentados na Tabela 2, para o melhor panorama da situação global atual.

Tabela 2 - Tabela comparativa de acesso à Eletricidade

Acesso a eletricidade em 2014 - Agregados por região				
Região	População sem eletricidade Milhões	Total Taxa de eletrificação %	Urbano electrification rate %	Rural electrification rate %
Países em desenvolvimento	1.185	79%	92%	67%
África	634	45%	71%	28%
Norte da África	1	99%	100%	99%
África Subsaariana	632	35%	63%	19%
Ásia em desenvolvimento	512	86%	96%	79%
China	0	100%	100%	100%
Índia	244	81%	96%	74%
América Latina	22	95%	98%	85%
Oriente Médio	18	92%	98%	78%
Economias em transição & OECD	1	100%	100%	100%
MUNDO	1.186	84%	95%	71%

Fonte: IEA, World Energy Outlook, 2016

Esse mesmo estudo destaca as 4 regiões mais críticas; África, América Latina, Oriente Médio e Ásia em desenvolvimento. África e Ásia foram subdivididas e a sub-região da África subsaariana é, entre todas, a mais carente. Enquanto a América Latina (mais próximo do nosso estudo) apresenta 95% da população com algum tipo de acesso a eletricidade, a África subsaariana tem apenas 35%, ou 632 milhões de pessoas sem acesso. Concluímos, pois, que mais da metade das pessoas que sofrem desse déficit no mundo se encontram na região subsaariana. Não coincidentemente são os países com piores índices de qualidade de vida, com países com taxa de analfabetismo de até 70% (FERNANDES, 2010), constante aumento da população que vive abaixo da linha da pobreza (1,25 US\$ por dia) (ROLLIM, 2009).

Problemas de cunho social assim como de infraestrutura são crônicos nessa região, tornando a falta de iluminação mais um diante de muitos desafios a serem enfrentados pela população. Não temos a pretensão de elaborar ligações entre a falta de energia elétrica e a situação geral da África subsaariana, apenas contextualizar as condições dessa região. O contexto apresentado distancia-se um pouco da realidade brasileira, mas a falta de energia elétrica gera dificuldades semelhantes às duas populações.

Visto a situação alarmante em diversas regiões do planeta, a ONU em 2015 propôs 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ODS, para 2030. As metas estimulariam ações em busca do desenvolvimento sustentável. Para nosso escopo, a resolução adotada que mais interessa é a ODS 7, a qual foca em “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos” (Agenda 2030, ONU). Em maior detalhe, a ONU busca apoiar ações que assegurem “acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia” e reforçar a importância de energia renovável com menos emissão de carbono. A busca por esses objetivos seria por meio de pesquisa e de infraestrutura, principalmente para países em desenvolvimento.

Além desse ODS, o número 11 também é de interesse para o objetivo da ONG: “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. Esse tema destaca a importância da busca por urbanização sustentável e também de favelas, apoiar espaços públicos seguros, inclusivos e acessíveis. Menciona também o acesso a serviços básicos, e habitações adequadas.

4.4 Uso de Energia solar e LED

Há uma série de motivos pelos quais a ONG optou por trabalhar com energia fotovoltaica e lâmpadas LED ao invés de outra forma de geração e uso da eletricidade. Antes de explorar os motivos, vamos contextualizar o surgimento e popularização dessa fonte de energia.

As primeiras células de energia solar nasceram na década de 50 como forma de geração de energia alternativa, em contexto de corrida espacial. Por ter um custo bastante elevado, a aplicação desta energia na época se restringiu apenas à energização de satélites lançados no espaço sem ter uma aplicação terrestre. O alto custo tornava inviável uso urbano e civil da tecnologia, mas por volta da década de 80 o custo foi reduzido em 10 vezes e a energia fotovoltaica começou a se mostrar competitiva, passando a ser usada para geração de energia elétrica em áreas longínquas.

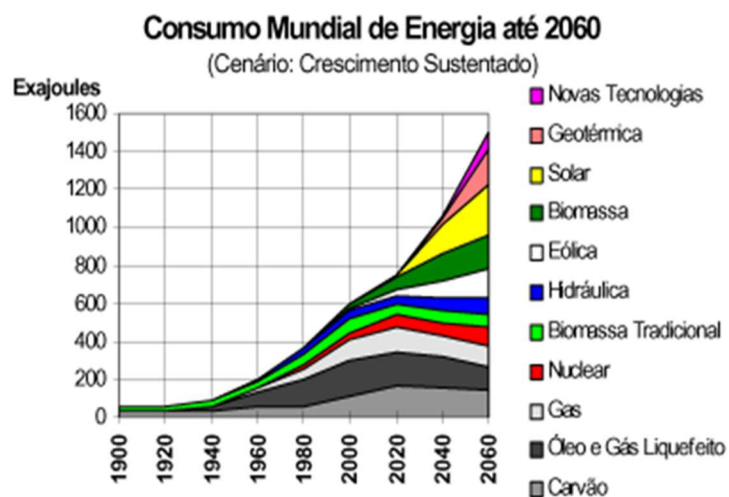
A continuidade de seu desenvolvimento fez com que tal fonte passasse a ser vista como uma energia de forte potencial para atender às demandas do futuro, não só em regiões humildes, mas também aplicada em modernos sistemas conectados

à energia elétrica em áreas já urbanizadas nos quais os prédios podem ser como autoprodutores de energia (Grid Connection) (DIAS, Mário Sergio Cassoli, 2003).

Para o projeto desenvolvido, a ONG tem alguma semelhança com o conceito de residência ser autossuficiente em energia elétrica (embora no caso o intuito seja apenas iluminação), o Solar Home System (SHS). É uma forma economicamente viável de implantar energia a partir de um sistema descentralizado em regiões afastadas de grandes centros urbanos, em países em desenvolvimento (Njeri Wamukonya, 2005). Portanto, lugares sem acesso à rede de transmissão tem a possibilidade de ter eletricidade, dada a capacidade da célula fotovoltaica gerar energia sem necessitar de uma complexa rede de cabeamento, postes, transformadores e geradores, como é o caso de usinas hidroelétricas e termoeletricas.

Tais fatores aumentam o uso da energia fotovoltaica. A Figura 3, elaborado pela Shell, ilustra bem o aumento da relevância da energia solar na matriz energética mundial nas próximas décadas:

Figura 3 - Gráfico do consumo mundial de energia até 2060



- A energia solar não demanda extração, refinamento ou transporte para o local de geração, evitando-se custos com transmissão em alta tensão;
- O processo de geração de energia é simples e problemas com emissão de gases poluentes e ruídos são minimizados;
- Necessita de pouca manutenção.

Segundo Silva, (Silva,2007) são também vantagens da energia solar:

- é interessante para áreas de difícil acesso uma vez que sua instalação não demanda altos investimentos em linhas de transmissão;
- é um aproveitamento viável em praticamente todo o território de países tropicais.

Tais vantagens reafirmam viabilidade do uso da energia solar no Brasil, principalmente quando se tratam de regiões distantes de centros urbanos, de difícil acesso ou de populações dispersas que elevam os custos da instalação da rede de transmissão, os quais chegam a 7% do custo total da hidroelétrica (CPFL energia, 2015).

Além da dificuldade imposta pela distância, a maior parte dessas regiões também são vítimas do baixo interesse de investidores em função do baixo poder aquisitivo das populações, falta de infraestrutura para a geração de empregos que viabilizem um possível crescimento econômico, o que torna a mobilização de altos orçamentos para implantar energia elétrica ser economicamente inviável (ULISSES GIAMPIETRO, 2004). Mais um agravante é que algumas das regiões apoiadas pela ONG são protegidas por leis ambientais e sensíveis às interferências demandadas pela instalação de uma rede mais complexa. Isso torna a energia solar um processo de geração de energia simples, com menos problemas de emissão de gases poluentes e ruídos.

Além da energia fotovoltaica ser muito apropriada para o uso em questão, sua combinação com as lâmpadas de LED traz outros benefícios para o sistema. Tanto a placa solar quanto a bateria utilizada funcionam em corrente contínua, assim como as lâmpadas de LED, ou seja, não é necessário um inversor no sistema, barateando-o. Além disso, as lâmpadas não necessitam de um reator eletrônico, necessário para lâmpadas fluorescentes ou lâmpadas de mercúrio, comumente utilizadas em iluminação pública. A longa vida útil desse tipo de lâmpada, 100,000h, o torna ainda mais compatível com a placa solar, com estimativa de 25 anos de vida útil (DALLA COSTA, M. A. et al, 2010).

Ainda, os gastos energéticos são mais baixos por unidade de lúmen produzida, aumentando a eficiência. A *The Lightbulb Company*, uma das maiores vendedoras de lâmpadas do Reino Unido, traz em seu site uma comparação, reproduzida na Figura 4, entre tipo de lâmpadas utilizadas, seu consumo de energia em Watts e a iluminação fornecida em lumens. Essa comparação se restringe a valores comparativos de iluminação e gasto energético, obtidos por uma média dos valores característicos dos produtos no mercado, sem considerar qualquer outra propriedade das lâmpadas.

Figura 4 - Potência de iluminação dos diferentes tipos de lâmpadas em Watts

Luminosidade em Lumens		220+	400+	700+	900+	1300+
   	Incandescente	25W	40W	60W	75W	100W
	Halogênia	18W	28W	42W	53W	70W
	Fluorescente	6W	9W	12W	15W	20W
	LED	4W	6W	10W	13W	18W

Fonte: The Light Bulb, 2017

Os aspectos levantados são reforçados ainda pelos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU para 2030 citados anteriormente, principalmente o sétimo. Já que a energia solar se enquadra como energia sustentável, limpa, renovável e reduz custos ao ser instalada em regiões remotas, foi uma opção com respaldo técnico para a finalidade da ONG.

4.5 Logística

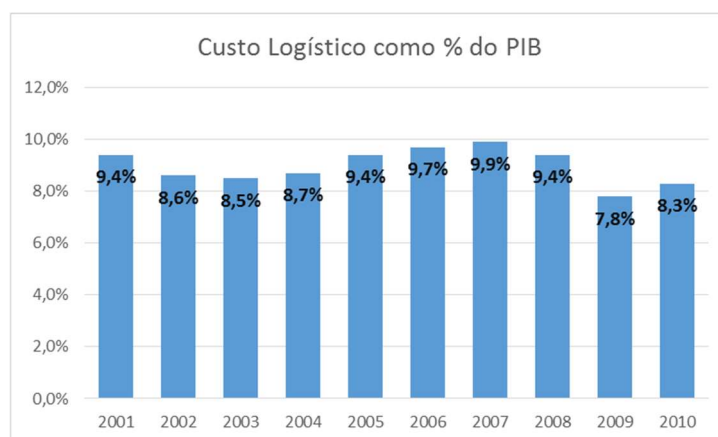
4.5.1 Importância da logística

“Logistics: The process of planning and organizing to make sure that resources are in the places where they are needed, so that an activity or process happens effectively”. (Cambridge Business English Dictionary)

Assim como a tecnologia utilizada pela ONG é de suma importância para o bom desempenho e máxima eficiência no trabalho por eles desenvolvido, a organização empresarial também exerce papel indispensável. Dentre os possíveis aspectos a serem estudados da organização empresarial e de processos, vamos focar na logística para situações macros da empresa e instruções de trabalho para os detalhes das ações desenvolvidas. Nesta etapa, focaremos na importância da logística e como isso pode contribuir para a ONG.

Segundo o relatório anual de logística elaborado pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) dos Estados Unidos, a importância da logística pode ser percebida quando seu custo estimado no país é posto em porcentagem do PIB. A Figura 5, com dados entre 2001 e 2010, revela esta porcentagem para os Estados Unidos. É estimado que para países em desenvolvimento esse custo seja ainda mais alto, chegando a 15% do PIB no Brasil, segundo estudo do Banco mundial de 2008 (*Brazil- How to Decrease Freight Logistics Costs in Brazil – July, 2008*).

Figura 5 - Gráfico comparativo de custos logísticos como um percentual do PIB



Fonte: CSCMP's Annual State of logistics report, 2008

A decisão pelo enfoque em logística se deu por essa importância econômica e pelo grande ganho em eficiência que tal planejamento tem potencial de levar a um processo. Segundo o CSCMP, o gerenciamento da cadeia de suprimentos tem potencial de:

- aumentar a satisfação dos clientes: a relação com os clientes envolve atender suas expectativas em relação à disponibilidade de produtos, entrega na localização desejada, em curto tempo e com serviço de suporte após a entrega;
- reduzir custos operacionais a partir da diminuição de custos de compra, produção e do processo logístico como um todo;
- melhorar a situação financeira aumentando margens de lucro, diminuindo custos fixos e melhorando o fluxo de caixa.

Segundo Mansidão e Coelho (2014), logística como um todo tem desempenhado papel cada vez mais importante em empresas e hoje em dia está entre os principais desafios. Além disso, tem sido alvo de grandes investimentos e estudos, visto ser aspecto vital em uma economia altamente competitiva no mundo globalizado moderno. Logística usualmente não se limita a fluxo físico de recursos (foco do trabalho consequente a este), podendo incluir também fluxo de caixa e de informação, sendo as três partes importantes para determinação da performance da operação (Robb et al, 2008).

Ainda baseado em Mansidão e Coelho (2014) podemos afirmar que performance logística é refletida em performance organizacional e no resultado empresarial e este fato é percebido pelos executivos das empresas. Ainda, tecnologia da comunicação e da informação levam firmas de escala mundial a ter maior vendas, enquanto logística aumenta a rentabilidade, por aumentar a eficiência e qualidade do serviço. Os dois primeiros aspectos mencionados estão em parte inclusos nos conceitos de processamento de pedidos e manutenção da informação, utilizados posteriormente.

Como exemplo da importância logística em uma grande corporação podemos utilizar um estudo de caso comparando duas redes varejistas dos Estados Unidos, *Kmart* e *Wal-Mart*, exposto por Martin Christopher (1992 - livro *Logistics and Supply Chain Management*). Resumindo de forma simplista, as duas empresas tinham o mesmo público alvo, mas o *Wal-Mart* fez, ao longo das décadas,

investimentos em tecnologia para melhorar a eficiência do processo logístico e de sua cadeia de suprimento. No começo da década de 1980 o *Kmart* gastava mais do que o dobro para abastecer as lojas e ao final da década a situação se desenvolveu de forma que o *Wal-Mart* tivesse 40% a mais de venda por empregado. Os investimentos na área de logística continuaram a ser maior no *Wal-Mart* e em 1995 sua fatia de mercado havia triplicado, em porcentagem, do que era em 1987, indo de 9% a 27%. Conforme os custos logísticos reduziam, a rede varejista podia deixar o preço mais competitivo, atraindo maior parcela do mercado. Em 2001 o Diretor Chefe do *Kmart* reconheceu que logística era o ponto fraco da empresa em relação ao competidor, e aumentou o investimento. Porém, não foi suficiente e tardaram em tomar essa iniciativa, motivos que contribuíram para o pedido de falência da empresa em 2002.

4.5.2 Conceitos utilizados

Para atingir os objetivos e obter as contribuições citadas até o momento, uma cadeia de suprimentos apresenta diversos aspectos a serem estudados, alguns os quais serão aplicáveis ao estudo da Litro de Luz. Atividades primárias de logística envolvem transporte, estoque e processamento de pedidos, enquanto atividades de apoio são mais brandas e envolvem (lista não exaustiva) armazenagem, manuseio de material, embalagem de proteção, programa de produção e manutenção de informação.

O transporte tem como principal objetivo movimentar e posicionar o estoque de maneira conveniente. Essa atividade pode ser subdividida em três etapas: abastecimento do local de produção, com matéria prima e insumos; transporte entre fábrica e centros de distribuição, local no qual se concentram os estoques do produto final; distribuição para os clientes, objetivo de toda a cadeia produtiva. É uma das etapas mais caras do processo logístico e seu custo pode variar entre 30 e 70% do total logístico.

Há diversos modais para realizar a movimentação e usualmente é utilizado mais de um entre cada origem e destino. Usualmente quanto mais rápido for o transporte do produto, maior será seu custo, mas por outro lado reduzirá o custo de estoque em trânsito. A disparidade entre modais é explicada pela predominância de investimento em estradas rodoviárias e pelo alto custo de transporte de carga por via aérea.

Em nada adianta uma empresa ter o transporte de carga elaborado e bem definido se não há uma gestão de estoques bem desenvolvida, com local acessível e bem escolhido. Dependendo de onde a empresa localizar seu centro de distribuição, o transporte encarecerá. Os estoques, portanto, devem ser cuidadosamente localizados, considerando a distância da fábrica e do cliente e quão acessível é ao modal de transporte que será utilizado. Além disso, a existência do estoque se dá para garantir o nível de serviço do consumidor, ou seja, reduzir a indisponibilidade e otimizar a reposição de produtos. O estoque amortece a demanda por produtos, protege contra oscilações do mercado e possibilita economia de escala. A relação entre transporte e estoque deve ser explorada uma vez que altera os custos logísticos e ajudará a trazer resultados para a ONG.

Conforme mencionado anteriormente, quanto mais rápido o transporte, mais caro costuma ser e leva a menor tempo de estoque em trânsito, o que se traduz em menor custo de estoque. Também, ao reduzir a quantidade de centros de distribuição diminui-se o custo de armazenagem, mas requer maior distância percorrida ou maior frequência de reposição, levando a um maior custo de transporte. Com isso, é possível concluir que o custo com estoque e centro de distribuições é inversamente proporcional ao custo com transporte e um bom plano logístico busca o ponto de menor custo somando ambos.

O terceiro aspecto influencia diretamente os dois abordados anteriormente: processamento de pedidos. Uma indústria deve ter um processo bem definido entre receber um pedido, entregá-lo, faturar e emitir recibo ou entre efetuar um pedido receber e pagar. Usualmente é um processo interno da empresa com algumas entradas e saídas de informação que dependem do parceiro, ou seja, o fluxo de informações se dá em ambos sentidos, enquanto o fluxo de entregáveis físicos é unilateral. A eficiência deste processo influencia diretamente no fluxo de caixa da empresa, já que envolve recebimento e efetuação de pagamentos, e no fluxo de produtos, pois confere precisão e qualidade dos pedidos recebidos e enviados.

Além dos três aspectos primários da logística os aspectos secundários podem fazer grande diferença no resultado final de uma empresa. Neste trabalho haverá um interesse especial no processo de produção e na manutenção de informação que serão detalhados no contexto da Litro de Luz posteriormente.

Para exemplificar a importância dos pontos secundários, vamos utilizar novamente o *Wal-Mart*. Em uma tentativa bem-sucedida de tornar a logística deles

mais sustentável, eles colocaram uma meta de reduzir em 5% as embalagens utilizadas, modificando a categoria “embalagem de proteção” listada anteriormente. Essa redução seria feita ao reutilizar e utilizar menos plástico e papelão durante transporte e estocagem, além de incentivar a reciclagem do que fosse usado. Como resultado, é esperado uma economia de US\$ 3,4 bilhões de custos próprios e outros US\$ 14 bilhões ao longo da cadeia produtiva (Stundza, 2006). É perceptível a diferença entre as cifras desse caso e o objetivo final desse trabalho que é tratar de uma ONG que tem fluxo de caixa consideravelmente menor. Ainda assim, a importância de elementos que antes poderiam passar despercebidos é evidente, fato que deveremos levar em consideração posteriormente.

4.5.3 Infraestrutura de transportes no Brasil

O ostracismo da rede transportes do Brasil não é de hoje, ele acompanha a história do país desde seu descobrimento. Em 1822, na época do Brasil colonial havia um grande desinteresse de Portugal em investir em transportes no Brasil pois acreditava-se que a colônia não traria os resultados financeiros esperados. Assim sendo, os caminhos abertos no país nessa época eram voltados para a apreensão de indígenas, criação de comércio de gado e para a busca por pedras preciosas. A ligação entre as capitanias se dava exclusivamente por via marítima, o que favoreceu o desenvolvimento de portos e cidades próximas ao mar.

Com a vinda da família real ao Brasil, em 1808, iniciou-se uma preocupação maior com a infraestrutura de vias de comunicações tanto internas quanto externas. Dessa forma, o rei D. João autorizou a abertura dos portos brasileiros para nações amigas de Portugal, favorecendo assim o comércio exterior brasileiro. Além disso, ele tomou medidas que favorecem a navegação pelos rios Madeira, Amazonas e Tapajós como também, ordenou abrir estradas para estabelecer correios entre as capitanias e a corte.

No final do século 19, houve um maior investimento na infraestrutura de redes de transportes graças aos avanços da cafeicultura no Brasil. Tal fato impulsionou não somente a construção de ferrovias no país como também, a navegação de longo curso tanto fluvial quanto de cabotagem. A título de exemplo, o porto de Santos já era considerado o mais importante do país em 1846 dado ao grande volume de commodities exportadas e ao volume de renda que gerava para a coroa Portuguesa.

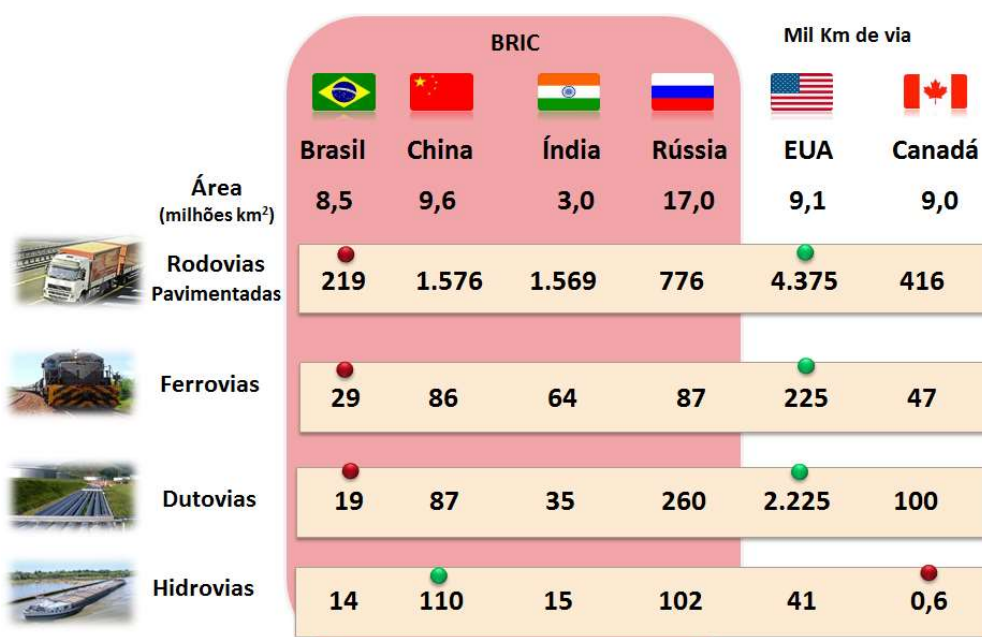
A expansão da malha ferroviária foi muito importante para permitir a ampliação das plantações de café que se estendiam do Rio de Janeiro até o Vale do Paraíba do Sul. O transporte anteriormente era feito exclusivamente por mulas; o porto de Santos chegou a registrar 200mil mulas de carregamento por ano. Em 1852 a Estrada de Ferro Mauá, de Irineu Evangelista de Souza, foi a primeira ferrovia a ser construída e cem anos após a independência do Brasil, o país possuía uma malha ferroviária de 29.000km, 2.000 locomotivas e 30.000 vagões. (DNIT, 2014)

O rodoviarismo surgiu apenas durante o Governo Washington Luís no início do século 20. Durante o governo Getúlio Vargas, foi lançado o Plano Geral Nacional de Viação (1934) que apesar de sua natureza multimodal, já mostrava favoritismos ao sistema rodoviário. Tal plano previa a ampliação de estradas e adequação de caminhos já existentes a uma série de exigências. Em 1940 a expansão das rodovias se intensificou com o Plano Rodoviário Nacional que previa a construção de ao todo 35.574km de rodovias que receberiam o título de BR. (DNIT, 2014)

Atualmente, o modal rodoviário ainda é o predominante em termos de investimentos e extensão. Além disso, há uma concentração deste meio de transportes na região Centro-sul do país; o único estado que possui a predominância de outro modal de transporte é o Amazonas, cuja riqueza de rios navegáveis favorece o modal hidroviário para cargas e pessoas em pequenas ou grandes embarcações. Segundo levantamento feito pelo IBGE e pela Confederação Nacional de Transportes (CNT), o meio rodoviário representa 61,1% do transporte de carga total, seguido pelo ferroviário, 21%, hidrovias/cabotagem com 14% e transporte aéreo apenas 0,4% (IBGE, 2014).

Quando se compara a infraestrutura de transporte de diferentes países, nota-se a predominância do modelo rodoviário no Brasil.

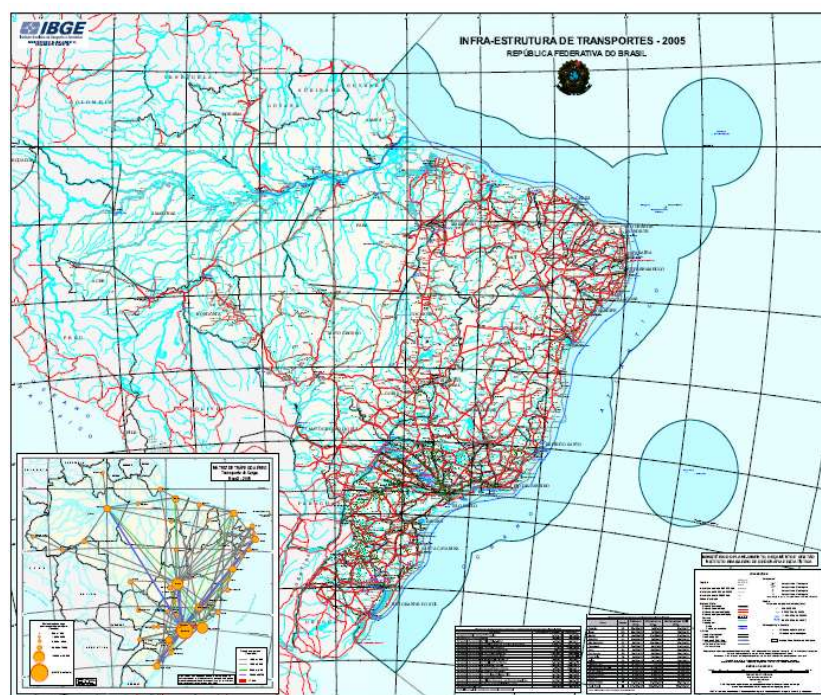
Figura 6 - Infraestrutura de Cargas pelo Mundo



Fonte: World FactBook, Banco Mundial - 2014

O mapa abaixo demonstra a concentração de transportes na região centro-sul do país bem como sua distribuição dos diferentes modais.

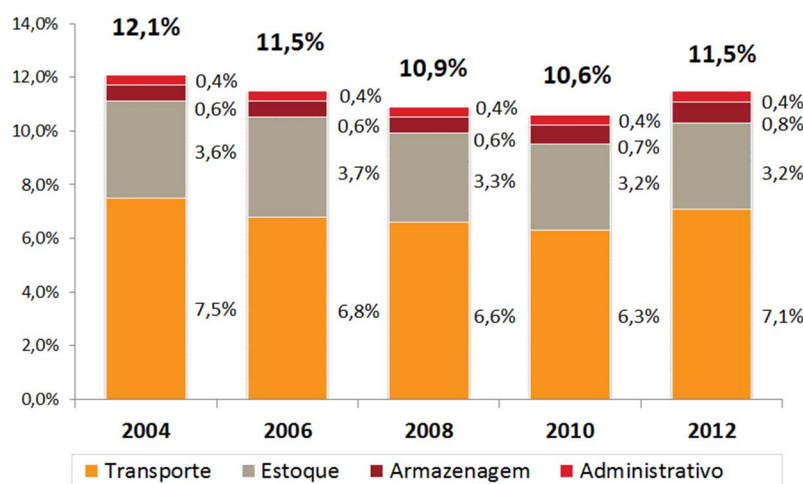
Figura 7 - Infraestrutura de Transportes



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005)

A partir da imagem acima, nota-se que existem regiões do Brasil com escassa disponibilidade de transporte: como o interior da região nordeste e partes do território das regiões norte e centro-oeste. Tal fato dificulta o acesso e regresso de cargas destas regiões à outras regiões do país e ainda, o fato de o modal predominante no país ser o rodoviário só dificulta o transporte de regiões mais centrais do Brasil até regiões portuárias dado que o transporte por caminhões é mais lento, caro e suporta menor capacidade que o transporte ferroviário, por exemplo. Segundo a consultoria de transportes Ilos, o custo para se transportar 1 tonelada de carga no Brasil por ferrovia é de R\$ 43,00, enquanto o custo para transportar esta mesma carga por uma rodovia é de R\$ 259,00. Quando se considera o custo para se transportar grandes toneladas de cargas por ano, tais valores se multiplicam e chegam a representar uma porcentagem relevante do PIB gasto com custos logísticos. A imagem abaixo traz uma noção da representatividade dos custos logísticos do Brasil em relação ao PIB.

Figura 8 - Representatividade dos Custos Lógicos do Brasil



Fonte: Ilos Consultoria (2017)

Dado este cenário de desigualdades e elevados custos, o Estado de São Paulo acaba por se destacar em termos de infraestrutura de transportes e conexão de modais. A região possui redes de rodovias duplicas, ferrovias (Ferrovia Paulista S. A.) e a hidrovía do Tietê que se conectam e permitem o escoamento de grandes volumes de cargas. O Estado possui ainda, o maior porto do Brasil em termos de volume de cargas transportada (Portos de Santos) e o maior aeroporto do país (Aeroporto de Guarulhos).

O mapa abaixo indica a posição das redes de modais de transportes do Estado de São Paulo. Em amarelo encontram-se as rodovias duplicadas, em laranja as ferrovias Federais e em azul, as hidrovias que cortam o Estado.

Figura 9 - Distribuição dos Modais de Transportes - Estado de São Paulo



Fonte: Banco de Informações de Mapas e Transportes

Uma alternativa encontrada para enfrentar os custos e as dificuldades logísticas do País é o uso de compartilhamento de cargas. Tal modalidade visa auxiliar, principalmente, os empresas e companhias que possuem cargas menores a serem transportadas e a também, viabilizar o frete de retorno que é o frete de cargas do destino não principal para o principal operado por uma empresa. Por exemplo, uma transportadora precisa levar um caminhão baú cheio com uma carga de roupas de São Paulo ao Rio de Janeiro, a fim de não deixar o caminhão ocioso no retorno (Rio – São Paulo) a empresa pode vender diferentes espaços desse caminhão para transportar cargas de uma ou mais empresas que precisem realizar entregas em São Paulo.

A carga compartilhada ocorre quando uma companhia transportadora transporta cargas de diferentes empresas em um mesmo veículo em uma mesma

viagem; tal conceito pode ser utilizado para transporte rodoviário, aéreo, ferroviário e marítimo. São consideradas cargas compartilhadas as que não ultrapassam 400kg (Agência Nacional de Transportes de Cargas e Logística,2014) e que se enquadram em uma das três modalidades possíveis: itinerante, urgente e comum. A carga itinerante é a que possui prazo de entrega e necessita de uma distribuição capilarizada de entregas, a urgente é a com prazo, porém sem capilaridade e por fim, a comum não possui nem prazo e nem capilaridade.

A fim de tornar a precificação desse modelo de frete mais justa entre os compartilhadores e evitar excessos de cargas a ANTC (Agência Nacional de Transportes de Cargas e Logística) publicou um manual para ensinar transportadores a construir o valor do frete a ser cobrado de cada mercadoria.

Tais recomendações encontram-se no “*Manual de cálculo de custos e formação de preços do Transporte Rodoviário de Cargas*” (ANTC, 2014) e um dos principais conceitos abordados é o de cubagem. A Cubagem é uma métrica desenvolvida para avaliar o peso ideal de cargas através de uma ponderação entre volume e peso. A fórmula da cubagem é simple e está descrita na equação (1)

$$Cubagem(Kg) = altura \times largura \times profundidade \times fator \text{ de cubagem} \quad (1)$$

As dimensões apresentadas acima são referentes às dimensões do pacote a ser transportado e o fator de cubagem é um valor de densidade sugerido pela ANTC que representa o peso ideal a ser transportado em 1m³ sem gerar sobrecarga ou ociosidade. Por exemplo, um veículo com capacidade para transportar 1,5 toneladas e 50m³ em volume possui como densidade volumétrica ideal 300 kg/m³ que seria o peso dividido pelo volume. Assim, 300 kg/m³ surge como sendo o valor ideal para o transporte de carga rodoviário sugerido pela ANTC (ANTC,2014).

Usando o mesmo racional, a tabela 3 apresenta os diferentes valores de cubagem sugeridos para os diferentes tipos de transportes.

Tabela 3 - Fator de Cubagem para os Modais

Modal de Transporte	Fator de Cubagem (kg/m ³)
Rodoviário	300
Aéreo	166,67
Marítimo	1000

Fonte: ANTC, 2014

Segundo a ANTC o cálculo do valor correto do frete envolve além da cubagem alguns outros conceitos como: taxa de despacho, frete peso, frete carga, frete valor e GRIS. O despacho é o fator que visa ressarcir os custos envolvidos na operação de despacho da coleta e da entrega de mercadorias de acordo com as notas fiscais transportadas. O frete peso visa remunerar os gastos com origem e destino da carga, em outras palavras, vai remunerar o combustível, pedágio, manutenção, encargos sociais do motorista entre outros custos fixos e variáveis. O frete valor é proporcional ao valor da nota fiscal da mercadoria transportada e visa assegurar o transportador em caso de acidente/avaria com a carga, assim, quanto maior o tempo que a carga ficar em posse da transportadora maior será a alíquota a ser paga. Por fim, o GRIS é o fator de gerenciamento de riscos e visa assegurar a transportadora em caso de roubo da carga transportada.

4.5.4 Estoque e seus custos

Conforme descrito anteriormente, o estoque configura uma das principais características de um plano logístico, tanto no âmbito de planejamento quanto no âmbito de custo. Para conseguir definir o melhor planejamento utilizaremos o modelo de lote econômico, ou *Economic Order Quantity* (EOQ), um dos métodos mais populares para otimização de estoque (GARCIA, 2006).

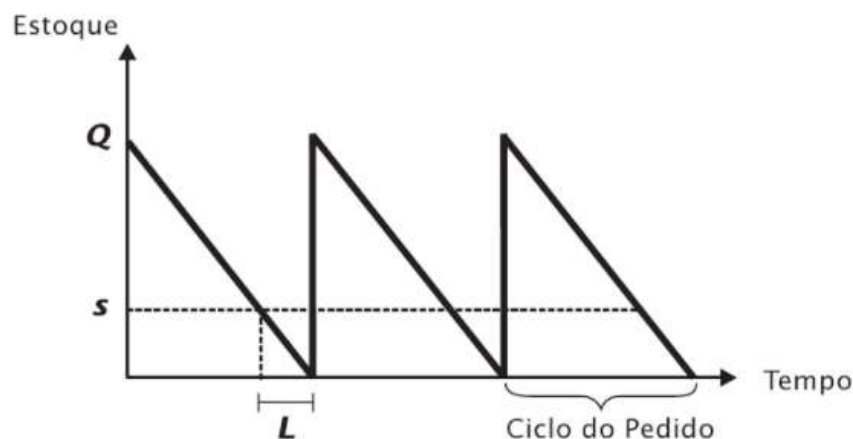
4.5.4.1 Modelo EOQ

O EOQ visa chegar em um lote econômico de pedidos, equilibrando o *trade-off* entre custo de pedido e custo de manutenção de estoque, assumidos como existentes e dependentes do número de pedidos feitos e da quantidade de unidades mantidas em estoque, respectivamente. Antes de apresentar a formulação do modelo, há premissas que devem ser adotadas e que serão consideradas também ao longo dos cálculos:

- 1) Demanda e *lead-time* são constantes, imutáveis e determinísticos.
- 2) Custo de pedido e de estoque são independentes do tamanho do pedido (número de itens pedidos).
- 3) Não há limitações de espaço de armazenagem e capacidade de transporte.
- 4) Pedido chega completo em momento único.

Além disso, cada item diferente é submetido a uma análise EOQ independente. Com essas premissas, a maneira mais de representar o nível de estoque é por um gráfico dente de serra, com a quantidade de itens em estoque no eixo vertical e tempo no eixo horizontal, conforme a Figura 10. A quantidade Q (lote econômico) é pedida sempre que o estoque cai abaixo do nível s (nível mínimo de estoque), levando um tempo L (*lead-time*) para ser entregue, com demanda constante no tempo.

