



cbESF
Natal - RN

V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018

Integre-se por Luz: iluminação de ruas e espaços públicos utilizando postes de energia solar na Vila Acaba Mundo em Belo Horizonte

Adalberto Teodoro dos Santos; Guilherme Diniz Silva; Isis dos Santos Kroeff; Lucas Teles de Oliveira Dieguez; Rodrigo de Oliveira Carvalho

*Núcleo Belo Horizonte, BH, MG
belohorizonte@esf-brasil.org
projetos.bh@esf-brasil.org*

Resumo: *Os Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Belo Horizonte formam uma organização sem fins lucrativos que trabalha desde novembro de 2015 promovendo o desenvolvimento humano e sustentável por meio da engenharia. O projeto tem como proposta solucionar a falta de iluminação pública em diversos pontos da cidade, diminuindo a sensação de insegurança de transeuntes e o abandono dos locais, utilizando postes de energia solar. Pretende-se levar mais conforto e segurança às populações de áreas carentes através de tecnologia limpa, sustentável e econômica. O local onde está sendo realizada a primeira edição é a Vila Acaba Mundo, uma das comunidades mais antigas de BH que abriga mais de duas mil pessoas. Os postes serão implantados na rua nomeada como “Monte Azul”, por onde muitas pessoas precisam transitar todas as noites sem nenhum ponto de iluminação pública por dezenas de metros. Enquanto está sendo desenvolvido e testado o protótipo do poste fotovoltaico, foram realizadas ações de engajamento comunitário buscando aproximar os moradores locais aos objetivos da organização. As atividades incluíram ações de educação ambiental, culturais e recreativas, intervenções físicas e roda de conversa. A ideia base do projeto é de que ele seja replicável e expandido para outras localidades, além de o trabalho na Vila ser contínuo, impactando positivamente cada vez mais pessoas.*

Palavras-chave: *Poste. Fotovoltaico. Solar. Iluminação. Comunidade.*

1 INTRODUÇÃO

A iluminação pública garante conforto, segurança ao caminhar, previne a criminalidade, embeleza as áreas urbanas e permite as atividades de lazer para as comunidades. Em São Paulo, o Parque do Ibirapuera teve um aumento de 30% no número de transeuntes à noite, após adequação da iluminação pública.

Em Belo Horizonte (MG), no entanto, existem localidades cujo serviço é insatisfatório ou mesmo inexistente. Em 13 de setembro de 2017 o assunto foi levado para a Câmara Municipal, para que fossem debatidos planos de revitalização, dada a sua severidade. São muitas as fontes da precariedade do serviço de iluminação pública na cidade, como aponta a notícia do jornal “Estados de Minas”, publicada em 22 de outubro de 2017, mostrando o acúmulo de pedidos de manutenção e implantação de postes de iluminação (EM, 2017).

A partir do problema exposto os Engenheiros Sem Fronteiras – Núcleo BH (ESF-BH) desenvolveram o presente projeto, seguindo a sua missão de promover o desenvolvimento humano e sustentável por meio da engenharia. Propõe-se a aplicação de soluções sustentáveis



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

para implantação de um eficiente sistema de iluminação pública alimentado por uma fonte de energia renovável. Com a instalação de postes de iluminação com tecnologia fotovoltaica e materiais simples, o projeto visa iluminar áreas públicas de comunidades carentes da capital mineira, buscando tratar o problema da precariedade de energia elétrica relacionada à iluminação pública com a utilização de soluções tecnológicas sustentáveis e de baixo custo.

A primeira comunidade prospectada para receber os postes é a Vila Acaba Mundo, localizada na região Centro-sul de BH. A Vila, hoje com mais de duas mil pessoas e cerca de 33,3 mil metros quadrados, é uma das comunidades mais antigas da cidade, surgida por volta dos anos 1940 com as atividades de uma mineradora (PBH, 2018). Nela estão presentes uma nascente preservada, um espaço agradável de convivência para os moradores e estímulo à preservação ambiental. Os postes serão implantados no acesso superior à comunidade, a rua nomeada como “Monte Azul”. O local por onde muitos moradores precisam transitar todas as noites, indo trabalhar ou voltando para casa, não possui atualmente nenhum ponto de iluminação pública por uma extensão de dezenas de metros.

