

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**PROPOSIÇÃO DE LISTA DE AVALIAÇÃO DE DISPOSITIVOS
VISUAIS EM CANTEIROS DE OBRAS**

SAID ABID NETO

São Carlos
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PROPOSIÇÃO DE LISTA DE AVALIAÇÃO DE DISPOSITIVOS
VISUAIS EM CANTEIROS DE OBRAS

SAID ABID NETO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

São Carlos
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Said Abid Neto, realizada em 09/09/2020.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar)

Profa. Dra. Débora de Gois Santos (UFS)

Profa. Dra. Patricia Tzortzopoulos Fazenda (HUD-UK)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.
O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar e por me guiar em toda minha trajetória.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio à pesquisa e ensino de pós-graduação e pela bolsa de mestrado concedida.

À minha orientadora, professora Sheyla, por toda paciência, ensinamento e apoio no desenvolvimento desse trabalho.

À minha esposa, por todo companheirismo, suporte e incentivo necessário para conclusão dessa etapa tão importante.

À minha mãe, por ser minha base e por sempre me incentivar na busca pelo conhecimento e dos meus objetivos.

Por fim, agradeço também aos amigos do programa que compartilharam bons momentos e conhecimentos.

RESUMO

ABID NETO, Said. **Proposição de lista de avaliação de dispositivos visuais em canteiros de obras**. 2020. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2022.

A gestão visual tem seu objetivo comumente relacionado ao aumento de comunicação visual que apresenta como consequência o aumento de transparência. Como resultado pode-se obter redução das perdas e incremento de produtividade. Todavia, em canteiros de obras de montagem industrial a aplicação de gerenciamento visual ainda é relativamente limitada e há falta de compreensão sobre como avaliar os dispositivos visuais utilizados neste contexto. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um método para avaliar os dispositivos visuais presentes em um canteiro de obras de montagem industrial. A pesquisa propõe a aplicação de uma lista de avaliação dos dispositivos visuais em canteiros de obras, baseados na taxonomia de Galsworth (1997), dividindo os dispositivos visuais em quatro categorias de nível de controle, são elas: indicadores, sinalizadores, controladores e garantidores. Além disso, propõe uma taxonomia que diz respeito a finalidade do dispositivo, sendo elas: espaço, organização e movimentação, produção e saúde, segurança e meio ambiente. A lista de avaliação proposta foi aplicada em cinco diferentes canteiros de obras de montagem industrial de uma determinada empresa. *Design Science Research* foi a abordagem metodológica adotada e para desenvolvimento do artefato, foi utilizado, além da literatura, o conhecimento prático obtido por meio das visitas aos canteiros de obras. Os resultados obtidos demonstraram que a lista de avaliação é viável de ser aplicada em canteiros de obra, mas depende da habilidade e compreensão do avaliador sobre os dispositivos visuais. As situações observadas podem ser relacionadas na forma de boas práticas, servindo como parâmetro para a melhoria contínua da empresa bem como para aplicação em outras construtoras. A principal contribuição do trabalho foi a elaboração da lista de avaliação proposta, que pode ser utilizada tanto por pesquisadores quanto por empresas que pretendem avaliar as ferramentas visuais utilizadas em canteiros de obras. Além disso, destaca-se como contribuições teóricas a classificação dos dispositivos visuais quanto a sua taxonomia e os resultados das avaliações dos dispositivos visuais nos canteiros estudados.

Palavras-chave: Construção civil, canteiro de obras, montagem industrial, gerenciamento visual, dispositivos visuais.

ABSTRACT

ABID NETO, Said. Proposal of an evaluation list for visual devices in construction sites. 2020. 152p. Dissertation (Master in Civil Engineering) – Federal University of São Carlos. São Carlos, 2022.

The objective of visual management is commonly related to the increase in visual communication, whose consequence is an increase in transparency. As a result, losses can be reduced, and productivity increased. However, visual management is still relatively limited in industrial assembly construction sites. Moreover, there is a lack of understanding on how to evaluate the visual devices used in this context. Therefore, this study aims to develop a method to evaluate the visual devices present in an industrial assembly construction site. This research proposes applying an evaluation list for visual devices at construction sites based on Galsworth's taxonomy (1997), dividing visual devices into four categories of level of control, namely: indicators, flags, controllers, and guarantors. In addition, it proposes a taxonomy related to the purpose of the device, namely: space, organization and movement, production and health, safety, and environment. The proposed evaluation list was applied to five different industrial assembly construction sites of a given company. The adopted methodological approach was Design Science Research and developed the artifact. Furthermore, the practical knowledge obtained through visits to construction sites was also employed. The results showed that applying the evaluation list on construction sites is feasible, but it depends on the evaluator's skill and understanding of the visual devices. Nevertheless, the practical situations can be related to best practices, serving as a parameter for the continuous improvement of the company as well as for application in other construction companies. The study's main contribution was elaborating the proposed evaluation list, which can be used both by researchers and companies that intend to evaluate the visual devices used in construction sites. In addition, the classification of visual devices regarding their taxonomy and the results of the evaluations of visual devices in the studied sites stand out as theoretical contributions.

Keywords: Civil construction, construction site, industrial assembly, visual management, visual devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios da Construção Enxuta para a redução das perdas e suas inter-relações	29
Figura 2 - Mapa conceitual do conceito de transparência	30
Figura 3 - Local de trabalho com dispositivos visuais.....	33
Figura 4 - Processo de comunicação.....	34
Figura 5 - Mapa conceitual de gestão visual	35
Figura 6 - Níveis de implementação da gestão visual	37
Figura 7 - Almojarifado sem 5S (esq.) e com 5S (dir.).....	42
Figura 8 - Utilização do <i>andon</i> no edifício	46
Figura 9 - Mapa de terminais no canteiro (esq.), identificação de terminal (centro) e operação do terminal lean pelo colaborador (dir.).....	47
Figura 10 - Caixas <i>Kanban</i>	49
Figura 11 - <i>Heijunka box</i> para solicitação de argamassa	50
Figura 12 - Composição das etapas de levantamento de dados.....	58
Figura 13 - Fluxograma do método de pesquisa desenvolvido	60
Figura 14 - Níveis de organização da lista de avaliação	62
Figura 15 - Escala e níveis de aplicação em cores	66
Figura 16 - Localização dos canteiros estudados	70
Figura 17 - Vista aérea do canteiro de obras A.....	73
Figura 18 - Canteiro de obras B.....	75
Figura 19 - Vista aérea do projeto B	76
Figura 20 - Vista aérea do projeto B – proximidade com o terminal portuário	76
Figura 21 - Canteiro de obras C.....	77
Figura 22 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no projeto C.....	78
Figura 23 - Vista aérea das áreas do serviço em conclusão no projeto C.....	78
Figura 24 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no projeto D	79
Figura 25 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no canteiro D.....	80
Figura 26 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no projeto D	81
Figura 27 - Vista lateral das instalações provisórias do canteiro E.....	81
Figura 28 - Quadro para controle da entrada de pessoas no canteiro E	84
Figura 29 - a) Sinalizações de perigo, identificação do quadro e dos dados dos funcionários autorizados; b) Placa de conscientização de segurança	84
Figura 30 - Lixeiras identificadas com cores para separação de resíduos	85
Figura 31 - a) Vestiário limpo, organizado e identificado b) caminho seguro identificado.....	86
Figura 32 - Quadro para anexar documentos de gestão a vista de SSMA.....	86

Figura 33 - <i>Poke-Yoke</i> para garantia de montagem correta de plataforma	87
Figura 34 - Banner para promover campanha de prevenção de acidentes	91
Figura 35 - Etiquetas de classificação de conformidade de manutenção preventiva	91
Figura 36 - Marcação de rota e caminho seguro no canteiro B	92
Figura 37 - Placa de segurança para utilização de EPI	95
Figura 38 - Mapa de risco do canteiro C	95
Figura 39 - Coleta seletiva de resíduos	96
Figura 40 - Permanência da limpeza e organização do ambiente	99
Figura 41 - Placa de indicação de setor no canteiro D	99
Figura 42 - Placa de atenção para comunicar perigo	103
Figura 43 - Sinalização de caminho seguro com guarda-corpo no canteiro E	103
Figura 44 - Quadro de indicadores do sistema de gestão integrado no canteiro B	112
Figura 45 - Fluxograma da metodologia de revisão bibliográfica sistemática	125

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Composição de faturamento das empresas da construção em 2018.....	23
Gráfico 2 - Composição de pessoal ocupado pelas empresas da construção em 2018	24
Gráfico 3 - Resultados apresentados após implementação de Kanban	51
Gráfico 4 - Resultado da lista de avaliação no canteiro A	88
Gráfico 5 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro A.....	89
Gráfico 6 - Escore por finalidade no canteiro A.....	90
Gráfico 7 - Resultado da lista de avaliação no canteiro B	93
Gráfico 8 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro B.....	93
Gráfico 9 - Escore por finalidade de no canteiro B.....	94
Gráfico 10 - Resultado da lista de avaliação no canteiro C	97
Gráfico 11 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro C.....	98
Gráfico 12 - Escore por finalidade no canteiro C.....	98
Gráfico 13 - Resultado da lista de avaliação no canteiro D	101
Gráfico 14 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro D.....	101
Gráfico 15 - Escore por finalidade no canteiro D.....	102
Gráfico 16 - Resultado da lista de avaliação no canteiro E	104
Gráfico 17 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro E	105
Gráfico 18 - Escore por finalidade no canteiro E.....	106
Gráfico 19 - Resultados por nível composto “Nível 1. Nível 2” da avaliação	107
Gráfico 20 - Resultados segmentados pelo nível 2 da avaliação	108
Gráfico 21 - Resultados segmentados pelo nível 1 da avaliação dos dispositivos visuais..	109
Gráfico 22 - Escore e níveis de classificação dos dispositivos visuais por canteiro.....	110
Gráfico 23 - Quantidade de artigos selecionados por periódico	130
Gráfico 24 - Quantidade de periódicos por ano.....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Hierarquia CNAE para montagem industrial.....	19
Quadro 2 - Princípios da <i>lean construction</i>	27
Quadro 3 - Relações entre elementos de Lean Construction Management (LCM) e as categorias de Gaslworth (1997) e de Tezel (2011).....	38
Quadro 4 - Principais ferramentas e sistemas visuais.....	40
Quadro 5 - Resultados de aplicação do 5S no estudo de Tezel e Aziz (2017b)	43
Quadro 6 - Tecnologias emergentes para suporte de sistemas e ferramentas de gestão visual convencional	52
Quadro 7 - Cores para segurança.....	53
Quadro 8 - Classificação da gestão visual quanto a finalidade de aplicação (Nível 2)	62
Quadro 9 - Sumário da lista de avaliação proposta.....	63
Quadro 10 - Exemplo de preenchimento da lista de avaliação.....	65
Quadro 11 - Níveis de aplicação dos dispositivos móveis utilizados no estudo.....	66
Quadro 12 - Modelo do relatório fotográfico	68
Quadro 13 - Caracterização da empresa em estudo.....	69
Quadro 14 - Caracterização dos canteiros de obras	70
Quadro 15 – Resumo das visitas técnicas (VT)	71
Quadro 16 - Resumo da coleta de dados nos canteiros.....	72
Quadro 17 - Caracterização da implantação da gestão visual atribuídos aos canteiros	111
Quadro 18 - Parâmetros de pesquisa e resultado da RSL	126
Quadro 19 - Artigos selecionados para leitura	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da lista de avaliação no canteiro A.....	88
Tabela 2 - Resultados da lista de avaliação no canteiro B	92
Tabela 3 - Resultados da lista de avaliação no canteiro C.....	96
Tabela 4 - Resultados da lista de avaliação no canteiro D.....	100
Tabela 5 - Resultados da lista de avaliação no canteiro E	104
Tabela 6 - Resultado médio por tópicos para a Empresa X	107

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contexto	14
1.2	Justificativa	15
1.3	Objetivos	17
1.3.1	Geral	17
1.3.2	Específicos	17
1.4	Questão de Pesquisa	17
1.5	Delimitações	17
1.6	Descrição dos capítulos	18
2.	MONTAGEM INDUSTRIAL	19
2.1	Conceituação	19
2.2	Montagem industrial no brasil	21
3.	GESTÃO VISUAL	26
3.1	Conceituação	26
3.2	Aumento de Transparência	27
3.3	Local de trabalho com gestão visual aplicada	31
3.4	Comunicação visual	33
3.5	Dispositivos visuais	36
3.5.1	Principais ferramentas e sistemas visuais	40
3.5.2	5S.....	41
3.5.3	5S na construção civil.....	42
3.5.4	Andon	44
3.5.5	Andon na construção civil.....	45
3.5.6	Kanban e Heijunka	48
3.5.6.1	<i>KANBAN DE FORNECEDOR</i>	49
3.5.6.2	<i>KANBAN DE PRODUÇÃO</i>	49
3.5.7	Kanban e heijunka na construção civil.....	50
3.6	Novas tecnologias da informação aplicadas a gestão visual	51
3.7	Normas técnicas e regulamentações	53
4.	DESCRIÇÃO DO MÉTODO	55
4.1	Estratégia de pesquisa	55
4.2	Lista de avaliação	61
4.2.1	Elaboração da lista de avaliação	61
4.2.2	Relatório fotográfico	67
4.2.3	Avaliação do artefato.....	68

4.3	Descrição dos objetos de estudo.....	68
4.3.1	Canteiro A	72
4.3.2	Canteiro B	73
4.3.3	Canteiro C	77
4.3.4	Canteiro D	79
4.3.5	Canteiro E	80
5.	RESULTADOS	83
5.1	Canteiros de obras	83
5.1.1	Canteiro A	83
5.1.2	Canteiro B	90
5.1.3	Canteiro C	94
5.1.4	Canteiro D	98
5.1.5	Canteiro E	102
5.2	Análise geral da empresa	106
5.3	Avaliação final do artefato	113
6.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	114
6.1	Conclusão.....	114
6.2	Recomendações para trabalhos Futuros	116
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
	APÊNDICES.....	125
	APÊNDICE A – Revisão sistemática da literatura.....	125
	APÊNDICE B – Lista de avaliação para aplicação em canteiro de obras	132
	APÊNDICE C – Aplicação da lista de avaliação em cinco canteiros	135
	APÊNDICE D – Relatório fotográfico canteiro A.....	139
	APÊNDICE E – Relatório fotográfico canteiro B.....	143
	APÊNDICE F – Relatório fotográfico canteiro C	146
	APÊNDICE G – Relatório fotográfico canteiro D	148
	APÊNDICE H – Relatório fotográfico canteiro E.....	151

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda o contexto e o problema de pesquisa (lacuna do conhecimento). Também apresenta as questões e os objetivos da pesquisa, as delimitações e a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTO

As pessoas constantemente são defrontadas com grande quantidade de informações em seus ambientes de trabalho. Para filtrar essa grande quantidade de informações e torná-las um fluxo de informações de qualidade (necessária, relevante, correta, imediata, de fácil entendimento e estimulante) apto para o uso das pessoas em suas ações cotidianas de trabalho, algumas organizações, principalmente fábricas, utilizam ferramentas visuais simples, mas cognitivamente eficazes (HARRIS; HARRIS, 2008).

A Gestão Visual pode ser definida como esse esforço de transformação que tem como objetivo melhorar o desempenho organizacional por meio do aumento de transparência, que tem como consequência a conexão e alinhamento da visão organizacional, valores fundamentais, objetivos e cultura com outros sistemas de gestão, processos de trabalho, elementos do local de trabalho e *stakeholders* (TEZEL et al., 2010). Outra abordagem para o conceito de transparência é apresentada no *lean construction* como “a habilidade de um processo de produção (ou parte dele) se comunicar com as pessoas” (Formoso et al., 2002, p. 38). Como aconteceu com outras ideias de gerenciamento de produção, o gerenciamento visual foi paulatinamente desenvolvido em melhorias alcançadas por engenheiros e gerentes industriais em um processo de tentativa e erro (KOSKELA, 1992).

Aplicada a locais de trabalho, a gestão visual constantemente gera ganhos de produtividade de dois dígitos, geralmente chegando a 30% (GALSWORTH, 2017). No entanto, como as organizações têm uma compreensão incompleta sobre abordagem visual, elas sub implementam e, portanto, subutilizam o notável conjunto de princípios, conceitos, métodos, ferramentas e práticas que constituem as tecnologias do local de trabalho visual, não alcançando todo ganho de produtividade desejado (GALSWORTH, 2017).

Apesar do número crescente de pesquisas na área de gestão visual, geralmente ligado ao *Lean Construction*, são escassos os trabalhos que apresentam estratégias para implementação da gestão visual em canteiro de obras industriais. No entanto, até o momento, as “escassas pesquisas” têm sido predominantemente conduzidas no segmento da construção de edifícios. Embora a construção de edifícios constitua o maior segmento da indústria da construção, a construção industrial apresenta projetos altamente tecnológicos e compõe cerca de 10% da indústria (HALPIN, 2010).

Os benefícios da gestão visual são inúmeros podendo auxiliar diretamente no gerenciamento da obra, apresentando medidas efetivas para a correção dos desvios e falhas das operações. Além disso, pode ser utilizada como uma ferramenta gerencial para empresas que buscam padronização, estabilidade e ganhos de produtividade em seus processos produtivos (GALSWORTH, 2017).

1.2 JUSTIFICATIVA

A gestão visual é utilizada amplamente em fábricas e é apontada como uma das ferramentas fundamentais da filosofia de produção enxuta (OHNO, 1988; LIKER, 2004; ORTIZ E PARK, 2010). Na gestão visual, uma variedade de ferramentas e dispositivos tem sido utilizados visando aumentar a transparência do processo, por meio de sinais visuais, dispositivos à prova de erros, remoção de barreiras visuais e programas para manter a organização e limpeza do local de trabalho (GALSWORTH 1997; KATTMAN et al., 2012). Embora um número crescente de aplicações relacionadas à gestão visual na construção seja reportado na literatura, a aplicação dessas práticas em canteiros de obras ainda é muito limitada. Observa-se que a maioria dos dispositivos visuais aplicados nos canteiros de obras são visualizados nos respectivos escritórios, enquanto em áreas de produção são encontrados apenas placas estatísticas com recomendações principalmente relacionadas à Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) (DOS SANTOS, 1999; FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002; TEZEL *et al.*, 2015; VALENTE; COSTA, 2014). Tais dispositivos visuais estão classificados como grupo mais básico de controle exercido por uma ferramenta visual, onde há finalidade apenas de fornecer informações (GALSWORTH, 1997).

Tezel e Azis (2017) apresentam que a gestão visual na construção carece de pesquisa empírica e que pesquisas futuras podem apresentar novos parâmetros para os benefícios quantitativos da gestão visual. Com isso, espera-se que os gerentes avaliem e justifiquem seus esforços de gestão visual de uma forma mais variada. Nesse sentido, é evidenciado que há necessidade de estudos empíricos e quantitativos sobre gestão visual em canteiros de obras.

De acordo com Picchi e Granja (2004), há possibilidade de adaptar as melhores práticas e as ferramentas da Produção Enxuta, tais como aquelas que se enquadram na gestão visual, ao contexto da construção civil. Portanto, torna-se importante relacionar as boas práticas identificadas em outros setores industriais, bem como avaliá-las para verificar possibilidade de otimização e reprodução em canteiros de obras.

Nos trabalhos como os de Tezel e Aziz (2017b), Kemmer et al. (2006) e Jang e Kim (2007) foram realizadas avaliações para dispositivos específicos, 5S, *andon* e *kanban*, respectivamente. Ambos os estudos demonstraram que a aplicação do dispositivo trouxe melhorias ao sistema em que foi aplicado.

Além do problema prático evidenciado, destaca-se a possibilidade de ampliar o entendimento teórico, especialmente taxonômico, dando continuidade a outros trabalhos, incluindo Tezel et al. (2015), Valente (2017) e Brady et al. (2018) e Galsworth (1997). Desta forma, embora taxonomias tenham sido propostas para práticas de gestão visual na literatura (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016) e estudos tenham sido desenvolvidos sobre ferramentas visuais isoladas, pouco se discutiu sobre uma avaliação de dispositivos visuais e sistema de gestão visual. Todavia, a pesquisa de Brandalise (2018) propõe um método para avaliar o sistema de gestão visual, como um todo. Vale ressaltar que o sistema de gestão visual é integrado pelo conjunto de dispositivos visuais que funcionam como um subsistema, em composição com outras práticas e subsistemas. Portanto, o método apresentado por Brandalise (2018) difere-se do proposto nesse estudo, que visa apresentar um método de avaliação da efetividade dos dispositivos visuais praticados no canteiro de obras de montagem industrial, de modo isolado e classificados por meio de taxonomias definidas.

Para o cenário da construção industrial (montagem industrial), há uma lacuna de conhecimento nas pesquisas sobre como avaliar as ferramentas de gestão visual especialmente no cenário brasileiro contemporâneo, especialmente no contexto da montagem industrial.

Diante dessa realidade, a presente pesquisa mostra-se relevante do ponto de vista acadêmico e científico por relacionar a análise dos dispositivos visuais com as especificidades dos canteiros de obras de montagem industrial em seus interesses centrais e propor um indicador de avaliação. Além disso, o método proposto também apresenta vários exemplos de boas práticas que foram observadas nos canteiros de obra visitados.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GERAL

Propor uma lista de avaliação para avaliar os dispositivos visuais em canteiros de obras, ao mesmo tempo que relaciona as boas práticas identificadas.

1.3.2 ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Propor critérios para mensurar a utilização dos dispositivos visuais na montagem industrial;
- Identificar e classificar os dispositivos visuais em canteiro de montagem industrial;
- Analisar a empresa montadora industrial quanto a utilização de dispositivos visuais em seus canteiros de obras

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão principal de pesquisa é “Como avaliar os canteiros de obras industriais em relação aos dispositivos visuais a fim de verificar comparativamente o atendimento das diretrizes básicas e facilitar a melhoria no gerenciamento visual?”

1.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho apresenta como uma das principais delimitações práticas, a liberdade em pesquisar nos canteiros identificados, que infere diretamente na quantidade de estudos de caso que serão abordados. Outro fator de delimitação prática é que foi pesquisada somente uma empresa, que concordou em colaborar com a pesquisa e o fato de o perfil da mesma não representar a totalidade das empresas do ramo da montagem industrial.

No âmbito teórico, ainda que haja trabalhos que apresentam aplicação de diversas ferramentas em canteiro de obras (TEZEL, 2015; BIOTTO, 2015) como 5S, *andon*, *kanban*, placas, *heijunka*) há limitação na quantidade de ferramentas existentes citadas na literatura, que irão permear a lista de avaliação proposta no método.

1.6 DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS

O trabalho foi desenvolvido em seis capítulos, sendo iniciado por este capítulo de Introdução ao tema e a dissertação. O capítulo 2 apresenta um capítulo de revisão bibliográfica referente aos principais aspectos do subsetor de montagem industrial no Brasil.

O capítulo 3 apresenta um capítulo revisão bibliográfica referente a gestão visual na construção civil.

O capítulo 4 apresenta a descrição dos métodos de investigação conduzidos para o desenvolvimento do trabalho, o desenvolvimento dos dois instrumentos de coleta de pesquisa em canteiro – a lista de avaliação e o formulário para registro fotográfico. Também apresenta a empresa e os cinco canteiros de obra dos estudos de casos realizados.

O capítulo 5 apresenta os dados de coleta nos canteiros estudados e os resultados obtidos.

O capítulo 6 apresenta a conclusão e recomendações para a continuidade da pesquisa sobre o assunto.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no corpo do texto e os apêndices (A a H) gerados ao longo do desenvolvimento da dissertação.

2. MONTAGEM INDUSTRIAL

Nesse capítulo é apresentado a conceituação, bem como, a história e o cenário contemporâneo do subsetor da construção civil conhecido como montagem industrial.

2.1 CONCEITUAÇÃO

A montagem industrial, montagem eletromecânica ou simplesmente “montagem”, tem aplicação em todos os tipos de instalações industriais, não somente na implantação de novas unidades, mas também na ampliação e manutenção das existentes. Este subsetor se apresenta nos mais diversos setores da indústria – siderurgia, petróleo, petroquímica, gás, telecomunicações, mineração, energia elétrica, energia atômica e fabricação em geral (FERNANDES, 2013).

A montagem industrial é classificada pelo CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas como um subsetor das obras de infraestrutura, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Hierarquia CNAE para montagem industrial

HIERARQUIA - CNAE		
Seção:	F	CONSTRUÇÃO
Divisão:	42	OBRAS DE INFRAESTRUTURA
Grupo:	429	CONSTRUÇÃO DE OUTRAS OBRAS DE INFRAESTRUTURA
Classe:	4292-8	MONTAGEM DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS E ESTRUTURAS METÁLICAS
4292-8/01		MONTAGEM DE ESTRUTURAS METÁLICAS
4292-8/02		OBRAS DE MONTAGEM INDUSTRIAL

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020)

A classe 4292-8 abrange as obras de montagem de instalações industriais e estruturas metálicas. Essa classe corresponde à montagem de estruturas metálicas permanentes, obras de montagem de instalações industriais (equipamentos, tubulações, redes de facilidades), tais como refinarias e plantas de indústrias químicas. Essa classe compõe a divisão das obras de infraestrutura (número 42).

De acordo com Fernandes (2013), a montagem industrial corresponde à etapa final dos projetos de implantação, ampliação ou reforma de unidades industriais. Normalmente ela é executada após a conclusão das obras de construção civil, ou ao menos quando elas estão em estágio bem avançado. As suas atividades básicas são montagem de estruturas metálicas, equipamentos mecânicos, tubulações, elétrica, instrumentação, linhas e dutos e tanques de armazenamento.

A construção de plantas industriais apresenta grande complexidade tanto pelo objeto que será montado como dos conhecimentos necessários para realizá-lo. Além disso, a montagem de uma planta industrial é uma etapa do projeto tratada com afino e custo, devido à relação entre a eficiência da planta com os resultados que a empresa que a possuir terá (FERNANDES, 2013).

As obras industriais são consideradas complexas, segundo a definição de complexidade dada por Gidado (1996), pois os empreendimentos se caracterizam como complexos quando:

- existem diferentes sistemas que necessitam trabalhar juntos e muitas interfaces entre elementos;
- envolve trabalhos de construção em locais confinados, com dificuldade de acesso e requer uma grande quantidade de mão-de-obra trabalhando ao mesmo tempo;
- existe uma grande dificuldade em alcançar os objetivos desejados;
- necessita de eficiente coordenação, controle e monitoramento, do início ao fim do empreendimento;
- existe uma série de revisões e modificações durante a execução do empreendimento.

Além disso, segundo Silva (2003), o setor de montagem industrial se caracteriza por:

- seguir a flutuação dos ciclos de investimento;
- a localização do projeto é determinada pelo comprador;
- produção não-repetitiva;
- grande diversidade de conhecimentos técnicos;
- projeto com grande nível de detalhamento;
- oportunidade de subcontratação devido à diversificação de competências.

Abrangendo tão extensa e variada gama de atividades, a montagem industrial assume grande relevância no setor de serviços de engenharia, necessitando de profissionais, como

gerentes de projeto, engenheiros, técnicos e mão-de-obra especializada em geral (FERNANDES, 2013).