Figura 10 – Estoque x Tempo



Fonte: Garcia, 2006

O número de pedidos realizado é a demanda dividido pelo tamanho do lote pedido, levando o custo de pedido a ser o custo de pedido multiplicado pelo número de pedidos:

$$CP_{tot} = \frac{D}{Q} * CP \quad (2)$$

onde:

D: Demanda por período (Unidade/tempo);

Q: Quantidade de unidades pedidas no lote econômico (unidades);

CP: Custo por pedido (R\$/pedido);

CP_{tot}: Custo total por pedido (R\$/pedido).

Como descrito na literatura (GARCIA, 2006), o estoque médio é a quantidade pedida dividida por 2, resultando em um custo de estoque:

$$CE = \frac{Q}{2} * I * C \quad (3)$$

onde:

CE: Custo de estoque (R\$);

I: custo de manutenção do estoque por período (% de C);

C: custo unitário do item (R\$/unidade).

A soma das duas parcelas descritas compõe o CT, o qual queremos minimizar:

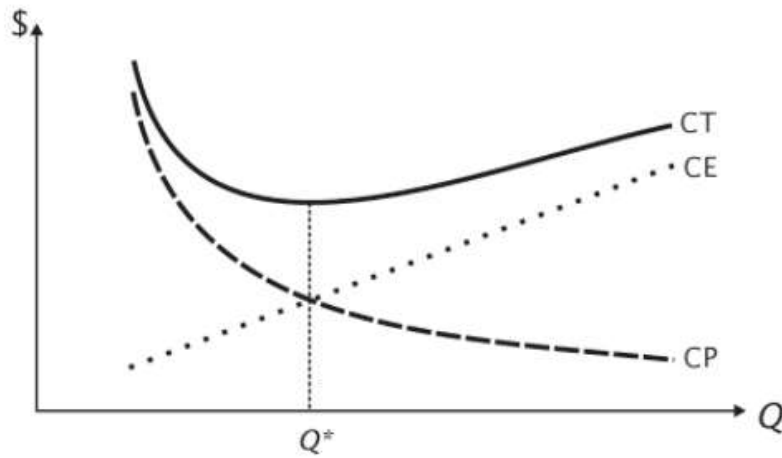
$$CT = CE + CP_{tot} \quad (4)$$

onde:

CT: Custo Total (R\$).

Como fica evidente na Figura 11 e pelas equações (2) e (3), um maior pedido Q acarreta menor quantidade de pedidos necessários no mesmo intervalo de tempo, assim como um maior estoque médio, caso a demanda seja mantida. O equilíbrio entre ambas parcelas é o *trade-off* citado anteriormente, descrito pela Figura 11, um gráfico custo x quantidade pedida.

Figura 11 – Gráfico Preço x Demanda



Fonte: Garcia, 2006

Evidencia-se que o menor custo ocorre na inflexão da curva CT, matematicamente representada por:

$$\frac{\partial CT}{\partial Q} = 0 \quad (5)$$

Substituindo as equações (2) e (3) em (4) e posteriormente em (5), concluímos que a quantidade ideal que minimiza o custo é:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * CP}{I * C}} \quad (6)$$

onde:

Q*: Quantidade de unidades pedidas no lote econômico (unidades).

Essa será a equação que norteará os estudos de custo de estoque. Para obter as características de estoque descritas até o momento é necessário ter uma previsão de demanda, custo de manutenção de estoque, preço unitário de cada peça, custo do pedido e lead-time. Além disso, calcularemos o nível mínimo de estoque (representado na figura Figura 10 – Estoque x Tempo por s), dado pela relação da fórmula (7)

$$s = L * D \quad (7)$$

onde:

L: Tempo de entrega do pedido (lead-time) (tempo);

S: Nível mínimo de estoque (unidades).

Garcia (2006) alerta da dificuldade de estimar os parâmetros utilizados no modelo EOQ, algo que levaremos em consideração tanto nessa etapa quanto em Materiais e Métodos. Desta forma, o custo de manutenção de estoque e de pedido serão introduzidos nesse capítulo enquanto os outros serão estipulados de maneira empírica posteriormente.

4.5.4.2 Custo de manutenção de estoque

Para compor o custo de manutenção do estoque são destacados três fatores (SCHÖNSLEBEN, 2016): Custo de capital, custo de infraestrutura de armazenagem e risco de depreciação.

O primeiro refere-se ao custo de oportunidade do capital investido no material armazenado, o qual depende da fonte do capital investido (empréstimo ou próprio), da taxa de juros e de outros fatores econômicos que variam entre países. Para nosso estudo vamos considerar que devido ao pequeno porte e à finalidade não lucrativa da ONG, o capital próprio tem um custo equivalente ao da renda fixa oferecida pelo Tesouro Nacional (título do tesouro LTN) e os empréstimos tem o mesmo custo que seus juros.

O segundo fator tem como principais componentes o preço do imóvel, e mão de obra para manter o estoque. Para este trabalho considera-se que o custo de mão de obra é nulo, por se tratar de uma quantia de tempo desprezível para manutenção do estoque uma vez que ele já foi recebido e armazenado. O preço do imóvel será tratado utilizando uma simplificação do modelo de precificação hedônica.

Segundo Fávero, (2003) esse conceito se traduz em avaliar um preço baseado em aquisições recentemente feitas no mercado. Ou seja, como é um modelo comparativo é necessário que algumas características sejam ajustadas por fatores multiplicativos e outras devem ser aproximadas o máximo possível do item que se deseja avaliar. A compra do imóvel e sua precificação são regidos, então, pelo conjunto de atributos inerentes, como se o comprador escolhesse um pacote

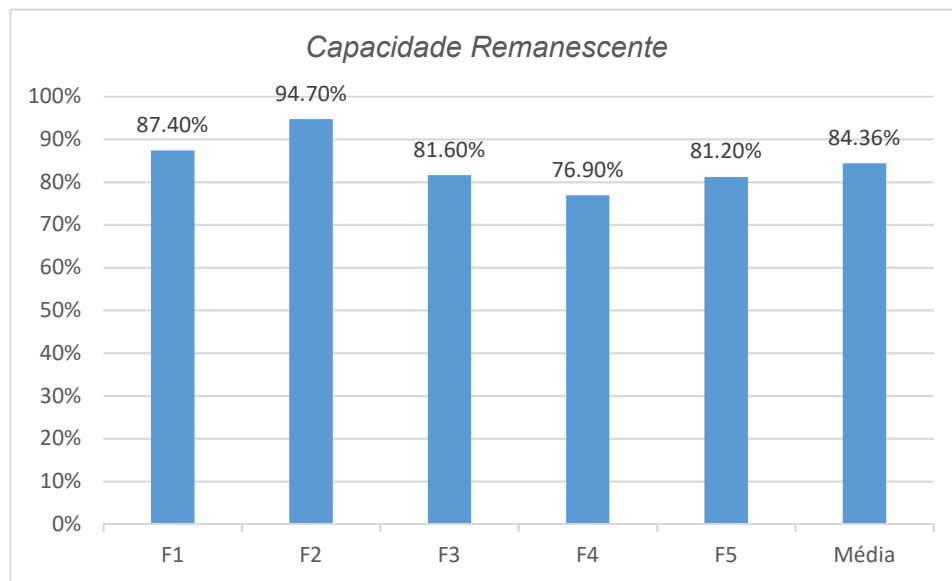
de itens. Neto (2002) descreve esses atributos como características implícitas e explícitas sendo o segundo grupo relacionado principalmente com a localidade e o primeiro com fatores como conservação, acabamento e metragem do imóvel. Na literatura um trabalho de precificação hedônica passa pela etapa de calibração do modelo, utilizando amostras de mercado para realizar uma regressão dos diversos fatores. No presente trabalho tal detalhe tiraria foco do escopo a ser tratado então seguiremos com duas questões propostas por Griliches (1971) para orientar nossa metodologia: Quais as características relevantes e como elas se relacionam com o preço.

O terceiro fator quantifica o gasto por deixar o material sem uso, abrange perecibilidade e obsolescência técnica. Devido à natureza dos materiais estocados e utilizados pela instituição em estudo, vamos abordar ambos quesitos para baterias e placas fotovoltaicas. Serão abordados apenas esses materiais pois outros produtos mantidos em estoque como caixas herméticas, areia, tubos de PVC entre outros não são perecíveis nem sofrem de obsolescência técnica. Para placas solares, o estudo de revisão analítica realizado por Jordans e Kurtz (2013) traz índices de degradação da potência gerada por diversas tecnologias de painéis fotovoltaicos em porcentagem por ano. Em suma, esses valores são menores ou muito próximos a 1%/ano ao longo da primeira década instalada e vem diminuindo com o desenvolvimento tecnológico. Portanto, a perecibilidade de painéis solares enquanto estocados é baixa o suficiente para ser desconsiderada nesse estudo.

Para as baterias, Soares et al. (2008) conduziu um estudo experimental com baterias semelhantes as utilizadas pela ONG, com a finalidade de entender a perda de capacidade de baterias armazenadas ao longo do tempo. Foram testadas baterias de chumbo ácido, provenientes de cinco fornecedores diferentes com 17 amostras por fornecedor. Realizou-se testes com placas estocadas em temperaturas controladas a 25 e 35 graus célsius e sem temperatura controlada, com variação térmica entre 15 e 35 graus e média de 24 ± 2 graus célsius. Outra segmentação realizada foi de ter lotes de baterias armazenadas durante 12 meses sem recarga, outras por 24 meses sem recarga e os mesmos tempos, mas com recarga após 12 meses. Para este trabalho vamos focar nos dados do lote submetido a ausência de controle de temperatura, utilizando apenas as amostras estocadas por 12 meses, conforme a Figura 12. Nesse caso, consideramos que o preço da bateria é proporcional a sua capacidade, portanto perder capacidade

equivale diretamente a desvalorizar. Conclui-se que diferentemente dos resultados de painéis fotovoltaicos, as baterias têm uma degradação considerável quando estocadas e sua perecibilidade deve ser levada em consideração ao calcular o custo de manutenção do estoque, com uma perda de 15,64%, equivalente à média da variação de capacidade do resultados considerados no estudo.

Figura 12- Capacidade Remanescente



Fonte: Soares et al., 2008

4.5.4.3 Custo de Pedido

O custo de pedido por sua vez é definido como o custo gerado por cada pedido efetuado, de modo a considerar que uma solicitação a um fornecedor gerará um custo interno ou um custo imposto pelo provedor, como frete. Há diversas metodologias desenvolvidas para determinar o custo do pedido dentro de uma cadeia logística, entre eles o sistema de custeio por atividades (ABC) e o *Total Cost of Ownership* (TCO) (GASPARETTO et Al., 1999), de elevada complexidade. Mais uma vez, tendo em vista o foco e porte do trabalho, o custo será definido de maneira simplificada no capítulo Materiais e Métodos com a devida explanação das premissas utilizadas, uma vez que não é escopo deste trabalho um aprofundamento das metodologias citadas.

4.6 Análise técnica

Os temas apresentados no item 4.6 surgiram como demanda da ONG aos autores como complemento às melhorias técnicas apresentadas na primeira parte deste trabalho de conclusão de curso. Os itens 4.6.1 e 4.6.2 servirão para embasar teoricamente os estudos apresentados sobre traço de concreto e sobre o comportamento do poste no vento.

4.6.1 Estudo do traço de concreto

Entende-se por estudo de dosagem de um concreto a execução de procedimentos teóricos e/ou experimentais necessários para a obtenção da melhor proporção entre os materiais que o compõe. Tal proporção, também conhecida por traço, deve ser uma mistura ideal para o uso em questão, econômica e compatível com a disponibilidade de materiais daquela região.

O conceito fundamental de dosagem é que, através do proporcionamento adequado dos materiais, se garanta continuidade, trabalhabilidade, resistência e durabilidade. A trabalhabilidade da massa é uma propriedade do concreto fresco e implica não só na facilidade de manusear a massa como também, dela melhor preencher os vazios das formas de concreto. A continuidade também é um fator importante pois é o que garantirá a uniformidade da massa tanto fresca quanto seca, ou seja, uma massa mais contínua é uma massa que melhor preenche os buracos vazios e portanto, melhor irá resistir aos esforços quando seca. (IBRACON, 2011). Para isso, devem ser controladas variáveis intrínsecas, referentes aos insumos, como volume das fases, granulometria dos materiais e aditivos e variáveis extrínsecas, referentes ao processamento, (mistura, transporte, lançamento, adensamento, cura e condições ambientais).

O traço do concreto é expresso no seguinte formato: 1:areia:brita:relação água/cimento. É preferível que esse traço seja expresso em massa seca de materiais, porém, sob determinadas condições, ele também pode ser expresso em volume ou em massa combinada com volume (concreto medido em massa e os demais componentes medidos em volume). A medição volumétrica é somente autorizada quando o concreto é preparado no próprio canteiro de obras. De acordo com a Norma NBR 8953/2015, para concretos de classe C20 e não estruturais, os materiais devem ser medidos em massa ou em massa combinada com volume. É

também mencionado que, no caso de a medição ser feita em massa combinada com volume, o canteiro deve dispor de meios que permitam a confiável e prática conversão de massa para volume de agregados.

No Brasil não há um consenso cristalizado em uma Norma sobre como deve ser feito o estudo de dosagem e, por conta disso, existem inúmeros métodos propostos por diversos pesquisadores. A maioria desses métodos preveem dosagens experimentais, porém também é possível que ela seja feita empiricamente. A Norma NBR 6118/2014 recomenda os métodos de dosagem não experimental apenas para obras de pequeno porte, nas quais a resistência característica à compressão do concreto exigida pelo projeto seja de até 20 MPa, o consumo de cimento seja superior a 300 kg/m³ e a proporção de agregados miúdos esteja entre 30% e 50% do total de agregados.

Um método bastante utilizado para dosagem não experimental é o proposto pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Devido a possíveis variações das características dos materiais, condições de mistura e condições de exposição, recomenda-se que seja calculada uma resistência média de dosagem, maximizando-se a resistência característica à compressão de projeto. Essa majoração é feita a partir de um desvio-padrão tabelado que muda de acordo com a condição de preparo da mistura.

Conhecida a resistência característica de projeto e especificado o tipo de cimento a ser utilizado é possível, pela Lei de Abrams (ABRAMS, 1919), extrair de um gráfico de curvas de Abrams a relação água/cimento da mistura e, assim, o consumo de cada material da mistura e o traço.

4.6.2 Estudo da Resistência e Oscilações Induzidas

A estrutura estudada é composta por uma barra de concreto de seção circular engastada no solo, caracterizando os postes que são concebidos pela ONG Litro de Luz em suas diversas ações. Assim, os principais efeitos que agem sobre a estrutura foram estudados de maneira a levantar-se dados qualitativos e quantitativos sobre a ação deles e como interagem com a mesma. Os efeitos considerados foram dois:

- As oscilações induzidas pela formação de vórtices advindas da passagem do vento por superfícies circulares como a do poste em questão.
- A resistência do mesmo a esforços na direção transversal, que configurariam a situação de maior risco para a falha estrutural por conta de promover tensões de tração nas seções transversais mais solicitadas.

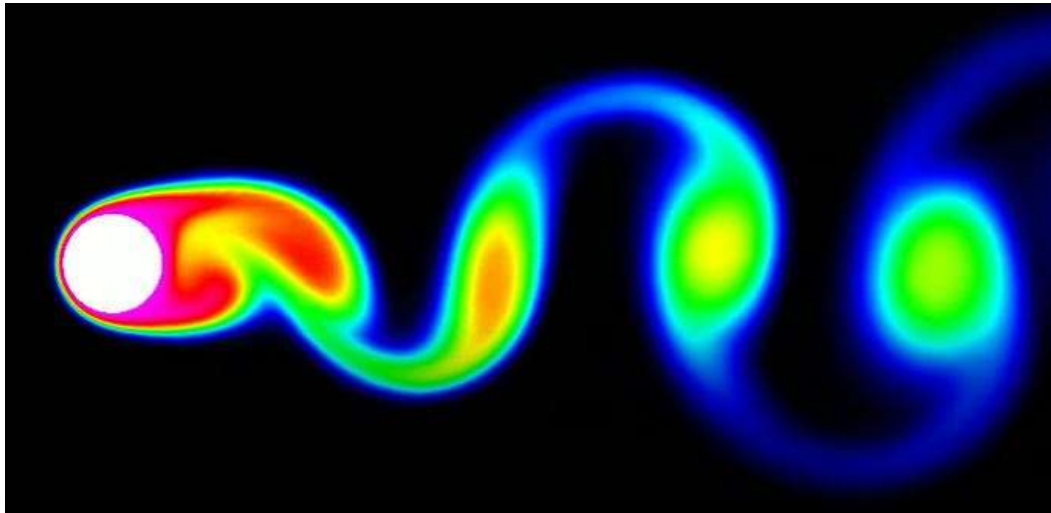
As Figuras 13 e 14 representam os dois efeitos considerados:

Figura 13 – Esforço Transversal



Fonte: Os autores

Figura 14 – Representação da formação de vórtices pela passagem de vento transversalmente a um corpo circular.



Fonte: DolfynNet, 2010

Os vórtices formados pela passagem do vento transversalmente pela seção circular do poste são também chamados de Vórtices de Kármán (Springer, 1985). O nome se dá pelo fato de o engenheiro aerospacial húngaro Theodore van Kármán ter sido um dos pioneiros a estudar o assunto. Este fenômeno é de extrema importância por existirem diversas configurações estruturais na qual ele é formado. Um dos principais exemplos práticos se dá em oscilações de cabos de rede elétrica suspensos que sofrem ação do vento transversalmente. Tal efeito é amplificado conforme se aumenta o tamanho da seção, ou seja, se uma seção circular é aumentada e distorcida transformando-se em uma seção elíptica devido a fatores ambientais ou humanos, as oscilações provocadas pela formação de vórtices serão mais intensas. É por isso que, em períodos frios, como o inverno, a formação de gelo ao redor de cabos de rede elétrica intensifica o efeito, resultando em uma maior oscilação dos mesmos.

Para a análise desse fenômeno, utilizou-se a pesquisa feita por engenheiros japoneses em 1989 (JO, 1989) que o estudaram afim de se promover métodos que diminuíssem a oscilação de postes colocados em rodovias, local que é mais suscetível a ação de ventos devido à menor proteção aerodinâmica. Um dos diferentes métodos que podem ser feitos afim de se reduzir o efeito de oscilação envolve a introdução de esferas de aço no interior do poste, mais precisamente nos

pontos em que se há maior amplitude na oscilação. Esferas de diferentes tamanhos são colocadas em diferentes pontos no interior do poste, levando em conta as diferentes amplitudes de oscilação, de modo a criar um efeito de amortecimento. Isto acontece pois as esferas, que têm dimensão menor comparada a bitola interna do poste, colidem contra a parede interna quando se há oscilação, diminuindo a resultante de forças geradas por tal fenômeno (JO, 1989). Além da utilização de massas pontuais como amortecedores, outros métodos tomados afim de se diminuir a intensidade das oscilações induzidas pela formação de vórtices são:

- Aumentar a rigidez da seção transversal do poste.
- Aumentar a massa do poste.
- Projetar um melhor perfil aerodinâmico para a seção do poste, o que reduziria a formação de vórtices

Todas estas citadas em (JO, 1989).

Já a resistência do poste sob a ação de esforços transversais foi quantificada através da Resistência dos Materiais, utilizando o material (ALMEIDA NETO, 2011) onde são dadas fórmulas e conceitos que permitem o cálculo de quanto a estrutura pode resistir a esforços transversais advindos de possíveis impactos de automóveis e ações humanas.

5 Materiais e Métodos

“A market with well-organized logistics and supply chain management facilities has a qualified advantage over other economies, whereas improving logistics infrastructure may serve as a competitive tool and is also effective in rising market share.” (Oualid Kherbacha, Marian Liviu Mocana 2016).

Os autores foram motivado a dar um retorno à sociedade pela oportunidade de desfrutar dos benefícios do ensino público. Decidiu-se ajudar, com base nos conhecimentos da engenharia civil, uma organização não governamental sem fins lucrativos. Tendo tal diretriz em mente, começou-se a pensar a forma com a qual nossa ajuda fosse mais impactante para a organização escolhida. Sabendo que os processos logísticos são essenciais para o funcionamento e potencial de rentabilidade de uma organização, essa foi a área selecionada para atuação. Após análise e conversas com ONGs e seus representantes, percebeu-se que a escolha de trabalhar com os processos logísticos seria elementar pela necessidade do conhecimento, estudo e melhoramento desses processos por parte das organizações. Percebeu-se que muitas vezes as ONGs não possuem frentes para o estudo desse campo em específico ou acabam deixando-o de lado em meio a diversas atividades, também essenciais para seu funcionamento. É usual que esse tipo de instituição tenha maior preocupação com tarefas como constante contato com parceiros que promovem a elas viabilidade financeira através de doações e, pensando na parte social, contatos diretos da ONG com os diversos núcleos e comunidades a quem se dá suporte, além da constante necessidade de recrutamento e treinamento de novos voluntários.

5.1 Levantamento de ONGs

5.1.1 Critério para Escolha

Após a determinação da diretriz de trabalhar com uma organização sem fins lucrativos e de atuar especificamente na área logística, começou-se a pesquisar quais seriam as possíveis organizações com as quais o projeto poderia ser feito. A escolha se deu principalmente por dois motivos: a real necessidade de a

organização melhorar seus processos logísticos e, talvez mais importante, a abertura e vontade da organização em trabalhar com o grupo. Como será explicado mais adiante, o contato com as ONGs e o caráter de cada resposta que nos foi dada fizeram parte de uma etapa essencial de nosso Trabalho e tiveram suma importância no processo de determinação e escolha.

Inicialmente, através de pesquisas pela internet e discussões com professores e conhecidos, foram levantadas diversas organizações que, pela primeira percepção de funcionamento e do nicho no qual elas atuam, tinham grande potencial para que seus principais processos envolvessem logística. Isso se deu pelo fato de estarem envolvidas atividades como: transporte, distribuição e arrecadação de insumos.

5.1.2 Lista de Possíveis ONGs para se trabalhar

Baseando-se nos fatos apresentados no item anterior, foram selecionadas ONGs para se ter maior conhecimento sobre seus processos e possível contato para realização do trabalho. As organizações, suas atividades, insumos com que tratam e a quem oferecem ajuda estão expressos na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - Tabela de ONG's pesquisadas

ONG	Principais Atividades	Principais Insumos	Quem ajuda
Anjos da Noite	• Arrecadação • Distribuição • Cozinha • Montagem de marmitas	• Vestimentas • Alimentos	• Moradores de rua
LALEC	• Arrecadação • Abrigo de crianças	• Vestimentas • Alimentos	• Crianças abandonadas
Cidades sem Fome	• Plantio • Distribuição	• Alimentos	• População desempregada
Habitat Brasil	• Construção • Reforma	• Materiais de construção	• Populações em habitações precárias
Amigos do Bem	• Arrecadação • Distribuição • Atendimento Médico	• Alimentos • Remédios	• População carente
Exército da Salvação	• Arrecadação • Distribuição • Assistência Educacional • Assistência Médica	• Alimentos • Remédios	• População carente
Rede Rua	• Arrecadação • Cozinha • Assistência Social	• Alimentos	• População Carente
Mãos na Massa	• Arrecadação • Distribuição • Construção	• Materiais de construção	• Mulheres em situação de vulnerabilidade
Banco de Alimentos	• Arrecadação • Distribuição	• Alimentos	• População carente
Litro de Luz	• Arrecadação • Distribuição • Montagem • Implantação	• Materiais tecnológicos e de construção	• Comunidades sem acesso à eletricidade

Fonte: Os autores

5.2 Escolha da ONG

Dentre as opções acima, uma organização seria escolhida para se realizar o trabalho considerando a diretriz definida pelos autores composta de dois objetivos: possibilidade de se trabalhar com logística e abertura da ONG em relação ao trabalho, considerando o fornecimento de dados relevantes para o estudo logístico. Além disso, é importante dizer que, apesar de termos dez organizações na lista de possíveis ONGs, estudou-se a fundo a possibilidade de se trabalhar com três delas: Banco de Alimentos, Anjos da Noite e Litro de Luz. Pela tamanha identificação com os valores e atividades da ONG escolhida, além do leque de oportunidades oferecido para se trabalhar na área de logística com a mesma, os autores estavam satisfeitos com a opção e encerrou-se a fase de contatos. O caráter da escolha de se trabalhar com uma dentre as três organizações mencionadas, será explicado adiante.

A ONG Banco de Alimentos foi a primeira que todos os autores se identificaram um dos componentes da diretriz que foi definida anteriormente. Afinal, é uma ONG que tem duas atividades relacionadas com logística essenciais para o seu funcionamento e que poderiam ser estudadas: a arrecadação de alimentos e sua distribuição. Seria possível estudar como era feita a arrecadação de alimentos e a questão de sua perecibilidade. Quais os modais de transporte utilizados para estes serviços; como poderia ser feito o aumento de eficiência afim de se gastar menos combustível com a distribuição e em qual momento do dia seria feita, fato fundamental em cidades grande como São Paulo. Isso seria importante pois, durante o dia, o tráfego de veículos e congestionamentos são superiores comparados a horários noturnos, aumentando o consumo de combustíveis e, consequentemente, o valor da operação. Outro ponto é o fato de, considerando o período noturno, a segurança se torna um fator essencial a ser analisado para que o funcionamento da organização seja viabilizado em cidades grandes e com problemas de segurança como São Paulo. Entretanto descobriu-se que tal organização já estava sendo auxiliada na mesma área em que os autores atuariam e, desse modo, a ajuda com o trabalho poderia não ser tão efetiva quanto o desejado.

Outra ONG pela qual os autores se interessaram e viram potencial para um notável impacto em seu funcionamento com o desenvolvimento do trabalho de formatura foi a Anjos da Noite. Tal ONG também se encaixa na diretriz dos autores pelos mesmos motivos da ONG Banco de Alimentos: seu funcionamento se dá, principalmente, por arrecadação e distribuição de alimentos e roupas. É importante destacar que tal organização também conta com uma linha de produção para fazer as refeições que são distribuídas.

Assim, foi feita uma reunião na sede da ONG em Abril de 2017 com o seu fundador Kaká Ferreira para o conhecimento dos processos e seus funcionamentos. A ONG recebia quaisquer tipos de doações, afinal tudo o que pudesse ser reaproveitado traria benefícios, levando em conta principalmente o aspecto financeiro da organização. Escutou-se algumas reclamações sobre esse processo de recebimento de doações por existirem pessoas que, com intuito de se livrar de objetos velhos e que já não funcionam tão bem como deveriam, os doam a organizações, gerando trabalho indevido às mesmas. Um exemplo mencionado na reunião conseguiu esclarecer o assunto: Uma mulher entrou em contato para

doação de uma velha geladeira que já possuía problemas e tinha péssimo rendimento energético e não deu essas informações à ONG. Após mobilização de membros e gastos com o transporte, a geladeira apresentou problemas técnicos com poucos dias de uso. No final do mês, foi uma das principais contribuintes para a conta de luz da organização. Isso não ocorreria com uma geladeira em bom estado, revelando os problemas que esse tipo de doação pode causar à organização.

Todas as instalações da Anjos da Noite eram localizadas numa antiga casa no bairro Parque Paineiras, Zona Leste de São Paulo. Propriedade do próprio Kaká, que disponibilizou o espaço para que a ONG pudesse funcionar. Esse e outros diversos fatos fizeram com que os autores admirassem ainda mais o propósito daquela organização que, naquela casa e com algumas pessoas, fazia um belo trabalho de linha de produção. Dentre os equipamentos necessários para seu funcionamento, a organização conta com fogões industriais para cozinhar os alimentos recebidos por doações. Depois de cozinhar o alimento, são montadas as marmitas fornecidas aos moradores de rua no final do dia, organizadas as roupas que serão doadas e recepção de eventuais convidados como estudantes e voluntários interessados em participar. A ONG ainda conta com duas vans Volkswagen, modelo Kombi, que realizam o transporte de alimentos e roupas.

Na mesma semana em que os autores visitaram a ONG Anjos da Noite, também conversou pela primeira vez, após contatos por e-mail feitos inicialmente, com um integrante da ONG Litro de Luz, cujo nicho de atuação é o de iluminação de comunidades, o qual será explicado mais detalhadamente adiante. Tal comunicação, que foi feita através da plataforma Google Hangouts oferecida pela empresa Google, teve a participação do atual Diretor de Operações Leonardo Uematsu por parte da organização e os autores do presente trabalho. Durante a conversa, Leonardo, que também foi aluno da Escola Politécnica, mencionou diversos problemas pelos quais a ONG estaria passando justamente no âmbito em que os autores haviam oferecido ajuda. Por exemplo: os projetos da ONG Litro de Luz não se restringem unicamente à Cidade de São Paulo. Eles também são realizados em comunidades de outros estados, algumas vezes muito distantes de São Paulo, como o Amazonas. Este fato traria à tona operações que poderiam ser estudadas a fundo no âmbito logístico. Na conversa, foi sugerido um estudo para a verificação do quanto seria interessante, considerando os recursos da ONG, a

abertura de uma base fixa da organização nos estados em que seriam realizadas as ações da organização. Isto traria novos modelos de operação, já que o fluxo de transporte de materiais mudaria, ou seja, algumas peças do poste de luz não precisariam passar pela base principal em São Paulo para que fossem distribuídas a outras comunidades, como muitas vezes a ONG já fez. Todas as questões mencionadas e os tratamentos de dados conexos às mesmas serão tratados posteriormente.

Após reunião entre os autores e a ONG escolhida para ser trabalhada foi a Litro de Luz pelos seguintes motivos: identificação do grupo responsável pelo trabalho com o propósito da ONG; abertura da organização em receber os autores e ajudá-los nos âmbitos do trabalho; proatividade dos membros da ONG em relação à identificação de problemas que poderiam ser estudados pelos autores; a ONG possui um viés logístico que vai de encontro com as capacidades técnicas que o grupo procura desenvolver. Embora a Anjos da Noite parecesse ser uma boa escolha para se trabalhar conjuntamente, tendo em vista os processos de arrecadação e distribuição de alimentos, não se viu o mesmo potencial de trabalho em logística visto na Litro de Luz por conta de os processos envolvidos não terem a mesma complexidade que a última oferece. Além disso, a Anjos da Noite já opera muito bem todas suas funções com sua base, duas Kombis e cozinha, levando em conta a visita que foi realizada na sede da mesma na percepção dos autores. Já a Banco de Alimentos, como mencionado anteriormente, não foi a escolhida por já ter ajuda de outros profissionais na mesma área em que os autores gostariam de atuar.

5.3 A ONG Litro de Luz

5.3.1 História

A ideia de iluminar o mundo através do uso de garrafas tipo PET surgiu do mecânico brasileiro Alfredo Moser, que teve esta ideia para iluminar a sua casa durante uma série de apagões que enfrentou em 2002. A solução inicial era formada por uma garrafa PET com água e uma pequena quantidade de hipoclorito de sódio, cujas propriedades químicas promovem a refração da luz. A luz incidente proveniente do sol se espalha pelo ambiente abaixo das garrafas. Outra função do hipoclorito de sódio é impedir o desenvolvimento de algas. Isso evita a fixação de algas na parede interna da garrafa, o que prejudicaria a luminosidade provida pela

refração da luz. Quanto mais limpa e transparente estivesse a garrafa, melhor ela poderia iluminar o interior da habitação.

A solução pode ser instalada diretamente no telhado da casa através de um furo no teto e a garrafa PET pode ser colada, por meio de sua parte superior, com cola de resina para evitar possíveis vazamentos de água de chuva para o interior do ambiente. Segundo o inventor, cada garrafa chega a fornecer a mesma iluminação que uma lâmpada de 40w ou 60w; dado que a variação de *watts* irá depender da intensidade do sol e da presença de nuvens.

A ONG Filipina *MyShelter* foi a primeira ONG a utilizar a solução de Moser como um recurso de ação social. A *MyShelter* é uma organização que constrói casas sustentáveis ao redor do mundo com o uso de materiais reciclados, como pneus, PET, bambu, papel entre outros. Eles ficaram sabendo da ideia de Moser e criaram o projeto “*Liter of Light*” em 2011 nas Filipinas. Segundo Illac Angelo Dias, diretor executivo da MyShelter:

“Alfredo Moser mudou a vida de um enorme número de pessoas, acredito que para sempre”

(Illac Angelo Diaz, diretor executivo da fundação de caridade MyShelter nas Filipinas)

Desde então o projeto se espalhou para diversos países como: China, Colômbia, República Dominicana, Egito, Índia entre outros. No Brasil, o projeto iniciou-se em 2015 e foi fundado por Vitor Belota. O primeiro projeto realizado no Brasil foi feito no Rio de Janeiro na comunidade Vila Beira Mar, no qual 28 postes foram instalados ao todo. Vitor conheceu o projeto da *Liter of Light* durante um trabalho voluntário que ele realizou em Nairobi, no Quênia. Neste projeto, em que ele trabalhava em escola carentes, ele se sentiu muito incomodado com a falta de luz nas salas de aula e presenciou uma ação da *Liter of Light* na mesma comunidade. A partir disso ele decidiu que abriria uma célula no Brasil, a Litro de Luz. Até agora já foram realizados projetos em Santa Catarina, São Paulo, Distrito Federal e Amazonas.

5.3.2 Soluções

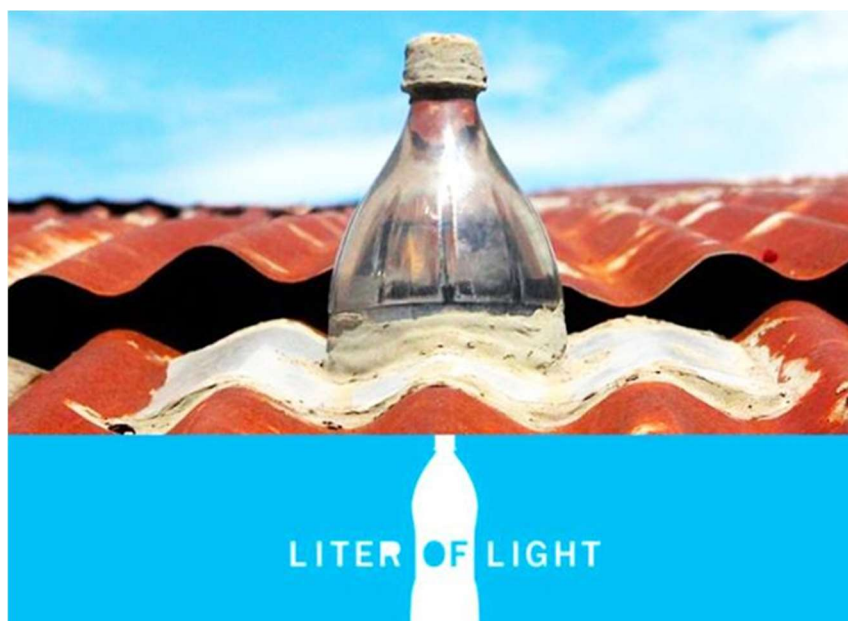
Os autores tiveram a oportunidade de realizar uma ação conjunta com a Litro de Luz em uma comunidade da cidade de São Paulo. A comunidade se chama Margarida e esta experiência foi de fundamental importância para os autores adquirirem o conhecimento que será descrito a seguir.

Existem três soluções que a Litro de Luz utiliza em seu plano de iluminação sustentável. São elas:

5.3.2.1 Lâmpada Diurna

Trata-se da lâmpada desenvolvida por Alfredo Moser e funciona pela refração da luz solar na água presente dentro de uma garrafa pet. As Figuras 6 e 7 apresentam duas fotos ilustrativas deste modelo.

Figura 15 - Lâmpada diurna instalada



Fonte: Litro de Luz, 2015

Figura 16 - Esquema de montagem da lâmpada diurna



Fonte: Nossa Causa, 2015

5.3.2.2 Lâmpião

O lâmpião foi um instrumento desenvolvido pela Litro de Luz Brasil especialmente para o projeto feito com comunidades ribeirinhas do Amazonas. Ele é formado por uma base em cano de PVC, uma garrafa PET cortada e uma lâmpada de LED. O esquema do lâmpião é ilustrado pela Figura 8.

