

ESTUDO DE LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (OAES) DO TIPO PONTES ESTAIADAS NO BRASIL

Bruna de Carvalho Sebastião

Suelene Silva Piva

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

O presente artigo científico teve como principal objetivo o levantamento e estudo de características de Obras de Artes Especiais do tipo Pontes Estaiadas, com foco na identificação de suas características, como o tipo de estrutura, os materiais utilizados, o método construtivo utilizado, entre outros, de modo a fazer um levantamento das inovações na construção civil. Para tal objetivo, foi necessária uma ávida exploração com base empírica, em busca de informações reais e consistentes que pudessem ser agregada a tal pesquisa. Por conseguinte, o referencial teórico foi baseado em um estudo de caso entre duas pontes estaiadas com um grande intervalo de tempo entre o término das construções, a Ponte do Porto Alencastro e a Ponte Jorge Amado, de forma a fazer uma análise comparativa entre os métodos construtivos, disposição de estais e a disposição do plano do mastro com o tabuleiro. Como resultado, foi possível obter que nas Obras de Artes Especiais estudadas e comparadas, apesar do grande intervalo de tempo grande entre os projetos e finalização das construções, da ordem 40 anos, apresentaram ainda muitas semelhanças no que diz respeito as suas características de métodos construtivos, amarração de estais, disposição dos mastros, materiais utilizados e pouco avanço tecnológico, demonstrando que houve pouca inovação no passar dos anos, trazendo um questionamento quando as mudanças e avanços necessários no setor da construção civil. Além disso, não se pode deixar de considerar que tais mudanças são dispendiosas, visto que as Obras de Artes Especiais se tratam de construções que demandam tempo, funcionalidade, recursos, visual agradável e segurança, bem como o apoio do setor público, por se tratar de área estratégica da economia do país.

Palavras-chave: Pontes Estaiadas; Obras de Artes Especiais; Engenharia Civil.

ABSTRACT

The main objective of this scientific article was to survey and study the characteristics of Works of Special Arts such as Cable-Stayed Bridges, focusing on the identification of their characteristics, such as the type of structure, the materials used, the constructive method used, among others, in order to survey innovations in civil construction. For this objective, an avid exploration with empirical basis was necessary, in search of real and consistent information that could be added to such research. Therefore, the theoretical framework was based on a case study between two cable-stayed bridges with a long time interval between the completion of constructions, the Porto Alencastro Bridge and the Jorge Amado Bridge, in order to make a comparative analysis between the methods construction, layout of stays and layout of the mast plan with the deck. As a result, it was possible to obtain that in the Special Arts Works studied and compared, despite the large time interval between the projects and the completion of the constructions, of the order of 40 years, they still presented many similarities with regard to their characteristics of construction methods. , rigging of stays, arrangement of the masts, materials used and little technological advance, demonstrating that there was little innovation over the years, bringing a questioning when the changes and advances needed in the civil construction sector. In addition, one cannot fail to consider that such changes are expensive, since the Works of Special Arts are constructions that demand time, functionality, resources, pleasant visuals and safety, as well as the support of the public sector, as they are strategic area of the country's economy.

Keywords: cable-stayed bridges; civil engineering; Special Arts Constructions.

1. INTRODUÇÃO

Na Engenharia Civil, as Obras de Artes Especiais (OAEs) classificadas como pontes, viadutos, túneis e passarelas são estruturas muito importantes para garantir a mobilidade e estão presentes desde a antiguidade. As civilizações antigas como egípcios e maias já utilizavam algumas destas estruturas, pois estes povos se instalavam perto de rios devido à fertilidade do solo e, portanto, precisavam transpor os cursos de água para se locomoverem (NUNES, 2019).

Uma das principais OAEs utilizadas são as estruturas na forma de pontes e viadutos e segundo um levantamento da Confederação Nacional de Transportes (CNT), 3% da malha rodoviária do país, cerca de 60 mil km, é formada por elas (CNT, 2017). Este pequeno percentual deste tipo de infraestrutura de transportes evidencia a necessidade de avanços nesta área da construção civil no que diz respeito aos investimentos públicos e privados, bem como na sustentabilidade dos processos de planejamento, construção e manutenção

deste tipo de estrutura, em geral de grande porte. A utilização de processos de inovação na área de planejamento, construção e manutenção deste tipo de estrutura é de real importância para garantir a sustentabilidade das Obras de Artes Especiais que compõem a infraestrutura de transportes da malha de mobilidade do país.

Neste contexto, este projeto foi realizado de modo a fazer um levantamento das características das OAEs do tipo Pontes Estaiadas com foco na identificação de suas características, como o tipo de estrutura, os materiais utilizados, o método construtivo utilizado, sendo possível uma análise comparativa ao longo dos anos e evidenciando as mudanças ocorridas no âmbito da construção civil, além de trazer um enfoque financeiro e sustentável, também. Por conseguinte, a próxima etapa do projeto trouxe um questionamento quanto aos novos materiais, em estudo no mercado, que possam substituir os convencionais de modo a diminuir os resíduos, com o propósito de evidenciar eventuais avanços tecnológicos na sustentabilidade das Obras de Artes Especiais que compõem a infraestrutura de transportes da malha de mobilidade do país.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As Obras de Artes Especiais (OAEs) são compostas por estruturas na forma de pontes, viadutos, túneis e passarelas e segundo um levantamento da Confederação Nacional de Transportes (CNT), 3% da malha rodoviária do país, cerca de 59.972 km, é formada por pontes e túneis (CNT, 2017). Este tipo de estruturas são antigas aliadas para a infraestrutura de transportes de um país.