Idealizado pelo ESF-BH, o projeto teve como inspiração as atividades da organização sem fins lucrativos Litro de Luz. Esta parceira atua em mais de 20 países, somente no Brasil já impactou diretamente mais de seis mil pessoas levando luz a populações isoladas (Litro de Luz, 2017).

Buscando resolver o problema da ausência de iluminação pública e principalmente fomentar a sensação de pertencimento dos moradores para com o ambiente e o território em que a Vila se insere, vem sendo executado o projeto Integre-se por Luz em conjunto com colaboradores, as lideranças e a própria comunidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Promover o empoderamento social, segurança, bem-estar e qualidade de vida aos moradores da Vila Acaba Mundo através da iluminação de um acesso importante à comunidade.

2.2 Objetivos Específicos

- Instalar um conjunto de postes de luz sustentáveis, alimentados por energia fotovoltaica, atingindo um nível de iluminação coerente com as necessidades dos respectivos locais.
- Integrar a comunidade à ideia do projeto através de atividades de mobilização social realizadas em conjunto com a Associação de Moradores.
- Promover a sensibilização ambiental em relação a conservação dos cursos d'água e outros patrimônios naturais dentro da Vila.
- Estimular a autovalorização do espaço por parte dos moradores a partir de intervenções físicas promovidas no local.



3 METODOLOGIA

3.1 Desenvolvimento do poste

3.1.1 Descrição do sistema

O projeto é composto por um poste formado de tubos de PVC em sua estrutura, que tem cerca de 3 metros, sendo de fácil manuseio e simples instalação, a mesma não necessita de mão de obra especializada e é de fácil consecução. A fundação é simples, podendo ser fixada em locais de difícil acessibilidade devido à pouca complexidade de sua estrutura.

O sistema elétrico do poste é composto por vários itens, incluindo painel solar, sistema de fixação do painel ao poste, fusíveis, cabos elétricos, bateria, circuito controlador de carga, circuito de acionamento do LED, conexões e o LED propriamente dito. Pela relativa simplicidade do projeto, se adota como premissa um sistema de corrente contínua (CC) off-grid, isto é, não conectado à rede elétrica. As placas fotovoltaicas apresentam tensão de circuito aberto por volta de 18V, necessária para carregar baterias de 12V no sistema, considerando perdas e a alimentação dos componentes auxiliares. É necessário proteger a bateria contra sobrecarga, o que envolve um circuito de controle da carga total fornecida à bateria pela placa fotovoltaica. Além disso, a proteção dos circuitos e do LED envolve a utilização de fusíveis.

Os dados de uma das placas fotovoltaicas analisadas são apresentados na Tabela 1 abaixo, onde tem-se a tensão nominal definida como 16,5V, um pouco abaixo da tensão de trabalho ideal.

Tabela 1 – Dados da Placa Fotovoltaica Analisada.

Máxima Potência (Pm):	10 W
Tensão em Máxima Potência (Vm) :	16.5 V
Variação de potência	±3%
Corrente em Máxima Potência (Im):	0.59 A
Tensão de Circuito Aberto (Voc):	22.2 V
Corrente de Curto-Circuito (Isc):	1,20 A
Eficiência:	10%

Fonte: Autoria própria.

A orientação correta dos painéis determina a eficiência do sistema, devido ao fluxo de irradiação solar. Baseando-se nos dados do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (2018), para a cidade de Belo Horizonte, a inclinação ideal, ligeiramente menor que a latitude da cidade, está entre 15° e 19°, voltada para o norte. A partir deste ângulo de inclinação, se obtém uma irradiação de 4,94 kWh/m² diários.

O sombreamento é, no entanto, um fator mais crítico do que a inclinação, exigindo uma avaliação prévia do local de instalação dos postes. Esta avaliação deve ser feita antes da etapa de execução do projeto, para adequar os dados de eficiência energética aos cálculos de irradiação de luz solar.