Figura 17 - Lâmpada fabricada pela Litro de Luz



Fonte: Litro de Luz, 2016

Ele pode servir como uma luminária de mesa ou de teto. Em seu interior, o lâmpião possui uma bateria que pode ser conectada a uma placa solar externa (através de um cabo) para ser carregada e utilizada posteriormente. O lâmpião possui um pequeno interruptor que permite que ele seja aceso quando necessário, inclusive de dia, para iluminar ambientes internos.

5.3.2.3 Poste de rua

Os postes de iluminação foram a solução que a Litro de Luz das Filipinas encontrou para prover iluminação pública. Ele é instalado em vias públicas e é composto por uma base em cano PVC, uma placa solar, uma bateria, uma lâmpada LED e uma garrafa PET.

O princípio de funcionamento é similar ao do lâmpião, a diferença reside no fato de o poste ser fixo e acender apenas quando há ausência de luz natural. Assim, a placa solar é a responsável por carregar uma bateria, que irá alimentar a luz de LED durante a noite, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 18 - Poste de iluminação pública



Fonte: Litro de Luz, 2015

O poste será o objetivo de estudo deste trabalho, devido a sua maior presença nos trabalhos desenvolvidos pela ONG e, também, pelo tamanho e quantidade de materiais envolvidos na sua montagem; que o torna um recurso mais difícil de ser transportado.

5.4 Estratégia para escolha das comunidades

A Litro de Luz possui um grupo para cuidar da estratégia de expansão na ONG no que tange os projetos e a abertura de novas células em outros Estados. O departamento de estratégia trabalha em conjunto com o departamento social, pois são os responsáveis por visitar as comunidades e identificar as necessidades de intervenção.

Como a ONG ainda não possui um banco de dados sólido com informações de comunidades que precisam de ajuda, eles têm recorrido a parcerias com a ONG Teto para identificar potenciais localidades. A organização Teto realiza principalmente ações de melhoria habitacionais de pessoas em favelas, através da construção de casas e reformas. Dessa forma, a Litro de Luz muitas vezes realizam ações de iluminação em comunidades que o Teto previamente já atuou.

Definida uma comunidade que tem potencial de receber uma ação de iluminação, inicia-se o trabalho do departamento social. O primeiro ponto que o departamento nota na comunidade é a existência de uma figura de liderança. O líder é considerado essencial para viabilizar um projeto em uma comunidade, pois será um ponto de apoio da ONG caso haja algum problema e ele também ajudará a levantar os moradores que querem participar do projeto. Outro aspecto importante que condiciona ou não a realização de uma ação é a pacificação que existe dentro da comunidade. Dessa forma, a Litro da Luz não realiza trabalhos em locais com conflitos entre pessoas ou entre pessoas e o poder público, pois eles pensam na segurança de seus voluntários. Nessas visitas prévias, os voluntários também consideram os aspectos físicos que envolvem a instalação dos postes, assim, eles visitam a comunidade a noite para verificar o quão precário é a iluminação, quantos postes poderiam ser colocados e como é o terreno no local.

Uma vez feita uma ação em uma dada comunidade, a ONG passa a ter conhecimento de localidades vizinhas daquela em que já houve uma ação, para também receber um projeto. É por isso que não é incomum que ocorram projetos em comunidades vizinhas espaçados de um certo período de tempo.

A Litro de Luz vem aos poucos ganhando um certo reconhecimento das mídias sociais, com reportagens, postagens e notícias. Isso tem feito com que mais comunidades conheçam o trabalho deles e peçam ajuda. Dessa forma, a Litro de Luz está conseguindo compor o seu próprio banco de informações de localidades que precisam de ajuda para então estudar a possibilidade de atuação e ganhar independência com relação a ONG Teto.

5.5 Descrição dos aspectos jurídicos do poste

Toda ação em campo da ONG se inicia com um *workshop* no fim de semana anterior. Nesse evento a Litro de Luz se apresenta para comunidade e busca as famílias que se interessam pela ação e querem participar. Essa busca consiste em uma visita a cada uma das casas, pelos voluntários, na qual as famílias conheceram o projeto, seu funcionamento e se comprometem a participar.

A partir do momento que são definidas as famílias que irão participar, inicia-se o *workshop*. Este é o momento em que os voluntários irão iniciar a capacitação dos moradores da comunidade para manusear seu futuro poste. Nesse primeiro fim de semana também é feito um mapa que contém a região a ser atendida pela ONG

e as casas envolvidas no projeto. As casas são numeradas em ordem e a Litro de Luz associa cada número de casa ao nome de um morador adulto que habita nela.

No dia em que ocorre o mutirão para a instalação dos postes, cada família que decidiu participar do projeto recebe um termo de compromisso e responsabilidade pelo poste, que deve ser assinado por um morador responsável pelo poste instalado na frente de sua respectiva residência. A montagem apenas ocorre se este termo for assinado. No mesmo momento, o departamento jurídico da ONG também solicita aos moradores que assinem um termo em que autorizam ou não o direito de uso da imagem deles, dado que durante a ação muitos voluntários fazem fotos para registrar o momento e usar como *feedback* para os patrocinadores.

A conexão da família com o seu poste vai além da assinatura do termo de compromisso e responsabilidade. Isso ocorre porque, como a família tem a oportunidade de montar o seu próprio poste em todas as etapas, isso faz com que eles se sintam realmente envolvidos pelo objeto. A vantagem disso é que além de aumentar a autoestima das pessoas, pois elas se enxergam capazes de produzir aquele objeto que parece complexo, esse processo também permite que os próprios moradores façam as manutenções necessárias no seu equipamento. Em casos mais difíceis em que a placa solar ou a bateria apresentam problema, esses equipamentos são substituídos pela ONG, mas o fato de o morador estar capacitado para lidar com o equipamento facilita a identificação do problema e a comunicação com a Litro de Luz para resolvê-lo.

A substituição de poste, placas, baterias e circuitos que eventualmente apresentem problemas, só é feita para as famílias que realmente cuidaram dos postes, a fim de valorizar o serviço da ONG e o termo de compromisso que as famílias assinaram com a Litro de Luz. Postes que sofreram negligência de cuidados (foram derrubados, tiveram sua placa solar quebrada, bateria utilizada para outros fins) não serão substituídos e nem terão sua manutenção feita pela ONG.

5.6 Descrição dos aspectos técnicos do poste

5.6.1 Componentes e estrutura

Aqui serão detalhados por função e especificação apenas os componentes principais de cada módulo do poste, sem contar a fundação e objetos de conexão como parafusos e fios. A lista completa de componentes será apresentada objetivamente na Tabela 5. A fundação também será detalhada e descrita adiante.

a) Placa Solar

Função: é o componente que realiza a transformação da energia solar em energia elétrica, que será armazenada na bateria.

Especificação: 10W

b) Bateria

Função: armazena a energia proveniente da placa solar e a distribui à fita de LED quando não há fluxo no recebimento de energia.

Especificação: 12V 7Ah

c) Circuito

Função: Na verdade, o que as pessoas da ONG chamam de “Circuito” é um Controlador de Carga. Sua função é monitorar as tensões da bateria. Quando atinge a carga completa, o controlador desliga a entrada de tensão proveniente das fontes de carga, no caso, a placa solar.

Especificação: é composto por diodo 1N4007, resistor 10kOhm, transistor IRFZ44N e dissipador 15mm.

d) Lâmpada

Função: transformar a energia elétrica proveniente da bateria em luminosidade.

Especificação: 2x LED 3 Diodos Branco

e) Estrutura

Função: dar suporte aos demais componentes.

Especificação: Tubo PVC diâmetro 100mm, comprimento 3m

A Figura 10 mostra a composição superior do poste. No topo do poste é possível ver a placa solar, ao longo do seu comprimento é possível ver a caixa hermética que contém a bateria e no cano transversal é possível ver a garrafa pet instalada com a fita de LED em seu interior. Toda a fiação que liga a placa solar na bateria e a bateria no LED fica interna na tubulação PVC.

Figura 19 - Foto do poste de iluminação pública com seus componentes



Fonte: Os autores

A seguir, a Tabela 5 apresenta de forma completa os componentes necessários para a construção do poste. Nela, os módulos do poste estão devidamente separados para se facilitar o entendimento. Cada módulo tem uma série de componentes, que também estão descritos. As respectivas quantidades e métrica utilizada para quantificar cada componente estão representadas nas últimas duas colunas.

Tabela 5 - Descrição de componestes do poste

Módulo	Material	Q	Medida
Módulo Placa Solar	Placa Solar 10W	1.00	Unidade
Módulo Placa Solar	Cabo Paralelo 2x0,50mm	1.50	Metro
Módulo Placa Solar	Suporte Alumínio Placa 3,18 x 25,4 x 25,4 mm	0.60	Metro
Módulo Placa Solar	Parafuso pequeno 3/16" x 1/2"	4.00	Unidade
Módulo Placa Solar	Parafuso grande 3/16" x 3"	1.00	Unidade
Módulo Placa Solar	Porca	5.00	Unidade
Módulo Placa Solar	Arruela	5.00	Unidade
Estrutura	PVC Tubo 50 mm	0.30	Metro
Estrutura	PVC Tubo 50 mm	0.30	Metro
Estrutura	PVC Tubo 50 mm	0.50	Metro
Estrutura	PVC Tê 50 x 50 mm	1.00	Unidade
Estrutura	PVC Joelho 45 Graus 50 mm	1.00	Unidade
Estrutura	PVC Redutor 100 x 50 mm	1.00	Unidade
Estrutura	PVC Tubo 100 mm	3.00	Metro
Concreto	Areia	0.03	Metro Cúbico
Concreto	pedrisco 0	0.03	Metro Cúbico
Concreto	Cimento Votoran CP II	0.17	Saco 50kg
Caixa Hermética	Caixa Hermética Tamanho Médio	1.00	Unidade
Caixa Hermética	Suporte Alumínio Bateria 330 x 13 x 2 mm	1.00	Unidade
Caixa Hermética	Parafuso auto tarrachante	2.00	Unidade
Caixa Hermética	Organizador de fios	0.20	Metro
Caixa Hermética	Cabos para fixação	1.00	Metro
Bateria	Bateria 12V 7Ah	1.00	Unidade
Fios da Bateria	Porta fusível	1.00	Unidade
Fios da Bateria	Cabo Paralelo 2x0,50mm	0.30	Metro
Fios da Bateria	Terminal	2.00	Unidade
Fusível	Fusível	1.00	Unidade
Conjunto lâmpada	LED 3 Diodos Branco	2.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Garrafa PET 2L	1.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Suporte Alumínio LED 330 x 13 x 2 mm	1.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Suporte Alumínio Soquete 180 x 15 x 1 mm	1.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Cabo Paralelo 2x0,50mm	1.50	Metro
Conjunto lâmpada	Parafuso grande 3/16" x 1"	1.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Parafuso pequeno 3/16" x 1/2"	1.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Arruela de pressão	2.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Porca	3.00	Unidade
Conjunto lâmpada	Arruela	2.00	Unidade
Consumíveis	Tinta Spray 350 ml Azul Oceano Colorgin	0.20	Unidade
Consumíveis	Adesivo PVC 175 g	0.10	Unidade
Consumíveis	Adesivo Silicone 280 g	0.20	Unidade
Circuito	Conector Sindal 6 entradas	1.00	Unidade
Circuito	Regulador de Tensão 7815	1.00	Unidade
Circuito	Diodo 1N4007	1.00	Unidade
Circuito	Terminal agulha	6.00	Unidade
Circuito	Transistor IRFZ44N	1.00	Unidade
Circuito	Resistor 10k Ohm	1.00	Unidade
Circuito	Dissipador 15mm	1.00	Unidade
Circuito	Pasta de solda	5.00	Gramas
Circuito	Conjunto Parafuso/Porca/Arruela 1/8"x5/16" (fixação do Dissip	1.00	Unidade
Circuito	Estanho	5.00	Gramas

Fonte: Litro de Luz, 2017

5.6.2 Fundação do poste

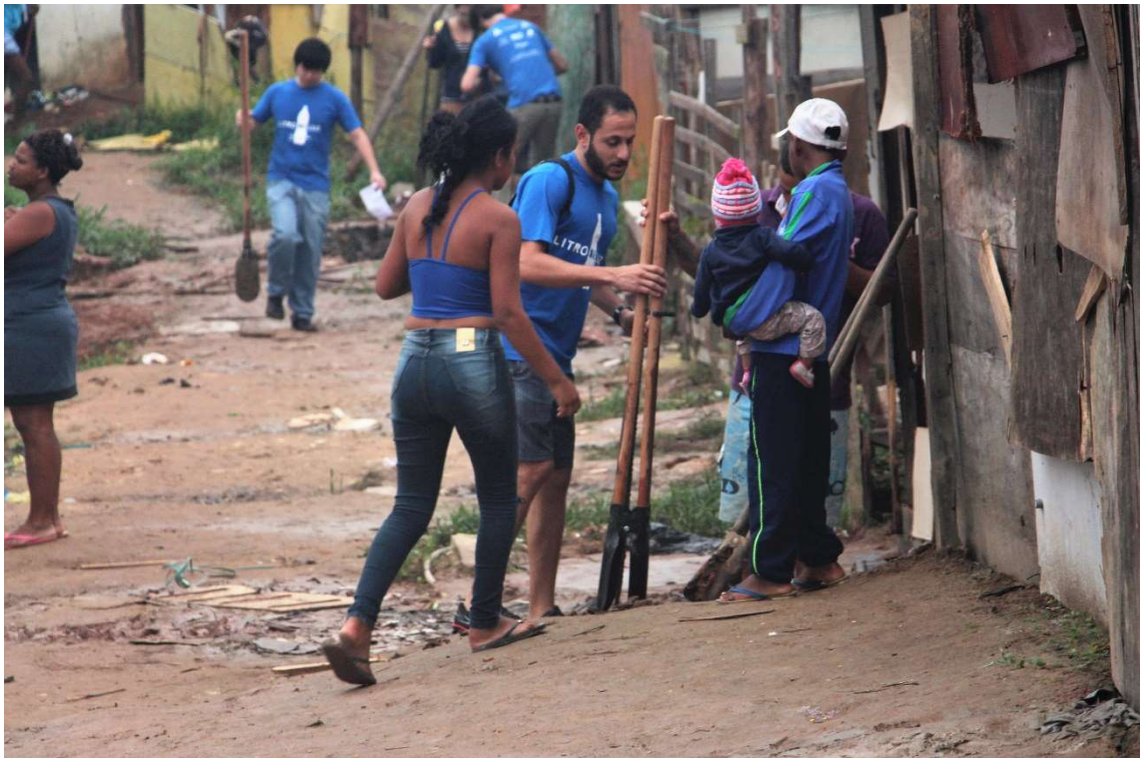
A fundação do poste é feita basicamente através da escavação de um buraco no solo, posicionamento do tubo de PVC constituinte do módulo estrutural no interior do mesmo e preenchimento do conjunto tubo-buraco com concreto, fixando os componentes no chão. Tendo isso em conta, serão descritas as atividades junto de uma breve avaliação.

5.6.2.1 Escavação

Os pontos de escavação de buraco são definidos antes do dia da ação na comunidade; normalmente uma semana antes, quando acontece a visita técnica conjunta com a atividade de workshop. Quanto à escavação, pode ocorrer tanto durante o dia da visita técnica como no dia da ação. Esta é realizada utilizando equipamentos como pás e escavadores do furo de borne, ambos de funcionamento manual, dependendo de voluntários da própria ONG ou da comunidade. Os pontos, escolhidos anteriormente, são plotados em um mapa feito também por colaboradores da organização para que se verifique e compare suas respectivas posições no momento da escavação. Tal processo demonstrou-se deficiente pelo fato de o espaço, onde normalmente se trabalha em tais comunidades, ser desordenado, dificultando primeiramente a produção de um mapa local e, devido a isso, na própria verificação posterior. Além disso, o buraco não recebe nenhuma compactação e impermeabilização antes de receber os materiais.

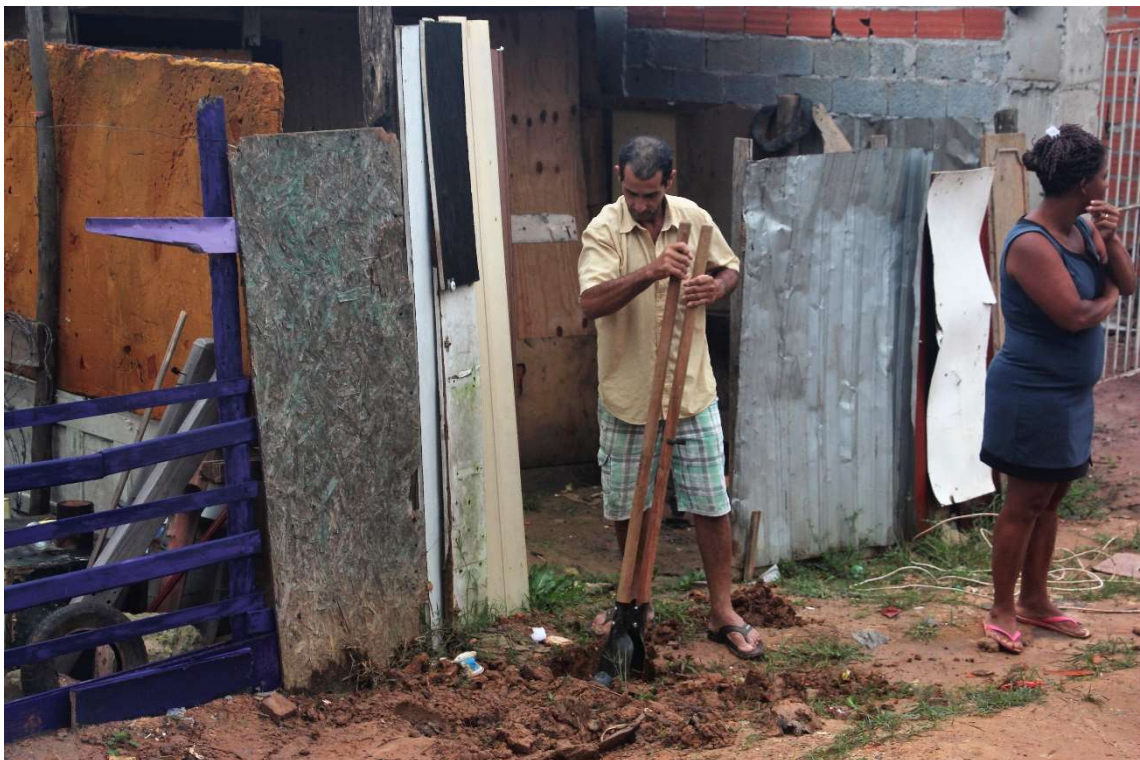
Um outro ponto a ser destacado são as dimensões do buraco: cava-se, aproximadamente, um buraco de 50 cm de profundidade por 30 cm de diâmetro. Isso é feito sempre assim, não importa o tipo de solo, se ele apresenta água minando ou não, se ele é mole ou firme ou se ele é pedregulhoso. Nas Figuras 12 e 13 encontram-se imagens deste procedimento em campo.

Figura 20 - Fundação escavada manualmente



Fonte: Os autores

Figura 21 -Fundação escavada manualmente



Fonte: Os autores

5.6.2.2 Concretagem

Após a escavação e posicionamento do tubo de PVC de função estrutural dentro do buraco, deve-se concretar o conjunto afim de se obter rigidez necessária para a estabilidade do poste. O concreto utilizado no procedimento é feito de maneira manual, no chão. Dessa forma, terra, folhas e resíduos de lixo acabam sendo incorporados à massa antes de sua aplicação. Outro ponto para destacar é que ele é transportado ao seu destino final em carriolas, baldes ou pedaços de PVC que não serão utilizados no poste. As Figuras 22 e 23 ilustram este processo.

Figura 22 - Produção do concreto em campo



Fonte: Os autores

Figura 23 - Início da produção do concreto em campo



Fonte: os autores

5.6.2.3 Conexões

As conexões entre os componentes de PVC são feitas pela simples junção entre tubos de diferentes diâmetros e utilização de cola. Entretanto, apesar de se parecer um procedimento fácil, no dia da ação ficou visível que as conexões podem ser fontes de um potencial problema já que muitas delas tiveram que ser ajustadas, improvisadamente, no momento da junção.

O improviso para as conexões problemáticas, optou-se por aquecer um dos tubos para torná-lo mais maleável e forçar o encaixe. Tal aquecimento foi feito queimando-se um papel e colocando-se o material em contato direto com a chama.

5.7 Processo produtivo de uma ação

O processo produtivo pode ser dividido em três etapas para se facilitar o entendimento.

A primeira parte consiste em um *workshop* realizado com a comunidade que irá participar da ação. Nesse *workshop* os próprios moradores realizam as soldagens de circuitos elétricos necessárias para fazer o sistema funcionar. Nesse mesmo momento, que ocorre durante o fim de semana anterior ao mutirão, os

moradores também se familiarizam com a estrutura do poste e como ela será montada na próxima etapa. Os circuitos montados no *workshop* nem sempre são aproveitados na ação da ONG, isso porque, como é a primeira vez que alguns moradores utilizam a solda nem sempre a soldagem fica com boa qualidade e isso pode impactar na vida útil do poste. Dessa forma, esses materiais soldados em campo são levados de volta para a sede da ONG, são checados e se bem soldados são utilizados e caso contrário são substituídos por soldas realizadas por voluntários. Os canos de PVC são entregues na comunidade durante o *workshop* para serem cortados e utilizados na ação. Os canos cortados permanecem na comunidade, nas casas de moradores que se voluntariam para guardar (geralmente um líder), para serem utilizados na fixação dos postes. Nesse momento também são entregues e permanecem condicionados na comunidade os sacos de areia, cimento e brita que serão utilizados.

Durante a semana que antecede o mutirão, os próprios voluntários que nunca participaram de uma ação são capacitados para realizar a montagem do poste. Eles também aprendem sobre a soldagem dos circuitos, a ordem de montagem da caixa hermética que abriga a bateria, sobre a estrutura do poste e como unir as diferentes partes. É muito importante que tanto os voluntários quanto os moradores estejam capacitados para montar os postes, pois eles o executarão em conjunto.

O dia do mutirão começa cedo. A primeira atividade do dia é uma dinâmica entre moradores e voluntários para que as pessoas se conheçam e comecem a se ambientar. Em seguida, os voluntários são divididos entre as diferentes zonas (arbitrariamente definidas pela Litro de Luz) para realizar as atividades e devem transportar os materiais que serão utilizados para o local onde devem trabalhar. Um mesmo grupo irá se subdividir nas atividades iniciais: uma parte irá locar os postes com as famílias e cavar os buracos para assentar os postes enquanto outros voluntários irão, em conjunto com outros moradores, começar a preparação do concreto a ser utilizado na instalação dos postes.

Após cavar os buracos que irão receber os postes, a instalação se inicia com a alocação da base de tubo PVC do poste no buraco e a colocação de concreto na base e no interior do poste. O concreto no interior de tubo de PVC é aplicado para conferir maior rigidez ao conjunto e a altura que deve ser preenchida não é bem definida, em geral é algo próximo a 1 metro do solo. O concreto utilizado para

engastar o poste no chão é aplicado diretamente sobre o buraco cavado com cavadeira, sem compactação prévia.

No período da tarde, com a base do poste já fixada, as famílias começam a montar a parte que cima que contém a lâmpada de LED, a placa solar, a bateria e a caixa hermética. Assim, para cada família é distribuído um KIT de instalação completo que compreende todos esses instrumentos, mais a garrafa PET e o tubo PVC que compõem essa parte. Cada família é acompanhada por um voluntário capacitado para em conjunto montarem as peças e finalizarem a parte de cima do poste. Uma vez finalizada, é feita uma conferência da montagem da parte superior e o poste recebe uma etiqueta com um número de identificação. Essa etiqueta é a única referência para ONG que associa a família ao poste que foi instalado na frente de sua casa. Ao etiquetar um poste, um voluntário escreve a mão qual família está recebendo qual número de poste. Partes de PVC são então coladas e recebem uma camada de silicone nas juntas para favorecer a vedação. As Figuras de 24 a 27 ilustram o processo final de montagem.

Figura 24 - Kit que famílias recebem para montagem do poste



Fonte: Os autores

Figura 25 - Voluntário e família montando o Kit



Fonte: Os autores

Figura 26 - Etiquetação dos postes



Fonte: Os autores

Figura 27 - Colagem e vedação dos componentes



Fonte: Os autores

5.7.1 Identificação da logística dos Materiais em São Paulo

Para cada ação, a ONG levanta quais materiais serão utilizados e suas respectivas quantidades. Assim, realiza-se um pedido para os fornecedores e isto acontece de forma que todos os materiais cheguem um mês antes da ação até a sede para efeito de segurança. É importante dizer também que materiais mais fáceis de serem estocados, ou seja, de menor volume como parafusos, porcas e os perfis metálicos que servem de conexão e suporte entre a placa solar e tubos PVC, são armazenados na ONG. Assim, quando um pedido destes materiais é feito, não é como o pedido de peças mais caras e de maior volume levando em conta quantidades exatas necessárias para se realizar cada ação, mas sim extrapolando-se as quantidades necessárias com a finalidade de se fazer um estoque. Esses materiais sempre são levados em excesso para cada ação pois, como são muito pequenos, é comum que ocorram perdas durante a ação.

O transporte dos pedidos realizados é feito por empresas de transporte, portanto há um custo de frete a cada pedido que é arcado pela ONG. Entretanto, há fornecedores que, por tomarem conhecimento da atuação da organização e suas finalidades, oferecem o transporte dos materiais com ele adquiridos até o local

da obra, como foi observado na ação em que os autores acompanharam a ONG na comunidade Margarida na cidade de Ferraz de Vasconcelos. É importante ressaltar que o caso de oferecimento de serviço por parte das empresas contratadas não acontece sempre e, portanto, a organização não pode depender de tal oferta e mesmo com as referidas ajudas, os custos de transporte ainda são um dos principais componentes que devem ser considerados para se viabilizar o fluxo de caixa de uma operação.

Considerando todos esses pontos, uma manhã de ação em comunidade se inicia na sede na Litro de Luz, com o carregamento do caminhão (em geral um veículo urbano de carga - VUC) e os carros dos voluntários. O caminhão transporta os instrumentos de construção: carriolas, pás, enxadas, cavadeiras, caixas de placas herméticas e cabeças do poste. Os carros transportam as caixas com baterias, placas solares, alimentos e caixas de objetos menores (porcas, arruelas, parafusos e fitas metálicas). Vale lembrar que os canos PVC e materiais de concretagem (cimento, areia e pedra) são transportados pelo fornecedor e entregues diretamente na comunidade. Esses materiais ficam condicionados na casa de um líder da comunidade. Chegando no local da ação todos os materiais são descarregados e condicionados no respectivo ponto de uso.

No caso da comunidade Margarida, por exemplo, os materiais foram condicionados na parte inferior e intermediária do local. Vale ressaltar que o terreno era configurado por intensa declividade e, dessa forma, foi difícil transportar os materiais para os pontos mais altos da comunidade, principalmente os sacos de areia, cimento e pedra.

5.7.2 Mapeamento da Comunidade e identificação dos postes

Durante a ação da Vila Margarida os autores acompanharam os procedimentos de localização e identificação dos postes e identificou como é feito o mapeamento da comunidade. Na semana anterior à ação um voluntário desenha um croqui a mão da localização para ser utilizado como guia durante a instalação. Nesse mesmo croqui são marcados os locais dos postes e em outro documento é feito uma tabela com o número de identificação do poste ao lado do nome da família que o recebeu. A numeração de cada poste é indicada por meio de uma etiqueta plástica fixada e é constituído pelas siglas do estado, seguido de quatro dígitos em ordem numérica que recomeça do '0001' para cada ação.

5.8 Mapeamento da região, georreferenciamento e identificação dos postes

Ainda pouco abordado neste trabalho, o tema do georreferenciamento dos postes dentro da comunidade é de grande interesse tanto para o estudo proposto quanto para os procedimentos durante a ação. Baseado na ação que os autores acompanharam, foi possível concluir que é indispensável uma proposta de melhoramento para esse aspecto. A importância de saber onde cada poste está localizado se dá por motivos organizacionais da própria ONG e traz benefícios indiretos à comunidade. Ter uma relação do modelo, numeração e local de instalação do poste auxilia na logística reversa de peças de difícil descarte, como a bateria, e também na manutenção de componentes quando necessário.

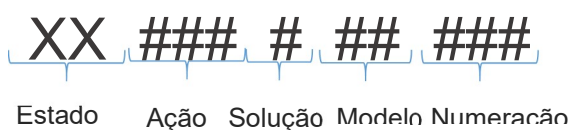
Como explicado anteriormente, a ação inclui treinamento de membros da comunidade para se responsabilizarem pelos postes. Esses membros são capazes de identificar problemas nas unidades de luz e caso seja necessário, contatar a Litro de Luz. O setor de operações tem a responsabilidade de encontrar uma solução e aplicá-la para corrigir a falha. Esse procedimento pode ter fatores problematizadores: dificuldade em apontar o modelo, o qual indica os constituintes do poste, e encontrar a localização exata, a qual auxilia na operação de manutenção em campo. Ambos fatos reduzem a agilidade e podem complicar a busca pelos materiais necessários.

Somado a isso a instalação dos postes seria mais ágil caso fosse conhecido o relevo do terreno e a comunidade estivesse previamente mapeada, pois a descarga do VUC e mistura do concreto seriam localizadas de forma a minimizar o transporte de materiais dentro da comunidade. Por exemplo, localizar os pontos de mistura em local de maior altitude para que seja carregado sempre à pontos mais baixos evitando subir ladeiras, algo fisicamente muito demandante. Além de poupar tempo, reduziria o esforço dos voluntários, resultando em maior atratividade para as pessoas participarem da ONG.

Os procedimentos de se fazer o croqui e de numeração de cada poste, em primeira instância, aparentam ser corretos, porém há melhorias as quais não dificultariam o trabalho em campo e possivelmente tenham resultados apreciáveis.

5.8.1 Identificação dos postes e outras soluções luminotécnicas

A primeira melhoria apresentada é a mais simples das três propostas: a identificação do poste. Atualmente, o código usado não é único, há mais de uma solução 'SP-0001' que a ONG instalou e isso impossibilita documentar somente com o código qual o modelo, localização, ou mesmo se é uma solução móvel (lâmpião) e não um poste. Assim, propomos uma solução que de uma identificação por estado (por sigla de dois caracteres), por ação (por número com três dígitos), por tipo de solução (número de um dígito), por modelo (por número com dois dígitos) e de numeração dentro de cada solução na comunidade (com três dígitos), como apresentado abaixo.



Esse modelo originaria por exemplo o código SP 001 1 01 001 referente a um poste em São Paulo, na primeira ação no estado, com o modelo atual e o primeiro poste a ser numerado. Não necessariamente a numeração será na ordem da instalação do poste. A quantidade de dígitos por trecho do código se dá pelas possíveis quantidades, ou seja, consideramos que a Litro de Luz terá no máximo 999 ações por estado, com no máximo 999 soluções em cada ação. Além disso, seriam no máximo 9 soluções diferentes, hoje em dia há apenas o poste e o lâmpião, e cada solução conta com 99 modelos. Os modelos são inteiramente idênticos entre si, caso sejam usados bateria, placa solar, lâmpadas ou tubos de PVC diferentes isso se torna um novo modelo. Esse detalhe tem importância para facilitar o controle de quais componentes estão sendo usados, quais serão trocados em uma possível manutenção e quais apresentam tipos específicos de defeito, para facilitar o mapeamento de melhorias a serem feitas.

A fixação deste código no poste deve ser feita com um método que não possa ser apagado, coberto ou trocado com facilidade. Embora a ONG tenha deixado de usar placas metálicas pela dificuldade de colá-las no corpo do poste, a sugestão dos autores é voltar para essa solução, utilizando gravação em relevo nas placas. Explicando: as identificações seriam terceirizadas, quando compradas em escala teriam o preço reduzido e não oneraria demasiadamente a Litro de Luz. Além disso, é possível levar as soluções para a ação com a placa já fixada no PVC, com uma resina adesiva, possivelmente com a família que o receberá já definida. O tempo e

custo para aplicar a solução seriam baixos e haveria melhoria considerável para a organização em campo, reduzindo o trabalho, somado à possibilidade de interação entre essa solução e o georeferenciamento descrito a seguir. Essa primeira proposta ainda não foi alinhada com a ONG e pode sofrer alterações conforme a necessidade.

5.8.2 Mapeamento da comunidade

A segunda melhoria está relacionada com o mapeamento da comunidade, atualmente feito por croqui. Isso ocorre, pois, algumas comunidades atendidas são irregulares, a maioria é desordenada e não planejada; nem o poder público nem empresas como a Google (que mapeia regiões) chegaram a atuar no mapeamento das ruas criadas pelos moradores. Por não ser um método preciso, esse mapeamento pode dificultar a locomoção dos voluntários dentro da comunidade e onde os postes devem ser colocados. A proposta se resume ao uso do GPS de aparelhos celulares, que também será utilizado na terceira melhoria. O primeiro impasse seria a obtenção de *Smartphones* com GPS para uso nas ações, mas foi constatado informalmente que membros da Litro de Luz já possuem tal aparelho, resolvendo essa dificuldade.

Assim, poderia ser utilizado um aplicativo sem custos de rastreamento, como por exemplo '*MyTracks*'. Esse aplicativo grava o local em que o dispositivo se encontra com coordenadas de latitude e longitude em intervalos definidos pelo usuário, sobrepõe os pontos em mapas *offline* do celular e traça a rota entre os pontos. Portanto, ao programar o aplicativo para capturar a localização em curtos intervalos de tempo, como dez segundos, e caminhando com o aparelho celular por todas as ruas da comunidade, rapidamente obtém-se o mapeamento das ruas, já sobreposto no mapa. Além disso, é oferecida a opção de exportar a rota criada para o computador, no qual pode ser inserido em programas de georeferenciamento como o '*Quantum gis*' (QGis, 2017)

A ideia, portanto, é a correlação unívoca entre o caminho percorrido pelo usuário (ruas da comunidade) e a rota traçada (mapeamento), criando um mapa mais preciso que facilite a locomoção. Um fator passível de ser questionado é a repetição de ruas percorridas pelo voluntário. Embora seja mais proveitoso o mínimo de repetição de caminhos, isso seria impossível na maioria dos casos (problema do "Carteiro Chinês"). O aplicativo teria a mesma rota mais de uma vez,

mas isso não leva ao mapeamento de uma rua inexistente, ou seja, não afeta o objetivo perseguido. Ainda há outros pontos a serem esclarecidos, mas isso será feito ao longo e após a apresentação da terceira melhoria, pois se referem a ambas.

5.8.3 Georreferenciamento dos postes

A terceira melhoria a ser proposta nessa parte é uma junção das duas anteriores e foi considerada com uma importância ainda maior. O georreferenciamento dos postes é motivado pela falta de controle atual de onde cada poste está localizado. A inexistência desse controle leva a possibilidades diversas como não identificar o roubo de um poste e dificuldade em localizar o poste correto no momento da manutenção, pois teria que conferir todas placas identificadoras na comunidade. Não apenas isso, poder colocar em um mapa a localização de todos os postes melhora a imagem da ONG para quem tem o primeiro contato e pode ser usado no marketing para atrair mais doações e ajuda. Por exemplo, a prefeitura de São Paulo tem disponível a localização geográfica de todos os postes instalados pelo poder público na cidade, mais de 500.000.

Para o georreferenciamento também é sugerido o uso de *smartphones* com aplicativos ligados ao GPS do aparelho. Nesse caso testamos o aplicativo *My GPS Coordinates*, também gratuito para *download*, e comparamos com a localização fornecidas pelo *Iphone 6* da marca Apple. A primeira opção do comparativo tem o intuito de ser utilizado da seguinte forma: abrir o aplicativo próximo ao poste logo após a instalação, exportar as coordenadas do aplicativo para o ‘bloco de notas’, função disponível para *Iphones*, e anotar ao lado das coordenadas o código de identificação do poste. É possível também anotar manualmente em um papel as coordenadas disponíveis na tela do celular, conforme a Figura 28, e anotar a identificação do poste. A Figura 28 é uma reprodução de como o aplicativo fica disponível na tela do celular do usuário. O aplicativo oferece também a precisão do sinal GPS na mesma tela, o qual tem valor mínimo de 10 metros.