2.1 Parâmetros Históricos

As pontes existem desde a antiguidade, visto que sua principal função é a de transpor objetos e pessoas. Tal necessidade surge, principalmente pelas civilizações que se instalavam perto de rios, para melhor desenvolvimento na agricultura e sobrevivência.

Portanto, pensou-se em uma forma de deslocamento sem um contato direto com os rios, ou com a finalidade de desviar de algum obstáculo não necessariamente sendo água, de modo a facilitar a trajetória e conectar lugares. Surge então, as pontes (NUNES, 2019).

Esse advento da engenharia está presente desde os primórdios, porém, no começo era construído de maneira mais rústica, apenas com madeira e, em alguns casos, cipó. As pontes romanas, por exemplo, destacam-se por sua durabilidade ao longo dos anos, como a ponte de São Ângelo, criada em 134 a.C, mostrada na figura 01 (NUNES, 2019).

Figura 01: imagem da ponte de sant'angelo



Fonte: (Wikipédia, 2020)

Durante o século XIV, foram projetadas pontes inovadoras, que utilizavam em sua composição treliças de madeira. Ademais, foram criados por Leonardo da Vinci, diversos projetos de pontes que não necessitavam de nenhuma fixação metálica na madeira, trazendo em suas estruturas, arcos plenos (estrutura criada durante a antiguidade romana clássica). Entretanto, com a Revolução Industrial, foram proporcionados novos materiais e recursos, algo que influenciou a abordagem de novos projetos, como por exemplo, pontes que utilizavam ferro como seu material estrutural (NUNES, 2019).

Depois da consolidação da obra, surgiram necessidades maiores que, conseqüentemente, trouxeram como exigências, estruturas mais desenvolvidas, agregando, então o ferro e estruturas metálicas às novas estruturas. Por último, as pontes de concreto apenas surgiram após a II Guerra Mundial (NUNES, 2019).

Além dos materiais que diferenciam as pontes, os métodos construtivos e as estruturas também as caracterizam de forma única. Dessa forma, existem vários tipos de pontes como as cantiléver, suspensas, em arco, flutuantes, estaiada, entre outras. Cada uma existe de forma a atender demandas específicas, por isso é importante conhecer suas estruturas (AWA Comercial, 2016).

2.2 Tipos de Pontes

Existem diversos tipos de estruturas de pontes, as quais são diferenciadas pelos seus métodos construtivos, materiais e disposição da estrutura. Além disso, cada uma é utilizada em situações diferentes de solo, clima e disponibilidade de materiais.

A ponte Cantiléver, por exemplo, recebe esse nome devido à estrutura utilizada com a mesma denominação. Esse tipo de sustentação é apoiada em apenas uma

extremidade com estrutura sólida. Além disso, o tabuleiro só consegue se estender no espaço se apoiado em vigas, para que a energia gravitacional e cinética dos carros seja dissipada. Ademais, se a ponte Cantiléver for uma grande estrutura para sustentar tráfego rodoviário e ferroviário, precisará de treliças de aço para a sustentação (AWA Comercial, 2016).

No caso das pontes Treliças, a sustentação é feita por muitas barras de aço entrelaçadas, de modo a distribuir o peso, possibilitando que a ponte assuma grandes distâncias. Além disso, as treliças são utilizadas, pois são estruturas rígidas que transportam o peso de um ponto único para uma área mais ampla, garantindo assim a distribuição do peso e do impacto. Esse tipo de ponte é comum na história desde muito cedo e é vantajosa devido ao fato de serem econômicas, uma vez que utilizam materiais de forma eficiente.

Seguidamente, as pontes suspensas ou ponte pênsil (Figura 02), são aquelas nas quais o tabuleiro fica suspenso por cabos verticais. Esses cabos são presos em outro cabo de longa extensão e portanto, o peso do tabuleiro não fica distribuído apenas nas torres verticais, mas também por esse cabo maior de suspensão. Ademais, o tabuleiro dessa ponte deve ser construído em sistema de propensão, assim, evitando riscos de quebra. As pontes suspensas são mais utilizadas em regiões montanhosas (NUNES, 2019).

Figura 02: Ponte pênsil Golden Gate



Fonte: (Awa Comercial, 2016)

Por último tem-se a Ponte Estaiada, objeto foco do estudo deste projeto, na qual a estrutura e o funcionamento serão explicitados na sessão seguinte.

2.3 Pontes Estaiadas

A primeira ponte estaiada no Brasil foi construída no ano 2000, nomeada como Ponte-Estrutura Santo Amaro, na cidade de São Paulo (Figura 03). A obra recebeu a denominação de Ponte Estação Santo Amaro, pois a estação de metrô na linha 5 é a própria ponte, construída acima do Rio Pinheiros. Além disso, a estrutura também faz a ligação entre as duas margens do Rio (MAZARIM, 2011).

