

## ANÁLISE SWOT APLICADA À IMPLANTAÇÃO DO CARRO ELÉTRICO SOB A ÓTICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Luis Enrique Coral Villanueva<sup>1</sup>  
Alan Jeferson de Oliveira da Silva<sup>2</sup>

**RESUMO:** A implantação do carro elétrico sob a ótica da construção civil demanda soluções que atendam anseios de uma sociedade cada vez mais engajada na preservação do meio ambiente e cuidados à saúde pública. Assim, a pesquisa tem por finalidade estudar e analisar qual o papel da construção civil nesse processo, haja vista que o carro elétrico demandará do desenvolvimento de infraestrutura viária e urbana que contribua à sua eletromobilidade. O artigo decorre de pesquisa exploratória que analisa, tanto o estado da arte em que se encontra essa implantação no Brasil e no mundo, quanto o estágio de desenvolvimento da construção civil brasileira para encarar o desafio. Para tanto, se recorre à Matriz SWOT como ferramental analítico com propósitos de organizar respostas e aventar considerações finais, além de ponderar estratégias de inserção para um setor que atua no país e no mundo e, eles apresentam diferentes graus de desenvolvimento.

**Palavras chave:** Carro Elétrico; Construção Civil; SWOT.

### **SWOT ANALYSIS APPLIED TO ELECTRIC CAR DEPLOYMENT FROM THE PERSPECTIVE OF BRAZILIAN CIVIL CONSTRUCTION**

*ABSTRACT: The implementation of the electric car from the perspective of civil construction demands solutions that meet the wishes of a society increasingly engaged in the preservation of the environment and public health care. Thus, the research aims to study and analyze the role of civil construction in this process, given that the electric car will require the development of road and urban infrastructure that contributes to its electromobility. The article derives from exploratory research that analyzes both the state of the art of this implementation in Brazil and the world, as well as the stage of development of Brazilian civil construction to face the challenge. For this, we use the SWOT Matrix as an analytical tool to organize answers and make final considerations, as well as considering insertion strategies for a sector that operates in the country and the world, and they present different degrees of development.*

**Keywords:** Electric Car; Civil Construction; SWOT.

## 1 INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente e os cuidados à saúde pública vêm se constituindo como o “gatilho” que dá *start* ao processo de implantação do carro elétrico em substituição ao de combustão interna, o condiciona e ainda retroalimenta seu dinamismo numa espiral positiva que lhe sugere irreversibilidade ao processo

<sup>1</sup> Graduado em engenharia civil pela Universidade Veiga de Almeida.

<sup>2</sup> <http://lattes.cnpq.br/3411270856268081>

(PROMOB-e, 2018a). A implantação de carros elétricos (conectados e autônomos) busca atender esses anseios; porém, ainda demandam do desenvolvimento de infraestruturas de recarga para sua bateria que vão além da adaptação de tomadas públicas e residenciais e da instalação de eletro-postos e eletro-vias como forma de ampliar sua autonomia, num conceito *plug-in*; entretanto, ambas medidas ainda distam de se inserir num contexto da seguridade viária e conectividade veicular, por exemplo (VILLANUEVA, 2019). Nesse aspecto, as *Smart Highways* ou *Rodovias do Futuro* como vêm sendo chamadas, representam avanços nessa direção, à medida que se propõem carregar a bateria desses carros em pleno movimento, garantindo-lhe autonomia, além de se comportar como “meio” de iluminação e sinalização nas estradas, pois que já vêm concebidas sob bases tecnológicas que esperam reduzir acidentes de trânsito e congestionamentos nos centros urbanos, entre outros benefícios previstos.

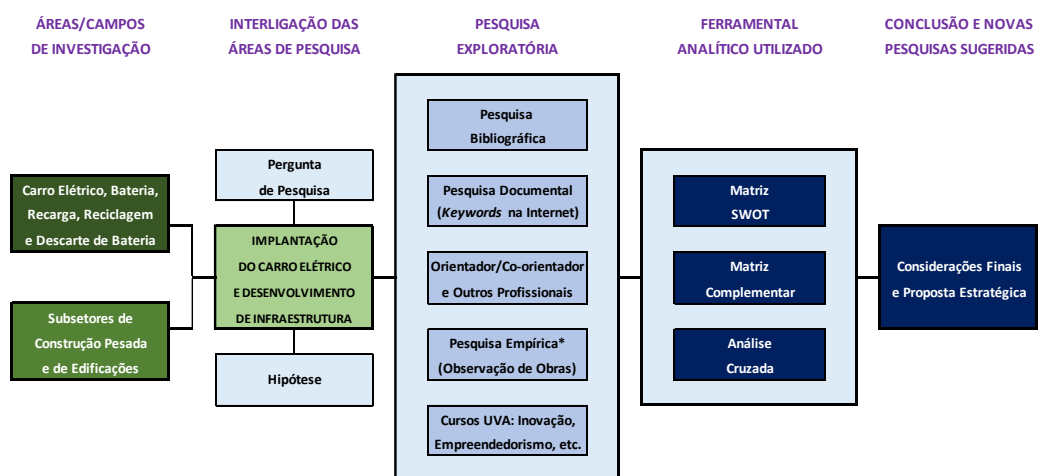
Nesse contexto, a engenharia civil é chamada a interagir no desenvolvimento destas infraestruturas, pois - a princípio - sua construção lhe representaria apenas uma continuidade tecnológica *path-dependent* dentro de suas técnicas e processos de trabalho e, talvez, demandem de adequações e ajustes, sem contudo provocar grandes alterações como a observada, por exemplo, na quebra do *lock-in* tecnológico decorrente da substituição do automotor pelo elétrico. Assim, a bateria enquanto “combustível” que o move, constitui-se ponto focal no desenvolvimento e implantação do carro elétrico. Como tal, concentra esforços de empresas e pesquisadores no sentido de lhe promoverem ganhos de eficiência e desempenho. A revisão da literatura aponta para três linhas de pesquisa que avançam nesse propósito: 1) a bateria, propriamente dita; 2) os pontos fixos de recarga *plug-in* e, por fim, 3) a infraestrutura de recarga de veículos em movimento. Sem prejuízo do item 2 em que a construção civil já vem atuando, neste artigo serão tratados os esforços dependidos para o desenvolvimento das *Smart Highways* enquanto alternativa de recarga da bateria e que ainda traz consigo e sedimenta conceitos de conectividade veicular e seguridade viária, aglutinados aqui no item 3.

