



BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS

BRAZIL AND THE TECHNOLOGICAL RACE: THE CHALLENGE OF THE ELECTRICAL CARS AND THE DISTRIBUTION OF THE CHARGING STATIONS

Eduardo de Camargo Marin¹, Annete Silva Faesarella²

Submetido em: 05/07/2021

e27558

Aprovado em: 09/08/2021

<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i7.558>

RESUMO

Com o crescimento da humanidade, a demanda por produtos e serviços começou a ficar mais exigente e este novo consumidor está mais determinado a definir os pré-requisitos dos produtos que estão no mercado. Dentre vários produtos e serviços que estão sendo modificados para atender essa nova demanda 4.0, a humanidade está na corrida para aprimorar a geração de energia para abastecimento dos eletropostos, que constituem uma das formas viáveis para o suprimento de energia da nova frota de veículos elétricos no mundo e no Brasil. Este relatório traz um método para a localização de eletropostos, com vistas ao suprimento deles através da geração de energia fotovoltaica. O novo método desenvolvido propõe uma avaliação dos locais para instalação dos eletropostos, a partir do cálculo de avaliação do *Supply Chain*, para a melhor distribuição e eficiência a fim de atender a oferta e demanda da região de Itatiba, localizada no Estado de São Paulo. O método proposto é aplicado a um estudo de caso e ressalta-se que o resultado calculado é uma previsão de um fato não ocorrido, ou seja, é um cálculo de incerteza com base no perfil do avaliador. O método proposto se mostra adequado para o Estudo de Caso e vem na mesma direção dos esforços nacionais por fontes renováveis de energia, diminuição de emissão de poluentes, bem como uma infraestrutura para receber a futura frota de veículos elétricos no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Método para localização de eletropostos. Eletropostos com geração fotovoltaica. Estudo de caso de localização de eletropostos no Brasil.

ABSTRACT

With the growth of humanity, the demand for products and services started to get more demanding and this new consumer is more determined to define the prerequisites of the products that are on the market. Among several products and services that are being modified to meet this new 4.0 demand, humanity is in the race to improve the generation of energy to supply charging stations, which constitute one of the viable ways to supply energy for electric vehicles in the world. This report provides a method for locating charging stations, with a view to supplying them through the generation of photovoltaic energy. The new method proposes an evaluation of the locations for the installation of charging stations, based on the calculation of the Supply Chain evaluation for better distribution and efficiency in order to meet the supply and demand of Itatiba's region, located in the State of São Paulo in Brazil. The proposed method is applied to a study and it is emphasized that the calculated result is a prediction of an event that did not occur, that is, it is an uncertainty calculation based on the evaluator's profile. The proposed method is adequate for the Study and comes in the same direction as the national efforts for renewable energy sources, reduction of pollutant emissions, as well as an infrastructure to receive the future fleet of electric vehicles in Brazil.

KEYWORDS: Charging station location method. Charging stations with photovoltaic generation. Case study of the location of charging stations in Brazil.

¹ Engenharia de Produção na Universidade São Francisco, atuando na área acadêmica como educador pedagógico, com certificados nas áreas da elétrica e gestão empresarial

² Mestrado em Engenharia Elétrica e Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela USP
Docente do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, Campus de Itatiba, Campinas e Bragança Paulista.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

INTRODUÇÃO

Até pouco tempo atrás, cerca de 4 anos, o mercado estava focado no conceito da oferta por demanda, em que empresas visavam focar em produtos que tinham maior demanda, sendo que na maior parte dos casos, era priorizada a quantidade e não a qualidade do produto.

O termo “oferta por demanda” acabou sendo desconstruído pela nova revolução industrial em 2018, que visava sustentabilidade e o rendimento dos produtos, esse novo consumidor é chamado de consumidor 4.0 (o novo consumidor com suas novas exigências) (INDÚSTRIA 4.0, 2021). Nesse período, o cliente está à procura de recursos que não prejudiquem o meio ambiente apenas para atender suas demandas, junto com esse fator, o novo consumidor também exige a transparência das empresas no processo de fabricação dos produtos.

Para as empresas, esse desafio deve ser atendido com o objetivo de traçar uma previsão de demanda mais apurada e assim garantir a lealdade dos clientes na realização das ofertas mercantis.

Com este desafio, o país tende a aumentar o crescimento econômico, gerando mais movimentação de capital, novos empregos, produtos e serviços, o que conseqüentemente aumentará o PIB - Produto Interno Bruto do País.

Um investimento que é o tema deste documento, trata dos veículos elétricos e a utilização da energia fotovoltaica como fonte para o suprimento de eletropostos, responsáveis pela recarga das baterias desses veículos, e a nova frota de veículos elétricos que está em processo de implementação no Brasil até 2030 (BATISTA, D. S., MORAES, V. C. L., et al, 2020).

