



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**



HELLEN KARINE SALES DOS SANTOS

**INVESTIGAÇÃO DO USO DO PRINCÍPIO ENXUTO DE AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA
PARA REDUZIR PERDAS EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA QUE ESTÃO EM USO
DURANTE REFORMAS/AMPLIAÇÃO**

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2022

HELLEN KARINE SALES DOS SANTOS

**INVESTIGAÇÃO DO USO DO PRINCÍPIO ENXUTO DE AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA
PARA REDUZIR PERDAS EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA QUE ESTÃO EM USO
DURANTE REFORMAS/AMPLIAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Sergipe como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Débora de Gois
Santos

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2022

SANTOS, Hellen Karine Sales dos.

Investigação do uso do princípio enxuto de aumento de transparência para reduzir perdas em obras de infraestrutura que estão em uso durante reformas/ampliação.

São Cristóvão, 2022. 64 p. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

- Universidade Federal de Sergipe. CCET/DEC.
 - Título.

HELLEN KARINE SALES DOS SANTOS

**INVESTIGAÇÃO DO USO DO PRINCÍPIO ENXUTO DE AUMENTO DE
TRANSPARÊNCIA PARA REDUZIR PERDAS EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA
QUE ESTÃO EM USO DURANTE REFORMAS/AMPLIAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito para o título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 30 de novembro de 2022

Banca Examinadora		Nota
Orientador(a): Prof.ª. Dra. Débora de Gois Santos (UFS)	-	9,5
Examinador(a): Prof.ª. Dr. Fernando Silva Albuquerque (UFS)	-	9,5
Examinador(a): Diewelly Maria Silva	-	9,5
	Média Final:	9,5

Documento assinado digitalmente
gov.br
DÉBORA DE GOIS SANTOS
Data: 20/12/2022 13:52:54-0300
Verifique em <https://verificador.jf.br>

Prof.ª. Dra. Débora de Gois Santos
Assinatura do(a) Orientadora(a)

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me ensinou que tudo é por meio Dele e para Ele, e que independente das dificuldades, a Eternidade espera por mim.

À minha mãe, Givanildes, que é meu exemplo nos estudos e transpareceu orgulho e apoio sempre.

Ao meu pai, Marcos, eu sinto entusiasmo em seguir o caminho da engenharia que um dia você começou.

Às minhas irmãs, Sara e Gabriela, o bom humor de vocês me mostrou que é possível levar a vida de forma sutil.

À minha sobrinha, Naomi, que com sua inocência e brilho no olhar me fez sempre ver o melhor no mundo.

A meu amor, Felipe, que me aquietou nos momentos mais escuros e que a cada dia tornou minha vida mais leve.

À minha família, que não desistiu de torcer por mim e compreendeu a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização desta conquista.

À minha companheira de estudos, Daniela, sua amizade fez os momentos na faculdade serem agradáveis e iluminados, obrigada por todo apoio e auxílio.

À minha orientadora, Débora, pela confiança e por acreditar que minha ideia inicial tinha um futuro promissor.

Aos meus amigos, Amélia e Otacílio, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo.

À minha família da fé, que me suportou por meio de suas orações e comprovou que um cordão de três dobras é difícil de romper.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

"Fazei tudo para a Glória de Deus"

(1 Coríntios 10:32b)

SANTOS, Hellen Karine Sales dos. **INVESTIGAÇÃO DO USO DO PRINCÍPIO ENXUTO DE AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA PARA REDUZIR PERDAS EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA QUE ESTÃO EM USO DURANTE REFORMAS/AMPLIAÇÃO.** 2022. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil, São Cristóvão, 2022.

RESUMO

A infraestrutura brasileira é composta por estradas de rodagem, ferrovias, portos, canais, açudes, adutoras, usinas geradoras de energia elétrica, linhas de transmissão e redes de comunicação, entre outras. Porém, esse número ainda é insatisfatório e tem qualidade inferior do que poderia ser, caracterizando um ambiente propício para reformas/ampliações nessas obras de infraestrutura. Contudo, apesar da busca por um modelo de gestão eficiente, o princípio da transparência contido na filosofia da construção enxuta é benéfico para uma gestão adequada dessas obras de reformas/ampliações em uso e consequente redução das perdas no processo. O objetivo foi investigar como o princípio de aumento de transparência pode contribuir para reduzir perdas em obras de infraestrutura que estão em uso durante reformas/ampliação. A metodologia de pesquisa foi exploratória e descritiva com visitas técnicas, avaliação e comparativo de três estudos de caso de obras públicas, de infraestrutura e que estavam em uso durante a reforma/ampliação. Como resultado, observou-se que as três obras possuíam ferramentas visuais em graus diferentes, de modo a variar de acordo com o formato do canteiro, que também puderam ser avaliadas conforme a categoria de indicadores, sinais, controles e garantias visuais. Conclui-se que o uso do princípio de aumento da transparência é eficaz na prevenção de perdas, sendo elas: por movimentação, transporte e espera. Além disso, ferramentas visuais eficazes em uma reforma são aquelas cujas características sejam de acordo com a função desejada, local de uso (dinâmica ou estática) e público atendido (interno e externo).

Palavras-chave: Transparência. Infraestrutura. Reforma. Ampliação. Gestão visual. Construção enxuta.

SANTOS, Hellen Karine Sales dos. **INVESTIGAÇÃO DO USO DO PRINCÍPIO ENXUTO DE AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA PARA REDUZIR PERDAS EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA QUE ESTÃO EM USO DURANTE REFORMAS/AMPLIAÇÃO.** 2022. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil, São Cristóvão, 2022.

ABSTRACT

The Brazilian infrastructure is made up of highways, railways, ports, canals, dams, pipelines, power generation plants, transmission lines and communication networks, among others. However, this number is still unsatisfactory and has a lower quality than it could be, characterizing a favorable environment for reforms/expansion in these infrastructure works. However, despite the search for an efficient management model, the principle of transparency contained in the philosophy of lean construction is beneficial for the proper management of these renovations/expansion works in use and the consequent reduction of losses in the process. The objective was to investigate how the principle of increasing transparency can contribute to reducing losses in infrastructure works that are in use during renovations/expansion. The research methodology was exploratory and descriptive with technical visits, evaluation and comparison of three case studies of public works, infrastructure and that were in use during the renovation/expansion. As a result, it was observed that the three works had visual tools in different degrees, in order to vary according to the format of the construction site, which could also be evaluated according to the category of indicators, signs, controls and visual guarantees. It is concluded that the use of the principle of increasing transparency is effective in preventing losses, namely: by movement, transport and waiting. In addition, effective visual tools in a renovation are those whose characteristics are in accordance with the desired function, place of use (dynamic or static) and public served (internal and external).

Key-words: Transparency. Infrastructure. Refurbishment. Enlargement. Visual Management. Lean construction.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Justificativa	10
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.1 Objetivos Específicos	11
2. PESQUISA BIBLIOMÉTRICA	12
2.1 Definição das palavras-chave	12
2.2 Seleção das bases de dados	12
2.3 Formulação das <i>strings</i> de busca	12
2.4 Seleção das publicações	13
2.5 Organização, extração e síntese dos dados	14
2.6 Resultados e discussão	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Construção enxuta	15
3.1.1 Conceitos e histórico	15
3.1.2 Tipos de Perdas e princípios	17
3.2 Gestão visual (GV)	19
3.2.1 Principais conceitos	19
3.2.2 Aplicações das ferramentas visuais na Construção Civil	20
3.4 Obras de infraestrutura: construção e reforma	21
3.4.1 Definições	21
3.4.2 Principais fatores intervenientes de obras de infraestrutura no meio urbano	21
3.4.3 Aplicações da gestão visual enxuta	22
3.4.3.1 Exemplos de gestão visual	22
3.4.3.2 Principais barreiras ou desafios para a aplicação <i>lean construction</i> (LC)	23
4. METODOLOGIA	25
4.1 Considerações iniciais	25
4.2 Descrição da pesquisa	25
4.2.1 Estratégia da pesquisa	25
4.2.2 Tabulação de dados	26
4.3 Descrições das obras analisadas	29
4.3.1 Obra A (Ponte Juscelino Kubitschek)	29
4.3.2 Obra B (Ponte Godofredo Diniz)	31
4.3.3 Obra C (Passeio Otoniel/Ivo)	32

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 Gestão visual	35
5.1.1 Ferramentas de controle visual	35
5.1.2 Práticas avançadas de segurança do trabalho	39
5.1.2.1 Dispositivos horizontais	40
5.1.2.1 Dispositivos verticais	41
5.2 Tipos de perdas	44
6. CONCLUSÃO	48

REFERÊNCIAS

APÊNDICES

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Nuvem de palavras.....	15
Figura 2 - Barreiras no estabelecimento da construção enxuta.....	24
Figura 3 - Resumo da metodologia de pesquisa.....	26
Figura 4 - Representação da reforma e mudanças da ponte da Obra A.	29
Figura 5 - Ponte Juscelino Kubitscheck antes da ampliação.....	30
Figura 6 - Ponte Juscelino Kubitscheck durante a ampliação.	31
Figura 7 - Ponte Godofredo Diniz antes da reforma dos passeios.	31
Figura 8 - Reforma dos passeios da Ponte Godofredo Diniz.	32
Figura 9 - Avenida Ivo do Prado antes da reforma.....	33
Figura 10 - Obra de reforma do reforço estrutural do passeio das avenidas Otoniel Dórea, Ivo Do Prado e Rio Branco.	33
Figura 11 - Placas indicativas de canteiro (a) e placas de obra (b) de cada estudo de caso, respectivamente.	37
Figura 12 - Indicadores dinâmicos da Obra A: entrada e saída de veículos (a), uso de uniforme (b) e acesso restrito (c).	38
Figura 13 - Indicadores dinâmicos da Obra A: cronograma de obras (a), localização de materiais e equipamentos (b) e etiqueta de tipo de material e origem (c).	39
Figura 14 - Controle dinâmico: tapumes metálicos na obra A (1) e C (2).....	39
Figura 15 - Obra A, B e C: Balizadores e cones na via.....	40
Figura 16 – Obra A: Caminho e guarda-corpo beirando o barranco (1), dois cais construídos (2 e 3) e uma escada ligando o canteiro à via pertencente à ponte (4).	42
Figura 17 - Obra A: Placa de uso de EPI.....	42
Figura 18 - Sinalizações de advertência.	43
Figura 19 - Obra A, B e C: Sinalizações de advertência (1), indicação de desvio de trânsito (2) e indicação de nova travessia para pedestres (3).	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição das palavras-chave.	12
Quadro 2 - Strings de busca.	13
Quadro 3 - Filtro usado para a seleção das publicações.	13
Quadro 4 - Categorias de práticas de GV identificadas nos estudos de sistemas de produção da manufatura relacionados aos casos das obras analisadas.	26
Quadro 5 – Resultado das categorias de práticas de GV relacionados às análises dos casos das obras analisadas.	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação entre trabalhos encontrados e ano de publicação.

15

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

De acordo com o Comitê Interministerial de Planejamento da Infraestrutura (2021), o estoque de infraestrutura brasileiro é composto por estradas de rodagem, ferrovias, portos, canais, açudes, adutoras, usinas geradoras de energia elétrica, linhas de transmissão e redes de comunicação, entre outras. Porém, esse número ainda é muito inferior ao que poderia ser; essa carência de infraestrutura, quando combinada a uma deficiência de qualidade, tornam excessivamente penosas diversas atividades produtivas, reduzindo a competitividade das exportações do país e, por consequência, contribuindo para a baixa produtividade econômica.

Dessa forma, para o Brasil alcançar um patamar adequado e dar um salto na competitividade internacional da economia brasileira, é necessário dobrar o nível de investimentos em infraestrutura, de acordo com o relatório anual do Infra 2038 (ALVARENGA, 2021). Em meio a esse cenário de necessidade de crescimento e melhoria da qualidade das obras de infraestrutura, é importante abordar a execução de reformas e ampliações nessas categorias, sendo necessário um estudo sobre ferramentas de gestão dessas obras.