O artigo decorre de pesquisa exploratória apoiada nos ensinamentos de Gil (2002), pois busca ganhar conhecimento sobre o tema. Quanto aos procedimentos técnicos recorre à pesquisa bibliográfica e documental e, neste caso, apoia-se no filtro

realizado por Villanueva (2019) em que organizou buscas através da internet partindo de palavras-chave como: *carro elétrico, bateria e recarga da bateria, eletromobilidade e Smart Highways, construção civil e desenvolvimento de infraestruturas*. Tem por objetivo contribuir para uma reflexão sobre o papel que lhe cabe desempenhar à construção civil na implantação do carro elétrico, notadamente no que diz respeito ao desenvolvimento de infraestruturas orientadas à recarga da bateria do veículo em movimento contribuindo assim para o avanço da eletromobilidade no país e está organizado da seguinte forma: a primeira seção, que inclui esta introdução, apresenta a metodologia e objetivos da pesquisa.

A segunda seção destina-se à revisão da literatura visando analisar, tanto o estado da arte em que se encontra o processo de implantação nos países desenvolvidos e no Brasil no que tange ao desenvolvimento de infraestruturas, especialmente *Smart Highways*, quanto ao nível de preparo que a construção civil brasileira tem para se inserir nesse contexto. Na terceira seção procede-se ao desenvolvimento da pesquisa propriamente dita, destacando o pano de fundo que permeia e condiciona o processo de implantação como um todo, para – na sequência – aplicar o ferramental analítico (Matriz SWOT e Análise Cruzada) que levará a organizar respostas com propósito de sugerir caminhos a serem seguidos pela construção civil no desenvolvimento das infraestruturas que fomentem a implantação do carro elétrico em si. Por fim, se seguem as considerações finais à guisa de conclusão. A seguir a síntese gráfica da pesquisa.

Figura 1 – Síntese Gráfica da Pesquisa Exploratória



\* inclui viagem ao Exterior (visita aos EUA, entre 14/12/2018 e 24/01/2019).

Fonte: VILLANUEVA, 2019.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A seção está estruturada sob três pilares: a) ferramental analítico que ajuda a organizar respostas e considerações finais sob viés mais objetivo e estruturado, b) estado da arte da implantação do carro elétrico e estágio da construção civil brasileira para esse propósito e, por fim, a c) mudança decorrente da substituição do carro automotor pelo elétrico (quebra do *lock-in* tecnológico) e seu impacto sobre técnicas e processos de construção civil (continuidade tecnológica), sob o prisma dos anseios da sociedade moderna, entendidos aqui como o “gatilho” que dá *start* ao processo.

### 2.1 Ferramental analítico utilizado (Matriz SWOT e Análise Cruzada)

Com propósitos de organizar a pesquisa sob viés setorial, antes que restringi-la à visão de uma empresa em particular; recorre-se à Matriz SWOT e subsequente Análise Cruzada seguindo os ensinamentos de Chiavenato e Sapiro (2003), Martins (2006) e Mc Creadie (2008). Ainda, sob essas bases conceituais aplicara-se também a Matriz Complementar elaborada por Villanueva (2019) com propósitos de correlacionar Rubricas Inovadoras decorrentes da implantação do Carro Elétrico ao Campo de Atuação reservado aos subsetores de Construção Pesada e de Edificações e assim dar maior foco à investigação. Assim ela se constitui numa visão intermediária entre Matriz SWOT e Análise Cruzada. Como se sabe, a Matriz SWOT estuda a competitividade de uma organização segundo quatro variáveis: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças. Através delas, se pode fazer um levantamento das forças e fraquezas da organização (ambiente interno), das oportunidades e ameaças que apresenta o meio em que ela atua (ambiente externo).

Por sua vez, a Análise Cruzada consiste em cruzar informações dos quadrantes da Matriz SWOT de tal forma a obter uma moldura que permita desenhar estratégias para o futuro da organização. Nesse aspecto, não se trata de uma inversão, mas apenas uma mudança de interpretação. A Matriz SWOT é uma poderosa ferramenta de análise de cenários, contudo ela não é apenas uma ferramenta para fazer o levantamento de informações relacionadas às variáveis. O grande potencial da matriz é justamente cruzar as informações para definir a estratégia e realizar uma tomada de decisão eficiente e eficaz. Na Análise Cruzada se verifica como os dois pontos negativos (fraquezas e ameaças) influenciam a

possibilidade de os pontos positivos (forças e oportunidades) ocorrerem e são identificadas quatro estratégicas resultantes do cruzamento de fatores entre o ambiente interno e o externo: Ofensiva, Confronto, Reforço e Defesa.