Apesar de ter sido a primeira ponte construída, não foi o primeiro projeto de ponte estaiada no Brasil, ocupando este lugar, a Ponte do Porto Alencastro. Porém, por falta de recursos disponibilizados pelo governo das cidades de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, cidades das quais tal ponte faz divisa, a obra só foi finalizada em 2003, apesar de seu projeto ter se iniciado na década de 80 (Q UINTANA, 2009).

Figura 03: Ponte Estação Santo Amaro



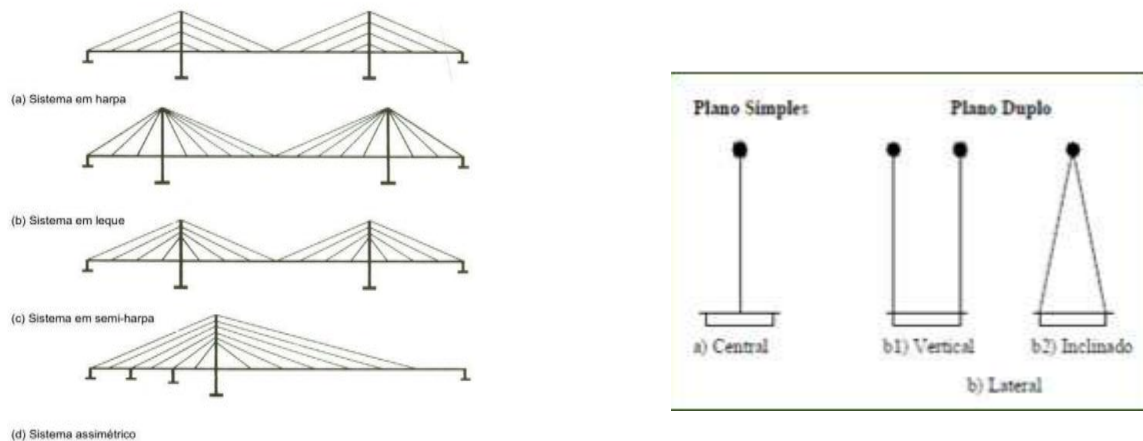
Fonte: (NETLAND, 2012)

As pontes estaiadas são compostas por um tabuleiro de concreto armado protendido ou em estruturas metálicas, sustentado por cabos retos e reforçados inclinados chamados de estais, que são fixados em mastros. Esse tipo de ponte tem se tornado frequente na construção civil, pois conta com vantagens econômicas e estabilidade para vãos grandes. Além disso, as pontes estaiadas, contam com uma aparência atrativa que pode servir até de ponto turístico (MACHADO, 2022)

Os estais são cabos de aço resistentes que conferem equilíbrio e sustentação à obra e são conectados ao mastro, este, por sua vez, se trata de uma estrutura de concreto que serve de base para estrutura dos cabos e, portanto, de toda a ponte. Ademais, esses

componentes da estrutura podem ser dispostos de formas diferentes, como apresentado na Figura 04 (GALLO, 2016).

Figura 04: Diagrama de disposição de Estais e Mastros



a) Sistema de Leque

b) Sistema Harpa

c) Sistema de Semi Harpa

d) sistema assimétrico

a) Plano Simples - Vertical

b) Plano Duplo – Lateral Vertical

c) Plano Duplo – Lateral Inclinado

Fonte: (ALVES, 2019 e LACERDA, 2016)

2.4 Métodos Construtivos

Existem vários métodos construtivos e essa parte da obra é muito importante, visto que a maioria dos acidentes em pontes ocorre durante a construção. Por isso, deve-se agregar a segurança para os trabalhadores e outras pessoas ao entorno da construção.

Existem três tipos de métodos construtivos: o da Cimbragem Geral, de Balanços Sucessivos e o de Lançamentos Progressivos (QUINTANA, 2009).

O método da Cimbragem, é o mais antigo e é indicado em regiões baixas e de alta resistência do solo, não funcionando com eficiência em correntes de água. A Cimbragem utiliza o projeto de escoramento, de modo a ser compatível com o tipo de obra e o plano de concretagem a ser utilizado. Dessa forma, existe o escoramento fixo que conta com apoios temporários que são retirados após o término da obra e podem ser utilizados, após, em outras partes da ponte. Já o escoramento móvel consiste em um sistema que

permite o deslocamento dos apoios, ao passo que a concretagem avança (QUINTANA, 2009).

O método dos Balanços Sucessivos, criado em sequência, consiste na ausência do escoramento, permitindo assim um espaço livre na parte inferior da ponte, possibilitando, então, o uso do método na transposição de rios. A ausência da técnica utilizada na Cimbragem é justificada pelo uso da pré-moldagem ou moldagem in loco (no lugar). A segunda possibilidade é feita com o auxílio de formas deslizantes (QUINTANA, 2009).