Optou-se por LEDs de alto brilho como fontes de iluminação, devido à sua eficiência luminosa, definida como fluxo luminoso/potência, e as questões construtivas, uma vez que LEDs são menores e seu manuseio é mais adequado à aplicação ao projeto. O circuito LDR tem como função acionar o LED ao anoitecer e desligá-lo quando o sistema detectar um nível mínimo de irradiação solar. Ao anoitecer, a resistência do LDR aumenta, acionando o MOSFET

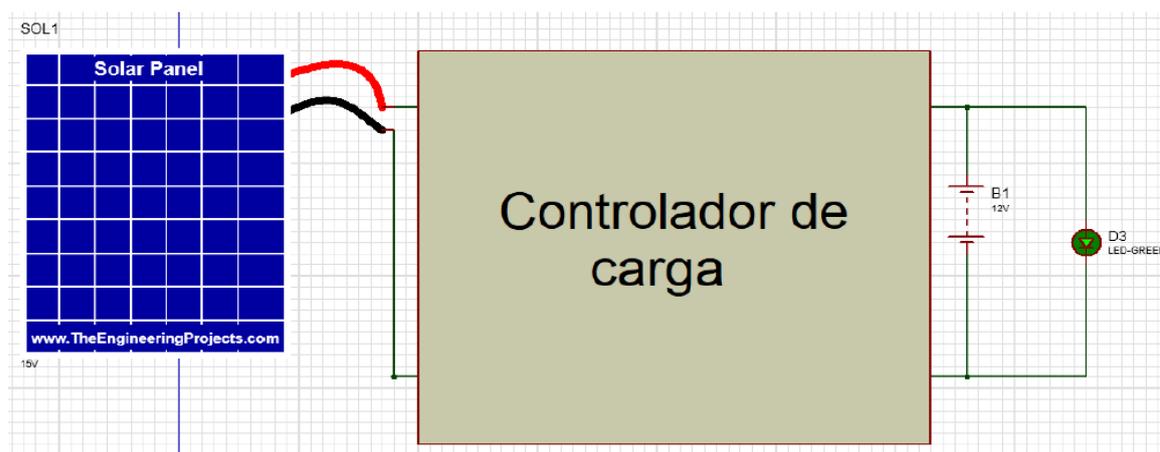


e ligando o LED. As lâmpadas são envolvidas por uma luminária feita de garrafa PET transparente que garante maior proteção e luminosidade.

O circuito leva em conta o máximo de simplicidade, com o mínimo de componentes. Seu funcionamento específico é baseado em baixo consumo de corrente, tornando o projeto mais barato e exigindo menos carga da bateria. O sistema off-grid tem como escopo a utilização de uma bateria de chumbo-ácido de 12V, 7Ah de carga.

A função do circuito é permitir a máxima carga da bateria, ao mesmo tempo em que a protege de sobrecargas provenientes do painel. O projeto demandou um circuito de controle automático (Figura 1), que não exija acionamento diário. O controlador de carga deve considerar uma perda, por não idealidade, de 3%. Aumentando esse número para 10% por segurança, temos uma potência aproveitada de 9W. Para conferir o dimensionamento do controlador de carga divide-se a potência real gerada pela tensão de trabalho: $9W/12V=0,75A$. O controlador supera com folga a capacidade de corrente para carregar a bateria.

Figura 1 – Circuito controlador de carga da bateria.



Fonte: Autoria própria.

O circuito também possui um diodo de proteção (by-pass), que evita correntes de retorno vindas da bateria, protegendo o painel solar.

A potência total escolhida para a iluminação foi de 3W (seja com uma lâmpada de LED de 3W ou 3 Power LEDs de 1W cada). A quantidade de horas de funcionamento de um poste de iluminação comum é de aproximadamente 12 horas. Por fim, a potência considerada para o restante dos componentes inicialmente foi de 1W. Assim, o consumo diário C_D de energia, em Wh pode ser calculado pela Equação (1):

$$(P_{led} + P_{componente}) \times \text{tempo de funcionamento} = C_D \quad (1)$$

$$(3W + aW) \times 12 = 48Wh$$

Conclui-se que o sistema deve gerar 48Wh de energia para a sua aplicação. A partir do valor de consumo diário e dos dados de irradiação solar disponíveis para a cidade de Belo Horizonte, determina-se a menor irradiação solar média mensal como base do dimensionamento. Essa determinação garante o funcionamento do sistema o ano inteiro, mesmo nas épocas do ano de baixo índice de irradiação solar.