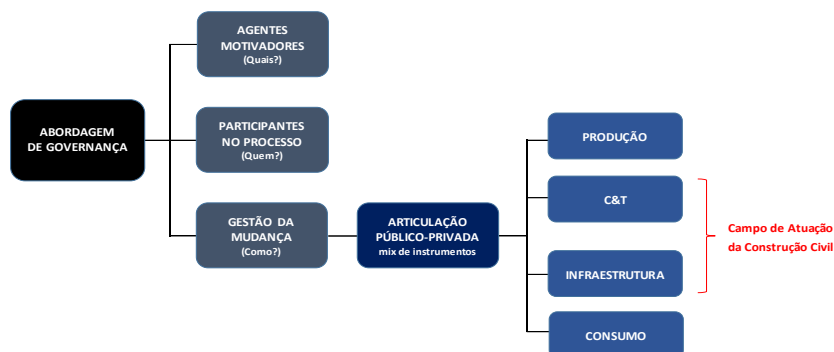
## **2.2 Estado da Arte – Implantação do Carro Elétrico e Construção Civil brasileira**

Estudos realizados pelo PROMOB-e (2018a; 2018b e 2018c) e BNDES Setorial (Baran e Legey, 2010; Castro e Ferreira, 2010; Vaz, Barros e Castro, 2012), além de Cabette (2016), Peres (2017), Castro, Moszkowicz e Lima (2018) e Villanueva (2019) sobre a implantação do carro elétrico, dão conta: *i*) do Brasil estar defasado no processo em relação aos países desenvolvidos; porém, *ii*) países que aderiam com atraso ao processo (pós anos 2000), como China e Alemanha, vêm se nivelando rapidamente com os que iniciaram a corrida (EUA, Japão, França, Holanda, Suécia e Noruega), tamanho o contexto tecnológico que permeia o processo e que abre espaço para que agentes e participantes noutros países diminuam o *gap* existente e se insiram de vez no contexto da eletromobilidade; sendo que nesse aspecto *iii*) o Brasil já começa a promover sua inserção ao processo, muito embora os movimentos ainda sejam incipientes em termos de sistematização das iniciativas que promoverão a eletromobilidade de fato. Observa-se também que, *iv*) a bibliografia foca na recarga da bateria a partir de pontos fixos *plug-in*, mas ainda não se aprofunda no desenvolvimento de infraestrutura de recarga para veículos em movimento.

Já, no que diz respeito às pesquisas sobre a construção civil brasileira e o grau de preparo desta para o desafio, Monteiro Filha, Costa e Rocha, 2010; Araújo e Jungles (2004) e Mutti, Araújo e Flanagan (2005), apontam para um setor com *i*) *know-how*, tradição e expertise de atuação a nível internacional, *ii*) larga experiência na construção de infraestrutura para veículos elétricos a nível nacional; porém, *iii*) com fragilidades no campo do planejamento estratégico, uma vez que dá maior ênfase à questão operacional, *iv*) *gap* tecnológico devido ao baixo investimento em tecnologia da informação e dificuldades para inovar em decorrência dos próprios processos intermitentes que há em cada empreendimento no setor; além de, nas palavras de Horta e Giambiagi (2018), verificar-se que, *v*) o estoque de infraestrutura no Brasil vem diminuindo ao invés de aumentar; o que em última análise revelaria uma ameaça (e uma oportunidade) ao processo. A síntese gráfica a seguir, construída a partir do

Sistema de Governança<sup>3</sup> utilizado pelo PROMOB-e (2018a) para comparar estágios de desenvolvimento da implantação do carro elétrico em países desenvolvidos e no Brasil, permite enxergar, de fato, em que parte do processo a construção civil participa e por ela se verifica campo de atuação, tanto em Ciência e Tecnologia (notadamente em P&D), quanto em Infraestrutura (Desenvolvimento e Construção).

Figura 2 – Síntese Gráfica: Sistema da Governança e *mix* de Instrumentos Públicos e Privados.



Fonte: VILLANUEVA, 2019

Aqui se enxergam três subáreas de atuação claramente demarcadas para a construção civil: a) desenvolvimento de infraestrutura orientada à instalação de pontos fixos de recarga *plug-in* das baterias, b) desenvolvimento de infraestruturas orientadas à recarga do veículo em movimento, notadamente, *Smart Highways* e c) desenvolvimento de infraestruturas orientadas, tanto c.1) ao aumento da oferta de energia elétrica, quanto c.2) à infraestrutura para o redesenho do espaço urbano e criação de novas áreas verdes. Neste artigo não se abordará questões relacionadas à subárea c e, subsequente também não, aos itens c.1 e c.2. A esse respeito, arquitetos e urbanistas<sup>4</sup> apontam que cidades e estradas do futuro terão uma menor frota de veículos devido à automação e uso de taxis sem taxistas e isto dará margem à necessária reestruturação do espaço urbano com claros benefícios para a sociedade enquanto melhora à sua qualidade de vida. Assim, em sincronia com o que se busca explorar neste artigo, o olhar destes profissionais é particularmente

<sup>3</sup> O conceito de governança vai além do conceito de política, na medida em que se refere à *coordenação necessária para alcançar determinadas metas* – metas estas que dependem da articulação de iniciativas sociais que se efetivam tanto dentro quanto fora dos instrumentos de política (HILLMAN et al., 2001 *apud* PROMOB-e, 2018a).

<sup>4</sup> A Jaguar (mondadora de veículos) se uniu ao arquiteto Tom Barton, do escritório Barr Gazetas, para imaginar as consequências de um futuro com automóveis elétricos nas cidades. Tomando quatro estudos de caso no Reino Unido, a equipe especulou sobre questões de infraestrutura existentes e as oportunidades de melhoria possibilitadas pelos veículos elétricos. Os estudos de caso imaginam um futuro em que as alternativas verdes aos combustíveis fósseis impulsionam o transporte e as construções em cidades de emissão zero. Foram 4 os cenários estudados: com uma rodovia, um estacionamento interno, um terreno industrial e uma paisagem urbana mais ampla.



interessante de se notar à medida que não foca no carro elétrico em si, mas nos efeitos que decorrem de sua implantação e assim abrem espaço para uma visão mais ampla no seu campo de atuação; qual seja, a remodelação de infraestruturas nas cidades e estradas. É o que também visa este artigo sob o olhar da Engenharia Civil.