Figura 28 - Reprodução da tela de celular ao utilizar o aplicativo MyGPSCoordinates



Fonte: Aplicativo MyGPS

Em ambos os casos o passo seguinte testado e sugerido é passar essas coordenadas de longitude e latitude para o *Mymaps*, ferramenta gratuita da Google no computador que localiza os pontos em um mapa base, que pode ser visualizado com a visão sobre imagens de satélite, resultando em algo similar a Figura 29. Essa figura mostra 21 pontos gravados com o aplicativo, com a coordenada de cada um ao lado, após serem locados com o *MyMaps* em um mapa reproduzido com imagem de satélite da região onde o teste foi feito. Foi testado gravar as coordenadas ao caminhar em volta de uma pista de atletismo, pois tem o contorno muito bem definido e é fácil para comparar o resultado com o caminho percorrido. Embora não esteja demonstrado na figura, o resultado foi satisfatório, pois todos os pontos foram gravados na borda externa da pista, a qual tem 8 metros entre a borda interior e exterior. Outra opção igualmente apreciável é passar as coordenadas para o mesmo *Qgis* utilizado na proposta anterior. Seria interessante sobrepor o mapa traçado da comunidade com esses pontos, para ter um arquivo único.

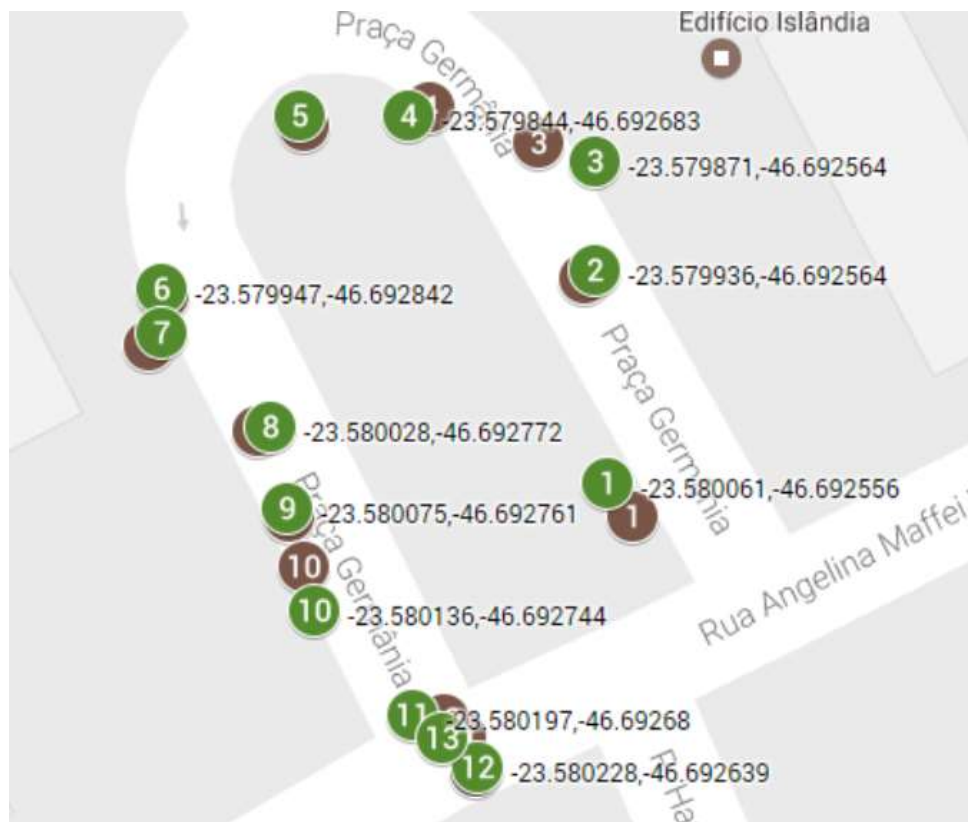
Figura 29 - Pontos gravados pelo aplicativo MyGPSCoordinates importados para o MyMaps e sobrepostos sobre um mapa base de imagem de satélite. Cada ponto dispõe de sua própria coordenada ao lado



Fonte: Os autores

A segunda opção do comparativo tomou o mesmo tempo que a primeira para ser testada e foi considerado pelos autores que ambas utilizaram o mesmo esforço. Os *smartphones* atualmente tem a função de gravar a localização geográfica de onde uma foto foi tirada e quando transfere a foto para o computador as coordenadas estão disponíveis para serem digitadas no *MyMaps* e registrar os pontos. O grande benefício deste método é que seria possível tirar foto da identificação do poste, então a foto teria a identificação e as coordenadas de cada poste.

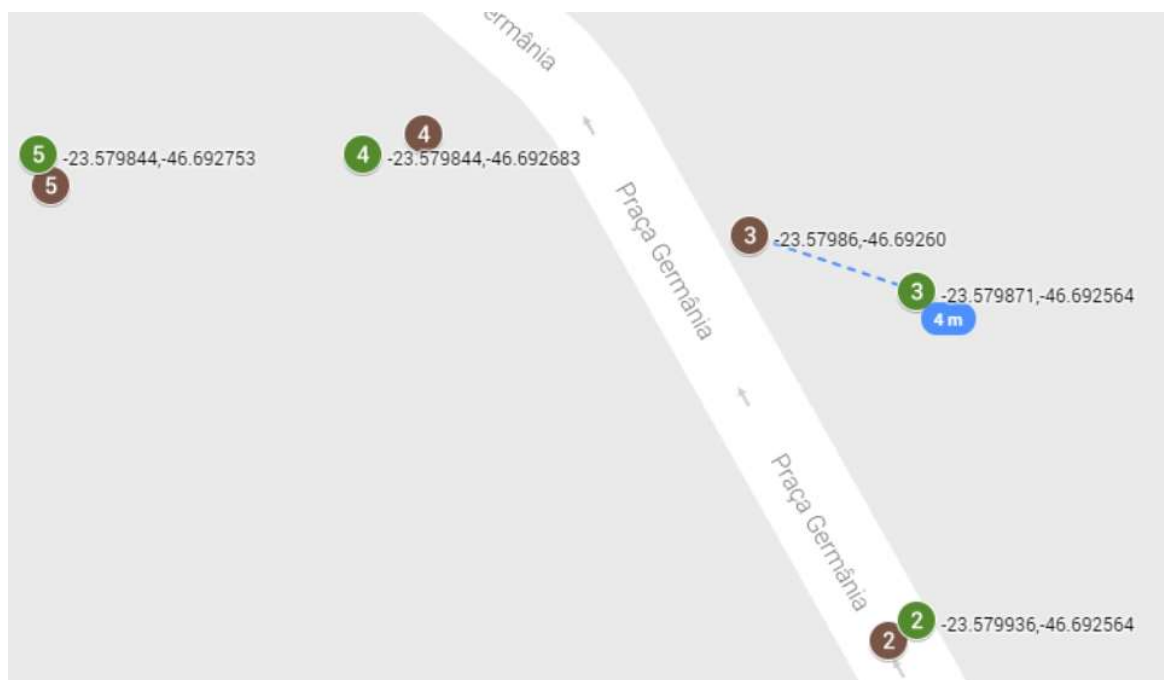
Figura 30 - Comparação entre os 13 pontos gravados por meio de foto do celular (em verde) e por meio do aplicativo MyGPSCoordinates (em marrom)



Fonte: Os autores

A grande preocupação entre os métodos é a similaridade de precisão entre ambos. Para isso foi feito um segundo teste, no qual as coordenadas foram registradas no mesmo ponto em que uma foto foi tirada. O processo foi repetido treze vezes ao longo do percurso de uma praça e os pontos estão apresentados na Figura 30, na qual é possível perceber que a maioria dos pontos dos métodos estão no mesmo local. A Figura 30 mostra os treze pontos; em verde os pontos registrados por meio da foto no celular e em marrom aqueles registrados por meio do aplicativo de celular. O ponto número 3 foi aquele que mais teve divergência, mas ao medir a distância entre eles pelo próprio *MyMaps*, eram apenas quatro metros, o que não causa interferência para nosso objetivo. A distância entre os dois pontos número 3 (gravado pela foto e pelo aplicativo) estão registrados na Figura 31, a qual é um zoom da Figura 30 com a inserção da distância.

Figura 31 - Zoom da Figura 22 mostrando a distância entre os dois pontos número 3, os mais distantes entre si, utilizando a ferramenta de medir distância do MyMaps



Fonte: Os autores

Assim, podemos escolher entre as duas opções apresentadas para localizar os postes após sua instalação, ou seja, o *As Built*. O aplicativo *Mytracks* tem a opção de colocar um marcador ao longo do caminho percorrido, então seria possível marcar na primeira ida à comunidade onde os postes serão instalados de forma rápida. Esse mapeamento seria o plano e não o *As Built*, mas seria igualmente interessante, pois possibilita o planejamento de em qual lugar da comunidade é melhor para descarregar e para misturar o concreto para a fundação. Novamente, o auxílio do *Google Maps* seria utilizado, por ter disponível curvas de nível das mais diversas regiões, auxiliando no planejamento.

Para ambas, ao passar para o *MyMaps* é possível nomear cada ponto com a identificação do poste, em vez de deixar as coordenadas, como estão nas fotos aqui apresentadas. A ressalva a ser feita para todos os processos que utilizam o GPS do celular é o fato de não ser necessária uma conexão com rede de internet nem com rede celular, apenas a conexão com satélites, já existente de forma automática nos aparelhos. Todos os testes foram conduzidos com o celular em modo avião, ou seja, apenas com a conexão GPS, em dias com o céu sem nuvens, reproduzindo a situação ideal em campo. Último ponto a ser mencionado é que os

aplicativos sugeridos consomem bastante bateria do aparelho, sendo uma boa ideia adquirir uma bateria externa, para garantir o uso do celular ao longo de todo o dia.

5.9 Análise de aspectos técnicos e construtivos

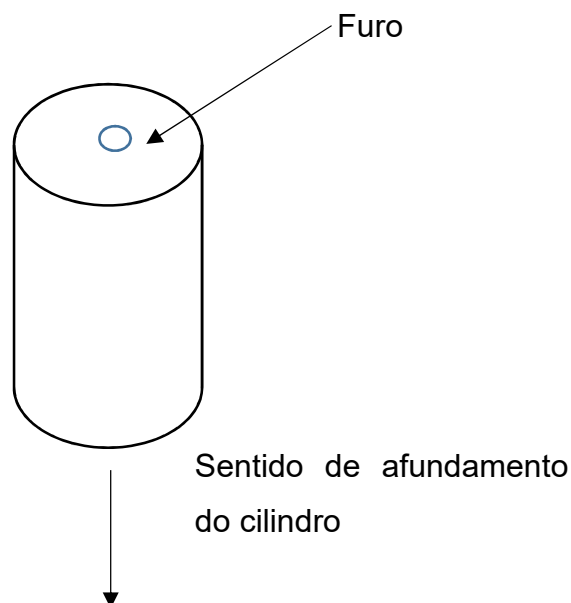
5.9.1 Concepção e estrutura

Ao observar-se o processo de produção do poste, pode-se separá-lo em duas etapas básicas: a que acontece anteriormente a ação, no *workshop*, e a que acontece no dia da ação, ambas explicadas no capítulo Materiais e Métodos. A primeira é muito eficiente e poupa muito tempo no dia da ação por envolver atividades que requerem mais detalhamento ao se executar, como a montagem dos circuitos que serão parte do módulo da bateria do poste e os cortes dos canos PVC. Já a segunda, que é realizada no dia da ação, pode tornar-se mais eficiente e rentável se previamente bem definidos e estruturados alguns procedimentos que a mesma envolve.

Na parte de enchimento do interior do tubo de PVC do poste, poderiam ser utilizados apenas areia e pedra, ao invés de concreto, para criar-se rigidez e estabilidade no mesmo. Tal solução diminuiria os custos individuais de cada poste pelo fato de o cimento, material constituinte do concreto, ser substituído por materiais mais baratos (areia e pedras) na composição do enchimento. Além disso, seria mais fácil verter o material para dentro da tubulação, dado que a mistura areia e pedra é mais leve do que concreto. Para que isto funcionasse de maneira adequada seria essencial a utilização de um funil para maior facilidade de operação no processo de enchimento.

Os processos de escavação e fundação também poderiam ser melhorados. No caso da escavação, a escolha prévia de pontos de instalação estratégicos que, por exemplo, não sofressem infiltração de água, poderia facilitar a atividade no dia da ação. Para situações em que não houvesse alternativa e pontos com grande presença de água tivessem que ser escavados, poderiam ser utilizados “tampões”, que têm o mesmo princípio de funcionamento de ventosas, no fundo da escavação. Isso evitaria o fluxo de água para dentro do buraco, que prejudica os processos construtivos. O tampão poderia ser feito com um tubo de PVC cortado com diâmetro superior ao do poste. Neste cano, oco por dentro, deve ser feito um furo na extremidade fechada, como mostra o esquema na Figura 32.

Figura 32 - Esquema de fundação para terrenos alagadiços

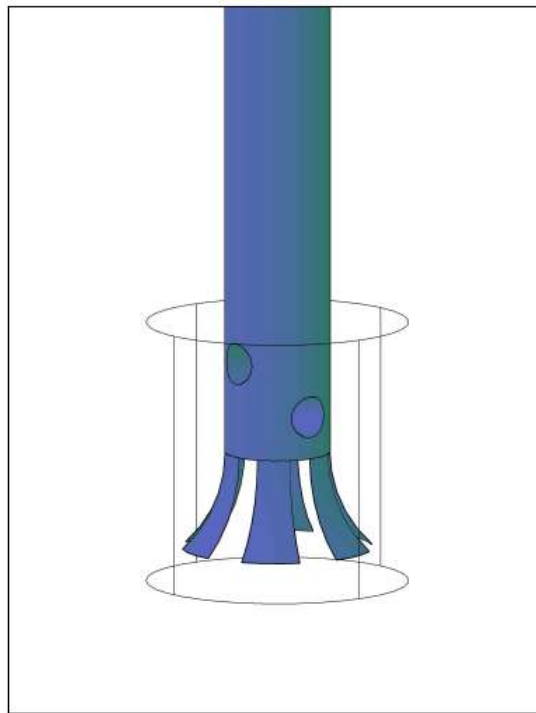


Fonte: Os autores

Para que essa composição funcione a vácuo e proteja o poste, é preciso que uma vez escavado o buraco, aperte-se o cilindro contra o solo do fundo do buraco com o furo aberto. Uma vez que a superfície superior do cilindro atingir a superfície inferior do buraco deve-se tampar o furo com o pedaço de PVC, que foi previamente cortado, e jogar brita em cima antes de dar sequência aos procedimentos de instalação do poste.

Na parte de fundação, a estrutura inferior do poste, se mudada, poderia melhorar a ancoragem do mesmo e assim, melhorar sua estabilidade quando instalado. Propõe-se o recorte da parte inferior do tubo de PVC anteriormente a sua fixação no buraco. Para que o corte do PVC seja facilmente realizado, uma imersão em água fervente da parte inferior, seria essencial. O esquema de corte proposto é apresentado na imagem a seguir.

Figura 33 - Representação na nova base do poste



Fonte: Os autores

Já no início, na fase de preparação do concreto, notou-se que este é misturado diretamente no solo, o que implica em possível queda da sua resistência quando seco. Isso ocorre porque os resíduos presentes na massa atrapalham a conexão entre os elementos do sistema (cristais de cimento hidratados e a areia e a brita) e isso reduz a resistência, dado que tensões se concentrarão em torno da impureza, a qual oferece menos resistência que o concreto e isso poderá fazer que o mesmo se quebre. Assim, o primeiro aspecto a ser melhorado seria a utilização de um papelão a ser colocado sobre o solo a fim de evitar o contato deste com o concreto. Tal sugestão se deve ao fato de o papelão ser um material de fácil transporte e barato, sendo possível o descarte após utilização, anulando trabalhos de retorno para a sede para reutilização, como ocorreria caso fosse usado um material mais caro como uma tábua de compensado por exemplo.

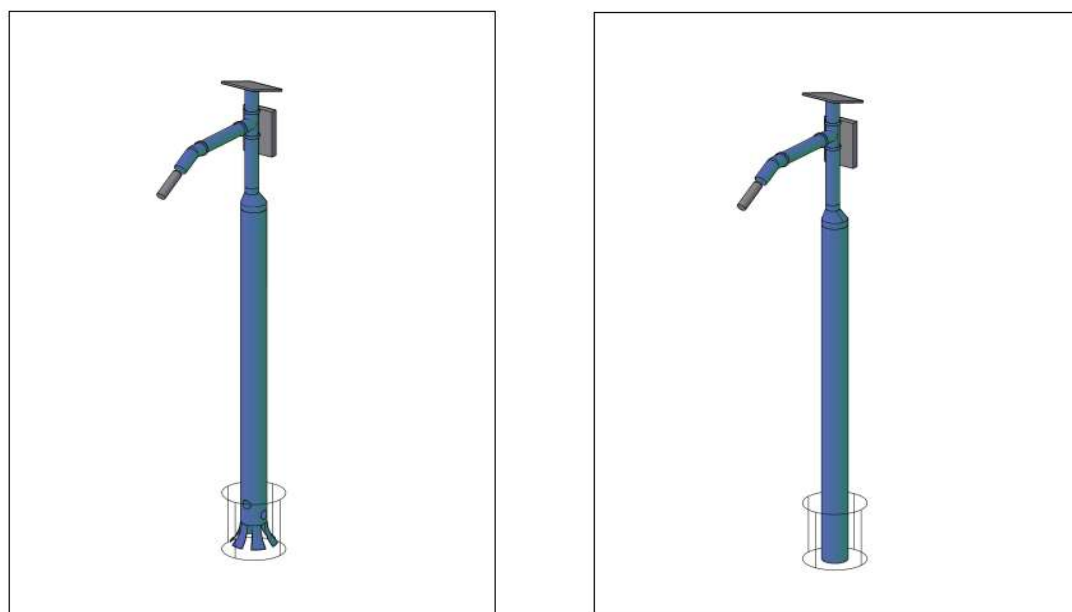
Outro ponto de melhoria é a estabilidade do sistema por problemas na aderência do PVC com o concreto. O PVC é um material liso e altamente impermeável, pois sua principal finalidade é o transporte de líquidos em construções e se ele tivesse ranhuras em sua superfície o escoamento poderia ser prejudicado devido a perda de energia e acúmulo de impurezas nas imperfeições da superfície. O acabamento extremamente liso do PVC é prejudicial para a

aderência do PVC no concreto, isso porque, não existem ranhuras suficientes para os cristais de cimento, em processo de hidratação, adentrarem no PVC e assim criar um sistema coeso.

A tinta plástica que a ONG utiliza para dar acabamento aos postes atrapalha ainda mais a adesão, pois torna a superfície do PVC mais lisa e impermeável ainda. A pintura é feita antes da instalação do suporte do poste no buraco para facilitar o acabamento, no entanto, a área da pintura deveria ser limitada a parte que não ficará em contato com o concreto. Os autores sugerem que seja feita uma marca para delimitar a área onde poderia receber a pintura ou não.

Uma forma de se melhorar a ancoragem do poste na fundação seria com a perfuração do tubo em alguns pontos, proporcionando a união da massa de enchimento do interior do poste com o concreto da fundação. As propostas, se ambas realizadas, poderiam melhorar a rigidez e fixação do elemento no solo, possibilitando-o uma maior vida útil.

Figura 34 - Comparação entre a nova base (esquerda) e a antiga base do poste (direita)



Fonte: Os autores

Outra dificuldade enfrentada na ação que os autores participaram, foi o encaixe da parcela do poste fixada ao solo com a parcela superior, que leva os componentes de iluminação. Não se sabe ao certo o motivo dessa dificuldade, mas,

como os membros da organização relataram não terem enfrentado esse problema anteriormente, existe uma maior chance de ter decorrido de um erro no pedido ou na remessa dos componentes resultando em tubulações de diâmetros incompatíveis para encaixe. A solução improvisada apresentada no capítulo de Materiais e Métodos que baseia-se na utilização de uma chama para alargamento dos componentes, além de trazer riscos de queimadura aos voluntários, implica em danificação do material pois o aquecimento quebra as ligações moleculares presentes no PVC e responsáveis pela resistência do sistema. Mesmo tratando-se possivelmente de um problema pontual, a otimização que se propõe nesse sentido é o teste prévio do encaixe desses componentes, com as tubulações já pintadas e nas mesmas condições que estarão no dia da ação, ainda na sede da Litro de Luz e, caso seja identificado problema de encaixe, recomenda-se uma solução diferente da aplicada naquele dia.

Uma possível alternativa para resolver o problema de encaixe entre os componentes de PVC observado no dia da ação, seria a abertura de uma fenda no tubo da parte superior do poste possibilitando seu encaixe com a parte inferior, formando uma luva alargada. A desvantagem dessa solução seria a necessidade de utilização de cola para PVC. Tal material, embora bastante eficiente, não é barato, podendo ser um problema de custo para a ONG

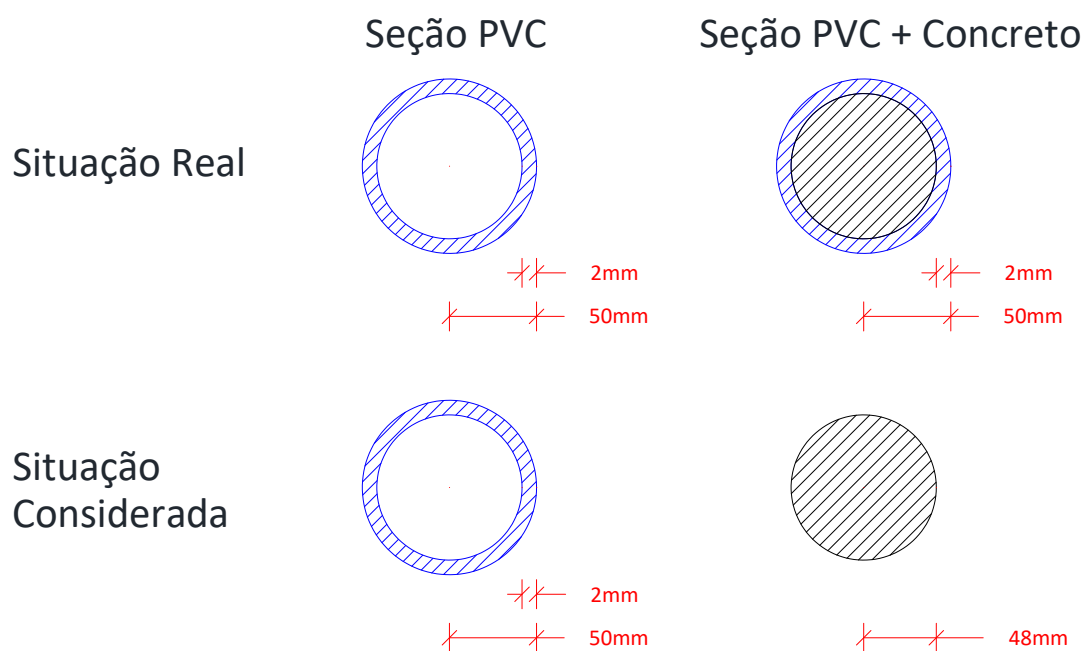
5.9.2 Análise de Resistência e Oscilações Induzidas

Os efeitos de desprendimento cadenciado de vórtices criados pela ação transversal do vento na estrutura serão analisados de forma qualitativa pelo fato de o fenômeno ser extremamente complexo. Como o objetivo é diminuir o efeito de tais ações sobre a estrutura, foram coletadas informações da bibliografia associada ao assunto que permitissem atingir o objetivo de maneira clara, respeitando as limitações produtivas da ONG e do processo construtivo do poste.

As seguintes considerações foram feitas afim de se obter um resultado sempre a favor da segurança e facilitar o entendimento e os procedimentos de cálculo:

- Seções transversais em que existem tanto concreto como PVC serão simplificadas para seções unicamente de concreto, respeitando as principais dimensões a favor da segurança. A Figura 35 representa as configurações na Situação Real e na Situação Considerada que foi utilizada para se realizar os cálculos associados à estrutura.

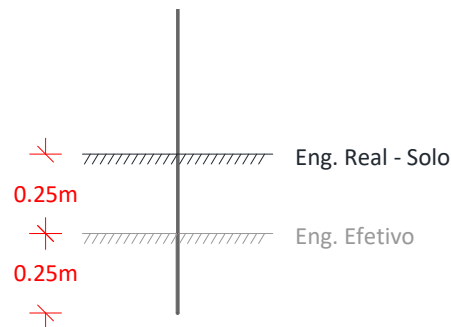
Figura 35 - Situação Real e Situação Considerada para efeitos de cálculo



Fonte: Os autores

- O engastamento efetivo da estrutura estará localizado na metade da altura da parte do poste abaixo do solo, como mostrado na Figura 36.

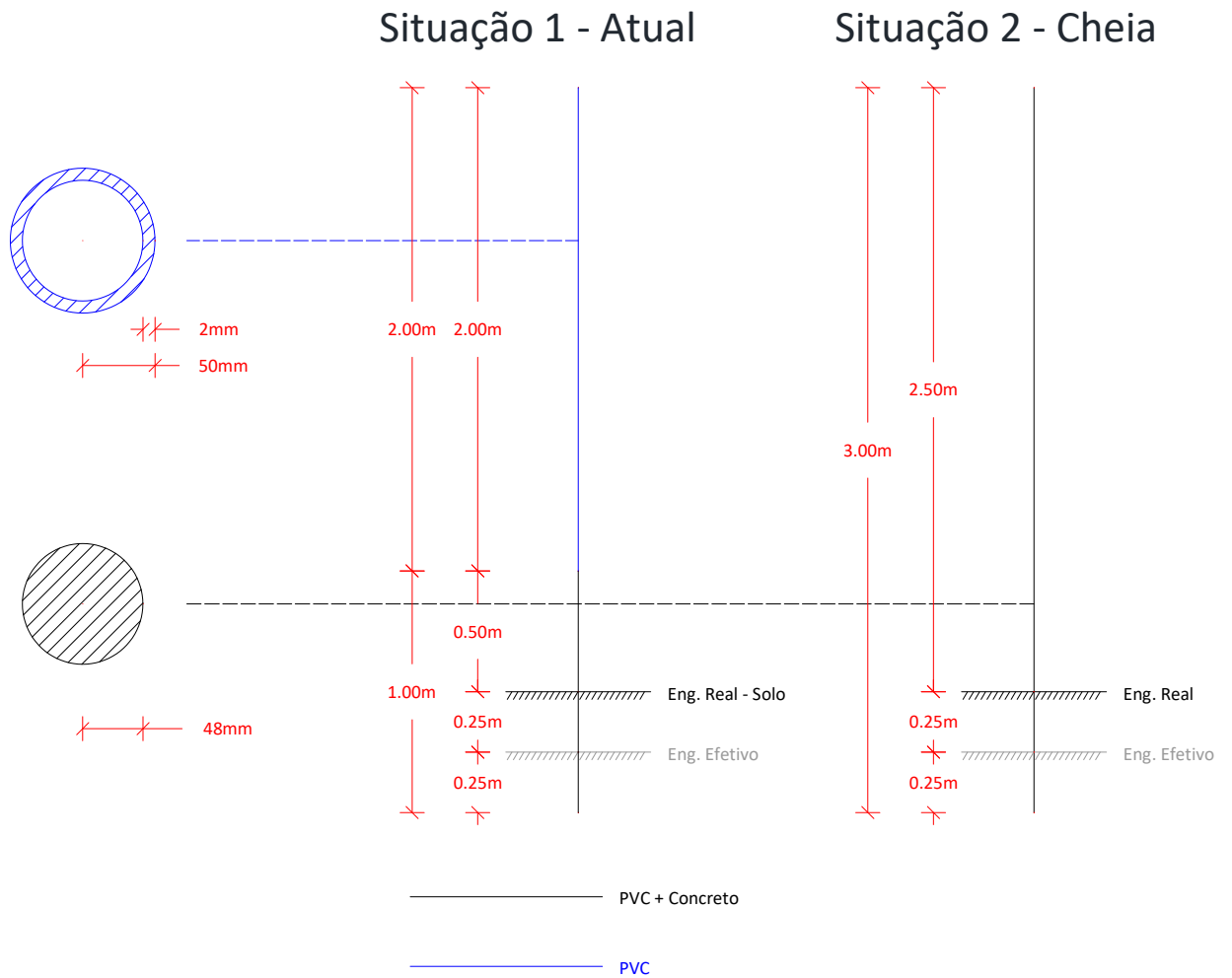
Figura 36 - Engastamento Real e Engastamento Efetivo



Fonte: Os autores

Atualmente o poste é construído na configuração nomeada como “Situação 1 – Atual”. Este é modo no qual o tubo de PVC, que é engastado ao solo, não é totalmente preenchido com concreto, mas preenchido apenas até 0,50 m acima do solo. A outra situação a ser considerada será chamada de “Situação 2 – Cheia”, na qual o tubo de PVC será inteiramente preenchido com concreto. As duas situações e suas respectivas dimensões são apresentadas na Figura 37 a seguir:

Figura 37 - Diferentes situações consideradas para comparação



Fonte: Os autores

Para a modelagem foram utilizadas as seções demonstradas acima e ainda os seguintes valores dos respectivos módulos de elasticidade (relação entre tensão e deformação do material) e resistências dos materiais em questão a favor da segurança:

- A classe de concreto recomendada para obras de pequeno porte é a C20, com a seguinte resistência característica à compressão, f_{ck} , após 28 dias:

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa} \quad (8)$$

- Para a resistência média à tração do concreto, $f_{ct,m}$, sem o auxílio de ensaios, consideramos recomendações da Norma NBR 6118/2004, na qual:

$$f_{ct,m} = 0.3 * f_{ck}^{2/3} = 2.21 \text{ MPa} \quad (9)$$

- De acordo com a Norma NBR 6118/2004, temos o seguinte módulo de elasticidade tangente inicial do concreto, E_{ci} , na falta de ensaios:

$$E_{ci} = 5600 * f_{ck}^{1/2} = 25043.96 \text{ MPa} \quad (10)$$

- O módulo de elasticidade secante, E_{cs} , a ser utilizado nas análises elásticas de projeto, especialmente para determinação de esforços solicitantes e verificação de estados limites de serviço, deve ser calculado pela expressão:

$$E_{cs} = 0.85 * E_{ci} = 21287.37 \text{ MPa} \quad (11)$$

- Para a resistência do PVC à tração, utilizou-se o mínimo valor de resistência para PVC rígido, f_{PVct} , que é o tipo referente aos tubos de esgoto utilizados para a construção do poste, disponibilizado pela Braskem (BRASKEM, 2002).

$$f_{PVct} = 31 \text{ MPa} \quad (12)$$

- Levando em conta um cenário conservador, consideramos o seguinte módulo de elasticidade para o PVC, E_{PVC} , que é o mínimo obtido por ensaio através daqueles feitos com produtos da *Sonelastic*, segundo a Tabela 6 (*Floral and S. T Peters, 1996*) a seguir:

Tabela 6 -Módulo de Elasticidade de Polímeros

Material	Módulo de elasticidade		Razão de Poisson
	GPa	10 ⁶ psi	
Polímeros			
PVC (Cloreto de polivinila):	2,41-4,14	0,35-0,60	0,38
Epóxi:	2,41	0,35	-
Fenólico:	2,76-4,83	0,40-0,70	-
Náilon 6,6:	1,59-3,79	0,230-0,550	0,39
Polibutileno tereftalato (PBT):	1,93-3,00	0,280-0,435	-
Policarbonato (PC):	2,38	0,345	0,36
Poliéster (termofixo):	2,06-4,41	0,30-0,64	-
Poliestireno (PS):	2,28-3,28	0,330-0,475	0,33
Poliéter-éter-cetona (PEEK):	1,10	0,16	-
Poliétileno Alta densidade (HDPE):	1,08	0,157	-
Poliétileno tereftalato (PET):	2,76-4,14	0,40-0,60	-
Polimetil metacrilato (PMMA):	2,24-3,24	0,325-0,470	-
Polipropileno (PP):	1,14-1,55	0,165-0,225	-

Fonte: Floral and S. T Peters, 1996

Portanto, nos cálculos abaixo consideramos os parâmetros subdimensionados (13 a 17) em relação aos que foram colocados anteriormente afim de se obter resultados a favor da segurança estrutural do poste em análise:

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa} \quad (13)$$

$$f_{ct} = 2.20 \text{ MPa} \quad (14)$$

$$f_{PVCt} = 31 \text{ MPa} \quad (15)$$

$$E_c = 20 * 10^3 \text{ MPa} \quad (16)$$

$$E_{PVC} = 2.40 * 10^3 \text{ MPa} \quad (17)$$

Para o cálculo da rigidez equivalente das estruturas em questão, utilizou-se a Lei de Hooke. Este método, no qual a estrutura em questão é análoga uma mola de rigidez “k” levando em conta a direção e magnitude da força e o deslocamento estrutural no mesmo ponto e direção (MAZZILLI, 2010).

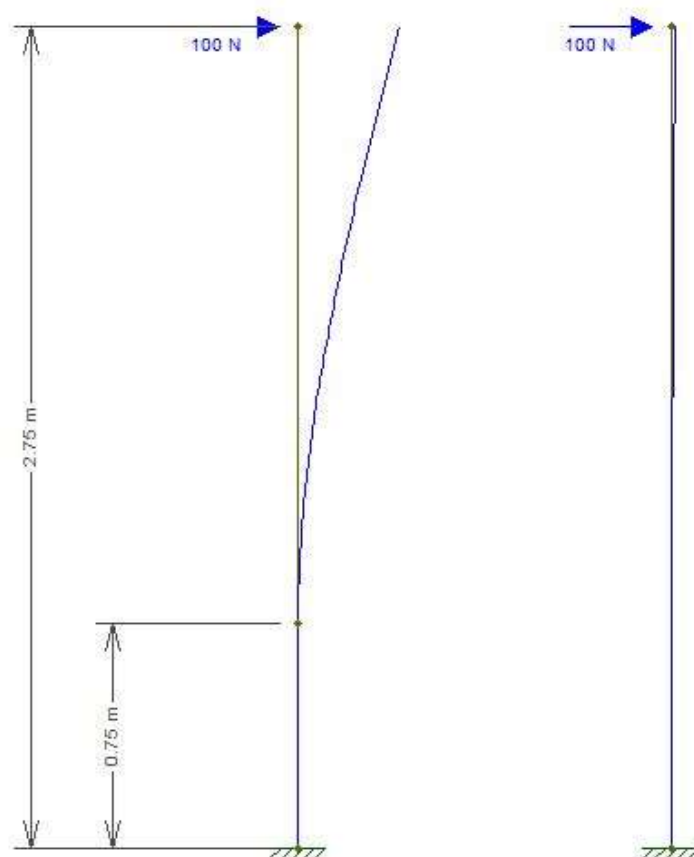
$$F = k_{eq} * x_{m\acute{a}x} \quad (18)$$

$x_{m\acute{a}x}$: deslocamento máximo no topo da estrutura

Desse modo, obtemos a rigidez equivalente, k_{eq} , da seguinte relação:

$$k_{eq} = \frac{F}{x_{m\acute{a}x}} \quad (19)$$

Figura 38 - Esquerda: “Situação 1 – Atual”; Direita: “Situação 2 – Cheia”



Fonte: Os autores

A Figura 38 mostra as duas situações estudadas. A estrutura da esquerda representa a “Situação 1 – Atual” e a da esquerda representa a “Situação 2 – Cheia”. A Figura 38 traz consigo uma boa visualização do quanto o preenchimento do poste com concreto reduz os deslocamentos máximos no topo da estrutura. Ambas as estruturas foram solicitadas com uma força arbitrária de 100N de modo a se obter os respectivos coeficientes de rigidez. Os valores de deslocamentos máximos foram obtidos pela modelagem das estruturas no *software* Ftool (2017).

Os valores obtidos para as respectivas rigidezes equivalentes em ambas as situações são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação da rigidez obtida em ambas as situações estudadas

	Deslocamento no Topo (x máx) [m]	Força Transversal Topo [N]	keq = F/x [N/m]
“Situação 1 – Atual”	1.55E-01	100	6.44E+02
“Situação 2 – Cheia”	8.31E-03	100	1.20E+04

x_{máx}(2)/x_{máx}(1)	5%
redução de:	95%

keq(2)/keq(1)	18.69
aumento de:	1769%

Fonte: Os autores

Para o cálculo da resistência a um esforço transversal, utilizamos fundamentos da Resistência dos Materiais (ALMEIDA NETO, 2011). Com isso, obtemos os seguintes equacionamentos abaixo com o objetivo de calcular a força aplicada no topo do poste que leva a base da estrutura ao limite de seu regime elástico.