A economia circular que surgiu em 1989 e que constitui a nova tendência de mercado, visa o reaproveitamento do material e a sua rentabilidade e durabilidade no mercado, ou seja, o produto que foi vendido e utilizado, será reciclado e com esse material será produzido um novo produto. Existem exemplos como celulares, eletrodomésticos, móveis, roupas em geral e, estes produtos, mesmo que reciclados, eles ainda terão a mesma eficácia de rentabilidade, bem como a durabilidade do seu antecessor. Mesmo que o veículo elétrico não entre na condição de reciclável, ele se encaixa no item sustentável que é a base do conceito da economia circular (BLOG FOLHA VITORIA, 2020).

Para a implementação da futura frota dos veículos elétricos, bem como da instalação de eletropostos, existem conceitos e cálculos que devem ser abordados, como por exemplo a análise da previsão de demanda, cálculo de *supply chain* para a precisão na distribuição dos eletropostos.

A redução de poluentes vem sendo o tópico central em reuniões mundiais sobre o clima e é também uma preocupação dos consumidores atuais. A nova frota de carros elétricos, incluindo a tecnologia de placas fotovoltaicas para suprir os postos de recarga ou eletropostos, tendem a garantir uma eficiência energética maior do veículo elétrico, assim como garantir a prevenção da emissão de poluentes (PORTAL SOLAR, 2020).

O mercado mundial está competitivo e para essa competição aumentar e ainda manter o foco na economia, existe uma necessidade de se desenvolver um sistema de distribuição dos eletropostos,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

visando o seu rendimento e pontos estratégicos para garantir a eficiência elétrica e ao mesmo tempo garantir pontos de interesse que tragam a garantia da oferta para suprir a demanda local, para isso é feito um cálculo em pesquisa operacional visando a distribuição da cadeia de suprimentos (Supply Chain).

Nesta análise serão incluídas avaliações de terreno e ambiente local, que irão garantir o suprimento das placas fotovoltaicas para a geração de energia. Este cálculo é determinado pela importância do local a ser analisado, quais pontos devem ser vistos e qual a garantia de que o eletroposto vai ter oferta suficiente para o produto final que será a energia elétrica para o carregamento das baterias dos veículos elétricos.

O objetivo de uma pesquisa operacional é identificar a garantia de que a oferta vai suprir a demanda da nova frota dos veículos elétricos, dessa forma o cálculo de *Supply Chain* garante as melhores localizações para os eletropostos na região, visando as avaliações de condições importantes para que os eletropostos funcionem com eficiência. Estas avaliações dependem exclusivamente do avaliador e o que ele considera de extrema importância.

O objetivo desse artigo é demonstrar um plano de ação para a distribuição dos eletropostos, que garante a oferta de abastecimento para a frota de veículos elétricos esperada no Brasil. Para o suprimento da energia necessária nos eletropostos, é utilizada a energia solar fotovoltaica, com ênfase nos meios de instalação mais eficientes. O resultado desse método aqui apresentado, tem como evidência um alto rendimento na recarga do veículo elétrico.

Nesse novo método aqui apresentado, mostra-se todo o cálculo aplicado na análise da melhor distribuição dos eletropostos, considerando a frota de veículos elétricos com maior tendência no Brasil, apresentando seu rendimento no ritmo urbano, analisando a geração da energia nos eletropostos, bem como a análise de suas localizações no que tange a facilidade de acesso e grau de necessidade (BATISTA, D. S., MORAES, V. C. L., et al, 2020).

Apresentam-se também um estudo de caso na cidade de Itatiba, com um projeto de localização e distribuição dos eletropostos, com demonstração do cálculo e justificativa do local escolhido para a construção, bem como os conceitos da cadeia de suprimentos e a análise vigente ao local de região ótima para a instalação.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Em meados do século XIX, Alexandre Edmond Becquerel estudava os efeitos da energia fotovoltaica, realizando experimentos com eletrodos, que em 1839, concluiu o descobrimento da energia fotovoltaica (WGSOL, 2021). É justamente esta fonte de energia a escolhida para alimentar os eletropostos relatados no projeto aqui proposto.

Para a instalação do eletroposto, foi feita a triangulação da região, que após ter sido realizada a avaliação os resultados são colocados na equação do centro gravitacional. O resultado deste cálculo indica o melhor local dentro da área calculada, para a instalação do eletroposto e caso o analista resida



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

na cidade, ele pode utilizar os conhecimentos que tem da região, para avançar na etapa de triangulação sem a necessidade de calculá-la (FISICA 1, Halliday, David, Resnick - Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996).

Para garantir melhor eficiência deste cálculo, o estudo do tempo e movimento criado pelo casal Gilbreth é utilizado para determinar a velocidade da demanda de carros nos eletropostos (PORTAL GESTÃO,. Frank e Lillian Gilbreth, os pioneiros da produtividade).

