

**CENTRO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA ESCOLA
TÉCNICA ESTADUAL DE SÃO MATEUS TÉCNICO EM ADMINISTRAÇÃO**

Ezequias Gabriel dos Santos Almeida Mende

Estudante de Tec. De Administração Etec São Mateus de São Paulo
Quias.gs21@gmail.com

Fabio Silveira Souza

Estudante de Tec. De Administração Etec São Mateus de São Paulo
fabioaixapessoal@gmail.com

Júlia dos Santos Carvalho

Estudante de Tec. De Administração Etec São Mateus de São Paulo
juuliadossantos2020@gmail.com

Micaelle Niz Oliveira

Estudante de Tec. De Administração Etec São Mateus de São Paulo
micaelleniz12@gmail.com

Professora Orientadora Mestra Rita de Cássia Gracetti

ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIA CONSTRUTIVA: CIMBRADO E BALANÇO SUCESSIVO

São Paulo

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos são, primeiramente, à Deus, pela capacitação, força e sabedoria fornecida durante todo o caminho da formação no Técnico em Administração. Agradecemos a todos os parentes, pais, tios, avôs, irmãos e amigos pelo incentivo ao longo dessa jornada. Aos professores da Etec São Mateus pelas aulas ministradas, tempos cedidos para dúvidas extras, e em especial, à nossa professora orientadora Rita de Cássia Gracetti Martinez, por toda a orientação sobre o desenvolvimento deste relatório. E, por fim, agradecemos as nossas famílias (esposas e filhos) por toda base de apoio, carinho, compreensão, cuidado e, também, incentivo durante essa trajetória.

RESUMO

Na indústria da construção civil são comuns debates sobre o uso excessivo de materiais diretos em canteiros de obras, com altos índices de desperdício e utilização de mão-de-obra desqualificada e pouco treinada. Desta forma, o presente estudo aborda o planejamento nos canteiros de obra através dos métodos e técnicas utilizados para a redução de desperdícios; com a utilização de carros de avanço, visando aumentar a qualidade, a produtividade e a otimização de custo, haja vista que o planejamento do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais empregados na obra; qualquer que seja seu porte, bem como a capacitação do capital humano. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratória e, para a análise dos dados; utilizou-se a pesquisa qualitativa com o objetivo de demonstrar a resposta do entrevistado por meio da descrição dos resultados. O resultado da pesquisa mostra o modo de análise dos desperdícios no canteiro de obra observado, como proposta de estudo de caso, a relação do peso do custo do desperdício de materiais diretos no processo de fabricação de pontes e viadutos com o custo de aquisição destes materiais.

Abstract

In the civil construction industry, debates are common about the excessive use of direct materials on construction sites, with high levels of waste and the use of un-

skilled and poorly trained labor. In this way, the present study addresses planning at construction sites through the methods and techniques used to reduce waste; with the use of advance trolleys, aiming to increase quality, productivity and cost optimization, considering that the planning of the construction site must be among the first actions so that all the material resources employed in the work are well used; whatever its size, as well as the training of human capital. For that, an exploratory research was carried out and, for data analysis; qualitative research was used in order to demonstrate the interviewee's response through the description of the results. The result of the research shows the mode of analysis of waste at the construction site observed as a case study proposal, the relationship between the weight of the cost of wasting direct materials in the manufacturing process of bridges and viaducts with the cost of acquiring these materials.