Apesar do grande número de iniciativas de pesquisa projetadas para entender melhor o setor de reforma, visando melhorar seu desempenho, o tema específico da gestão de obras de remodelação não foi abordado adequadamente. Estudos sobre práticas aplicadas à gestão deste ambiente complexo são escassas (KEMMER, 2012).

Conforme Henrich (2009), em seu estudo sobre duas obras de reforma, sendo essas de um hotel e de um hospital, a indústria da construção tem utilizado métodos de produção desatualizados ou em um contexto errado e, como resultado, esses métodos levam a perdas de produção e a uma diminuição no desempenho do projeto.

Ainda no mesmo estudo, como consequência da utilização de métodos ineficientes de gestão da produção, Henrich (2009) identifica vários tipos de perdas dentro dos dois projetos de reforma. Eles referem-se ao tempo de espera, uso de equipamentos errados, retrabalho, transporte desnecessário, dupla movimentação, conflitos de espaço entre materiais, equipamentos e equipes de montagem e interrupções durante as obras de reforma. Logo, as perdas resultaram em baixa produtividade, atrasos no projeto e aborrecimento do inquilino.

Perante esse cenário, a filosofia enxuta possui uma abordagem melhor em relação às perdas em comparação com a gestão tradicional (KEMMER, 2012). Assim, a filosofia *lean* é um caminho benéfico para uma gestão adequada de obras de reforma/ampliação; além disso, a aplicação do princípio da transparência auxilia na redução de perdas identificadas por Ohno (1988) e a redução dessas é primordial em sistemas enxutos.

Assim, a problemática da pesquisa é responder ao iminente questionamento: Como trabalhar o princípio da transparência nas reformas de obras de infraestrutura de uso contínuo? A hipótese é que a aplicação de ferramentas de gestão em obras de infraestrutura pode contribuir para o princípio de aumento de transparência.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar em obras de infraestrutura de reforma e ou de ampliação quanto à aplicação de ferramentas de gestão visual para aumentar a transparência do processo.

1.2.1 Objetivos Específicos

- **Identificar ferramentas de controle visual para obras de reforma de infraestrutura, de modo a minimizar as perdas.**
- **Analisar quais tipos de perdas podem ser evitados em obras de reforma/ampliação de infraestrutura em uso.**

2. PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

2.1 Definição das palavras-chave

Inicialmente foram definidos dois eixos de conhecimento para melhor abranger o conteúdo pretendido: construção enxuta e gestão visual. A partir disso, foram definidas palavras-chave relacionadas com o assunto tratado e que já estão inseridas em sua área de conhecimento para cada eixo, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Definição das palavras-chave.

PALAVRAS - CHAVE	Português
	Construção enxuta
	Infraestrutura
	Transparência
	Gestão visual
	Obra

Fonte: Autora (2022).

2.2 Seleção das bases de dados

Foram utilizadas as bases de dados *Scopus*® e *Web of Science*™, acessadas por meio do Portal de Periódicos da Capes. Além disso, efetuou-se a busca no catálogo de teses e dissertações da Capes e em anais de importantes congressos nacionais, como SIBRAGEC (Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção) e ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído).

2.3 Formulação das *strings* de busca

Foi necessário relacionar as palavras-chave de modo que englobassem os parâmetros de conhecimento do presente estudo. Logo, foram formuladas *strings* de busca associando os termos mais representativos, sendo eles: construção enxuta, gestão visual, transparência e infraestrutura, canteiro e construção. O operador booleano AND foi empregado para combinar as diversas palavras-chave, já o operador OR foi usado para abranger as várias

possibilidades de palavras de um mesmo eixo. As *strings* de busca utilizadas em cada base de dados estão no Quadro 2.

Quadro 2 - Strings de busca.

Base de Dados	Strings
Scopus®	TITLE-ABS-KEY (("lean construction" AND ("visual management" OR "transparency") AND "infrastructure" AND ("site" AND "construction")))
Web of Science™	TS=(("lean construction" and ("visual management" or "transparency") and "infrastructure" and ("site" or "construction")))
Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)	"construção enxuta" AND ("gestão visual" OR "transparência")

Fonte: Autora (2022).

2.4 Seleção das publicações

Para reduzir o número de trabalhos retornados, após a inserção das *strings* de busca nas bases de dados, foi realizado um refinamento das publicações segundo os critérios apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Filtro usado para a seleção das publicações.

Área avaliação	Engenharias
Intervalo de ano	2017-2022
Acesso	Aberto

Fonte: Autora (2022).

O limite temporal aplicado foi de cinco anos, além disso, a escolha do idioma inglês foi realizada com objetivo de abranger as principais publicações internacionais, assim como o português para abranger os trabalhos nacionais relacionados aos termos de pesquisa. A área

de interesse é a engenharia, e o acesso aberto foi utilizado para possibilitar uma melhor análise e leitura dos trabalhos obtidos. E após esse refinamento, foi realizada a leitura do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos retornados, de modo a enxugar o portfólio bibliográfico apenas com as publicações cuja temática está relacionada ao tema de interesse desta pesquisa.

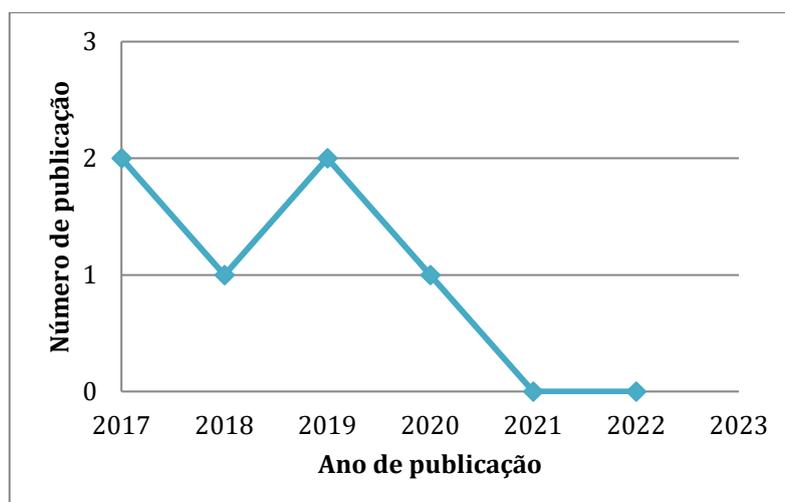
2.5 Organização, extração e síntese dos dados

Para organização dos dados das publicações foi utilizado o software *Excel*® da empresa Microsoft. Os dados foram organizados de forma a extrair informações pertinentes à pesquisa e a partir desses, foi elaborado um portfólio bibliográfico.

2.6 Resultados e discussão

Para a análise das publicações com mais relevância e proximidade ao tema central, foi realizada a leitura do título, das palavras-chave, dos resumos e das conclusões dos trabalhos obtidos por meio da pesquisa bibliométrica, e então extraídos as seguintes informações: as referências mais citadas, autores, ano de publicação, palavras chaves e local de publicação da pesquisa e se era estudo de caso ou trabalho teórico (ver Apêndice A). Dessa forma, foi possível estabelecer a organização dos dados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Relação entre trabalhos encontrados e ano de publicação.



Fonte: Autora (2022).

No total, apenas seis estudos foram relevantes e próximos ao tema proposto, logo, infere-se que o número de trabalhos encontrados foi inconstante ao longo do tempo, exemplo disso é que não houve publicação nos anos de 2021 e 2022. Também essa situação demonstra a lacuna de conhecimento na aplicação da construção enxuta em obras de reforma/ampliação, visto que apenas um estudo circundou o tema. Além disso, no que tange à categoria Infraestrutura, duas avaliaram obras desse tipo, uma com construção enxuta e outra com *visual management*, todavia nenhuma abordou afundo o princípio da transparência, revelando a lacuna de conhecimento que será abordada na presente pesquisa.

Enfim, foi possível formar uma nuvem de palavras por meio da análise das palavras-chave das publicações encontradas (Figura 1).

Figura 1 - Nuvem de palavras.



Fonte: Autora (2022).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Construção enxuta

3.1.1 Conceitos e histórico

As ideias da nova filosofia de produção se originaram no Japão na década de 1950. A maior aplicação foi proeminente do Sistema Toyota de Produção (STP), no qual tinha como filosofia a eliminação de estoques e outros desperdícios¹ através de pequenos lotes produção,

¹ É importante destacar a diferença entre perda e desperdício. Perdas são originadas em materiais, equipamentos e mão de obra. Já o desperdício é decorrente ou considerado apenas relativamente aos materiais que depois de serem usados, não servirão (MAIA, 1993).

tempos de *setup* reduzidos, cooperação com fornecedores, máquinas semiautônomas e outras técnicas. Logo, observou-se a queda dos problemas de qualidade dessa indústria japonesa sob a orientação de consultores americanos como Deming, Juran e Feigenbaum. Dessa forma, a filosofia da qualidade evoluiu de um método estatístico de garantia de qualidade para uma abordagem mais ampla, incluindo círculos de qualidade e outras ferramentas para o desenvolvimento de toda a empresa (KOSKELA, 1992).

Essas ideias foram desenvolvidas e refinadas por engenheiros industriais em um longo processo que envolveu experimentação e erro, pois, na época, um embasamento teórico e a apresentação mais ampla da abordagem não foram enxergados como necessários. Em decorrência disso, esses conceitos foram propagados para Europa e América a partir de 1975, especialmente na indústria automobilística (KOSKELA, 1992).

As ideias e técnicas principais que originaram a Construção Enxuta (CE) baseiam-se no Sistema Toyota de Produção, o qual foi expandido para a teoria da Produção Enxuta (PE), e é formado por dois pilares: *Just In Time* (JIT) e Automação (KOSKELA, 1992). O JIT significa no idioma original “momento certo/oportuno”, logo há o enfoque na produção com estoque zero, em que cada processo deve ser abastecido com os itens necessário, na quantidade necessária, no tempo certo, sem gerar estoque além do necessário (SHINGO, 1996).

Já a Automação, também chamada de automação com toque humano, é a capacidade da máquina de parar o processo produtivo caso alguma inconsistência aconteça, a exemplo da máquina de tecer auto ativada criada por Toyoda Sakichi, fundador da *Toyota Motor Company*, pois um dispositivo que podia distinguir entre condições anormais e normais foi instalado dentro dela. Tal mecanismo de parada automática evita a produção em massa de produtos danificados (OHNO, 1988).

Dada as dificuldades de adaptação da produção enxuta pra a construção civil, a construção enxuta possui como pilares o JIT e o Controle da Qualidade Total (CQT). Esse último significa o controle do processo para estimular a contínua melhoria de processos a fim de projetar a qualidade no produto e processo (KOSKELA, 1992).

Por fim, a adoção dos princípios da Construção Enxuta na Construção Civil pode representar a variante de paradigmas necessária para que as empresas construtoras sobrevivam no mercado competitivo, obtenham lucros e até mesmo conquistem vantagem no cenário de globalização (SARCINELLI, 2008).

Assim como a indústria de manufatura, a indústria da construção também obteve mudanças significativas a partir da adoção de conceitos e técnicas da Produção Enxuta,

alcançando a redução de perdas e desperdícios e, por consequência, a diminuição de custos. Em geral, o objetivo da introdução do método de gestão da construção, é “enxugar” o processo produtivo das empresas, produzir somente o que é valor para os clientes, eliminando as perdas, porque são indícios da existência de problemas no processo e aumentam os custos de produção.