Por último, o método dos Lançamentos Progressivos, método mais novo, é feito com a construção dos elementos da superestrutura as margens da obra e depois de prontos, são posicionados no projeto com o auxílio de macacos hidráulicos. Esse tipo de construção é vantajosa, pois elimina estruturas que não serão usadas após a obra como pilares e fôrmas e por ser mais rápido e portanto, econômico (QUINTANA, 2009).

3. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho de iniciação científica foi feito um processo exploratório, com base empírica, de modo a buscar dados reais em órgãos públicos e privados que atuam nas áreas de infraestrutura, transporte e mobilidade. Tais exemplos deste caráter exploratório foram evidenciados na busca em periódicos especializados, projetos científicos de conclusão de curso de outros estudantes, envios de e-mails para governos das cidades das pontes estudadas, para empresas e para construtoras envolvidas nos projetos e obras a fim de encontrar informações consistentes para a realização deste trabalho.

Para a realização do projeto, foram selecionadas duas pontes a fim de fazer um estudo de caso a partir do processo comparativo entre ambas, de modo a estabelecer, em paralelo, um levantamento das inovações da construção civil.

Ademais, foi utilizada a metodologia de caráter descritivo, para coletar e analisar dados e registros encontrados e disponibilizados, além de organizá-los e fazer uma seleção daqueles que mais se adequavam ao intuito da pesquisa. Portanto, a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho foi importante para criar uma narrativa concisa e que trouxesse o melhor das informações encontradas.

Além disso, o intuito deste trabalho teve como objetivo também reunir informações para os pesquisadores da área, visto que as informações no âmbito das Obras de Artes Especiais, e da construção civil em si, permanecem restritas as empresas e órgãos públicos, exigindo um esforço adicional nos processos exploratórios de pesquisa nesta área de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionadas duas pontes estaiadas, como estudo de caso, para fazer um processo comparativo entre ambas, de modo a estabelecer, em paralelo, um levantamento das inovações da construção civil.

A primeira ponte estaiada projetada no Brasil foi a Ponte do Porto Alencastro, localizada na divisa entre o Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, sobre o Rio Parnaíba. Apesar de seu projeto de ponte estaiada ter sido o pioneiro no país, por falta de recursos disponibilizados pelos estados, a ponte foi finalizada apenas no ano de 2003, visto que ao retornar as obras, já nos anos 2000, houve outra obra concomitante, a da ponte Estação Metroviária Engenheiro Jamil Sabino, inaugurada no ano 2000 (QUINTANA, 2009).

Já o último projeto de ponte estaiada no Brasil, até o atual momento, foi o da ponte Jorge Amado, inaugurada no ano de 2020, sendo a primeira ponte estaiada do estado da Bahia, localizada em Ilhéus, sobre a baía do pontal. A obra também teve problemas de construção visto que se iniciou com a empreiteira Constran/UTC, que abandonou o projeto no meio, ficando a finalização a cargo da OAS.

Com informações das duas Obras de Artes Especiais citadas, foi possível fazer uma análise comparativa das características das duas pontes com evidência nos métodos construtivos tendo como objetivo averiguar as mudanças e semelhanças na construção civil nestas obras durante os anos.

Como as pontes são obras para auxiliar na mobilidade de uma região, as duas foram muito importantes para as regiões nas quais foram inseridas, se tratando, também, de patrimônios nacionais.

As pontes, escolhidas para este trabalho, possuem comprimentos próximos, sendo a Ponte do Porto Alencastro com 600 metros e a Jorge Amado com 533 metros; Além disso, a primeira possui um comprimento de 16 metros e a segunda conta com 25,5 metros. A seguir encontra-se o estudo comparativo das características das duas pontes.

4.1 Amarração dos Estais

Ambas as pontes apresentam o sistema de dois planos laterais para as torres, onde têm-se na parte superior, uma torre única resultada pelo encontro das duas torres da base. Essa

estrutura em formato de delta, além de conferir um design especial à obra, ainda tem a finalidade de ancoragem dos estais nas extremidades, conforme apresentado na figura 05.

Figura 05: imagem dos dois planos laterais da torre



a) Ponte do Porto Alencastro

Fonte: (GOLOBIEW, 2008)



b) Ponte Jorge Amado

Fonte: (Wikipédia, 2018)

Consequentemente, a distribuição longitudinal dos estais também é um fator importante para a estrutura das pontes estaiadas, visto que dependendo do arranjo estrutural há diferenças no resultado da obra desde as forças até à aparência.

A ponte do Porto Alencastro (Figura 05a) se mostra mais complexa nesse aspecto da tipologia, visto que os estais foram dispostos em formato de leque, reduzindo, nesta OAE, o tamanho da viga. Esta tipologia é caracterizada pelo encontro de todos os estais ancorados no topo do mastro da ponte, evidenciando as forças verticais e atenuando as tensões no tabuleiro da ponte. Porém, como desvantagem, esta disposição de estais além de apresentar um alto custo, ainda se mostra extremamente complexa em aspectos de cálculos, execução e precisão.