1 INTRODUÇÃO

Carros de avanço, um tema desconhecido por muitos, porém utilizado por todos. o objetivo do presente estudo é apresentar o custo benefício do método construtivo carro de avanço em detrimento do cimbrado e preparar os colaboradores para atuar nos canteiros com melhor eficiência observando; equipamentos, logística, pessoas envolvidas, gestão de pessoas, treinamento e competências, movimentação de carga, entre outros. Os alunos Ezequias Gabriel dos Santos Almeida Mendes, Fabio Silveira Souza, Julia dos Santos Carvalho e Micaelle Niz Ferreira Oliveira, observaram que o desperdício de materiais é um acontecimento comum no ramo da construção civil, visamos através deste artigo, demonstrar uma maneira mais eficiente para diminuir os custos desnecessários, construção de pontes e viadutos, onde esse artigo será mais aprofundado tópico abordado no artigo sobre como evitar o desperdício

1.1 OBJETIVO

Apresentar estudo comparativo entre dois métodos construtivos, Balanço Sucessivo e Cimbrado, com a finalidade de elucidar dados sobre o tempo dos respectivos métodos como alternativa para obras de infraestrutura.

1.2 justificativa

A infraestrutura é um ponto importante no desenvolvimento urbano. Levando em consideração a economia de uma região, cidade, estado ou mesmo país, demandando um número bastante considerável de serviços/mão de obra.

Entre as alternativas para a construção de um viaduto, o (CARRO DE AVANÇO) demonstra ser uma escolha mais eficiente ao que se refere a custos e prazo, em comparação ao (CIBRAMENTO). Além de oferecer maior nível de segurança, se torna o meio mais viável para algumas obras. Para se obter o êxito em sua execução se faz necessário o conhecimento de outros aspectos sobre a obra desejada, como a topografia, geologia do solo e suas características presente, interferências locais rios, matas, rodovias existentes entre outros.

Segundo Paixão (2000, *apud* Almeida 2015, p. 4):

O método construtivo adotado para a execução de uma ponte será influenciado por diversos fatores como: o comprimento da obra; a altura do escamento; regime e profundidade do rio; a velocidade do rio; a capacidade de suporte do terreno de fundação, que definirá o custo financeiro da infraestrutura; disponibilidade de equipamento da empresa que executará o projeto; o cronograma físico da obra; além da economia.

Assim, para uma execução assertiva do método, se faz necessário ter em mente os dados topográficos e geotécnicos do local bem como um bom conhecimento prévio do método a ser implantado.

1.3 relevância

Apresentar estudo comparativo entre dois métodos construtivos, Balanço Successivo e Cimbrado, com a finalidade de apresentar dados sobre custos dos respectivos métodos como alternativa para obras de infraestrutura.

2 METODOLOGIA

Os criadores deste trabalho utilizaram de visita técnica a um canteiro de obra de um carro de avanço, pesquisa com diversas empresas atuantes e de grande no-

me na área, entrevista com um engenheiro profissional experiente na área, para melhorar eficiência no processo criativo desse artigo.

Segundo Cunha, (2018)

De acordo com Fiorese (2011) a atividade de visita técnica tem como finalidade o encontro do acadêmico com o universo profissional, proporcionando aos participantes informações que contribuirão para uma formação mais ampla, da profissão que irão exercer. A participação nas visitas técnicas é considerada de grande relevância para os alunos de qualquer nível de escolaridade, pois é possível observar o ambiente real de uma empresa em funcionamento, além de ser possível verificar sua dinâmica, organização do trabalho e todos os fatores teóricos que estão implícitos nela. (FIORESE, 2011).

3 METODOLOGIA CONSTRUTIVA

3.1 O QUE É METODO CIMBRADO

O **Cimbramento** é uma estrutura de suporte provisória composta por um conjunto de elementos que apoiam as fôrmas horizontais (vigas e lajes), suportando as cargas atuantes (peso próprio do concreto, movimentação de operários e equipamentos, etc.) e transmitindo-as ao piso ou ao pavimento inferior. Para tanto deve ser dimensionado, entre outras coisas, em função da magnitude de carga a ser transferida, do pé-direito e da resistência do material utilizado.

Estes elementos normalmente dividem-se em:

- Suporte: escoras, torres etc.,
- Trama: vigotas principais (conhecidas também como longarinas) e vigotas secundárias (conhecidas também como barrotes).
- Acessórios: peças que unem, posicionam e ajustam as anteriores.