### **2.3 Impactos decorrentes da mudança**

Os impactos decorrentes da implantação do carro elétrico em substituição ao de explosão são aqui observados sob duas perspectivas. No primeiro caso, é prevista a quebra de paradigma em relação ao *lock-in* tecnológico estabelecido pelo carro a combustão interna sustentado na utilização de combustíveis fósseis, e que apresenta-se como a melhor forma de se produzir as coisas, mas que poderá estar prestes a perder seu espaço e a partir daí tudo deverá tudo passar a ser repensado, não raro a partir do zero. No segundo caso, é prevista a continuidade tecnológica (*path-dependent*) nas técnicas e processos de construção civil, ainda que sujeitas a necessárias adequações<sup>5</sup>. É o que se desprende, tanto da análise da implantação do carro elétrico e do desenvolvimento das infraestruturas, quanto da revisão bibliográfica sobre temas da mudança tecnológica abordadas por Castelli e Conceição (2015); Moraes, Barassa e Consoni (2016) e Cabette (2016).

## **2.4 A Construção Civil e a Infraestrutura da Eletromobilidade**

### **2.4.1 Know-how e Expertise, Cases de Sucesso e Linha de Investigação**

A construção civil brasileira detém sólida tradição, *know-how* e expertise de atuação a nível internacional, tanto na Construção Pesada, quanto na de Edificações, incluindo países como: Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, China, México, Espanha, Portugal e Grécia, além de países da América do Sul e o Caribe, também como da África e Oriente Médio, o qual tem lhe dado, entre outras vantagens,

---

<sup>5</sup> NETO *et al.*, 2016 descreve que com a invenção dos automóveis, surgiram os primeiros textos técnicos a tratar dos princípios fundamentais de projeto geométrico de vias de transporte, datados de 1912. Desde então, órgãos regulamentadores foram criados, manuais foram publicados, congressos foram realizados e diversos novos conceitos foram introduzidos ao redor do mundo. Tudo isso de forma sincronizada internacionalmente, com o objetivo de se estabelecer as diretrizes principais de projeto geométrico de vias e, em especial, garantir a segurança dos usuários e a eficiência operacional de tráfego. Agora, com a tendência de automação completa do tráfego rodoviário, deve-se observar uma nova revolução, mesmo que de menor vulto, em conceitos já difundidos e a introdução de novos conceitos relacionados ao projeto rodoviário, especialmente em relação às características operacionais dos veículos, abordando desde a supressão dos fatores humanos da equação até a maior eficiência operacional dos chamados “veículos inteligentes”

possibilidade de acompanhar desenvolvimentos e tendências tecnológicas de construção mais avançadas ao redor do mundo. Além disto, tem consolidado sua capacidade de adaptação a contextos político-econômicos instáveis, não apenas por sua atuação no Brasil, mas também devido à atuação em países da América do Sul e Caribe e da África e Oriente Médio, além de países europeus menos desenvolvidos, que lhe permitiram adquirir especial capacidade para atuar em contextos político-econômicos com oscilação de preços nos materiais e na mão de obra, além de alterações nas regras contratuais, o qual desenvolveu nela habilidades para mitigar riscos e tornar situações adversas em oportunidades. Conta também com longa experiência no desenvolvimento de infraestrutura para circulação de veículos elétricos, tais como: Trem, Metrô, VLT, Trólebus, Teleféricos, Plano Inclinado, Bonde e Bondinho, Elevadores, Escadas e Esteiras Elétricas de uso massivo, e atualmente já trabalha na instalação de eletro-postos e eletro-vias com propósitos de se inserir cada vez mais no contexto da eletromobilidade.

A experiência da construção civil brasileira também apresenta *cases* de sucesso em similares situações nas que atuou na implantação de novos projetos e deu claros sinais de capacidade adaptativa e rápida inserção a contextos de inovação e mudanças dessa mesma envergadura, tais como os observados, por exemplo, na Crise do Petróleo em 1973 e que levou à criação do Proálcool em 1975, desencadeando o programa de motores a álcool. Como se lembra, o programa teve sucesso à medida que postos de gasolina adequaram suas infraestruturas para instalar massivamente bombas de etanol em todo o território nacional (mesmo movimento que se veria depois em 1996 com o GNV). Da mesma forma, na década de 1990 a bem sucedida experiência da Telefonia Móvel no Brasil, encontrou acolhida e se massificou não apenas porque sua bateria foi otimizada quanto a tamanho, custos e autonomia, mas também porque desenvolveu-se infraestrutura apropriada para uma consistente rede de antenas para captação de sinais espalhadas pelo país afora e na qual a construção civil desempenhou papel preponderante, ao igual que no desenvolvimento de infraestrutura para a Copa do Mundo em 2014 e as Olimpíadas de 2016 em que correu contra o tempo, dados os prazos estabelecidos (FIFA e COI).



A natural evolução do carro elétrico para o autônomo leva ainda à necessidade de buscas mais consistente que vão além da recarga da bateria ou autonomia proposta pelos pontos fixos e das melhorias aplicadas sobre a própria bateria (exemplo: uso de compósitos para lataria do carro elétrico), mas avança à recarga do veículo em movimento e preocupações com a conectividade veicular e a seguridade viária. É o que se desprende de pesquisas (em alguns casos já avançadas e em fase de testes) como as que se verão a seguir.