3.1.2 Tipos de Perdas e princípios

Além disso, pelo fato de derivar do JIT, no processo de construção enxuta, existem formas de perdas durante a produção (KOSKELA, 1992). Segundo Ohno, 1997, o termo “perdas” tem como base os elementos da produção que somente aumentam os custos, sem agregar valor ao produto final. Esses podem ser categorizados em sete classificações relativas à natureza: superprodução, espera, transporte, execução de produtos defeituosos, processamento em si, movimentação e estoque. Além dessas, Koskela (2004) definiu uma categoria adicional, determinada por como a perda por *making-do*. Tais perdas são descritas:

1) Perda por superprodução: ocorre há produção além do que é necessário. Ao reduzir as essas perdas, há diminuição do desencadeamento de outras perdas, já que os grandes estoques são reduzidos (FIREMAN, 2012);

2) Perda por espera: acontece quando não há sincronização na linha de produção, interrompendo assim o serviço. Ocorre devido à falta de material, pelo fluxo de materiais no ambiente de trabalho ou pelo grande tempo de *setup* (SHINGO, 1996);

3) Perda por transporte: ocorre devido à movimentação excessiva ou de forma inadequada de produtos e materiais, é resultado de um *layout* ineficiente ou uma má programação (FORMOSO et al., 1996);

4) Perda por execução de produtos defeituosos: quando o produto final não vem com as características desejadas, ocasionando a interrupção do fluxo e retrabalho (SHINGO, 1996).

5) Perda no processamento: consequência de atividades desnecessárias e que ao serem ignoradas não impactam nas características funcionais do produto (SOMMER, 2010);

6) Perda por movimentação: é resultado de movimentos desnecessários do funcionário durante a execução de uma certa atividade, uma das causas para tal ocorrência é um *layout* ineficiente (FIREMAN, 2012);

7) Perda por estoque: acarretada pela acumulação de estoques excessivos e desnecessários, ocasionada pelas taxas de defeitos ou falta de balanceamento dos processos (SHINGO, 1996);

8) Perda por *making-do*: diz respeito a uma improvisação, ou seja, executa-se uma atividade com o que se tem disponível (KOSKELA, 2004).

Na prática, é possível elencar 11 princípios da construção enxuta de forma a possibilitar a projeção, controle e melhoria dos processos de fluxo, conforme definido por Koskela (1992). Em geral, tais princípios aplicam-se tanto ao processo de fluxo total quanto aos seus subprocessos, são eles:

1. Reduzir a participação de atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor da produção por meio da consideração sistemática dos requisitos do cliente;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir o tempo de ciclo;
5. Simplificar o processo, ao minimizando o número de etapas, peças e ligações;
6. Aumentar a flexibilidade de saída;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Concentrar o controle no processo completo;
9. Incorporar a melhoria contínua ao processo;
10. Equilibrar a melhoria do fluxo com a melhoria da conversão;
11. Realizar *benchmark*, buscar referências no mercado.

Logo, para o presente estudo, foi dado enfoque ao sétimo princípio: o de aumento da transparência. Tal princípio busca tornar a produção em um processo transparente e observável, a fim de facilitar o controle e a melhoria desses (KOSKELA, 1992). Esse princípio, na gestão visual, é utilizado como uma ferramenta *lean*.

Em um sentido teórico, transparência significa uma separação entre a rede de informações e a estrutura hierárquica de dar ordens, porém ambos na organização clássica teórica são idênticos. O objetivo torna-se, portanto, substituir o autocontrole pelo controle formal e coleta de informações relacionadas e necessárias, de forma a se ter uma gestão visual do processo (GREIF, 1991).

3.2 Gestão visual (GV)

3.2.1 Principais conceitos

A estratégia da gestão visual emprega essencialmente ferramentas visuais, a fim de haver uma comunicação efetiva com o elemento humano, criando uma interface de comunicação (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). Logo, o gerenciamento visual é a personificação da gestão como organização, objetivando tornar as representações das práticas de fabricação explícitas, em vez de subentendidas (KOSKELA, 2001). No que diz respeito a um local de trabalho com uma administração visual adequada, o autor Galsworth (1997) definiu como um ambiente que é auto-ordenado, autoexplicativo, auto aperfeiçoado e autorregulado.

Além disso, a GV é frequentemente associada ao sistema de Produção Enxuta, vale ressaltar que a primeira é independente da indústria de produção e dos sistemas de produção; uma vez que diz respeito a uma estratégia de comunicação visual (sensorial) de curto alcance. Logo, apesar de poderem estar conectadas, não significa que é absolutamente necessário ter uma experiência enxuta para explorar as funções da gestão visual (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

De acordo com o estudo de realizado por Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2018), é necessário que a prática de sistemas de gestão visual seja adequada à resposta do cérebro humano baseada em habilidade, regra e em conhecimento dos operadores em uma situação de trabalho. Sendo uma resposta baseada em habilidade, também chamada de automática, essa desencadeia a percepção de uma necessidade para, em seguida, estimular a ação. Também, para uma resposta baseada em regra, a gestão visual requer uma seleção de uma regra compatível com a situação e sua implantação. Por fim, quando ocorre uma resposta baseada no conhecimento, essa é necessária em uma situação rara/surpreendente, na qual o conhecimento prévio do operativo sobre o processo precisa ser mobilizado para a resolução de problemas.

Dessa forma, é importante criar suporte a todos os três tipos de respostas do cérebro humano: (1) Para respostas baseadas em habilidades, dispositivos visuais que acionem diretamente a ação necessária (como um reflexo) são os preferenciais; (2) Para respostas baseadas em regras, as regras relevantes devem ser fornecidas para inspeção imediata; (3) Para respostas baseadas em conhecimento, é requerida uma solução padronizada de problemas métodos (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2018).

As ferramentas de gerenciamento visual são projetadas de acordo com alguns princípios e técnicas de *design* ergonômico (cognitivo e físico). Desse modo, é possível concluir que há três parâmetros importantes a serem considerados antes de adotar uma ferramenta visual: a prontidão da organização para a implantação da ferramenta visual; se a ferramenta visual auxilia e facilita os objetivos gerais do sistema e a conformidade da ferramenta visual com os princípios de *design* ergonômico (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). Avaliar esses três parâmetros auxilia na aplicação efetiva dessas ferramentas visual na construção civil.

3.2.2 Aplicações das ferramentas visuais na Construção Civil

A produção da construção é normalmente realizada no local final do produto construído, muitas vezes dentro do produto em evolução. Nela, existem problemáticas de controle e melhoria de processos, então há o problema no âmbito da transparência, no qual o fato do ambiente de trabalho estar em constante evolução, torna o planejamento de *layout de canteiro* mais dificultoso, sendo mais dificultosa a adoção dos controles visuais (KOSKELA, 1992).

Conforme o item 18.1 da Norma de Regulamentação de número 18 (BRASIL, 2021), a sinalização presente no canteiro de obras deve ser satisfatória, de forma que auxilie na identificação dos locais de apoio; indique as saídas de emergência; advirta quanto aos riscos existentes, como queda de materiais e pessoas, e ao choque elétrico; alerte quanto à obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individuais; identifique o isolamento das áreas de movimentação e transporte de materiais, como também os acessos e a circulação de veículos e equipamentos, além de locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas e radioativas.

Por fim, para Almeida (2018), é possível estabelecer uma correlação positiva entre a aplicação da prática enxuta da transparência e os aspectos ambientais. Dessa forma, o autor exemplifica que a gestão visual impacta positivamente na emissão de gás particulado, geração de resíduos sólidos, manejo de resíduos, destinação de resíduos (inclui descarte de resíduos renováveis), armazenamento e manutenção de materiais, equipamentos, máquinas e veículos. Tal fato é relevante principalmente em etapas de construção e reforma de obras de infraestrutura em uso, nas quais a minimização da geração desses produtos seria positiva aos usuários.

3.4 Obras de infraestrutura: construção e reforma

3.4.1 Definições

De acordo com o Manual de Infraestrutura Urbana, 2011, as obras de infraestrutura urbana dizem respeito àquelas destinadas a viabilização ou auxílio da infraestrutura urbana como abastecimento de água, saneamento, coleta de esgoto e lixo, acessibilidade, transporte público, regularização fundiária, acesso à moradia e urbanização, dentre outras caracterizadas como desenvolvimento urbano.

Por sua vez, a definição de obra de reforma se dá pela alteração nas condições da edificação² já existente com ou sem mudança de função, visando resgatar, melhorar ou ampliar suas condições de segurança, habitabilidade ou uso. Esse quesito tem se destacado à medida que o desenvolvimento e crescimento das cidades e urbanização acontecem e se dá pelo envelhecimento das obras construídas e também por mudanças culturais e econômicas. Mesmo que as edificações cumpram as funções a que foram destinadas, ainda pode haver adequações a novas demandas, necessidades de ajustes e até mesmo recuperação de suas propriedades técnicas (BRASIL, 2020).

Nesse contexto, faz-se necessário estudar os fatores intervenientes de obras de infraestrutura no meio urbano, seja de construção, ampliação ou reforma.

3.4.2 Principais fatores intervenientes de obras de infraestrutura no meio urbano

Podem-se observar importunos no que tange às reformas, como a quantidade de poeira em casos em que há demolição, o qual se torna mais grave em obras em utilização, a exemplo de edifícios com inquilinos, como hospitais e hotéis. Não obstante, o trabalho dos funcionários da obra tem de se adequar a horários específicos por razões de segurança, proteção ou religião, logo o tempo de realização da obra aumenta e a produtividade de execução da mesma reduz (EGBU, 1994).

² No presente trabalho, o termo “edificações” está também estendido para as construções de obras de infraestrutura urbana.

De acordo com a NBR 16280 (ABNT, 2020), é necessário executar a gestão de processos nas reformas, de modo a garantir uma descrição clara e objetiva de características da execução dessas e também a segurança da edificação, do entorno e de seus usuários. Dessa forma, a combinação do pensamento enxuto e gestão visual auxiliam a eliminar a falta de ordem, traz sinalizações apropriadas e aumenta a nitidez do processo (KOSKELA, 1992). Logo, uma relação benéfica é estabelecida com a aplicação da gestão visual enxuta em obras de reforma e infraestrutura.

3.4.3 Aplicações da gestão visual enxuta

3.4.3.1 Exemplos de gestão visual

A falta de transparência do processo aumenta a propensão a errar, reduz a visibilidade dos erros, e diminui a motivação para a melhoria. Portanto, de acordo com Koskela, 1992, as abordagens práticas para aumento da transparência incluem:

- Estabelecer uma arrumação básica para eliminar a desordem;
- Tornar o processo diretamente observável por meio de *layout* de canteiro e sinalizações apropriadas, de forma a verter os atributos invisíveis do processo visíveis através de mediações;
- Incorporar informações de processo em áreas de trabalho, recipientes, ferramentas, materiais e sistemas de informação;
- Usar controles visuais, a fim de permitir que qualquer pessoa reconheça imediatamente os padrões e desvios deles;
- Reduzir a interdependência das unidades de produção.

Após um mapeamento sistemático da literatura, alguns autores chegaram a uma taxonomia das ferramentas visuais utilizadas, são elas: sinais, etiquetas, crachás, linhas indicadoras de direção, gráficos, fotos, pôsteres, cartazes, esboços, desenhos, modelos, árvores de decisão e tabelas de controle. Também existem outras práticas, as quais exigem maior planejamento, com um nível maior de estabilidade dentro do sistema de produção, a exemplo de placas *heijunka* para nivelar a produção, sistemas *kanban* para puxar a produção ou o fornecimento de material, o programa 5S para tarefas domésticas e, por fim, o sistema *andon*, usado na manufatura (TEZEL, KOSKELA, TZORTZOPOULOS, 2016). Com isso, apesar de existirem práticas diversas para aumentar o gerenciamento visual, é necessário

entender as barreiras e os desafios para a sua aplicação, de forma a aplicar cada ferramenta corretamente.