Segundo Esperança, (p.8, 2019)

Atualmente temos disponíveis no comércio duas tipologias de materiais, sendo a madeira e o metal a serem empregados no método do escoramento. A madeira pode se dividir em dois tipos, trata-se da madeira serrada e a madeira bruta. É muito importante realizar uma análise aprofundada para definir qual material será aplicado no projeto, pois o barato pode sair caro no término da obra (DO CARMO, 2007)

Figura 01: Descrição da foto



Fonte: <https://sh.com.br/pt/blog/o-que-e-cimbramento/> (SH Formas).

3.2 O que é o METODO Balanço Sucessivo

Balanço Sucessivo é um método de concretagem em *in loco* para a execução de pontes e viadutos em concreto armado ou mais comumente concreto protendido. Conforme DNIT, (1996)

O processo consiste na execução da estrutura em segmentos, aduelas de comprimento variável de 3 a 10 metros, constituindo balanços que, em geral, são equilibrados pelo avanço simultâneo dos balanços dos vãos vizinhos. Geralmente, a execução ocorre de forma simétrica em relação ao próprio apoio até metade dos vãos adjacentes a ele, logo depois o vão é fechado, não havendo assim a necessidade de se utilizar articulações centrais; esse procedimento é, então, repetido para os vãos vizinhos (DNIT, 1996).

Este sistema é utilizado quando existem obstáculos que inviabilizem de algu-

ma maneira a execução de escoramentos apoiados. Estes obstáculos podem ser rios, lagos, desfiladeiros ou rodovias. Existe ainda a necessidade de se construir vãos de grandes comprimentos que seriam inviáveis em construções pré-moldadas inteiras.

O método de balanço sucessivo engloba duas metodologias: aduelas ou segmentos concretados *in loco* e segmentos pré-moldados.

Figura 02: Exemplo do funcionamento (Carro de Avanço)



Fonte: <https://www.tranenge.com.br/DetalhesObra/Index?id=92> – (Tranenge).

3.3 BALANÇO SUCESSIVO X CIMBRADO

Antigamente, as pontes e rodovias que passavam por cima da água eram feitas por um método muito demorado e que gastava bastante. Tubulões por exemplo, são um tipo de fundação profunda composta por segmentos de seção circular. Sua execução é feita pela escavação de um fuste cilíndrico e de uma base, que costuma ser alargada em formato de cone. As fundações têm armação de aço e seus segmentos são concretados *in loco*.

Em geral, os tubulões têm pelo menos 70 cm de diâmetro e costumam ser usados para obras de carga elevada como pontes, viadutos e edificações de grande porte.

Os tubulões são tubos metálicos, com até 3 metros de diâmetro, cuja ponta é encravada no fundo do mar. Depois, a água do interior é bombeada para fora com um sistema de ar comprimido que mantém o interior seco para permitir que se escave por ali a base na qual se assenta o tubo.

À medida que a escavação prossegue, o tubo vai penetrando no solo, em determinado ponto, a base é alargada para sustentar melhor o alicerce, aí então, o tubulão é enchido com concreto e sobre ele se constrói um bloco, também de concreto, que servirá de base para os pilares de sustentação da parte plana da ponte, o chamado tabuleiro.

Já o método balanço sucessivo se encaixa perfeitamente nas obras que não possuem apoio do escoramento diretamente no solo e que possuem grandes vãos. Um dos sistemas mais versáteis para a construção de pontes e viadutos, o balanço sucessivo é uma técnica inventada no Brasil e aplicada quando é preciso vencer vãos de 60 a 240 m em locais com restrições para a implantação de escoramentos. O processo tem aplicação quando a altura da ponte em relação ao terreno é muito grande ou quando é preciso transpor vias de tráfego intenso em trechos Urbanos, sendo muito mais rápido, eficiente e tendo um custo benefício maior considerando que gasta menos tanto com mão de obra quanto com material.

Figura 03: Mostra na pratica cimbramento X balanço sucessivo



Fonte: Autores (2017).