#### **2.4.2 P&D sobre *Smart Highways* ou *Rodovias do Futuro***

Como se vê, a implantação do carro elétrico já dá seus primeiros e inexoráveis passos; porém, as estradas ainda estão devendo soluções inteligentes que aumentem a segurança e reduzam o desperdício de recursos. Várias organizações<sup>6</sup>, sobretudo na Europa, desenvolvem projetos que tornam mais racionais as rodovias, ruas e áreas de estacionamento. A inglesa APUR - gigante da engenharia de projetos - revela que as rodovias do futuro serão feitas de materiais solares e controladas por tecnologias sofisticadas que se comunicam com carros, infraestrutura de estradas e sistema GPS. Nessa linha, a BMW aposta na ideia que as estradas do futuro sejam construídas sobre a atual estrutura viária das grandes cidades e tenham construção modular para baratear os custos. A conexão dessa autoestrada eletrificada com as ruas, rodovias e avenidas convencionais seria feita por meio de rampas e também daria acesso a estações de metrô e shoppings, para tornar o deslocamento das pessoas mais rápido. Já, para o Studio Roosegaarde e a Construtora Heijmans, da Holanda, as estradas do futuro serão duplamente brilhantes: por sua inteligência artificial, que as permitirá interagir com os veículos que circulam e fornecer abundante informação para a circulação e a segurança, e também por sua inovadora propriedade: a de brilhar no escuro. Outras empresas apostam em asfalto poroso para absorção de água, ou até placas solares para gerar energia para as vias, para os imóveis no entorno e, sim, para carregamento em movimento dos carros elétricos, por indução. Seja como for,

---

<sup>6</sup> Empresas como a Highways England e a Tarmac (Inglaterra), Plastic Road e Studio Roosegaarde e a Heijmans (Holanda), a Talga (Austrália), Electrek (China), a Qualcomm e a Integrated Roadways (USA), eRoadArlanda (Suécia), Alktroad (Israel), a Infravia (Brasil) e outras do tipo também avançam investindo em P&D já em fase de testes ou até mesmo em operação, evidenciando o surgimento de alternativas viáveis de estradas inteligentes que poderão alavancar a mobilidade elétrica. Nesse aspecto a Coreia do Sul pretende construir rede de estradas inteligentes até 2020.

grande parte desses conceitos partem de mudanças na estrutura dos pavimentos para torná-los mais “inteligentes” e trazer segurança extra ao transporte rodoviário. A seguir, detalhes dessas e outras iniciativas.

- a) Estradas de Trilhos Eletrificados (à semelhança de um autorama gigante).
- b) Estradas de Painéis Solares (vidros de células fotovoltaicas e circuitos elétricos).
- c) Estradas de Tinta Fotovoltaica (a base de nanopartículas de fosforeto de zinco).
- d) Estradas Piezoelétricas (pressão de peso e velocidade sobre a superfície).
- e) Estradas de Indução Magnética (mesmo princípio da recarga de celular).
- f) Pavimentos Silenciosos (camadas de desgaste porosa, controla textura e vazios).
- g) Estradas Digitais (concreto com tecnologia digital e conexão por fibra ótica).
- h) Estradas de Betão (com aditivos que tornam-no um material altamente condutivo).
- i) Plástico Armado (estrutura plástica e galerias – cabos e tubos).
- j) Asfalto Poroso/Concreto Permeável (camada absorvente e estrutura de drenagem).
- k) Estradas Luminosas (tintas luminescentes ou sensores de movimento e leds).
- l) Modelo de vala técnica do Sistema INFRAVIA (de sob as ruas para sob as calçadas).

### **3 ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO CARRO ELÉTRICO**

O desenvolvimento da pesquisa aqui se dá sob três ângulos: *i)* o pano de fundo que permeia a implantação do carro elétrico como um todo e, por isto mesmo, o condiciona, *ii)* a inserção da construção civil no processo, dadas suas capacidades e potencialidades; porém, respeitadas as condicionantes impostas pelo pano de fundo e, por fim, *iii)* a busca de uma proposta estratégica decorrente da análise realizada que venha nortear a atuação da construção civil nesse processo.

A inserção da construção civil na implantação do carro elétrico é impactada *a)* pela quebra do *lock-in* tecnológico que decorre da substituição do automotor pelo elétrico e que leva ao repensar de tudo daqui por diante; *b)* o *gap* decorrente de anseios não atendidos à sociedade e busca de soluções que os atendam, ainda distante de definir a tecnologia dominante; porém, *c)* em retrospectiva, o processo revela avanços que sugerem-no evolutivo e irreversível, sem contudo *d)* implicar na necessidade de maiores ajustes e adequações aos processos construtivos (projeto

geométrico) evidenciando uma continuidade tecnológica *path-dependent* que, em certa forma, “suaviza o pouso” da Construção Civil no processo de implantação.

Respeitadas as condicionantes estabelecidas pelo pano de fundo e contextualizada numa análise setorial, a seguir se busca exprimir análise realizada a partir da revisão da literatura sobre o carro elétrico e a construção civil brasileira no contexto da substituição do carro a combustão interna no que tange ao desenvolvimento da infraestrutura que lhe proverá eletromobilidade, enquanto potencial campo de atuação para ela. Através da matriz SWOT e sua subsequente Análise Cruzada se apresenta de forma objetiva, as potencialidades que a Construção Civil transparece em relação ao processo e os desafios que terá de superar para se inserir nele com capacidade e propriedade, de forma a usufruir das oportunidades e minimizar as ameaças que o processo lhe revela.

### **3.1. Análise SWOT aplicada à implantação do Carro Elétrico sob a ótica da Construção Civil brasileira.**

O quadro 1 a seguir descreve de maneira resumida; porém de maneira pontual, as evidências observadas em cada uma das quatro variáveis ou quadrantes:

Quadro 1 – Análise SWOT da Implantação do Carro Elétrico sob a ótica da Construção Civil.