Em contrapartida, a Obra de Arte Especial Jorge Amado (Figura 05b) foi construída com os estais dispostos com a tipologia de Semi-Leque (ou Semi-Harpa), ou seja, é a junção dos benefícios das disposições de harpa e leque. Portanto, os estais são distribuídos ao longo do mastro, dessobrecarregando a parte superior, com inclinação maior que a disposição em harpa, trazendo um maior equilíbrio nas forças horizontais, como no sistema de leque (Figura 06).

Figura 06: Imagem do sistema de amarração de estais em semi-leque



Fonte: (WordPress, 2017)

Apesar de ambas as disposições de estais apresentadas nas pontes possuírem benefícios para a obra, ainda assim, a tipologia Semi- Leque, na ponte Jorge Amado (Figura 05b), se mostra mais evoluída que a de leque, utilizada na ponte do Porto Alencastro (Figura 05a), visto que a primeira se trata de um aperfeiçoamento da outra.

4.2 Métodos Construtivos

Além das características das pontes, como os sistemas de duas pontes laterais, tipologias e medidas, um dos elementos mais importante é o método construtivo de cada ponte escolhida como o estudo de caso deste trabalho. Porém, para que o método seja escolhido com êxito, é necessário que haja uma análise de localização, propósito de utilização (pista para automóveis ou ferrovias), cronogramas e prazos para execução, economia; além de outros questionamentos, como condições naturais da região e materiais a serem utilizados na construção.

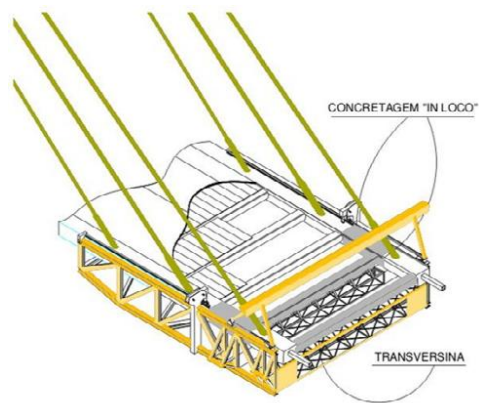
Visto que as Obras de Artes Especiais, em questão, se tratam de obras sobre água, a Ponte do Porto Alencastro no rio Paranaíba e a ponte Jorge Amado sob a Baía do Pontal, foi necessário para ambas um estudo de movimentação das águas, vazão e altura máxima. Além disso, ao lidar com elementos naturais, as necessidades da obra se tornam mais complexas, pois além dos estudos das condições naturais, os materiais também devem ser pensados devido à fatores como corrosão, deformação e outros impactos que podem ser gerados ao longo do tempo e dependendo de condições climáticas da região.

Logo, como as pontes estudadas e analisadas apresentam condições parecidas, ambas foram construídas à partir do método dos balanços sucessivos. Este método, além de ser o mais utilizado, é o indicado quando a altura da ponte é grande em relação ao terreno, sendo necessário seguir, durante a construção, o gabarito de navegação. Esse método conta com a construção em segmentos, que podem ser denominados, também, de aduelas, formando

um suporte do tipo consolos que avançam o vão. Porém, este processo construtivo pode ser realizado de duas formas distintas, in loco ou pré-fabricados.

Ademais, ambas as pontes em estudo utilizaram o modelo de balanços sucessivos in loco, onde a concretagem é feita com auxílio de formas deslizantes e as aduelas são protendidas apenas quando se atinge a consistência necessária, diferente do modelo pré-fabricado que é montado na obra e só em seguida é colocado no local, sendo protendido longitudinalmente. Além disso, os estais são posicionados em ambas as pontes, par a par, em cada lado, de modo a equilibrar o tabuleiro (Figura 07).

Figura 07: Imagem das etapas de construção do Balanço Sucessivo



fonte:(GOLOBIEW,2008)



Fonte: (Blog do Thame, 2019)

4.3 Custo estimado de construção

Além da viabilidade técnica e utilização, a área financeira também é muito importante para a realização de um projeto de Obra de Arte Especial e são necessários grandes investimentos. Isto se deve à complexidade da construção, pois além de ser funcional, deve se tratar de uma obra segura. Por isso, ambas as obras em questão receberam investimentos de cerca de R\$ 100 milhões, tendo a da Bahia, um investimento de R\$99,6 milhões e a do Porto Alencastro R\$126,570 milhões, evidenciando as necessidades acerca da construção (JORNAL GRANDE BAHIA, 2017 e ESTRADAS, 2003).