3.4 COMO FUNCIONA O BALANÇO SUCESSIVO?

Partindo de pilares, a estrutura vai sendo concretada em etapas, chamadas de aduelas. Para a concretagem da 1ª aduela, o carro de avanço está preso na aduela de disparo, após a concretagem, é necessário aguardar a protensão (ato de tensionar as cordoálias) e posterior liberação para o avanço. Com a liberação, o carro de avanço é movimentado atrás através de rodas sobre os trilhos até a posição para a execução da 2ª aduela, e ficará preso através dos furos já pré-determinados na 1ª aduela. Para a movimentação é necessário que as formas laterais e de fundo sejam afastadas das paredes, a movimentação manual é feita com a ajuda de trefors. Geralmente, a aduela tem comprimento de 3,00m até 6,00m e peso de 100 ton. a 200 ton. O ciclo típico para concretagem é de, aproximadamente, uma semana, as concretagens dos segmentos opostos são sempre simultâneas para que não haja desequilíbrio na estrutura e as deformações sejam controladas conforme previsto em projeto.

3.4.1 Ciclo de execução

Aduela de disparo: 30 dias entre montagem do escoramento, concretagem das lajes e paredes.

Segmentos: Entre 8 a 10 dias para montagem da armadura, fôrmas, *protensão* (técnica utilizada para aumentar a resistência do concreto.) e deslocamento do conjunto.

3.5 EQUIPAMENTO; LOGÍSTICA

3.5.1 Tipos de equipamentos nas movimentações de cargas

Há diversos equipamentos utilizados na movimentação de cargas na construção civil. Entre eles, é possível destacar:

- **“Guindaste”**

O caminhão-guindaste é um equipamento feito para lidar com cargas pesadas, seja para erguer, baixar ou movê-las. Sua capacidade de carga varia de acordo com o modelo.

O guindaste é composto de uma torre equipada com cabos e roldanas. É muito utilizado na construção civil e na indústria de equipamentos pesados.

Este modelo de caminhão possui também grande mobilidade e capacidade para realizar operações complexas que exigem um equipamento mais potente.

Figura 04: Guindaste de 500tn



Fonte: <https://www.lafaetelocacao.com.br/artigos/diferenca-entre-guindaste-e-munck/> (Lafaete).

- **“Caminhão Munck”**

Para movimentar cargas muito pesadas de forma eficiente e segura, os pórticos são equipamentos ideais, principalmente, em áreas de armazenagem de materiais de construção civil.

Figura 05: Caminhão Munck 5tn



Fonte: <https://www.locasim.com.br/produto> (LOCASIM).

- **Grua**

As guias são equipamentos desenvolvidos para movimentar e elevar vertical e horizontalmente cargas e materiais pesados, e hoje se tornaram indispensáveis em grandes obras da construção civil, principalmente em viadutos, prédios e edifícios.

Figura 06: Dimensão da “GRUA”



Fonte: Autor (2023)

4 ANÁLISE DE DADOS:

A pesquisa em campo foi realizada como forma de complementar as informações obtidas na revisão bibliográfica e documental. Para tanto, foi entrevistado o profissional responsável pela obra com significativas experiências na área. Como forma de coletar esses dados, foi realizada entrevista transcrita no canteiro de obra.

Figura 07: Canteiro de obra



Fonte: Autor (2023)

Figura 08: Canteiro de obra



Fonte: Autor (2023)

Figura 09: Canteiro de obra



Fonte: Autor (2023)

Figura 10: Fotos da Obra no Apoio-8



Fonte: Autor (2023)

Figura 11: Fotos no Escritório



Fonte: Autor (2023)

Observou-se que as respostas não se limitavam apenas às experiências recentes, mas também com experiências em 20 anos trabalhando com esse método construtivo em trabalhos realizados anteriormente, enriquecendo assim, por consequência o conteúdo das respostas. Para Motta (1999), em clima de bate-papo informal, em que se fala livremente sobre o assunto, “as pessoas se expressam com mais liberdade, em seu ritmo e com a vantagem de fornecer informações relevantes. Essa abordagem não se prende a um formato preestabelecido, permitindo ao entrevistado dizer o julgar pertinente”.