**cbESF****Natal - RN 2018****V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

A partir dos parâmetros avaliados, começou-se a desenvolver um protótipo que visa avaliar ao funcionamento do sistema, precedentemente à implantação dos postes. Os materiais utilizados na confecção do protótipo estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Materiais constituintes no protótipo.

Quantidade	Equipamento
1	BATERIA CHUMBO 12V 7AH*
1	PAINEL SOLAR 10W - 18V OU 24V
1	CONTROLADOR DE CARGA EPSOLAR LANDSTAR LS1024E 10A 12/24v**
1	LÂMPADA LED 2,6W

*Tensão Nominal: 12V | Capacidade Nominal: 7,0Ah | Terminal: Faston F187 | Dimensões (C x L x A): 151 x 65 x 100mm | Peso: 2kg

**Corrente nominal do painel solar (entrada): 10A

Tensão de operação: 12/24 Vcc

Máxima tensão das baterias: 32V

Autoconsumo: $\leq 6\text{mA}$

Temperatura de trabalho: -35°C a $+55^{\circ}\text{C}$

Proteção IP30

A Tabela 3 apresenta o orçamento feito para a elaboração do protótipo, incluindo o seu custo total.

Tabela 3 – Orçamento do protótipo.

Produto	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
TRANSISTOR IRF540N	1	R\$ 3,32	R\$ 3,32
TRANSISTOR TIP122	2	R\$ 1,50	R\$ 3,00
LED COMUM VERDE OU VERMELHO LED-RED	3	R\$ 0,20	R\$ 0,60
LED ALTO BRILHO 3W 1N4007	1	R\$ 3,90	R\$ 3,90
BATERIA CHUMBO 12V 7AH 12V	1	R\$ 78,85	R\$ 78,85
CAPACITOR 0.1 μF 50V 0.1 μF	1	R\$ 0,30	R\$ 0,30
CAPACITOR ELETROLITICO 100 μF 40V 1 μF	1	R\$ 0,30	R\$ 0,30
CAPACITOR ELETROLITICO 100 μF 40V - 2 100 μF	1	R\$ 0,35	R\$ 0,35
DIODO 1N4007	1	R\$ 0,15	R\$ 0,15
DIODO ZENER 1N5242B - 12V 1W 1N5242B	1	R\$ 0,20	R\$ 0,20
DIODO ZENER 1N5246B - 15V 1W 1N5246B	1	R\$ 0,31	R\$ 0,31
POTENCIOMETRO 5k Ω	1	R\$ 1,30	R\$ 1,30
REGULADOR DE TENSÃO LM317K	1	R\$ 2,40	R\$ 2,40
RESISTOR 100 Ω 1W	1	R\$ 0,16	R\$ 0,16
RESISTOR 120k Ω 10W	1	R\$ 2,20	R\$ 2,20
RESISTOR 1k Ω 1W	2	R\$ 0,19	R\$ 0,38
RESISTOR 22k Ω 1W	1	R\$ 0,13	R\$ 0,13
RESISTOR 470 Ω 1W	1	R\$ 0,13	R\$ 0,13



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

SENSOR LDR 100kΩ	1	R\$ 0,75	R\$ 0,75
PAINEL SOLAR 10W - 18V OU 24V	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
PVC 6 METROS 100 MM	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
ESTANHO PARA SOLDA COM FLUXO	1	R\$ 7,85	R\$ 7,85
JUNÇÃO SIMPLES PVC 100 MM	1	R\$ 16,26	R\$ 16,26
LUVA PVC 100 MM	1	R\$ 6,90	R\$ 6,90
JOELHO PVC 45° 100MM	2	R\$ 8,59	R\$ 17,18
PLACA DE COBRE PCB VIRGEM 10X15 CM	1	R\$ 7,90	R\$ 7,90
LAMPADA DE LED	1	R\$ 11,20	R\$ 11,20
PERCLORETO DE FERRO	1	R\$ 12,86	R\$ 12,86
CABOS DE COBRE	1	R\$ 8,00	R\$ 8,00
TOTAL			R\$ 341,88

3.1.2 Local de instalação

Foram realizadas 3 visitas em comunidades de Belo Horizonte com o objetivo de definir o local que receberá os postes na primeira edição do projeto. Foram analisados os critérios de seleção definidos no projeto, uma vez que essa seleção deve considerar uma série de fatores legais e técnicos, além de se alinhar ao objetivo e aos valores do ESF-BH.