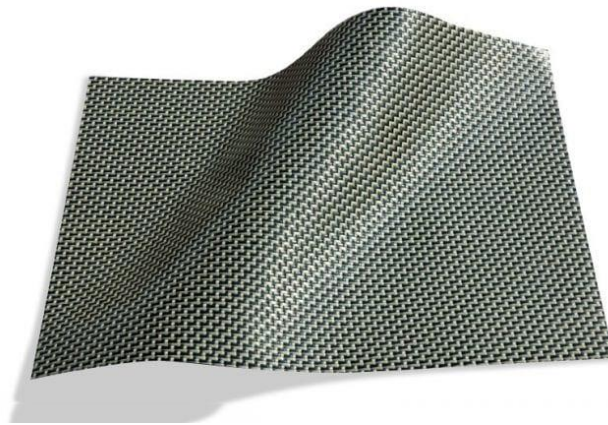
Além disso, a construção civil se trata de um conceito muito mais amplo do que apenas as obras das quais fazem parte, pois as obras devem considerar além da segurança e funcionalidade, também fatores como a estética, tempo de construção, durabilidade, inovação, entre outros. Porém, a inovação neste âmbito está em alta nas pautas, visto que não tem sido muito evidentes mudanças nos modelos construtivos e materiais nas obras,

isto pode ser confirmado com a comparação das duas pontes, do Porto Alencastro e Jorge Amado, pois apesar da diferença de tempo as semelhanças das características entre elas ainda estão presentes.

4.4 Novos materiais construtivos

Apesar da construção civil ocupar um espaço importante na economia brasileira, ainda assim, é uma grande geradora de poluição, desde residual até sonora. Isto se deve aos métodos convencionais e materiais utilizados, a necessidade e dependência de substâncias como o aço e o concreto que se mostram ultrapassadas e ocasionam ainda mais resíduos. Desta forma, é importante pensar em substitutos para tais materiais utilizados na construção, como por exemplo, compósitos, do tipo Kevlar (Figura 08), ou seja, materiais formados da junção de outros, com a finalidade de obter maior qualidade. Além disso, é importante pensar nos fatores relacionados a leveza, resistência, peso, temperaturas altas e baixas, entre outros, que se mostram importantes para a evolução de obras grandiosas como as Obras de Artes Especiais (SANTOS, 2021).

Figura 08: Imagem do kevlar- polímero mais resistente que o aço



Fonte: (OFICINA DA NET, 2017)

Porém, cabe ressaltar, que a necessidade de inovação, apesar de ser grande, traz consigo, no âmbito das pontes, uma problemática tal como a falta de segurança e funcionalidade requisitadas. Isto pois, como apontado pelo engenheiro projetista Ian Firth na conferência “Future of Briges” deve-se encontrar o equilíbrio entre a inovação e o risco, pois a obra precisa ser segura, funcional, ter uma estética, e ter uma durabilidade boa (SANTOS,2021).

4.4 Sustentabilidade

Apesar da construção civil impactar em fatores positivos como mobilidade urbana e moradias, também é fato que este setor impacta negativamente o meio ambiente, pois além de utilizar altas quantias de energia, ainda utiliza matérias primas não-renováveis e um alto extrativismo, gerando vários prejuízos para o meio ambiente, além dos muitos resíduos gerados, sendo considerada a construção civil uma das maiores geradoras. Por isso, os governos se preocuparam com a promoção de medidas que mitigassem esses prejuízos, com, por exemplo, a resolução 307/02 expedida pelo Conama para gerenciamento de resíduos gerados (GARCIA, 2019).

Dessa forma podem-se perceber esses padrões de impactos na sustentabilidade em diversas obras, até mesmo em obras de pontes, pois estas contam com escavações, desmatamentos, desvios de cursos d'água e, conseqüentemente, poluição destes. Por isso, o Art 225, § 1º, IV, da Constituição Federal estabelece o estudo prévio de impacto ambiental para instalação de obras, com o objetivo de evitar, como atuação preventiva, impactos ambientais (SANTOS, 2021).

Portanto, foi possível analisar que a Ponte Jorge Amado, por se tratar de uma obra sob água, também teve problemas relacionados à sustentabilidade, com evidência, neste caso, do ecossistema marinho, que foi afetado pela poluição gerada pelos resíduos das obras. Além disso, a necessidade de espaço para a construção acarretou em uma redução da cobertura vegetal de forma a alterar a paisagem natural e alterar, conseqüentemente, a fauna terrestre, ocasionando uma migração de animais, de modo a encontrar uma área com menor impacto humano, porém, essa migração forçada pode causar extinção de espécies.

Ademais, pode-se perceber que apesar das medidas mitigadoras propostas pelos governos ainda assim contam com problemas na sustentabilidade dos ecossistemas. Isto pois, mesmo que haja um estudo de impactos da obra, ainda é perceptível os grandes prejuízos gerados, trazendo o questionamento quanto à real preocupação para com o meio ambiente (GOMES, 2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pontes estaiadas conferem grande importância à construção civil, visto que além de serem funcionais pela mobilidade e por serem utilizadas para vencer grandes vãos, ainda se tratam de uma obra de construção grandiosa. Porém, a tecnologia vem avançando em vários âmbitos e isso se vê em softwares mais sofisticados na construção, porém no quesito

métodos construtivos e materiais, essa inovação não tem apresentado o mesmo avanço sendo utilizados os mesmos processos do que anos atrás.

O presente trabalho resgatou os principais tipos de pontes, e a história por traz destas Obras de Artes Especiais, de modo a trazer uma linearidade para a abordagem das pontes estaiadas, escolhidas para o estudo de caso. Além disso, foi possível transpor as dificuldades relacionadas a falta de informações atualizadas das pontes, visto que foi possível encontrar dados em sites do governo ou pelo e-mail direto as empresas do setor privado envolvidas nas construções.