Com este cálculo pode-se analisar se a região determinada pelo ponto G será de melhor rendimento para garantir uma boa oferta. O cálculo por trás do rendimento e dimensionamento elétrico, depende exclusivamente da previsão de demanda que é aplicada nos eletropostos. (FISICA 1, Halliday, David, Resnick - Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996)

O conceito de *Supply Chain* é utilizado para avaliar e analisar pontos estratégicos para a distribuição de comércios para diminuir custos empresariais e aumentar lucros da empresa. A cadeia de suprimentos, visa priorizar locais que tragam mais fluxo para as suas mercadorias, junto aos eletropostos, o *Supply Chain* tem como objetivo identificar os melhores pontos para serem mais atrativos para o público alvo e assim aumentar a proposta de valor sobre o investimento. (PATRUS BLOG, 2020)

Tratando-se das células fotovoltaicas, tem-se que o silício com símbolo Si, que é um semi metal do grupo do carbono e suas características químicas fazem a diferença na eficiência das placas, tendo como aspectos ou fatos de o componente químico ter mais facilidade de ceder elétrons, além de sua abundância no planeta, também tem um ponto de fusão de 1.414°C, sendo ele o escolhido para ser o minério principal na produção das placas fotovoltaicas. A figura 1 demonstra o processo da criação das placas fotovoltaicas (BLOG BLUESOL, 2020).



Figura 1: Processo de transformação do silício em placa fotovoltaica

Fonte: <https://cinturaodethor.wordpress.com/2016/09/01/do-minerio-ao-painel/>. Acesso em 15/05/2021

Quando os fótons (partículas elétricas que carregam luminosidade, compreende-se que são transportadoras de energia elétrica, sendo facilmente associada a elétrons, mas a sua diferença é que os fótons são partículas de luminosidade, enquanto os elétrons, são cargas de polaridade negativa)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

reagem com as células fotovoltaicas, os fótons estimulam os elétrons que circulam outros átomos a se soltarem. Esses elétrons livres vão realizar uma migração gerando uma corrente elétrica, indo em direção às células de silício que se encontra com carência de polaridade negativa. Durante o dia, os elétrons vão fluir em um vetor constante, preenchendo lacunas em outras regiões que contenham outros átomos.

Este fluxo de elétrons é chamado de Energia Solar Fotovoltaica e constitui a nova tendência tecnológica de produção de energia elétrica através da luz solar, sendo produzida durante o dia independentemente dos dias nublados. Quanto maior for a intensidade solar maior será a energia elétrica gerada, tendo como limitação somente a eficiência das placas fotovoltaicas.

A instalação de um sistema fotovoltaico é composta por placas fotovoltaicas, inversor, que são levados ao restante do sistema elétrico local, que assim que instalados vão utilizar da energia gerada através dos painéis. Existem dois modelos de instalação: On Grid e Off-Grid.

No modo *On-Grid*, como mostrado na figura 2, o sistema é conectado na rede externa de energia. A energia gerada pelos painéis passa por um inversor DC/AC para ficar similar a energia da rede, alimentando diretamente as cargas e toda geração excedente é injetada na rede de distribuição de energia elétrica.

No caso da quantidade de energia gerada ser menor do que o consumo, a energia da rede supre a necessidade energética da carga e quando a geração é maior que o consumo, a energia excedente é encaminhada para o sistema de distribuição de energia, gerando créditos ao dono da carga, no caso, o eletroposto, de acordo com a resolução normativa ANEEL (482/2012). Com isso esse tipo de modelo é dispensado a utilização de bateria (BORTOLOTO et al, 2017).

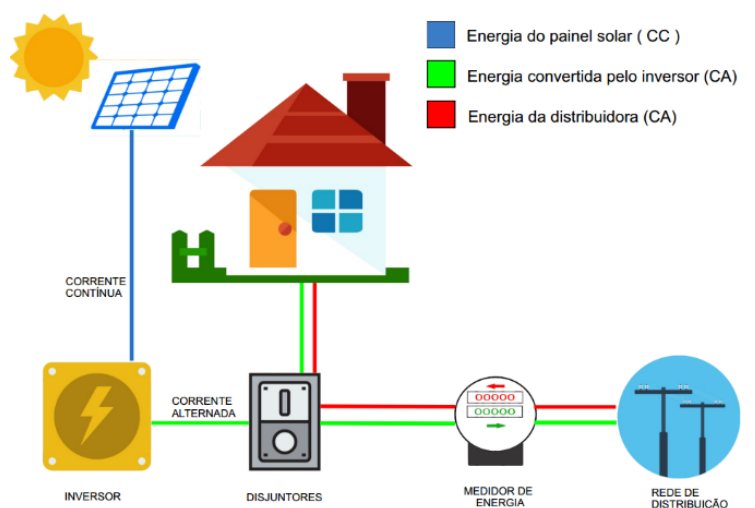


Figura 2: Esquema do sistema fotovoltaico *On-Grid*.