As obras de montagem industrial são bastante diferenciadas umas das outras. Os conhecimentos aplicados na montagem dos equipamentos de uma usina hidrelétrica, por exemplo, diferem muito dos conhecimentos na montagem de uma refinaria, assim como se diferenciam os tipos de equipamentos a serem utilizados. Alguns conhecimentos, entretanto, estão presentes em todas as obras desse subsetor e são a razão principal do diferencial competitivo: a capacidade de coordenar eficientemente os diversos processos produtivos, tendo como resultado menores custos e maior rapidez (FERREIRA, 1998). Usualmente, estas empresas atuam de forma descentralizada e os recursos utilizados para execução da obra são levados ao local onde ficará situada a planta (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, 1988).

2.2 MONTAGEM INDUSTRIAL NO BRASIL

A montagem industrial surgiu no Brasil após a década de 1930, que trouxe uma nova reorientação econômica, que estimulava o expressivo desenvolvimento dos subsetores da construção civil de edificações e construção pesada. As primeiras empresas dedicadas ao subsetor de montagem industrial surgiram estimuladas pela construção da primeira refinaria de petróleo do país (SILVA, 1992).

Em 1956, o Programa de Metas do Governo Juscelino Kubitschek reorientou o processo da industrialização do Brasil (LONGO, 2009). O país teve uma postura de abertura ao capital estrangeiro e aprofundamento da intervenção do Estado na economia, priorizando setores estratégicos para a industrialização. A influência das medidas de incentivo para os subsetores da construção pesada e de montagem industrial foram muito mais significativas do que para o de edificações (SILVA, 1992).

A maioria das grandes empresas de montagem industrial brasileiras se originaram dos períodos de industrialização entre 1956 e 1970. Essas empresas surgiram a partir de grupos de engenheiros internos às estatais responsáveis por obras do governo, empresas americanas de construção que se instalaram no Brasil, empresas de construção pesada ou civil que atuavam desde o período anterior (SILVA, 2003).

Em 1964, com as mudanças políticas ocorridas no País, a meta de crescimento acelerado foi enfatizada, visando à rápida promoção do Brasil ao Primeiro Mundo. Assim os planos econômicos privilegiaram os projetos nas áreas de energia, transportes, mineração e siderurgia (BASILE, 2004).

A expansão das atividades construtivas na década de 1970 esteve intimamente associada aos programas estatais para o setor, definidos no final da década anterior. Houve ação direta do Estado na contratação e financiamento de grandes projetos nos três subsetores da construção, ocorrendo neste período uma forte presença do Estado no setor (GAGLIARDI, 2002).

O subsetor de montagem industrial também apresentou um aprofundamento de tendências anteriores, destacando-se os grandes projetos na área de energia e petroquímica que foram primordiais para aumentar a participação das grandes empresas estatais, como a Petrobras. Além disso, houve demanda na criação de empresas do complexo siderúrgico e de telecomunicações que atenderam a demanda exercida pela implantação de indústrias de transformação para o subsetor (SILVA, 1992).

Estes resultados, decorrentes de uma evolução estável do setor a partir dos anos 1970, esconderam um processo de crise econômica e de falência progressiva do Estado. Em 1974, surgiram os primeiros indícios de desaceleração da economia brasileira, que viriam a afetar mais intensamente a construção civil em 1983 (BASILE, 2004).

Os subsetores da construção pesada e montagem industrial conviveram no início dos anos 1980 com a escassez de linhas de créditos. Como ambos encontraram na política de investimentos públicos o principal agente indutor e financeiro de suas atividades, uma política de caráter recessivo por parte do Estado levou às repercussões diretas aos subsetores. Estas repercussões não transpareceram no período que vai de 1981 a 1984, onde a construção pesada e a montagem industrial obtiveram bons resultados econômicos, apesar do baixo desempenho da economia (GAGLIARDI, 2002).

Como pode ser observado, o subsetor de montagem industrial esteve condicionado ao nível da atividade econômica, sendo que a crise da década de 1980 inviabilizava fortemente o setor. Os subsetores da construção pesada e montagem industrial conviveram no início da década de 1980 com a escassez de linhas de créditos (GAGLIARDI, 2002).

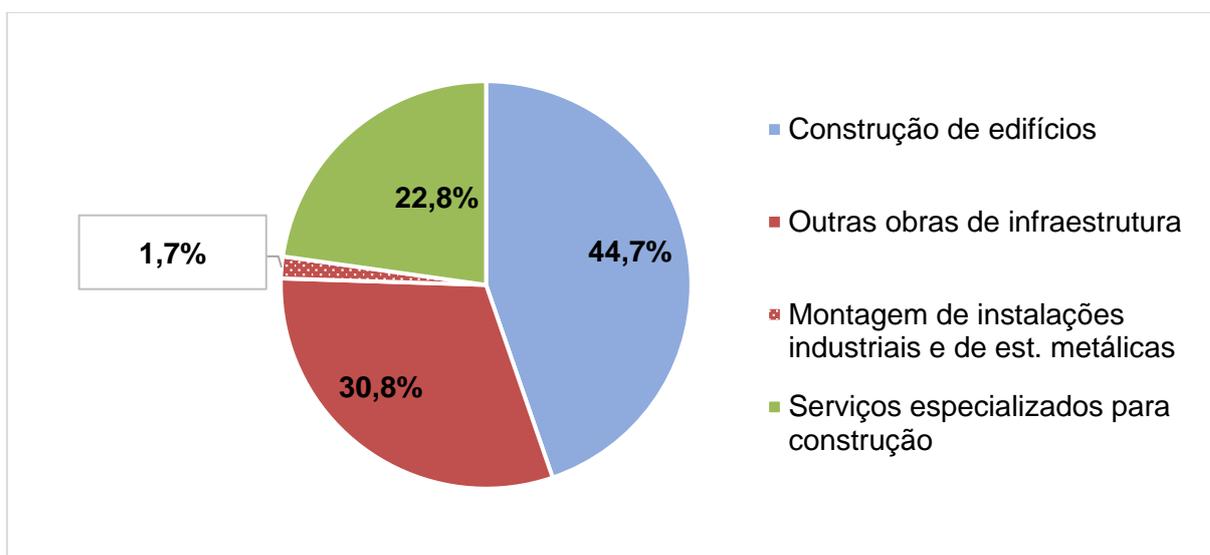
Ao longo dos anos da década de 1980, o desempenho do setor da construção civil em geral experimentou oscilações, decorrentes das flutuações tanto na demanda privada, que atinge as edificações residenciais, como na pública, que é responsável pelas grandes obras da construção pesada e montagem industrial. Diante do quadro de instabilidade econômica e na ausência de iniciativas mais sólidas do Estado, a construção civil empreendeu um longo processo de adaptação, que levou a uma redefinição de produtos e mercados, à busca de novos padrões de qualidade e produtividade e à adoção de inovações tecnológicas e organizacionais (Serviço Social da Indústria (SESI), 1994).

Na época do II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), entre 1976 e 1982, muitas empresas da construção civil estavam diversificadas, com as empresas maiores ocupando os nichos de montagem industrial de grande porte, constituindo um mercado de competição com poucos agentes, tendendo a um oligopólio. A diminuição do ritmo de investimento a partir de 1984 aumentou a pressão competitiva, levando à falência de algumas empresas e a uma grande barreira à entrada de novas competidoras no ramo de montagem industrial de grande porte (HEZEL, 2014).

A partir de agosto de 1997, iniciou uma nova era com a consolidação da indústria de petróleo no Brasil, e conseqüentemente da montagem industrial, por meio da aprovação da Lei 9.478 (Lei do Petróleo) e assim, era criada a Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2013). Com estabelecimento da ANP, novas regulamentações surgiram a partir desta data, onde a gestão dos processos das empresas inseridas neste setor precisava sofrer alterações a fim de que essas empresas se mantivessem competitivas dentro do mercado nacional e, também, no exterior.

Em 2018, o cenário encontrado pela montagem industrial pode ser ilustrado por meio dos Gráficos 1 e 2, onde expõem-se dois dos principais índices do setor: faturamento e quantidade de pessoal ocupado. O Gráfico 1 apresenta a composição do faturamento de construção de edifícios, obras de infraestrutura, montagem industrial e serviços da construção, seção F da classificação do CNAE. Nele pode-se ser notado que as obras de infraestrutura foram responsáveis em 2018 por cerca de um terço do faturamento da seção e junto com esse grupo, está a montagem industrial, com cerca de R\$ 5 bi anuais, representando 1,73% do faturamento do setor (IBGE, 2020).

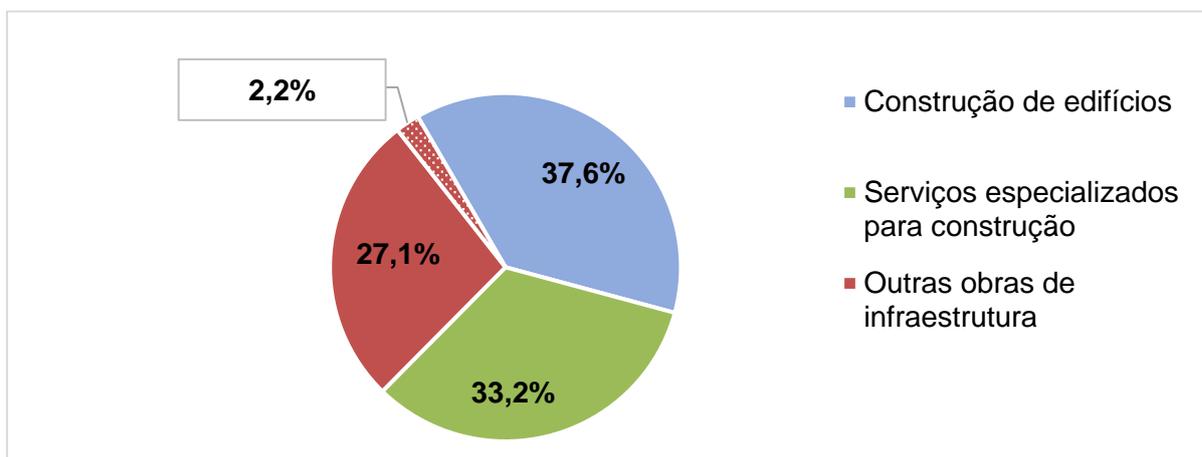
Gráfico 1 - Composição de faturamento das empresas da construção em 2018



Fonte: IBGE (2020), elaborado pelo autor

O Gráfico 2 apresenta a composição da geração de empregos diretos do setor da construção, seção F. A montagem industrial propriamente dita apresentava cerca de quarenta mil colaboradores, o que representa 2,2% do pessoal ocupado pelas empresas de construção. Sendo que as obras de infraestrutura representam 27,1% dos trabalhadores do setor da construção.

Gráfico 2 - Composição de pessoal ocupado pelas empresas da construção em 2018



Fonte: IBGE (2020), elaborado pelo autor

Ressalta-se que entre os serviços especializados para construção, existem determinados serviços especializados para construção que também são realizados em conjunto, como exemplo, serviços de projeto e planejamento, gestão de compras e construção (*Engineering, Procurement and Construction* - EPC, sigla em inglês utilizada usualmente), instalações elétricas, instrumentação, automação, isolamento térmico, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado). Assim, torna-se necessário considerar também que sofre influência nos faturamentos e empregos indiretos gerados pelo subsetor de montagem industrial.

Como pôde ser observado neste Capítulo, o subsetor de montagem industrial é um setor reconhecido pela economia brasileira, com relevância no desenvolvimento do setor da construção civil. Observa-se que no subsetor de construção das plantas industriais há grande zelo e custo na etapa do projeto porque é reconhecido que a eficiência de uma planta terá resultados mensuráveis na lucratividade da empresa que a possuir (SILVA, 2003).

Além disso, essas obras costumam se caracterizar pela grande complexidade tanto do objeto a ser construído como dos conhecimentos necessários para realizá-lo. Alguns conhecimentos estão presentes em todas as obras desse subsetor e são a razão principal do diferencial competitivo: a capacidade de coordenar eficientemente os diversos processos produtivos, tendo como resultado menores custos e maior rapidez (SILVA, 2003; FERREIRA, 1998). Um dos grandes diferenciais no processo produtivo do setor da montagem industrial é

o fator de proximidade ao departamento ou seção que se apresenta como maior referência na utilização de gestão visual para otimização de processos, que é a seção conhecida como “chão de fábrica”.

Os conceitos, vantagens e processos para realização da gestão visual, assim como aplicação no contexto da construção serão apresentados no capítulo a seguir.

3. GESTÃO VISUAL

Esse capítulo apresenta as conceituações utilizadas sobre a gestão visual, tais como as taxonomias existentes e as principais ferramentas apresentadas na literatura. Destaca-se também a abordagem dos dispositivos visuais no contexto da construção civil.

3.1 CONCEITUAÇÃO

O conceito de Gestão Visual (GV) apresenta diversas definições na literatura, sendo as principais identificadas como:

- Tompkins e Smith (1988) definem a GV como uma abordagem gerencial que cria centro de informações para todos os funcionários entenderem as direções estratégicas da organização, performance e resultados de iniciativas de melhorias.
- Ho (1993) descreve a gestão visual como uma simples e atrativa maneira de comunicação, realizada por meio de diversos dispositivos como quadro de notícias, slogans, luzes de indicação, cartões e unidades de exibição visual.
- Galsworth (2005) define a GV como o processo de criação de espaço de trabalho bem-organizado, que elimina deficiências de informação.
- Maskell e Kennedy (2007) descrevem que a gestão visual fornece informação quando é necessária, de maneira simples e de fácil compreensão, o que, por sua vez, cria transparência e significa que todos estão trabalhando com as mesmas informações.
- Tezel et al. (2015) aborda a GV como uma estratégia de comunicação sensorial para aumentar a transparência do processo.

Por meio das conceituações apresentadas, é possível identificar que o principal objetivo da gestão visual está diretamente relacionado ao aumento da comunicação utilizando do recurso visual, o que gera o aumento de transparência. Destacada a relevância dos conceitos de comunicação visual e aumento de transparência para conceituar a gestão visual é apresentado um subcapítulo destinado a conceituar o aumento de transparência e outro destinado à comunicação visual.

3.2 AUMENTO DE TRANSPARÊNCIA

A disseminação da filosofia *Lean* ajudou a destacar a relevância da Gestão Visual, por ela buscar a criação de meios simples e rápidos que informem aos envolvidos sobre o processo, permitindo que estes colaborem com a organização (WOMACK; JONES, 1998).

A utilização da Gestão Visual em canteiros de obras está fortemente ligada a um conjunto de princípios da construção enxuta, incluindo aumento da transparência do processo, redução da variabilidade e melhoria contínua (BRANDALISE et al., 2018)

O aumento da transparência obtido por meio do gerenciamento visual é princípio integrante da filosofia da Construção Enxuta, assim como outros dez princípios apresentados por Koskela (1992). De uma forma resumida, os princípios e suas possíveis aplicações na construção estão apresentados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Princípios da *lean construction*

Princípio	Aplicação na Construção Civil
1- Reduzir as atividades que não agregam valor	A redução das atividades que não agregam valor tais como transporte de materiais, tempo de espera por material, entre outras, podem ser obtidas através da eficiência das atividades de conversão e de fluxo e também pela exclusão de algumas das atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).
2- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente.	Conforme Koskela (1992), a adição de valor ao cliente, seja ele interno ou externo, ocorre quando há conhecimento dos requisitos destes clientes levando a sua satisfação. Posteriormente, deve-se buscar melhorias que aumentem o valor para o cliente.
3- Reduzir a variabilidade	A redução da variabilidade é importante tanto quanto a qualidade de um produto, como quando se diz respeito a prazos de execução de projetos. Existem diversos tipos de variabilidade envolvidos: Variabilidade nos processos relacionados com fornecedores; Variabilidade relacionada à execução do próprio processo; e Variabilidade na demanda, relacionada aos clientes de um processo.
4-Reduzir o tempo do ciclo de produção	O princípio de redução do tempo de ciclo tem origem na filosofia <i>Just In Time</i> , e está relacionado com a otimização dos tempos envolvidos na execução da obra. Quando ocorre uma redução significativa no tempo de ciclo algumas vantagens são visualizadas como: entrega mais rápida do empreendimento ao cliente, maior facilidade no planejamento de futuros empreendimentos, maior flexibilidade, entre outros (FORMOSO, 2000).

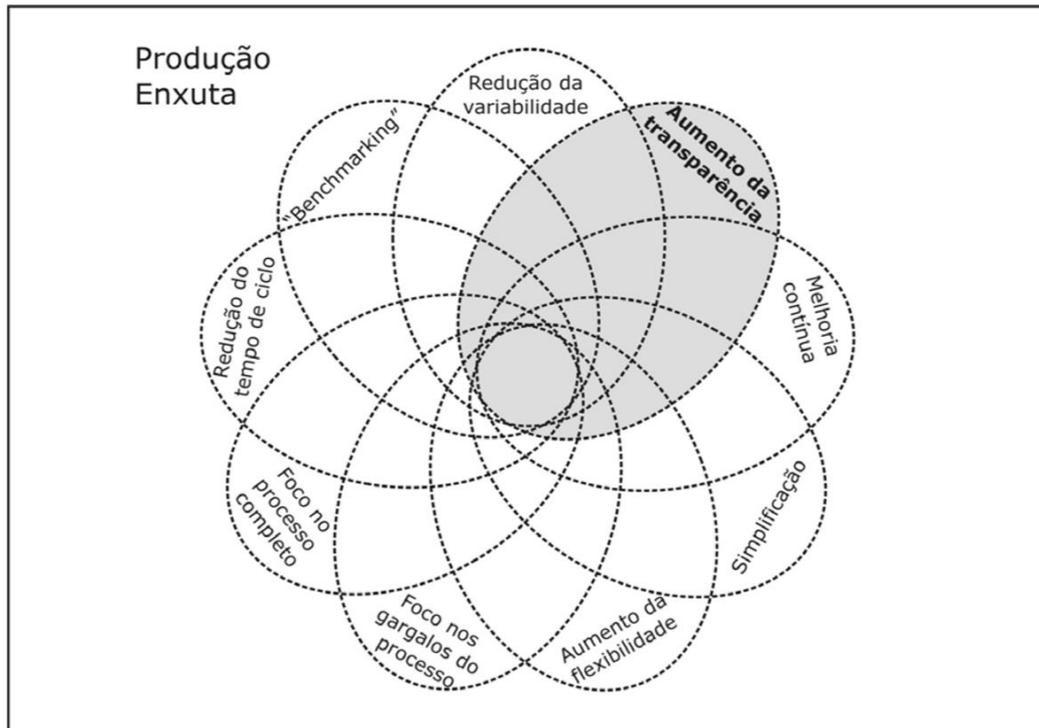
Princípio	Aplicação na Construção Civil
5-Simplificar através da redução do número de passos ou partes	A simplificação pode ser expressa como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo material. Se um processo possui muitos passos ou componentes, maior será sua tendência de existir atividades que não agregam valor.
6-Aumentar a flexibilidade na execução do produto	De acordo com Koskela (1992), o aumento da flexibilidade de saída pode ser alcançado com a redução do tamanho de lotes até próximo a demanda, reduzindo a dificuldade de <i>setups</i> e mudanças. Customizar o mais tarde possível com tecnologias que possibilite customização sem grandes ônus para o produto contribui para aumentar a flexibilidade de saída.
7-Aumentar a transparência do processo	É possível diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção proporcionando maior transparência aos processos produtivos (KOSKELA, 1992). Algumas formas de aumentar a transparência do processo como: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; a utilização de dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e aplicação de programas de melhorias da organização do canteiro como 5S.
8-Focar o controle no processo global	O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra. Então, faz-se necessária, haver uma integração entre os diferentes níveis de planejamento, isto é, a longo, médio e curto prazo.
9-Introduzir melhoria contínua no processo	A melhoria contínua pode ser institucionalizada por meio do estabelecimento de metas, como redução do estoque e apresentação de propostas para atingi-las.
10-Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	Fluxos mais controlados tornam a implantação de novas tecnologias de conversão mais fáceis e essas podem gerar baixa variabilidade. Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões nada mais é que observar os processos e analisar o que pode ser melhorado.
11-Referenciais de ponta (<i>Benchmarking</i>)	Conhecer os processos próprios da empresa; identificar boas práticas em outras empresas similares, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos; entender os princípios por trás dessas boas práticas e adaptá-las à realidade da empresa.

Fonte: OLIVEIRA et al. (2016)

Para exemplificar que há uma estreita ligação entre os princípios, a Figura 1 ilustra como alguns dos princípios se inter-relacionam, destacando-se como o aumento da

transparência interage com todos os demais princípios, promovendo o aumento da eficácia do processo (MARTINS, 2006).

Figura 1 - Princípios da Construção Enxuta para a redução das perdas e suas inter-relações

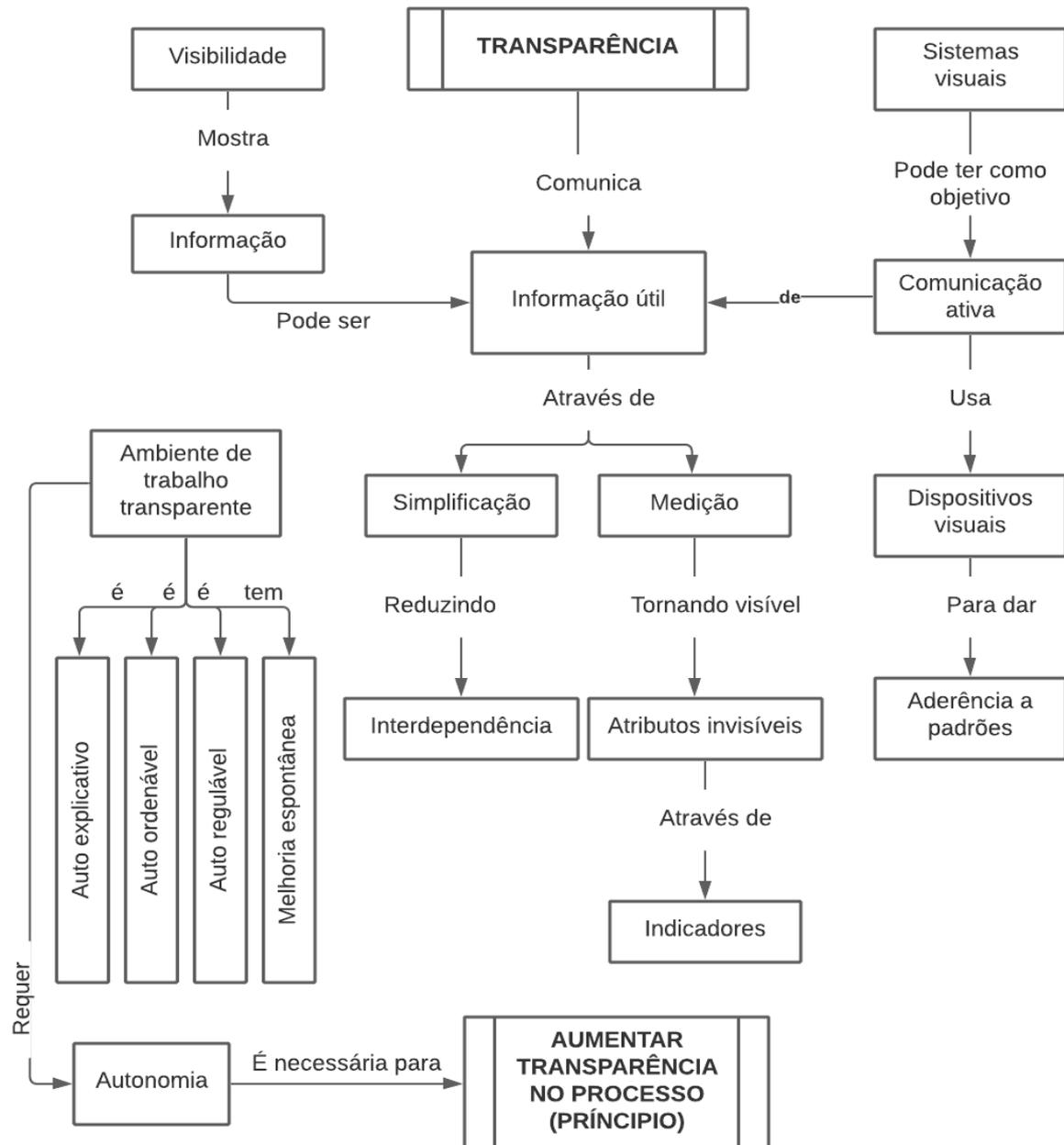


Fonte: Martins (2006)

O conceito de transparência pode ter diferentes abordagens teóricas. A transparência pode auxiliar nas reduções dos custos e de tempo de ciclo, utilizando sinais visuais, telas de informações de processos, leiaute apropriado e, principalmente, no ordenamento visual (KOSKELA, 2000). Por sua vez, para Greif (1991), o objetivo do processo de transparência é mais amplo e visa substituir o tradicional controle pelo autocontrole, acrescentando mais autonomia e conhecimento do processo ao trabalhador. Em função disso, a gestão visual busca também permitir aos envolvidos a visualização e compreensão, tornando a situação mais transparente, ajudando a focar em processos, a priorizar e melhorar o que realmente é necessário (TEIXEIRA, 2015).

A transparência de processos tem como objetivo comunicar informações úteis por meio da simplificação, medição e ambiente de trabalho transparente, reduzindo a interdependência entre os processos e tornando visíveis os atributos invisíveis com o uso de indicadores de desempenho (Hirota e Formoso, 2000). Uma proposta de representação do conceito de transparência e seus atributos é apresentado por esses autores, conforme Figura 2.

Figura 2 - Mapa conceitual do conceito de transparência



Fonte: Hirota e Formoso (2000)

Koskela (1992) propõe seis abordagens práticas para implantação do processo de transparência em canteiro de obras, são elas:

- reduzir interdependência entre unidades de produção;
- utilizar dispositivos visuais para permitir o reconhecimento do *status* do processo;
- tornar o processo diretamente observável;

- incorporar informações no processo;
- manter o espaço de trabalho limpo e ordenado;
- transformar atributos invisíveis em visíveis, através de medidas.

Em contrapartida, Formoso et al. (2002) descrevem barreiras específicas para o aumento de transparência em canteiro de obras:

- estão constantemente em mudança;
- o leiaute sofre diversas modificações durante um projeto, demandando maior esforço para renovar e relocalar o conjunto de dispositivos visuais necessários;
- são lugares relativamente grandes, onde diferentes equipes encontram-se espalhadas;
- barreiras visuais não removíveis são incorporadas no ambiente de trabalho à medida que o projeto é executado.

Valente e Costa (2014) sugerem que o aumento da transparência em uma construtora não pode ser imposto ou aplicado de forma abrupta. Deve ser esclarecido que se trata de uma mudança de cultura envolvendo a conscientização da equipe para melhor compreender os processos em um setor tradicionalmente sem gestão visual. Com isso será possível a melhoria contínua e eventuais dificuldades não devem conduzir a uma forma de punição. Essa interpretação pode gerar uma barreira para a implementação visual, aumento da resistência dos colaboradores, sendo relatada por alguns autores em seus estudos como a principal barreira identificada para implementação de gestão visual (ABDELKHALEK et al., 2019; KURPJUWEIT et al., 2018).

Apresentado, de forma genérica, como a gestão visual e o aumento de transparência se relacionam, bem como os principais benefícios trazidos pelo aumento de transparência, ressalta-se a necessidade de situar a gestão visual frente às outras formas de gestões, baseado em suas principais funções.