O desenvolvimento do projeto possibilitou um grande aprendizado quanto as demandas de uma obra de pontes estaiadas, além do contato com documentos de pontes com dados reais, possibilitando ter uma clareza maior quanto á aplicação real da engenharia de estruturas.

Observou-se que nas Obras de Artes Especiais estudadas e comparadas, apesar do grande intervalo de tempo entre os projetos e finalização das construções, da ordem 40 anos, apresentaram ainda muitas semelhanças no que diz respeito as suas características de métodos construtivos, amarração de estais, disposição dos mastros, materiais utilizados e pouco avanço tecnológico. Este fato demonstra pouca inovação no âmbito da construção civil brasileira durante os anos, baseado neste estudo de caso.

Dessa forma, este trabalho evidenciou a necessidade de mais investimentos tanto financeiro como em estudos, na área da construção civil, para que as obras se tornem mais leves e menos poluentes, em questão de materiais, e possa inovar, de modo que surjam novos métodos construtivos e estruturais, alavancando ainda mais o setor da construção civil do país.

6. REFERÊNCIAS

AWA Comercial. 4 Tipos de estruturas de Pontes que todo engenheiro precisa conhecer. Disponível em: <<http://awacomercial.com.br/blog/tipos-estruturas-de-pontes/>> Acesso em: 12, Fevereiro. 2022.

ALVES, Fernando. ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DAS PONTES ESTAIADAS: ANÁLISE COMPARATIVA. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Civil, Uninorte, Manaus, 2019. Disponível em:< <https://xdocs.com.br/doc/tcc-fernando-araujo-alves-estudo-do-comportamento-estrutural-das-pontes-estaiadas-analise-comparativa-qnjx522ew686>>. Acesso em: 12, Março. 2022.

BASTOS, Vinícius et al. Desenvolvimento das Pontes Estaiadas. VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, Rio de Janeiro, 21 a 23 de Maio, 2014. Disponível em:< http://www.abpe.org.br/trabalhos/trab_23.pdf>. Acesso em: 15, Abril. 2022.

Blog do Thame. Com 10 pares de cabos já instalados, obras da ponte Ilhéus-Pontal avançam, 2019. Disponível em: < <http://www.blogdothame.blog.br/v1/2019/09/03/com-10-pares-de-cabos-ja-instalados-obras-da-ponte-ilheus-pontal-avancam/>>. Acesso em: 12, junho. 2022.

CNT – Confederação Nacional de Transportes. Pesquisa CNT de Rodovias 2017: Relatório Gerencial. Disponível em:< <https://www.cnt.org.br/pesquisas>>. Acesso em: 12, Julho. 2022.

CANIZZA, Arthur. et al. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICO E ESTRUTURAL PARA PONTES ESTAIADAS DE PEQUENO PORTE. Universidade Presbiteriana Mackenzie. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/29517/Andr%c3%a9%20Melli%20Corr%c3%aa%20-%20protegido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15, Fevereiro. 2022.

CARDOSO, Alexandre. ESTUDO DA RIGIDEZ EFETIVA DO CABO DE PONTES ESTAIADAS. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em:< https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-02042014-160425/publico/2013ME_AlexandreMagnoLimaCardoso.pdf>. Acesso em: 30, Março. 2022.

DORNELES, Rafael. Análise Estrutural na Seção Transversal da Ponte Estaiada da Rodovia do Parque. Revista das Engenharias da Faculdade Salesiana n.13, p 8-17, 2021. Disponível em: <http://www.fsma.edu.br/RESA/Edicao13/FSMA_RESA_2021_1_05.pdf>. Acesso em: 15, Fevereiro. 2022.

ESTRADAS. Ministro acerta detalhes para inauguração da Ponte do Porto Alencastro. Disponível em: < <https://estradas.com.br/ministro-acerta-detalhes-para-inauguracao-da-ponte-de-porto-alencastro/#:~:text=Situada%20na%20divisa%20de%20MS,000%2C00.>>>. Acesso em: 17, Julho. 2022.

FRANCO, Williany. et al. APLICABILIDADE E CARACTERÍSTICAS DOS ESTAIS NAS PONTES E VIADUTOS QUE UTILIZAM ESTE INSUMO. FEPEG, Universidade de Montes Claros, 2018. Disponível em:< <http://www.fepeg2018.unimontes.br/anais/download/225cb0c2-b9a7-4dab-87e7-6f85a7b608e8>>. Acesso em: 17, Fevereiro. 2022.

GALLO, Samuel, et al. BREVE HISTÓRIA DE PONTES ESTAIADAS E A PONTE OCTAVIO FRIAS DE OLIVEIRA. UNAR, Araras, 2016. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/breve-historia-de-pontes-estaiadas-e-a-ponte-octavio-frias-de-oliveira/4912808/>>. Acesso em: 13, Julho. 2020.

GARCIAS, Carlos. Construção Civil e a Degradação Ambiental. desenvolvimento em questão. Ano 7, n.13, 2019. Disponível em: <<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/download/169/125/0#:~:text=A%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20Civil%20e%20as,%C3%A0%20forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20degradadas.>>. Acesso em: 22, Julho. 2022.