Os pontos de interesse considerados foram: a) Carência de iluminação pública ou precária; b) Realidade socioeconômica da população local; c) Locais com baixo fluxo de veículos (questões técnicas como uniformidade e nível de ofuscamento); d) Aprovação da prefeitura; e) Aceitação da comunidade local; f) Capacidade de implantação dos postes; g) Incidência de radiação solar; h) Questões jurídicas.

A comunidade que se mostrou a mais favorável a realização do projeto em primeiro momento foi a Vila Acaba Mundo, uma vez que a Associação de Moradores se posicionou como parceira para realização das atividades de engajamento comunitário e capacitação dos moradores. A rua identificada como Monte Azul é um acesso importante com boa incidência solar, e sua iluminação trará benefícios diretos aos moradores que a evitam por insegurança. A partir da análise técnica da rua, foi definida a necessidade de seis postes para atingir os níveis de iluminação mínima.

3.2 Mobilização popular

Buscando a aproximação do ESF-BH junto à população residente da Vila antes da implantação dos postes, foram executadas atividades no local, para construir em conjunto com os moradores o ideal de ocupação do espaço urbano. Ao longo do planejamento foram feitas diversas visitas e reuniões com as lideranças e representantes comunitários, buscando ouvir as suas necessidades, discutir e adequar as propostas.

No dia 01 de setembro de 2018 foi realizada a ação “A Rua é Nossa”, onde foram divididas 7 frentes de trabalho principais responsáveis pelas atividades descritas a seguir.

- **Turno da manhã:**

Roda de conversa: Foram convidados colaboradores para falar sobre assuntos como empoderamento feminino e educação ambiental, incluindo empreendedoras sociais, agentes da Superintendência de Limpeza Urbana de BH e do Centro de Controle de Zoonoses.



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

Limpeza do córrego: Os voluntários devidamente equipados percorreram um trecho da margem de um curso d'água que atravessa a Vila retirando os resíduos sólidos grosseiros que poluíam o rio.

Pintura: Voluntários junto a crianças da comunidade fizeram a pintura dos beirais próximos a calha do rio e de uma das casas.

Escada de pneus: Foram doados pneus e mão de obra para a construção de uma escada próxima à rua Monte Azul, onde os moradores tinham dificuldade em transitar devido a declividade acentuada.

Almoço com a comunidade: Foram arrecadados alimentos e voluntários prepararam um almoço para todos os colaboradores e membros da Vila presentes, realizando um momento de interação entre o grupo e os moradores.

- **Turno da tarde:**

Contaçon de histórias: Uma artista circense contadora de histórias realizou uma atividade lúdica com crianças da Vila.

Campeonato de Rolimã: Em parceria com uma equipe de pilotos de carrinhos de rolimãs foi feito ao final do dia um grande campeonato para as crianças na rua principal da comunidade, onde no final todos ganharam kits com balas e doces e foram sorteados 3 carrinhos para as crianças.

3.3 Formas de arrecadação de recursos

Para obter os materiais e recursos financeiros necessários para a viabilização da mobilização social, confecção do protótipo e implantação dos postes foi desenvolvida uma série de estratégias que abrangeram diversos meios.

- Campanha de financiamento coletivo na plataforma online Vakinha;
- Realização do workshop ESF-Carreiras;
- Ação de captação de doações em semáforos no centro de BH;
- Captação ativa de doação de materiais com empresas e colaboradores.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados parciais

A ação “A Rua é Nossa” mobilizou na sua organização e execução em torno de 57 voluntários, entre membros efetivos do ESF-BH, colaboradores externos à Vila, e membros da Associação de Moradores. Estima-se a participação de aproximadamente 80 crianças durante as atividades ao longo do dia (segundo o líder da Associação de Moradores, residem na comunidade entre 170 e 200 crianças com menos de 10 anos).