3.3 LOCAL DE TRABALHO COM GESTÃO VISUAL APLICADA

A gestão visual aplicada aos locais de trabalho é pode ser estruturada com dispositivos visuais que apresentam funções de indicar, sinalizar, limitar ou garantir, criando informações vitais para que o local de trabalho ser auto ordenável, autoexplicativo, autorregulável e auto aperfeiçoado. Dessa maneira é facilitada a identificação e rastreamento dos processos, de forma a saber rapidamente onde, o que é suposto acontecer, acontece, em tempo, a todo momento (GALSWORTH, 2011).

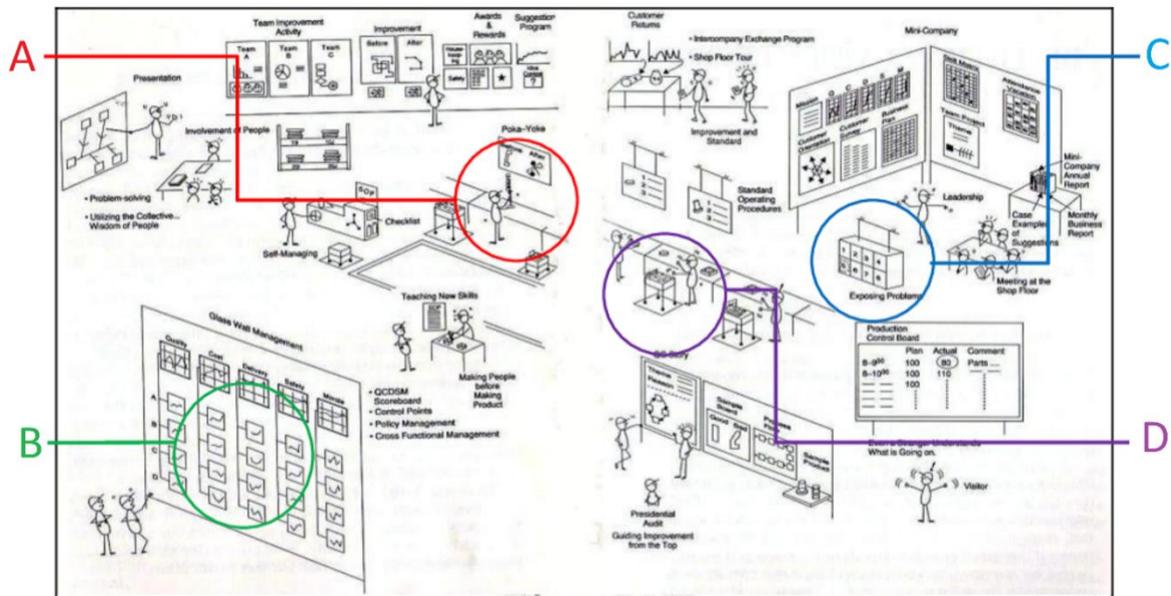
Segundo Greif (1991), o aumento de transparência no processo induzido por sistemas visuais proporciona:

- Simplificação e aumento da coerência na tomada de decisão;
- Simplificação dos sistemas de controle de produção;
- Estímulo de contatos informais entre níveis hierárquicos diferentes;
- Contribuição a introdução de políticas de descentralização;
- Aumento do nível de engajamento e autonomia do empregado na gestão;
- Distribuição de responsabilidades mais efetiva;
- Aumento da coordenação e consciência no local;
- Mais efetividade no planejamento de produção;
- Rápida compreensão e resposta a problemas.

Os dispositivos visuais criam um campo de informações para as pessoas consultá-las quando for necessário e auxiliam no entendimento do contexto organizacional apenas “olhando a seu redor” (GREIF, 1991).

Um exemplo de local de trabalho com gestão visual pode ser observado na Figura 4, onde pode-se notar a presença de indicadores visuais, em um formato que observa ser um painel de informações (B), um tipo de sinal visual que identifica em qual seção ocorre um problema (C), um dispositivo que aparenta avaliar os itens produzidos estão dentro do padrão (D) e há também um *Poka-Yoke*, que é apresentado como um garantidor visual (A), pois é a prova de erros, nesse caso, está representado por um tipo de gabarito para encaixe de uma peça, onde o único encaixe possível é o correto (A).

Figura 3 – Local de trabalho com dispositivos visuais



- A: **Garantia Visual:** (*Poka-Yoke*) garante o resultado, reduzindo variabilidade.
- B: **Indicador Visual:** Apenas fornece informações. Comum na construção como sinais de segurança etc.
- C: **Sinal Visual:** Sinais chamam a atenção e espera-se que as pessoas tenham reação.
- D: **Controle Visual:** Limita a resposta em termos de altura, tamanho, quantidade, volume, peso, comprimento etc.

Fonte: Suzuki (1993), adaptado pelo autor

De acordo com Grief (1991), o gerenciamento visual efetivo e seu ambiente de transparência nos processos proporcionam a dispensabilidade de constante solicitação de informações ao líder do setor. A excelência da transparência do processo pode ser alcançada quando qualquer colaborador, independente do conhecimento técnico, possa entender o processo sem realizar nenhuma pergunta (SANTOS, 1999).

3.4 COMUNICAÇÃO VISUAL

A comunicação está presente em todas as formas de organização conhecidas na natureza, tanto que se pode afirmar que a única maneira de haver organização é por meio da comunicação (SCHULER, 2004).

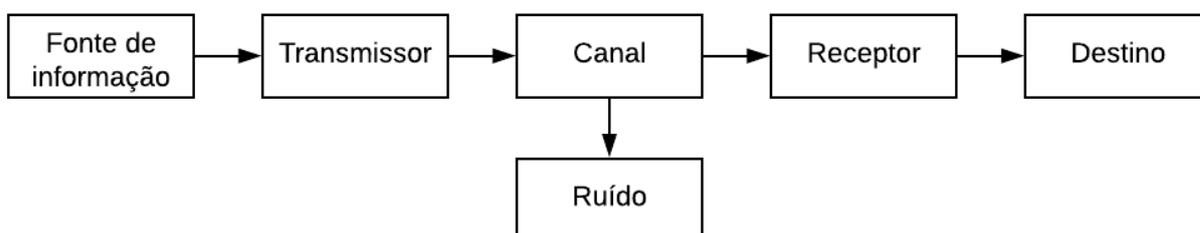
No âmbito da construção civil, Murata et al. (2017) sugerem que a gestão visual pode abranger vários níveis de comunicação em empresas de construção, a fim de quebrar as barreiras para o fluxo de informações e compartilhar conhecimentos valiosos e novos

O conceito de comunicação apresenta diversas definições na literatura. Entre elas, serão apresentadas duas, uma mais clássica e outra atual que de uma forma mais simplista corrobora com a clássica. São elas, respectivamente:

- Shannon e Weaver (1949) consideram que de um lado existe um emissor e de outro um receptor. O modelo preocupa-se com o ato de codificar e decodificar mensagens. A fonte emite o sinal e o receptor interpreta ruídos que podem interferir no sinal. Este modelo está representado graficamente na Figura 5.

- Chiavenato (2009) define que a comunicação é a transferência de informação e de significado de uma pessoa para outra.

Figura 4 - Processo de comunicação



Fonte: Tomasi e Medeiros (2007)

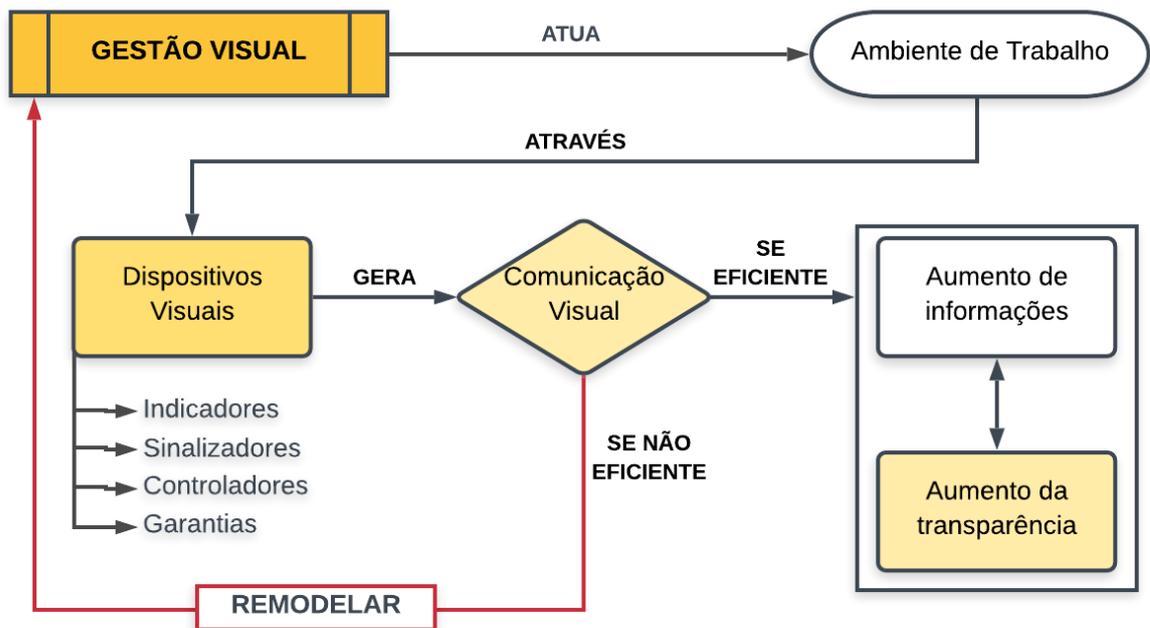
Esses conceitos ocupam-se em explicar o caminho da informação, não atribuindo explicação da comunicação humana, que é mais complexa e envolve muitos outros elementos de ordem psicológica, sociológica, contextual. A comunicação compreende, basicamente, três formas de linguagem: a oral, a escrita e a de representação. Portanto, para que uma informação seja acessível, faz-se necessário, a compreensão de pelo menos uma das três formas de expressão (COSTA; LOCH; PEREIRA, 2006).

A comunicação visual visa sistematizar elementos (forma, cor, contraste, iluminação, luminosidade, pictogramas, fonte, entre outros), que influenciam na mensagem visual, visto que tais são a base do que é visualizado. Portanto, a matéria-prima da informação visual atua de forma expressiva na obtenção da mensagem visual (COSTA; LOCH; PEREIRA, 2006). Utilizada de maneira a promover aumento de transparência, a comunicação visual promove em um ambiente de produção a comunicação ágil dos eventos que estão ocorrendo, contribuindo para a redução de desperdícios na produção (SANTOS, 2003).

Os dispositivos visuais podem ser considerados como canais corriqueiramente utilizados de comunicação visual. Assim, para a eficácia na comunicação visual, deve-se considerar a visibilidade, a distância e os locais de colocação dos dispositivos visuais, de forma a permitir que qualquer pessoa possa avaliar e determinar o que está certo ou errado (OSADA, 1992).

Conforme os conceitos estabelecidos por diversos autores foi esquematizado um mapa conceitual sobre a utilização da gestão visual em um ambiente de trabalho, como ela age e qual seu objetivo. O mapa pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 - Mapa conceitual de gestão visual



Fonte: Autor

A Figura 5 foi elaborada com base na literatura estudada e apresenta que a gestão visual deve ser aplicada aos locais de trabalho conforme suas necessidades e premissas de operação. Em seguida, os dispositivos visuais são estruturados com base nas funções de indicar, sinalizar, limitar ou garantir propostas por Galsworth (2011). Os dispositivos visuais podem ser considerados como canais corriqueiramente utilizados de comunicação (OSADA, 1992), que é conceituada como a transferência de informações e significados (CHIAVENATO, 2009). Se a comunicação for considerada como não eficiente, para que haja eficiência no processo, deve-se remodelar o processo e voltar ao seu início. Por fim, é proposto que o gerenciamento visual sirva para definir como os dispositivos visuais devem atuar no ambiente para que se obtenha uma melhoria na comunicação, conseqüentemente, aumento da representatividade das informações e da transparência (VALENTE, 2017).

Entendido o papel do aumento de transparência e da comunicação visual no contexto da gestão visual, faz-se importante a apresentação dos dispositivos visuais, suas respectivas funções, os principais dispositivos e sua aplicação prática no âmbito da construção.

3.5 DISPOSITIVOS VISUAIS

Galsworth (2011) aponta que os dispositivos visuais são os pontos de tradução entre as informações vitais e o comportamento exato que a informação deve desencadear. Para essa autora, os dispositivos estão em todos os lugares, ajudando as pessoas a fazerem o certo, no tempo e seguramente, sem precisar dizer uma palavra. Eles podem ser utilizados como sistemas visuais para mostrar a aderência aos padrões por meio de comunicação ativa (HIROTA; FORMOSO, 2000).

Os dispositivos visuais apresentam essas informações às pessoas influenciando nos estímulos que abordam diretamente um ou mais dos cinco sentidos humanos (visão, audição, sensação, olfato e paladar) (LIFF; POSEY, 2007).

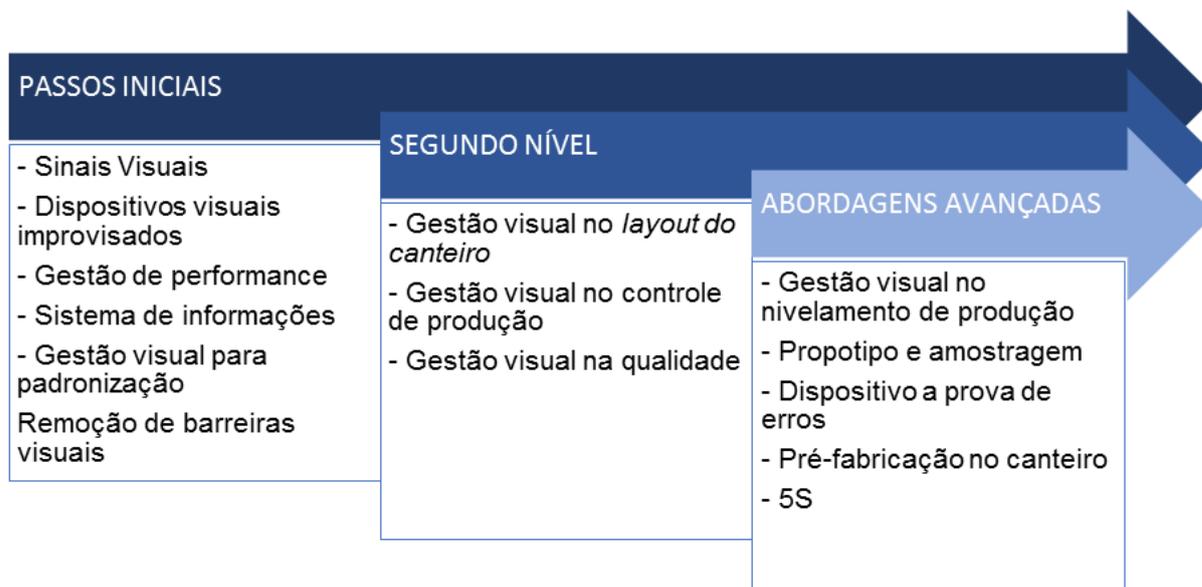
Galsworth (1997, 2017) apresenta uma categorização geral para os dispositivos visuais, podendo ser divididos em quatro grupos, ou níveis, são eles:

- **Indicadores:** Informações são simplesmente exibidas e a adesão ou conformidade são voluntárias (por exemplo, placas de segurança). O dispositivo não exerce poder de controle ou limitação do comportamento, apenas comunica;
- **Sinalizadores:** Ferramentas visuais que chamam atenção e entregam a mensagem (por exemplo, *andon*). O sinal que comunica antes de enviar a mensagem apresenta algum poder de controle ou de limitação do comportamento;
- **Controladores de produção:** Ferramentas que impactam no comportamento por meio da estruturação ou construção de uma mensagem diretamente no ambiente físico, ao mesmo tempo que impõe limite (por exemplo, cartões de *kanban*). Tem grande poder de controle ou de limitação de controle;
- **Garantias de produção:** Dispositivos à prova de erros, designado para garantir que a coisa certa aconteça (por exemplo, *poka-yoke*). Apresenta controle ou limitação absoluta do comportamento.

A representação dessas categorias também pode ser observada na Figura 4 anterior, onde são apresentados exemplos de dispositivos em um ambiente de trabalho.

Tezel et al. (2015) apresentam quatorze grupos taxonômicos relacionados aos dispositivos visuais, proposto de acordo com o propósito dos dispositivos, os métodos de aplicação e seus objetivos gerenciais. Os grupos taxonômicos são distribuídos em três níveis de implementação da gestão visual: inicial, segundo nível e avançado. A Figura 6 apresenta os quatorze grupos e seus respectivos níveis de implementação.

Figura 6 - Níveis de implementação da gestão visual



Fonte: Tezel et. al. (2015), adaptado pelo autor

Os níveis de implementação propostos por Tezel et. al. (2015) foram atribuídos por dificuldade de implantação de acordo com as entrevistas estruturadas e realizadas no contexto da construção civil brasileira. Esses níveis foram construídos uns sobre os outros, começando com a padronização e ordem mais básicas do local até os sistemas de controle e nivelamento de produção visuais bastante complexos. Notou-se que os dispositivos à prova de erros foram os tipos de ferramentas visuais menos utilizados pelo grupo de empresas estudados. O 5S, por exemplo, pareceu mais fácil de implementar e foi considerado como uma etapa inicial para um local de trabalho visual em um contexto de manufatura (Hirano 1995). No entanto, no estudo realizado por Tezel et al. (2015), as entrevistas revelaram que a implementação do 5S em um canteiro de obras requer muito controle e comprometimento da força de trabalho, o que pode torná-lo uma abordagem avançada nesse contexto de níveis.

Os dispositivos de comunicação visual devem ser precisos e, ao mesmo tempo, simples. Devem ter um significado claro no contexto – principalmente no caso dos dispositivos visuais indicadores, que exige interpretação (GREIF, 1991).

As ferramentas visuais são entendidas como os meios para realizar os princípios fundamentais de um sistema como um todo (ORTIZ; PARK, 2010). Os meios atuais podem ser mudados, modificados ou abandonados, quando surgem outros meios mais desejáveis. A produção enxuta, ou o Sistema Toyota de Produção, por exemplo, não considera nenhuma das ferramentas ou práticas - como os *kanbans* ou *andons* - como fundamentais, até que uma melhor abordagem seja encontrada ou que as condições mudem (SPEAR; BOWEN, 1999; TEZEL et al., 2010). Por tal, Valente (2017) ressalta que uma taxonomia referente às práticas

pode se tornar obsoleta muito rapidamente, pois as ferramentas e práticas visuais emergem a partir de novas necessidades e de avanços tecnológicos.

Muitas vezes, a adoção de ferramentas visuais se dá por *benchmarking*, em um processo que envolve a realização de visitas a empresas com problemas parecidos e bem-sucedidas em implementação de gestão visual (MURATA; KATAYAMA, 2015). Até mesmo na manufatura, a introdução de dispositivos visuais é frequentemente vista como algo intuitivo e baseado no senso comum, sem considerar a demanda por informações de maneira sistemática, ou os modelos mentais de usuários em potencial (BEYNON-DAVIES; LEDERMAN, 2016).

Em seu trabalho, Brady (2014) procurou listar algumas das principais ferramentas e práticas comuns à construção enxuta e relacioná-las às taxonomias construídas por Galsworth (1997) e por Tezel (2011), listadas no Quadro 3. Assim, é possível visualizar como funciona a atribuição por cada uma das taxonomias no contexto de *Lean Construction Management* (LCM), e entender que pode não haver um único ponto de correlacionamento entre as categorias de Galsworth (1997) e Tezel (2011).

Quadro 3 - Relações entre elementos de Lean Construction Management (LCM) e as categorias de Gaslworth (1997) e de Tezel (2011)

Elemento LCM	Tipo de ferramenta visual (Galsworth, 1997)	Definição	Categoria identificada por Tezel (2011)	Conceito visual
Mapa geral do processo (OPM)	Indicador visual	Um indicador visual transmite informações na tentativa de influenciar o comportamento	<i>Layout</i> do canteiro e barreira física	Mapeamento de fluxo de valor, codificação por cores
	Sinal visual	Um indicador visual atrai atenção pelo uso de estímulos visuais e impõe maior controle humano. Espera-se que as pessoas prestem atenção e dirijam o comportamento (semáforos e quadro <i>andon</i> , por exemplo).		
Ferramenta de planejamento de processo (PP) (LCM versões 2 e3)	Indicador visual	Definição como anterior	Padronização dos elementos locais de trabalho	<i>Andon</i> , codificação por cores
	Sinal visual	Definição como anterior		
	Controle visual	Um controle visual		
Cartão de construção	Indicador visual	Definição como anterior	Produção puxada pro <i>kanban</i>	Cartão <i>kanban</i> , codificação por cores
	Sinal visual			
	Controle visual			

Elemento LCM	Tipo de ferramenta visual (Galsworth, 1997)	Definição	Categoria identificada por Tezel (2011)	Conceito visual
Quadro de planejamento	Indicador visual	Definição como anterior	Nivelamento de produção através do quadro de heijunka	Andon, kanban, quadro visual, codificação por cores
	Sinal visual			
	Controle visual			
Planos de codificação por cores	Indicador visual	Definição como anterior	Autonomação através de andon	Andon
	Sinal visual	Definição como anterior		
	Controle visual	Definição como anterior		
Quadro de logística	Indicador visual	Definição como anterior	Placas visuais	Quadro visual, kanban
	Sinal visual			
	Controle visual			
Layout do site	Indicador visual	Definição como anterior	Facilitadores visuais de trabalho	Codificação por cores
	Sinal visual			
Indicadores de performance visuais	Indicador visual	Definição como anterior	Gerenciamento de desempenho através de gestão visual	Exibição de medidas de controle visual
	Sinal visual			
	Controle visual			
O plano de ação	Indicador visual	Definição como anterior	Distribuição de amplas informações do sistema	Exibição visual de informações na performance e no controle de melhoria
	Controle visual			
Quadro de informações	Indicador visual	Definição como anterior	Gestão de recursos humanos	Exibição visual de informações
	Sinal visual	Definição como anterior		
	Controle visual			

*LCM – Lean Construction Management

Fonte: Brady (2014), traduzido pelo autor

O Quadro 3 apresentado por Brady (2014) apresenta como as definições de Galsworth (1997) e Tezel (2011) apresentam propósitos diferentes e classificam de maneira distinta a gestão visual. Enquanto Galsworth (1997) classifica a maneira como a informação é apresentada, Tezel (2011) classifica a função do elemento.

O presente trabalho utilizar-se-á da classificação de Galsworth (1997), por ela classificar exclusivamente os dispositivos visuais, sendo eles os itens específicos de estudo desta pesquisa. Além disso, os elementos utilizados no Quadro 3 são encontrados como elementos que visam o *Lean Construction* por meio da gestão visual, julgou-se importante apresentar outros elementos e suas aplicações no contexto estudado, ou seja, no canteiro de obras, conforme item a seguir.

3.5.1 PRINCIPAIS FERRAMENTAS E SISTEMAS VISUAIS

Diversos dispositivos visuais podem ser desenvolvidos conforme houver a necessidade de criar um meio de comunicação para guiar as pessoas dentro de um determinado contexto. No entanto, há uma preferência por ferramentas e sistemas convencionais, devido ao conhecimento empírico sobre suas vantagens quando aplicados corretamente. Essas ferramentas e sistemas estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Principais ferramentas e sistemas visuais

Ferramenta/Sistema Visual	Definição
<i>Poke-Yoke</i>	Sistemas usados para alertar as pessoas ou controlar/bloquear fisicamente os erros para aumentar a qualidade do processo, a segurança geral e diminuir os tempos de configuração da produção
<i>Kanban</i>	Sistema controle visual usado para sinalizar uma demanda (p.e. material, produção, manutenção ou verificações de segurança) da unidade de trabalho anterior de uma maneira “puxada”. Artefatos simples como cartões ou fichas são geralmente empregados para realizar esses sinais
Placa <i>Heijunka</i>	Placas visuais que são usadas para nivelar a demanda e controlar a variabilidade na produção, material, uso do equipamento. Geralmente é integrado ao sistema <i>kanban</i> .
Sistema <i>Andon</i>	Placas de sinalização audiovisuais usadas para chamar a atenção dos supervisores para uma interrupção possível ou real (ou seja, qualidade, segurança, necessidade de informações etc..) em uma atividade de produção. Essas rupturas são frequentemente objetos de esforços de melhoria contínua.
Sistema de controle de produção	Os planos de produção e o status de produção real são comunicados visualmente. Existem também painéis de controle e coordenação de

Ferramenta/Sistema Visual	Definição
	produção de construção que são usados para vincular visualmente os planos do <i>Last Planner</i> às equipes de trabalho.
<i>Last Planner System</i> (LPS)	O <i>Last Planner</i> é um sistema colaborativo de planejamento e controle de construção.
Metodologia A3	Um resumo sistemático e visual de um processo, muitas vezes o processo de melhoria contínua, ou o ciclo PDCA, em uma folha A3
<i>One-point-lessons</i> (OPLs)	Os OPLs são folhas de uma página que treinam visualmente as pessoas em um procedimento alterado, novas maneiras de fazer as coisas, estrutura do local de trabalho modificada, padrões revisados etc. Eles são <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) breves. São ferramentas de treinamento efetivas no trabalho.
Ferramentas de <i>marketing</i> interno (<i>Posters, slogans</i> etc.)	Elementos visuais utilizados para sublinhar os comportamentos desejados, transmitir uma mensagem, afetar percepções, apoiar iniciativas de mudança, melhores práticas etc., semelhantes a uma campanha de marketing.
Procedimentos operacionais padrão (em inglês, <i>Standard Operating Procedures - SOP</i>)	Instruções descrevendo os melhores passos para realizar uma tarefa de trabalho.
Indicadores de desempenho	Os principais indicadores de desempenho (<i>Key Performance Indicator - KPI</i>) das equipes de trabalho e do local de trabalho em geral são compartilhados em áreas especiais que às vezes são chamadas de <i>obeya rooms</i> ou áreas de desempenho para maior cobertura.
5S	O 5S apresenta cinco sentidos (utilização, organização, limpeza, saúde, higiene e autodisciplina) com o intuito de diminuição de desperdícios.

Fonte: Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2016), adaptado pelo autor

O Quadro 4 apresenta as principais ferramentas visuais presentes na literatura e no contexto da construção contemporâneo, apresentando-as de forma sucinta. Para maior detalhamento de algumas dessas ferramentas, que foram identificadas como relevantes no referencial teórico, faz-se necessário incluir subitens para discorrer sobre a conceituação e aplicação das ferramentas visuais no contexto da construção, conforme apresentado a seguir.

3.5.2 5S

O 5S é uma ferramenta gerencial que visa aperfeiçoar aspectos como organização, limpeza e padronização. A utilização desta ferramenta pode ser considerada como o primeiro passo para implementação do gerenciamento visual, devido à simplicidade de implementação e ganhos mais rápidos comparados às outras ferramentas (HO, 1999; GALSWORTH, 1997).