	FATORES POSITIVOS	FATORES NEGATIVOS
<b>AMBIENTE INTERNO (CONSTRUÇÃO CIVIL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Know-how, Tradição e Expertise de atuação a nível Internacional e Nacional (não apenas Regional).</li> <li>- Experiência e Qualidade de Serviços Prestados em Construção Pesada e Edificações.</li> <li>- Experiência no Desenvolvimento de Infraestrutura para Veículos Elétricos (Metrô, Trem, VLT, Trólebus, Teleférico).</li> <li>- Habilidade de mitigar riscos e tornar situações adversas (político-econômicas instáveis) em vantagens.</li> <li>- Capacidade de reação e rápida inserção a contextos de inovação e mudanças, a partir de <i>portfólio</i> diversificado.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>FORÇAS (STRENGTHS)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixo nível de inserção do Engenheiro Civil no contexto da implantação do carro elétrico.</li> <li>- Baixa interação do Engenheiro Civil junto aos outros profissionais atuantes na implantação do carro elétrico.</li> <li>- Menor cuidado com Planejamento Estratégico e maior foco na questão Operacional limita visão de negócio.</li> <li>- Baixo investimento em TI eleva o <i>gap</i> tecnológico.</li> <li>- Entraves do Arcabouço Institucional e Descoordenação da Indústria de Materiais de Construção.</li> <li>- Especificidades estruturais inibem o desenvolvimento de inovações no processo de construção civil.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>FRAQUEZAS (WEAKNESS)</b></p>
<b>AMBIENTE EXTERNO (IMPLANTAÇÃO BEV)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento do carro elétrico, bateria e recarga da mesma, em caráter evolutivo e de tendência irreversível.</li> <li>- Consciência ecológica crescente e geração de energia de fonte hídrica, dão diferencial competitivo ao Brasil.</li> <li>- Infraestrutura atual e a construir terá de se adaptar à eletromobilitade (Investimento de US\$ 80 bi até 2025).</li> <li>- Diversificação de Atividades (incluso P&amp;D Tecnológica) e Ganhos de Dimensão através de Parcerias.</li> <li>- Rubricas Inovadoras decorrentes do processo definem novos Campo de Atuação para a Construção Civil.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES (OPPORTUNITIES)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivos Governamentais e Metas Estabelecidas, ainda incipientes e pouco claras em relação ao VEs.</li> <li>- Montadoras de Veículos no Brasil sem interesse e nem pressões para acompanhar evolução de VEs. no Mundo.</li> <li>- Carro Híbrido brasileiro provoca entrave e resistência à implantação de BEV e subsequente Carro Autônomo.</li> <li>- Interesses contrariados (Petrobrás, Usineiros, queda na Arrecadação de Impostos, etc.) atrasam processo.</li> <li>- Pesquisa e Investigação Tecnológica orientada ao VEs. e sua Bateria, mas não voltado à Infraestrutura Viária.</li> <li>- Baixo Investimento Público no desenvolvimento de mobilidade elétrica e carência de investimentos por parte do Governo na área de infraestrutura em geral.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>AMEAÇAS (THREATS)</b></p>

Fonte: VILLANUEVA (2019).

### 3.2. Matriz Complementar: Rubricas Inovadoras X Campo de Atuação.

A seguir, a correlação das rubricas inovadoras decorrentes da implantação do carro elétrico, sua bateria, a recarga da bateria e a reciclagem e descarte da mesma, ao campo de atuação que se descortina associado aos subsetores de Construção Pesada e de Edificações, tais como: Planejamento e Construção, Adequação e Reforma, Recuperação e Manutenção e P&D e Inovação.

Quadro 2: Matriz Complementar: Rubricas Inovadoras X Campo de Atuação.

CAMPOS RUBRICAS	SUBSETORES: CONSTRUÇÃO PESADA E DE EDIFICAÇÕES			
	PLANEJAMENTO/PRODUÇÃO	ADEQUAÇÃO/REFORMA	RECUPERAÇÃO/MANUTENÇÃO	P&D/INOVAÇÃO
CARRO CONECTADO <i>BEV - Battery Electric Vehicle</i>	Instalação de Pontos Fixos de Recarga e Smart Highways sob conceitos de seguridade viária e interconectividade veicular	Remodelação da Infraestrutura Viária quanto a traçado e promoção sua conexão digital e lhe ofereça autonomia em movimento	Recuperação da Infraestrutura Viária quanto a traçado e promoção sua conexão digital e lhe ofereça autonomia em movimento	Revisão do Projeto Geométrico, Cálculo dos Elementos de Projeto e Parametros Geométricos, além de inovações na Sinalização
CARRO AUTÔNOMO <i>Self-Driving Car</i>	Instalação de Pontos Fixos de Recarga e Smart Highways sob conceitos de seguridade viária e interconectividade veicular	Remodelação da Infraestrutura Viária quanto a traçado e promoção sua conexão digital e lhe ofereça autonomia em movimento	Recuperação da Infraestrutura Viária quanto a traçado e promoção sua conexão digital e lhe ofereça autonomia em movimento	Revisão do Projeto Geométrico, Cálculo dos Elementos de Projeto e Parametros Geométricos, além de inovações na Sinalização
BATERIA Íons de Lítio/de Grafeno	Infraestrutura que reduza os efeitos das oscilações climaticas e que afetam o desempenho e a vida útil da bateria em si	Espaços Públicos e Privados (Garagens e Estacionamentos), além de Estradas e Perímetro Urbano readaptados a esse fim	Espaços Públicos e Privados (Garagens e Estacionamentos), além de Estradas e Perímetro Urbano readaptados a esse fim	Infraestrutura que reduza os efeitos das oscilações climaticas e que afetam o desempenho e a vida útil da bateria em si
RECARGA DE BATERIA Íons de Lítio/de Grafeno	Instalação de Pontos de Recarga ( <i>Plug-in</i> ou VE em movimento) a partir de conceitos como o <i>Smart Grids</i> e <i>Vehicle to Grids</i>	Infraestrutura que otimize o rendimento da bateria, evite acidentes e facilite o fluxo da energia à rede e vice-versa	Infraestrutura que otimize o rendimento da bateria, evite acidentes e facilite o fluxo da energia à rede e vice-versa	Instalação de Pontos de Recarga ( <i>Plug-in</i> ou VE em movimento) a partir de conceitos como <i>Smart Grids</i> e <i>Vehicle to Grids</i>
RECICLAGEM/DESCARTE Íons de Lítio/de Grafeno	Desenvolvimento de Infraestrutura de Reciclagem e Descarte com cuidados ao Meio Ambiente e à Saúde Pública	Infraestrutura de Reciclagem e Infraestrutura de Descarte	Infraestrutura de Reciclagem e Infraestrutura de Descarte	Desenvolvimento de Infraestrutura de Reciclagem e Descarte com cuidados ao Meio Ambiente e à Saúde Pública