Fonte: EnergyTec Energia Solar, 2016, disponível em: <http://www.energytecsolar.com.br/Sistema-GRID-TIE/>. Acesso em 12/7/2021



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

No modo *Off-Grid*, mostrado na figura 3, o sistema é totalmente desconectado da rede, sendo alimentado apenas pela energia fotovoltaica, sendo necessário o uso de baterias para armazenamento da energia em momentos de baixo consumo e alta produção energética. (BORTOLOTO et al., 2017).

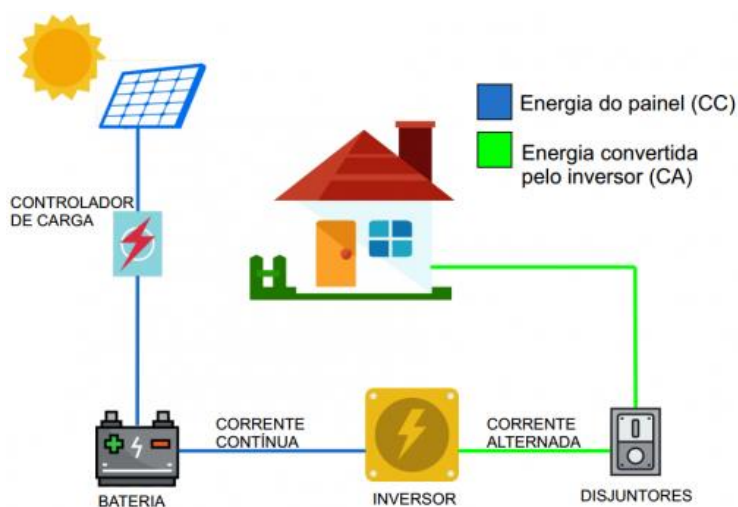


Figura 3: Esquemático de um sistema fotovoltaico *Off-Grid*.

Fonte: EnergyTec Energia Solar, 2016, Disponível em: <http://www.energytecsolar.com.br/Sistema-OFF-GRID/>. Acesso em 12/7/2021.

O ponto positivo do sistema *Off-Grid* é o fato de que, caso ocorra um *blackout* (queda de energia) na região, o posto ainda se mantém em funcionamento, porém o investimento nas baterias é mais caro do que uma instalação *On-Grid*. (ENETEC BLOG, 2020).

A instalação das placas também será por rastreamento solar, que é um sistema autônomo que acompanha a trajetória do Sol para máxima eficiência energética e captação dos raios solares, essa instalação se dá em cima do telhado do eletroposto. A figura 4 mostra o sistema com rastreamento solar.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella



Figura 4: Modelo de instalação com sistema de rastreamento solar

Fonte: Portal Energia, disponível em: <https://www.portal-energia.com/em-que-consiste-sistema-seguidor-solar-fotovoltaico/>. Acesso em 17/05/2021.

Existem atualmente dois tipos de placas fotovoltaicas no mercado, sendo Monocristalinas (grandes placas instaladas individualmente em uma estrutura) e a Policristalina (mistura heterogênea em uma placa inteira na estrutura).

Cabe ressaltar que as placas policristalinas perderam mercado após terem rendimento menor que as placas monocristalinas.

Tratando-se, agora, dos veículos elétricos, o Brasil foi pioneiro nesse assunto, pois o seu criador inicial, João Amaral Gurgel, apresentou em rede nacional em 1974 o primeiro modelo do veículo. O teste prático deu início em 1980, em que o modelo ITAIPU E-400 teve o seu primeiro teste piloto (QUATRO RODAS, 2020). A figura 5 mostra o modelo Itaipu E-400.



Figura 5: ITAIPU E-400 é o primeiro veículo elétrico produzido no Brasil.

Fonte: QUATRO RODAS, disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/especial/gurgel-itaipu-o-suspiro-de-vanguarda-do-brasil-entre-os-carros-eletricos/>. Acesso em 05/04/2021



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

Para este trabalho estão sendo considerados os veículos do tipo EV Puro ou BEV - *Battery Electric Vehicle*, constituindo o tipo de veículo cuja fonte de energia é a eletricidade proveniente de uma bateria interna. São veículos considerados como totalmente elétricos, devido ao uso exclusivo de energia elétrica para a propulsão. Todos os BEVs são considerados como PEVs- *Plug-in Electric Vehicles*, pois possuem um conector utilizado para alimentar a bateria com o uso de uma fonte externa. Esses veículos também são conhecidos como BOEV (*Battery Only Electric Vehicle*) ou ainda, AEV - *All Electric Vehicle*. (DELGADO et al, 2017). São exemplos de BEVs: Ford MUSTANG MACH-E; Renault ZOE E-TECH; Tesla MODEL X.