A nomenclatura 5S surgiu devido às cinco atividades sequenciais e cíclicas que devem ser postas em prática. Cada etapa deriva da palavra de origem japonesa “sei”, que em

português significa “senso” (CHANDRAYAN; SOLANKI; SHARMA, 2019). Portanto, tem-se: Senso de Utilização (*Seiri*), Senso de Arrumação ou Organização (*Seiton*), Senso de Limpeza (*Seiso*), Senso de Saúde e Higiene (*Seiketsu*) e Senso de Autodisciplina (*Shitsuke*).

O Senso de Utilização é o responsável pela análise e classificação da necessidade. O Senso de Arrumação define a organização do ambiente de trabalho, baseado em fatores como a frequência de uso e a ergonomia (HABU; KOIZUMI; OHMORI, 1992). O Senso de Limpeza consiste na limpeza e preservação do ambiente de trabalho, para evitar perdas e acidentes (OSADA, 1992). O Senso de Saúde e Higiene tem o intuito de preservar a saúde física e mental do trabalhador, com um ambiente e equipamentos apropriados. Por último, há o Senso de Autodisciplina que está ligado à educação e obediência às regras (MONTEIRO JUNIOR; SILVA; COSTA, 2011).

Os principais benefícios do 5S em um local de trabalho são a diminuição de atividades que não agregam valor (por exemplo, procurar), redução do excesso de estoques, aumento do espaço útil de trabalho e melhoria da saúde e segurança do trabalho (TEZEL; AZIZ, 2017b).

3.5.3 5S NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tezel e Aziz (2017b) realizaram uma pesquisa-ação em um canteiro de obras de construção de rodovia, localizado ao norte da Inglaterra. Nessa pesquisa, foi realizado um projeto-piloto do 5S em um almoxarifado, conforme Figura 7, onde avaliaram o tempo gasto pelo almoxarife entre a requisição do produto e a entrega, dividido em dois perfis, experiente e inexperiente. Os autores também apresentam resultados de espaços livres e a quantidade de riscos no ambiente. O resultado é apresentado no Quadro 5.

Figura 7 - Almoxarifado sem 5S (esq.) e com 5S (dir.)



Fonte: Tezel, Aziz (2017b)

Quadro 5 – Resultados de aplicação do 5S no estudo de Tezel e Aziz (2017b)

Benefício	Item	Número de observações (N) antes e depois do 5S	Antes do 5S				Depois do 5S				Tempo economizado por meio do 5S		Redução na média de desvios depois do 5S	
			Pessoa inexperiente (média de segundo)	Pessoa experiente (média de segundo)	Pessoa inexperiente (desvio padrão em segundo)	Pessoa experiente (desvio padrão em segundo)	Pessoa inexperiente (média de segundo)	Pessoa experiente (média de segundo)	Pessoa inexperiente (desvio padrão em segundo)	Pessoa experiente (desvio padrão em segundo)	Pessoa inexperiente (média de segundo)	Pessoa experiente (média de segundo)	Pessoa inexperiente (%)	Pessoa experiente (%)
Redução na quantidade de transição de itens	Baterias	5	67	57	4,6	3,63	37	29	3,67	3,06	30	28	20,3	15,8
	Martelo	5	48	70	3,4	2,83	35	27	2,81	2,48	13	43	17,5	12,3
	Óleo	5	111	80	9,4	5,83	40	27	6,62	4,69	71	53	29,6	19,6
	Pincel	5	87	67	5,7	3,85	63	26	4,38	3,24	24	41	23,1	15,8
	Luvas	5	146	86	15,3	9,05	63	38	9,58	7,13	83	48	37,4	21,3
	Óculos de proteção	5	75	80	8,58	5,96	55	38	5,9	4,48	20	42	31,3	24,9
	Colete de proteção	5	136	60	29,22	14,69	60	42	14,11	10,2	76	18	51,7	30,5
	Capacete	5	203	85	34,26	19,5	50	40	18	12,74	153	45	57,5	34,6
Economia de espaços	Espaço no chão	2	Disponibilidade de espaço ao chão (m2) 15				Disponibilidade de espaço ao chão (m2) 19				Espaço economizado ao chão (m2) 4			
Melhorias na saúde e segurança	Risco de tropeçar e cair	2	Número de perigos 3				Número de perigos 0				Número de perigos evitados 3			

Fonte: Tezel, Aziz (2017)

É possível notar nos resultados apresentados no Quadro 5 que o tempo gasto para a entrega do produto após a requisição tem uma diminuição que varia entre 12,3% e 51,7%, sendo, no geral, os ganhos são maiores no perfil de pessoa inexperiente.

Os autores explicitaram que apesar da colaboração dos funcionários e das declarações que continuariam implementando o 5S, para manter o 5S durante a pesquisa foi constantemente necessário realizar impulsos e promover a liderança e coordenação dos pesquisadores autores. Eles afirmaram que perceberam que a implementação seria interrompida sem a presença e acompanhamento de pelo menos um dos autores.

Em outro estudo sobre implementação do 5S, em canteiro de obras do Brasil, Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2010) apresentam o posicionamento de um gestor de canteiro, que aponta como principal dificuldade de implementação do 5S a manutenção do esforço durante as fases da obra, corroborando com a conclusão de Tezel e Aziz (2017b) sobre a implementação do 5S.

Outra ferramenta comumente apresentada como funcional ao sistema de produção enxuta é o Andon, que será apresentada nos dois itens a seguir, um visando a conceituação e o outro a aplicação na construção civil.

3.5.4 ANDON

O *andon*, é uma ferramenta de controle que mostra a situação da operação no ambiente de trabalho. É uma das principais ferramentas e utilizada em um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, o *Jidoka*, que significa automação, que pode ser entendida como a automação com toque humano (LEI, 2008).

Para Ohno (1997), a ferramenta *andon* é utilizada para evidenciar problemas existentes na rotina das fábricas e tem por função o envolvimento de todos os colaboradores envolvidos no meio de melhoria. A função do *andon* é expor o andamento do processo para todos os funcionários por meio de uma sinalização visual.

Conforme Tezel et al. (2010), quando o fluxo de trabalho está padronizado, cada alteração pode acarretar vários efeitos. Para que a detecção do desvio seja ágil utiliza-se o *andon*.

A ideia é baseada na autonomia dos trabalhadores em acionar um sinal que comunica a supervisão e interrompe o fluxo de trabalho quando há um problema na área de trabalho. O mais importante dessa ação é a solução do problema. É a base da cultura da ferramenta é

resolver problemas para obter qualidade desde o início (SHINGO, 1989; LIKER, 2004; LIKER; MEIER, 2006).

Pode ser considerado um indicador visual devido à existência de uma luz colorida que acende quando há uma parada, ou apague ou troque de cor quando a produção está ocorrendo normalmente. Pode ser também um contador que indica quantas peças passaram ou foram produzidas por determinado posto, e quantas ainda estão por vir. Existem vários exemplos, sendo eles normalmente intuitivos, e fazem o uso da linguagem visual com cores para uma informação rápida clara e precisa (LIKER; MEIER, 2006).

No entanto, Liker e Meier (2006) evidenciaram que em muitas empresas quando os gestores tentam implementar um sistema *andon*, observaram que os trabalhadores têm dificuldades em admitir que precisam de suporte. Para os autores, essa solicitação de suporte pode causar descontentamento entre os colaboradores ou supervisores, fazendo com que o *andon* se torne ineficaz.

Apresentado a definição da ferramenta conhecida como *andon*, suas principais características, assim como as vantagens de sua aplicação, além das dificuldades na implementação, nota-se a importância de apresentá-lo frente ao contexto da construção civil, em um canteiro de obras. O item a seguir apresenta estudos de casos dessa ferramenta visual aplicada ao ambiente citado.

3.5.5 ANDON NA CONSTRUÇÃO CIVIL

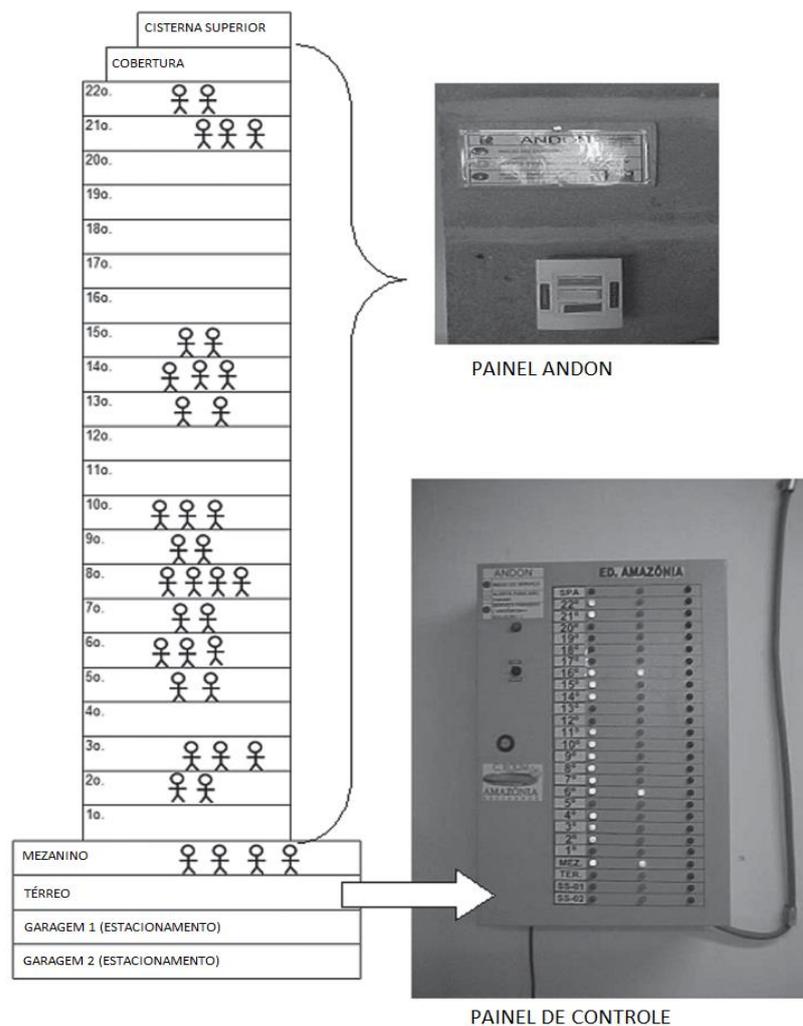
Kemmer et al. (2006) apresentaram uma maneira de utilização do *andon* para construção de edifícios de múltiplos pavimentos. Cada pavimento apresenta um painel *andon* que é composto por três botões (verde, amarelo e vermelho). A luz verde é ligada no início do trabalho no pavimento e persiste acesa enquanto a atividade estiver ocorrendo normalmente. A luz amarela indica que uma atividade vai ser interrompida nos próximos trinta minutos, por algum motivo, como falta provável de material. Por fim, a luz vermelha indica que a produção está completamente interrompida. Um painel de controle que interliga e sinaliza todos os pavimentos fica disponível no escritório administrativo da obra apontando para o gerente da produção como está o desenvolvimento dos serviços naquele dia. No caso do acionamento da luz vermelha, pode ser acionado um sinal sonoro no painel de controle que comunique de forma mais efetiva a situação. A Figura 8 apresenta o funcionamento do sistema.

As informações sobre as razões das paradas são coletadas à mão posteriormente e reportadas para que possam ser categorizadas. Uma das maneiras, citada por Kemmer et al. (2006), para categorizar a parada de produção é aplicando os cinco porquês, metodologia

conhecida conhecido como 5W (*What* (o que será feito?); *Why* (por que será feito?); *Where* (onde será feito?); *When* (quando será feito?); *Who* (por quem será feito?)).

Kemmer et al. (2006) verificaram que projetos que utilizaram desse tipo de *andon* apresentam redução substancial nas interrupções de trabalho. A transparência foi aumentada por meio da melhoria de comunicação entre equipe de gestão e colaboradores (Biotto et al., 2014).

Figura 8 - Utilização do *andon* no edifício



Fonte: Kemmer et al. (2006)

As principais dificuldades observadas para manter o sistema funcionando foram: convencer os colaboradores a participar do processo e acionarem o painel do *andon* quando necessário, registrar os minutos que a produção ficou interrompida e estabelecer as razões pelas quais a equipe parou (Biotto et al., 2014). Continuando, Biotto et al. (2014) apresentaram a implementação do *andon* em uma construção horizontal, localizada em Fortaleza – CE. O sistema implementado contou com três terminais *lean* – similares no conceito ao painel que

ficava no pavimento do edifício, tal como proposto por Kemmer et al. (2006). Nesses terminais era possível ao colaborador informar qual área teve o serviço interrompido e qual a sua razão. A informação inserida no terminal aparecia em uma TV no escritório do canteiro com um sinal amarelo (similar ao painel de controle centralizado). O sinal alterava automaticamente para vermelho, quando excedida o tempo limite configurado para resolução. A Figura 9 apresenta o sistema adotado.

Figura 9 - Mapa de terminais no canteiro (esq.), identificação de terminal (centro) e operação do terminal lean pelo colaborador (dir.)



Fonte: Biotto et al. (2014)

Devido a utilização de um *software* que permitia a inserção de dados e a criação de um banco de dados via aplicativo, o processamento dos dados referentes às paradas se tornou um processo mais automático, que o apresentado por Kemmer et al. (2006).

Assim como em Kemmer et al. (2006), o principal problema relatado em Biotto et al. (2014), foi o comprometimento dos colaboradores em acionar o painel *andon* quando era observado o problema. Neste caso havia ainda a necessidade de um maior deslocamento físico até o terminal Lean pelos trabalhadores.

O modelo apresentado por Biotto et al. (2014) se baseou na melhoria contínua do planejamento e controle para apresentar uma adaptação no modelo proposto por Kemmer et al. (2006) para canteiros de obras horizontalmente extensos. De forma similar, entende-se que tal solução seria interessante para as obras industriais que, no geral, também apresentam extensas áreas horizontais.

Conforme apresentado, o *andon* apresentou-se como uma ferramenta para melhoria na comunicação interna, muitas vezes ligado ao conceito de emitir sinal com a finalidade de solicitar algum apoio da supervisão ou até mesmo avisar sobre determinada situação para

evitar uma imediata parada do sistema. Com isso, se obteve mais agilidade no processo de comunicação sobre uma determinada situação.

Outras ferramentas que podem melhorar o processo de comunicação serão descritas a seguir. Trata-se do Kanban e do quadro Heijunka que exercem a função de estreitar a comunicação, transmitindo informações para demandar algum movimento da produção, agindo como um “puxador” do sistema.

3.5.6 KANBAN E HEIJUNKA

Kanban é um método de operação retirado do Sistema Toyota de Produção (STP). A ideia consiste em um cartão (físico ou virtual) dividido em três categorias: coleta, transferência e produção de informação. O *Kanban* transporta informações verticalmente e lateralmente internamente na Toyota e entre a Toyota e seus *stakeholders* (OHNO, 1988).

Em um ambiente de indústria, que aplica do princípio enxuto *Just in Time*, o uso do sistema *Kanban* para realização de controle da produção tem como serventia transmitir a informação, conforme a demanda de algum determinado produto no tempo certo, atuando como um “puxador” da produção. Com o uso desse sistema, a função de controlar o que vai e deve ser produzido, além de informar sobre o inventário, é passada para o chão de fábrica, trazendo uma maior responsabilidade e contribuição dos colaboradores da produção (PACE, 2003).

O nivelamento diário da produção se caracteriza como uma resposta à demanda e é relevante para que as solicitações sejam atendidas no menor prazo diminuindo o tempo de ciclo que existe entre a aquisição da matéria-prima e a entrega do produto para o cliente. Com isso, também se consegue reduzir estoques de qualquer natureza, ampliando consequentemente o espaço físico para instalações industriais (SILVA et al., 2010).

Uma ferramenta para nivelamento de produção é o *Heijunka Box* (“caixa de nivelamento” em uma tradução direta), que, em relação ao *Lean Enterprise Institute* (2016), é fundamentalmente uma matriz que apresenta um determinado período de tempo dividido em intervalos. Nos espaços, são colocados cartões *kanban* que serão retirados e dispostos a um movimentador de materiais para cada respectivo processo. Existe uma variedade de *kanban* que será sucintamente apresentada a seguir.

3.5.6.1 KANBAN DE FORNECEDOR

Kanban de fornecedor tem função de comunicar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Nesse sentido, ele é similar ao *kanban* de movimentação, no entanto, é normalmente utilizado com fornecedores externos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Esse cartão executa as funções de uma ordem de compra convencional, ou seja, autoriza o fornecedor externo da empresa a fazer uma entrega de um lote de itens, especificado no cartão, diretamente ao seu usuário interno (TUBINO, 1999).

Dal Forno, Tubino e Valle (2007) apresentam na Figura 10 as caixas utilizadas para o *kanban* de fornecedor no estudo de caso. Foram três as caixas utilizadas no *kanban* de fornecedor; duas ficaram na linha de produção e uma cheia no fornecedor. Quando vazia, a caixa é mandada para o fornecedor e trocada por uma cheia. Nesse caso, as caixas vazias funcionam como se fossem uma autorização dando a ordem de produção. Todas as caixas são identificadas com o nome do fornecedor, o código da peça e a quantidade a ser produzida.

Figura 10 - Caixas Kanban



Fonte: Dal Forno, Tubino e Valle (2007)

3.5.6.2 KANBAN DE PRODUÇÃO

O *kanban* de produção tem como função emitir um sinal para que se inicie a produção de um item que será colocado em supermercado. A informação contida nesse tipo de cartão *kanban* constantemente inclui número e descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do produto, além da destinação do produto (TUBINO, 1999).

O *kanban* de produção é um sinal para liberar a produção de um item que será, posteriormente, disposto em supermercado. O cartão *kanban* constantemente inclui

informações, como número e descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para qual o componente deve ser enviado após a produção (TUBINO, 1999).

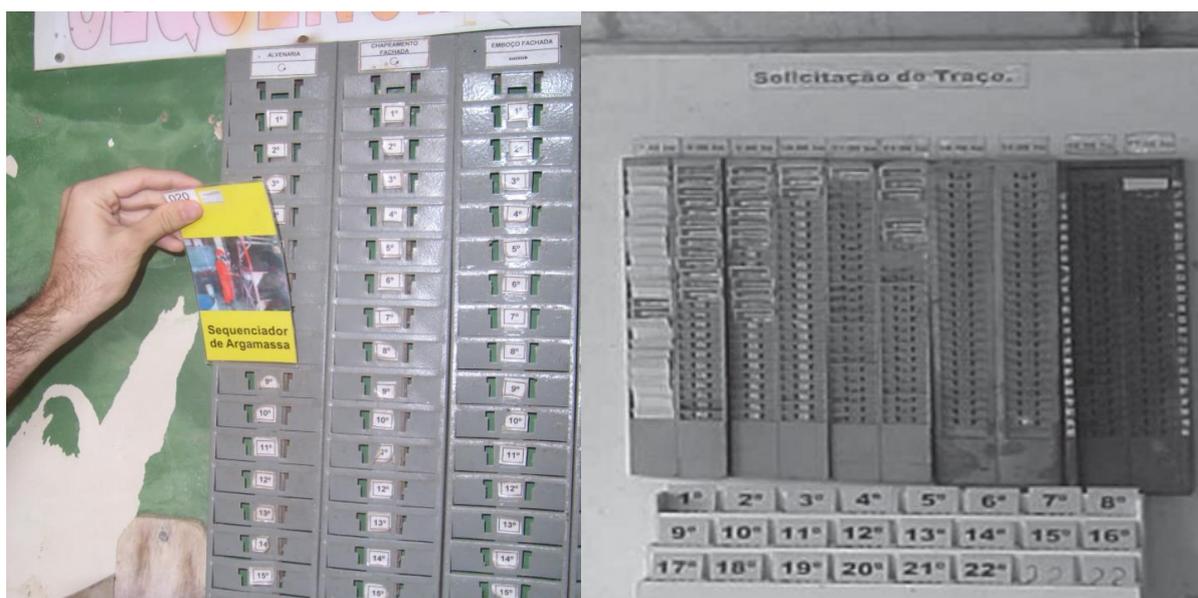
Tubino (1999) esclarece que qualquer *kanban* utiliza o mesmo princípio: o recebimento de um *kanban* dispara o movimento, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor-padrão de unidades. Os *kanbans* são apenas meios pelos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados. Há também, em algumas empresas, os quadrados *kanbans*, que são demarcações no chão para receber contenedores ou peças de trabalho.

3.5.7 KANBAN E HEIJUNKA NA CONTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil são habitualmente utilizados os tipos de *kanbans*, de produção e movimentação e apenas de movimentação. O primeiro se refere a produção e transporte de materiais que são produzidos no canteiro, como argamassa (TEZEL et al. 2015; KEMMER et al., 2006), e o segundo corresponde a materiais que não são produzidos no canteiro, como blocos cerâmicos (VALENTE, 2017).

A Figura 11 apresenta exemplos do tipo de *kanban* referente a produção e transporte, em ambos os casos aplicados na solicitação de argamassa.

Figura 11 - Heijunka box para solicitação de argamassa

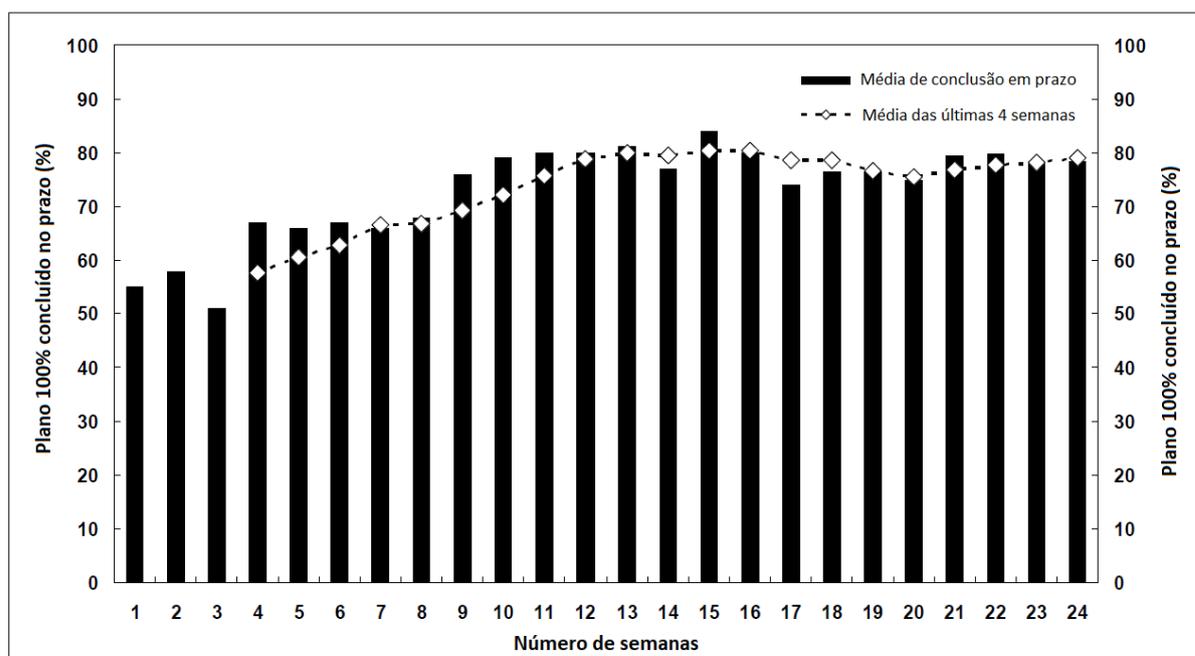


Fonte: (a) TEZEL et al., 2015 (b) KEMMER et al., 2006

Os principais benefícios de uso do *kanban* na construção civil são a redução de resíduos, melhoria do trabalho e melhor engajamento do gestor devido a descentralização da tomada de decisão, maior autonomia dos operários, redução no fluxo operacional e melhor controle do material (HEINECK et al., 2009).

Jang e Kim (2007) realizaram estudos de caso em três obras de construção pesada, que implementaram o *kanban* como parte do sistema *Last Planner System*, com função de nivelar as atividades. Os dados foram obtidos durante seis meses, ou seja, vinte e quatro semanas. Os autores apontaram a porcentagem de tarefas completadas semanalmente. O estudo apontou que após a implementação do *kanban*, essa porcentagem apresentou constante melhoria, conforme apresenta o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Resultados apresentados após implementação de Kanban



Fonte: Jang, Kim (2007), traduzida pelo autor

3.6 NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO APLICADAS A GESTÃO VISUAL

A construção enxuta pode ser considerada como uma abordagem focada no processo e com potencial para ampliar o uso das ferramentas de tecnologias de informação (TI). Com isso, será possível apresentar as condições de transformar e facilitar as operações de construção. No entanto, trabalhos conceituais discutindo as conexões entre gestão visual convencional e técnicas de construção enxuta com tecnologias emergentes para a indústria da construção ainda são muito limitadas. Além de um pequeno número de artigos acadêmicos

e protótipos de implementação, os movimentos de construção enxutos e digitais parecem estar independentes dos outros (TEZEL; AZIZ, 2017a).

Entre as principais tecnologias emergentes que podem ser aplicadas à gestão visual, destacam-se: o *Building Information Modeling* (BIM), sistemas de computação consciente do contexto, computação móvel, Realidade Aumentada/Virtual, uso de drones para escaneamento de superfícies e autoidentificação, escaneamento a laser, Identificação por rádio frequência (*Radio Frequency IDentification* -RFID) e Internet das coisas.

Entretanto, existem pesquisas que mostram a utilização de TI na coleta de dados de campo da construção para apoiar a construção enxuta (BARBOSA et al., 2013; KIRCHBACH et al., 2014) e a conversão em protótipos (SACKS et al., 2010; DAVE et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2017). Esses protótipos geralmente utilizam o BIM como interface de visualização de informação.

Tezel e Aziz (2017a) identificaram em sua pesquisa oportunidades de utilização das tecnologias emergentes em sistemas convencionais de gestão visual, sendo que alguns desses sistemas foram apresentados no Quadro 4. O Quadro 6 apresenta o resumo do estudo desses autores, onde aponta quais ferramentas visuais apresentam viabilidade para serem suportadas pelas principais tecnologias emergentes.

Quadro 6 - Tecnologias emergentes para suporte de sistemas e ferramentas de gestão visual convencional

Ferramentas/ Tecnologias	BIM	Sistemas de consciência de contexto	Compu- tação móvel	Sistemas de realidade aumentada	Escaneam ento de superfície	AutoID (RFID, NFC)	Internet das coisas
5S	X	X	X	X		X	
Placas de performance	X	X	X		X		X
Procedimentos operacionais padrão		X	X	X		X	
<i>Marketing</i> interno		X	X	X		X	X
<i>One-point- lessons (OPL)</i>		X	X	X		X	
Metodologia A3		X	X			X	
<i>Last Planner System (LPS)</i>	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de controle de produção	X	X	X	X	X	X	X

Ferramentas/ Tecnologias	BIM	Sistemas de consciência de contexto	Compu- tação móvel	Sistemas de realidade aumentada	Escaneam ento de superfície	AutoID (RFID, NFC)	Internet das coisas
<i>Andon</i>	X		X			X	X
<i>Heijunka</i>	X		X			X	X
<i>Kanban</i>	X	X	X			X	X
<i>Poka-Yoke</i>		X	X			X	X

Fonte: Tezel e Azis (2017a), traduzido pelo autor

3.7 NORMAS TÉCNICAS E REGULAMENTAÇÕES

Dada a importância de uma gestão visual adequada ao cenário da construção e do seu respectivo canteiro de obras, algumas normas técnicas, normas regulamentadoras e resoluções foram pesquisadas para auxiliar na utilização e padronização das nomenclaturas utilizadas.