GOLOBIEW, Bernardo. O Projeto e a Construção da Ponte Estaiada do Rio Paranaíba-Divisa MG-MS- BR497. In: 1º SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PONTES E GRANDES ESTRUTURAS, 2008, São Paulo. ABECE, 2008. Disponível em: <<http://www.abece.com.br/web/download/pdf/simposio/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Bernardo%20Golobiew.pdf>>. Acesso em: 20, Março. 2022.

GOMES, Fernanda. et al. ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS NA CONSTRUÇÃO DA PONTE

ILHÉUS – PONTAL. 2016. Disponível em: <<http://sigafaculadadeilheus.com.br/JornadaJuridica/Artigo/Download/14>>. Acesso em: 17, Julho. 2022.

JORNAL GRANDE BAHIA. Ilhéus: avançam as obras da Ponte do Pontal, a primeira estrutura estaiada da Bahia. Disponível em: <<https://www.jornalgrandebahia.com.br/2017/06/ilheus-avancam-as-obras-da-ponte-do-pontal-a-primeira-estrutura-estaiada-da-bahia/>>. Acesso em: 25, Maio. 2022

LACERDA, Izan. Pontes Estaiadas com Selas ou Ancoragens Individuais? IX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas. 18 a 20 de maio, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://fdocumentos.tips/document/pontes-estaiadas-com-selas-ou-ancoragens-estaiadas-com-da-ponte-estaiada.html?page=1>>. Acesso em: 09, Maio. 2022.

LAZZARI, Paula. Simulação numérica das etapas construtivas de pontes estaiadas através do método dos elementos finitos. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/149241/001004840.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24, março. 2022.

MACHADO, Gabriela. SIMULAÇÃO NUMÉRICA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS DE UMA PONTE SEGMENTADA PRÉ MOLDADA COM PROTENSÃO. Dissertação de Pós Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/241888/001142934.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15, Fevereiro. 2022.

MAZARIM, Diego. HISTÓRICO DAS PONTES ESTAIADAS E SUA APLICAÇÃO NO BRASIL.

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas, USP, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-04112011-144914/publico/Dissertacao_Diego_M_Mazarim.pdf>. Acesso em: 24, abril. 2022.

NETLAND. O mundo das estaiadas...2012. Disponível em: <<http://netleland.net/tag/estacao-santo-amaro>>. Acesso em: 5, Março. 2022.

NUNES, Patrícia. ESTUDO DAS PONTES. 2019. REVISTA TECNOLOGIAS EM PRODUÇÃO. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/1547/1172>>. Acesso em: 23, julho. 2022.

OFICINA DA NET. O que é Kevlar? 2015. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/12079-o-que-e-kevlar>>. Acesso em: 11, Julho. 2022.

QUINTANA, Maria. MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE PONTES ESTAIADAS – ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE FORÇAS NOS ESTAIS. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-26012009-154659/publico/Maria_Fernanda_Quintana_Ytza.pdf>. Acesso em: 15, junho. 2022.

REVISTA IBRACOM. Concepção de tabuleiros curvos e estaiados: os efeitos da suspensão unilateral. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952018000400686&lang=pt> Acesso em: 27 junho. 2021.

SANTOS, Bruna. Construção da Ponte Jorge Amado: Uma análise dos impactos ambientais e sociais da obra. Youtube, 14 de novembro de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=QWroTuc4tEA&t=147s>>. Acesso em: 20, Julho. 2022.

SANTOS, Altair. Pontes precisam ser funcionais, seguras, duráveis e bonitas: Renomado engenheiro-projetista britânico incentiva o uso de inovações, mas sem esquecer as lições já aprendidas. 2021. Cimento Itambé. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/pontes-precisam-ser-funcionais-seguras-duraveis-e-bonitas>>. Acesso em: 13, Junho. 2022.

STUART, Nathan. The Future of Bridges: Naeem Hussein, global leader for bridge design at Arup, discusses the art and future of this iconic branch of civil engineering. 2016. THE ENGINEER. Disponível em: < https://www-theengineer-co-uk.translate.goog/content/in-depth/the-future-of-bridges/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=op,sc>. Acesso: 11, Julho. 2022.

VARGAS, Luis. COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE PONTES ESTAIADAS- EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em:<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-09012008-165359/publico/DOCUMENTO_MAESTRO_DA DISSERTACAO_10_de_agosto.pdf>. Acesso em: 15, Maio. 2022.

Wikipédia. Ponte de Santo Ângelo. 2020. Disponível em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte_de_Santo_%C3%82ngelo>. Acesso em: 13, Abril. 2022.

Wikipédia. Ponte Jorge Amado. 2018. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte_Jorge_Amado>. Acesso em: 13, Junho. 2022.

WordPress. Pontes e Estruturas Especiais. 2017. Disponível em: <<https://meumaterialsite.files.wordpress.com/2017/05/apostila-pontes-1.pdf>>. Acesso em: 11, Julho. 2022.

Contatos: brunasebastião03@gmail.com suelene.piva@mackenzie.br