2 MÉTODO

Apresenta-se aqui o melhor método para distribuir os eletropostos na cidade de Itatiba, como sendo um estudo de caso. Este método escolhido, se trata da junção de três conceitos amplamente utilizados na Engenharia de Produção. O primeiro deles é o Supply Chain, utilizado para determinar a melhor localização dos eletropostos dentro da cidade de Itatiba.

O segundo conceito utilizado foi o de Centro Gravitacional, que a princípio é utilizado para encontrar o ponto de equilíbrio de uma matéria ou massa no Universo. Nesse trabalho o conceito de Centro Gravitacional é aplicado no cálculo de índice de sazonalidade do *Supply Chain* (FISICA 1, Halliday, David, Resnick - Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996).

Já o terceiro conceito utilizado se trata do cálculo e análise do Casal Gilbreth que estuda e analisa a relação entre o tempo gasto e a ação para realizá-la. Essa análise prevê o rendimento de uma linha de produção mediante o movimento do operário, contudo, a base desse estudo é utilizada na previsão de demanda para compreender como os eletropostos se comportam diante de uma situação em que a demanda ocasiona a formação de fila de veículos, que resulta em um gargalo e em um atraso no atendimento, ou a não formação da fila, que determina a rapidez e fluidez da oferta dos abastecimentos(PORTALGESTÃO,2015).

O primeiro passo para a elaboração do projeto é avaliar regionalmente, segundo o *Supply Chain*, a melhor localização para os eletropostos, utilizando as informações mostradas na tabela 1.

| |
|------------------------------|
| INTENSIDADE SOLAR |
| VIABILIDADE |
| FLUXO DE CONSUMIDORES |
| LOCALIZAÇÃO |

Tabela 1: Informações necessárias para a localização dos eletropostos
Fonte: Próprio autor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

Para cada tópico da tabela é atribuída uma nota de 0 a 10, em que zero é inviável e 10 é viável. Feito essa avaliação nas regiões estudadas, é determinada qual delas garante o melhor rendimento dos eletropostos e a satisfação do consumidor, por meio da equação 1.

$$F(x) = \left(\frac{\sum X.M}{\sum X+M} \right) \quad [1]$$

Em que:

X = Nota

M = Peso

F(x) = Valor final de análise

A incógnita "M", cujo significado é o "peso" (relevância) é admitido pelo avaliador, atribuído de uma faixa de 0,1 - 1,0; sendo 0,1 não atrativo e 1,0 atrativo conforme mostra a Tabela 2

| Distribuição dos eletroposto | Av. Mal. Castelo Branco | Av. Lacerda Franco | Av. Eloy Argemiro Carniatto | Av. Saudade | Av. Luiz Scavone | Av. dos Expedicionários | Av. Pedro Mascani | Av. Vicente Catalani | R. Santo Antonio | Av. Campina S | Av. Antonio Nardi | |
|------------------------------|--|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------|-------------------|----------|
| Ponto de Referencia | Burger King | USF | Bar do Engenho | Hospital | Droga Raia | PRAX | JOFEGE | Jd. Nações | mercado S. Antonio | Mercado Tulon | San Francisco | |
| Quantidade de postos | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| Condição | peso | Região A | Região B | Região C | Região D | Região E | Região F | Região G | Região H | Região I | Região J | Região K |
| Intensidade Solar | 0,4 | 10 | 9 | 9 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 |
| Fluxo de pessoas | 0,2 | 10 | 8 | 9 | 9 | 9 | 10 | 8 | 9 | 8 | 9 | 10 |
| Localização | 0,3 | 10 | 10 | 8 | 8 | 10 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| Viabilidade | 0,1 | 9 | 10 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| Total | 1 | 9,9 | 9,2 | 8,7 | 9,1 | 9,3 | 9 | 8,8 | 8,7 | 8,8 | 8,9 | 9,8 |
| Análise de Condições | Avaliação | | | Análise final | | | | | | | | |
| Intensidade Solar | Relação ativa solar (9h - 16h) obstrução solar | | | Total de Eletropostos | | | 17 | | | | | |
| Fluxo de pessoas | Quão movimentado é a região | | | Total de Localizações | | | 11 | | | | | |
| Localização | area comercial / saída e entrada da cidade | | | Media para construção | | | 8,5 | | | | | |

Tabela 2: Tabela de distribuição dos eletropostos pela cidade de Itatiba

Fonte: Próprio autor

A tabela 2 indica as posições de melhor eficiência para a construção dos eletropostos, na análise foi indicada: a intensidade solar, ou seja, a luminosidade direta nas placas sem a obstrução de prédios ou natureza local; o fluxo de pessoas indicando a quantidade de clientes que trafegam por aquela região; a localização, sendo fundamentada em centro da cidade ou locais de maior população; viabilidade, indicando a facilidade de acesso, bem como a visibilidade do eletroposto para os clientes.