Fonte: adaptado de VILLANUEVA, 2019.

A análise da Matriz Complementar assemelha-se aqui a uma lupa que amplia a visão e promove um desdobramento mais pontual e preciso do que se viu a *grosso modo* nos quadrantes *Oportunidades* e *Forças* quando foram elencados na Matriz SWOT anteriormente, e que respeitadas as condicionantes que decorrem das fraquezas e ameaças, permite avançar por dentro do campo de atuação dos subsectores da Construção Civil indicando, mas não limitando e nem esgotando, as possibilidades que se descortinam do processo de implantação do carro elétrico. Assim, esta visão intermediária, entre Matriz SWOT e Análise Cruzada, possibilita a melhor definição das estratégias que se desprendem destas.

### 3.3. Aplicação da Análise Cruzada à Implantação do Carro Elétrico

A seguir a apresentação das estratégias que se desprendem dela:

. **Estratégia Ofensiva** - forças analisadas permitem prever atuação consistente da Construção Civil na implantação do carro elétrico e usufruir das oportunidades que dele se desprendem. Todavia, fraquezas apontadas deverão ser previamente

revertidas em desafios a serem superados afim de solidificar o preparo para sua atuação no processo, tanto a nível nacional, quanto internacional.

. **Estratégia de Confronto** - ameaças analisadas se contrapõem a avanços na implantação do carro elétrico no Brasil, retardando ainda mais as oportunidades de negócios, mesmo que usinas hidrelétricas e redes de distribuição despendam esforços para a evolução ocorrer. Neste caso, atraso decorrente das ameaças elencadas joga a favor da Construção Civil, pois lhe dá tempo para evoluir nas pesquisas e com isso ganhar competitividade para quando a hora chegar.

. **Estratégia de Reforço** - fraquezas analisadas constituem-se entraves a serem superados e que prejudicam sua competitividade na implantação do carro elétrico. Contudo, implementação de estratégias de reforços para supera-las, contando com o tempo que o *gap* pode lhe proporcionar, poderão ajudar, desde que enxergadas aqui como reais empecilhos a transpor.

. **Estratégia de Defesa** - à medida que ameaças e fraquezas estão aqui associadas a um mercado em desenvolvimento, não se observando ainda nada do que se defender, mas ao contrário do que se prevenir (antecipar); entende-se que nesse caso a Construção Civil brasileira terá de trabalhar na melhoria de pontos específicos; ou seja, tirar vantagens das fraquezas elencadas de forma a amenizá-las ou eliminá-las do seu ambiente como preparo para o que está por vir ou até mesmo para já se inserir de maneira salutar no contexto internacional onde a implantação do carro elétrico está mais adiantada e já demanda de infraestruturas de eletromobilidade.

### 3.4. Busca de uma Proposta Estratégica para a Construção Civil

Ao comparar ameaças internas em relação a medidas adotadas em países desenvolvidos, surgem dois pontos a observar: *i)* ameaças aqui são pontuais e sugerem-se transitórias devido à letargia que há para se inserir no processo, *ii)* no cenário mundial elas vêm sendo removidas à medida que são entendidas como parte de um processo evolutivo e irreversível. Assim, pondera-se que aqui também venham ser removidas pelo próprio peso em pouco tempo à frente. Concomitantemente, ao considerar que fraquezas observadas no ambiente interno são equacionáveis e, por isto mesmo, passíveis de superar; se tem que, tanto estas (fraquezas) quanto aquelas (ameaças), possuem em comum o tempo que a construção civil brasileira tem para se adequar ao contexto e, neste caso, esse *gap* de implantação, soma-se às



oportunidades. Assim, entende-se que a Construção Civil brasileira, enquanto atuante no cenário nacional e internacional, deverá se preparar para desenhar estratégia de confronto no mercado interno e estratégia ofensiva no mercado externo.

#### 4. COMENTÁRIOS FINAIS À GUIA DE CONCLUSÃO

Anseios da sociedade relacionados à preservação do meio ambiente e cuidados com a saúde pública condicionam o desenvolvimento de infraestruturas que alavanquem a autonomia do carro elétrico e promovam a eletromobilidade num contexto de seguridade viária e conectividade veicular.

Assim, o processo revela novo campo de atuação para a construção civil, notadamente no que tange à instalação de pontos fixos de recarga *plug-in* (eletro-postos e eletro-vias) e desenvolvimento de infraestrutura de recarga para veículos em movimento (*Smart Highways*). Para tanto, deverá estar preparada para o desafio.

O processo desvela ainda outras oportunidades na construção de centrais hidrelétricas e usinas nucleares, como forma de aumentar a oferta de energia, além de obras necessárias ao redesenho do espaço urbano que decorrerá da reestruturação do estoque de veículos nas grandes cidades.