As normas e regulamentações estudadas visam usualmente pela saúde e segurança do trabalhador. A NR-26 (BRASIL, 2011) determina as cores para sinalização de segurança de trabalho, que devem ser utilizadas em ambientes de trabalho que oferecem riscos à integridade física dos colaboradores, ela também cita que as cores devem ser atribuídas conforme as normas técnicas. Entre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma que estabelece uma regra sobre as cores de segurança é a NBR 7195, responsável por indicar as cores e os locais de aplicação para finalidade de segurança. O Quadro 7 destaca as cores e suas devidas utilizações segundo essa norma (ABNT, 2011).

Quadro 7 - Cores para segurança

CORES	LOCAL DE APLICAÇÃO
Vermelho	Equipamentos de proteção e combate à incêndios
Laranja	Partes móveis e perigosas das máquinas e equipamentos
Amarelo	Avisos de advertências
Verde	Localização da caixa de primeiros socorros e Equipamentos de Proteção Individual (EPI)
Azul	Determinar o uso de EPI
Púrpura	Marcar os locais onde foram enterrados ou armazenados materiais radioativos
Branco	Faixa para demarcar passagem de pedestres
Preto	Indica coletores de resíduos

Fonte: ABNT (2011), elaborado pelo autor.

A norma NBR 6493 (ABNT, 2019) estabelece as cores de identificação das tubulações industriais e residenciais, não sendo especificamente vinculada a saúde e segurança do trabalho. Destaca-se que nessa norma a utilização da cor vermelha também tem finalidade de identificar o sistema de proteção e combate ao incêndio, corroborando com as normas de segurança.

Outra utilização usual de classificação por cores está na utilização de lixeiras de coleta seletiva. A Resolução 275 de 2001 (BRASIL, 2001) estabelece o código de cores para diferentes tipos de resíduos, sendo:

- Azul: papel/papelão;
- Vermelho: plástico;
- Verde: vidro;
- Amarelo: metal;
- Preto: madeira;
- Laranja: resíduos perigosos;
- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo: resíduos radioativos;
- Marrom: resíduos orgânicos;
- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Verifica-se a possibilidade de padronizar também a utilização das cores conforme o uso dos dispositivos visuais em canteiro.

A revisão de literatura nesse capítulo apontou as principais características, conceituações e da gestão visual, além de apresentar diversos dispositivos visuais e sua aplicação no contexto da construção.

4. DESCRIÇÃO DO MÉTODO

Este capítulo apresenta o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa. São apresentados a estratégia e o delineamento da pesquisa, as fontes de evidência utilizadas e a descrição da empresa envolvida e dos estudos realizados, bem como a descrição da coleta e análise dos dados.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A abordagem metodológica adotada foi o *Design Science Research* (DSR), também conhecida como Pesquisa Construtiva. Para Lukka (2003), através desse tipo de pesquisa busca-se a solução para um problema inicial por meio da construção de artefato. Segundo o mesmo autor, o DSR possui como elementos centrais a relevância prática do problema e da solução, a busca de conexões com as teorias anteriores e a contribuição teórica do estudo. Para Van Aken (2004), por meio do DSR desenvolve-se conhecimento e constroem-se artefatos para resolver diferentes classes de problemas. Ou seja, no DSR a construção do conhecimento é obtida pela compreensão de um problema e pelo desenvolvimento de um conceito de solução, através do artefato, que é aplicável a uma série limitada de situações (HEVNER et al., 2004).

Segundo Lukka (2003), o processo de condução de uma DSR envolve tipicamente sete passos, são eles:

- encontrar um problema de relevância prática, que também possui potencial para contribuição teórica;
- examinar o potencial de cooperação para pesquisas de longo-prazo com as organizações-alvo;
- obter um entendimento profundo do assunto tanto praticamente como teoricamente;
- desenvolver uma solução para o problema que também possui potencial para contribuição teórica;
- implementar e testar esta solução desenvolvida;
- avaliar o âmbito de aplicação da solução;
- identificar e analisar as contribuições teóricas.

Conforme mencionada, a pesquisa aqui apresentada visa contribuir para melhorar a gestão visual em canteiros de obras, podendo esse problema ser considerado como de relevância prática. Para isso foi buscada parceria com uma empresa que concordou com a aplicação do método desenvolvido em suas obras. Ao final da pesquisa serão apresentadas as contribuições teóricas, como indicado por Lukka (2003).

Em relação aos produtos da DSR, March e Smith (1995) classificam os mesmos em:

- constructos: formam o vocabulário de um domínio específico e constituem a conceituação para descrição de um problema e especificação de suas possíveis soluções;
- modelos: representam um grupo de premissas que expressam as relações entre os constructos;
- métodos: série de passos para execução de uma tarefa; e
- implementações: operacionalizações dos constructos, modelos e métodos, a fim de evidenciar a viabilidade dos elementos conceituais que a solução construída possui.

Nesta pesquisa, o artefato proposto é um Método para Avaliação de Dispositivos Visuais em canteiros de obras, a fim de identificar as melhores práticas de aplicação dos dispositivos visuais no contexto estudado.

Por meio da observação crítica de práticas e dispositivos visuais na produção, abstração do entendimento sobre eles e revisão da bibliografia relacionada, foram propostas diretrizes para avaliação dos dispositivos, principalmente ao que concerne à sua classificação. Desta forma, o produto principal da pesquisa foi construído ao longo do trabalho, à medida que os estudos preliminares e piloto foram sendo executados, paralelamente à revisão da literatura.

Reitera-se ainda que, como delimitação da pesquisa, o levantamento dos dispositivos de Gestão Visual foi restrito àqueles utilizadas diretamente no setor da produção dos estudos empíricos, ou seja, no canteiro de obras propriamente dito. O setor da produção foi entendido nessa pesquisa como o local de execução do escopo da montadora. Portanto, os dispositivos visuais eventualmente utilizados no setor administrativo das empresas de manufatura, foram desconsiderados.

As obras estudadas foram de mesma empresa, entretanto, as mesmas apresentam características distintas entre si, como diferentes contratantes, ramos industriais e localizações. As obras estão localizadas em quatro estados diferentes do Brasil e duas regiões, sul e sudeste, perfazendo um total de cinco canteiros de obra - "construction site" - distintos, sendo um terminal portuário, uma fábrica de fertilizantes, uma indústria de gases e duas fábricas de papel e celulose.

Foram realizadas duas visitas preliminares em dois canteiros de obra de montagem industrial, designadas posteriormente como Canteiros B e C, para que houvesse maior compreensão do cenário estudado e das principais adversidades para o levantamento de dados (observação direta, registros fotográficos e análise de documentos), como pode ser visualizado na Figura 13. Nessa visita preliminar o objetivo era o entendimento das dificuldades para aplicar o estudo e a visualização de forma generalizada dos dispositivos visuais que estavam sendo aplicados, para apoiar na elaboração inicial da lista. Em seguida, a lista inicial foi aplicada no Canteiro A que também será chamado de estudo “piloto”. Nesse momento, o pesquisador realizou ajustes pontuais no roteiro de investigação para coleta de dados. Com as adequações devidas, o estudo foi reaplicado no estudo piloto, ou seja, ao Canteiro A e às outras quatro obras, que se tornaram objetos de estudo e de levantamento de dados. Foram identificados e classificados os dispositivos visuais aplicados nas obras. Posteriormente, foi possível organizar os dados para analisá-los criteriosamente, a fim de compreender a realidade sobre a utilização de dispositivos visuais nesse contexto, ou seja, nas obras de montagem industrial.

Em um primeiro momento foi realizada uma entrevista não estruturada com um dos responsáveis pela obra “piloto”. A escolha foi aleatória e se deu pela disponibilidade no momento da visita. Posteriormente, no entanto, foi definido um novo padrão, buscou-se entrevistar o responsável de maior hierarquia dentro do canteiro (gerente de contrato, supervisor de planejamento ou engenheiro de produção) com objetivo de compreensão da realidade da obra e empresa em estudo. As respostas serviram para auxiliar na percepção do autor e não interferiram na aplicação da lista de avaliação.

As análises de documentos e observação direta foram realizadas *in loco*, e auxiliaram na atribuição das pontuações na lista de avaliação e sua ordem cronológica não apresenta interferência na aplicação do método. Portanto, foi facultativo entre as duas etapas qual devia ser estabelecida como primeira etapa. Simultaneamente à observação direta, pode ser obtido os registros fotográficos, quando autorizados pela empresa em estudo, para que posteriormente fossem gerados os relatórios fotográficos.

Os documentos analisados e disponibilizados pela empresa foram: PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, Contrato da obra, Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, Manual de integração para prestador de serviço terceirizado, este quando disponível no canteiro. Além disso, também foram observados os procedimentos das ISO (*International Organization for Standardization*) 9001 e 14001, pois a empresa estudada possui certificação nessas normas.

Posterior às etapas que auxiliaram no reconhecimento do local de estudo, na análise de documentos e na observação direta foi aplicada a lista de avaliação, que é o artefato principal da pesquisa. Após as etapas realizadas em campo, incluindo a aplicação da lista de avaliação, foi elaborado o relatório fotográfico, corroborando com as classificações previamente definidas para preenchimento da lista, conforme Figura 12. Com isso foi possível ilustrar as classificações encontradas conforme as características das ferramentas. Durante o refinamento do método de avaliação, não pôde haver incongruência entre a classificação de um dispositivo atribuída em campo e a classificação do relatório fotográfico. Caso apresentasse alguma incongruência, far-se-ia necessário reavaliar a obra, aplicando novamente a lista de avaliação, visando a classificação adequada para o dispositivo avaliado.

Figura 12 - Composição das etapas de levantamento de dados



Fonte: Autor

Os relatórios fotográficos auxiliaram na visualização e compreensão das avaliações atribuídas na lista de avaliação, bem como das classificações, seja de finalidade, ou de categoria (GALSWORTH, 1997) dos dispositivos relatados.

A identificação e classificação dos dispositivos visuais em canteiro de obras de montagem industrial foram baseadas nos dados levantados e comparados com a revisão da literatura.

Evidenciou-se que o presente trabalho julgou como dispositivo visual somente a porção sensorial perceptível do artefato. Ou seja, o esforço não visível destacado por Valente (2017) e Valente et al. (2019) não foi avaliado. Todavia, para avaliação dos dispositivos foram considerados, inclusive, os indicadores e sinais visuais mais tradicionais, com pouca relevância e poder de comunicação.

A revisão da literatura foi realizada por meio do método conhecido como revisão narrativa, onde foram utilizados artigos, dissertações, teses e livros. Segundo Cordeiro et al. (2007), na revisão narrativa não há a definição de critérios explícitos e a seleção dos artigos

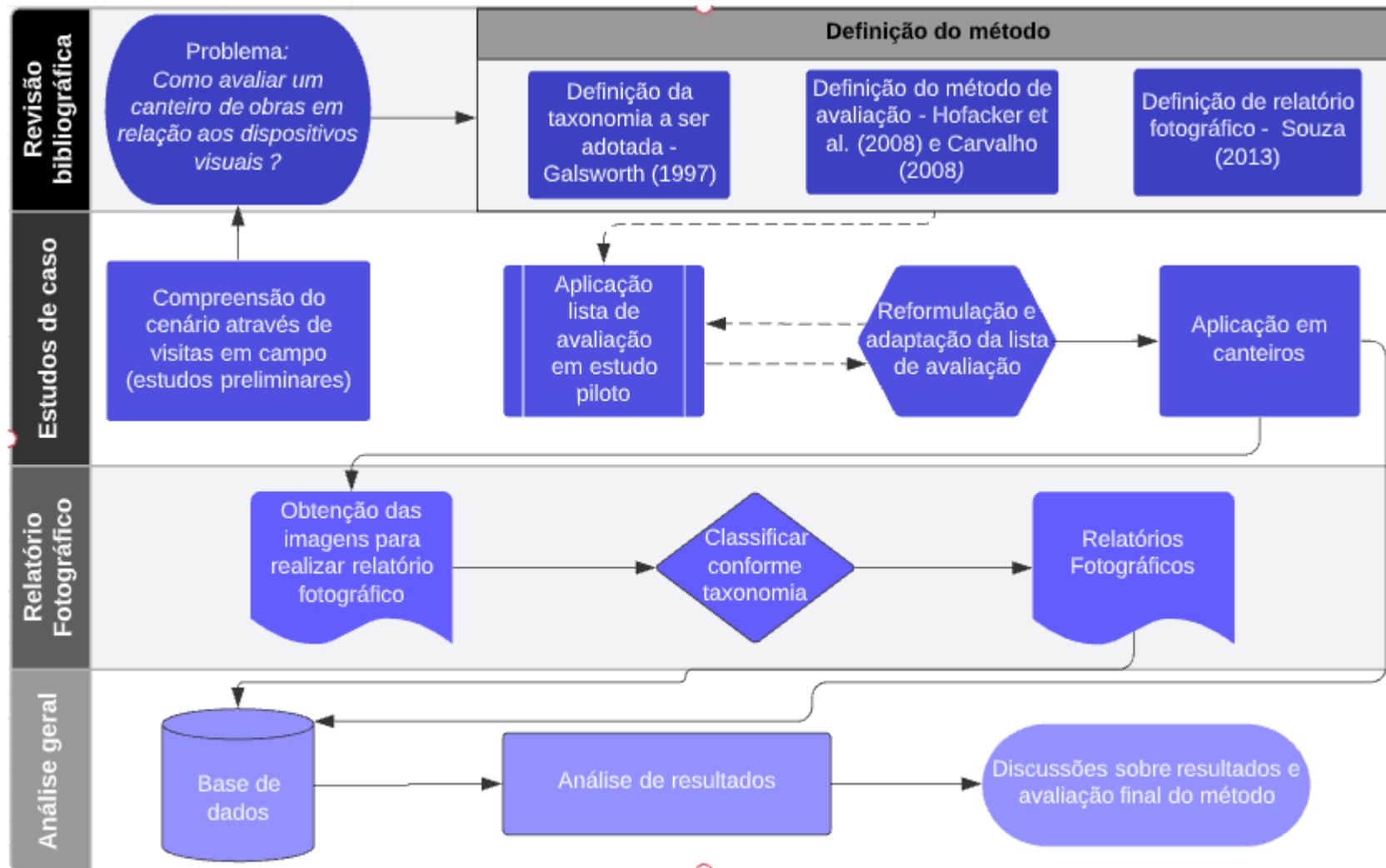
é feita de forma arbitrária, não seguindo uma sistemática. Dessa forma, o autor ou pesquisador pode incluir documentos de acordo como seu viés, não exigindo um protocolo rígido para sua confecção. Assim, inicialmente a busca das fontes não foi pré-determinada e específica.

Entretanto, devido a essa arbitrariedade na escolha da literatura, foi constatada a relevância de determinar melhor a questão de pesquisa por meio de uma revisão sistemática da literatura, que foi realizada paralelamente, ou seja, sem relação direta com a revisão narrativa. A revisão sistemática da literatura (RSL) realizada nesse trabalho está apresentada no Apêndice A.

Em DSR, a sequência de etapas da pesquisa não é linear, existindo ciclos de aprendizagem para ampliar o entendimento do problema e o desenvolvimento da solução a ser construída no decorrer do tempo (LUKKA, 2003). Por isso, durante todo o processo, a revisão bibliográfica foi explorada visando entender as taxonomias existentes, a definição da classificação dos dispositivos visuais a ser adotada e refinando um artefato que tivesse como objetivo a avaliação da qualidade na utilização dos dispositivos visuais nos canteiros de obras de montagem industrial,

Os procedimentos metodológicos descritos podem ser observados no fluxograma apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Fluxograma do método de pesquisa desenvolvido



Fonte: Autor

4.2 LISTA DE AVALIAÇÃO

4.2.1 ELABORAÇÃO DA LISTA DE AVALIAÇÃO

Foi considerada a importância de adoção de um formulário ou lista de avaliação que servisse como guia para reconhecimento de práticas que estavam relatadas em bibliografias (BARBOSA et al., 2013 ; BIOTTO et al., 2014; BRADY, 2014; DAL FORNO; TUBINO; VALLE, 2007; GALSWORTH, 1997, 2011 ; HEINECK et al., 2009, HO, 1999; JANG; KIM, 2007 ; KEMMER et al., 2006, LIKER; MEIER, 2006; LIKER, 2004; SHINGO, 1989; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002; SOUZA, 2013; TEZEL et al., 2010, 2016; TEZEL; AZIZ; 2017b), ou foram visualizadas em canteiros de obras pelo autor.

A abordagem das questões que compõe a lista de avaliação baseou-se inicialmente nas questões utilizadas no questionário aplicado por Souza (2013), com extensão para mais grupos de projeto, além da segurança do trabalho.

A lista de avaliação apresenta sua estrutura conforme a taxonomia apresentada por Galsworth (1997), na qual as ferramentas visuais são classificadas como indicadoras, sinalizadoras, controladoras e garantias visuais. Na lista proposta, a classificação está abreviada com a letra inicial de cada classificação (I, S, C e G), sendo esse o primeiro nível dos tópicos. A lista proposta pode ser verificada no Apêndice B.

Foi verificado durante o reconhecimento de campo, no estudo preliminar ou piloto, a possibilidade de classificar a lista em mais um nível, atendendo a uma abordagem de nível operacional, para que fosse possível a avaliação da finalidade de aplicação do dispositivo. Assim, posteriormente, os setores da empresa responsáveis pelos dispositivos e o corpo diretor da empresa poderiam verificar quantitativa e comparativamente qual o nível de aprendizado visual atribuído a determinado com setor. Com isso, seria possível também o embasamento para a tomada de decisões buscando a melhoria contínua do processo. A taxonomia foi baseada nas áreas de atuação dos dispositivos, o que indiretamente pode ser relacionada, pela empresa estudada, ao setor responsável, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Classificação da gestão visual quanto a finalidade de aplicação (Nível 2)

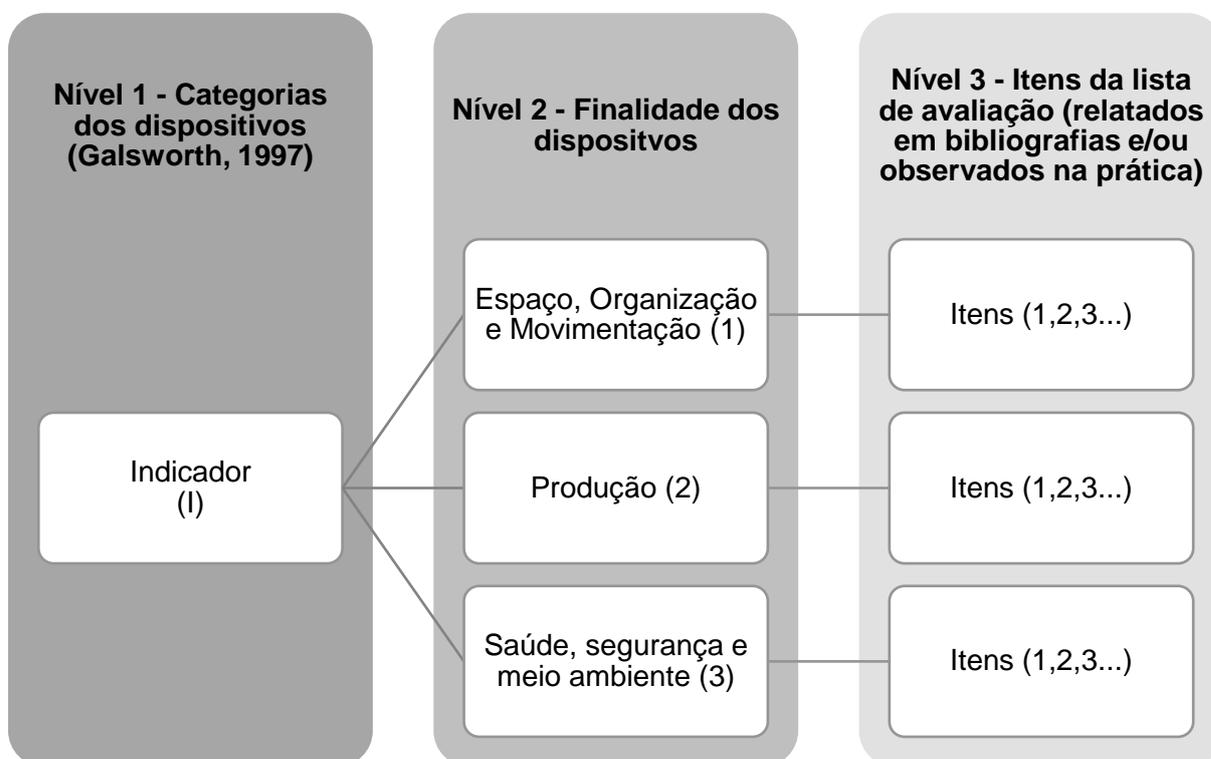
Tópico (Nível 2)	Descrição	Setores responsáveis
1	Espaço, Organização e Movimentação	Administração do canteiro e SSMA ¹
2	Produção	Supervisão de produção e planejamento
3	Saúde, segurança e meio ambiente	SSMA

Fonte: Autor

1- SSMA- Saúde, segurança e meio ambiente

No terceiro nível, foram inseridos os itens do formulário, que são os itens que serão avaliados de fato nos canteiros. A esse terceiro nível foram atribuídos algarismos arábicos identificadores de maneira crescente, dando início com o número 1 (um). A quantidade de itens do terceiro nível atribuídos a cada segundo nível foram variáveis, conforme a quantidade de dispositivos mencionados em literatura e observados nas visitas realizadas.

O esquema dos níveis pode ser visualizado na imagem esquemática na Figura 14 a seguir. No esquema é exemplificado com o grupo dos indicadores (nível 1) se divide em relação aos outros níveis de avaliação. Ressalta-se que esse esquema apresentado é similar para os demais grupos do nível 1, ou seja, para os sinalizadores, controladores e garantidores.

Figura 14 - Níveis de organização da lista de avaliação

Fonte: Autor

O estudo piloto (Canteiro A) teve grande contribuição para visualização de dispositivos, adequação dos dispositivos relatados em literaturas ao tipo de obra e melhor maneira de aplicação do questionário. Os dispositivos encontrados na literatura somados à observação direta compuseram os itens do terceiro nível. Vale ressaltar que quanto maior o grau de controle do dispositivo, ele tende a ser mais complexo (GALSWORTH, 1997) e sua quantidade relatada em estudos tem menor escala.

O Quadro 9 apresenta um sumário com os níveis de avaliação 1 e 2 da lista. Ao total são listadas 55 oportunidades de aplicação dos dispositivos visuais em canteiros de obra. O tipo de dispositivo com mais observações possíveis é do tipo “Indicadores” com 31 questões para avaliação.

Quadro 9 – Sumário da lista de avaliação proposta

Nível	Categoria / Finalidade	Questões
I	INDICADORES	
I.1	Espaço, organização e movimentação	12
I.2	Produção	7
I.3	Saúde, segurança e meio ambiente	12
S	SINALIZADORES	
S.1	Espaço, organização e movimentação	1
S.2	Produção	1
S.3	Saúde, segurança e meio ambiente	5
C	CONTROLADORES	
C.1	Espaço, organização e movimentação	8
C.2	Produção	4
C.3	Saúde, segurança e meio ambiente	1
G	GARANTIAS VISUAIS	
G.1	Espaço, organização e movimentação	1
G.2	Produção	1
G.3	Saúde, segurança e meio ambiente	2
-	Total de avaliações	55

Fonte: Autor

A pontuação de cada item da lista de avaliação foi baseada na escala Likert, que originalmente apresenta cinco graus de variação. No estudo em questão, também foi atribuído cinco escalas de pontos, variando de um a cinco. O menor nível apresenta um valor contabilizado para que não haja possibilidade dos gráficos e porcentagens apresentarem erros devido à utilização da pontuação zero ou nula. Halpin, Halpin e Arbet (1994) sugerem que a melhor opção de escolha para o número de itens na escala depende do conteúdo que a escala pretende mensurar.

Segundo Vieira (2009), é importante distinguir item de Likert de escala Likert, pois a escala é o somatório dos escores conferidos aos vários itens que formam um conceito. No estudo foram atribuídos aos itens, as notas 1 a 5, correspondentemente. A lista de avaliação, portanto, buscou adaptações para se adequar melhor ao conteúdo que deseja mensurar e utilizou expressões de concordância de cinco itens:

- 1: Dispositivo não visualizado ou utilizado erroneamente, não exercendo o papel para que foi projetado;
- 2: Dispositivo visualizado, porém com limitações severas de comunicação, como posição inadequada, baixa visibilidade, quantidade inferior a considerada eficiente;
- 3: Dispositivo visualizado, com limitações razoáveis de comunicação;
- 4: Dispositivo visualizado, utilizado devidamente, porém, com alguma deficiência visualizada (qualidade do material do dispositivo, visibilidade, dificuldade de interpretação, mal uso do dispositivo);
- 5: Dispositivo visualizado, utilizado devidamente, sem deficiências claras de comunicação.

As escalas Likert podem ser apresentadas como expressões de concordância, frequência, importância, qualidade ou probabilidade (VIEIRA, 2009). No entanto, a lista proposta não baseia sua pontuação a partir dessas expressões comumente utilizadas nas denominadas “escalas Likert”, pois baseia-se na quantidade e qualidade da mensagem pelo ponto de vista do receptor, sendo assim, uma nota atribuída de forma qualitativa, baseada na experiência visual do avaliador durante a(s) sua(s) visita(s) ao canteiro.

O Quadro 10 apresenta uma visualização parcial e um exemplo de preenchimento de parte da lista de avaliação.

Quadro 10 - Exemplo de preenchimento da lista de avaliação

CANTEIRO		A				
ÍNDICES		1	2	3	4	5
I	INDICADORES	101				
I.1	Espaço, organização e movimentação	39				
I.1.1	Placas identificadoras de canteiro					X
I.1.2	Divisão por cores para determinação e delimitação das áreas	X				
I.1.3	Identificação dos materiais no almoxarifado				X	
I.1.4	Identificação das tomadas					X
I.1.5	Identificação dos equipamentos e ferramentas				X	
I.1.6	Banner com política da empresa e gestão a vista					X
I.1.7	Projetos a vista					X
I.1.8	Planejamento a vista (p.e. cronograma, avanço, curva S, indicadores)			X		

Fonte: Autor

As notas foram atribuídas apenas aos subtópicos de terceiro nível. A pontuação do nível 2 será a soma dos tópicos de níveis 3 que estão na sequência. Da mesma forma, o nível 1 é a soma dos tópicos de nível 2 que estão na sequência. O escore será avaliado por tópico, nível 1 e 2, seguindo as equações, como se explica nas equações 1 e 2:

$$\text{NÍVEL 01 - TÓPICO "INDICADORES" (I)} = \sum I.1 + I.2 + I.3 + I.4 \text{ (Eq. 1)}$$

$$\text{NÍVEL 02 - SUBTÓPICO "ESPAÇO, ORGANIZAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO" (I.1)} = \sum I.1.1 + I.1.2 + \dots \text{ (Eq. 2)}$$

O preenchimento das situações observadas em cada canteiro gerou as pontuações atribuídas e as médias obtidas em cada subtópico e tópico, conforme Apêndice C. Para realizar a média, foram utilizadas a pontuação apresentadas anteriormente e as perguntas contêm pesos iguais.