Foram fornecidos dados importantes que geraram as tabelas de dados, e através destas, foi possível elaborar os gráficos demonstrados a seguir.

Tabela 1 – Custo Total – mês Carro de Avanço x Cimbramento

<i>Locação/Serviço</i>	<i>Período</i>	<i>Preço Mensal</i>			<i>Total</i>
CIMBRAMENTO - AP-08	26/04/2022 a 25/05/2022	CONFORME PLANILHA ANEXO			R\$ 30.400,59
BALANÇO SUCESSIVO - AP-07	26/04/2022 a 25/05/2022	R\$ 2.000,00	31 Dias	carros de avanço	R\$ 62.000,00
		Sub Total			R\$ 92.400,59

Tabela 2 – Custo Total – Ano Carro de Avanço x Cimbramento

Valores de Locação

	Balanco Sucessivo		Cimbrado	
	AP-7		AP-8	
Janeiro	R\$	-	R\$	20.000,00
Fevereiro	R\$	-	R\$	30.000,00
Março	R\$	5.000,00	R\$	30.400,59
Abril	R\$	62.000,00	R\$	35.245,23
Maiο	R\$	62.000,00	R\$	35.245,23
Junho	R\$	62.000,00	R\$	35.245,23
Julho	R\$	62.000,00	R\$	35.245,23
Agosto	R\$	28.475,00	R\$	35.245,23
Setembro	R\$	5.000,00	R\$	29.522,00
Outubro	R\$	-	R\$	15.550,25
Novembro	R\$	-	R\$	5.268,25
Dezembro	R\$	-	R\$	-
Total	R\$	286.475,00	R\$	306.967,24