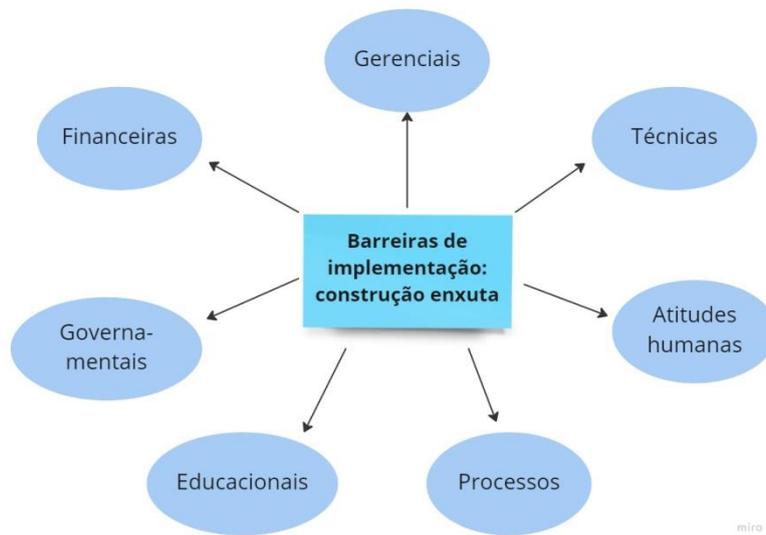
3.4.3.2 Principais barreiras ou desafios para a aplicação *lean construction* (LC)

De acordo com Koskela, 1992, é possível elencar barreiras para que retardem a difusão e aplicação do pensamento *lean* na construção civil, que infelizmente, ainda perduram nos dias atuais:

- Falta na clareza se tal abordagem *lean* é viável em uma atividade tão diferente da manufatura, como a construção civil;
- As áreas da construção constituídas por produtos únicos canteiros de obras, organizações de projetos temporários e intervenção regulatória exigem uma interpretação específica da indústria e dos princípios gerais da produção enxuta;
- Não há uma concorrência internacional forte, que na fabricação de automóveis é um fator de grande influência, na construção doméstica dos principais países industrializados;
- Resposta atrasada e insatisfatória por parte das instituições acadêmicas, já que essa filosofia *lean* não é tão reconhecida em currículos educacionais ou programas de pesquisa como deveria.

Além disso, com base em Bari et al. (2013), existem sete barreiras principais durante a implantação da construção enxuta, que são aspectos gerenciais, aspectos técnicos, aspectos de atitude humana, aspectos do processo da LC, aspectos educacionais, aspectos governamentais e aspectos financeiros (Figura 2). Assim, boas estratégias desempenham um papel vital na implantação *lean*, a fim de superar essas barreiras. Entre outros, estão o desenvolvimento de ações sistemáticas de treinamento e pesquisa sobre o tema, e a colaboração entre empresas de construção. Uma interação proativa entre as partes interessadas pode ser incluída, o que resulta em um ambiente competitivo saudável entre as empresas de colaboração.

Figura 2 - Barreiras no estabelecimento da construção enxuta.



Fonte: Adaptado de Bari et al. (2013).

4. METODOLOGIA

4.1 Considerações iniciais

A fim de atender aos objetivos propostos da pesquisa, foram analisadas obras que se caracterizam como “de infraestrutura”, ou seja, àquelas de relevância para a sociedade e que auxiliam na infraestrutura urbana com mobilização e transporte público. Cada obra também foi escolhida individualmente pelo fato de estarem em utilização ativa enquanto aconteciam as reformas ou ampliação, no município de Aracaju, Sergipe, de modo a impactar na vida do usuário e dos trabalhadores operantes. Essas obras tiveram como contratante a prefeitura municipal.

Em âmbito de caracterização de pesquisa, essa foi exploratória e descritiva. O envolvimento do pesquisador foi do tipo clássico, no qual o pesquisador mantém um distanciamento do objeto de pesquisa. Quanto ao delineamento da pesquisa, esse foi documental de caráter bibliográfico, no qual houve análise de projetos, procedimentos operacionais e fichas de verificação de serviço, e de estudo de caso nos canteiros das obras selecionadas.

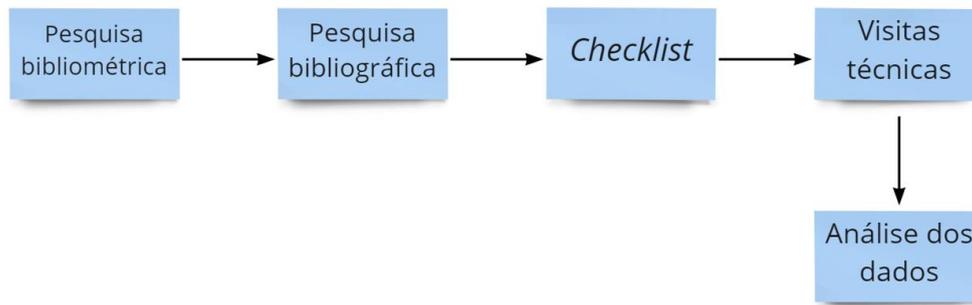
4.2 Descrição da pesquisa

4.2.1 Estratégia da pesquisa

Inicialmente foi feita uma revisão sistemática da literatura sobre os temas relacionados ao assunto central, de modo a entender à realidade da temática e compreender os principais pontos relevantes a serem analisados. Em seguida, foi possível elaborar um *checklist* (Apêndice B), a ser preenchido pela pesquisadora, de forma a entender e compreender aspectos da obra relacionados com o andamento da obra, fluxo de funcionários, a gestão visual, o princípio de aumento da transparência e quais os impactos da utilização da obra enquanto essa estava ativa e em uso por outros usuários secundários.

Dando seguimento, foi feita uma visita técnica em cada um dos três casos analisados. Em cada uma delas foram realizados registros fotográficos e feitas perguntas não estruturadas para a equipe de responsáveis e funcionários da obra, de modo a contribuir com o preenchimento do *checklist* desenvolvido pela autora. O fluxograma de delineamento da pesquisa está contido na Figura 3.

Figura 3 - Resumo da metodologia de pesquisa.



Fonte: Autora (2022).

4.2.2 Tabulação de dados

Após as visitas técnicas, os dados coletados foram analisados e tabulados em planilhas eletrônicas, para melhor visualização. Assim, foi possível estabelecer a relação com os conceitos da literatura sobre o tema central do trabalho e comparar os resultados entre si. Essa tabulação foi dividida nos tipos de dispositivos de gestão visual que puderam ter sido observados e sua contribuição ou não para o aumento da transparência do processo.

A fim de organizar as ferramentas visuais encontradas em cada obra, foi utilizada a orientação trazida por Brandalise (2018), a qual foi selecionada pelo fato de haver uma categorização considerada completa em apenas um quadro (Quadro 4), o qual relaciona categoria de atividades estática ou dinâmica (Bititci, Cocca e Ates, 2015), graus de controle (Galsworth, 1997), na categoria de práticas avançadas e condizente com a função similarmente à taxonomia proposta por Tezel et al. (2015).

Quadro 4 - Categorias de práticas de GV identificadas nos estudos de sistemas de produção da manufatura relacionados aos casos das obras analisadas.

ESTUDOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA MANUFATURA				OBRA A	OBRA B	OBRA C
INDICADORES	ESTÁTICOS	1	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO			
		2	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS			
		3	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS			
		4	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO			
		5	Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE			
		6	Práticas avançadas de categoria SEGURANÇA DO TRABALHO			
	DINÂMICO	7	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO			
		8	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS			
		9	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS			
		10	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO			
		11	Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE			

		12	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO				
SINAIS	DINÂMICO	13	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO				
		14	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS				
		15	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS				
		16	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO				
		17	Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE				
		18	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO				
CONTROLE	ESTÁTICO	19	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO				
		20	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS				
		21	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS				
		22	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO				
		23	Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE				
			24	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO			
	DINÂMICO	25	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO				
		26	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS				
		27	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS				
		28	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO				
29		Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE					
		30	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO				
GARANTIA	ESTÁTICO	31	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO				
		32	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS				
		33	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS				
		34	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO				
		35	Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE				
			36	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO			
	DINÂMICO	37	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO				
		38	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS				
		39	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS				
		40	Práticas avançadas de categoria PROTÓTIPO				
41		Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE					
		42	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO				

Fonte: Adaptado de Brandalise (2018).

Em relação às categorias, Bititci, Cocca e Ates (2015) indicaram a classificação em duas de acordo com o estado da informação: dinâmico ou estático. Essa divisão foi inicialmente sugerida por Ewenstein e Whyte (2009), na qual, respectivamente, o dispositivo em uso na obra pode sofrer alteração (“fluido”) e o outro, não sofre alteração (“congelado”).

No que diz respeito ao grau de controle, segundo Galsworth (1997), essa mesma sinalização em obra pode ser classificada em quatro categorias, de acordo com o grau de controle exercido por cada um deles:

- Indicadores visuais: as informações são exibidas de forma simples e o cumprimento ou adesão de seu conteúdo é voluntário (por exemplo, conselhos de segurança);
- Sinais visuais: este tipo de dispositivo visual capta primeiro a atenção e, em seguida, entrega sua mensagem (por exemplo, sirenes de caminhões em movimento no local);

- Controle visual: tentativas de impactar o comportamento estruturando ou construir uma mensagem diretamente no ambiente físico enquanto colocar limites físicos no lugar (por exemplo, lombadas);
- Garantia visual: sendo também conhecida como à prova de erros ou os dispositivos *poka yoke*, o qual é projetado para garantir o condicionamento entre acontecimentos (por exemplo, circuitos eletrônicos que impedem o movimento dos elevadores quando a porta está aberta).

Já referente às categorizações trazidas por Tezel et al. (2015), as práticas ditas como avançadas, são aquelas que, para desempenhar sua função proposta, é integrada com outras práticas, constituindo um subsistema. Além disso, posteriormente houve a subdivisão conforme a principal função da ferramenta visual, de modo similar à taxonomia proposta por Tezel et al. (2015):

- Controlar (usada como dispositivo de controle, a exemplo de: tapumes, balizadores e cones);
- Orientar (usada para procedimento de execução, a exemplo de: placas de início e fim da obra, saída e entrada de veículos, placa de obra e de indicação de canteiro);
- Estabelecer metas (usada para explicitação de metas);
- Abastecer (usada para abastecimento de insumos, a exemplo de: localização de materiais e equipamentos);
- Gerar um protótipo (usada como protótipo, exemplo: indicação de sistemas de tubulação - avisos, slogans, entre outros).

Em contraste com o quadro original, apenas a categoria avançada foi utilizada, em virtude de ter se observado que os dispositivos visuais não atuavam de forma isolada. Também, apesar de no trabalho trazido por Galsworth (1997), os identificadores visuais de segurança e uso de equipamentos no local estarem contidos apenas na categoria “Indicadores”, como placas de conselhos de segurança, a categoria “Práticas avançadas de segurança do trabalho” foi incluída em todos os quatro primeiros níveis e em cada um dois níveis seguintes. Tal adição deu-se a fim de aprofundar seu estudo e análise, devido à alta relevância dessa categoria em obras principalmente de infraestrutura com transeuntes motorizados ou não e seus riscos associados.

4.3 Descrições das obras analisadas

Conforme já comentado, todas as obras pesquisadas são de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Aracaju, Sergipe, mediante licitação pública, por meio dos processos de concorrência, tomada de preço ou convite (DOTTA, 2020). Essas obras são importantes porque auxiliam na mobilidade urbana, proporcionando interligação entre bairros e circulação de pessoas e veículos.

4.3.1 Obra A (Ponte Juscelino Kubitschek)

A obra caracteriza-se como de ampliação, feita na Ponte Juscelino Kubitschek (Figura 4). Tal ponte foi construída em 1957, no momento da intervenção analisada, a mesma possui idade de 65 anos, está localizada sobre o Rio Poxim e liga o bairro Atalaia ao Centro (ASCOM, 2015). De acordo com a Prefeitura do município (ARACAJU, 2021), tal ponte possui uma extensão atual de 160 metros, na qual haverá a ampliação nas faixas nos dois sentidos da Avenida Beira-Mar e se dará em 4 metros de largura, envolvendo seus dois lados, resultando em três faixas de cada lado. Todavia, no sentido Centro/praias haverá uma faixa com mais 2 metros, onde será criada uma pista para pedestres, totalizando 6 metros de largura, já no sentido contrário, tal passeio já existe (Figura 4).