A análise foi realizada visando os melhores locais da cidade de Itatiba, que todos os pré-requisitos fossem aprovados para a melhor localização do eletroposto. Para a cidade em questão, considerou-se a instalação de 17 eletropostos posicionados estrategicamente para atender a demanda local, garantindo a eficiência da oferta versus a demanda.

Para entender a previsão de demanda e assim o fluxo de clientes na região, o avaliador deve entender o ritmo urbano da cidade, em que alguns critérios são analisados e aplicados em uma pesquisa operacional (DUARTE, CESAR S. M., PESQUISA OPERACIONAL, ed. UFSC).

Segundo a Tabela 3, pode-se observar os itens necessários para o ritmo urbano.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

| Previsão de demanda | | Dia Normal | Ferias gerais | Feritados | Feritados Prolongados |
|------------------------|--|------------|---------------|-----------|-----------------------|
| Margem Condicional | | 0% | 5% | 10% | 30% |
| Condição de ociosidade | 5 minutos | 204 | 255 | 306 | 510 |
| | 10 minutos | 102 | 153 | 204 | 408 |
| | 15 minutos | 68 | 119 | 170 | 374 |
| | 20 minutos | 51 | 102 | 153 | 357 |
| | 30 minutos | 34 | 85 | 136 | 340 |
| Tempo de funcionamento | 17 horas de atividade | | | | |
| Condição de ociosidade | Tempo estimado do cliente sem formação de fila | | | | |
| Margem Condicional | Índice de incerteza da previsão de demanda | | | | |
| Dias normais | 1 carro / Abastecimento | | | | |
| Ferias Gerais | 1 - 2 carros / abastecimento | | | | |
| Feritados | 2 carros / abastecimento | | | | |
| Feritados prolongados | 3 - 4 carros / abastecimento | | | | |

Tabela 3: Previsão de demanda em condições especiais

Fonte: Próprio autor

A tabela 3 acima mostra como foi avaliado a previsão de demanda, levando em consideração os pontos de dias específicos, a margem condicional determina o aumento do fluxo de clientes em condições diferentes, a condição de ociosidade que determina o tempo de espera para o próximo abastecimento, tendo em vista um funcionamento de 17 horas diárias.

O cálculo aplicado é mostrado pela equação 2.

$$\text{Fluxo Cliente} = \left\{ \left[\left(17 \text{ [horas]} \cdot 60 \text{ [minutos]} \right) / \text{condição de ociosidade} \right] + \left[\left(17 \text{ [horas]} \cdot 60 \text{ [minutos]} \right) * \text{Margem condicional} \right] \right\} \quad [2]$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o projeto aqui apresentado para localização e distribuição de eletropostos de recarga de veículos elétricos em Itatiba, SP, consegue-se garantir o melhor cenário para a oferta versus demanda na região, visando manter a qualidade do serviço durante anos no mercado, assim como preservar um serviço rentável e durável para os novos consumidores 4.0. Tem-se também a garantia da diminuição de poluentes e danos ambientais, acessibilidade para as novas frotas de veículos elétricos, com vistas na rentabilidade, garantia e eficiência no rendimento do veículo, trazendo um maior conforto para o consumidor, no que se refere à recarga do seu veículo elétrico.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

O projeto traz também, um aumento gradativo do PIB brasileiro pela razão de novos empreendedores em montagem de veículos elétricos, assim como nas áreas tecnologias sustentáveis para o aprimoramento dos eletropostos.

Tem-se, com a utilização do sistema de placas fotovoltaicas com mobilidade em um eixo, uma maior eficácia no que se refere à captação dos raios solares, implicando numa maior geração de energia para os eletropostos da região de Itatiba.

Tendo a cidade de Itatiba como foco inicial e teste piloto, o resultado final esperado é a garantia da eficiência das placas fotovoltaicas e da distribuição dos eletropostos, em que os cálculos de *Supply Chain* podem se repetir em quaisquer regiões do Brasil e assim o domínio do mercado na área tecnológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto aqui apresentado traz um método para a determinação e a localização de eletropostos, com vistas às instalações de sistemas fotovoltaicos para abastecimento dos eletropostos, com uma maior eficiência.

O novo método desenvolvido para o projeto admite notas e realiza a avaliação do local, a partir do cálculo de avaliação do *Supply Chain* para a melhor distribuição e eficiência a fim de atender a oferta e demanda da região de Itatiba.