Gráfico 1 – Comparativo de Custos Unitários

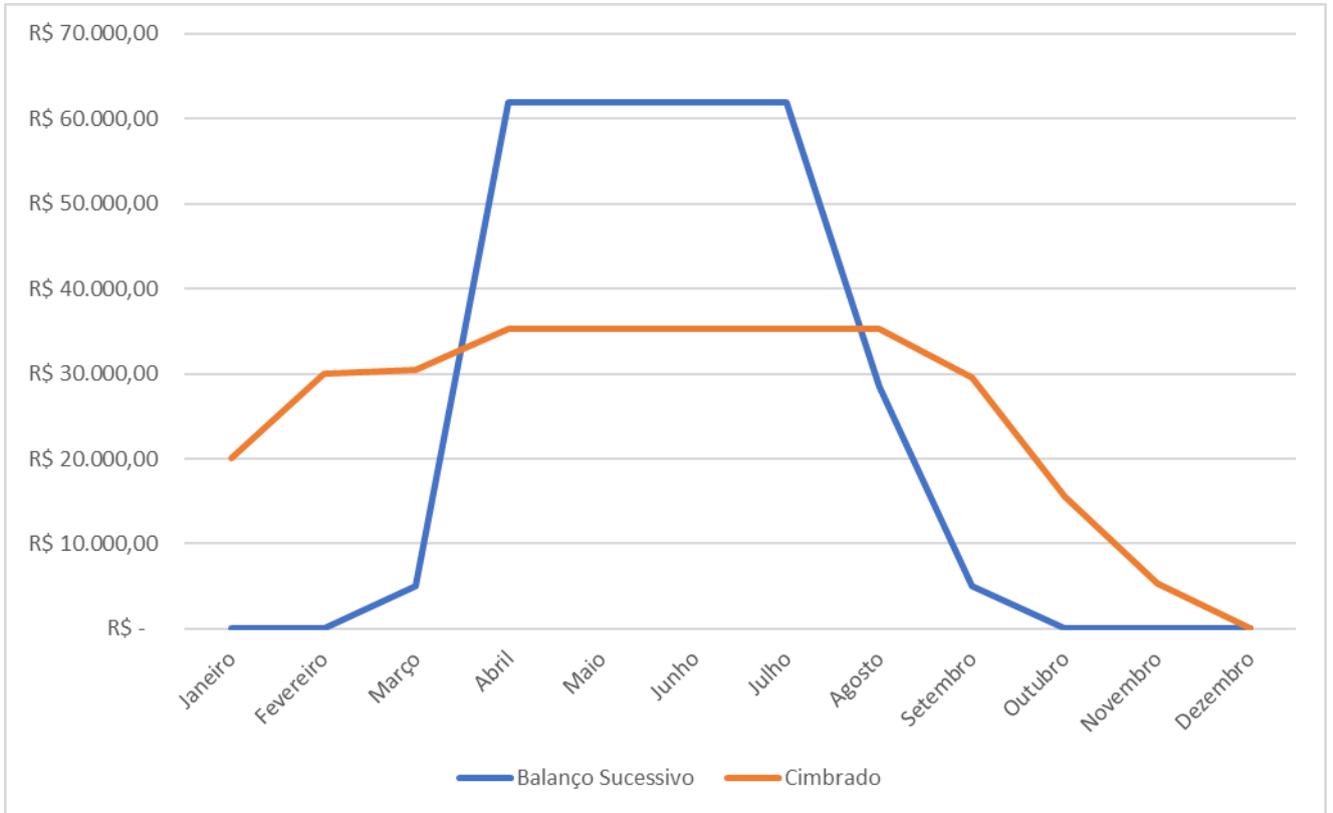
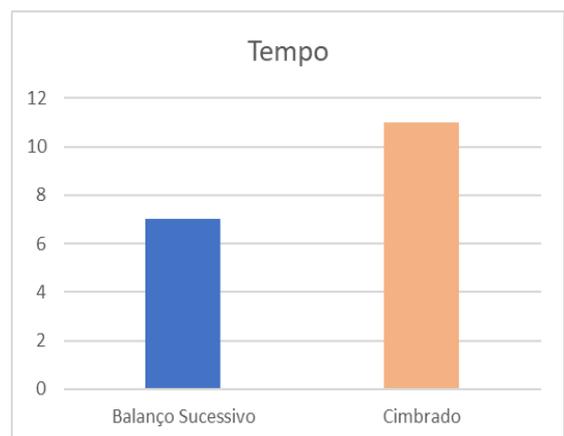
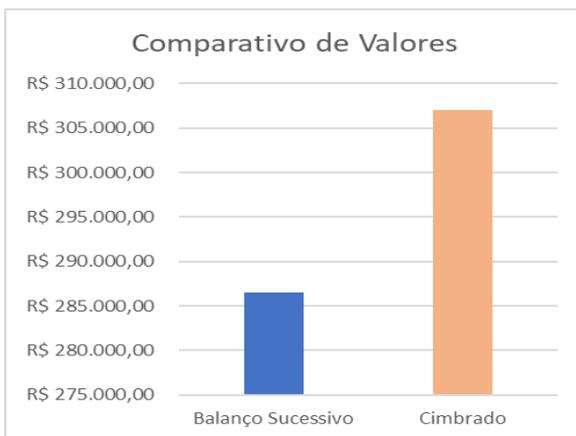


Gráfico 2 – Comparativo de Custos X Tempo



4.1 Resultado e Discussão:

Como demonstra o gráfico – 01 que foi gerado a partir da tabela – 2, a melhor solução é justamente o balanço sucessivo, embora tenha um valor em um período pontualmente excessivo, ficou claro que o valor final é realmente mais atrativo. Contudo, a decisão depende do planejamento e os custos da obra. Balanço sucessivo é mais caro, requer mão de obra especializada, porém faz em menos tempo. Cimbramentos é mais barato, leva em média o triplo de tempo, e a mão de obra requer minimamente um certo grau de experiência.