Figura 4 - Representação da reforma e mudanças da ponte da Obra A.



Fonte: Autora (2022).

Vale enfatizar que tal ponte já havia passado por um processo anterior de reforma, que foi finalizado em dezembro de 2015 (Figura 5), em que houve recuperação dos pilares e vigas de sustentação (ASCOM, 2015). A necessidade de outra intervenção em tão pouco tempo ressalta a agressividade do meio, próximo a um rio, o qual reduz a durabilidade das estruturas da ponte.

Figura 5 - Ponte Juscelino Kubitscheck antes da ampliação.



Fonte: ASCOM, 2015.

A obra atual de ampliação iniciou-se em Maio/2021 e tem previsão de término em Março/2023. A Prefeitura Municipal de Aracaju, por meio da Empresa Municipal de Obras e Urbanização (Emurb), contratou, por intermédio de licitação pública, uma construtora com sede no Rio de Janeiro, especializada em recuperação de pontes e canais. Aliado a isso, foram contratadas empresas terceirizadas sergipanas. Segundo a Prefeitura Municipal de Aracaju (ARACAJU, 2021) o investimento foi de R\$ 20.971.282,97 na obra de ampliação.

Durante a visita à obra de ampliação A, foi registrada a etapa de Cimbramento. De acordo com o DNER, 1994, o cimbramento é a construção provisória que suportará o peso da estrutura da ponte, até que essa seja autoportante. Nesse caso, o escoramento da estrutura da ponte foi do tipo fixo, com a presença de torres e treliças, a fim de adequar-se à maré, a qual era monitorada por meio de um aplicativo da marinha e também foi necessário utilizar treliça na posição invertida (Figura 6).

Figura 6 - Ponte Juscelino Kubitscheck durante a ampliação.



Fonte: Autora (2022).

4.3.2 Obra B (Ponte Godofredo Diniz)

A obra caracteriza-se como a revitalização dos passeios da Ponte Godofredo Diniz (Figura 7). Tal ponte foi construída em 1977 e está localizada em Aracaju, Sergipe, também sobre o Rio Poxim, e faz a ligação entre o bairro Coroa do Meio e o centro de Aracaju (OLIVEIRA, 2022).

Figura 7 - Ponte Godofredo Diniz antes da reforma dos passeios.



Fonte: G1 SE (2019).

A obra de revitalização dessa ponte iniciou-se em Maio/2022 e a Prefeitura Municipal de Aracaju foi o órgão responsável, por meio da Empresa Municipal de Obras e Urbanização (Emurb) e, de acordo com esse primeiro órgão (ARACAJU, 2022), o valor de R\$ 88.133,71 foi investido na reforma. Nessa obra, foram demolidos os passeios da ponte e foi colocado um novo pavimento de concreto armado e, por último, foi realizada a pintura desse pavimento. Tal intervenção objetivou a maior segurança dos pedestres.

A estrutura da ponte já havia passado por reformas anteriormente, pois de acordo com a Prefeitura Municipal de Aracaju (ARACAJU, 2022), desde o mês de Dezembro do ano de 2021, o guarda-corpo da travessia de pedestre na referida ponte foi submetido ao serviço de manutenção feito pela Emurb. Tal ação demonstra a agressividade a que a estrutura está submetida, de forma que a maresia estimula a corrosão. Esse serviço se concentrou na revitalização e pintura do guarda-corpo, sendo que para essa última etapa, foi feito um trabalho de remoção do material oxidado através de lixamento e da aplicada uma base de primer, a fim de proteger a pintura.

Sendo assim, no momento da visita à obra, havia dez funcionários em obra e constatou-se que o sentido Centro da ponte já havia sido finalizado, estando seu passeio já revitalizado. Todavia, o lado oposto ainda estava em processo de reforma, sendo que no momento da visita, aproximadamente metade do passeio havia sido demolido e a etapa de armação estava em andamento (Figura 8).

Figura 8 - Reforma dos passeios da Ponte Godofredo Diniz.



Fonte: Autora (2022).

4.3.3 Obra C (Passeio Otoniel/Ivo)

A obra diz respeito à reforma e o reforço estrutural do passeio das avenidas Otoniel Dórea, Ivo Do Prado e Rio Branco, situadas no Centro da capital sergipana, denominada, neste presente trabalho, de Passeio Otoniel/Ivo. Segundo a Prefeitura Municipal de Aracaju, os passeios estão situados às margens do Rio Sergipe, no trecho localizado entre o Largo da Gente Sergipana e o chamado “terminal de tototós”, totalizando uma extensão de aproximadamente 870 metros (Figura 9).

Figura 9 - Avenida Ivo do Prado antes da reforma.



Fonte: G1 SE (2022).

O órgão responsável pela ação da Prefeitura Municipal de Aracaju também foi a Empresa Municipal de Obras e Urbanização (Emurb). Conforme a prefeitura do município (ARACAJU, 2022), o valor da obra é de R\$ 5.468.685,05 e abrange a recuperação da balaustrada, pavimentação da calçada em concreto (correspondendo a aproximadamente 2,1 mil m² de área construída), implantação de iluminação LED e bancos, pintura, meio fio, gramado, construção de uma ciclovia e ampliação da calçada para largura de 65cm (Figura 10). Além disso, será traçado um caminho rumo à acessibilidade, com a implantação de pisos táteis e rampas para cadeirantes.

Figura 10 - Obra de reforma do reforço estrutural do passeio das avenidas Otoniel Dórea, Ivo Do Prado e Rio Branco.



Fonte: Autora (2022).

O início da obra se deu no dia 27/08/2022 e o objetivo de tal reforma é fornecer mais segurança aos usuários da travessia, pois é uma região de alta agressividade com impacto direto da maré, sendo que uma parte do trabalho será futuramente feita dentro do próprio Rio Sergipe.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do estudo de campo feito em uma obra rodoviária, de acordo com Oroski e Pereira Filho (2018), a partir do caso analisado, observou-se que o princípio enxuto de aumento da transparência de processos deveria sofrer melhorias, pois apesar de detectar incongruências pela visão externa, também é necessário um estudo profundo das informações recebidas pelos receptores na obra. Da mesma forma, no presente trabalho, esse sétimo princípio da Construção Enxuta foi verificado e estudado nas três obras em questão.

5.1 Gestão visual

5.1.1 Ferramentas de controle visual

Foi utilizado o Quadro 1, mencionado anteriormente, a fim de analisar as ferramentas visuais presentes em cada uma das obras (Quadro 5). Dessa maneira, cada linha que foi preenchida com os dados da análise foi destrinchada. Por último, vale salientar que as práticas avançadas de segurança do trabalho foram abordadas no tópico seguinte.

Quadro 5 – Resultado das categorias de práticas de GV relacionados às análises dos casos das obras analisadas.

ESTUDOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA MANUFATURA				OBRA A	OBRA B	OBRA C
INDICADORES	ESTÁTICOS	1	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO	Placas de início e fim da obra; Placa da obra. Placa de canteiro.	Placas de início e fim da obra. Placa da obra.	Placas de início e fim da obra. Placa da obra.
	DINÂMICO	7	Práticas avançadas de categoria PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO	Placa de entrada e saída de veículos, uso de uniforme pelos funcionários, placa de somente entrada de pessoas autorizadas.	-	-
		8	Práticas avançadas de categoria EXPLICITAÇÃO DE METAS	Cronograma de obra	-	-
		9	Práticas avançadas de categoria ABASTECIMENTO DE INSUMOS	Localização de materiais e equipamentos.	-	-

		12	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO	Placas de redução de velocidade, desvio de trânsito, estreitamento da via, placa de uso de EPI no canteiro.	-	Placa de calçada bloqueada
CONTROLE	DINÂMICO	29	Práticas avançadas de categoria DISPOSITIVO DE CONTROLE	Tapumes metálicos, borda na passagem da beira do barranco	-	Tapumes metálicos
		30	Práticas avançadas de SEGURANÇA DO TRABALHO	Balizadores, cones	Balizadores, cones	Balizadores com telas entre eles

Fonte: Autora (2022).

Em continuação, na categoria dos indicadores, no Quadro 5, na Linha 01 (Figura 11), é possível observar que os estáticos são relativos às placas contendo as informações da obra (a exemplo da empresa construtora, órgão responsável, prazo e valor); por fim, sobre as placas de início e fim da obra localizados na via, essas últimas foram devidamente explanadas no tópico seguinte sobre segurança do trabalho.

Através da ótica de Illingworth (1993), os canteiros de obras podem ser do tipo longo e estreito, os quais têm acesso por poucos pontos, a exemplo de construção de obras de autoestradas, ferrovias, gasodutos e redes de combustíveis. Tal categorização pode ser levada em conta para as obras estudadas de reforma de infraestrutura B e C, porque elas não possuíam placa de identificação de canteiro, evidenciando o pertencimento ao ambiente urbano dinâmico, não havendo espaço suficiente para montagem de um *layout* de canteiro adequado, impactando negativamente no uso das ferramentas visuais. Já a obra de ampliação A possuiu o diferencial de ter um canteiro e uma placa indicadora.

Figura 11 - Placas indicativas de canteiro (a) e placas de obra (b) de cada estudo de caso, respectivamente.



Fonte: Autora (2022).

Quanto às atividades de cunho dinâmico, no Quadro 5, na Linha 07 (Figura 12), na Obra A havia placas: indicando a saída de veículos, incentivando o uso de uniforme pelos funcionários e sinalizando que apenas pessoas autorizadas poderiam transitar no canteiro. Por conseguinte, é notório que a última das placas não está adequadamente fixa, apresentando instabilidade e afetando a leitura, comprometendo a clareza da comunicação, característica contida no princípio da transparência trazido por Koskela (1992). Por fim, ainda na Obra A, não havia indicação da serralheria contida no canteiro, comprometendo a efetividade da informação e contribuindo para futuros acidentes.

Nessa mesma categoria, as Obras B e C não possuíam indicadores dinâmicos referentes a: procedimento de execução, explicitação de metas, abastecimento de insumos, protótipo e dispositivo de controle. Tal cenário se deu pelas características do canteiro citadas anteriormente, todavia as empresas responsáveis deveriam ter se ajustado à realidade e contornado a situação utilizando placas móveis presas a soquetes, de forma que, diferente das estáticas, recebessem frequentes atualizações diária, semanal ou mensal, de acordo com o andamento da obra e o tipo de prática (BRANDALISE, 2018).

Figura 12 - Indicadores dinâmicos da Obra A: entrada e saída de veículos (a), uso de uniforme (b) e acesso restrito (c).



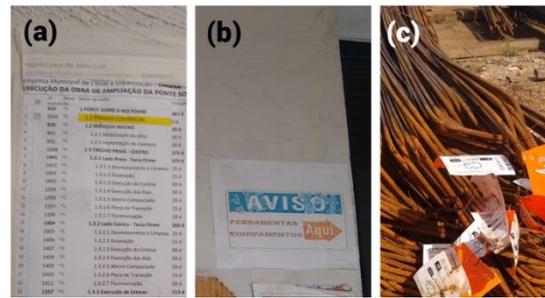
Fonte: Autora (2022).

Em sequência, de acordo com Brandalise (2018), possibilitar a fácil visualização das metas auxilia na ciência das equipes, de forma a aumentar o comprometimento em cumprir suas atribuições no prazo, mesmo que em um dispositivo bastante simples como um quadro branco, além disso, é sugerido o uso de um código de cores para demarcar o estado da atividade (adiantada, no prazo, ou atrasada).

Portanto, nas obras em pauta, no Quadro 5, foram verificadas as categorias das Linhas 08 e 09 (Figura 13), todavia só foram encontradas na Obra A. Nela, houve a explicitação de metas por meio de um cronograma da obra presente na sala de reunião, uma indicação da localização de materiais e equipamentos, além de haver gestão visual de origem e tipo de material nas etiquetas.