Os parâmetros que serão utilizados para efeito de cálculo são sumarizados abaixo:

σ : Tensão

M : Momento

I : Momento de Inércia

y : Distância em relação ao eixo de rotação considerado na seção (que passa pelo centro de massa da seção)

r : Raio da seção considerada

Desse modo, temos para a “Situação 2 – Cheia” os cálculos demonstrados de 20 a 27:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M}{I} * y \quad (20)$$

$$y_{m\acute{a}x} = r \quad (21)$$

$$r = 48 * 10^{-3} \text{ m} \quad (22)$$

$$f_{ct} = 2.20 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{m\acute{a}x} = 2.20 \text{ MPa} = 2.20 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (23)$$

$$I_o = \frac{\pi * r^4}{4} = \frac{3.14 * (48 * 10^{-3})^4}{4} = 4.17 * 10^{-6} \text{ m}^4 \quad (24)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M}{I} * y_{m\acute{a}x} \rightarrow 2.20 * 10^6 = \frac{M_{m\acute{a}x} * 48 * 10^{-3}}{4.17 * 10^{-6}} \rightarrow$$

$$M_{m\acute{a}x} = 1.91 * 10^2 \text{ N.m} \quad (25)$$

$$\text{“Situação 2 – Cheia”}: F_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{2.75} = 69.5 \text{ N} \quad (26)$$

Considerando que uma força humana seria aplicada a uma altura de aproximadamente 1,5 m acima do nível do solo, ou seja 1,75 m acima do engastamento efetivo. Sendo assim, a força aplicada a 1,5m acima do nível do solo a qual levaria a base da estrutura ao limite de plastificação será de:

$$\text{“Situação 2 – Cheia”}: F_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{2.75} = 109 \text{ N} \quad (27)$$

Para a “Situação 1 – Atual”, levando em conta a seção vazia, na qual só se tem o PVC atuando na resistência, temos os cálculos de 28 a 35:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M}{I} * y \quad (28)$$

$$y_{m\acute{a}x} = r_e \quad (29)$$

$$r_e = 50 * 10^{-3} \text{ m} \quad (30)$$

$$r_i = 48 * 10^{-3} \text{ m} \quad (31)$$

$$f_{PVCt} = 31 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{m\acute{a}x} = 31 * 10^6 \frac{N}{m^2} \quad (32)$$

$$I_o = \frac{\pi * r_e^4}{4} - \frac{\pi * r_i^4}{4} = \frac{3.14 * (50 * 10^{-3})^4}{4} - \frac{3.14 * (48 * 10^{-3})^4}{4} \quad (33)$$

$$= 7.39 * 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M}{I} * y_{m\acute{a}x} \rightarrow 31 * 10^6 = \frac{M_{m\acute{a}x} * 50 * 10^{-3}}{7.39 * 10^{-7}} \rightarrow M_{m\acute{a}x} \quad (34)$$

$$= 4.59 * 10^2 \text{ N.m}$$

Usa-se como braço de momento igual a 2 m pelo fato de a parte que contém apenas o PVC ter altura de 2 m como a Figura 38 mostra.

$$\text{“Situação 1 – Atual”}: F_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{2.00} = 229.5 \text{ N} \quad (35)$$

Como já apresentado anteriormente, temos que, por JO (1989), um dos métodos para que se reduza as oscilações induzidas pelos Vórtices de Kármán é *“obter uma velocidade de vento ressonante maior do que a velocidade do vento do projeto aumentando a rigidez da seção da estrutura”*.

Afim de se ter uma ideia do quanto aumenta-se a velocidade de vento ressonante na estrutura comparando-se ambas as situações, são realizados os cálculos a seguir nos quais se considera um modelo de um grau de liberdade, ou seja, composto por uma mola de rigidez equivalente “*k*” e uma massa “*m*”, que representam a estrutura sendo solicitada transversalmente no seu topo, como descrito anteriormente:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (36)$$

ω : frequência angular natural da estrutura

A frequência natural de oscilação da estrutura é aquela que, quando solicitada por uma frequência de igual valor, tem a sua amplitude amplificada por efeito de ressonância. Desse modo, ao aumentar a frequência natural da estrutura, a velocidade de vento ressonante da estrutura em questão também será aumentada, o que, pela bibliografia apresentada, é bom para que se reduza os efeitos de oscilação.

Como a “Situação 2 – Cheia” aumenta tanto a rigidez da estrutura como a sua massa em comparação a “Situação 1 – Atual”, devemos analisar se realmente a frequência natural da estrutura aumenta na “Situação 2 – Cheia”, reduzindo as oscilações. Com a finalidade de se analisar o quanto o aumento de massa contribuiria para uma mudança da frequência natural da estrutura, considerou-se a pior situação possível, ou seja, aquela que contribuiria mais na adição de massa de uma situação para outra. Por isso, considera-se um concreto de densidade extremamente alta, o que configuraria um grande aumento de massa.

O valor utilizado como densidade do concreto é referente a classe de “Concreto Pesado” (REDIMIX, 2017). Esta é apresentada a seguir:

$$d_c = 4500 \text{ kg/m}^3 \quad (37)$$

Assim, apresenta-se a Tabela 8, na qual a frequência natural das estruturas da “Situação 1 – Atual” e da “Situação 2 – Cheia” são apresentadas, considerando-se a diferença de massa das estruturas baseada na densidade apresentada. Os termos “Altura Cheia” e “Volume Cheio” são referentes aos trechos do poste completamente cheios de concreto.

Tabela 8 – Frequências Naturais

	“Situação 1 – Atual”	“Situação 2 – Cheia”	
Altura Cheia	1	3	m
Volume Cheio	7.24E-01	2.17E+00	m³
Massa	3.26E+03	9.77E+03	kg
k	6.44E+02	1.20E+04	N/m
w	4.44E-01	1.11E+00	rad/s
w2/w1	2.50		

Fonte: Os autores

Desse modo, mesmo considerando um concreto de alta densidade e, com isso, tendo a massa aumentada em aproximadamente 3 vezes de uma situação para a outra, o aumento da rigidez que o enchimento completo do poste por concreto promove é consideravelmente maior, o que nos trás valores de frequências naturais maiores, tendo $\frac{\omega_2}{\omega_1} = 2,50$, o que promoveria uma redução da oscilação estrutural segundo as pontuações colocadas por JO (1989).

Afim de se confirmar a avaliação demonstrada acima, utiliza-se a Norma NBR 6123/1988, que explica o fenômeno de desprendimento cadenciado de vórtices, para que se valide a afirmação de que a “Situação 2 – Cheia” seria uma melhor solução estrutural comparada à “Situação 1 – Atual” .

$$V_{cr} = \frac{f * L}{S_t} \quad (38)$$

f : Frequência natural da estrutura

L : Dimensão característica

S_t : Número de Strouhal

V_{cr} : Velocidade crítica do vento para a ressonância

Segundo a Norma NBR 6123/1988, a velocidade crítica do vento, V_{cr} , é a velocidade para a qual a frequência de desprendimento de um par de vórtices coincide com uma das frequências naturais da estrutura ou de um elemento estrutural, ou seja, leva a estrutura a um estado de ressonância.

Como efeitos dinâmicos são possíveis se a velocidade crítica, V_{cr} , for igual ou inferior à máxima velocidade média, $\bar{V}$, prevista para o local da edificação, deve-se associar primeiramente um valor sensato para $\bar{V}$ e ainda compará-lo com os valores de V_{cr} .

Para seções circulares, têm-se:

$$Re = 70000 * \bar{V} * L \quad (39)$$

S_t : Dado da seguinte forma segundo a NBR 6123/1988

$$10^3 < Re < 2 * 10^5 \rightarrow St = 0.20 \quad (40)$$

$$Re > 10^6 \rightarrow St = 0.28 \quad (41)$$

L : Diâmetro do cilindro

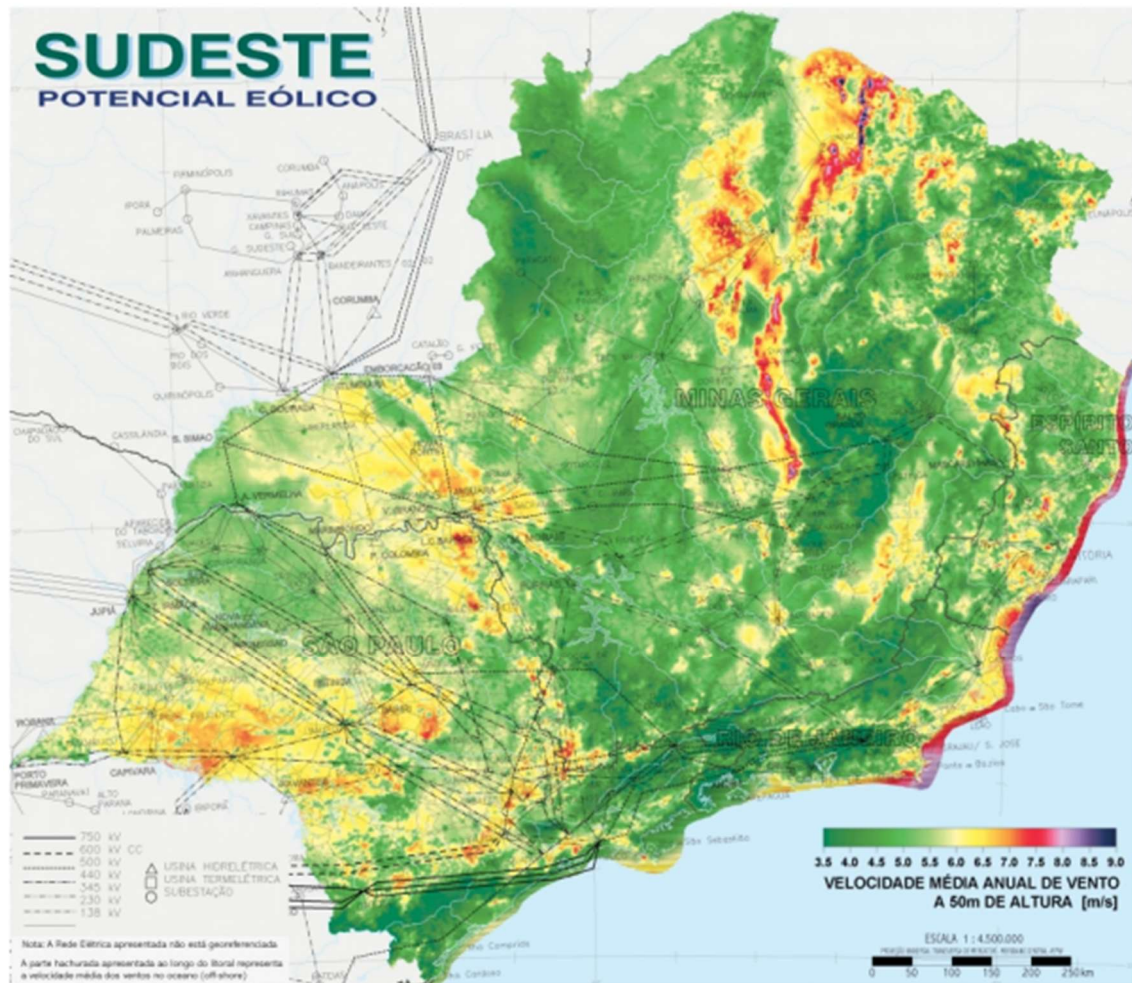
Re : Número de Reynolds

A frequência natural da estrutura, f , é obtida pela relação física:

$$f = \frac{\omega}{2 * \pi} \quad (42)$$

Desse modo, chega-se às seguintes velocidades críticas, sendo considerados três diferentes valores médios de ventos em três regiões diferentes do estado de São Paulo, indicada na Figura 39 abaixo disponibilizada pelo CRESESB (CRESESB, 2001):

Figura 39 – Potencial Eólico do Sudeste



Fonte: CRESESB, 2001

Tabela 9 – Frequência Natural e Diâmetro

	“Situação 1 – Atual”	“Situação 2 – Cheia”	
f	7.07E-02	1.77E-01	Hz
L	1.00E-01	1.00E-01	m

Fonte: Os autores

Tabela 10 - Comparativos de Velocidades Críticas

			“Situação 1 – Atual”	“Situação 2 – Cheia”
V [m/s]	Re	St (NBR 6123/1988)	Vcr [m/s]	Vcr [m/s]
5	3.50E+04	0.20	0.04	0.09
7.5	5.25E+04	0.20	0.04	0.09
8.5	5.95E+04	0.20	0.04	0.09

Fonte: Os autores

5.9.3 Análise do traço de concreto para a fundação do poste

Nos últimos meses, a Litro de Luz passou por um período de crescimento acelerado e ganho de popularidade. Como consequência dessa maior popularidade e da atenção dada pela mídia à ONG, alguns potenciais patrocinadores entraram em contato com a organização interessados no projeto. Porém, junto com esse possível investimento, também vieram alguns questionamentos e um deles foi sobre qual era o traço do concreto utilizado nas ações promovidas pela ONG.

Por nunca ter feito um estudo detalhado de dosagem do concreto, a Litro de Luz não o conhecia com precisão e notou que seria importante, neste momento, desenvolver um traço a partir de fundamentos técnicos para trazer mais credibilidade frente aos parceiros, apesar de já se usar um traço padrão. Assim, o estudo do traço do concreto foi desenvolvido devido a uma solicitação da organização.

Atualmente, nas ações promovidas pela ONG, o concreto é misturado diretamente no solo, sem limpeza prévia do local. Isto leva à presença de impurezas na massa de concreto como: lixo e terra e também, excesso de água. O seu preparo fica sujeito ao conhecimento dos voluntários e moradores da comunidade participantes da ação, que frequentemente optam por aumentar ou diminuir a quantidade dos componentes por julgarem que a consistência não está adequada. Atualmente, para cada saco de cimento (50 kg), adiciona-se aproximadamente 6 latas de areia (18 L), 6 latas de brita (18 L) e 1,5 latas de água (18 L), sendo que o número de latas de água adicionadas com frequência não é respeitado, usando este valor apenas como parâmetro.

A a ação é uma intervenção de pequeno porte e portanto, não se fez necessária uma dosagem experimental rigorosa, sendo suficiente utilizar uma dosagem empírica. A recomendação da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) para fundações é que, para cada saco de cimento (50 Kg), sejam utilizadas 5 latas (18 L) de areia, 6,5 latas (18 L) de brita e 1,5 latas (18 L) de água, resultando em uma relação água/cimento de 0,54. A fim de adequar essa dosagem à realidade das ações sem prejudicar a segurança da estrutura, buscou-se neste trabalho verificar alguns outros traços de forma a estabelecer uma faixa de variação segura para a mistura. Como a água é o componente mais crítico (HELENE, TERZIAN,

1992) tanto no que diz respeito à segurança como no que diz respeito ao cotidiano das ações, uma vez que é o componente mais susceptível a alterações de acordo com a sensibilidade dos voluntários e moradores da comunidade, optou-se por estudar a variação deste componente na análise de cenários.

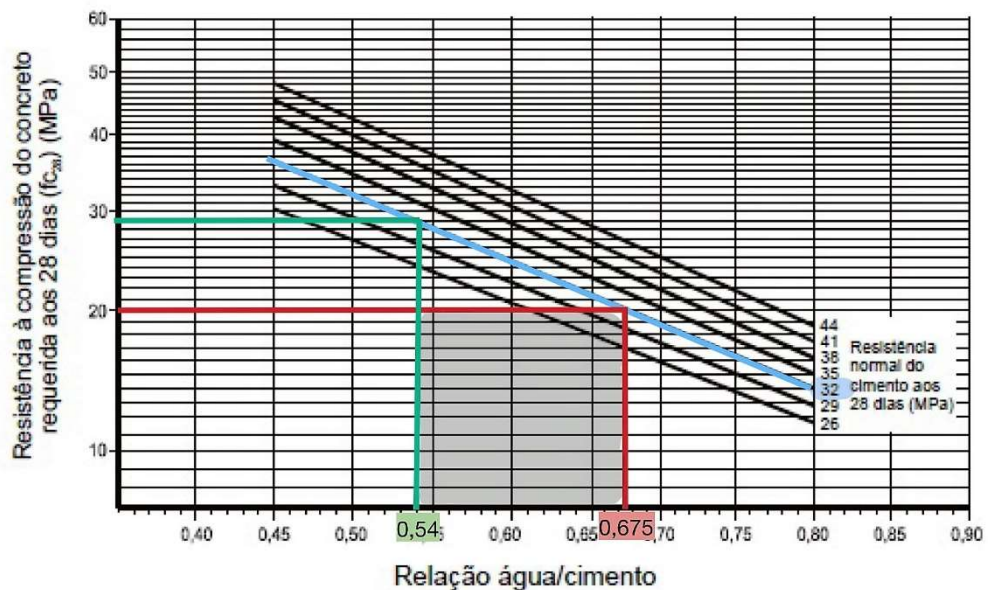
A quantidade de água foi verificada a partir da relação água/cimento, utilizando-se o método de dosagem empírica proposto pela ABCP. Assim, se optou pela adoção de Cimento Portland Composto (CP-II), o qual apresenta resistência aos 28 dias de 32 MPa. A classe de concreto adotada, recomendada para obras de pequeno porte e pequenas residências foi a C20, com resistência à compressão aos 28 dias de 20 MPa.

A norma ABNT NBR12655/2015 permite, para essa classe de concreto, que a dosagem seja feita medindo-se o concreto em massa e os agregados e a água em volume, não sendo necessário alterar a forma de medição do traço proposto. Como requisito de desempenho do concreto, calculou-se a resistência média de dosagem aos 28 dias ($f_{cm,28}$), maximizando-se a resistência característica de projeto ($f_{ck,28}$) de forma a assegurar que ela será respeitada para a relação água/cimento obtida mesmo que hajam variações das características dos materiais adicionados ou decorrentes do preparo da mistura. Como os agregados são dosados em volume, considera-se um desvio-padrão (S_d) de 5,5 MPa e um coeficiente $k=1,65$, e aplica-se a fórmula 47:

$$f_{cm,28} = f_{ck,28} + k * S_d \quad (43)$$

A resistência característica média obtida pela fórmula 43 é de 29 MPa. Com o auxílio de Curvas de Walz (RODRIGUES, 1988), foi possível estabelecer uma faixa de aceitação para a relação água cimento da mistura para este caso:

Figura 40 - Curvas de Walz

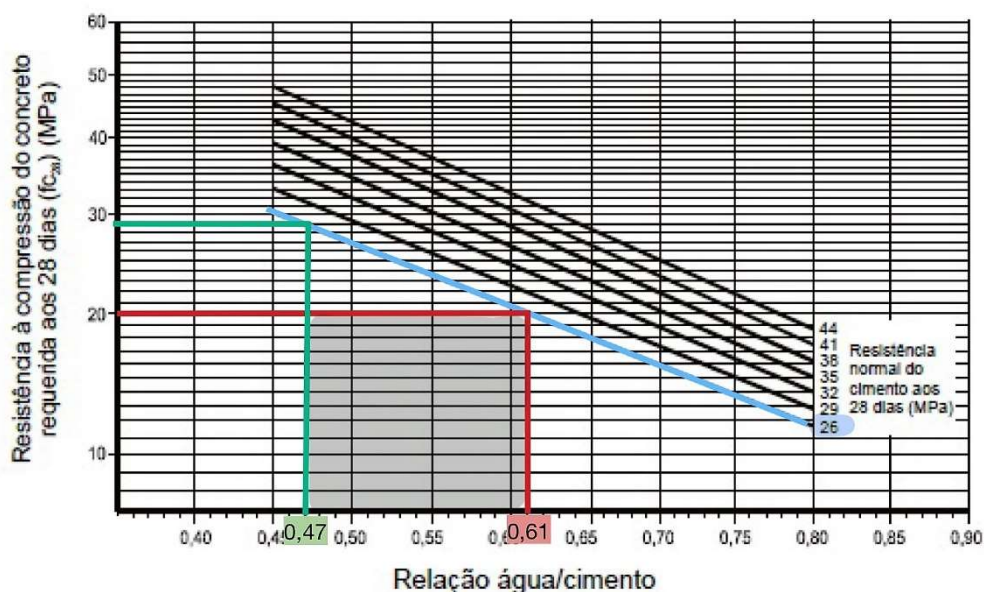


Fonte: RODRIGUES, 1988

Na Figura 40, a reta em azul corresponde ao tipo de cimento adotado (de resistência 32 MPa), o par de retas em verde indica a relação água/cimento ideal para a mistura (com a qual se obteria a resistência característica média) e as retas em vermelho indicam a relação água cimento/crítica (com a qual se obteria a resistência característica de projeto), acima desta relação água cimento, mesmo que a resistência não seja prejudicada por variações das características dos materiais ou pelo preparo, a resistência de projeto não seria atendida. A relação água/cimento ideal é, portanto 0,54, e a crítica é 0,675. Elas correspondem a 27 L (1,5 latas) e 33,75 L (1,875 Latas) para cada saco de cimento adicionado.

Como algumas ações da ONG são realizadas em regiões afastadas, é pertinente também analisar essas relações no caso de se usar um cimento de resistência inferior, no caso, de 26 Mpa, mostrado na figura 41:

Figura 41 - Ábaco para cimento de resistência 26 MPa



Fonte: Os autores

Assim, seguindo a mesma correspondência de cores da Figura 41, a relação água/cimento ideal passa a ser 0,47 e a crítica, 0,61, correspondendo a 23,5 L (1,3 latas) e 30,5 (1,7 latas), por saco de cimento adicionado, respectivamente.

O ambiente no qual o concreto será utilizado também deve ser levado em conta quando se estuda a dosagem do concreto. A NBR 12655/2015 estabelece requisitos extras para o concreto em condições especiais de exposição, sendo importante a adoção de um traço diferente para o concreto quando esses cenários de condições de exposição especiais ocorrerem.

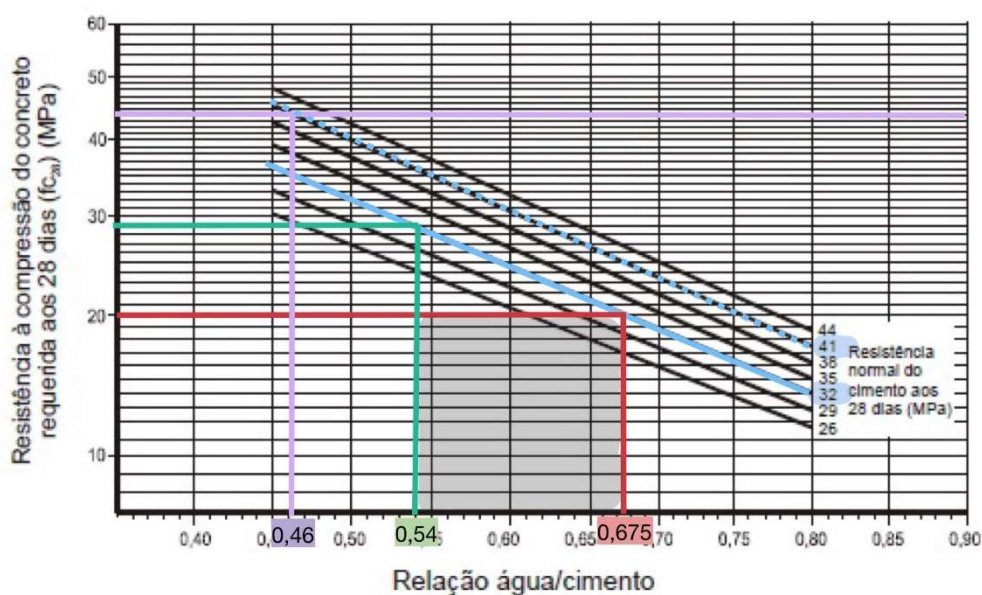
Dentre as condições previstas pela norma, jugou-se adequado, por serem situações possíveis de ocorrerem nas ações, analisar duas delas:

- Condição em que é necessário concreto de baixa permeabilidade à água (quando ele será inserido em uma região em que será submetido a um contato intenso com água);
- Exposição a agentes químicos ou água salgada, incluindo situações em que o concreto é exposto a respingos desses materiais.

No primeiro caso, a relação máxima água cimento passa a ser 0,50 e o valor mínimo para a resistência à compressão do concreto deve 35 MPa. No segundo caso, tais limites são ainda mais críticos, devendo ser 0,45 e 40, respectivamente.

Maximizando-se essa resistência mínima de 35 MPa pelo desvio-padrão recomendado para o tipo de dosagem adotado será obtido um valor de resistência média de 44 MPa. Como pode-se ver na Figura 42, não seria possível obter essa resistência com o cimento de resistência de 32 MPa uma vez que não há ponto de encontro entre as retas lilás (que corresponde a resistência de 44 MPa) e azul (correspondente ao cimento de 32 MPa).

Figura 42 - Ábaco para concreto de resistência à compressão 44 MPa

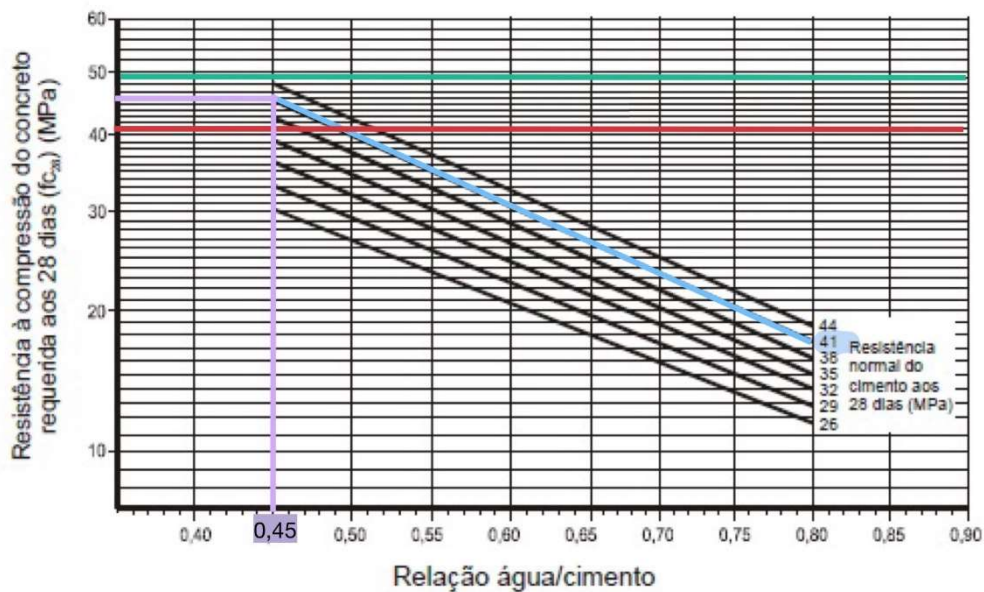


Fonte: Os autores

Uma possível medida para tal situação seria a utilização de um cimento de resistência superior, por exemplo, de 41 MPa. Com esse cimento, seria possível, para uma relação água/cimento de 0,46 (também em acordo com a norma), obter um concreto com resistência de 44 MPa.

A situação em que o concreto é exposto a agentes químicos ou água salgada é ainda mais crítica. Como apresentado na Figura 42, não seria possível obter a resistência média de dosagem (49 MPa) com cimentos de resistência até 44 MPa.

Figura 43 — Ábaco para concreto de resistência à compressão 49 MPa



Fonte: Os autores

Uma possível alternativa nesse caso seria trabalhar com uma resistência entre a crítica (40 MPa, em vermelho) e a média (49 MPa, em verde), respeitando-se a relação água/cimento de 0,45, exigida pela norma. Tal medida, entretanto, coloca em risco a segurança do projeto já que reduz a faixa de possível variação da resistência devido a outros fatores como variação dos próprios componentes do cimento.

É também importante mencionar que a relação água/cimento obtida para essas condições especiais de exposição são apenas estimativas, uma vez que a resistência característica do concreto exigida por elas (35 MPa e 40 MPa) está acima da resistência limite para que a dosagem possa ser feita por um método não experimental (20 MPa).

5.10 Análise de pedidos, estoques e frete

5.10.1 Cargas a serem consideradas no frete

Conforme já mencionado acima, a Litro de Luz é uma ONG que atua em vários Estados brasileiros que apresentam carência energética; tanto em regiões urbanas quanto rurais. A ONG pretende cada vez mais realizar ações em regiões de maior carência energética como: sertão nordestino, comunidades ribeirinhas no Amazonas, comunidades quilombolas entre outras. Dessa forma, faz se necessário um estudo de modais de transportes o qual pode ser utilizado para trazer maior eficiência à operação da organização.

Existem células da ONG em outros Estados que ajudam a organizar as ações que neles ocorrem e existe um voluntário em São Paulo responsável por ajudar cada célula em específico. Atualmente a Litro de Luz possui unidades no Paraíba, Distrito Federal, Maranhão e Florianópolis. Muitas dessas outras unidades não possuem áreas de estoque ou autonomia para comprarem os materiais; assim sendo, uma ação que ocorra no interior de Goiás, por exemplo, tem todos os seus materiais comprados e enviados pela célula de São Paulo. Os materiais de alto valor como os LEDs, as baterias e as placas solares são comprados sempre dos mesmos fornecedores, dado que eles fazem um preço abaixo do mercado devido ao propósito da ONG e da parceria que já desempenham desde 2015. Os materiais mais baratos e comuns de serem encontrados como: PVC, areia, brita e cimento são comprados de fornecedores locais que apresentarem o menor preço e são entregues diretamente no local que ação irá ocorrer.

Atualmente, uma ação média da Litro de Luz consiste na instalação de 40 postes, tal valor foi obtido junto com os dados fornecidos dos últimos 12 meses de atuação da organização e seu detalhamento encontra-se na Tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Ações realizadas nos últimos 12 meses

Início	Fim	Local da Ação	Nº Postes	Nº Lâmpioes	Nº L. Noturna	Total
19/09/16-seg	19/09/16-seg	Shopping Villa Lobos	0	0	20	20
24/09/16-sáb	24/09/16-sáb	Shopping Villa Lobos	0	0	20	20
25/09/16-dom	25/09/16-dom	Shopping Villa Lobos	0	0	40	40
29/09/16-qui	29/09/16-qui	Shopping Villa Lobos	0	0	20	20
09/10/16-dom	09/10/16-dom	Margarida	0	0	6	6
22/10/16-sáb	22/10/16-sáb	Margarida	10	0	0	10
12/11/16-sáb	12/11/16-sáb	Vila Moraes	0	0	10	10
20/11/16-dom	20/11/16-dom	Vila Moraes	10	0	10	20
11/03/17-sáb	19/03/17-dom	Caapiranga	100	140	0	240
01/04/17-sáb	02/04/17-dom	Rocinha	2	0	0	2
19/04/17-quá	19/04/17-quá	Saint Andrews	0	1	0	1
28/04/17-sex	28/04/17-sex	Caapiranga	0	20	0	20
06/05/17-sáb	07/05/17-dom	Sol Nascente	35	0	0	35
11/05/17-qui	11/05/17-qui	São Carlos	0	0	20	20
13/05/17-sáb	13/05/17-sáb	USP	0	50	50	100
20/05/17-sáb	21/05/17-dom	Vila Margarida - Brejo	0	0	20	20
27/05/17-sáb	28/05/17-dom	jarida - Brejo (era 6/7 ofic	33	0	0	33
01/07/17-sáb	?confirmar data	Visionários	40	40	0	80
08/07/17-sáb	? ainda a confirmar	Vila Beira Mar	23	0	0	23
08/07/17-sáb	08/07/17-sáb	Mutirão	12	0	0	12
15/07/17-sáb	16/07/17-dom	Vila Moraes	30	0	0	30
15/09/17-sex	17/09/17-dom	Quilombola	90	0	0	90
					Média	38,72727

Fonte: Litro de Luz, 2017

Assim, considerando os materiais que são utilizados em uma ação e a proporção em que são utilizados para poste encontra-se para uma ação de 40 postes um volume de 5m³ e um peso de 5.000 Kg. A descrição desses valores encontra-se na Tabela 12 abaixo.

Tabela 12 - Lista de Materias Transportados para 40 postes

Resumo - Materiais de Carreto				
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)
Placa Solar 10W	Unidade	4	48	0,14
Areia	Sacos 20Kg	108	2160	1,20
pedrisco 0	Sacos 20Kg	108	2160	1,20
Cimento Votoran CP II	Sacos 50kg	7	350	0,28
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	2	12	0,29
Bateria 12V 7Ah	Unidade	8	80	0,06
PVC Tubo 100 mm - 3m	Unidade	40	104	0,94
Total			4914	4,12

Fonte: Autores

Tal valores foram obtidos com base nos bases e volumes necessários para a instalação de um poste e alguns materiais foram desprezados devido à pouca relevância de seus pesos e volume frente aos materiais listados na Tabela 12

acima. Abaixo, encontra-se a Tabela 13 de dados fornecidos pela Litro de Luz para a confecção de um poste.

Tabela 13 - Lista de materias para a execução de um poste

Módulo	Item	Quantidade	Unidade	Peso (Kg)	Volume (m ³)
Módulo Placa Solar	Placa Solar 10W	1	Unidade	1,200	0,004
Módulo Placa Solar	Cabo Paralelo 2x0,50mm	1,5	Metro	0,030	0,002
Módulo Placa Solar	Suporte Alumínio Placa 3,18 x 25,4 x 25,4 mm	0,6	Metro	0,001	0,000
Módulo Placa Solar	Parafuso pequeno 3/16" x 1/2"	4	Unidade	0,010	0,000
Módulo Placa Solar	Parafuso grande 3/16" x 3"	1	Unidade	0,010	0,000
Módulo Placa Solar	Porca	5	Unidade	0,010	0,000
Módulo Placa Solar	Arruela	5	Unidade	0,010	0,000
Estrutura	PVC Tubo 50 mm	0,3	Metro	0,100	0,001
Estrutura	PVC Tê 50 x 50 mm	1	Unidade	0,010	0,000
Estrutura	PVC Joelho 45 Graus 50 mm	1	Unidade	0,010	0,000
Estrutura	PVC Redutor 100 x 50 mm	1	Unidade	0,010	0,000
Estrutura	PVC Tubo 100 mm	3	Metro	2,600	0,024
Concreto	Areia	0,03	Metro Cúbico	54,000	0,030
Concreto	pedrisco 0	0,03	Metro Cúbico	54,000	0,030
Concreto	Cimento Votoran CP II	0,16	Saco 50kg	8,330	0,007
Caixa Hermética	Caixa Hermética Tamanho Médio	1	Unidade	0,300	0,012
Caixa Hermética	Suporte Alumínio Bateria 330 x 13 x 2 mm	1	Unidade	0,010	0,000
Caixa Hermética	Parafuso auto tarrachante	2	Unidade	0,000	0,000
Caixa Hermética	Organizador de fios	0,2	Metro	0,000	0,000
Caixa Hermética	Cabos para fixação	1	Metro	0,000	0,000
Bateria	Bateria 12V 7Ah	1	Unidade	2,000	0,002
Fios da Bateria	Porta fusível	1	Unidade	0,010	0,000
Fios da Bateria	Terminal	2	Unidade	0,010	0,000
Fusível	Fusível	1	Unidade	0,010	0,000
Conjunto lâmpada	LED 3 Diodos Branco	2	Unidade	0,010	0,000
Conjunto lâmpada	Garrafa PET 2L	1	Unidade	0,010	0,002
Conjunto lâmpada	Suporte Alumínio LED 330 x 13 x 2 mm	1	Unidade	0,010	0,000
Conjunto lâmpada	Suporte Alumínio Soquete 180 x 15 x 1 mm	1	Unidade	0,010	0,000
Conjunto lâmpada	Parafuso grande 3/16" x 1"	1	Unidade	0,010	0,000
Conjunto lâmpada	Arruela de pressão	2	Unidade	0,010	0,000
Consumiveis	Tinta Spray 350 ml Azul Oceano Colorgin	0,2	Unidade	0,006	0,000
Consumiveis	Adesivo PVC 175 g	0,1	Unidade	0,002	0,000
Consumiveis	Adesivo Silicone 280 g	0,2	Unidade	0,005	0,000
Circuito	Conector Sindal 6 entradas	1	Unidade	0,010	0,000
Circuito	Regulador de Tensão 7815	1	Unidade	0,010	0,000
Circuito	Diodo 1N4007	1	Unidade	0,000	0,000
Circuito	Terminal agulha	6	Unidade	0,000	0,000
Circuito	Transistor IRFZ44N	1	Unidade	0,000	0,000
Circuito	Resistor 10k Ohm	1	Unidade	0,000	0,000
Circuito	Dissipador 15mm	1	Unidade	0,000	0,000
Circuito	Pasta de solda	5	Gramas	0,000	0,000
Circuito	Conjunto Parafuso/Porca/Arruela 1/8"x5/16" (fixação do Dissipador)	1	Unidade	0,000	0,000
Circuito	Estanho	5	Gramas	0,000	0,000
Circuito	Fusivel 10A	1	Unidade	0,000	0,000

Fonte: Litro de Luz, 2017

Conforme mencionado anteriormente, os materiais de maior peso e volume são entregues diretamente no local da ação, assim sendo, eles serão desconsiderados da análise dos materiais que devem ser transportados da unidade de São Paulo da Litro de Luz até outras localidades.