A roda de conversa possibilitou o contato entre membros da comunidade com profissionais de sucesso que inspirou, emocionou e trouxe conhecimentos compartilhados para todos os envolvidos. A limpeza do córrego levou a reflexão sobre a importância da conservação do patrimônio natural, além de reduzir pontualmente parte da degradação causada à paisagem em um trecho do rio. A pintura e a construção da escada levaram um novo aspecto a pontos da Vila tornando o dia-a-dia das pessoas que vivem ali mais agradável. Enquanto a contaçon de histórias e o campeonato de rolimã proporcionaram uma tarde de arte, cultura e diversão para as crianças da comunidade que muitas vezes são privadas desse tipo de opção de recreação (Figura 2).



cbESF
Natal - RN

V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018

Figura 2 - Roda de conversa (a), limpeza do córrego (b), pintura do beiral do rio (c), escada de pneus (d), contação de histórias (e) e competição de rolimãs (f).



Fonte: Autoria própria.



4.2 Resultados esperados

O protótipo ainda está em fase de testes, espera-se a sua finalização em outubro de 2018 (Figura 4).

Figura 4 – Rua Monte Azul (a), início dos testes com o protótipo (b) e verificação da estrutura completa (c).



Fonte: Autoria própria.

Após a funcionalidade comprovada do sistema, será instalado o primeiro poste na rua Monte Azul como teste, observando-se a sua adequabilidade, resistência às intempéries e a aceitação popular. Ao finalizar essa primeira edição do projeto, pretende-se ter impactado diretamente as aproximadamente 2200 pessoas que habitam a Vila e necessitam entrar e sair da comunidade diariamente pela rua que passará a contar com a iluminação dos postes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iluminação de vias públicas pode ser uma ferramenta de grande relevância para devolver à uma determinada população a segurança e liberdade para transitar e ocupar o ambiente urbano que é dela por direito. A aplicação de tecnologias sustentáveis como os postes alimentados por energia solar pretende ser uma opção viável.

A mobilização social realizada pelo ESF-BH na Vila Acaba Mundo foi o primeiro contato direto da comunidade com as atividades do grupo o que promove maior abertura e aceitação às intervenções que serão feitas a partir da implantação dos postes. A ideia base do projeto Integre-se por Luz é de que ele seja replicável, portanto, mesmo depois de ser finalizada a primeira edição, ele poderá ser expandido para outras localidades, além de o trabalho na Vila pretender ser contínuo, impactando positivamente cada vez mais pessoas das mais variadas formas.



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

REFERÊNCIAS

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Potencial Solar. 2018. Disponível em: < <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

EM – Jornal Estado de Minas. Acúmulo de pedidos e demora no atendimento denunciam problemas da iluminação pública de BH. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2017/10/22/interna_gerais,910460/muitos-pedidos-e-demora-atendimento-denunciam-problemas-da-iluminacao.shtml> Acesso em: 22 abr. 2018.

Litro de Luz. Disponível em: <<https://www.litrodeluz.com/>> Acesso em: 02 ago. 2018.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prefeitura-preserva-nascente-da-vila-acaba-mundo>> Acesso em: 02 ago. 2018.

INTEGRETE BY LIGHT: PUBLIC PLACES AND STREET LIGHTING USING SOLAR POLES IN VILA ACABA MUNDO IN BELO HORIZONTE

***Abstract:** The Engineers Without Borders - Belo Horizonte is a non-profit organization that has been working since November 2015 promoting human development through engineering. The project aims to solve the lack of public lighting in different places of the city, reducing the sense of insecurity of passers-by and the abandonment of sites using solar energy poles. It is intended to bring more comfort and safety to the populations of needy areas through clean, sustainable and economic technology. The place where the first edition is being held is Vila Acaba Mundo, one of the oldest communities in BH where lives more than two thousand people. The poles will be deployed in the street named "Monte Azul", where many people need to walk every night without any spot of public lighting for tens of meters. While the prototype of the photovoltaic pole is being developed and tested, community engagement actions were carried out in order to bring the local residents closer to the organization's objectives. Activities included environmental education, cultural and recreational actions, physical interventions and conversation. The basic idea is that it can be replicated, and be expanded to other locations, and the work in the Village is continuous, positively impacting more and more people.*

***Keywords:** Pole. Photovoltaic. Solar. Lighting. Community.*