Também nesse projeto, foi calculada e analisada a previsão de demanda para os dados citados (local e oferta versus demanda), lembrando que o resultado calculado é uma previsão de um fato não ocorrido, ou seja, é um cálculo de incerteza com base no perfil do avaliador.

Para a cidade na situação da pesquisa foi considerada a instalação de 17 eletropostos posicionados estrategicamente para atender a demanda local, garantindo a eficiência da oferta versus demanda.

Para o melhor desenvolvimento do projeto, foi selecionado apenas um dos eletropostos para ser o teste piloto do investimento, a localização escolhida foi o da região da Avenida Marechal Castelo Branco, na cidade de Itatiba, Estado de São Paulo, que tem a melhor avaliação diante de todas as outras localizações dos eletropostos. Na figura 6 abaixo, o mapa da região exata a qual o eletroposto seria acoplado.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella



Figura 6 - Localização para a instalação do eletroposto, acoplado ao Posto de Gasolina Calopsita Ltda.

Fonte: GOOGLE MAPS, disponível em:

https://www.google.com.br/maps?q=posto+calopsita+itatiba&sxsrf=ALeKk03cbOGDLzMiodw8n7ufE4KTyYVbQw:1626453563792&ifsig=AINFCbYAAAAAYPHES_NEyKdxae1D9jHaRukB1B9qtLOR&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2I6EAMYADIHCCMQsQIQJzIHCCMQsQIQJzIECAAQCjIICAAQFhAKEB4yBggAEBYQHjIICAAQFhAKEB4yAggmOgcllxDqAhAnOggIABCxAXCDAToFCC4QsQM6BQgAELEDOggILhCxAxCDAToCCC46BAgjECc6BQgAEMkDOgsILhCxAxDHARCjAjoCCAA6CAguEMcBEK8BOgUIABDLAVCphhdYnaEXYP2rF2gDcAB4AYABqASIAyKvkgEMMC4xMC4wLjEuMS4xmAEAoAEBqgEHZ3dzLXdperABCg&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=2ahUKEwi39faNhejxAhUBDrkGHQNNClwQ_AUoAXoECAEQAw Acesso em 15/07/2021

Ressalta-se que o trabalho aqui relatado abre caminho para futuras pesquisas, focando no dimensionamento do sistema de geração fotovoltaica para suprir os eletropostos, bem como o *payback* do sistema.

REFERÊNCIAS

AUTOESPORTE. **ITAIPU E-400 é o primeiro veículo elétrico produzido no Brasil**. Rio de Janeiro: Globo, 2021. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/um-so-planeta/noticia/2021/04/gurgel-itaipu-foi-o-primeiro-carro-eletrico-nacional-mas-morreu-por-problemas-que-existem-ate-hoje.ghtml>. Acesso em: 29 abr. 2021.

AZTECENERGIA. **Sistema Fotovoltaico Residencial**. São Paulo: Aztec Energia, 2021. Disponível em: https://www.aztecenergia.com.br/sistema-fotovoltaico-residencial?gclid=CjwKCAjw3pWDBhB3EiwAV1c5rG7nHMFIDyNG0bD8xrUNT07LbTH8ZDvw3SDydq5QXuu52BFQ7y-D-xoC0nQQAvD_BwE. Acesso em: 29 mar. 2021.

BATISTA, D. S.; MORAES, V. C. L. et al. Veículos elétricos e híbridos: estudo da eficiência energética - perspectiva no cenário nacional. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Ano



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

05, v. 10, p. 91-120. Out. 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/veiculos-eletricos>. Acesso em: 13 abr. 2021

BLOG FOLHA VITORIA. **O que é economia circular**. Vitoria: Folha Vitoria, 2020. Disponível em: <https://www.folhavitoria.com.br/economia/blogs/economia-circular/2020/12/28/o-que-e-economia-circular/#:~:text=%E2%80%9CEconomia%20circular%E2%80%9D%20%C3%A9%20um%20conceito,Pearce%20e%20R.%20Kerry%20Turner>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BLOG PATRUS. **Entenda de uma vez por todas o que é supply chain**. Contagem: Patrus Transportes, 2017. Disponível em: <https://patrus.com.br/blog/entenda-de-uma-vez-por-todas-o-que-e-supply-chain/>. Acesso em: 23 mar. 2021.

BLOG BLUESOL. **Guia completo das células fotovoltaicas**. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>. Acesso em: 25 abr. 2021.

BORTOLOTO, V. A.; SOUZA, A.; GOES, G.; MARTINS, M. A.; BERGHE, M. J.; MONTANHA, G. K. Geração de energia solar on grid e off grid. **6ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu**. 2017. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/view/1069/1234>. Acesso em: 10 maio 2021.

DELGADO, F.; COSTA, J.; FEBRARO, J.; SILVA, T. **Carros Elétricos**. 7. ed. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2017. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf. Acesso em: maio 2021.