Dado que a ONG tem expectativas de crescimento e vontade de fazer ações cada vez maiores decidiu-se fazer uma análise de como os pesos e volumes podem variar no tempo e como isso impactaria os modais de transportes. Assim sendo,

será feita uma análise de diferentes cenários de porte de ações; foram pensados 5 cenários diferentes que se encontram na Tabela 14 abaixo.

Tabela 14 - Cenários de estudo

Cenário	N° Instalações
1	40
2	80
3	120
4	160
5	200

Fonte: Autores

Para cada um destes cenários, foram calculados os pesos e volumes dos materiais que a célula da Litro de Luz tem que enviar para outras localidades e são eles: as placas solares, as caixas herméticas e as baterias. As Tabelas 15 a 19 abaixo mostram os valores obtidos para um dos cenários.

Tabela 15 - Valores calculados para o cenário 1

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 1				
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m ³)
Placa Solar 10W	Unidade	4	48	0,14
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	2	12	0,29
Bateria 12V 7Ah	Unidade	8	80	0,06
		Total	140	0,50

Fonte: Autores

Tabela 16 - Valores calculados para o cenário 2

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 2				
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m ³)
Placa Solar 10W	Unidade	8	96	0,29
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	4	24	0,58
Bateria 12V 7Ah	Unidade	16	160	0,13
		Total	280	0,99

Fonte: Autores

Tabela 17 - Valores calculados para o cenário 3

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 3				
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m ³)
Placa Solar 10W	Unidade	12	144	0,43
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	6	36	0,86
Bateria 12V 7Ah	Unidade	24	240	0,19
		Total	420	1,49

Fonte: Autores

Tabela 18 - Valores calculados para o cenário 4

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 4				
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)
Placa Solar 10W	Unidade	16	192	0,58
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	8	48	1,15
Bateria 12V 7Ah	Unidade	32	320	0,26
		Total	560	1,99

Fonte: Autores

Tabela 19 - Valores calculados para o cenário 5

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 5				
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)
Placa Solar 10W	Unidade	20	240	0,7
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	10	60	1,4
Bateria 12V 7Ah	Unidade	40	400	0,3
		Total	700	2,484

Fonte: Autores

A partir da análise dos valores apresentados acima, nota-se que não há uma variação muito significativa dos valores a serem transportados, sendo a maior carga de 700kg e 7,3m³.

5.10.2 Fretes para uma ação no Município de São Paulo

O controle de custos de fretes não é bem executado. Isto ocorre porque não há um devido levantamento de empresas que realizam este serviço e seus respectivos custos. O que acontece na prática é que, para cada pedido, já há um fornecedor fixo que a ONG contrata por já ter feito negócios com o mesmo, não estudando a possibilidade de se contratar outro mais eficiente e rentável. Consequentemente, percebe-se que a escolha de um novo fornecedor é reativa, pois um novo só é escolhido quando há algum problema com o atual ou o negócio é desfeito. Em uma situação de escolha proativa, seriam estudadas diversas possibilidades e empresas relacionadas ao serviço, escolhendo-se a melhor opção dentre elas.

Outro ponto importante a ser destacado é que há problemas de falta de segurança com relação ao transporte de alguns materiais de maior valor agregado (placas e baterias solares). Assim, o transporte desses componentes fica à cargo dos voluntários transportá-los para o local da ação em seus veículos particulares.

Considerando o tamanho atual das ações e a capacidade de ainda se conseguir transportar tais materiais frágeis pelos voluntários, ainda não é necessária uma preocupação maior com tal procedimento. Mas não se descarta a possibilidade e preocupação de, no momento da contratação da empresa que realiza o frete, considerar-se a segurança com a qual é realizado o devido transporte. É essencial que, em uma ação de maior porte, se tenha tal preocupação na hora da contratação.

Considerando o relevo local, seria mais eficiente se a descarga dos materiais fosse feita em dois pontos distintos: uma na parte mais baixa da comunidade e um na parte mais alta, pois existem dois pontos distintos de acesso para essas duas áreas e isso facilitaria a descarga e o transporte. Dessa forma, um bom mapeamento, como será discutido a seguir, seria fundamental para o conhecimento da área e dado o cenário do local como a logística dos materiais poderia ser otimizada.

5.10.3 Análise de fretes disponíveis

5.10.3.1 Opções de fretes terrestre

Considerando as cargas calculadas acima, busca-se avaliar quais meios de transportes terrestre poderiam ser adequados para atender às necessidades da ONG Litro de luz. No que tange os modais terrestre serão considerados apenas caminhões, dado que as opções de trens são poucas para atingir áreas do Brasil como, interior do nordeste, centro-oeste e Amazonas; e são regiões com crescentes números de ações voluntárias.

Abaixo é apresentada a Tabela 20 com os diferentes tipos de caminhões para transporte de carga levantado pelos autores. Percebe-se que muitos deles são adequados para cargas muito superiores às exigidas pela organização.

Tabela 20 - Tipologia de caminhões

Tipo de Veículo	Carga (tol)	Imagem
Vuck	4	
Caminhão semi-pesado	6	
Truck	16	
Carreta dois eixos	33	
Carreta três eixos	41	

Fonte: Autores

Analisando a Tabela 20 acima e as cargas calculadas conclui-se que a melhor opção de caminhão seria o VUC e, ainda sim, o veículo teria uma capacidade ociosa caso transporte apenas material para a ONG. Dessa forma, convém pensar na possibilidade de carga fracionada.

A carga fracionada é uma tipologia de frete na qual a capacidade do veículo é dividida entre diferentes clientes da transportadora e a precificação ocorre por “cubagem”. A cubagem é uma forma utilizada em logística para a precificação de cargas, pois o fretista busca com ela otimizar volume e peso de cargas. Assim, um cliente que quiser enviar uma carga leve com alto volume será prejudicado, pois sua carga acabará limitando o volume que as outras cargas podem ocupar sem restringir peso, o que pode tornar a viagem ociosa em termos de peso de carga. Para este cliente, seria mais vantajoso ter uma empresa que fizesse um frete exclusivo, também conhecido como frete de carga total, baseado em precificação unicamente por preço e um contrato a longo prazo e não em negociações independentes para cada viagem.

A cubagem de uma carga pode ser facilmente calculada através da equação 44 apresentada anteriormente e deve ser calculada para cada pacote a ser transportado.

$$Cubagem (kg) = Altura \times Largura \times Comprimento \times 300 \quad (44)$$

O número 300 kg/m³ é conhecido como fator de cubagem e seu valor é fixado pela Agência Nacional de Transporte de Cargas e Logística (ANTC, 2014) para fretes rodoviários e ele representa o que seria o peso ideal (kg) de 1m³ transportado. Para simular um exemplo de aplicação tem-se um cliente que deseja transportar 80 caixas de 1 kg cada que medem 10cm x 10 cm x 10 cm. O cálculo da cubagem pode ser feito da seguinte forma:

$$Cubagem = 0,1 \times 0,1 \times 0,1 \times 80 \times 300 = 24 \text{ kg} \quad (45)$$

Assim, este cliente será precificado com base em 24 kg e não 80kg, que seria a multiplicação pura do número de caixas pelo peso de cada uma delas. Segundo a Agência de Transporte, esta medida visa prevenir a existência de veículos com excesso de peso e volume de carga.

Nas Tabelas 21 a 25 encontra-se o cálculo da cubagem para cada um dos cenários.

Tabela 21 - Cubagem do cenário 1

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 1					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	4,0	48,0	0,1	43,2
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	2,0	12,0	0,3	86,4
Bateria 12V 7Ah	Unidade	8,0	80,0	0,1	19,4
		Total	140,0	0,5	149,0

Fonte: Autores

Tabela 22 - Cubagem do cenário 2

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 2					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	8,0	96,0	0,3	86,4
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	4,0	24,0	0,6	172,8
Bateria 12V 7Ah	Unidade	16,0	160,0	0,1	38,9
		Total	280,0	1,0	298,1

Fonte: Autores

Tabela 23 - Cubagem do cenário 3

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 3					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	12,0	144,0	0,4	129,6
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	6,0	36,0	0,9	259,2
Bateria 12V 7Ah	Unidade	24,0	240,0	0,2	58,3
		Total	420,0	1,5	447,1

Fonte: Autores

Tabela 24 - Cubagem do cenário 4

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 4						Peso Cubagem (kg)
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)		
Placa Solar 10W	Unidade		16,0	192,0	0,6	172,8
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade		8,0	48,0	1,2	345,6
Bateria 12V 7Ah	Unidade		32,0	320,0	0,3	77,8
		Total	560,0	2,0		596,2

Fonte: Autores

Tabela 25 - Cubagem do cenário 5

Resumo - Materiais de Carreto - Cenário 5						Peso Cubagem (kg)
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)		
Placa Solar 10W	Unidade		20,0	240,0	0,7	216
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade		10,0	60,0	1,4	432
Bateria 12V 7Ah	Unidade		40,0	400,0	0,3	97,2
		Total	700,0	2,484		745,2

Fonte: Autores

5.10.3.2 Opções de fretes aéreos

Assim como o modal rodoviário, o modal aéreo também possui opção de carga compartilhada e sofre incidência de fator de cubagem para sua precificação. No entanto, para aviões, o fator de cubagem a ser considerado é o de 166kg para 1m³ de carga, segundo a Agência Nacional de Transportes (ANTT). Isso porque, as aeronaves possuem maiores restrições de pesos e volumes a bordo devido as exigências de segurança para pouso e decolagem.

As vantagens do transporte aéreo são: velocidade para entrega de carga em longas distâncias, confiabilidade do dia e horário de entrega e segurança da carga. Muitas companhias áreas de transporte de passageiros também transportam cargas em espaços ociosos das aeronaves. Tal fato permite que as cargas tenham a possibilidade de viajar pela infinitas rotas e horários comerciais operados pelas mais diversas companhias do mercado. As desvantagens deste modal residem no fato dele não ser aplicável a curtas distâncias e de muitas cidades no Brasil não possuírem aeroportos comerciais em sua proximidade obrigando a combinação de mais de um modo de transporte.

Abaixo, nas Tabelas 26 a 30 são calculadas as cubagens para os diferentes cenários de carga analisados.

Tabela 26 - Cubagem Aérea

Resumo - Frete aéreo - Cenário 1						
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m³)		Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	4,0	48,0	0,1		23,9
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	2,0	12,0	0,3		47,8
Bateria 12V 7Ah	Unidade	8,0	80,0	0,1		10,8
		Total	140,0	0,5		82,5

Fonte: Autores

Tabela 27 - Cubagem Aérea

Resumo - Frete aéreo - Cenário 2						
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m³)		Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	8,0	96,0	0,3		47,8
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	4,0	24,0	0,6		95,6
Bateria 12V 7Ah	Unidade	16,0	160,0	0,1		21,5
		Total	280,0	1,0		164,9

Fonte: Autores

Tabela 28 - Cubagem Aérea

Resumo - Frete aéreo - Cenário 3						
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m³)		Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	12,0	144,0	0,4		71,7
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	6,0	36,0	0,9		143,4
Bateria 12V 7Ah	Unidade	24,0	240,0	0,2		32,3
		Total	420,0	1,5		247,4

Fonte: Autores

Tabela 29 - Cubagem Aérea

Resumo - Frete aéreo - Cenário 4						
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m³)		Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	16,0	192,0	0,6		95,6
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	8,0	48,0	1,2		191,2
Bateria 12V 7Ah	Unidade	32,0	320,0	0,3		43,0
		Total	560,0	2,0		329,9

Fonte: Autores

Tabela 30 - Cubagem Aérea

Resumo - Frete aéreo - Cenário 5					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	20,0	240,0	0,7	119,5
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	10,0	60,0	1,4	239,0
Bateria 12V 7Ah	Unidade	40,0	400,0	0,3	53,8
		Total	700,0	2,5	412,3

Fonte: Autores

5.10.3.3 Opções de frete marítimo

O transporte marítimo no Brasil é compreendido principalmente pela navegação de cabotagem – que ocorre entre portos do País – e pela navegação pelas hidrovias dos Estados da região Norte do Brasil.

As vantagens da utilização deste meio de transporte são: as grandes distâncias servidas, baixo custo, capacidade de transportar grandes cargas e volumes e segurança contra roubos e avarias de cargas. Ainda vale destacar que o modal hidroviário é considerado um meio de transporte mais sustentável, dado que não exige a construção de vias de circulação e o desmatamento de áreas para sua viabilidade.

As desvantagens que compreendem este meio de transporte são: necessidade de acesso por água navegável (rio ou mar), tempo para entrega de mercadoria pois, o navio se movimenta mais lentamente que os modos aéreo e rodoviário e maior interesse por grandes cargas como *commodities* e minérios, por exemplo.

Com o intuito de também permitir o transporte de cargas menores de diferentes clientes é que as empresas de transportes marítimos e fluviais também empregam o conceito de compartilhamento de carga. A precificação também é feita com base em cubagem, porém, o fator de cubagem a ser considerado para este modal é de 1000 Kg por m³ de carga. Tal número também foi definido pela Agência Nacional de Transporte e visa incentivar o transporte de cargas mais pesadas por este modal.

As Tabelas 31 a 33 apresentam os resultados de cubagem obtidos para cada um dos cenários de análise.

Tabela 31 - Cubagem Marítima

Resumo - Frete marítimo - Cenário 1					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m ³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	4,0	48,0	0,1	144,0
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	2,0	12,0	0,3	288,0
Bateria 12V 7Ah	Unidade	8,0	80,0	0,1	64,8
		Total	140,0	0,5	496,8

Fonte: Autores

Tabela 32 - Cubagem Marítima

Resumo - Frete marítimo - Cenário 2					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m ³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	8,0	96,0	0,3	288,0
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	4,0	24,0	0,6	576,0
Bateria 12V 7Ah	Unidade	16,0	160,0	0,1	129,6
		Total	280,0	1,0	993,6

Fonte: Autores

Tabela 33 - Cubagem Marítima

Resumo - Frete marítimo - Cenário 3					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso real (Kg)	Volume (m ³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	12,0	144,0	0,4	432,0
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	6,0	36,0	0,9	864,0
Bateria 12V 7Ah	Unidade	24,0	240,0	0,2	194,4
		Total	420,0	1,5	1490,4

Fonte: Autores

Tabela 34 - Frete Marítimo

Resumo - Frete marítimo - Cenário 4					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	16,0	192,0	0,6	576,0
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	8,0	48,0	1,2	1152,0
Bateria 12V 7Ah	Unidade	32,0	320,0	0,3	259,2
		Total	560,0	2,0	1987,2

Fonte: Autores

Tabela 35 - Frete Marítimo

Resumo - Frete marítimo - Cenário 5					
Material	Unidade	Número de caixas/sacos	Peso (KG)	Volume (m ³)	Peso Cubagem (kg)
Placa Solar 10W	Unidade	20,0	240,0	0,7	720,0
Caixa Hermética Tamanho Médio	Unidade	10,0	60,0	1,4	1440,0
Bateria 12V 7Ah	Unidade	40,0	400,0	0,3	324,0
		Total	700,0	2,5	2484,0

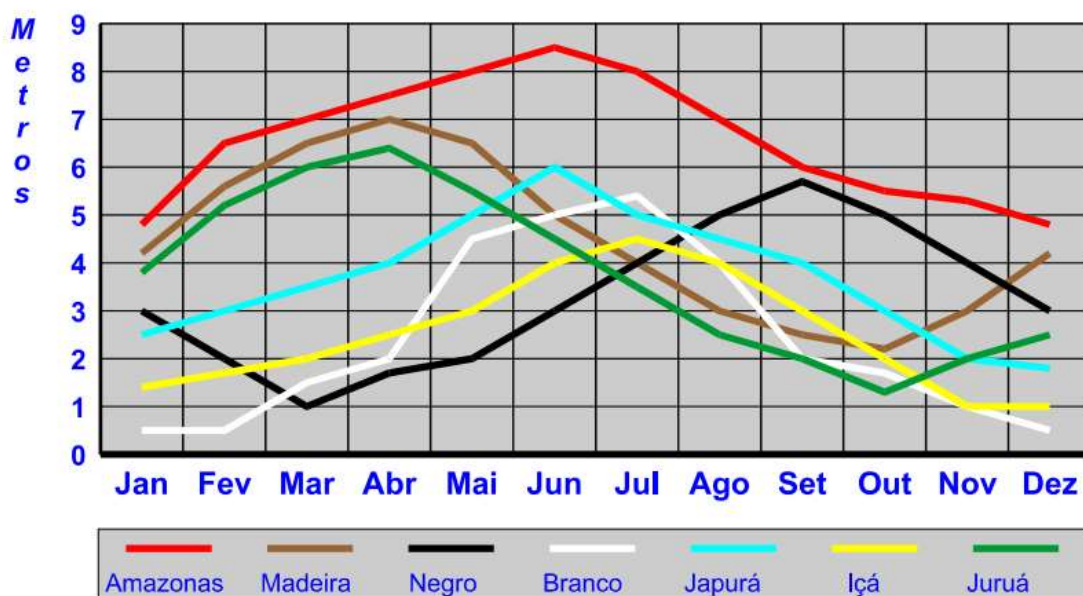
Fonte: Autores

para este estudo de caso, por estarem aptas a transportar cargas menores, como as requeridas pela ONG.

Outro ponto que deve ser considerado quando se estuda o modal hidroviário pela bacia do rio Amazonas é a navegabilidade de seus afluentes. Isso porque, em períodos de seca, alguns afluentes navegáveis sofrem assoreamento e redução de profundidade navegável, restringindo o tamanho das embarcações que podem passar e, muitas vezes, impedindo o acesso à certos trechos e povoados.

A Figura 45 demonstra a variação da profundidade de diversos rios ao longo do ano.

Figura 45 - Comparativo de Navegabilidade



Fonte: Agência Nacional de Transportes Aquaviários

5.10.3.4 Análise de custos

Uma vez analisadas as cubagens de cada um dos meios disponíveis de transportes é preciso fazer uma análise de custos para se concluir qual o melhor modal para atender as necessidades da Litro Luz ou qual a menor combinação entre eles. O destino fictício da cotação a ser considerado é o de uma carga da cidade de São Paulo a ser entregue em Manaus, pois é a localidade mais longe em que a ONG realiza suas ações.

A cotação de frete aéreo foi feita online em empresas que disponibilizam essa informação aos seus clientes em seus Websites e que fazem as rotas nacionais mais utilizadas pela Litro de Luz em ações pelo Brasil. As companhias

consultadas foram a Azul Linhas Aéreas e a Latam Cargo e para ambas foi preciso informar as dimensões dos pacotes a serem transportados, seus pesos e conteúdo.

Para simplificação, a cotação foi feita por pacote e por material de forma a melhor comparar as companhias em termos de custos para cada material e para cada cenário. A composição dos cenários vai ser feita pela multiplicação direta entre o valor cotado e as quantidades.

A Tabela 36 resume as dimensões, os pesos de cada um dos pacotes e os valores comerciais de cada um dos pacotes cotados. Vale lembrar que os fornecedores da Litro de Luz já entregam uma certa quantidade de material em caixas de papelão e serão essas unidades as consideradas para a cotação, dado que a ONG reenvia os pacotes para as células de outros Estados.

Tabela 36 - Resumo dos dados para cotação de frete Aéreo

Material	Dimensões da Caixa			Nota Fiscal	
	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Valor (R\$)
Bateria 12V 7Ah	20	40	10	10	225
Placa Solar 10W	60	60	10	12	600
Caixa Hermética Tamanho Médio	60	60	40	6	220

Fonte: Os autores

A cotação para transportar uma caixa de baterias, que contém 5 baterias em seu interior, na empresa Azul Linhas Aéreas encontra-se na Figura 46 e o valor obtido na 47. A cotação para os outros pacotes foi feita da mesma forma, e as figuras geradas pelo site encontram-se no anexo I.

Figura 46 - Cotação da Bateria na Azul

Origem

CEP

Cidade/UF

05413-001

SAO PAULO/SP

☒ Solicitar coleta
 ☐ Despacho na loja Azul Cargo Express

Destino

CEP

Cidade/UF

69095-000

MANAUS/AM

☒ Entrega no destino
 ☐ Retira na loja Azul Cargo Express

Descrição da mercadoria

Tipo de mercadoria

Valor

Seguro

CARGA VULNERAVEL

225,00

Seguro Azul Cargo Express

	Volumes (unid)	Peso (Kg)	Cubagem (cm³)	Embalagem	Tipo	CxLxA (cm)
x	1,00	10,00	1,33	EMBALAGEM PRÓPRIA	CAIXA DE PAPELÃO	10,00 x 20,00 x 40,00

+ Adicionar

Fonte: Azul Linhas Aéreas, 2017

Figura 47 - Preços para transporte da bateria

\$ Serviços disponíveis						
	Frete	Ad Valorem	Taxas	Prazo	Total	
☐ 	R\$ 209,70	R\$ 0,74	COLETA: R\$ 28,50 ENTREGA: R\$ 28,50 CAPATAZIA: R\$ 1,50 EMISSAO: R\$ 1,00	D + 5 dia(s)	R\$ 269,94* Peso cobrado: 30,00 Kg	
☐ 	R\$ 201,07	R\$ 1,48	COLETA: R\$ 18,50 CAPATAZIA: R\$ 0,50 EMISSAO: R\$ 1,00	D + 2 dia(s)	R\$ 222,55* Peso cobrado: 10,00 Kg	

Fonte: Azul Linhas Aéreas, 2017

As figuras 48 e 49 apresentam as cotações obtidas para as mesmas embalagens na companhia Latam Cargo. Os outros resultados obtidos podem ser encontrados no anexo II.

Figura 48 - Dados para cotação das Baterias na Latam

Origem	GRU-GUARULHOS INTERNATIONAL, SAO PAULO		
Coleta	☐ sim ☒ não	CEP	
Destino	MAO-EDUARDO GOMES INTERNAT, MANAUS		
Entrega	☐ sim ☒ não	CEP	
Tipo de Carga	CARGA GERAL		
Tipo de embalagem	CAIXA DE PAPELÃO		
Número de Volumes	1	Peso/Volumetria	
Peso	10.0		
Produto	Todos		
Tipo de Seguro	TAM		Outras taxas
Valor Declarado	225		
Forma de pagamento	☒ Pago na Origem ☐ Pago no Destino		

Fonte: Latam Cargo, 2017

Figura 49 - Valores obtidos para transporte das baterias

Produto	Frete Calculado	Valor Tarifa	Taxa de coleta	Taxa de entrega	Outras taxas	Impostos	Total
CONVENCIONAL	258.20	25.82			0.75	103.58	258.95
PROXIMO DIA	196.86	196.86			1.50	79.35	198.36
PROXIMO VOO	399.00	399.00			1.50	160.21	400.50

Fonte: Latam Cargo, 2017

A Tabela 37 apresenta um resumo dos valores obtidos para cada um dos cenários. Com o realce em amarelo aparece a companhia que apresenta o menor do valor de frete por cenário proposto e em todos eles, foi a Azul Linhas Aéreas.

Tabela 37 - Resumo das cotações obtidas

Material	Valor para Transportar uma caixa			Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4			Cenário 5		
	Azul Linhas Aéreas	Latam Cargo	Latam Cargo	Azul Linhas Aéreas	Latam Cargo	Latam Cargo	Azul Linhas Aéreas	Latam Cargo	Latam Cargo	Azul Linhas Aéreas	Latam Cargo	Latam Cargo	Azul Linhas Aéreas	Latam Cargo	Latam Cargo	Azul Linhas Aéreas	Latam Cargo	Latam Cargo
Bateria 12V 7Ah	R\$ 225,55	R\$ 198,36	R\$ 198,36	R\$ 1.804,40	R\$ 1.586,88	R\$ 1.586,88	R\$ 3.608,80	R\$ 3.173,76	R\$ 3.173,76	R\$ 5.413,20	R\$ 4.760,64	R\$ 4.760,64	R\$ 7.217,60	R\$ 6.347,52	R\$ 6.347,52	R\$ 9.022,00	R\$ 7.934,40	R\$ 7.934,40
Placa Solar 10W	R\$ 235,63	R\$ 234,57	R\$ 234,57	R\$ 942,52	R\$ 938,28	R\$ 938,28	R\$ 1.885,04	R\$ 1.876,56	R\$ 1.876,56	R\$ 2.827,56	R\$ 2.814,84	R\$ 2.814,84	R\$ 3.770,08	R\$ 3.753,12	R\$ 3.753,12	R\$ 4.712,60	R\$ 4.691,40	R\$ 4.691,40
Caixa Hermética Tamanho Médio	R\$ 269,93	R\$ 434,25	R\$ 434,25	R\$ 539,86	R\$ 868,50	R\$ 868,50	R\$ 1.079,72	R\$ 1.737,00	R\$ 1.737,00	R\$ 1.619,58	R\$ 2.605,50	R\$ 2.605,50	R\$ 2.159,44	R\$ 3.474,00	R\$ 3.474,00	R\$ 2.699,30	R\$ 4.342,50	R\$ 4.342,50
TOTAL	R\$ 3.286,78	R\$ 3.393,66	R\$ 3.393,66	R\$ 6.573,56	R\$ 6.573,56	R\$ 6.573,56	R\$ 13.147,12	R\$ 13.147,12	R\$ 13.147,12	R\$ 16.433,90	R\$ 16.433,90	R\$ 16.433,90	R\$ 13.574,64	R\$ 13.574,64	R\$ 13.574,64	R\$ 16.433,90	R\$ 16.433,90	R\$ 16.433,90

Fonte: Os autores

A cotação do frete rodoviário foi feita inicialmente com transportadoras que fazem frete de carga compartilhada para as regiões de necessidade da ONG. Foram consultadas as seguintes transportadoras:

- Sontra Cargo
- Leal Entregas
- Go fretes
- Brix Cargos

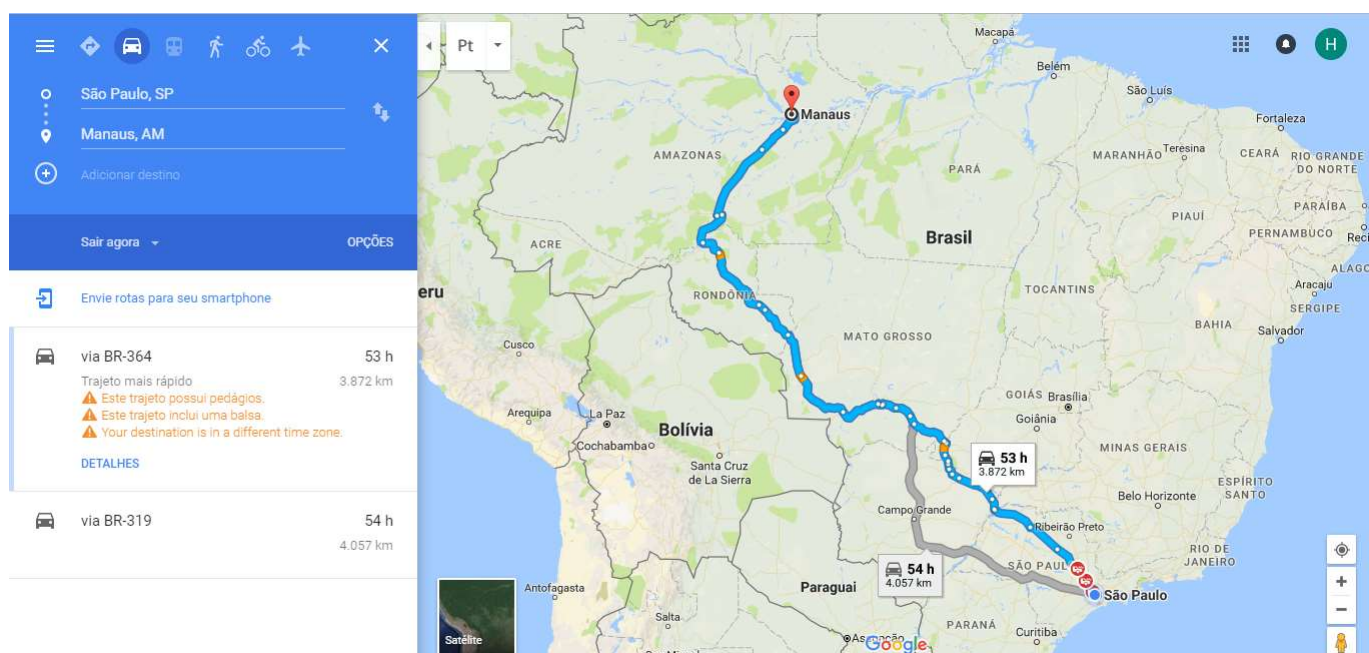
No entanto, os autores não obtiveram resposta de orçamento de nenhuma delas. Assim, foi encontrada como solução o cálculo do valor de frete ideal seguindo as recomendações do manual de precificação da ANTC. Foram utilizadas as tabelas com valores sugeridos ao final do manual para precificação de cargas compartilhadas. A Tabela 38 apresenta os valores que foram considerados na composição do preço básico.

Tabela 38 - Planilha de custo para carga fracionada

Mês de referência:			JULHO 14
	Tipo de Cobrança	Forma de Cobrança	Sugestão
1.	Taxa de Permanência da Carga	por ton/dia ou fração	R\$ 20,65
	- seguro da carga durante a permanência	sobre o valor da mercadoria	0,20%
2.	Cubagem	300 kg/m ³	300 kg/m ³
3.	Devolução	sobre o frete original	100%
4.	Reentrega	sobre o frete original	50%
	- até o valor do frete de R\$ 63,70 cobrar	Por conhecimento	R\$ 38,53
		Toco (3/4)	R\$ 601,08
5.	Estadia de veículos por tipo de veículo	Truck	R\$ 647,32
		Conjunto (Cav.+Carreta)	R\$ 1.101,48
		Carreta (3 eixos)	R\$ 246,60
6.	Pedágio	100 kg ou fração	R\$ 4,56
7.	TAS - Taxa de Adm. SEFAZ	por conhecimento	R\$ 2,93
8.	TDE - Taxa de Dificuldade Entrega	sobre o frete original	40%
	- até o valor do frete de R\$ 245,4 cobrar	por conhecimento	R\$ 98,16
9.	TRT - Taxa de Restrição ao Trânsito		
	- Para as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro	sobre o frete original	20%
	- até o valor do frete de R\$ 207,73 cobrar	Por conhecimento	R\$ 41,55
	- Para as demais cidades	sobre o frete original	15%
	- até o valor do frete de R\$ 142,93 cobrar	Por conhecimento	R\$ 21,44
10.	TFD - Taxa de Fiel Depositário	sobre o valor da mercadoria/DIA	0,50%
	- até o valor da mercadoria de R\$ 11789,72 cobrar	por DIA	R\$ 58,95

Fonte: ANTC, 2014

Figura 50 - Opção de rota rodoviária São Paulo - Manaus



Fonte: Google Maps, 2017

De forma a comparar os fretes aéreos e rodoviários, para a presente cotação também será considerada a rota mais longe a ser percorrida que é a de São Paulo à Manaus conforme indica a Figura 50. Para efeitos de cálculo foi considerada a distância de 3.872km a serem percorridos em 7 dias, pois é sugerido que o trajeto leva 53h, considerando uma jornada de 8h/dia e arredondando para cima para possíveis atrasos são obtidos 7 dias de viagem.

A taxa de permanência foi calculada considerando um caminhão Truck com capacidade para 6000kg e o valor sugerido de R\$ 20,65 foi ponderado pelo peso real total de carga de cada cenário. O pedágio a ser cobrado R\$4,56 a cada 100kg também foi ponderado pelo peso real respectivo de cada cenário.

Para simplificação a taxa de restrição ao fluxo foi considerada nula dado que a ONG se localiza em uma área periférica de São Paulo e que não sofre de restrições de veículos. Para o cálculo da TFD foram considerados os 7 dias estimados de viagem e o valor total de carga de cada cenário. Para cálculo da TAS foram consideradas uma nota fiscal por tipo de produto, por cenário com o custo sugerido de R\$ 2,93. O cálculo da porcentagem de TRT foi feito sobre o valor parcial de frete obtido para cada cenário, considerando apenas as variáveis acima descritas.

Tabela 39 - Resumo dos valores do frete básico rodoviário

	Peso real (kg)	Cubagem (kg)	N° Notas Fiscais	taxa de permanência	Valor da carga	Seguro	Pedágio	TFD	TDE	Valor Parcial	TRT	Valor total
Cenário 1	140,0	149,0	3,0	R\$ 3,0	R\$ 4.640,00	R\$ 9,28	6,384	R\$ 162,40	8,79	R\$ 178,55	R\$ 35,71	R\$ 214,26
Cenário 2	280,0	298,1	3,0	R\$ 3,0	R\$ 9.280,00	R\$ 18,56	12,768	R\$ 324,80	8,79	R\$ 357,09	R\$ 71,42	R\$ 428,51
Cenário 3	420,0	447,1	3,0	R\$ 3,0	R\$ 13.920,00	R\$ 27,84	19,152	R\$ 487,20	8,79	R\$ 535,64	R\$ 107,13	R\$ 642,77
Cenário 4	560,0	596,2	3,0	R\$ 3,0	R\$ 18.560,00	R\$ 37,12	25,536	R\$ 649,60	8,79	R\$ 714,18	R\$ 142,84	R\$ 857,02
Cenário 5	700,0	745,2	3,0	R\$ 3,0	R\$ 23.200,00	R\$ 46,40	31,92	R\$ 812,00	8,79	R\$ 892,73	R\$ 178,55	R\$ 1.071,28

Fonte: Os Autores

O manual sugere ainda que sejam consideradas algumas generalidades para empresas que atuam no Estado do Amazonas, e elas são apresentadas pela Tabela 40.

Tabela 40 - Considerações sobre generalidades

Generalidades para empresas que atuam na região do Amazonas			
11.	Seguro Fluvial com origem/destino AM	sobre o valor da mercadoria	0,12%
	- até o valor da mercadoria de R\$ 63584,26 cobrar	sobre o valor da mercadoria	R\$ 76,30
12.	TRF - Taxa Redespacho Fluvial	sobre o valor da mercadoria	7,0%
	- até o valor da mercadoria de R\$ 1351,77 cobrar	por Redespacho Fluvial	R\$ 94,62
13.	Taxa de Administração de Suframa	por conhecimento	R\$ 36,37
Generalidades para empresas que atuam na região do Amazonas			
14.	Paletização	por palete padrão PBR	R\$ 51,15
15.	Taxa de Agendamento	s/ o valor do frete	20%
	- até o valor do frete de R\$ 104,03 cobrar	por conhecimento	R\$ 20,81
16.	Devolução de canhoto de Nota Fiscal	por documento ou canhoto	R\$ 1,73
17.	Entrega com veículo dedicado	por entrega	R\$ 601,08
18.	Coletas sábados, domingos e feriados	sobre o frete original	30%
	- até o valor do frete de R\$ 2003,6 cobrar	p/ coleta	R\$ 601,08

Fonte: ANTC, 2014

A Tabela 41 apresenta os valores obtidos para cálculo das generalidades. O seguro fluvial foi considerado o valor mínimo de R\$ 76,30 para até R\$ 63.854,26 de valor de carga. O TRF foi calculado como 7% sobre o valor total da mercadoria transportada em cada cenário. Para o cálculo da paletização foram considerados dois paletes para transporte. Não foram consideradas as taxas de agendamento, de entregas aos finais de semana e feriados e veículo com entrega dedicada (exclusivo para veículos que transportam carga total).