As duas oportunidades antes mencionadas não foram motivo de estudo nesta pesquisa; porém, a construção civil já trabalha na instalação de torres cata-vento para geração de energia eólica, ao igual que o faz na instalação de painéis solares, com propósitos de aumentar a oferta de energia elétrica no mercado.

Todavia, atrasos observados na implantação do carro elétrico e no preparo da própria construção civil brasileira; têm, *i*) no compasso de espera adotado pelo governo brasileiro em relação à implantação da eletromobilidade no país, *ii*) na nivelção de estágios em que tudo precisa ser repensado e a tecnologia (agente de mudança), está disponível para todos, *iii*) nas constantes idas e vindas a que o processo como um todo ainda está sujeito e, por fim, *iv*) na constatação de que técnicas e processos construtivos (projeto geométrico) irão se manter na mesma trajetória tecnológica *path-dependent*, levam a ponderar que longe de constituir-se em fraquezas ou ameaças para o setor, revelam-se sua melhor arma para ganhar tempo e preparar-se para o desafio.

Afinal, a construção civil brasileira desenvolvera habilidade para mitigar riscos e reverter situações adversas em vantagens. Assim, enquanto atuante no cenário nacional e internacional, deverá preparar-se para desenhar estratégia de confronto no contexto brasileiro e estratégia ofensiva no cenário internacional; afinal, forças e oportunidades decorrem do processo, ao tempo que ameaças e fraquezas até lá poderão ser diluídas e revertidas contando o tempo que se cria em decorrência do próprio atraso (*gap*).

## 5 REFERENCIAS

ARAÚJO, H. N.; JUNGLES, A. E. Estudo da competitividade industrial no grupo de relação: construtora e empreiteira de mão-de-obra, XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Santa Catarina, 2004.

BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 33, dez. 2010.

CABETTE, L. S. Veículos Elétricos: Em busca de um novo paradigma de sustentabilidade para o trânsito viário terrestre. Jusbrasil, 2016.

CASTELLI, J. R.; CONCEIÇÃO, O. A. C. Instituições, Mudança Tecnológica e Crescimento Econômico: Uma aproximação das Escolas Neo-Schumpeteriana e Institucionalista. Textos para Discussão PPGE/UFRGS (2015/12), Porto Alegre, 2015.

CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 32, out. 2010.

CASTRO, N. D.; MOSZKOWICZ, M.; LIMA, A. O Novo Paradigma da Mobilidade Elétrica. GESEL Grupo de Estudos do Setor Elétrico UFRJ, 2018.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, v. I, 2003.

DIAS, B. C.; ANDRADE, R.; GUEDES, M. A. C. Comunicação Inter-Veicular e entre Veículos-Infraestrutura com o Estudo do Protocolo DSRC. Monografia apresentada para graduação no curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva pelo Centro Paula Souza do FAETEC de Santo André. São Paulo, 2010. 86 p.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, v. VII, 2002.

HORTA, T. G.; GIAMBIAGI, F. O Crescimento da Economia Brasileira 2018-2023 - Perspectivas DEPEC 2018. BNDES, Rio de Janeiro, Abr. 2018.

MARTINS, L. Marketing: Como se tornar um profissional de sucesso. 1ª. ed. São Paulo: Digerati Books, v. I, 2006.

MCCREADIE, K. A Arte da Guerra SUN TZU: uma interpretação em 52 ideias brilhantes. 1ª. ed. São Paulo: Globo, v. I, 2008.

MONTEIRO FILHA, D. C.; COSTA, A. C. R.; ROCHA, E. R. P. Perspectivas e desafios para inovar na construção civil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 31, jul. 2010.

MORAES, H. B.; BARASSA, E.; CONSONI, F. L. Conhecimento Científico e Tecnológico para o Veículo Elétrico no Brasil: Uma análise a partir das instituições de ciência e tecnologia e seus grupos de pesquisa. *Desafio Online*. Campo Grande, v. 4, n. 2 ago. 2016.

MUTTI, C. N. ARAÚJO, H. N.; FLANAGAN, R. O diferencial competitivo das grandes construtoras brasileiras no mercado internacional. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, ENEGEP 2005, nov. 2005.

NETO, E.; RENTES, A.C.; ROMÃO, V.; SPRICIGO, V. Rodovias Inteligentes: Contextualização, Simulação e Adequação do Projeto Geométrico. Monografia apresentada para graduação no curso de Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016. 163 p.

PERES, L. A. P. Veículos Elétricos: O limiar de uma era de transição. GRUVE UERJ, 2017.

PROMOB-e (Projeto de Cooperação Técnica bilateral entre a Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial – SDC/MDIC e a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ) – Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos, 2018a.

PROMOB-e (Projeto de Cooperação Técnica bilateral entre a Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial – SDC/MDIC e a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ) – Avaliação Internacional de Políticas Públicas para Eletromobilidade em Frotas Urbanas, 2018b.

PROMOB-e (Projeto de Cooperação Técnica bilateral entre a Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial – SDC/MDIC e a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ) – Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil, 2018c.

SILVA, A. P. Sistema infravia: integração em desenho urbano e redes de infraestrutura. Repositório Institucional da UFSC, p. 136.

VAZ, L. F. H.; BARROS, D. CASTRO, B. H. R. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, BNDES, n. 41, dez. 2012.

VILLANUEVA, L. E. C. Papel da Construção Civil na Implantação do Carro Elétrico – Desenvolvimento de Infraestrutura para a Eletromobilidade, Monografia apresentada para graduação no curso de Engenharia Civil pela Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro, 2019. 86 p.

Submetido em: 10 de setembro de 2019

Aceito em: 26 de novembro de 2019