Infelizmente, como já citado anteriormente, nos canteiros de obra B e C, visualmente, não havia local coberto com paredes disponível para incluir esses tipos de dispositivos. Todavia, de acordo com Illingworth (1993), para o planejamento de canteiros restritos, uma abordagem disciplinada é necessária de forma que uma das abordagens é aproveitar recursos do canteiro que podem ser explorado no conceito de planejamento. Dessa forma, uma sugestão seria aproveitar o guarda-corpo ou balaústre presentes nas obras B e C, respectivamente, para abrigar ferramentas visuais como placas, indicadores, desde que possuam material resistente às intempéries do ambiente.

Figura 13 - Indicadores dinâmicos da Obra A: cronograma de obras (a), localização de materiais e equipamentos (b) e etiqueta de tipo de material e origem (c).



Fonte: Autora (2022).

Em continuidade, na Norma de regulamentação 18 (BRASIL, 2021), é obrigatório o arranjo de tapumes sempre que se exercerem atividades da indústria da construção, de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços. Dessa forma, nas práticas dinâmicas de controle referentes à Linha 29 do Quadro 5 (Figura 14), foram observadas nas Obras A e C, as quais se destrincharam na presença de tapumes, de maneira que a ausência na obra B possibilitou a passagem de pessoas não autorizadas que desejavam utilizar a ponte como passagem, aumentando os riscos de acidentes.

Figura 14 - Controle dinâmico: tapumes metálicos na obra A (1) e C (2).



Fonte: Autora (2022).

5.1.2 Práticas avançadas de segurança do trabalho

O Gerenciamento Visual também se refere à facilidade na verificação da existência de deslizes de determinados padrões no campo da segurança. Por conseguinte, um canteiro de

obras com boas identificações e sinalizações de caminhos seguros, identificação de áreas de risco e painéis com instruções de segurança, carrega benefícios para a segurança dos colaboradores (HERBERTS, 2018). Tal atitude pode ser realizada por meio das práticas avançadas de segurança do trabalho, as quais podem ser expressas através de dispositivos horizontais e verticais de sinalização.

5.1.2.1 Dispositivos horizontais

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, nas vias ou trechos que estão obras deverá ser estabelecida sinalização específica e adequada (CTB, 2008). Portanto, foram analisadas as sinalizações presentes nas três obras analisadas, de forma a relacioná-las com a segurança. Como as obras são de infraestrutura rodoviária, as sinalizações e interrupções das vias eram solicitadas pelo órgão de trânsito da região, a Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito (SMTT), a qual estipulava prazos para a realização das atividades das obras.

Nas obras estudadas, para execução dos serviços de reforma/ampliação foi preciso interferir no trânsito. Dessa forma, os desvios foram realizados por meio de dispositivos horizontais de uso temporário como cones e balizadores (Figura 15), os quais, de acordo com o Anexo II do Código de trânsito Brasileiro, 2008, têm como objetivo bloquear e/ou canalizar o trânsito, alertar os condutores, proteger trabalhadores, pedestres, trabalhadores, equipamentos, entre outros.

Figura 15 - Obra A, B e C: Balizadores e cones na via.



Fonte: Autora (2022).

Infelizmente, na Obra A e B, o distanciamento entre os balizadores era livre de forma que era possível que pedestres e veículos menores como bicicletas e motos atravessassem o bloqueio, interferindo no objetivo principal de segurança. Já na Obra C, os sinalizadores horizontais possuíam telas entre si, de maneira a impedir a passagem de pessoas não autorizadas e reforçar a segurança. Além disso, na obra B, outro motivo para o qual deveria ter presença de telas entre os balizadores foi que existiu a quebra do passeio e, por consequência, ocorreu a geração de resíduos que poderiam causar acidentes de trânsito, já que consistiu em uma reforma de uma obra em utilização.

5.1.2.1 Dispositivos verticais

Um canteiro de obras bem identificado e com sinalizações de caminho seguro a ser percorrido, com a identificação de áreas de risco, trazem grandes benefícios para a segurança dos colaboradores, reduzindo o número de acidentes e aperfeiçoando a resolução destes, caso venham a ocorrer (HERBERTS, 2018).

Portanto, em referência à Tabela 1, na Linha 12 (Figura 16), houve ausência de indicativo estático que revele as áreas de risco e o caminho seguro, visto que no canteiro de obras há um caminho beirando um barranco, dois cais e uma escada ligando o canteiro à via pertencente à ponte. Por fim, o primeiro, na construção do guarda-corpo na passagem próxima ao barranco, conecta-se positivamente ao dispositivo de controle da Linha 29.

Figura 16 – Obra A: Caminho e guarda-corpo beirando o barranco (1), dois cais construídos (2 e 3) e uma escada ligando o canteiro à via pertencente à ponte (4).



Fonte: Autora (2022).

Da mesma forma, na Linha 12 (Figura 17), é possível observar que na Obra A havia placas de indicativo de uso de equipamentos de proteção individual (EPI) no canteiro, enquanto que nas Obras B e C não, sendo que mais uma vez, devido às restrições de canteiro delas, seria possível fazer o uso de indicadores dinâmicos, que se adequassem à etapa da obra, mas que não deixasse de transmitir a mensagem. Por fim, na Obra A havia indicação de desvio de trânsito, já na obra C tinha indicativo de nova travessia.

Figura 17 - Obra A: Placa de uso de EPI.



Fonte: Autora (2022).

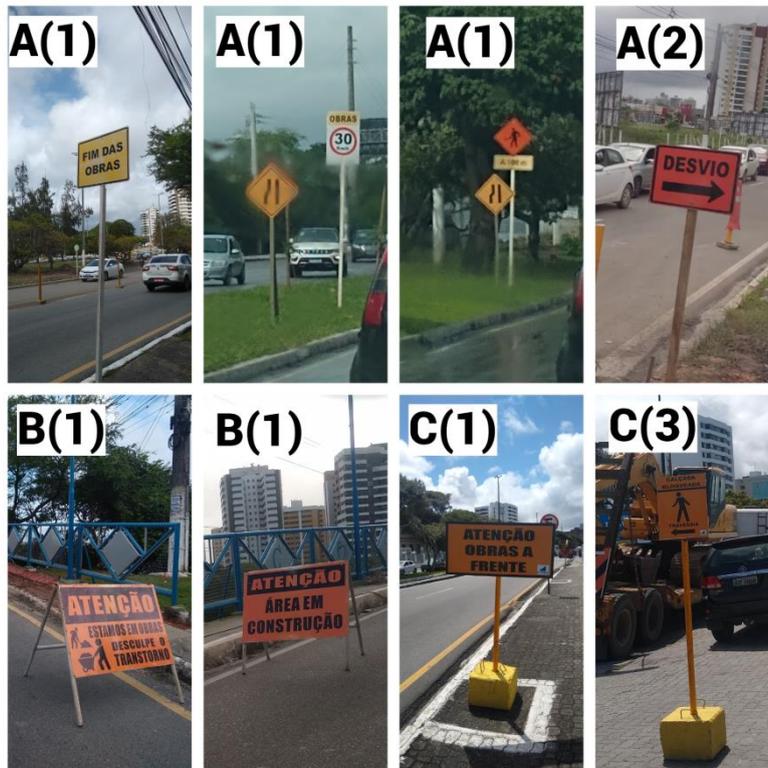
Além disso, de acordo com o CTB, 2008, geralmente em obras de infraestrutura em vias se utilizam sinais verticais de advertência a fim de indicar aos usuários condições com potencial risco, portanto podem ser encontradas na literatura sinalizações de: estreitamento de via, redução de velocidade quando necessário e indicativo de obra (Figura 18). Além disso, foi registrada a presença dessas sinalizações na Obra A, além de placa de redução de velocidade, na Obra B também havia sinalizações, como também na Obra C (Figura 19).

Figura 18 - Sinalizações de advertência.



Fonte: Adaptado de CTB (2008).

Figura 19 - Obra A, B e C: Sinalizações de advertência (1), indicação de desvio de trânsito (2) e indicação de nova travessia para pedestres (3).



Fonte: Autora (2022).

Tezel et al. (2015) concluíram, em seu estudo de caso sobre nove empresas construtoras brasileiras, que há uma ampla gama de ferramentas de *visual management* (VM) e que ela é mais do que sinais visuais, mas sim compreender a fundamentação teórica e interligação entre diferentes ferramentas de VM. Logo, não basta apenas colocar uma placa, mas programar e analisar todo o ambiente de forma a extrair o máximo de clareza do conjunto de ferramentas, as quais atuam em conjunto.

Essa realidade não foi totalmente vista nas Obras B e C, pois não houve presença de placa redutora de velocidade, o que além de aumentar o risco de acidente, interferia no trânsito local. Então, como as três obras são categorizadas como de infraestrutura, cujo uso não foi interrompido, é de extrema importância que a sinalização seja adequada a partir da compreensão e análise de cada uma das situações. Pelo fato de haver trânsito de veículos e pessoas, é importante a presença dessa placa de redução de velocidade, de forma a estimular o acesso anterior à informação e, por consequência, a segurança.

Além disso, na obra B, diferentemente da A e C, a comunicação da obra foi feita apenas no local de execução, quando deveria ter um aviso prévio na via para os condutores de veículos se atentarem e reduzirem a velocidade, como também os pedestres se atentarem mais, evitando transtornos e acidentes.

5.2 Tipos de perdas

Uma das funções da GV é possibilitar um modo de comunicação mais rápido e confiável em comparação com as alternativas tradicionais, estando em harmonia com os princípios *lean* (KOSKELA; TEZEL; TZORTZOPOULOS, 2018). Logo, no que tange às perdas por transporte de material, foi identificado, principalmente nas obras B e C, devido às configurações estreitas e longas do canteiro, que não havia acesso à informação referente aos indicativos de canteiro como localização dos materiais e estações de trabalho (esse último também em falta na Obra A).

Além disso, as sinalizações se deram mais para os transeuntes ao redor (público externo) do que para os próprios funcionários dentro do canteiro (público interno). Dessa forma, possivelmente, é gasto um tempo de movimentação de pessoas a mais que o necessário para que a informação ou alguma dúvida seja sanada, logo um maior período é dispendido, que não agrega valor ao produto final. Dessa forma, essa perda poderia ser solucionada por meio de uma gestão visual eficiente para ambos os lados, contendo indicativos de fácil compreensão com imagens demonstrativas e setas de sinalização.

Ademais, o artigo trazido por Assunção, Almeida e Assunção (2021), analisou as bases estabelecidas pela ferramenta *Lean Construction* e como está ferramenta poderia ser utilizada positivamente na prevenção de acidentes, e alguns meios para tal eficiência é a participação ativa de todos os envolvidos: empresa e operários e o arranjo físico do canteiro devidamente sinalizado. Dessa forma, observou-se nas três obras analisadas que ocorreram

deficiências na área da segurança do trabalho, de forma a aumentar as chances de ocorridos e, como resultado, aumentar as perdas por espera, sendo necessário interromper o serviço para dar assistência ao funcionário.

Então, por se tratarem de obras em utilização, além do cronograma da obra, existiam limitações de prazos e horários de trabalho, os quais foram impostos pelo órgão de trânsito com o objetivo de evitar maiores transtornos na utilização do bem público por terceiros. Nessa situação, também o tipo de perda visto foi caracterizada pela espera, pois se uma etapa restrita a esse limite atrasar, deverá ser solicitada novamente ao órgão responsável e aguardar aprovação, sendo, portanto, ainda mais relevante o controle do andamento da obra a fim de evitar tal cenário. Esse cenário de perdas, apesar de estar ligado a imprevistos, pode ser minimizado por meio de um melhor planejamento das atividades e horários.

Ao final, com o objetivo de reduzir os três tipos de perdas encontrados, pode-se citar ferramentas da gestão visual. Logo, a fim de solucionar as perdas por transporte de material, recomenda-se que o local de armazenamento dos insumos esteja bem visível, organizado e identificado através de placas de estação de trabalho e identificação dos materiais, etiquetas, o que, por consequência, melhora a organização do *layout* de canteiro.