Tabela 41 - Resumo de valores das generalidades

	Valor da carga	Cubagem (kg)	N° Notas Fiscais	Valor total básico	Seguro Fluvial	TRF	Taxa Suframa	Paletização D.	Canhoto	Valor total básico com generalidades
Cenário 1	R\$ 4.640,00	149,0	3,0	214,255	R\$ 76,30	R\$ 324,80	R\$ 109,11	R\$ 102,30	R\$ 5,19	R\$ 831,96
Cenário 2	R\$ 9.280,00	298,1	3,0	428,51	R\$ 76,30	R\$ 649,60	R\$ 109,11	R\$ 102,30	R\$ 5,19	R\$ 1.371,01
Cenário 3	R\$ 13.920,00	447,1	3,0	642,765	R\$ 76,30	R\$ 974,40	R\$ 109,11	R\$ 102,30	R\$ 5,19	R\$ 1.910,07
Cenário 4	R\$ 18.560,00	596,2	3,0	857,02	R\$ 76,30	R\$1.299,20	R\$ 109,11	R\$ 102,30	R\$ 5,19	R\$ 2.449,12
Cenário 5	R\$ 23.200,00	745,2	3,0	1071,275	R\$ 76,30	R\$1.624,00	R\$ 109,11	R\$ 102,30	R\$ 5,19	R\$ 2.988,18

Fonte: Os autores

Tabela 42 - Valores considerando as distâncias

Mês de referência:			Julho 14									
PERICULOSO	Quota-Fixo	QF %	10 kg	20 kg	30 kg	50 kg	70 kg	100 kg	150 kg	200 kg	Quota de 300 kg	Taxa Valor (%)
De (km)	Até (km)	QF %	10	20	30	50	70	100	150	200	15 por kg	(%)
1	50	433,45	15,31	20,12	22,97	30,62	38,28	48,93	68,90	87,49	0,4375	0,30
51	100	463,46	15,80	20,73	23,60	31,60	39,50	50,56	70,71	90,28	0,4675	0,30
101	150	493,48	16,29	21,41	24,44	32,58	40,73	52,13	72,31	92,10	0,4975	0,30
151	200	479,49	16,76	22,06	25,17	33,56	41,96	53,78	74,52	95,90	0,4795	0,30
201	250	493,50	17,17	22,70	25,91	34,54	43,38	55,27	77,73	98,70	0,4935	0,30
251	300	507,51	17,76	23,35	26,64	35,53	44,41	56,84	79,93	101,50	0,5075	0,40
301	350	521,52	18,25	23,99	27,38	36,51	45,63	58,41	82,14	104,30	0,5215	0,40
351	400	535,53	18,74	24,63	28,12	37,49	46,86	60,06	84,35	107,11	0,5355	0,40
401	450	549,55	19,23	25,28	28,85	38,47	48,09	61,55	86,55	109,91	0,5495	0,40
451	500	563,56	19,72	25,92	29,59	39,46	49,31	63,12	88,75	112,71	0,5636	0,40
501	550	665,91	23,11	30,63	34,96	46,61	58,27	74,54	104,89	133,18	0,6659	0,60
551	600	679,92	23,80	31,38	35,70	47,59	59,40	76,15	107,09	135,98	0,6799	0,60
601	650	693,93	24,29	31,92	36,43	48,58	60,72	77,72	109,29	138,79	0,6939	0,60
651	700	707,94	24,78	32,57	37,17	49,56	62,05	79,29	111,50	141,59	0,7079	0,60
701	750	721,96	25,27	33,21	37,90	50,54	63,77	80,86	113,71	144,39	0,7220	0,60
751	800	735,97	25,76	33,85	38,64	51,52	64,40	82,43	115,91	147,19	0,7360	0,60
801	850	749,98	26,25	34,50	39,37	52,50	65,62	84,00	118,12	150,00	0,7500	0,60
851	900	763,99	26,74	35,14	40,11	53,48	66,85	85,57	120,33	152,80	0,7640	0,60
901	950	778,00	27,23	35,79	40,85	54,46	68,08	87,14	122,54	155,60	0,7780	0,60
951	1000	792,01	27,72	36,43	41,58	55,44	69,30	88,71	124,74	158,40	0,7920	0,60
1001	1100	908,38	31,79	41,79	47,69	63,50	79,48	101,34	143,07	181,66	0,9084	0,70
1101	1200	936,40	32,77	43,01	49,16	65,55	81,94	104,88	147,48	187,18	0,9364	0,70
1201	1300	964,42	33,75	44,36	50,63	67,57	84,39	108,02	151,90	192,88	0,9644	0,70
1301	1400	992,45	34,74	45,65	52,10	69,47	86,84	111,15	156,31	198,49	0,9924	0,70
1401	1500	1020,47	35,73	46,94	53,57	71,43	89,29	114,29	160,72	204,09	1,0205	0,70
1501	1600	1116,83	39,79	52,29	59,68	79,58	99,47	123,33	178,05	221,27	1,1168	0,80
1601	1700	1164,86	40,77	53,58	61,15	81,54	101,92	130,46	183,46	232,07	1,1649	0,80
1701	1800	1192,88	41,75	54,87	62,63	83,50	104,38	133,60	187,86	238,58	1,1929	0,80
1801	1900	1220,90	42,73	56,16	64,10	85,46	106,83	136,74	192,25	244,18	1,2209	0,80
1901	2000	1248,93	43,71	57,45	65,57	87,42	109,29	139,88	196,71	249,79	1,2489	0,80
2001	2200	1393,31	48,77	64,09	73,15	97,53	121,01	156,05	219,45	278,66	1,3933	0,90
2201	2400	1449,36	50,73	66,67	75,09	101,46	126,82	162,33	228,27	289,87	1,4494	0,90
2401	2600	1505,41	52,69	69,25	79,03	105,38	131,72	168,61	237,10	301,09	1,5054	0,90
2601	2800	1640,79	57,74	75,89	86,67	115,49	144,35	184,76	259,64	329,06	1,6408	1,00
2801	3000	1705,84	59,70	78,47	89,56	119,41	149,25	191,05	268,67	341,77	1,7058	1,00
3001	3200	1858,23	64,36	85,71	97,14	129,52	161,89	207,23	297,40	370,05	1,8582	1,10
3201	3400	1906,77	66,72	87,63	100,08	133,44	166,80	213,50	303,24	381,25	1,9067	1,10
3401	3600	1962,32	68,68	90,21	103,00	137,36	171,70	219,76	309,07	392,46	1,9623	1,20
3601	3800	2018,37	70,64	92,84	105,96	141,29	176,63	226,06	314,89	403,67	2,0184	1,20

Fonte: ANTC, 2014

A Tabela 41 apresenta um resumo do cálculo do frete final com base na Tabela 42 que adiciona o custo com a distância de acordo com a cubagem a ser transportada. A linha da Tabela 42 que foi considerada foi a última por trata-se da maior distância que o manual apresenta e é próxima do valor que queremos obter.

Tabela 43 - Valor total do frete terrestre por cenário

	Cubagem (kg)	Valor total básico com generalidades	Valor de acordo com a distância e com cubagem	Valor total
Cenário 1	149,0 R\$	831,96 R\$	317,89 R\$	1.149,85
Cenário 2	298,1 R\$	1.371,01 R\$	601,64 R\$	1.972,65
Cenário 3	447,1 R\$	1.910,07 R\$	902,47 R\$	2.812,53
Cenário 4	596,2 R\$	2.449,12 R\$	1.203,29 R\$	3.652,41
Cenário 5	745,2 R\$	2.988,18 R\$	1.504,11 R\$	4.492,29

Fonte: Os autores

A Tabela 44 compara os valores obtidos para frete, para cada um dos cenários para os dois tipos de modais considerados: aéreo e rodoviário.

Tabela 44 - Comparativo entre valores de frete por modal e por cenário

	Frete terrestre		Frete aéreo	
Cenário 1	R\$	1.149,85	R\$	3.286,78
Cenário 2	R\$	1.972,65	R\$	6.573,56
Cenário 3	R\$	2.812,53	R\$	9.860,34
Cenário 4	R\$	3.652,41	R\$	13.147,12
Cenário 5	R\$	4.492,29	R\$	16.433,90

Fonte: Os autores

Para ações que ocorram num raio pequeno, por exemplo dentro de uma mesma cidade como São Paulo, o transporte compartilhado de carga fica mais restrito pois as companhias preferem fazer carga de lotação em VUC, que são veículos de cargas com livre circulação na cidade, com rotas fixas o que dificulta a entrega de carga compartilhada. Em consulta a algumas empresas que prestam este serviço foi possível ter uma estimativa do custo deste tipo de transporte. A Tabela 45 apresenta um resumo dos valores obtidos.

Tabela 45 - Aluguel de VUC em São Paulo e região

Empresa	Origem	Destino	Valor
EF soluções	Barueri - SP	São Paulo - SP	R\$ 250,00
Transtech Transportes e Logística	Embu - SP	São Paulo - SP	R\$ 254,00
Rental Cargas	Jundiaí - SP	São Paulo - SP	R\$ 369,00

Fonte: Os autores

5.10.4 Análise de estoque, lote econômico e seus custos

Como sinalizado na revisão bibliográfica, foi feita uma análise do espaço e localidade do estoque, tamanho de pedidos e as características gerais desta parte organizacional da ONG. A finalidade é produzir um estudo que se alie o dia a dia prático da Litro de Luz e resulta em algo útil para o gerenciamento de estoque. Foi estudado o lote econômico dos estoques em seis diferentes cenários de demanda: 40, 120 e 200 instalações (postes) a cada dois meses e as mesmas quantidades a cada mês. Esses cenários são similares aos utilizados no capítulo 5.10.1 e refletem o tamanho da ONG atualmente e uma projeção de crescimento visto como plausível em reuniões entre os autores e a Litro de Luz. Com esses valores, teremos cenários de demanda anual de 240, 720 e 1200 postes para o caso de ações a cada dois meses e 480, 1440, 2400 para o caso de ações mensais. Para definir o lote econômico, utilizaremos todas as premissas expostas na seção 4.5.4 e a equação (6) apresentada na Revisão Bibliográfica:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * CP}{I * C}}$$

onde:

Q*: Quantidade de unidades pedidas no lote econômico (unidades);

C: custo unitário do item (R\$/unidade);

D: Demanda por período (Unidade/tempo);

CP: Custo por pedido (R\$/pedido);

I: custo de manutenção do estoque por período (% de C).

Além do lote econômico podemos definir também o ponto de pedido ou Nível Mínimo de estoque (s), o qual é o resultado da multiplicação do tempo de entrega

(Lead Time – L) pela demanda. Como a demanda foi determinada, não há necessidade de considerar nenhum grau de incerteza.

5.10.4.1 Condições de Estoque e recebimento

Atualmente a Litro de Luz tem uma base situada na zona leste da cidade de São Paulo, próxima ao Metrô, em uma rua majoritariamente de residências térreas e sobrados. O espaço é o térreo de um sobrado, antiga garagem do imóvel com 140 m² e pé direito de 2,5m, emprestado para a ONG por um voluntário, sem custo explícito. O espaço é composto por uma sala de reuniões dos voluntários, local para trabalhar e preparar os materiais para as ações, como circuito elétrico e os tubos de PVC, e prateleiras dedicadas ao armazenamento de materiais que serão utilizados nas ações de campo. Com a configuração atual, há uma parede com prateleiras de 8 metros de comprimento, largura de 50 centímetros ocupando uma altura de 2,5 metros, totalizando 10 m³ de estoque. Foi confirmado com o diretor de processos da ONG que caso necessário o espaço de estoque poderia ser aumentado. A nova configuração forneceria 10% da área do imóvel sem perda de funcionalidade de outras atividades, resultando um total de 35 m³ disponíveis para estocagem.

A quantidade de materiais estocados varia com a proximidade e tamanho das ações, já que a ONG armazena todos componentes necessários para a construção do poste. Alguns itens como areia, brita e cimento são entregues pelos fornecedores no campo no próprio dia da ação e tem valor agregado baixo por volume, quando comparado com placas fotovoltaicas e bateria. Outros itens, como resistores, lâmpadas LEDs, fios, outros sistemas elétricos e suportes metálicos ocupam um espaço pequeno quando comparado com os outros itens, sendo possível armazenar o suficiente para centenas de postes em menos de 1 m³. Há ainda garrafas PET, as quais tem o menor valor agregado dentre todos os itens, por serem reutilizadas. Ambos, garrafas PET e tubos de PVC, podem ser adquiridos com facilidade próximos a data da ação (não há necessidade de estoque) e por serem materiais muito abundantes não há preocupação com disponibilidade.

Para esses dois últimos itens a principal preocupação seria o espaço para armazenagem, mas a ONG concordou que utilizar mais espaço, além dos 52,5 m² dedicados ao estoque, seria adequado. Considerando que cada Tubo de PVC ocupa 3 m de comprimento, 10 cm de largura e 10 cm de altura, (aproximar um

tubo por um prisma de base quadrada) cada unidade ocupa $0,03\text{m}^3$. Ou seja, não é representativo do espaço total disponível. A mesma conclusão é tirada quando analisamos as garrafas PET. As garrafas têm volume de 2L ($0,002\text{m}^3$), mas como seu formato é pouco regular vamos considerar um coeficiente de empacotamento de 0,5. Assim, cada garrafa ocupa $0,004\text{m}^3$. Embora pouco precisa, esta aproximação reflete as condições de estocagem das garrafas na ONG e revela que também não é significativo no espaço total disponível.

Desta forma os únicos componentes que podem trazer alguma dificuldade na armazenagem são as baterias, os painéis fotovoltaicos e as caixas herméticas. A forma de aquisição varia com cada item e os painéis e baterias tem alto valor agregado; vamos considerar um por vez para analisar suas respectivas estocagens, lote econômico e breves recomendações para gerar uma contribuição para a estratégia de estocagem.

Antes de detalhar cada item, há outros dois valores constantes que são necessários para definir o lote econômico (EOQ): Custo do pedido (CP) e uma parcela do custo de manutenção do estoque por ano (I), como descrito na revisão bibliográfica. O CP será o mesmo para os três itens estudados e seguirá a premissa de ser independente do tamanho do pedido. Em reunião com a ONG estimamos que cada recebimento de pedido e posterior organização em estoque ocupa metade do dia de dois voluntários. Entregas são feitas sempre durante a semana e não há custo de frete. Portanto, o único custo é o de oportunidade de tempo do voluntário, estimado como uma fração de um salário estimado. Assim, consideramos um mês com 22 dias úteis e um salário equivalente a 4 salários mínimos de 2017. Como definimos como meio dia de serviço de dois funcionários, temos:

$$CP = 2 \text{ funcionários} * 0,5 \text{ períodos} * \frac{4 * \text{Salários Mínimos}}{22 \text{ dias}} \quad (46)$$

O salário mínimo em 2017 é aproximadamente R\$ 1000,00 para o Estado de São Paulo (Governo do Estado de São Paulo, 2017), local da sede da ONG, gerando um custo de pedido de R\$45,40.

A parcela da manutenção de estoque que já pode ser definida é a de custo de capital. A Litro de Luz não utiliza capital de empréstimo, todo seu capital é próprio. Por não ter fins lucrativos o custo é definido neste trabalho como o investimento de renda fixa mais seguro do mercado, títulos do Tesouro brasileiro, mais especificamente o título LTN, por ser um investimento de fácil acesso e pré-fixado. Segundo o site da ANBINA (ANBIMA, 2017), a taxa anual média LTN com vencimento em 2021 consultada em 17 de novembro de 2017 é 9,55%. O custo do imóvel será considerado separadamente. Outra premissa que adotamos em conjunto com a ONG é o funcionamento por 360 dias no ano, com 5 dias de folga referente a feriados e datas em que não há atividades.

No capítulo Resultados serão apresentadas as tabelas consolidadas com tamanho de estoque, preços e período de reposição, o qual é definido simplesmente pelo lote econômico dividido pela demanda e posteriormente ajustado para a unidade de tempo desejada.

$$T = \frac{Q^*}{D} \quad (47)$$

onde:

T: Período de reposição (tempo).

É necessário ressaltar que a falta de informações precisas levou este trabalho a considerar dados pouco precisos e com grande margem de erro, como esse custo de pedido, lembrando que a dificuldade em obter números mais realistas para definir lote econômico já foi alertada anteriormente.

5.10.5 Painéis Fotovoltaicos

Começando pelos painéis solares de 10W, o produto é recebido em lotes múltiplos de 10, empacotados em embalagens de 0,036m³ e 12Kg com 10 unidades cada e de fácil transporte e armazenagem. No último ano a ONG teve dois fornecedores diferentes de painéis e o preço médio pago foi R\$ 60,00 cada, o qual utilizaremos como “custo por unidade” para definir o lote econômico. O último custo pertinente ao cálculo do lote econômico é o custo de manutenção de estoque, dividido entre custo de capital e custo de perecibilidade e obsolescência técnica.

Na revisão bibliográfica foram abordados dados de perecibilidade, por serem muito baixos neste caso serão assumidos como zero. Como o tempo de estocagem previsto não passa de um ano, vamos considerar que o custo de obsolescência técnica também é nulo. Assim, o custo de manutenção de estoque será o custo de capital: 9,55% a.a. Temos:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * 45,40}{9,55\% * R\$60,00}} \quad (48)$$

Em conversa com a ONG foi informado que o tempo de entrega (*lead-time*) dos painéis solares é 4 dias e, por serem clientes com motivação altruístas, os fornecedores dão preferência para os pedidos de forma a não atrasar a entrega, reduzindo a necessidade de considerar incerteza no *lead-time*. Embora a literatura traga meios de calcular o estoque de segurança (ES) por meio da probabilidade de atraso na entrega e de aumento da demanda, será adotado um estoque de segurança equivalente a uma ação inteira (varia com a demanda), independente da frequência das ações. Essa decisão foi motivada pela diferente natureza e propósito da ONG quando comparada com empresas às quais tradicionalmente se aplicam o modelo EOQ. Além disso, historicamente já houve ausência no estoque do próprio fornecedor de placas solares, então é uma segurança para evitar que uma ação seja cancelada.

Com o cálculo do Q^* e estoque de segurança definido, chegamos no custo gerado pelo estoque de placas solares. A primeira parcela já foi estabelecida anteriormente:

$$CT = \frac{D}{Q} * CP + \frac{Q}{2} * I * C \quad (49)$$

Agora deve-se somar a este custo o custo de manter o estoque de segurança ES.

$$CT = \frac{D}{Q} * CP + \frac{Q}{2} * I * C + ES * I * C \quad (50)$$

A Tabela 46 mostra um resumo dos valores estabelecidos e resultados com base nas fórmulas estabelecidas nessa seção. Como esperado, o custo de estoque cresce conforme a demanda, mas não de maneira linear.

Tabela 46 – Cálculos de estoque para painéis fotovoltaicos

Painel Fotovoltaico 10W						
Ações por ano	6			12		
# postes por ação	40	120	200	40	120	200
Demanda anual (D)	240	720	1200	480	1440	2400
Custo pedido (CP)	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40
Custo manutenção (I) a.a.	9,55%	9,55%	9,55%	9,55%	9,55%	9,55%
Preço unitário (C)	R\$ 60,00	R\$ 60,00	R\$ 60,00	R\$ 60,00	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Lote econômico (Q*)	62	107	138	88	152	196
Lead time (dias) (L)	4	4	4	4	4	4
Nível mínimo de estoque (s)	3	8	14	6	16	27
Estoque de segurança (ES)	40	120	200	40	120	200
Período de reposição (T) em dias	94	54	42	67	39	30
Custo Total de estoque anual	R\$ 582,57	R\$ 1.299,65	R\$ 1.936,15	R\$ 728,96	R\$ 1.553,19	R\$ 2.263,46

Fonte: Os autores

Como as entregas estão disponíveis apenas em lotes múltiplos de 10, reproduzimos na Tabela 47 os valores de Q* arredondados e seus devidos custos e espaço ocupado em estoque, considerando quantidade de embalagens com 10 unidades cada. Como a diferença entre valores de custo variam menos que 1% entre as duas tabelas, os autores se sentiram confortáveis em usar a tabela que melhor reflete a realidade da ONG.

Tabela 47 – Resumo dos cálculos de estoque para painéis fotovoltaicos com lote econômico arredondado

Painel Fotovoltaico 10W						
Ações por ano	6			12		
Demanda anual (D)	36	0	0	144	0	0
Lote econômico (Q*)	60	110	140	90	150	200
Custo Total de estoque anual	R\$ 582,70	R\$ 1.299,91	R\$ 1.936,24	R\$ 729,18	R\$ 1.553,19	R\$ 2.263,80
Espaço ocupado pelo estoque (m3)	0,36	0,83	1,22	0,47	0,97	1,44
Período de reposição (T) em dias	91	56	43	68	38	30

Fonte: Os autores

5.10.6 Baterias

As baterias utilizadas pela ONG são de 7 Ampere.hora e 12 Volts, de tamanho similar a baterias usualmente utilizadas em motos. O produto é recebido em lotes múltiplos de 5 e vem em embalagens de 0,0081m³ e 10 kg, mantidas fechadas enquanto armazenadas. Para baterias, as premissas da formulação do problema, do custo de pedido e demanda permanecerão os mesmos que para os painéis solares.

A média fornecida pela ONG de preços das baterias compradas foi R\$45,00. O custo de obsolescência técnica continua igual a zero, pelo mesmo motivo dos painéis solares, mas no caso de baterias há custo de perecibilidade. Conforme apresentado anteriormente, caso a bateria seja estocada por um ano haverá redução de 15,6% da sua capacidade inicial caso não seja recarregada ao longo deste período e mantida em estoque sem temperatura controlada, ambas situações nas quais a ONG se encaixa. Como a utilidade da bateria está associada com sua capacidade, será utilizada a mesma porcentagem de redução da capacidade para a desvalorização do produto. O custo de manutenção de estoque (I) se dá pela soma do custo de capital (9,55%) e a desvalorização do produto (15,6%). Utilizando soma de taxas conforme a equação 52, o custo de manutenção será 26,6% a.a.

$$Taxa_{final} = 1 - ((1 + taxa_1) * (1 + taxa_2)) \quad (51)$$

Com a definição desses parâmetros, temos que o lote econômico para baterias é:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * 45,40}{26,6\% * R\$45,00}} \quad (52)$$

Segundo a ONG, esse produto é mais comum e de mais fácil acesso do que placas solares, ou seja, há maior disponibilidade dele no mercado. Com isso, nunca houve problemas com a falta de baterias, vamos considerar o estoque de

segurança zero, mesmo que seja pouco ortodoxo em cálculo de estoques. Ainda, seu *lead-time* é 3 dias, menor do que os painéis solares, reduzindo a quantidade de baterias do nível mínimo de estoque. Os custos gerais de estoque foram calculados da mesma maneira que para as placas solares, gerando a tabela 48, a qual contém um resumo dos números utilizados para o cálculo do lote econômico para baterias.

Tabela 48 - Cálculos de estoque para baterias

Baterias 7Ah 12V						
Ações por ano	6			12		
# postes por ação	40	120	200	40	120	200
Demanda anual (D)	240	720	1200	480	1440	2400
Custo pedido (CP)	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40
Custo manutenção (I) a.a.	26,60%	26,60%	26,60%	26,60%	26,60%	26,60%
Preço unitário (C)	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00
Lote econômico (Q*)	43	74	96	61	105	135
Lead time (dias) (L)	3	3	3	3	3	3
Nível mínimo de estoque (s)	2	6	10	4	12	20
Estoque de segurança (ES)	0	0	0	0	0	0
Período de reposição (T) em dias	65	38	29	46	27	21
Custo Total de estoque anual	R\$ 510,75	R\$ 884,62	R\$ 1.142,06	R\$ 722,33	R\$ 1.251,05	R\$ 1.615,09

Fonte: Os autores

A tabela 49 apresenta os custos, período de reposição e espaço ocupado pelo estoque para lotes arredondados para múltiplos de 5, os quais embora não sejam exatamente o lote econômico, são os disponíveis na realidade. Assim, como para as placas solares, a diferença de resultado entre as duas tabelas é menor ou próximos a 1% para todos os valores derivados do lote econômico, portanto, os autores se sentem confortáveis em usar a Tabela 49 para análise de resultados.

Tabela 49 - Resumo dos cálculos de estoque para baterias com lote econômico arredondado

Baterias 7Ah 12V						
Ações por ano	6			12		
Demanda anual (D)	36	0	0	144	0	0
Lote econômico (Q*)	45	75	95	60	105	135
Custo Total de estoque anual	R\$ 511,46	R\$ 884,72	R\$ 1.142,05	R\$ 722,30	R\$ 1.251,05	R\$ 1.615,09
Espaço ocupado pelo estoque (m3)	0,07	0,12	0,15	0,10	0,17	0,22
Período de reposição (T) em dias	68	38	29	46	27	21

Fonte: Os autores

5.10.7 Caixa Hermética

O terceiro item que a ONG adquire e que a armazenagem será estudada são as caixas herméticas. São produtos com menor valor agregado do que os componentes elétricos, mas é indispensável para a operação e menos comuns do que os componentes estruturais. Assim como as baterias e as placas solares utiliza-se uma caixa por poste. Elas são adquiridas em lotes de 20 em embalagens de 0,144m³ e 6 kg e a Litro de Luz pagou em média R\$11,00 por unidade nas últimas aquisições.

A desvalorização do material em estoque será considerada igual ao dos painéis fotovoltaicos, ou seja, consideradas apenas o custo de capital investido, 9,55%. Além disso, fomos informados pela ONG da existência de diversos fornecedores e não é um produto escasso, ou seja, não há necessidade de estoque de segurança. Para esse produto, o *lead-time* é o mesmo que das placas solares, 4 dias. Essas premissas nos levam a seguinte equação de lote econômico:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * 45,40}{9,55\% * R\$11,00}} \quad (53)$$

Assim como apresentado para baterias e placas solares, as Tabelas 50 e 51 mostram as premissas e resultados e os valores de Q^* , os quais foram arredondados para múltiplos de 20. Isso gerou diferenças maiores que nos casos anteriores, mas ainda assim reflete com mais precisão o tamanho de lote que a ONG usualmente compra, portanto a Tabela 51 será levada em consideração.

Tabela 50 - Cálculos de estoque para caixas herméticas

Caixas Herméticas						
Ações por ano	6			12		
# postes por ação	40	120	200	40	120	200
Demanda anual (D)	240	720	1200	480	1440	2400
Custo pedido (CP)	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40	R\$ 45,40
Custo manutenção (I) a.a.	9,55%	9,55%	9,55%	9,55%	9,55%	9,55%
Preço unitário (C)	R\$ 11,00	R\$ 11,00	R\$ 11,00	R\$ 11,00	R\$ 11,00	R\$ 11,00
Lote econômico (Q*)	43	250	323	204	353	456
Lead time (dias) (L)	4	4	4	4	4	4
Nível mínimo de estoque (s)	3	8	14	6	16	27
Estoque de segurança (ES)	0	0	0	0	0	0
Periodo de reposição (T) em dias	65	127	98	155	89	69
Custo Total de estoque anual	R\$ 275,98	R\$ 262,06	R\$ 338,32	R\$ 213,97	R\$ 370,61	R\$ 478,46

Fonte: Os autores

Tabela 51 - Resumo dos cálculos de estoque para caixas herméticas com lote econômico arredondado

Caixas Herméticas						
Ações por ano	6			12		
Demanda anual (D)	36	0	0	144	0	0
Lote econômico (Q*)	40	260	320	200	360	460
Custo Total de estoque anual	R\$ 293,41	R\$ 262,29	R\$ 338,33	R\$ 214,01	R\$ 370,69	R\$ 478,48
Espaço ocupado pelo estoque (m3)	0,29	1,87	2,30	1,44	2,59	3,31
Periodo de reposição (T) em dias	61	132	97	152	91	70

Fonte: Os autores

5.10.8 Preço do imóvel

Até o momento foram estudados os custos intrínsecos dos produtos e mão de obra para manter um estoque. Como mencionado no item 4.7, há necessidade de contabilizar o custo do imóvel no qual a ONG está alocada. Como estamos considerando diversos cenários de demanda e por consequência volumes diversos para estocagem e também pelo espaço físico da ONG não abrigar apenas o estoque, não é possível distribuir os custos imobiliários pelos produtos armazenados. Desta forma, vamos considerar separadamente o custo de aluguel atual e somá-lo ao montante calculado nos outros itens dessa seção.

Atualmente o imóvel está emprestado para a Litro de Luz por um de seus membros sem custos financeiros diretos atrelados. Desta forma, não há como considerar diretamente os custos que a ONG tem com o imóvel, embora eles

existam na forma do custo de oportunidade de desalocar e alugá-lo gerando receita. Para avaliar o imóvel dois caminhos serão trilhados. O primeiro será pela precificação hedônica e o segundo será pelo preço que a diretoria da ONG gostaria de cobrar em sua locação.

Começando pelo segundo método, por ser mais simples e depender apenas da visão da ONG, os autores se reuniram com a diretoria da Litro de Luz responsável pela estratégia de manter ou não a base neste específico imóvel. Nesta reunião foi afirmado que o desejo da ONG caso houvesse uma realocação seria de estabelecer um preço equivalente a R\$ 1000,00 pelo imóvel. Como esta decisão não depende de nada além da diretoria, vamos considerar que este é o custo de oportunidade, ou seja, o custo com locação atual.

O primeiro método descrito na Revisão Bibliográfica é uma das formas utilizadas para definir preço em situações de grande amostragem no mercado. Assim, foram definidos padrões para encontrar imóveis que tivessem semelhanças com o local em questão, para então fazer um comparativo do preço de locação por metro quadrado. O modelo de precificação hedônica conta com produtos adquiridos recentemente pelo mercado e considera-o como um conjunto de atributos precificado, os quais são comparados com os mesmos atributos do determinado bem que deseja-se precificar.

No nosso caso, o imóvel passa a ser o conjunto de atributos que queremos precificar. Pela dificuldade de obter o preço de aluguéis já contratados (aquisição recente pelo mercado), serão utilizados anúncios de imobiliárias, pois há grande amostra e é o mais próximo do preço praticado pelo mercado. Mais especificamente utilizou-se anúncios do site 'zap imóveis', escolhido pela diversidade, confiabilidade com base em seu tamanho e fácil acesso.

Para a comparação ser válida o principal atributo será mantido o mais constante possível: a localização, próximo à estação de metrô Vila Prudente na zona leste de São Paulo. O segundo aspecto que delimitou nossas buscas foi o tipo de imóvel utilizado dentre as opções dadas pelo site: 'Loja/Salão'. Mesmo que o local atual seja uma garagem, suas dimensões, acabamento e instalações se assemelham mais com aquelas normalmente encontradas em lojas ou salões. Os únicos atributos considerados importantes suficientes para colocar como variável é estado de metragem e conservação/acabamento. Se tratando de uma versão simplificada da precificação hedônica e devido ao escopo deste trabalho, não será

feita calibragem do modelo para chegar a um coeficiente para o atributo comparado, como sugerido na literatura indicada do capítulo 3. Em vez disso, será atribuído um coeficiente comparativo, conforme as Tabelas 52 e 53. Algumas condições indicadas são subjetivas, determinadas pelas fotos e descrições dos anúncios no ‘zap imóveis’.

Tabela 52 – Acabamentos e Coeficientes

Acabamento e estado de conservação	Coeficientes
Precário	0,9
Médio	1
Bem conservado	1,05
Novo	1,1

Fonte: Os autores

Tabela 53 - Área construída e Coeficientes

Área construída (M2)	Coeficientes
-100	0,85
100 - 150	0,9
150 - 200	0,95
200 - 250	1
250 - 300	1,05
300 - 350	1,1
350 +	1,15

Fonte: Os autores

A Tabela 54 por sua vez mostra os imóveis escolhidos, preço total, preço por metro quadrado, coeficientes de cada imóvel e preço ponderado pelos coeficientes. A média dos preços ponderados é multiplicado pelo coeficiente do imóvel da Litro de Luz, para obter o ‘preço de mercado’ para o imóvel da ONG. Cabe ressaltar que o preço é determinado pelo preço praticado multiplicado pela média dos coeficientes do imóvel. Fotos e mais detalhes dos imóveis utilizados na comparação estão no ANEXO B.

Como calculado na tabela 54 o valor de mercado para o imóvel é próximo de R\$2800,00, 2,8 vezes a precificação da ONG. Para calcular o custo total do estoque, vamos considerar o preço sugerido pela Litro de Luz, uma vez que não é possível assegurar o preço de mercado calculado para o imóvel. Ainda assim, fica demonstrado que possivelmente o estoque tem um custo real maior do que o valor

apresentado na seção de resultados, por essa grande discrepância de valor imobiliário.

Tabela 54 – Imóveis Escolhidos e cálculo da precificação hedônica por m² por meio dos coeficientes estabelecidos

Avaliação de aluguel de um imóvel próximo à estação Vila Prudente da linha verde do metrô											
Imobiliária	Numeração	Área Construída (m2)	Estado de conservação	Aluguel (preço de mercado)	Aluguel/m2 Construído	Coeficiente Área construída	Coeficiente conservação	Média Coeficientes	Aluguel Ponderado por Coeficientes (m2 construído)		
Zap Imóveis	1	112	bem conservado	R\$ 1.650,00	R\$ 14,73	0,90	1,05	0,98	R\$ 14,36		
Zap Imóveis	2	117	bem conservado	R\$ 2.800,00	R\$ 23,93	0,90	1,05	0,98	R\$ 23,33		
Zap Imóveis	3	150	precário	R\$ 2.000,00	R\$ 13,33	0,95	0,90	0,93	R\$ 12,33		
Zap Imóveis	4	120	Médio	R\$ 4.000,00	R\$ 33,33	0,90	1,00	0,95	R\$ 31,67		
Zap Imóveis	5	80	precário	R\$ 2.500,00	R\$ 31,25	0,85	0,90	0,88	R\$ 27,34		
Zap Imóveis	6	750	Médio	R\$ 15.000,00	R\$ 20,00	1,15	1,00	1,08	R\$ 21,50		
Zap Imóveis	7	500	novo	R\$ 8.000,00	R\$ 16,00	1,15	1,10	1,13	R\$ 18,00		
Zap Imóveis	8	140	médio	R\$ 2.100,00	R\$ 15,00	0,90	1,00	0,95	R\$ 14,25		
Zap Imóveis	9	70	médio	R\$ 1.900,00	R\$ 27,14	0,85	1,00	0,93	R\$ 25,11		
Zap Imóveis	10	100	bem conservado	R\$ 1.500,00	R\$ 15,00	0,90	1,05	0,98	R\$ 14,63		
						Média			R\$ 20,25		
litro de Luz		140	médio	R\$ 2.835,00		-	1,00	1,0	R\$ 20,25		

Fonte: Os autores

6 Resultados

A otimização de processos é uma das formas de se ganhar eficiência e economia de esforços e recursos. Os resultados obtidos com o projeto revelam simples melhorias que podem auxiliar a Litro de Luz em seu dia-a-dia e em futuras expansões.

A análise do georrefenciamento dos postes mostrou resultados similares para os dois recursos utilizados: MyGPS e MyMaps, demonstrando a credibilidade destas ferramentas. Além disso, a junção de uma codificação eficiente com uma localização por GPS será capaz de distinguir melhor as unidades dos postes, suas respectivas localizações, identificando a distribuição de cada um deles pelo território e, também, permitir maior controle pela ONG das famílias que os possuem. Isto torna mais eficiente o contato com as respectivas famílias, o andamento de ações para consertos e a substituição de componentes.

Através das análises técnicas, percebe-se que, com o aumento da área de contato do poste com solo, através da abertura de sua base, e com a melhor interação entre as partes internas, ao se fazer o perfuramento da base de forma que o concreto que está no exterior combine-se com o que está no interior, melhora-se a conexão dos postes com sua fundação o que reduz efeitos de oscilação, melhorando o serviço da estrutura. Com relação ao preenchimento completo do poste com concreto, teve-se um efeito positivo tanto com relação à rigidez estrutural, por uma redução expressiva de deslocamentos considerando a aplicação de um esforço transversal ao poste quanto com relação à redução da influência de efeitos de despreendimento de vórtices em suas laterais, o que promove à estrutura uma menor suscetibilidade à vibração e, consequentemente, uma situação mais agradável para os seres humanos presentes na comunidade. O aumento de rigidez pelo preenchimento total de concreto foi de 1769% considerando esforços na direção transversal ao poste, o que é muito significativo.