Os resultados desta média aritmética podem ser expostos em percentuais de desempenho. Portanto, ao término da avaliação da empresa pode-se determinar um valor percentual de desempenho em relação à recorrência dos dispositivos visuais aplicados

naquele canteiro de montagem industrial estudado. Para agrupamento dos resultados em níveis, foi estabelecido a relação entre nível e porcentagem.

Foram estabelecidos os níveis propostos por essa pesquisa, considerando todos os subníveis propostos, para avaliação mais macro da lista de avaliação. Portanto, os níveis foram classificados conforme proposta no Quadro 11. Os níveis foram baseados na escala utilizada na lista de avaliação, as cinco notas, formaram 4 intervalos de níveis. Sendo a nota máxima, 5, compatível a 100% e a nota mínima 1, compatível a 20%, dessa forma os intervalos foram estabelecidos em 20%. A Figura 15 apresenta a escala de avaliação representada por cores, a fim de facilitar a interpretação visual da classificação.

Quadro 11 – Níveis de aplicação dos dispositivos móveis utilizados no estudo

Nível	Escore (%)	Característica
A	81% a 100%	Utilização de dispositivos visuais eficientemente.
B	61% a 80%	Utilização de dispositivos visuais com algumas deficiências.
C	41% a 60%	Moderada utilização de dispositivos visuais, ou utilização deficiente
D	20 a 40%	Baixa frequência ou nenhum na utilização de dispositivos visuais.

Fonte: Autor

Figura 15 - Escala e níveis de aplicação em cores

%	20%	40%	60%	80%	100%
Nível	N/A	D	C	B	A
Nota	1	2	3	4	5

Fonte: Autor

Ressalta-se que na aplicação da lista de avaliação não é possível obter a nota 0 (zero), ou seja, não é possível não pontuar, por isso, o nível mínimo será 20%. No entanto, devido a este menor índice receber também as notas dos não aplicados (N/A) ou identificados no canteiro, ele foi responsável por mais da metade das respostas.

O nível 2 (Dispositivo: Finalidade) é exposto em forma de gráfico de radar preenchido para que haja melhor visualização dos percentuais adquiridos na lista de avaliação. O gráfico radar preenchido foi dividido em quatro níveis sendo dispostos da seguinte forma:

- Nível A – Verde;
- Nível B – Amarelo;
- Nível C – Laranja;

- Nível D – Vermelho.

A partir deste gráfico foi possível analisar individualmente o desempenho de cada um dos diferentes envolvidos em relação aos resultados totais e atuar pontualmente na melhoria de desempenho dos pontos críticos identificados.

4.2.2 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Para organização da coleta de fotos, foi elaborada uma planilha por canteiro, onde cada registro fotográfico foi analisado segundo as taxonomias de dispositivos visuais de Gaslworth (1997), conforme exemplo parcial apresentado no Quadro 12 a seguir.

Os dispositivos identificados foram caracterizados conforme sua finalidade. Posteriormente foram atribuídos a descrição do dispositivo conforme a mensagem transmitida pelo emissor para o receptor e o grau de controle exercido por ele.

O leiaute do relatório fotográfico baseia-se no apresentado por Souza (2013), no entanto, observou-se que houve menos itens do que essa autora e os dispositivos relatados no presente estudo apresentam mais finalidades.

Esse relatório fotográfico tem como função estabelecer um padrão de classificação para que outros pesquisadores consigam ter melhor compreensão da classificação conforme taxonomia e finalidade. Além disso, é um facilitador para confirmar se a aplicação da lista de avaliação não apresenta maiores divergências quanto à classificação dos dispositivos.

De uma maneira geral, verificou-se que de fato os dispositivos visuais utilizam o sentido da visão para serem identificados, compreendidos e posteriormente classificados. Por isso, a etapa de relatório fotográfico faz-se primordial para completar esse trabalho e se torna um complemento importante do artefato elaborado.

Quadro 12 - Modelo do relatório fotográfico

Finalidade	Imagem	Dispositivo visual	Descrição da comunicação visual	
			Mensagem	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	1 	Placa	Indicação de local adequado para recolhimento de madeira, para posteriormente, possível descarte adequado ou reciclagem	INDICADOR

Fonte: Autor

Os relatórios fotográficos de cada uma das cinco obras pesquisadas estão apresentados na íntegra nos apêndices D a H.

4.2.3 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

Ao fim, o artefato é avaliado para determinar se houve avanço no conhecimento, sendo esta uma das premissas da pesquisa DSR (MARCH; SMITH, 1995). Os mesmos autores afirmam que a inexistência de métricas ou de critérios para avaliar o artefato impedem o julgamento efetivo dos esforços de uma pesquisa. Puro e Storey (2008) sugerem três constructos principais para avaliação do artefato desenvolvido: utilidade, facilidade de uso e compatibilidade com a prática existente. Observou-se que todos os três tipos de constructos que se encaixam no presente trabalho.

Salienta-se que o modelo proposto emergiu ao longo dos estudos, sendo finalizado após o que foi considerado como “estudo-piloto”. Assim, ele pôde ser avaliado apenas com base na literatura existente e nos estudos em que foi aplicado, pois não houve tempo suficiente para ser testado de forma integral, em outras empresas, por exemplo. Todavia, ao final de sua proposição, foi realizada uma reflexão sobre o modelo em si e sua compatibilidade com a realidade retratada; suas possíveis contribuições em termos de utilidade e facilidade de uso; e seus potenciais benefícios ao ser utilizado para avaliação de dispositivos visuais associados ao sistema gerencial do canteiro de obras e da empresa.

4.3 DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

Os estudos foram realizados em uma empresa do ramo setorial de montadoras industriais, com dezoito anos de atividade no mercado brasileiro, tendo sido visitado cinco

canteiros distintos. A empresa apresenta um quadro de funcionários que varia conforme as demandas dos projetos em andamento, mas historicamente apresenta entre 300 e 800 funcionários. O faturamento anual, baseado nos últimos cinco anos, foi de cerca de sessenta milhões de reais anuais.

A sede da empresa está localizada em São Paulo – SP, e as principais áreas de atuação na montagem industrial são indústrias químicas, petroquímicas, papel e celulose, madeiras, MDF e aglomerados. A empresa em questão apresenta características próprias que condicionam a realização de obras com certa proximidade entre si. No entanto, ressalta-se que há alta variedade nas exigências de cada cliente e o empenho de cada equipe de gerenciamento da obra faz-se influente nos resultados obtidos em cada canteiro.

Segundo a classificação utilizada pelo SEBRAE (2018), a empresa pode ser considerada de grande porte, pois fica na faixa de 500 funcionários ou mais. Empresas de médio porte são aquelas que possuem entre 100 e 499 funcionários. As pequenas empresas são todas aquelas que possuem de 20 a 99 funcionários. As microempresas são todas aquelas que possuem menos de 20 funcionários. O Quadro 13 apresenta as principais características e alguns dados da empresa em estudo.

Quadro 13 - Caracterização da empresa em estudo

Classificação CNAE	Certificações	Abertura da empresa (Ano)	Obras simultâneas em andamento em 2/2019
4292-8	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001	2001	5
Quantidade de funcionários	Faturamento anual médio (reais)	Porte da empresa	Declara aplicar construção enxuta?
300-1800 (variável)	R\$ 60 mi ¹	Grande ²	Não

Fonte: Autor

¹ O faturamento varia anualmente, mas a média dos últimos três anos é de cerca de R\$ 60 milhões.

² Classificação SEBRAE (2018)

O mapa apresentado na Figura 16 apresenta a localidade dos canteiros de obras, objetos de estudo da pesquisa.

Figura 16 - Localização dos canteiros estudados



Fonte: Autor

O Quadro 14 apresenta alguns dados e características dos canteiros de obras estudados, como: localização, tipo de indústria, quantidade média de funcionários, característica da obra, prazo de execução e avanço físico da obra na data de cada visita.

Quadro 14 - Caracterização dos canteiros de obras

Obra	Local	Tipo de indústria	Quantidade e de funcionários (média)	Característica de obra	Prazo de execução	Avanço físico da obra
A	Vinhedo-SP	Gases	60	Implantação	6 meses	18%
B	Paranaguá-PR	Portuária/Logística	180	Ampliação	18 meses	93%
C	Uberaba-MG	Fertilizantes	42	Reforma	8 meses	61%
D	Três Barras-SC	Papel e Celulose	80	Ampliação	8 meses	16%
E	Ortigueira-PR	Papel e Celulose	350	Ampliação	18 meses	3%

Fonte: Autor

Conforme mencionado anteriormente, foram visitados dois canteiros de obras de montagem industrial com objetivo de compreensão do contexto estudado. Essas visitas foram identificadas como “preliminares”, e ocorreram em janeiro de 2019. A partir desses estudos preliminares, juntamente com a revisão bibliográfica foi emergida a primeira lista de avaliação, que veio a ser aplicada no estudo piloto, Canteiro A, em junho de 2019. Após essa aplicação e visita técnica, o modelo foi refinado, e teve sua reaplicação em julho de 2019 na mesma obra.

Posterior a esse período de estudo piloto, o método foi refinado novamente, para então ser obtido o artefato proposto, que foi devidamente aplicado aos cinco canteiros de obras. A partir desse momento foram visitados os dois canteiros estudados na fase “preliminar”, o canteiro que havia sido tratado como “estudo piloto” anteriormente e mais duas obras inéditas, que foram analisadas somente com o método devidamente refinado e totalmente revisado. As visitas técnicas para aplicação do artefato duraram em média, 1h30 a 2h, sendo sempre acompanhado por um funcionário de um cargo de nível gerencial ou supervisão daquele canteiro. O Quadro 15 apresenta o histórico de visitas realizado.

Quadro 15 – Resumo das visitas técnicas (VT)

Objetivo	Canteiro	Data da visita	Duração da visita	Cargo do funcionario acompanhante da VT
Preliminar	B	09/01/2019	1h30 min	Engenheiro de Planejamento
Preliminar	C	18/01/2019	1h30 min	Engenheiro de Planejamento
Estudo Piloto	A	25/06/2019	1h30 min	Gerente de contrato
Estudo Piloto	A	02/07/2019	1h30 min	Gerente de contrato
Aplicação	B	08/07/2019	1h30 min	Engenheiro de Planejamento
Aplicação	C	16/07/2019	1h30 min	Técnico de Seg. do Trabalho
Aplicação	A	26/08/2019	2h	Gerente de contrato
Aplicação	D	03/03/2020	2h	Gerente de contrato
Aplicação	E	04/03/2020	1h30 min	Engenheiro de Planejamento

Fonte: Autor

O Quadro 16 apresenta os dados levantados nos canteiros anteriores à aplicação da lista de avaliação. Esses dados foram fundamentais para acompanhar o procedimento de pesquisa e facilitar a comparação da experiência visual com o resultado quantitativo da lista.

Quadro 16 - Resumo da coleta de dados nos canteiros

Canteiro	Entrevista com gestor da obra	Análise de documentos (fotos e anotações)	Observação direta no canteiro	Análise de documentos (contratante e contratada)	Discussões informais
A (Piloto)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
B	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
C	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
E	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autor

Após as etapas de reconhecimento do local do estudo e obtenção de imagens para realização do relatório fotográfico, apresentado nos apêndices D a H, foi possível conferir a lista de avaliação aplicada nos canteiros em estudo.

Nos próximos itens, serão apresentados os cinco canteiros que foram aplicados, com suas principais características como a localização, tipo de indústria, escopo de montagem, etapa e/ou avanço da obra, quantidade de colaboradores. Além disso, serão apresentadas algumas características físicas reportadas por meio de figuras.

4.3.1 CANTEIRO A

O canteiro A estava localizado no estado de São Paulo, especificamente, na cidade de Vinhedo, cuja planta química está destinada ao envasamento de gases. A obra foi caracterizada como um projeto “*greenfield expansion*”, ou seja, sem instalações e facilidades pré-existentes no local.

Esse canteiro de obras foi o primeiro a ser aplicada a lista de avaliação e foi utilizado como estudo piloto. Para tal, houve duas visitas ao mesmo, até que a lista de avaliação e o procedimento de coleta fossem refinados. Posteriormente a aprimoração do método e procedimento, a lista de avaliação foi reaplicada no canteiro A, e em outros dois canteiros anteriormente conhecidos em visitas preliminares ao estudo piloto, são eles, o canteiro B e C, além da aplicação em mais dois novos canteiros, D e E.

No escopo do serviço a ser realizado pela empresa X no canteiro de obras A estava a montagem eletromecânica do pátio industrial, com instalação de equipamentos e infraestrutura elétrica e mecânica para seu devido funcionamento. O escopo da obra contava

com uma fase de desmontagem de uma fábrica desativada na cidade de Osasco-SP, mas essa fase não foi estudada, por se tratar de um serviço fora da área do canteiro.

A primeira fase de visita nesse canteiro foi logo após a mobilização do mesmo, ou seja, o canteiro havia sido finalizado há pouco tempo e a atividade na obra ainda apresentava baixo volume. A duração prevista do projeto era de 150 dias. O número de pessoal efetivo da obra na data da visita era de 81 colaboradores.

A Figura 17 apresenta a vista aérea do canteiro de obras, destacando o trecho em vermelho como o canteiro de obras estudado. Em azul, é indicado o canteiro da empresa responsável pela montagem civil que não fez parte da avaliação proposta. Essa vista teve a função de auxiliar na percepção quanto a dimensões do terreno, projeto e canteiro.

Figura 17 - Vista aérea do canteiro de obras A

(Em azul –empreiteira responsável pela obra civil. Em vermelho – empresa em estudo, responsável pela montagem industrial)



Fonte: Google Maps (2019)

4.3.2 CANTEIRO B

O canteiro B estava localizado no estado do Paraná, especificamente, na cidade de Paranaguá, caracterizando-se por ser uma obra portuária no maior polo de distribuição de fertilizantes do país. A contratante é considerada como a única fábrica de superfosfato simples

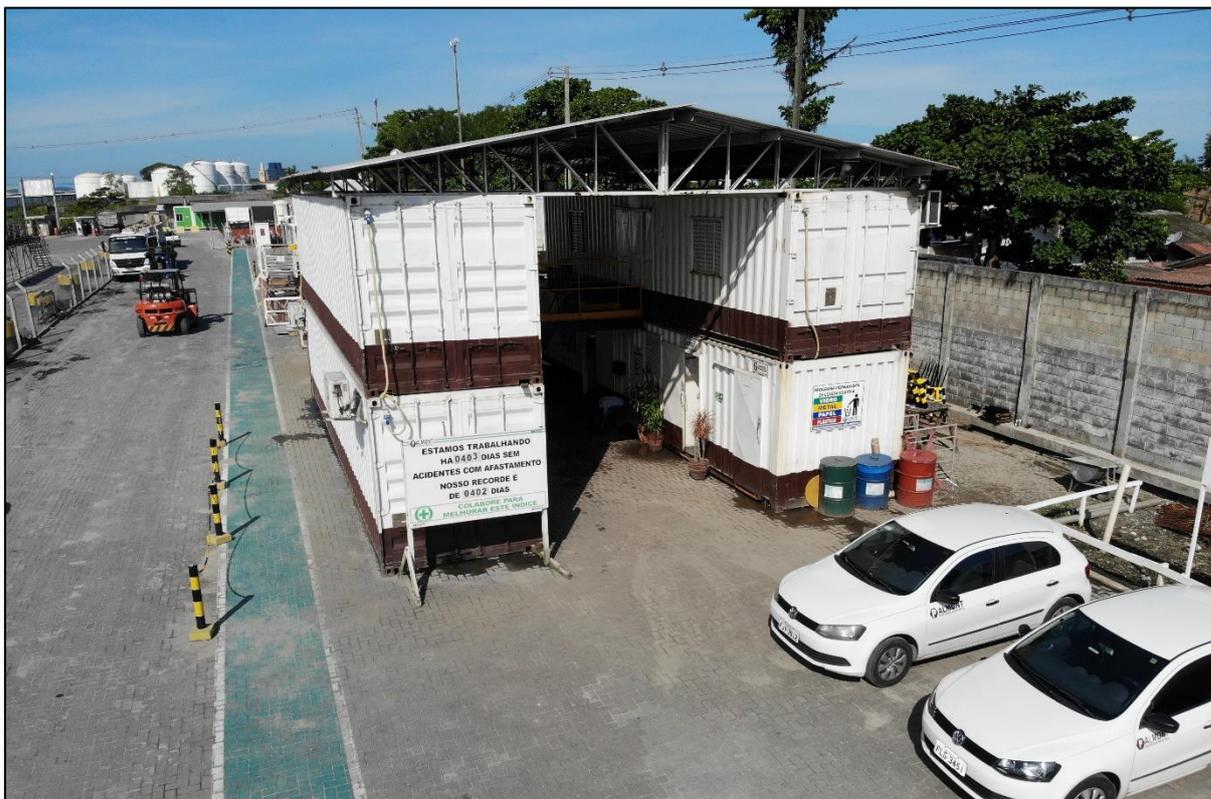
do estado do Paraná, e a empresa responde por cerca de 10% da produção nacional deste importante insumo para agricultura, sendo o principal fornecedor para o polo de Paranaguá.

A obra foi caracterizada como “*brownfield expansion*”, ou seja, projeto realizado para somar com um existente, com uso de *retrofit*, ou seja, modernização das instalações existentes. Os principais serviços a serem executados nesse projeto foram a montagem de transportadores, que tinham como objetivo atualizar a logística interna dos insumos que desembarcavam no porto e eram distribuídos na planta. Essa movimentação era realizada por caminhões e estava sendo substituída por transportadores industriais. No escopo da empresa montadora contratada estavam os serviços de instalação das torres de transporte e dos transportadores, além de tubulações e instalações elétricas para alimentação dos equipamentos.

A obra estava em fase de finalização e próximo à desmobilização de canteiro durante a visita, sendo que o mesmo havia sido implantado há quase dois anos. A gerência e os trabalhadores estavam habituados às práticas que estavam sendo adotadas no local, pela montadora, pela gerenciadora de contratos e pelo cliente.

O canteiro da montadora foi instalado em uma área do estacionamento que foi destinada para as partes contratadas na execução do projeto se instalarem. O projeto contava com uma gerenciadora de projetos e duas empresas com grande escopo, uma como foco em obra civil e uma com foco em montagem eletromecânica, além de terceirizadas com escopo menor no projeto. O número de pessoal efetivo na data da visita era de 147 funcionários, entre mão de obra direta e indireta.

A Figura 18 apresenta uma vista do canteiro de obras da empresa em estudo. Nele pode ser observado a utilização de estruturas modulares para construção do canteiro (como contêineres, estruturas metálicas e o telhado removível), e o aproveitamento de infraestruturas entregues pela contratante, como piso intertravado e caminho seguro demarcado.

Figura 18 - Canteiro de obras B

Fonte: Autor

As Figuras 19 e 20 apresentam vistas aéreas que possibilitam visualizar o projeto e a proximidade com o terminal portuário de Paranaguá. Nas imagens é possível verificar parte do escopo contratado realizado, como a instalação de transportadores de correias, com função de substituir a circulação de caminhões com função de logística interna no terminal. Também é visualizada a presença de vias pavimentadas para logística interna.

Como a área destinada ao canteiro de obras era restrita, houve a necessidade de montar um local para recebimento e pré-montagem de estruturas em um terreno próximo, na cidade, fora da obra. Essa área apresentava menor influência do contratante no gerenciamento do canteiro, no entanto, ainda assim, havia vistorias para verificar itens de segurança do trabalho e organização no canteiro de pré-montagem.

Figura 19 - Vista aérea do projeto B



Fonte: Autor

Figura 20 - Vista aérea do projeto B – proximidade com o terminal portuário



Fonte: Autor

No momento da visita essa área destinada a pré-montagem havia sido desmobilizada, devido a etapa avançada da obra. A aplicação da lista baseou-se no canteiro de obras e na área de montagem, além de uma pequena área destinada para recebimento de materiais, próximo ao canteiro.

4.3.3 CANTEIRO C

O canteiro C estava localizado no estado de Minas Gerais, especificamente, na cidade de Uberaba, sendo que a planta química pesquisada realizava processos para fabricação de fertilizantes. A obra foi caracterizada como “*brownfield*”, com *retrofit*, ou seja, modernização das instalações existentes.

No escopo do projeto a principal atividade era relacionada à montagem de tubulação industrial, uma nova linha de abastecimento de água estava sendo montada para que substituísse uma tubulação de água que estava degradada, com vazamentos e encontrava-se enterrada. Para que fossem realizada essa nova linha de tubulação, foram necessárias obras de infraestrutura e fundação para receber a estrutura de suporte das tubulações que eram montadas acima do solo.

O canteiro de obras apresentava uma certa proximidade com a planta industrial existente, principalmente das áreas de execução do serviço. A Figura 21 apresenta a vista aérea do canteiro de obras, podendo visualizar sua organização, os elementos que o compõe e a infraestrutura em que foi instalada.

Figura 21 - Canteiro de obras C



Fonte: Autor

Na Figura 22, pode-se visualizar uma das principais áreas de trabalho no início do projeto, onde foram realizadas obras de fundação, tubulação e *pipe-racks* (estruturas metálicas para elevação de tubulação). Na Figura 23, verifica-se a mesma área com o serviço

praticamente concluído com as tubulações instaladas, assim pode ser mais bem visualizado o escopo do projeto.

Figura 22 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no projeto C



Fonte: Autor

Figura 23 - Vista aérea das áreas do serviço em conclusão no projeto C



Fonte: Autor

4.3.4 CANTEIRO D

O canteiro D estava localizado no estado de Santa Catarina, especificamente, na cidade de Três Barras, sendo que a planta química realizava processos para fabricação de papel e celulose. A obra foi caracterizada como “*brownfield expansion*”, com *retrofit*.

No escopo do projeto a principal atividade era relacionada à montagem de equipamentos, um novo pátio de madeiras, instalações para início do processo de fabricação do papel e celulose, sendo montada para que ampliasse a produção da fábrica. No escopo da obra, além da montagem dos equipamentos estáticos e rotativos referentes ao pátio de madeiras, havia a necessidade de realização das instalações complementares (tubulação, elétrica e instrumentação).

O canteiro foi instalado com bastante proximidade da planta industrial, principalmente das principais áreas de execução dos serviços, conforme ilustrado na Figura 24. A área restante (não destacada) da foto, contém, em quase sua totalidade áreas com execução dos serviços contratados.

Figura 24 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no projeto D
(em amarelo – canteiro de obras)



Fonte: Autor

A Figura 25 apresenta o canteiro de obras, podendo visualizar sua organização, os elementos que o compõe, as instalações temporárias e a infraestrutura em que foi instalado.

Figura 25 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no canteiro D



Fonte: Autor

4.3.5 CANTEIRO E

O canteiro E estava localizado no estado do Paraná, especificamente, na cidade de Ortigueira/PR, sendo que essa planta química realizava processos para fabricação de papel e celulose. A obra foi também caracterizada como “*brownfield expansion*”, ou seja, projeto realizado para somar com um existente, com modernização das instalações existentes.

Nesse projeto, foram executados quatro contratos com diferentes escopos, a saber: o pátio de madeiras, a gaseificação, a planta de licor branco e forno de cal e o manuseio da biomassa. A principal atividade contratada estava relacionada à montagem de equipamentos mecânicos estáticos e rotativos, além da montagem de tanques e vasos de pressão. Esses contratos faziam parte de um projeto de ampliação da produção da fábrica. Devido à quantidade de contratos que foram executados simultaneamente, esse canteiro apresentava particularidades frente aos demais, sendo maior em espaço físico, com mais instalações provisórias devido à maior quantidade de colaboradores que estavam trabalhando e que viriam a aumentar conforme o planejamento do projeto.

O canteiro E apresentava uma proximidade com a planta do pátio de madeira e manuseio. Porém, os outros dois locais de trabalho, gaseificação e planta de licor branco e forno de cal, encontravam-se a uma distância de cerca de 1,0 km do canteiro principal. Isso dificultou atender totalmente as necessidades dos colaboradores, sendo necessária a construção de um “canteiro avançado”, estrutura de apoio aos supervisores e colaboradores, além de banheiros, próximos a estes postos de serviços. A Figura 26 apresenta a vista aérea do canteiro principal e de parte da área de execução do serviço, o pátio de madeiras e o

manuseio de biomassa. A Figura 27 apresenta uma vista das instalações provisórias deste canteiro.

Figura 26 - Vista aérea das áreas de execução de serviço no projeto E
(em amarelo – o canteiro de obras, em azul – área referente ao projeto do pátio de madeiras)



Fonte: Autor

Figura 27 - Vista lateral das instalações provisórias do canteiro E



Fonte: Autor

Após a apresentação das estratégias metodológicas, do artefato elaborado e da descrição dos objetos de estudo, o capítulo seguinte tratará de apresentar os resultados obtidos durante a pesquisa.

5. RESULTADOS

Nesse capítulo são apresentados os resultados obtidos na aplicação do método nos objetos de estudo. O capítulo está dividido em dois itens principais, sendo o 5.1 responsável por apresentar os resultados por objeto de estudo, dividido, assim como na apresentação dos objetos, em outros cinco subitens, 5.1.1 a 5.1.5. O item 5.2 apresenta a análise geral e comparativa dos resultados obtidos.

5.1 CANTEIROS DE OBRAS

Para coleta dos dados nos canteiros pesquisados foram utilizados os instrumentos descritos no capítulo anterior:

- Lista de avaliação (Apêndice B);
- Relatórios fotográficos (Apêndices D a H).

Os resultados da aplicação do método serão apresentados individualmente por canteiro de obras nos subitens apresentados a seguir, 5.1.1 a 5.1.5.

5.1.1 CANTEIRO A

No canteiro A foi possível identificar diversos dispositivos visuais. Na entrada da obra havia painel de controle da presença de pessoas no canteiro, conforme a Figura 28. A esse dispositivo foi atribuído a classificação de dispositivo controlador, pois atribui a função de controlar a quantidade de pessoas dentro do canteiro, visto que é obrigatório apresentar uma ficha de identificação para a entrada.

A Figura 29 a) e b) apresenta dois diferentes tipos de placas de segurança do trabalho, que foi o dispositivo com maior reincidência no canteiro. Observou-se que as placas apresentam diversas informações, com o intuito de informar sobre os perigos existentes, para identificar a qualificação das pessoas autorizadas, de divulgação de campanhas de conscientização, de identificação de ferramentas, de equipamentos, de áreas, entre outras.

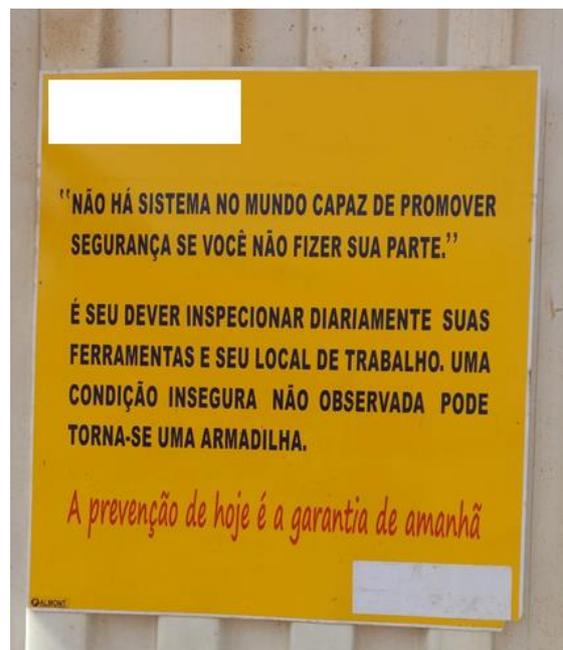
As placas foram consideradas como dispositivo indicador, pois tem como função informar de uma forma visual, no entanto, não exerce controle.