ENERGYTEC ENERGIA SOLAR. **Sistema GRID-TIE Conectado à rede**. Caxias do Sul: Energy Tec, 2016. Disponível em: <http://www.energytecsolar.com.br/Sistema-GRID-TIE/>. Acesso em 12 jul. 2021

ENERGYTEC ENERGIA SOLAR. **Sistema Off GRID**. Caxias do Sul: Energy Tec, 2016. Disponível em: <http://www.energytecsolar.com.br/Sistema-OFF-GRID/>. Acesso em: 12 jul. 2021.

HALLIDAY, Resnick W. **Fundamentos da física 1: mecânica**. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

GOOGLE MAPS. **Posto Colapsita Itatiba**. São Paulo: Google Maps, 2021. disponível em: https://www.google.com.br/maps?q=posto+calopsita+itatiba&sxsrf=ALeKk03cbOGDLzMidow8n7ufE4_KTyYVbQw:1626453563792&iflsig=AINFcbYAAAAAYPHES_NEyKdxae1D9jHaRukB1B9qtLOR&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMYADIHCCMQsQIQJzIHCCMQsQIQJzIECAAQCjIICAAQFhAKEB4yBggAEBYQHjIICAAQFhAKEB4yAggmOgcllxDgAhAnOgglABCxAxCDAToFCC4QsQM6BQgAELEDOgglLhCxAXCDAToCCC46BAqjECc6BQgAEMkDOgslLhCxAXDHARCjAjoCCAA6CAguEMcBEK8BOgUIABDLAVCphhdYnaEXYP2rF2gDcAB4AYABqASIAYkVkgEMMC4xMC4wLjEuMS4xmAEAoAEBqgEHZ3dzLXdperABCg&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=2ahUKEwi39faNheixAhUBDrkGHQNNClwQ_AUoAXoECAEQAw. Acesso em: 15 jul. 2021.

INSIDEEVS. **Projeção da volkswagen para o ID Beetle**. São Paulo: Uol, 2020. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/449401/projecao-volkswagen-fusca-eletrico-id-beetle/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

OLHAR DIGITAL. **Baterias de lítio carregam carros elétricos em apenas 10 minutos**. São Paulo: TecMundo, 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/219326-tecnologia-permite-carregar-bateria-carros-eletricos-10-minutos.htm>. Acesso em: 23 abr. 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BRASIL E A CORRIDA TECNOLÓGICA: O DESAFIO DOS CARROS ELÉTRICOS E A DISTRIBUIÇÃO DOS ELETROPOSTOS
Eduardo de Camargo Marin, Annete Silva Faesarella

PORTALENERGIA. **Em que consiste um sistema seguidor solar fotovoltaico.** Portugal: Portal da energia, 2016. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/em-que-consiste-sistema-seguidor-solar-fotovoltaico/>. Acesso em: 17 maio 2021.

PORTAL SOLAR. **Como instalar energia solar – passo a passo.** São Paulo: Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-instalar-energia-solar.html>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PORTAL SOLAR. **Tudo sobre a eficiência do painel solar.** São Paulo: Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-eficiencia-do-painel-solar.html>. Acesso em: 30 abr. 2021.

PORTAL SOLAR. **Como Funciona o painel solar fotovoltaico.** São Paulo: Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso em 30 abr. 2021.

PORTAL GESTÃO. **Frank e Lilian Gilbreth, os pioneiros da produtividade.** Disponível em: <https://www.portal-gestao.com/artigos/7623-frank-e-lillian-gilbreth-os-pioneiros-da-productividade>. Acesso em: 22 mar. 2021.

PROMOBE. **Guia sobre os eletropostos.** Disponível em: http://www.promobe.com.br/wp-content/uploads/2020/04/guia_promobe_eletroposto_simples_v2.pdf. Acesso em: 25 maio 2021.

QUATRO RODAS. **Gurgel Itaipu, o suspiro de vanguarda do Brasil entre os carros elétricos.** São Paulo: Quatro Rodas, 2021. Disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/especial/gurgel-itaipu-o-suspiro-de-vanguarda-do-brasil-entre-os-carros-eletricos/>. Acesso em: 05 abr. 2021.

SOUTO-MAIOR, Cesar Duarte. **Pesquisa Operacional.** 3. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2014.

VEJA ABRIL. **Ford anuncia que produzira os veículos elétricos até 2030.** Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/na-europa-ford-anuncia-que-produzira-so-veiculos-eletricos-ate-2030/>. Acesso em: 21 mar. 2021.

WGSOL. **O descobridor do efeito fotovoltaico.** Betim: WGSOL, 2021. Disponível em: <https://wgsol.com.br/o-descobridor-do-efeito-fotovoltaico/>. Acesso em: 13 abr. 2021.