O aumento da frequência angular também é expressivo comparando-se as situações completa e parcialmente completa de concreto e este fato mostra que a velocidade de vento crítica para que se atinja um modo ressonante é maior na primeira, como foi suposto e, posteriormente, comprovado pelos cálculos. Foram considerados três valores de ventos e, para ambas configurações, por uma aproximação sugerida na Norma NBR 6123/1988, não houve mudança da

velocidade crítica do vento para o modo ressonante em função da mudança de velocidade média dos ventos em cada um dos casos.

De acordo com Jo (1989), alguns dos métodos que reduzem as oscilações induzidas pelos vórtices de Kármán em estruturas de seção circular são:

- Obter uma velocidade de vento ressonante maior do que a velocidade do vento do projeto, aumentando a rigidez da seção da estrutura.
- Reduzindo a amplitude da vibração, aumentando a massa da estrutura.

Com essas informações, é possível perceber que a “Situação 2 – Cheia” é uma alternativa que atua nos dois pontos citados acima, pois aumenta a rigidez das seções onde, na “Situação 1 – Atual” eram apenas de PVC, mais precisamente no trecho acima de 0,5 m acima do solo e, além disso, a “Situação 2 – Cheia” ainda aumenta a massa da estrutura, afinal ela é inteiramente preenchida de concreto em comparação com a situação anterior, na qual grande parte do interior do tubo de PVC era vazia. Assim, a “Situação 2 – Cheia” atua de maneira a reduzir os efeitos de oscilações na estrutura.

A “Situação 2 – Cheia”, além de aumentar a rigidez da própria seção, aumentará a rigidez da estrutura como um todo, acrescentando ainda mais a velocidade de vento ressonante. Aqui foram feitos cálculos afim de se obter o quanto a rigidez da estrutura aumentará comparando-se a “Situação 1 – Atual” com a “Situação 2 – Cheia”. Também foram analisados os deslocamentos máximos da estrutura nas duas situações utilizando o *software* Ftool (2017).

A análise dos valores de força que ambas as seções são capazes de resistir é interessante pois na “Situação 1 – Atual”, no trecho onde só há o PVC resistindo às tensões exercidas no topo da estrutura, a sua maior tensão de escoamento à tração permite um maior esforço transversal no topo do poste. No entanto, o trecho de concreto abaixo do trecho de PVC, mais precisamente na seção onde há o engastamento efetivo, limitará uma resistência às tensões atuantes igual a da “Situação 2 – Cheia” pelo fato de o concreto ser menos resistente à tração quando comparado com o PVC. Assim, limita-se a máxima força atuante no topo da “Situação 1 – Atual” para a mesma obtida na “Situação 2 – Cheia”, ou seja, 69.5 N

Além disso, através dos valores obtidos é possível observar que para as três diferentes velocidades médias de vento consideradas, $\bar{V}$, tem-se o mesmo valor do

número de Strouhal, S_t , segundo a norma. Assim as velocidades críticas, V_{cr} , serão iguais para as três diferentes situações. Ainda se percebe que a “Situação 2 – Cheia” tem valores de V_{cr} maiores comparados aos valores de V_{cr} obtidos para a “Situação 1 – Atual”. No entanto, ambas as velocidades críticas são muito baixas e ainda distantes das velocidades médias de vento consideradas, ou seja, mesmo considerando uma situação de ressonância, a velocidade crítica de vento é tão baixa que não provocaria esforços que pudessem comprometer a estrutura.

No que se diz respeito a dosagem do concreto, o traço proposto difere pouco do que é usado atualmente nas ações em termos numéricos. Atualmente, para cada saco de cimento de 50kg, adiciona-se 6 latas de areia, 6 de brita e 1,5 de água (cada lata contendo 18L). Já no traço desenvolvido nesse estudo, adiciona-se 5 latas de areia, 6,5 de brita e 1,5 de água para cada saco de cimento. Como pode-se notar, a relação água/cimento, que é um dos fatores que mais interfere na resistência da mistura, foi mantida, sendo 0,54 em ambas as misturas.

A mistura de concreto mais crítica no que diz respeito a segurança e durabilidade do concreto é aquela na qual se adiciona mais água do que o recomendado, ou seja, quando a relação água/cimento é elevada. Entretanto, a adição de água abaixo da quantidade prevista pelo traço ideal implicaria prejuízo na trabalhabilidade além de encarecimento do projeto devido ao maior consumo de cimento e agregados e um pior desempenho no aspecto ambiental. Dessa forma, o estudo de faixas de água permitiu definir para duas resistências de cimento diferentes quais adições de água não trazem prejuízos à segurança. Ou seja, para um cimento Portland de 32 MPA o ideal de água seria 27 litros e o limite de água adicionada seria 33,75 litros. Para o cimento de resistência inferior, 26 MPA, verificou-se que uma quantidade menor de água deve ser adicionada: 23,5 litros passam a ser o ideal e o limite passa a ser 30,5 litros.

Os últimos aspectos estudados foram os relativos aos fretes e aos pedidos. A análise dos diversos cenários propostos de frete apontam para pequenos volumes e pesos de carga que precisam ser transportadas. A maior ação adotada pelos atores corresponde a instalação de 200 postes, que somam 700kg de materiais a serem transportados em um volume de $7,3\text{m}^3$. A título de comparação, um dos menores veículos de cargas disponível no mercado, o VUC, é capaz de carregar 4 toneladas de carga.

A análise da cubagem para os diferentes cenários mostrou-se, como esperado, vantajosa para as baterias e placas solares e desvantajosa para as caixas herméticas. Dado que as caixas herméticas são materiais que ocupam espaço e que são leves. Fazendo uma proporção para todos os cenários entre o peso real a ser transportado e a cubagem (Tabelas 21 a 35) é possível notar que para um mesmo cenário as proporções se mantêm como o esperado, dado que o tamanho escolhido para os cenários é proporcional e o fator de cubagem é o mesmo independente do modal.

A Tabela 55 resume as proporções encontradas para cada um dos modais de transporte.

Tabela 55 - Proporção de pesos para os cenários

	Cubagens		
	Terrestre	Aéreo	Marítimo
Placa Solar 10W	90%	50%	300%
Caixa Hermética	720%	398%	2400%
Bateria 12V 7Ah	24%	13%	81%

Fonte: Os autores

A análise da Tabela 55 revela que as maiores vantagens estão no modal aéreo, seguida pelo terrestre e por último o marítimo que, devido à desvantagem apresentada, não foi inserido na análise de custos para transporte de cargas. Os valores obtidos para a o frete aéreo e terrestre aparecem resumidos na Tabela 56.

Tabela 56 – Frete Aéreo x Frete Terrestre

	Frete terrestre		Frete aéreo	
Cenário 1	R\$	1.149,85	R\$	3.286,78
Cenário 2	R\$	1.972,65	R\$	6.573,56
Cenário 3	R\$	2.812,53	R\$	9.860,34
Cenário 4	R\$	3.652,41	R\$	13.147,12
Cenário 5	R\$	4.492,29	R\$	16.433,90

Fonte: Os autores

Assim como para fretes, diferentes cenários foram considerados, para os quais serão apresentados os resultados. Os valores de maior importância para a ONG são o custo de estoque por produto e total e o volume de estoque ocupado. Outros resultados pertinentes, mas não essenciais estão na seção de materiais e métodos. A Tabela 56 contém os custos anuais de estoque, revelando a

importância do próprio imóvel como custo fixo. Destaca-se que os custos de estocagem não são altos, mas o custo total anual fica elevado ao considerarmos o imóvel.

Tabela 57 – Custo Anual de Estoque

Custo Anual de Estoque						
Ações por ano	6			12		
# postes por ação	40	120	200	40	120	200
Caixas Herméticas	R\$ 293,41	R\$ 262,29	R\$ 338,33	R\$ 214,01	R\$ 370,69	R\$ 478,48
Baterias	R\$ 511,46	R\$ 884,72	R\$ 1.142,05	R\$ 722,30	R\$ 1.251,05	R\$ 1.615,09
Painel Fotovoltaico	R\$ 582,70	R\$ 1.299,91	R\$ 1.936,24	R\$ 729,18	R\$ 1.553,19	R\$ 2.263,80
Total sem imóvel	R\$ 1.387,57	R\$ 2.446,92	R\$ 3.416,62	R\$ 1.665,49	R\$ 3.174,93	R\$ 4.357,37
Imóvel (anualizado)	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
Total	R\$ 13.387,57	R\$ 14.446,92	R\$ 15.416,62	R\$ 13.665,49	R\$ 15.174,93	R\$ 16.357,37

Fonte: Os autores

A Tabela 57 por sua vez nos traz os volumes ocupados em cada situação e seus respectivos totais. Como base de comparação, lembramos que o imóvel atual tem disponível 35m³ para armazenagem. Com ambas as tabelas, podemos ver que o espaço disponível de armazenagem está superdimensionado, acarretando em custo fixo do imóvel de até 89% do custo total no caso de 6 ações de 40 postes por ano, nunca sendo menor que 73% do custo total anual. Do ponto de vista financeiro a ONG não está sendo eficiente necessita modificar o planejamento de estoques. A tendência no caso seria evitar continuar com um imóvel tão grande e evitar de ter estoques mais próximos no local das ações, uma vez que haveria custos de locação e o imóvel em São Paulo tem espaço livre. Mesmo que imóveis em outras localidades do Brasil sejam mais baratos, o baixo custo de estocagem não justifica o gasto.

Tabela 58 – Volume ocupado pelo estoque em cada cenário definido

Volume ocupado pelo Estoque						
Ações por ano	6			12		
# postes por ação	40	120	200	40	120	200
Caixas Herméticas (m3)	0,29	1,87	2,30	1,44	2,59	3,31
Baterias (m3)	0,07	0,12	0,15	0,10	0,17	0,22
Painel Fotovoltaico (m3)	0,36	0,83	1,22	0,47	0,97	1,44
Total (m3)	0,72	2,82	3,68	2,01	3,73	4,97

Fonte: Os autores

Para comparar custos de estoque e de frete, temos que ter em mente que os custos de frete estão dimensionados para cada ação e não estão anualizados. Baterias e placas solares tem baixo fator de cubagem por serem mais pesadas, favorecendo o frete, mas caixas herméticas são desfavoráveis para serem transportadas por ocuparem muito espaço. Como os itens elétricos mencionados são mais raros, continuar realizando o transporte deles é viável. Por outro lado, para justificar o transporte da caixa hermética deveríamos enviá-la com material dentro (suportes, fios, resistência, etc.), fazendo render o espaço ocupado. Caso contrário, o ideal será comprar a caixa mais próximo do local da ação, por ser comum.

7 Conclusões

Ao finalizar este trabalho, é possível concluir que conseguimos atender aos objetivos esperados. Isso porque, durante o projeto foi possível acompanhar diversas atividades da Litro da Luz nas quais seriam possíveis o estudo e a proposição de melhorias.

A tarefa de identificar todos os processos da ONG requisitou várias reuniões com os voluntários para entender cada etapa e todos os detalhes. Ainda, a participação dos autores em uma ação da Litro de Luz em São Paulo foi fundamental para identificar falhas no procedimento em campo e então fazer recomendações. Os pontos importantes estudados a partir da ação em campo foram: instalação dos postes no chão, transportes de materiais da sede até a obra, identificação dos postes e mapeamento das comunidades. Os pontos principais levantados em reuniões com a ONG foram: envio de materiais para ações em outros Estados, procedimentos de estoque, traço de concreto ideal e comportamento da estrutura no vento; sendo os dois últimos demandas da própria organização ao grupo.

O aumento da área de contato da base do poste com o solo, os furos na parte enterrada do solo, que melhora a interação da estrutura com sua fundação, e o seu completo preenchimento de concreto são fatores que irão contribuir não só para uma menor oscilação do poste no vento como também para menores deslocamentos e deformações associadas à estrutura, resultando um melhor desempenho e conforto quando há esforços gerados por pessoas, veículos ou

mesmo animais. A questão da oscilação não era crítica em termos de segurança, pois o poste é uma estrutura pequena e relativamente leve, não havendo relatos de falha estrutural por este efeito, mas a organização nos relatou desconfortos visuais quanto o movimento da estrutura no poste e por isso demanda foi solicitada.

A identificação digital dos postes, bem como o mapeamento digital não só traz praticidade para a Litro de Luz nas ações de campo, como também permitem um registro mais seguro das informações que atualmente são armazenadas manualmente em papel. No entanto, este tema não foi levado adiante, pois a ONG pretende desenvolver este tema no futuro dado que a prioridade dela neste momento é acertar os custos relativos com materiais e problemas técnicos e estruturais.

No que diz respeito ao traço do concreto, o traço proposto difere pouco do que é usado atualmente nas ações em termos numéricos. A principal diferença está no estudo técnico que foi feito para elaboração desse novo traço, algo que até o momento a Litro de luz não havia feito, a organização utiliza uma proporção que os próprios moradores da comunidade preparam. Esse apoio técnico irá proporcionar maior confiança no preparo da mistura, possibilitando que os organizadores das ações tenham certeza que o concreto preparado terá a resistência adequada para garantir a segurança do poste. O principal fator a ser controlado é o volume de água inserido na mistura e foi verificado em campo que este é um dos fatores menos controlados; os materiais secos acabam sendo utilizados sempre na proporção disponível na obra. Assim, a construção de possíveis faixas de traço permitem que a proporção dos materiais seja alterada sem comprometer a segurança. Além disso, o estudo irá proporcionar uma produção mais padronizada, tanto em relação as quantidades dos componentes como em relação a qualidade dos materiais utilizados e, conseqüentemente, uma produção mais segura.

Com relação às mercadorias estudou-se primeiramente os volumes e pesos a serem transportados e a partir dos valores obtidos percebe-se que entregas na grande São Paulo e para fora do Estado de São Paulo devem ser contratadas de forma diferente. Materiais que precisam ser entregues na grande São Paulo têm como melhor opção de transporte o aluguel de um caminhão tipo VUC por carga cheia, ou seja, a locação do veículo como um todo. Isso porque as companhias que trabalham com carga compartilhada não costumam prestar este tipo de serviço para

uma mesma cidade e o VUC é um veículo sem restrições de tráfego em centros urbanos.

Apesar das cargas transportadas serem inferiores à capacidade do veículo tem-se como alternativa o transporte conjunto não só dos materiais da obra, mas também, os mantimentos que serão consumidos pelos voluntários, materiais de anotação, de entretenimento para crianças das comunidades entre outros, que usualmente são transportados nos carros dos próprios voluntários. Já para envios para outros Estados, sugere-se a utilização de carga compartilhada rodoviária, especialmente com empresas que trabalham com cubagem. Apesar da cubagem do avião ser mais favorável à Litro do Luz para a maioria dos materiais, a cotação de valores feita resultou em o modal rodoviário como mais vantajoso. A ONG enfrenta problemas com a cotação do frete e por isso, o conhecimento do processo de precificação de fretes compartilhados é uma ferramenta que auxiliará a Litro do Luz a verificar se o valor pedido por uma transportadora por um dado frete é cabível ou não.

Relacionado ao estoque, embora o custo de armazenagem em si não seja alto, o preço do imóvel encarece os custos logísticos, de forma a tornar inviável manter as pequenas quantidades de materiais armazenados. Mesmo assim, o grupo recomenda que a ONG mantenha o imóvel em São Paulo, devido a importância e praticidade com voluntários e no preparo para as ações. Em outras cidades possíveis de abrir uma sede da ONG, é possível que o imóvel seja menos custoso que em São Paulo, mesmo assim, serão custos muito representativos. A recomendação seria manter todo material armazenado na base paulistana e levá-los para a ação apenas próximo a data de execução e só seria viável financeiramente manter estoque caso a quantidade de material seja muito superior ao do cenário mais arrojado calculado.

8 Considerações Finais

Um dos maiores benefícios trazido por esse estudo, além das melhorias técnicas apresentadas, é uma maior facilidade para se firmar parcerias e atrair patrocinadores. Ao basear todo o seu processo produtivo em estudos técnicos, a ONG passa a ser vista como uma organização que além de respaldo social, possui respaldo técnico para realizar suas ações se tornando ainda mais atrativa a receber

investimentos externos, dado que a seriedade e a credibilidade do trabalho desenvolvido são quesitos analisados por muitos parceiros.

Acredita-se que ainda existem melhorias a serem pensadas que vão além das esferas de atuação deste projeto. Uma delas seria a avaliação de combinação de modais entre trechos, por exemplo, as cargas enviadas para localidades que possuem hidrovias poderiam combinar o modal rodoviário com o hidroviário visando reduzir ainda mais os custos. Uma outra abordagem seria a viabilidade de abertura de sedes da ONG em outros estados que pudessem receber e armazenar seus materiais, embora seja muito custoso.

Pensando nas partes estruturais, seria conveniente avaliar a viabilidade e o resultado de uma leve armação metálica no interior do poste para reforçar ainda mais sua segurança, além de ter sido comprovado o benefício que o preenchimento completo do poste com concreto pode trazer. Com relação ao concreto fabricado, seria interessante avaliar a possibilidade de se utilizar uma betoneira manual em campo, evitando a presença de materiais não convenientes para o concreto – como resíduos – e possibilitando um maior controle da água, dado que a massa deixa de ser preparada no solo.

A Litro de Luz é uma organização séria, fiel aos seus objetivos e que está em acelerada expansão. Esse estudo buscou auxiliar de forma técnica para que a ONG esteja ainda mais preparada para o crescimento que está acontecendo e principalmente, para que ela consiga de forma simples adaptar as melhorias propostas por este projeto.

O estudo estrutural deixa claro o aumento significativo da rigidez e a redução de deslocamentos máximos que são resultados do enchimento completo do perfil de PVC, ou seja, de uma vantagem estrutural da “Situação 2 – Cheia” sobre a “Situação 1 – Atual” para os efeitos considerados.

9 Referência Bibliográfica

ABRADEE. A distribuição de energia elétrica - Setor de Distribuição. Disponível em: <http://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/a-distribuicao-de-energia> [aproximadamente 3 telas]. Atualizado em 20/12/12. Acessado em: 01/05/2017.

ABRAMS, D. A. Design of concrete mixtures. Chicago, 1919.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº414, 2010. Art. 14. Pag.20

AGENDA 2030, ONU. Disponível em: <tps://nacoesunidas.org/tema/agenda2030>. Acessado em 17/06/2017.

ANBIMA. Taxas de Títulos Públicos. Disponível em: http://www.anbima.com.br/pt_br/informar/taxas-de-titulos-publicos.htm Acesso: 20/11/2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Disponível em: <http://www.abcp.org.br>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e pela consistência Rio de Janeiro, 2015

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. % de Domicílios sem acesso a Energia Elétrica, 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acessado em: 21 de maio de 2017

AVER, A. A relação Iluminação Pública e Criminalidade, 2013

AZUL CARGO. Disponível em: <http://www.azulcargo.com.br/>. Acessado em: 22/11/2017.

BANCO DE INFORMAÇÕES DE MAPAS E TRANSPORTES. Distribuição dos modais de Transporte. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/bit/trodo/estatistica>. Acessado em 20/10/2017.

BANCO MUNDIAL. How to decrease freight and logistical cost in Brazil, 2008. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1323121030855/FreightLogistics.pdf?resourceurlname=FreightLogistics.pdf>. Acessado em 17/06/2017.

BANCO MUNDIAL. World Factbook, 2014. Disponível em: <http://www.worldbank.org/pt/country/brazil>. Acessado em 18/10/2017.

"BRASIL. Agência Nacional de Transporte de Cargas e Logística. Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas, 2014. Disponível em: <http://www.portalntc.org.br/media/images/publicacoes/manual-de-calculo-e-formacao-de-precos-rodoviario-2014/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Acessado em: 15/11/2017

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2014. Breve histórico sobre a evolução do planejamento nacional de Transportes. Marco Antonio Leite Sandoval.

BRASIL. Governo do Estado de São Paulo. Ações do Governo. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/acoes-governo>. Acessado em: 21/05/2017.

BRASIL. Governo do Estado de São Paulo. Piso Salarial Regional de SP. Disponível em: <http://www.emprego.sp.gov.br/pesquisa-e-servicos/piso-salarial-regional-de-sp/> Acesso: 15/11/2017

BRASIL. Governo Federal. Portal do Brasil, 2009. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2009/11/agencias-reguladoras>. Acesso: 24/05/2017.

BRASIL. Senado Nacional. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Lei nº 9.427/1996. Decreto nº 2.335/1997.

BRASIL. Senado Nacional. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Art 144. P.90. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf?sequence=1 . Acessado em: 21 de Maio de 2017

BRASIL. Senado Nacional. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Art 3º.p. 11. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf?sequence=1. Acesso: 21/05/2017

BRASIL. Senado Nacional. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Art 30. P.34. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf?sequence=1. Acessado em: 21 de Maio de 2017

BRASKEM, Propriedades de Referência dos Compostos de PVC. Boletim Técnico, 2002.

CRESESB, Sudeste Potencial Eólico. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2011. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=1> Acessado em: 15/11/2017

CRÉSO COIMBRA. Visão histórica e análise conceitual dos transportes no Brasil, 1974.

DALLA COSTA, M. A., Autonomous Street Lighting System based on Solar Energy and LEDs, 2010

DASSIE, C., Milhares de famílias ainda vivem sem acesso à energia elétrica no Piauí, 2016, Globo Repórter. Disponível em:

<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2016/11/milhares-de-familias-ainda-vivem-sem-acesso-energia-eletrica-no-piaui.html>.

EF SOLUÇÕES LOGÍSTICAS. Disponível em: <https://www.fretebras.com.br/empresa/ef-solucoes/sao-paulo-sp/setor-transportadora/589099860/>. Acessado em: 23/11/2017

FÁVERO, L.P.L., Modelo de Preços Hedônicos Aplicados a Imóveis Residenciais em lançamento no município de São Paulo. São Paulo, 2003

FTOOL *Software* para cálculos estruturais. Disponível em: <https://www.alis-sol.com.br/Ftool/> . Acessado em: 30/11/2017

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br> . Acessado em: 22/05/2017

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br> . Acessado em: 21/05/2017

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Infra-Estrutura de Transportes, 2005. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br> . Acessado em: 22/10/2017.

GARCIA, E., DOS REIS, L., MACHADO, L. e FERREIRA FILHO, V.J., Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora E-papers. 2006

GOEBEL, D., 1996. Logística: otimização do transporte e estoques na empresa. Estudos em Comércio Exterior, vol. 1(1), pp.1-45. Rio de Janeiro, 1996.

GRILICHES, Z. Hedonic price indexes for automobiles: An econometric analysis of quality change. In: The price statistics of the Federal Government. National Bureau of Economic Research, 1961. New York. (General Series, 73). Reimpresso em: Griliches, Z. Price indexes and quality change: studies in new methods of measurement. Cambridge, Harvard University Press, 1971 – p.55-87.

HELENE, P.; TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto, 1992. Pag.232

HOLMES, R. W, The purpose of road lighting, 1997. Disponível em: <http://www.thestandrewsprize.com/news-articles/2016-winner-announced-liter-of-light-brazil> (aproximadamente 4 telas). Atualizada em 18/04/2016. Acessado em 01/05/2017.

IBRACON. Instituto Brasileiro de Concreto. Concreto: Ciência e Tecnologia – Vol.2.

ILOS. Instituto de Logística e Supply Chain. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/>. Acessado em 22/10/2017

JO I., KANEKO T., NAGATSU S., TAKAHASHI C., KIMURA M., Development of Highway Light Pole with Resistance to Wind Vortex-Induced Oscillations. Kawasaki Steel Technical Report, 1989.

JORDAN, D.C. and KURTZ, S.R. Photovoltaic degradation rates—an analytical review. Progress in photovoltaics: Research and Applications, 21(1), 2013 pp.12-29.

KENNEDY, M. Light brigade: carrying the torch for London's last gas street lamps - The Guardian. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20151225124433/http://www.theguardian.com/culture/2015/dec/25/londons-last-gas-street-lamps> [aproximadamente 6 telas]. Atualizado em 25/12/2015. Acessado em: 23/04/2017.

KHERBACHA, O., MOCANA, M. L., The importance of logistics and supply chain management in the enhancement of Romanian SMEs, 2016

LATAM CARGO. Disponível em: <http://www.latamcargo.com/pt/home>. Acessado em: 22/11/2017.

CARACOGLIA, L., JONES, N.P., Numerical and experimental study of vibration mitigation for highway light poles, 2006.

MANSIDÃO, R., COELHO, L.A.G., Logistics Performance: a Theoretical Conceptual Model for Small and Medium Enterprises, 2014

MAZZILLI C.E.N., CYRO ANDRÉ J., BUCALEM M.L., CIFÚ S., Mecânica das Estruturas II, 2010.

NETO E.S.A., Flexo-Compressão e Falmbagem de Barras Esbeltas, 2011.

NETO, E. F., Estimação do Preço Hedônico: Uma Aplicação Para O Mercado Imobiliários da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002

PAINTER, K., Situational Crime Prevention: Successful Case Studies – Cap. 16: The Crime Reducing Effect of Improved Street Lighting: The Dudley Project

PAINTER, K., The influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian street use, after dark, 1996.

PEASE, K. A review of street lighting evaluations: crime reduction effects, 1999

QGIS para Windows, versão 2.18.14: Las Palmas. Open-source Geographic Information System, 2017. Disponível online em https://www.qgis.org/pt_BR/site.

R. FRANKE, W. RODI, B. SCHNUNG, NUMERICAL CALCULATION OF LAMINAR VORTEXSHEDDING FLOW PAST CYLINDERS, 1990

REDIMIX, Tipos de Concreto. Disponível em: <http://www.redimix.com.br/tiposdeconcreto/>. Acessado em: 10/11/2017

RENTAL CARGAS. Disponível em: <http://www.rentalcargas.com/>. Acessado em: 23/11/2017

RODRIGUES, F.; DIAS, P. H.; DUCATTI, V. A. A dosagem do concreto pelo método de Ary Frederico Torres. Departamento de Engenharia de Construção de Civil, Programa de Pós-Graduação, São Paulo, 1988.

ROLIN, C. O empobrecimento da África e as estratégias atuais para reversão da situação, 2009. Disponível em:

[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42307401/texto_para_discussao_ano_2009_texto_06.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498229504&Signature=6PfVogzXcnts2OWfkCPwTCaimrk%3D&response-content-](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42307401/texto_para_discussao_ano_2009_texto_06.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498229504&Signature=6PfVogzXcnts2OWfkCPwTCaimrk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DO_empobrecimento_da_Africa_e_as_estrateg.pdf)

[disposition=inline%3B%20filename%3DO_empobrecimento_da_Africa_e_as_estrateg.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42307401/texto_para_discussao_ano_2009_texto_06.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498229504&Signature=6PfVogzXcnts2OWfkCPwTCaimrk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DO_empobrecimento_da_Africa_e_as_estrateg.pdf) Acessado em: 15/06/2017

SCHÖNSLEBEN, P. Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies. 5 ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

SOARES, A.P., de FNC ROSOLEM, M., DOS SANTOS, G.R., SOARES, L.A., FRARE, P.T., ARIOLI, V.T. e BECK, R.F., Storage Impact in VRLA Batteries Life. INTELEC 2008 - 2008 IEEE 30th International Telecommunications Energy Conference. San Diego, p.1-8, Outubro 2008.

STEPHEN ATKINS, The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime, 1991 .

STUNDZA, A. Tom, Wal-Mart goes green big time. Purchasing 135.16 (2006): 46-48.

The St Andrews Prize for the Environment, 2016. Winner Announced – Liter of Light Brazil. Disponível em:

TRANSTECH. Disponível em: <http://www.transtech.com.br/>. Acessado em: 23/11/2017

TUTIKIAN, H. – Dosagem dos concretos de cimento Portland. Concreto: ciência e tecnologia. IBIRACON. p. 415- 452

ULISSES, Giampietro, Viabilidade Econômica da Energia Solar nas áreas rurais do nordeste brasileiro, 2014.

Anexo A

Cotação transporte aéreo - Azul Linhas Aéreas

As figuras 51 a 54 mostram os resultados obtidos na cotação das placas solares e caixas herméticas no transporte aéreo da Azul Linhas Aéreas.

Figura 51 - Cotação do frete das Placas Solares na Azul

🏠 Origem

CEP

Cidade/UF

05413-001

SAO PAULO/SP

☐ Solicitar coleta

☒ Despacho na loja Azul Cargo Express

✈️ Destino

CEP

Cidade/UF

69095-000

MANAUS/AM

☒ Entrega no destino

☐ Retira na loja Azul Cargo Express

📄 Descrição da mercadoria

Tipo de mercadoria

Valor

Seguro

CARGA VULNERAVEL

600,00

Seguro Azul Cargo Express

❗	Volumes (unid)	Peso (Kg)	Cubagem (cm³)	Embalagem	Tipo	CxLxA (cm)
✖	1,00	12,00	6,00	EMBALAGEM PRÓPRIA	CAIXA DE PAPELÃO	10,00 x 60,00 x 60,00

+ Adicionar

Fonte: Azul Linhas Aéreas, 2017

Figura 52 -Preços para transporte das placas solares

\$ Serviços disponíveis					
	Frete	Ad Valorem	Taxas	Prazo	Total
☐ 	R\$ 209,70	R\$ 1,98	ENTREGA: R\$ 28,50 CAPATAZIA: R\$ 1,50 EMISSAO: R\$ 1,00	D + 5 dia(s)	R\$ 242,68* Peso cobrado: 30,00 Kg
☐ 	R\$ 230,07	R\$ 3,96	CAPATAZIA: R\$ 0,60 EMISSAO: R\$ 1,00	D + 2 dia(s)	R\$ 235,63* Peso cobrado: 12,00 Kg

Fonte: Azul Linhas Aéreas, 2017

Figura 53 - Cotação do transporte aéreo das Caixas Heméticas na Azul

Origem

CEP: 05413-001
Cidade/UF: SAO PAULO/SP

☒ Solicitar coleta
☐ Despacho na loja Azul Cargo Express

Destino

CEP: 69095-000
Cidade/UF: MANAUS/AM

☒ Entrega no destino
☐ Retira na loja Azul Cargo Express

Descrição da mercadoria

Tipo de mercadoria: CARGA VULNERAVEL
 Valor: 220,00
 Seguro: Seguro Azul Cargo Express

	Volumes (unid)	Peso (Kg)	Cubagem (cm³)	Embalagem	Tipo	CxLxA (cm)
x	1,00	6,00	24,00	EMBALAGEM PRÓPRIA	CAIXA DE PAPELÃO	40,00 x 60,00 x 60,00

[+ Adicionar](#)

Fonte: Azul Linhas Aéreas, 2017

Figura 54 - Cotação para Transporte Aéreo das caixas herméticas

\$ Serviços disponíveis					
	Frete	Ad Valorem	Taxas	Prazo	Total
☒ 	R\$ 445,48	R\$ 1,45	COLETA: R\$ 25,50 CAPATAZIA: R\$ 1,20 EMISSAO: R\$ 1,00	D + 2 dia(s)	R\$ 474,63* Peso cobrado: 24,00 Kg
☐ 	R\$ 209,70	R\$ 0,73	COLETA: R\$ 28,50 ENTREGA: R\$ 28,50 CAPATAZIA: R\$ 1,50 EMISSAO: R\$ 1,00	D + 5 dia(s)	R\$ 269,93* Peso cobrado: 30,00 Kg

Fonte: Azul Linhas Aéreas, 2017

Cotação transporte aéreo – Latam Cargo

As figuras 55 a 58 mostram os resultados obtidos na cotação das placas solares e caixas herméticas no transporte aéreo da Latam Cargo.

Figura 55 - Dados para cotação do transporte aéreo das placas solares

Origem	GRU-GUARULHOS INTERNATIONAL, SAO PAULO		
Coleta	☐ sim ☒ não	CEP	
Destino	MAO-EDUARDO GOMES INTERNAT, MANAUS		
Entrega	☐ sim ☒ não	CEP	
Tipo de Carga	CARGA GERAL		
Tipo de embalagem	CAIXA DE PAPELÃO		
Número de Volumes	1	Peso/Volumetria	
Peso	12.0		
Produto	Todos		
Tipo de Seguro	TAM		Outras taxas
Valor Declarado	600		
Forma de pagamento	☒ Pago na Origem ☐ Pago no Destino		

Fonte: Latam Cargo, 2017

Figura 56 - Valores Obtidos para o frete aéreo das placas solares

Produto	Frete Calculado	Valor Tarifa	Taxa de coleta	Taxa de entrega	Outras taxas	Impostos	Total
CONVENCIONAL	309.84	25.82			2.00	124.74	311.84
PROXIMO DIA	230.57	230.57			4.00	93.83	234.57
PROXIMO VOO	452.00	452.00			4.00	182.40	456.00

Fonte: Latam Cargo, 2017

Figura 57 - Dados para a cotação do transporte aéreo das caixas herméticas

Origem	GRU-GUARULHOS INTERNATIONAL, SAO PAULO		
Coleta	☐ sim ☒ não	CEP	
Destino	MAO-EDUARDO GOMES INTERNAT, MANAUS		
Entrega	☐ sim ☒ não	CEP	
Tipo de Carga	CARGA GERAL		
Tipo de embalagem	CAIXA DE PAPELÃO		
Número de Volumes	1	Peso/Volumetria	
Peso	23.99		
Produto	Todos		
Tipo de Seguro	TAM		Outras taxas
Valor Declarado	220		
Forma de pagamento	☒ Pago na Origem ☐ Pago no Destino		

Fonte: Latam Cargo, 2017

Figura 58 - Valores obtidos para o frete das caixas herméticas

Produto	Frete Calculado	Valor Tarifa	Taxa de coleta	Taxa de entrega	Outras taxas	Imposto	Total
CONVENCIONAL	619.68	25.82			0.73	248.17	620.41
PROXIMO DIA	432.78	432.78			1.47	173.71	434.25
PROXIMO VOO	708.00	708.00			1.47	283.79	709.47

Fonte: Latam Cargo, 2017

Anexo B

Avaliação de imóveis

Imóvel 1:

Figura 59 – Imóvel 1



Fonte: ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 2:

Figura 60 – Imóvel 2



Fonte: ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 3:

Figura 61 – Imóvel 3



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR			VALOR DE LOCAÇÃO
Rua Doutor Gabriel de Resende			R\$ 4.000,00
Vila Prudente, São Paulo - SP			Simular Garantia de Aluguel
120	120	3	
ÁREA ÚTIL (M²)	ÁREA TOTAL (M²)	VAGAS	

Fonte:ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 4:

Figura 62 – Imóvel 4



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR		VALOR DE LOCAÇÃO
Rua Capitão Pacheco e Chaves		R\$ 1.500,00
Vila Prudente, São Paulo - SP		
100	100	
ÁREA ÚTIL (M²)	ÁREA TOTAL (M²)	

Fonte:ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 5:

Figura 63 – Imóvel 5



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR
Rua do Orfanato
Vila Prudente, Sao Paulo - SP

VALOR DE LOCAÇÃO
R\$ 1.900,00

70	70	2
ÁREA ÚTIL (M²)	ÁREA TOTAL (M²)	VAGAS

Fonte:ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 6:

Figura 64 – Imóvel 6



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR
Rua Fidélis Papini
Vila Prudente, Sao Paulo - SP

VALOR DE LOCAÇÃO
R\$ 2.100,00

140	140
ÁREA ÚTIL (M²)	ÁREA TOTAL (M²)

Fonte:ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 7:

Figura 65 – Imóvel 7



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR
Rua José dos Reis
Vila Prudente, São Paulo - SP

VALOR DE LOCAÇÃO
R\$ 15.000,00
[Simular Garantia de Aluguel](#)

750	900	30
ÁREA ÚTIL (M²)	ÁREA TOTAL (M²)	VAGAS

Fonte: ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 8:

Figura 66 – Imóvel 8



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR
Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia
Mello
Vila Prudente, São Paulo - SP

VALOR DE LOCAÇÃO
R\$ 8.000,00

500	500	32
ÁREA ÚTIL (M²)	ÁREA TOTAL (M²)	VAGAS

Fonte: ZAP Imóveis, 2017

Imóvel 9:

Figura 67 – Imóvel 9



LOJA/SALÃO PARA ALUGAR
Rua Ibitirama
Vila Prudente, Sao Paulo - SP

VALOR DE LOCACAO
R\$ 2.500,00
Simular Garantia de Aluguel

80 ÁREA ÚTIL (M²)	80 ÁREA TOTAL (M²)	R\$ 183 IPTU
-----------------------------	------------------------------	------------------------

Fonte: ZAP Imóveis, 2017