Dando seguimento, com o propósito de aplacar as perdas por espera, deve-se priorizar a resolução da situação da segurança do trabalho. Para tanto, uma intervenção por meio da maior sinalização através de placas de indicação de caminhos perigosos, uso de Equipamento de Proteção Individual e redução de velocidade, como também sinais luminosos de advertência nas vias e linhas indicadoras de direção no piso.

Por último, para reduzir as perdas por movimentação de funcionários, sugere-se a utilização de cartazes, esboços, desenhos, modelos, árvores de decisão e tabelas de controle e se o canteiro for longo e estreito, pode ser possível utilizar elementos já presentes neles como ponto de sustentação desde que o material usado seja resistente a intempéries. Assim, será possível reduzir as dúvidas entre funcionários e também o tempo gasto que não agrega valor ao produto para saná-las.

5.3 Barreiras da Gestão Visual

De modo geral, a implantação da gestão visual em canteiros de obras possui alguns desafios adicionais se relação às demais indústrias: (1) os canteiros de obras consistem em locais dinâmicos com um fluxo grande de pessoas; (2) o layout do canteiro lida com diversas modificações ao longo da execução do empreendimento, exigindo muito esforço para

atualizações e relocações dos dispositivos visuais; (3) os canteiros de obras são locais de relativa extensão e contém diversas equipes de trabalho espalhadas; por último (4) barreiras visuais são incorporadas ao ambiente de trabalho à medida que a construção evolui (FORMOSO, 2002).

Tendo como referência as três obras analisadas e o trabalho de Formoso (2002), inferiu-se a relação entre as quadro barreiras para a implantação das ferramentas de gestão visual com a situação encontrada nas três obras analisadas (Quadro 5).

Quadro 5 - Relação entre barreiras para implantação da GV e as obras A, B e C analisadas.

Barreiras para implantação da GV	Obra (s) analisada (s)	Aplicação nas obras e explicação
(1)	A, B e C	Possuíram fluxo maior de pessoas do que obras em construção inicial, devido ao fato de estarem em utilização no andamento da reforma. Logo, era necessário maior número de indicadores visuais de modo a atender o público interno (trabalhadores) e externo (transeuntes) à obra.
(2)	A	Necessidade de realocação e adição dos dispositivos visuais de acordo com as etapas da obra dentro do canteiro.
	B e C	O canteiro consistia nos passeios e parte do rolamento das vias, logo possíveis suportes para sustentação de sinais visuais sofreriam modificação como demolição. Além disso, de acordo com o andamento da obra, os sinais visuais eram modificados nas vias para adequar o trânsito local à obra.
(3)	A	Canteiro de obra extenso, além de que havia muitas equipes de empresas terceirizadas distintas, o que exigiria maior treinamento quanto à dinâmica de sinalização do canteiro, a fim de aumentar a transparência.
	B e C	A extensão grande e forma estreita dos canteiros dificultou a implantação de dispositivos visuais para esclarecimento das informações para os próprios funcionários.

(4)	A	Fase do cimbramento exigiu que a via se tornasse um binário, sendo incorporada uma treliça na via, demandando maior uso de dispositivos visuais à medida que a etapa evoluía. Também, para a remoção dos resíduos da demolição do passeio o trânsito da via devia ser interrompido.
	B	Não foi observado.
	C	Para a remoção dos resíduos da demolição do passeio o trânsito da via devia ser interrompido.

Fonte: Autora (2022).

Tal análise e entendimento são importantes a fim de superar as barreiras trazidas também por Bari et al. (2013), de modo a aumentar a gestão da informação em obra, garantindo um maior fluxo de informações para o público interno (trabalhadores) e externo (transeuntes) à obra. E por último, aumentar os aspectos técnicos no que diz respeito a incentivar um maior e adequado número de ferramentas visuais.

6. CONCLUSÃO

Diante da análise exposta por esse trabalho, foi possível investigar a contribuição do aumento do princípio enxuto da transparência por meio dos exemplos identificados. Esses exemplos é uma amostra qualitativa de que é possível proporcionar redução de perdas em obras classificadas como de infraestrutura, as quais não tiveram seu uso interrompido durante sua reforma/ampliação. Inferiu-se que a gestão visual da obra é o caminho benéfico para atingir a transparência proposta por meio das ferramentas visuais e do estudo do canteiro.

Ao analisar o princípio da transparência, puderam-se relacionar as perdas encontradas nas obras de reforma/ampliação estudadas. Elas dizem respeito à perda por transporte de material por conta da ineficiente sinalização do *layout* do canteiro e perda por movimentação de pessoas a fim de obter informações que não estavam expostas e claras. Também foram encontradas perdas por espera, surgindo em caso de ocorrência de acidentes e intervenientes que atrasem o tempo definido pelo órgão superior para a realização de certa atividade da obra.

Com o objetivo de minimizar tais perdas, o aumento da transparência da obra se faz necessário, por meio de ferramentas visuais cujas características sejam de acordo com a função desejada, local de uso (dinâmica ou estática) e público atendido (interno e externo), de modo que sua eficácia seja maximizada. Todavia não apenas a implantação de ferramentas, mas também entender o tipo de canteiro e estudá-lo de modo a tornar os elementos já presentes vantajosos para a circulação da informação e ampliação da transparência.

Por conseguinte, puderam ser localizadas e relacionadas as barreiras para a implantação da gestão visual em obras de infraestrutura de reforma/ampliação, forma elas: o dinamismo dos canteiros de obras e seus transeuntes, modificações no *layout* do canteiro ao longo da obra causando realocação e adição de dispositivos visuais. Além disso, observou-se também a extensão e formato do canteiro de obras, as diversas equipes de trabalho espalhadas por eles e as barreiras visuais que exigiram modificações nas vias para adequar o trânsito local à obra.

Ademais, foi possível elencar soluções a fim de reduzir os três tipos de perdas encontrados: por transporte, por espera e por movimentação. Para o primeiro, recomenda-se que o local de armazenamento dos insumos esteja bem visível, organizado e identificado através de placas de estação de trabalho e identificação dos materiais, etiquetas, o que, por consequência, melhora a organização do *layout* de canteiro. Para o segundo, deve-se priorizar a maior sinalização através de placas de indicação de caminhos perigosos, uso de

Equipamento de Proteção Individual e redução de velocidade, como também sinais luminosos de advertência nas vias e linhas indicadoras de direção no piso. Por último, para reduzir as perdas por movimentação de funcionários, sugere-se a utilização de cartazes, esboços, desenhos, modelos, árvores de decisão e tabelas de controle e se o canteiro for longo e estreito, pode ser possível utilizar elementos já presentes neles como ponto de sustentação desde que o material usado seja resistente a intempéries.

Dando seguimento, as dificuldades encontradas para a realização desse trabalho foram relativas ao acesso a certas regiões das obras, por estarem em uso, logo alguns registros fotográficos foram feitos de dentro de um veículo. Também houve barreiras na busca por referências bibliográficas sobre *lean construction* nas obras de reforma/ampliação, pois é um tema ainda pouco abordado na literatura.

A contribuição dessa pesquisa diz respeito à melhoria da condição tanto da empresa responsável pela obra quanto pelo transeunte à obra, de modo que haja um ganho mútuo de forma que a primeira reduza as perdas pela prática *lean* e o segundo se encontre ciente da obra em andamento e seja impactado o mínimo possível.

Como proposição para pesquisas futuras e ampliação do conhecimento na área, sugere-se o estudo aprofundado dos outros 10 princípios da construção enxuta em obras de reforma/ampliação. Ademais, no que tange ao tema central do sétimo princípio da transparência, sugere-se perguntas iniciais, como:

- Qual o modelo de taxonomia adequado para as ferramentas visuais em obras de infraestrutura de reforma/ampliação?
- Quais as diferenças entre a transparência e suas ferramentas em uma obra em fase de construção inicial para uma obra de reforma/ampliação?
- De que forma pode haver uma implantação eficiente do princípio da transparência em obras de reforma/ampliação?

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16280:2020, de 22 de dezembro de 2020. **Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas — Requisitos.** Disponível em: <https://ihit.bio/uploads/files/63be04625c5c0d6505f7072c193fc6b7.pdf>. Acesso em: 01/10/2022.

ALMEIDA, E. L. G. **Integração da sustentabilidade ambiental e da mentalidade enxuta aplicadas em canteiros de obras.** 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/296898475.pdf>. Acesso em: 15/11/2022.

ALVARENGA, D. Investimento em infraestrutura tem que dobrar para Brasil dar salto de competitividade, aponta estudo. **G1.** São Paulo. Junho, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/07/01/investimento-em-infraestrutura-tem-que-dobrar-para-brasil-dar-salto-de-competitividade-aponta-estudo.ghtml>. Acesso em: 08/11/2022.

ARACAJU. Prefeitura de Aracaju. **Defesa Civil atesta segurança da ponte Godofredo Diniz para pedestres e ciclistas.** 2022. Disponível em: https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/94156/defesa_civil_atesta_seguranca_da_ponte_godofredo_diniz_para_pedestres_e_ciclistas.html. Acesso em: 18/09/2022.

ARACAJU. Prefeitura de Aracaju. **Obra de ampliação da ponte sobre o rio Poxim entra em nova fase.** 2021. Disponível em: https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/92218/obra_de_ampliacao_da_ponte_sobre_o_rio_poxim_entra_em_nova_fase.html. Acesso em: 26/07/2022.

ARACAJU. Prefeitura de Aracaju. **Reforma dos passeios da Ivo do Prado, Otoniel Dórea e Rio Branco entram em nova fase.** 2022. Disponível em: https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/97490/reforma_dos_passeios_da_ivo_do_prado,_otoni_el_dorea_e_rio_branco_entra_em_nova_fase.html. Acesso em: 08/11/2022.

ASCOM. **Ponte Juscelino Kubitschek completa 57 anos**. 2015. Disponível em: <https://www.crea-se.org.br/ponte-juscelino-kubitschek-completa-57-anos/>. Acesso em: 08/11/2022.

ASSUNÇÃO, W. R.; ALMEIDA, G. M.; ASSUNÇÃO, W. R. Como a *lean construction* pode ser utilizada como ferramenta integradora da gestão de produção e de prevenção de acidentes em obras civis. 2021. **Revista de ciência e tecnologia**. ISSN 2447-7028. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rct/article/view/6781>. Acesso em: 07/11/2022.

BARI, N. A.; MARHANI, M. A.; JAAPAR, A.; ZAWAWI, M. Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 101, p. 97-98, 2013.

BITITCI, U.; COCCA, P.; ATES, A. Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. **International Journal of Production Research**, v. 7543, n. October, p. 1571–1593, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273351718_Impact_of_visual_performance_management_systems_on_the_performance_management_practices_of_organisations/link/5648a48608ae54697fbc2ab3/download. Acesso em: 06/11/2022.

BRANDALISE, F. M. P. **Método de Avaliação de Sistemas de Gestão Visual na Produção da Construção Civil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. UFRGS/EE/PPGCI, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/211300/001115526.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06/11/2022.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Manual Infraestrutura Urbana**. 2011. Disponível em: http://aprece.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Manual_Infraestrutura_Urbana_2011_-_1D73.pdf. Acesso em: 02/10/2022.

BRASIL. NR 18 - **Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**. 2021. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>. Acesso em: 20/09/2022.

CIP-INFRA. **Plano Integrado de Longo Prazo da Infraestrutura 2021-2050**. Comitê Interministerial de Planejamento da Infraestrutura (CIP-INFRA). Plano Integrado de Longo Prazo da Infraestrutura: 2021 – 2050 / Comitê Interministerial de Planejamento da Infraestrutura (CIP-INFRA). Brasília: Secretaria-Executiva do Comitê/Casa Civil/Presidência da República, 2022. 159 p. Disponível em: <https://www.novaleilicitacao.com.br/2020/03/03/as-modalidades-licitatorias-aplicaveis-a-contratacao-de-obras-e-servicos-de-engenharia/>. Acesso em: 08/11/2022.