Figura 28 - Quadro para controle da entrada de pessoas no canteiro



Fonte: Autor

Figura 29 - a) Sinalizações de perigo, identificação do quadro e dos dados dos funcionários autorizados; b) Placa de conscientização de segurança



Fonte: Autor

A gestão visual auxiliou também na gestão de resíduos, como pode ser visualizado na Figura 30. Em diversas áreas do canteiro era possível visualizar áreas destinadas para colocação das lixeiras ou recipientes para a coleta seletiva. Elas estavam devidamente identificadas para facilitar a separação seletiva, com placas e cores, e evitar erros de classificação dos resíduos. As lixeiras seguiam o padrão conforme a Resolução 275 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2001). As áreas para separação dos resíduos foram consideradas como dispositivo controlador, pois além de informar, apresenta um nível de controle na ação de descarte.

Figura 30 - Lixeiras identificadas com cores para separação de resíduos



Fonte: Autor

O vestiário do canteiro A apresentava limpeza, organização e identificações, características comuns a aplicação do 5S. Outra área que também estava devidamente sinalizada, organizada, e identificada era a o caminho seguro, que cercava todo o canteiro até a entrada ao local de serviço na fábrica. A Figura 31 a) e b) ilustram as situações descritas, respectivamente.

Figura 31 - a) Vestiário limpo, organizado e identificado b) caminho seguro identificado



Fonte: Autor

Observou-se a presença de um quadro de desempenho do setor de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) (Figura 32). Entretanto, esse era um dispositivo que ainda não estava sendo devidamente utilizado, devido à obra estar em sua fase inicial. Foi consultado o técnico de segurança durante a visita, que mencionou que os dados necessários para gerar os indicadores de SSMA ainda não tinham sido coletados para serem incorporados ao quadro. Observa-se que a empresa deu o nome de “Gestão à Vista” para esse quadro. Esse dispositivo foi considerado na categoria de indicadores.

Figura 32 - Quadro para anexar documentos de gestão a vista de SSMA



Fonte: Autor

Com finalidade de produção, foi possível identificar um dispositivo *Poke-Yoke* que apresentava maior nível de controle, pois garantia que a montagem de peças seria realizada na maneira correta, conforme Figura 33a. Segundo a conceituação apresenta por Tezel et al. (2016), *Poke-Yokes* são sistemas usados para alertar as pessoas ou controlar ou bloquear fisicamente os erros para aumentar a qualidade do processo, a segurança geral e diminuir os tempos de configuração da produção. O dispositivo em questão é apresentado na forma de bloqueio físico, sendo que nos tripés dos suportes havia uma identificação com um código e uma seta (Figura 33b), que correspondia a um segundo perfil, que tinha o mesmo código e uma seta ao contrário. A conexão das duas peças ou perfis era a única maneira possível de encaixe, devido ao formato e dimensões da estrutura da plataforma, garantindo assim o acerto do encaixe pelo operário. Esse dispositivo foi considerado na categoria de garantidores visuais.

Figura 33 - *Poke-Yoke* para garantia de montagem correta de plataforma



Fonte: Autor

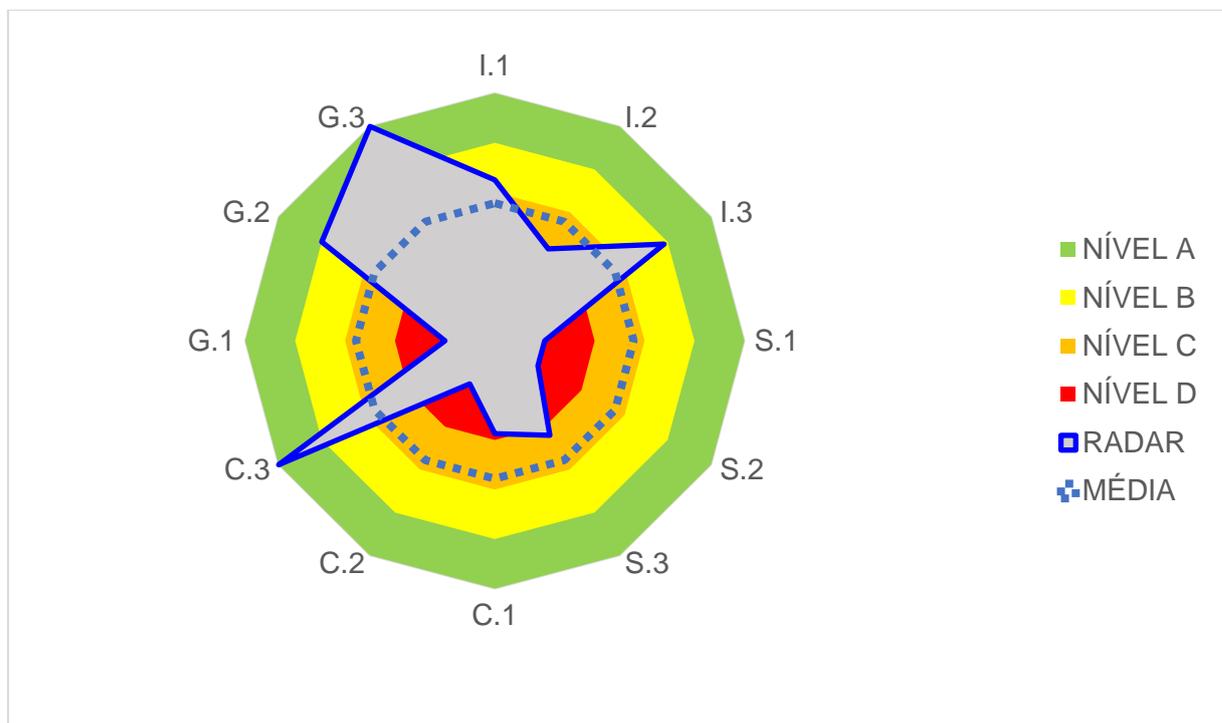
O relatório fotográfico completo do diagnóstico do canteiro A pode ser observado no Apêndice D. Aplicada a lista de avaliação no canteiro A, conforme Apêndice C, foi possível obter as notas e porcentagens em todos os níveis. A Tabela 1 apresenta o resumo, no nível 2, das respostas obtidas.

Tabela 1 - Resultado da lista de avaliação no canteiro A

ÍNDICE	PONTUAÇÃO		ESCORE
	TÓPICO.SUBTOPICO	TOTAL	CANTEIRO A
I.1	60	39	65%
I.2	35	15	43%
I.3	60	47	78%
S.1	5	1	20%
S.2	5	1	20%
S.3	25	11	44%
C.1	40	15	38%
C.2	20	4	20%
C.3	5	5	100%
G.1	5	1	20%
G.2	5	4	80%
G.3	10	10	100%
TOTAL	275	153	56%

Fonte: Autor

A partir das percentagens obtidas foi possível realizar um gráfico de radar, que pode ser visualizado no Gráfico 4, onde também foi atribuído a visualização da média obtida. Conforme nível de qualificação proposto é possível identificar que o nível de aplicação dos dispositivos visuais está sobre o nível C, com 56%.

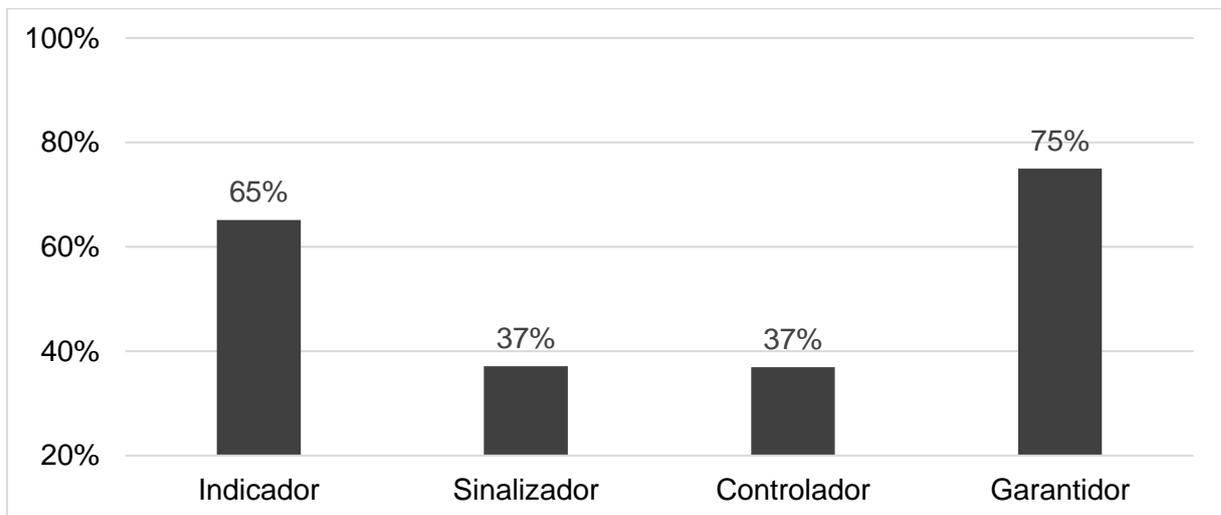
Gráfico 4 - Resultado da lista de avaliação no canteiro A

Fonte: Autor

O Gráfico 4 apresenta o código de índice de cada tópico e subtópico, conforme apresentado na Tabela 1 e Apêndice B. O índice C.3 e G.3, dispositivo controlador e garantidor com finalidade de atender a saúde e segurança do trabalho, apresenta o melhor escore, 100%. Entretanto, um dos motivos dessa alta porcentagem está na limitação de apenas uma questão para esse subtópico.

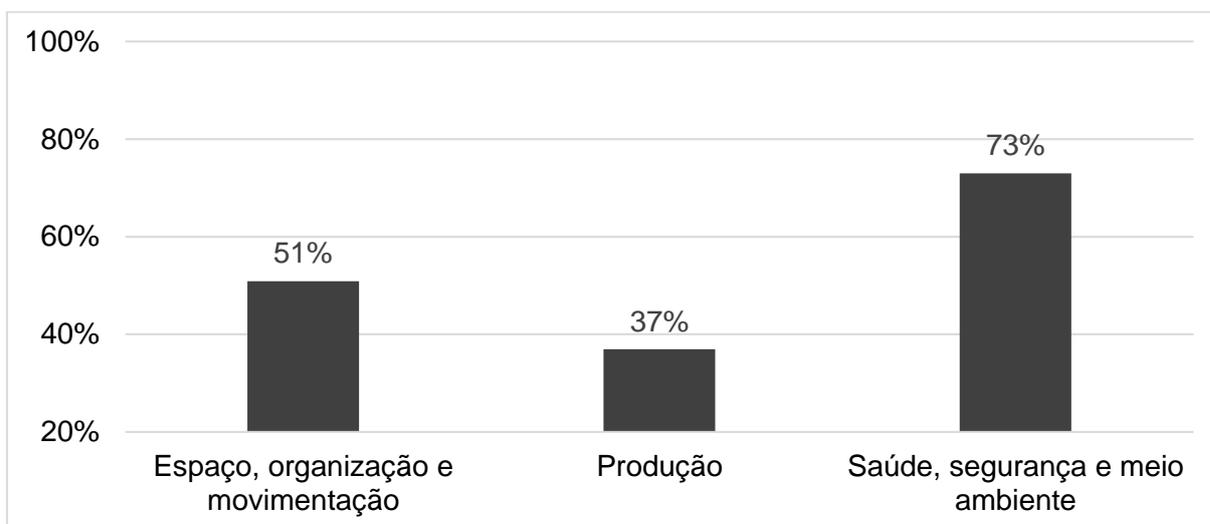
Os tipos de dispositivos com maiores incidências foram os garantidores, seguidos dos indicadores, com 75% e 65%, respectivamente. Os dispositivos garantidores apresentam menos itens no questionário e podem apresentar maiores desvios em sua porcentagem. Apesar de serem dispositivos mais complexos, eles apresentaram recorrência na utilização desses dispositivos no canteiro A. O dispositivo do tipo indicador é mais presente em quantidade e apresenta mais opções para serem desenvolvidas, isso acontece devido a sua pouca complexidade, pois não há controle quanto ao cumprimento ou não da orientação que é transmitida, limitando-se apenas na comunicação. O Gráfico 5 apresenta as porcentagens do escore de cada tipo de dispositivo no canteiro A.

Gráfico 5 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro A



Fonte: Autor

A principal finalidade de aplicação dos dispositivos visuais observada nesse canteiro estava vinculada à saúde, segurança e meio ambiente e o menos recorrente foram os dispositivos vinculados a produção, conforme apresenta o Gráfico 6.

Gráfico 6 - Escore por finalidade no canteiro A

Fonte: Autor

5.1.2 CANTEIRO B

O canteiro B apresentou diversos dispositivos visuais em sua área destinada ao canteiro de obras e às instalações provisórias. No canteiro B, por existir uma acentuada movimentação de veículos, pessoas e produtos, este apresentava característica de maior rigorosidade na fiscalização de segurança e saúde.

O relatório fotográfico completo pode ser verificado no Apêndice E. As imagens dos dispositivos foram em sua quase totalidade capturadas externas ao terminal portuário, apenas na área do canteiro de obras. Isso aconteceu devido ao fato de que no terminal portuário eram proibidas as capturas de imagens.

A Figura 34 apresenta um dispositivo que apresenta maior incidência no canteiro, uma placa, caracterizada como dispositivo indicador, com objetivo de apresentar determinada informação voltada à saúde e segurança do trabalhador.

Na Figura 35 pode-se verificar a utilização de etiquetas de controle de manutenção, onde cada cor representa a inspeção que ocorreu em um determinado trimestre. A etiqueta deve estar correspondendo a cor do trimestre para ser considerada segura, com a devida manutenção preventiva. As etiquetas só eram substituídas quando realizadas novas manutenções preventivas nos equipamentos. Esse dispositivo foi considerado na categoria de indicadores visuais.

Figura 34 - Banner para promover campanha de prevenção de acidentes



Fonte: Autor

Figura 35 - Etiquetas de classificação de conformidade de manutenção preventiva



Fonte: Autor

Na Figura 36 pode-se verificar como aconteciam as movimentações de pedestres próximo ao porto, sendo apresentados caminhos seguros pintados no chão com cores indicadoras. Além disso, havia placas indicando os tipos de riscos que o pedestre estava sujeito naquela área e quais devidos equipamentos de proteção individual que deviam ser utilizados no local. Estas informações eram esclarecidas durante os treinamentos e reforçadas com placas durante o percurso indicado. Esse dispositivo foi considerado na categoria de controladores visuais.

Figura 36 - Marcação de rota e caminho seguro no canteiro B

Fonte: Autor

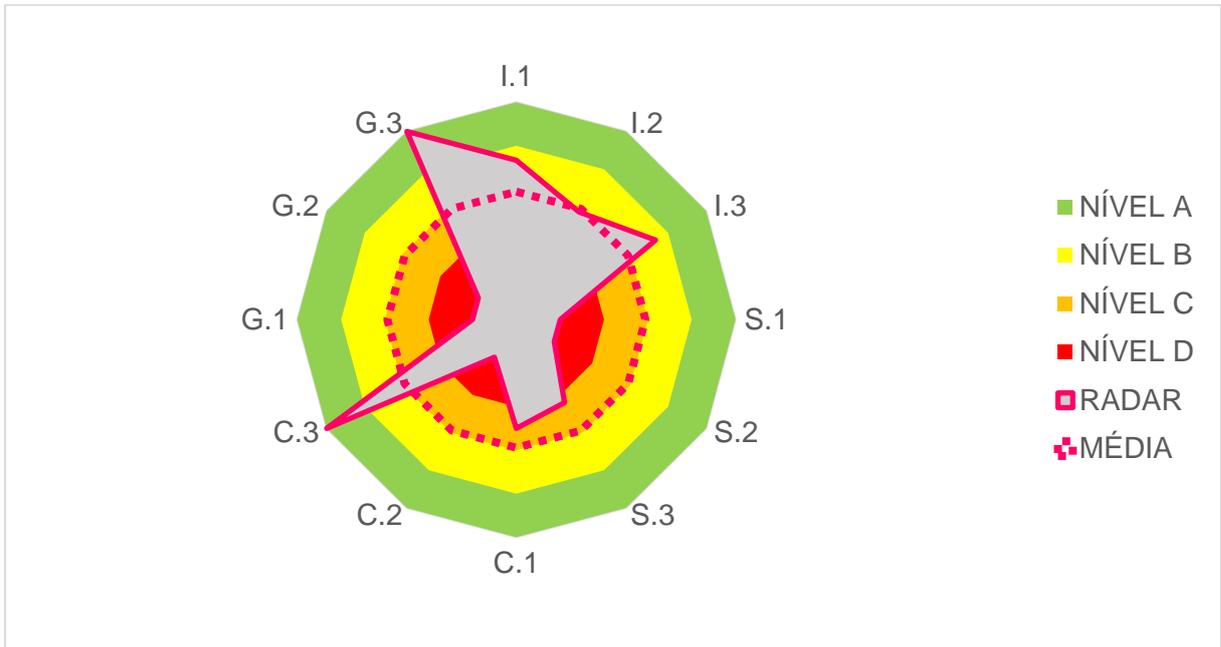
Os dispositivos visuais encontrados no canteiro B puderam ser avaliados conforme a lista de avaliação proposta e conforme apresentado no Apêndice C. Após obtenção e análise dos dados foi possível obter as pontuações e as porcentagens dos tópicos da lista, em todos os níveis, que estão apresentados na Tabela 2 e Gráfico 7

Tabela 2 - Resultados da lista de avaliação no canteiro B

ÍNDICE TÓPICO.SUBTOPICO	PONTUAÇÃO		ESCORE
	TOTAL	CANTEIRO B	%
I.1	60	44	73%
I.2	35	20	57%
I.3	60	44	73%
S.1	5	1	20%
S.2	5	1	20%
S.3	25	11	44%
C.1	40	20	50%
C.2	20	4	20%
C.3	5	5	100%
G.1	5	1	20%
G.2	5	1	20%
G.3	10	10	100%
TOTAL	275	162	59%

Fonte: Autor

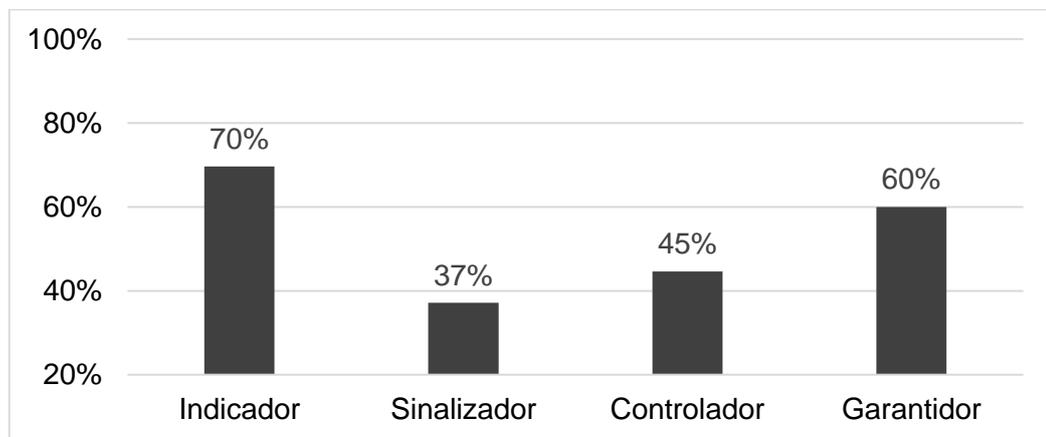
Gráfico 7 - Resultado da lista de avaliação no canteiro B



Fonte: Autor

Os índices C.3 e G.3, apresentaram os melhores escores, 100%, mas um dos motivos dessa porcentagem alta também foi a questão da limitação de apenas uma questão para cada um desses subtópicos. O tipo de dispositivo com maior incidência foram os indicadores, corroborando a experiência notada ao visitar o canteiro B. O tipo de dispositivo com maior incidência foram os “indicadores”, com 70%, seguidos dos dispositivos garantidores, controladores e sinalizadores, respectivamente, conforme o Gráfico 8.

Gráfico 8 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro B

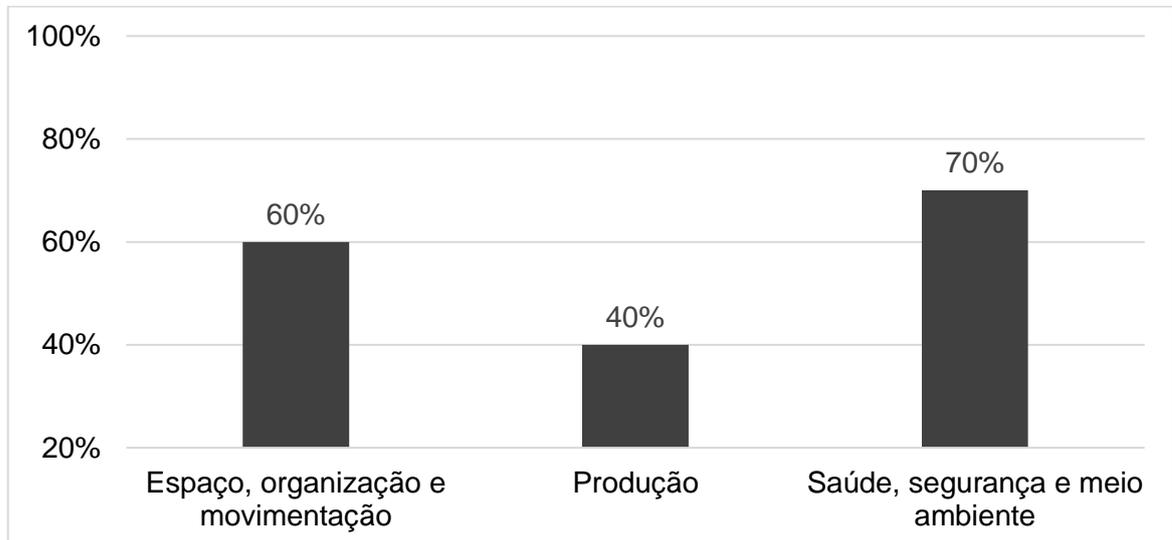


Fonte: Autor

Entre as três finalidades que foram avaliadas, a gestão visual que obteve maior incidência de dispositivos a sua disposição foram as caracterizados como “saúde, segurança

e meio ambiente”, seguida por “espaço, organização e movimentação” e com menor índice, a “produção”, conforme apresenta o Gráfico 9.

Gráfico 9 - Escore por finalidade de no canteiro B



Fonte: Autor

5.1.3 CANTEIRO C

Os dispositivos visuais encontrados no canteiro C foram avaliados através da lista de avaliação e apresentada no Apêndice C. Entre as três finalidades que foram avaliadas, a que obteve maior incidência de dispositivos a sua disposição foram as caracterizados como “saúde, segurança e meio ambiente” e o tipo de dispositivo com maior incidência foram os “indicadores”.

A Figura 37 apresenta um dispositivo que apresenta maior incidência na obra, caracterizada como dispositivo indicador, com objetivo de apresentar uma determinada informação voltada à “saúde e segurança do trabalho”.

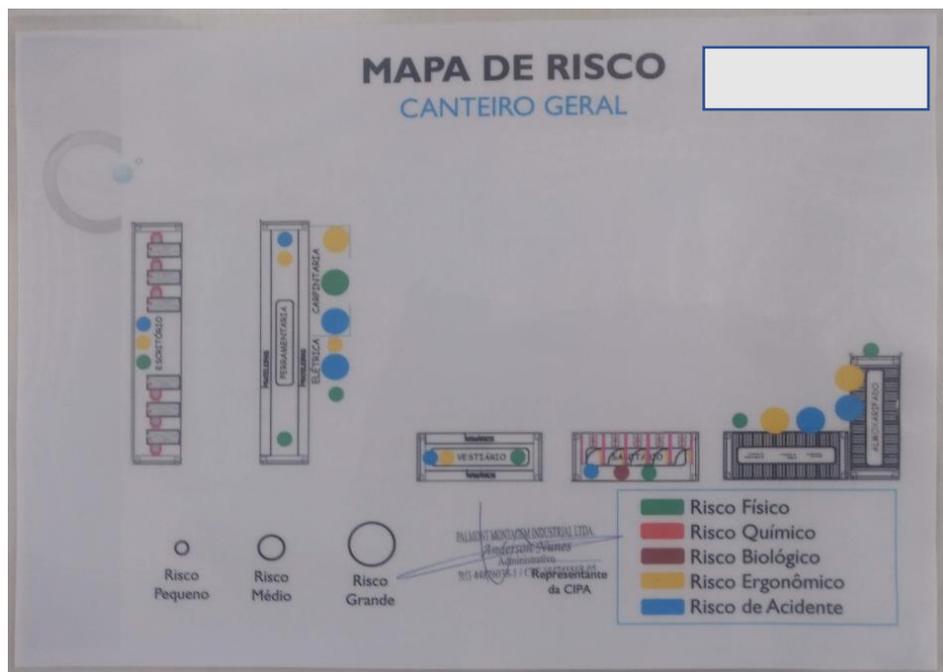
Na Figura 38 pode-se verificar a exposição do mapa de riscos do canteiro, apresentando as informações sobre o risco de acidente evidente em cada área e qual seu correspondente grau, baseado no tamanho da marcação. Esse dispositivo foi classificado como indicador, pois possui a função de informar, sem exercer controle sobre quem recebe a mensagem.

Figura 37 - Placa de segurança para utilização de EPI



Fonte: Autor

Figura 38 - Mapa de risco do canteiro C



Fonte: Autor

Na Figura 39 pode-se visualizar lixeiras que se apresentam como ferramentas visuais para identificação da coleta seletiva, por meio de cores e escrita, de acordo com a Resolução 275 do CONAMA (BRASIL, 2001). Esse tipo de dispositivo tem como principal finalidade de proteção ao meio ambiente, e utiliza do grau de controle "indicador". Nesse caso, o dispositivo oferece a informação, mas não controla, nem sinaliza, quando não realizada conforme o indicado.