Portanto, na visão de Correia, Canniza, Parize, (p. 9, 2021), “Esse método é considerado muito flexível e possui uma alta produtividade, trazendo uma redução nos custos com a mão de obra e com a reutilização de formas”.

Para se ter uma ideia, em muitos casos o sistema de cimbramentos já é descartado de início, pois se torna inviável fazer essa solução através da análise do terreno. Dependendo da situação, é necessário, reforçar o solo, em outros casos, a altura da obra inibe a aplicação do cimbramento. Por outro lado, o balanço sucessivo se aplica na maioria dos casos.

Considerações Finais

Com isso concluímos que o método de balanço sucessivo (carro de avanço) é melhor pois apresenta um ótimo custo benefício se comparado com os métodos antigos, tornando-o mais viável, acessível e rápido.

Bibliografia

A Corrêa, A Cannizza, G Parize - 2021 - dspace.mackenzie.br (2021)
<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29517> Acesso: 18 de Maio de 2023

Bagattoli, Sérgio Luiz; Kopper Müller, Giane Carla Treinamento e desenvolvimento de pessoal: agregando valor às pessoas e à organização. NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia, vol. 6, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 106-120. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3504/350454046009.pdf>. Acesso em 10 mai 2023

Cunha, ARTIGO ORIGINAL -
[file:///C:/Users/Lab1/Downloads/ensinoemfoco,+Gerente+da+revista,+211-99Z_Texto+do+artigo-1116-1-9-20180219_Visita%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lab1/Downloads/ensinoemfoco,+Gerente+da+revista,+211-99Z_Texto+do+artigo-1116-1-9-20180219_Visita%20(1).pdf) - Acesso em 25 mai 2023

Dnit, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes -. 1996. Manual de Projetos de Obras-de-Arte Especiais. Rio de Janeiro. Acesso em 26 mai 2023

Esperança, Disponível:
[em:https://repositorio.alfaunipac.com.br/publicacoes/2019/66_analise_comparativa_cimbramento_metalico_x_cimbramento_de_madeira.pdf](https://repositorio.alfaunipac.com.br/publicacoes/2019/66_analise_comparativa_cimbramento_metalico_x_cimbramento_de_madeira.pdf). Acesso em 26 mai 2023

Lafaete. Disponível em: <https://www.lafaetelocacao.com.br/artigos/diferenca-entre-guindaste-e-munck>

Locasim. Disponível em: <https://www.locasim.com.br/produto>. Acesso: 15 de Maio de 2023

Mills. Disponível em: <https://www.mills.com.br>
 Acesso: 11 de Outubro de 2022

MOTTA, P. R. Transformação organizacional: teoria e a prática de inovar. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

ROHR. Disponível em: <https://rohr.com.br>. Acesso: 11 de Outubro de 2022

Repositório UFMG. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGWHW6/1/monografia_liia_elke_carvalho_lima_vers__o__finalcorrigida.pdf
 Acesso: 11 de abril de 2023

Rodolfo de Oliveira da Paixão, Análise Mecânica e Estrutural de Balanços Sucessivos Aplicados à Construção de Pontes - <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/25213/25213.PDF> - Acesso em 16 maio 2023

Ribeiro Campos, Vanessa; Feitosa Azevedo, Manuel. Análise da distribuição de equipes de trabalho na construção civil: estudo de caso Exacta, vol. 14, núm. 3, 2016, pp. 339-351 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/810/81047687002.pdf>. Acesso em 10 mai 2023

SH. Disponível em: <https://sh.com.br>
Acesso: 11 de Outubro de 2022

Tranenge. Disponível em: <https://www.tranenge.com.br/DetalhesObra/Index?id=92>
Acesso: 15 de Maio de 2023

Ulma. Disponível em: <https://www.ulmaconstruction.com.br/pt-br>
Acesso: 11 de Outubro de 2022