CTB. **Artigo IV**. 2008. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/>. Acesso em: 20/10/2022.

DOTTI, M. R. **Modalidades licitatórias aplicáveis à execução de obras e à prestação de serviços de engenharia**. 2020. Disponível em: [https://ordemjuridica.com.br/opiniao/modalidades-licitatorias-aplicaveis-a-execucao-de-obras-e-a-prestacao-de-servicos-de-engenharia#:~:text=O%20atual%20sistema%20jur%C3%ADdico%20de,de%20pre%C3%A7os%2C%20convite%20e%20preg%C3%A3o](https://ordemjuridica.com.br/opiniao/modalidades-licitatorias-aplicaveis-a-execucao-de-obras-e-a-prestacao-de-servicos-de-engenharia#:~:text=O%20atual%20sistema%20jur%C3%ADdico%20de,de%20pre%C3%A7os%2C%20convite%20e%20preg%C3%A3o.). Acesso em: 08/11/2022.

DNER. **Projeto, execução e retirada de cimbramentos de pontes de concreto armado e protendido**. 1994a. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNER_PRO_207_94.pdf. Acesso em: 16/10/2022.

DNER. **Norma rodoviária nº 207**, de 4 de maio de 1994b. Projeto, execução e retirada de cimbramentos de pontes de concreto armado e protendido. **Projeto, execução e retirada de cimbramentos de pontes de concreto armado e protendido**, [S. l.], 4 maio 1994. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNER_PRO_207_94.pdf. Acesso em: 16 out. 2022.

EGBU, C. O. **Management education and training for refurbishment work within the construction industry**. 1994. 574 p. Tese. University of Salford. Disponível em:

<https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/14743/2/Egbu%20combined%20thesis.pdf>. Acesso em: 02/10/2022.

EWENSTEIN, B.; WHYTE, J. K. Knowledge practices in design: the role of visual representations as epistemic objects'. **Organization studies**, v. 30, n. 1, p. 7–30, 2009.

FIREMAN, M. C. T.; FORMOSO C. T.; ISATTO, E. L. Integrating production and quality control: monitoring making-do and unfinished work. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21th, 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings...** Fortaleza, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273771145_Integrating_Production_and_Quality_Control_Monitoring_Making-Do_and_Unfinished_Work. Acesso em: 15/11/2022.

FORMOSO C. T.; DE CESARE, C. M.; LANTELME, E. M. V.; SOIBELMAN, L. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, 1996. Disponível em: <https://docplayer.com.br/16509803-As-perdas-na-construcao-civil-conceitos-classificacoes-e-seu-papel-na-melhoria-do-setor.html>. Acesso em: 15/11/2022.

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. **Journal of Construction Research**, v. 3, n. 1, p. 35– 54, 2002.

G1 SE. Ponte na Zona Sul de Aracaju será interditada a partir das 23h desta quinta-feira. 2019. **G1 SE**. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2019/05/15/ponte-na-zona-sul-de-aracaju-sera-interditada-a-partir-das-23h-desta-quinta-feira.ghtml>. Acesso em: 08/11/2022.

G1 SE. Trânsito na Avenida Ivo do Prado, em Aracaju, é liberado. 2021. **G1 SE**. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2022/09/25/transito-na-avenida-ivo-do-prado-em-aracaju-esta-parcialmente-bloqueado-neste-domingo.ghtml>. Acesso em: 08/11/2022.

GALSWORTH, G. (1997) **Visual Systems: harnessing the power of a visual workplace.** AMACOM, New York. 320 p.

GONZÁLEZ, V. A. Managed crews in construction projects. Chennai, India, pp. 250–260. DOI: doi.org/10.24928/2018/0527. Available at: www.iglc.net.

GREIF, M. **The Visual Factory**. Productivity Press. 1991. Cambridge. 281 p.

HENRICH, G. **Development of a tool for diagnosing production management efficiency on construction sites**. Tesis. The University of Salford, Salford. 2009. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/26712/>. Acesso em: 07/11/2022.

HERBERTS, L. **Impactos da construção enxuta na gestão de segurança do trabalho em obras**. 2018. Monografia. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia Civil. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br>. Acesso em: 29/10/2022.

ILLINGWORTH, J. R. **Construction: methods and planning**. Londres, Inglaterra: E&FN Spon, 1993. Disponível em: Acesso em: 27 mar. 2017.

KEMMER, S.; KOSKELA, L. **Developing a lean model for production management of refurbishment projects**. 2012. The University of Salford. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282339221_Developing_a_lean_model_for_production_management_of_refurbishment_projects. Acesso em: 07/11/2022.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. 1992. **Technical Report, number 72**, The University of Salford, Manchester, UK, 1992.

KOSKELA, L. Making-do: the eight category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 12th, Elsinore, Denmark. 2004. **Proceedings...** Denmark, 2004. Disponível em: <https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9386/>. Acesso em: 15/11/2022.

KOSKELA, L. On new footnotes to Shingo. In: ANNUAL CONFERENCE OF INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2001, 9th, Singapore.

Proceedings... Singapore, 2001. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9423/>. Acesso em: 21/09/2022.

KOSKELA, L., TEZEL, A., AND TZORTZOPOULOS, P. (2018). “Why visual management?”. In: OF ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN , 26th, Chennai, India, **Proceedings...** India, pp. 250 – 260. DOI : doi.org/10.24928/2018/0527. Disponível em: https://www.academia.edu/50097436/Why_Visual_Management. Acesso em: 15/11/2022.

MAIA, M. A. M. Resíduos da construção. **Revista tecnologia**. Fortaleza, nº 14, 1993. Trabalho de conclusão de curso. P 68-80. Dezembro, 1993. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/1313>. Acesso em: 08/11/2022.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala/Taiichi Ohno; trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas. Bookman, 1997.

OLIVEIRA, S. **Pontes de Aracaju**: interligando desenvolvimento. Disponível em: https://www.f5news.com.br/economia/pontes-de-aracaju-interligando-desenvolvimento_10466/. Acesso em: 18/09/2022.

OROSKI, T. C.; PEREIRA FILHO, J. I. Análise da aplicação do modelo *lean construction* em canteiro de obras rodoviárias. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu/PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2018 Disponível em: <https://eventos.antac.org.br>. Acesso em: 31/10/2022.

ROSTAING, H. **La bibliométrie et ses techniques**. 1996. Sciences de la Société, Centre de Recherche Rétrospective de Marseille 1996, Outils et méthodes. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01579948/document>. Acesso em: 15/11/2022.

SANTOS, A.; FORMOSO, C. T.; TOOKEY, J. E. Expanding the meaning of standardization within construction processes, **The TQM Magazine**, v. 14, nº. 1, 2002.

SARCINELLI, W. T. **Construção Enxuta através da padronização de Tarefas e Projetos**. 2009. 80p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2ª. Edição, Porto Alegre: RS, Editora Artes Médicas/ Bookman, 1996.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Visual management in production management: a literature synthesis. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 6, p. 766–799, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>. Acesso em: 21/09/2022.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; ALVES, T. Visual Management in Brazilian Construction Companies: Taxonomy and Guidelines for Implementation. **Journal of Management in Engineering**. 2015. 31(06) 05015001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276263345_Visual_Management_in_Brazilian_Construction_Companies_Taxonomy_and_Guidelines_for_Implementation. Acesso em: 30/10/2022.

VICENTE, K. J.; RASMUSSEN, J. Ecological interface design: Theoretical foundations. **IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics**, 1992, 22(4), 589-606.

APÊNDICE A: Portfólio Bibliográfico.

Portfólio Bibliográfico										
#	Título	Autores	Ano	Fonte	Instituição	País	Tipo	Categoria	Citador	Palavras-Chave
Scopus®										
1	Visual management in highways construction and maintenance in England	Algan Tezel Zeeshan Aziz	2017	Engineering, Construction and Architectural Management Vol. 24 No. 3, 2017	School of the Built Environment, University of Salford, Salford, UK	Reino Unido	Article	Estudo de caso	44	Lean construction; Visual management; Roads; Building; Information Modelling; Highways; Infrastructure construction.
Web of Scince™										
2	A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis	Subhav Singh Kaushal Kumar	2020	Ain Shams Engineering Journal 12 (2021) 1153-1162	Department of Civil Engineering, K R Mangalam University, Gurgaon, India Department of Mechanical Engineering, K R Mangalam University, Gurgaon, India	Índia	Article	Teórico	29	Lean construction; Visual management; Construction management; Project management.
3	Impacts of Lean Construction on Safety Systems: A System Dynamics Approach	Xiuyu Wu Hongping Yuan Ge Wang	2019	Int J Environ Res Public Health. 2019 Jan; 16(2): 221	School of Management Science and Engineering, Tianjin University of Finance & Economics, Tianjin 300222, China; School of Management, Guangzhou University, Guangdong 510006, China College of Public Administration, Huazhong Agricultural University,	China	Article	Estudo de caso	36	Lean construction; Safety system; System dynamics; Construction projects

					Wuhan 430070, China					
		Shuquan Li			Department of Construction Management, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China					
		Guangdong Wu			-					
4	Improving transparency in construction management: a visual planning and control model	Denise Ann Brady	2017	Engineering, Construction and Architectural Management Vol. 25 No. 10, 2018 pp. 1277-1297	Blu Holding Ltd, Stuttgart, Germany	Reino Unido, Alemanha, Brasil	Article	Estudo de caso	42	Organization; Project management; Construction planning
		Patricia Tzortzopoulos			Department of Architecture and 3D Design, University of Huddersfield, Huddersfield, UK					
		John Rooke			Manchester, UK					
		Carlos Torres Formoso			NORIE (Building Innovation Research Unit), Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil					
		Algan Tezel			Department of Design and Architecture, University of Huddersfield, Huddersfield, UK					
Anais de congresso (ENTAC)										
5	Análise da aplicação do modelo lean construction em canteiros de obras rodoviárias: estudo de campo em trecho da BR 1581	Taíme da Cruz Oroski	2018	Entac 2018	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil	Artigo de Congresso	Estudo de caso	0	Lean Construction; Road works; Sites of road works.

Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)										
6	DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA DE REFORMA DE OBRA CIVIL BASEADA NA CONSTRUÇÃO ENXUTA E NA NBR 16280:2015	ANA CAROLINA URSINI MUNIZ	2019	Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)	CENTRO UNIVERSITÁRIO SOCIESC- UNISOCIESC	Brasil	Tese	-	4	NBR16.280; Obras de reforma. Construção enxuta.

APÊNDICE B: Checklist visita técnica.

Checklist visita técnica	
Quantidade de funcionários na obra:	
Quanto tempo decorrido da:	
Existência de previsão do prazo final da obra:	
Como o fato da obra estar em utilização, afetou a duração da reforma:	
Se havia ou não empresas terceirizadas:	
Como os desvios de tráfego foram feitos e seu responsável:	
Soluções tecnológicas adotadas para melhorar o fluxo de trabalho?	
FUNCIONÁRIOS	
As principais dificuldades enfrentadas pelos funcionários:	
O horário de trânsito que afeta mais o trabalho deles:	
O que deve atrapalhar mais o trabalho: o trânsito ou o rio:	
As atividades da obra ocorrem no fim de semana:	
Havia conhecimento da construção enxuta:	
Os funcionários receberam treinamento para uso dos EPIs:	
Quais riscos os funcionários estão mais suscetíveis:	
FÍSICOS	Ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não ionizantes, vibração.
BIOLÓGICOS	Bactérias, vírus, fungos, parasitos, entre outros.
QUÍMICOS	Via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores,

ACIDENTES		Máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado.
ERGONÔMICOS		Levantamento de peso, ritmo excessivo de trabalho, monotonia, repetitividade, postura inadequada de trabalho.