Figura 39 - Coleta seletiva de resíduos

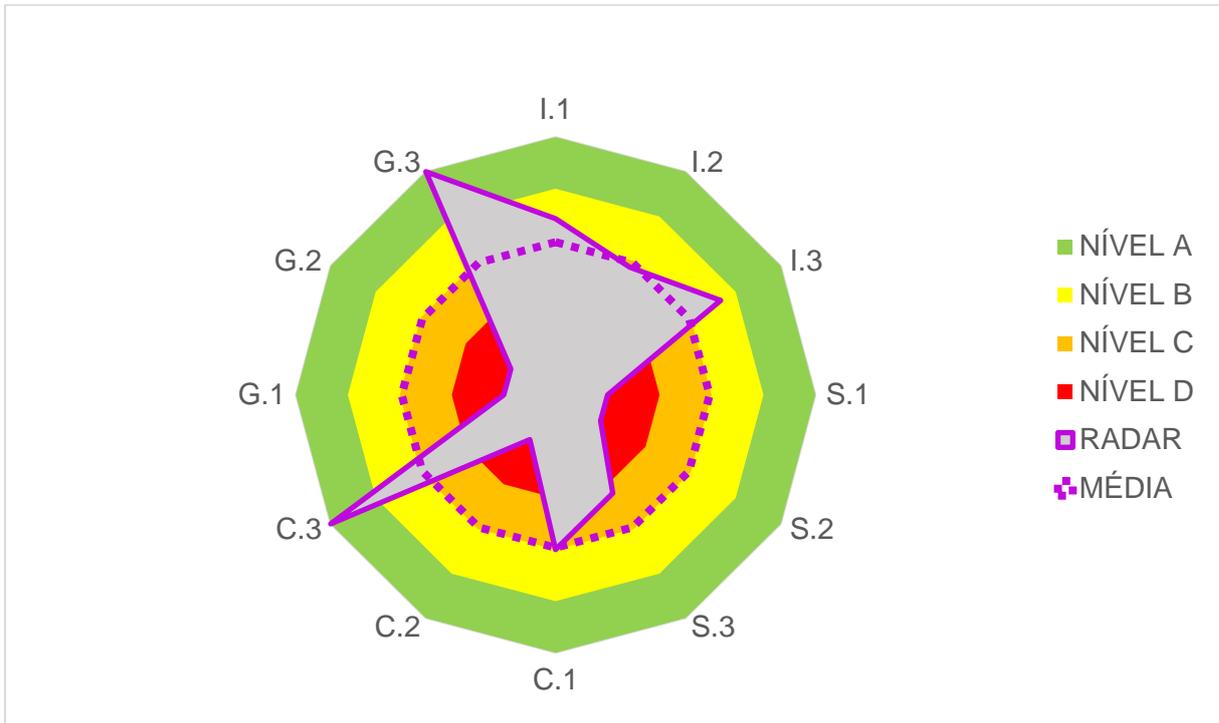
Fonte: Autor

Após a obtenção de imagens para realização do relatório fotográfico (conforme Apêndice F), foi possível conferir a lista de avaliação. O resultado da lista está representado de acordo com a Tabela 3 e o Gráfico 10.

Tabela 3 - Resultados da lista de avaliação no canteiro C

ÍNDICE	PONTUAÇÃO		ESCORE
	TÓPICO.SUBTÓPICO	TOTAL	CANTEIRO C
I.1	60	41	68%
I.2	35	20	57%
I.3	60	44	73%
S.1	5	1	20%
S.2	5	1	20%
S.3	25	11	44%
C.1	40	24	60%
C.2	20	4	20%
C.3	5	5	100%
G.1	5	1	20%
G.2	5	1	20%
G.3	10	10	100%
TOTAL	275	163	59%

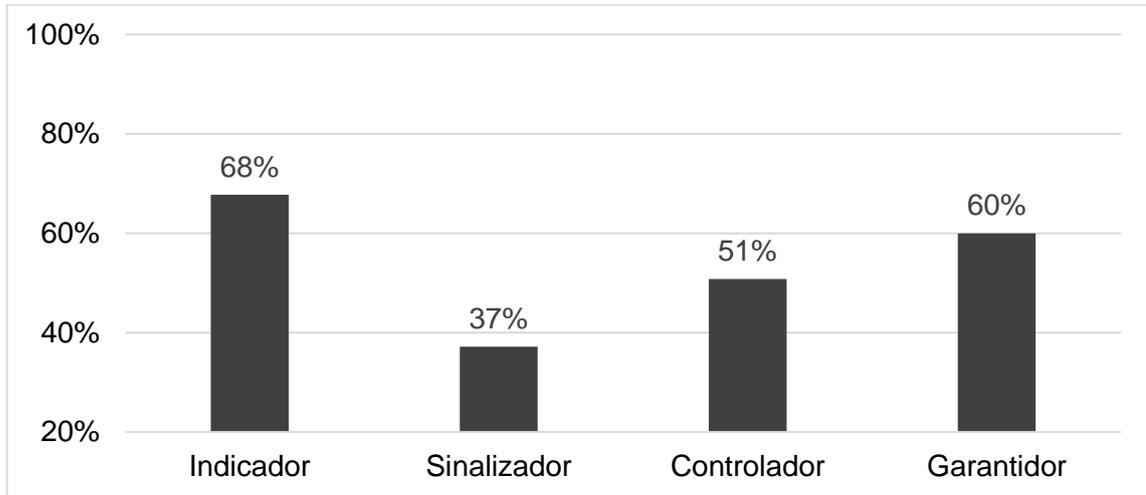
Fonte: Autor

Gráfico 10 - Resultado da lista de avaliação no canteiro C

Fonte: Autor

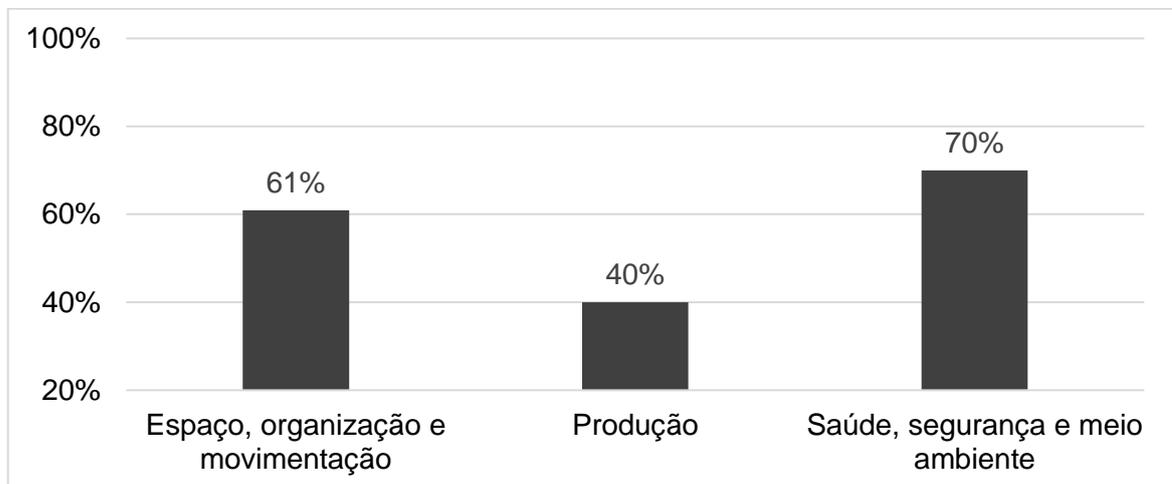
Os índices C3 e G3 apresentaram os melhores escores, 100%, assim como o canteiro B, sendo que o motivo continua sendo atribuído à limitação de quantidade de itens nesses subtópicos, apenas uma questão para cada um desses subtópicos. A implantação média em pontos percentuais foi de 59%. Essa implantação pode ser classificada como nível C, segundo o nível utilizado na pesquisa.

O tipo de dispositivo classificado como indicador foi o que apresentou maior quantidade no canteiro e é também o que possuía maior nível de implantação, com 68%, seguido pelo dispositivo garantidor, controlador e sinalizador, respectivamente, conforme apresenta o Gráfico 11.

Gráfico 11 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro C

Fonte: Autor

A principal finalidade dos dispositivos visuais foi identificada como “saúde, segurança e meio ambiente”, com 70% de implantação, finalizada pela “produção”, com 40% de implantação, como o pior desempenho, conforme o Gráfico 12.

Gráfico 12 - Escore por finalidade no canteiro C

Fonte: Autor

5.1.4 CANTEIRO D

Na visita ao canteiro D, o passo inicial foi uma conversa informal com o gerente de obras, para assim iniciar a avaliação dos dispositivos visuais através de relatório fotográfico (Apêndice G) e aplicação da lista de avaliação (Apêndice C).

O primeiro aspecto visual notado no canteiro D foi a organização e a limpeza. A infraestrutura entregue pelo cliente para instalação do canteiro teve influência nesse aspecto, foi o local estava pavimentado com piso intertravado e havia sinalização de caminho seguro e via de veículos. Entre as quatro finalidades que foram avaliadas, a que obteve maior incidência de dispositivos a sua disposição foram as caracterizadas como “saúde, segurança do trabalho e meio ambiente” e o tipo de dispositivo com maior incidência foram os “indicadores”.

A Figura 40 apresenta um dispositivo que incidiu de forma mais repetitiva na obra, uma placa, categoria “indicador”, com finalidade de manter a saúde, segurança e proteger o meio ambiente no canteiro de obras. Na Figura 41 pode-se verificar a utilização de placas de identificação de setores e salas de trabalho na obra, que auxiliam na orientação e na organização do canteiro. Elas também estavam presentes em todos os setores observados no canteiro D.

Figura 40 - Permanência da limpeza e organização do ambiente



Fonte: Autor

Figura 41 - Placa de indicação de setor no canteiro D



Fonte: Autor

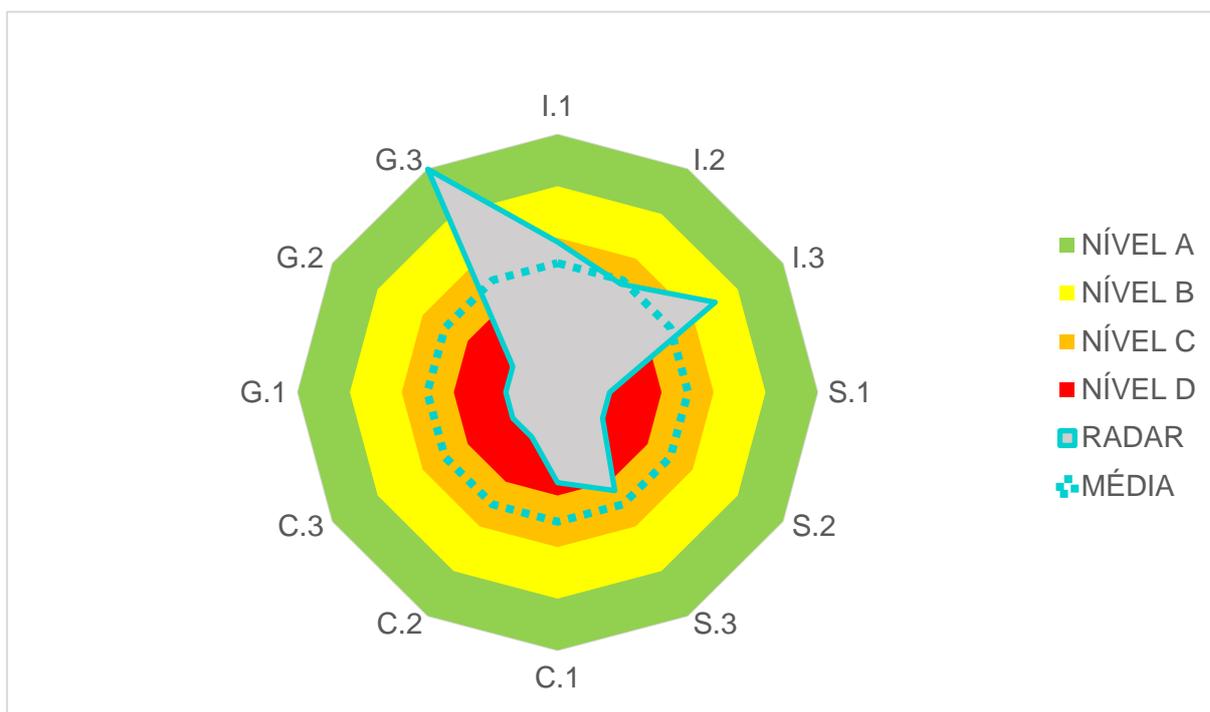
Após as etapas de reconhecimento do local do estudo e obtenção de imagens para realização do relatório fotográfico, foi possível conferir a lista de avaliação. O resultado da lista está representado na Tabela 4 e no Gráfico 13.

Tabela 4 - Resultados da lista de avaliação no canteiro D

ÍNDICE TÓPICO.SUBTÓPICO	PONTUAÇÃO		ESCORE
	TOTAL	CANTEIRO D	%
I.1	60	35	58%
I.2	35	17	49%
I.3	60	42	70%
S.1	5	1	20%
S.2	5	1	20%
S.3	25	11	44%
C.1	40	14	35%
C.2	20	4	20%
C.3	5	1	20%
G.1	5	1	20%
G.2	5	1	20%
G.3	10	10	100%
TOTAL	275	138	50%

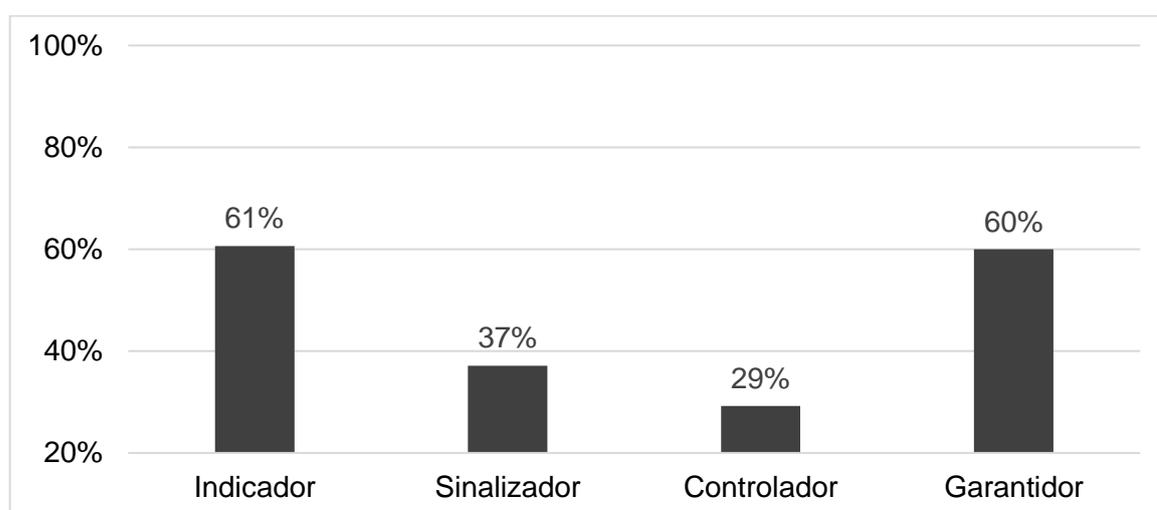
Fonte: Autor

O índice G3, dispositivo garantidor vinculado a “saúde, segurança do trabalho e meio ambiente” apresentou o maior valor, 100%, mas um dos motivos dessa porcentagem alta foi a limitação de apenas uma questão para cada um desses subtópicos, conforme mencionado anteriormente. A implantação média em pontos percentuais foi de 50%. Essa implantação foi classificada como nível C, segundo o nível proposto por essa pesquisa.

Gráfico 13 - Resultado da lista de avaliação no canteiro D

Fonte: Autor

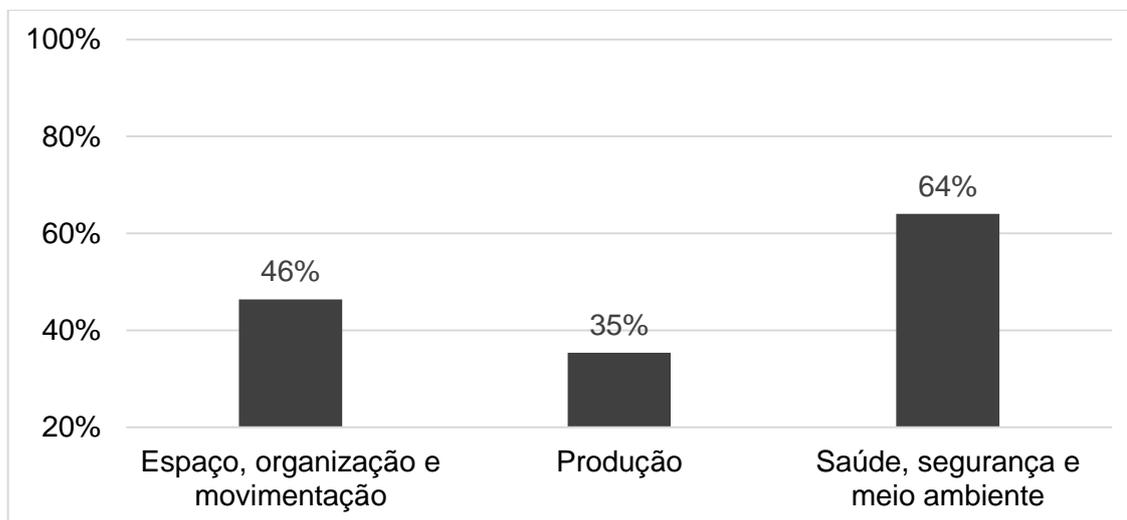
O escore por tipo de dispositivo indica que a classe que apresenta melhores resultados foram os indicadores e os garantidores, com 61% e 60%, respectivamente, pode ser observada no Gráfico 14.

Gráfico 14 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro D

Fonte: Autor

Assim como nas demais obras estudadas, a principal finalidade dos dispositivos visuais foi para ampliar a gestão de “saúde, segurança e meio ambiente”, seguido de “espaço, organização e movimentação” e com a menor implantação, “produção”, conforme Gráfico 15.

Gráfico 15 - Escore por finalidade no canteiro D



Fonte: Autor

5.1.5 CANTEIRO E

No canteiro E foram estudados também os projetos e o contrato estabelecido com a empresa montadora. Após essa etapa, foi realizada a visita *in loco*, com intuito de reconhecimento de cenário, realização do levantamento de dados, através do relatório fotográfico (Apêndice H) e preenchimento da lista de avaliação (Apêndice C).

O canteiro em questão estava em etapa de mobilização da equipe de montagem. Os dispositivos visuais encontrados no canteiro E puderam ser avaliados conforme a lista de avaliação. No entanto, conforme informações do gerente de obras e do engenheiro de segurança do trabalho haveria a possibilidade de após a mobilização de todas as etapas da obra serem instalados mais dispositivos que os encontrados no momento da visita e relatados nesse trabalho.

Em quantitativos, contabilizando a repetitividade de dispositivos, foi possível identificar que os dispositivos “indicadores”, utilizados para comunicação e que não exerciam controle sobre o comportamento do receptor, foram utilizados com mais frequência que os demais, principalmente para a finalidade de “saúde, segurança do trabalho e meio ambiente”.

A Figura 42 apresenta um dispositivo que teve maior incidência na obra, caracterizada como dispositivo “indicador”, com objetivo de apresentar uma determinada informação voltada à saúde e segurança do trabalho.

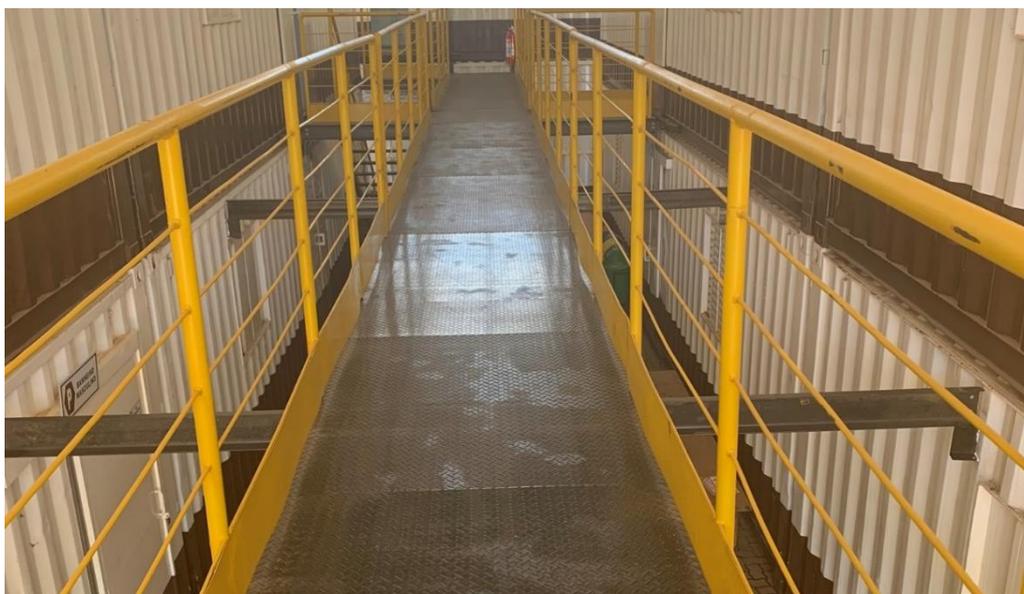
Figura 42 - Placa de atenção para comunicar perigo



Fonte: Autor

Na Figura 43 pode-se verificar a utilização de guarda-corpos com cores vibrantes, que controlavam a rota dos colaboradores dentro do canteiro de obras. A cor atribuída ao guarda corpos estava conforme a norma de segurança NR-26, que prevê a utilização de cores para segurança em locais de trabalho. Esse dispositivo foi considerado na categoria de controladores visuais.

Figura 43 - Sinalização de caminho seguro com guarda-corpo no canteiro E



Fonte: Autor

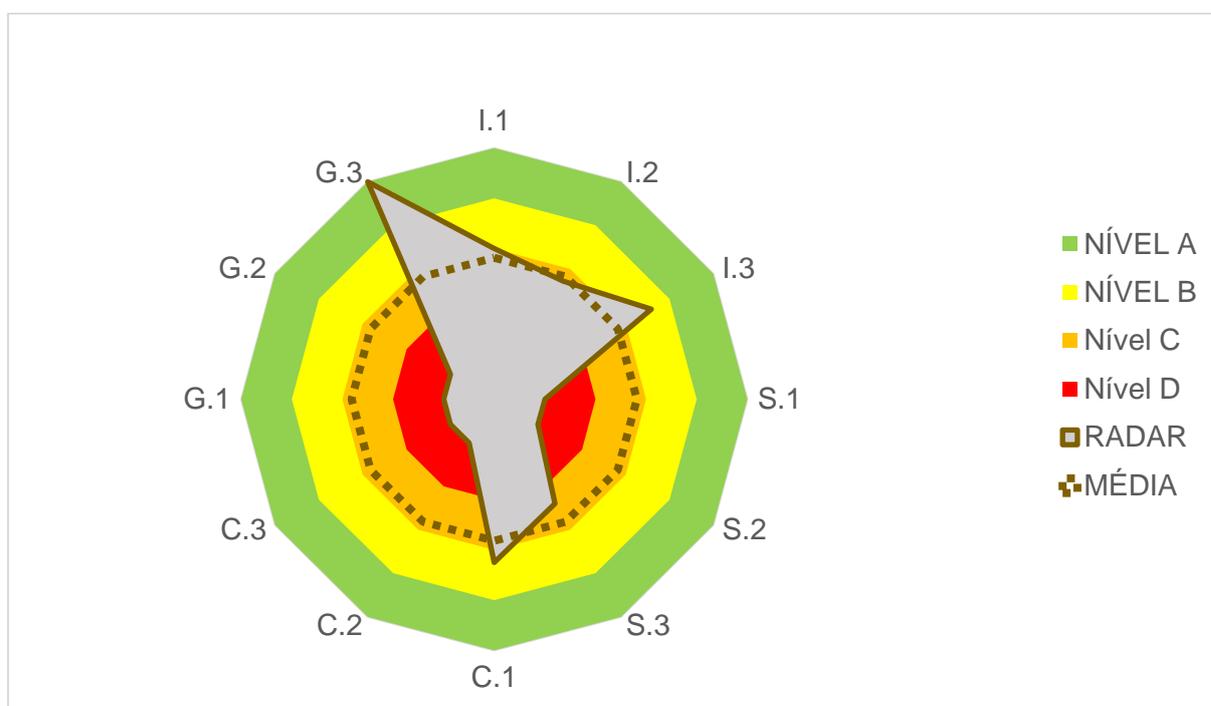
O resultado da aplicação da lista de avaliação no canteiro E está representado na Tabela 5 e no Gráfico 16.

Tabela 5 - Resultados da lista de avaliação no canteiro E

ÍNDICE TÓPICO.SUBTOPICO	PONTUAÇÃO		ESCORE
	TOTAL	CANTEIRO E	%
I.1	60	36	60%
I.2	35	19	54%
I.3	60	43	72%
S.1	5	1	20%
S.2	5	1	20%
S.3	25	12	48%
C.1	40	26	65%
C.2	20	4	20%
C.3	5	1	20%
G.1	5	1	20%
G.2	5	1	20%
G.3	10	10	100%
TOTAL	275	155	56%

Fonte: Autor

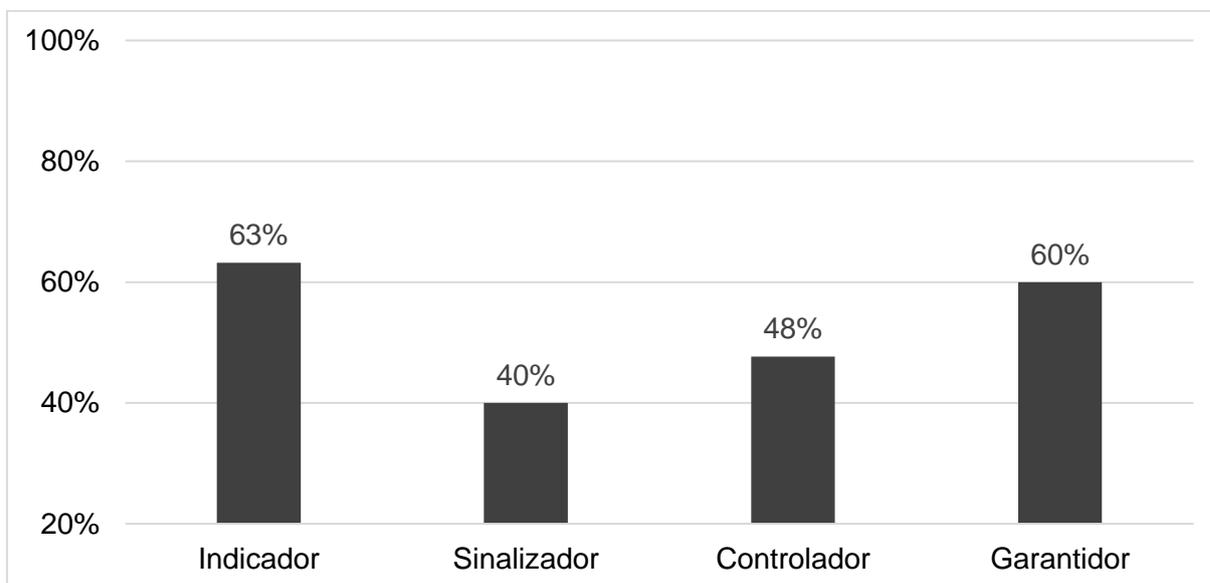
Gráfico 16 - Resultado da lista de avaliação no canteiro E



O índice G3, dispositivo garantidor vinculado à “saúde, segurança do trabalho e meio ambiente” apresentou o maior escore, 100%, mas um dos motivos dessa porcentagem alta foi a limitação de apenas uma questão para cada um desses subtópicos. Os tópicos que obtiveram melhor resultado foram os indicadores para saúde e segurança do trabalho, I.3 e controladores para espaço, organização e movimentação. A implantação média em pontos percentuais foi de 56%. Essa implantação foi classificada como nível C, segundo o nível utilizado nessa pesquisa.

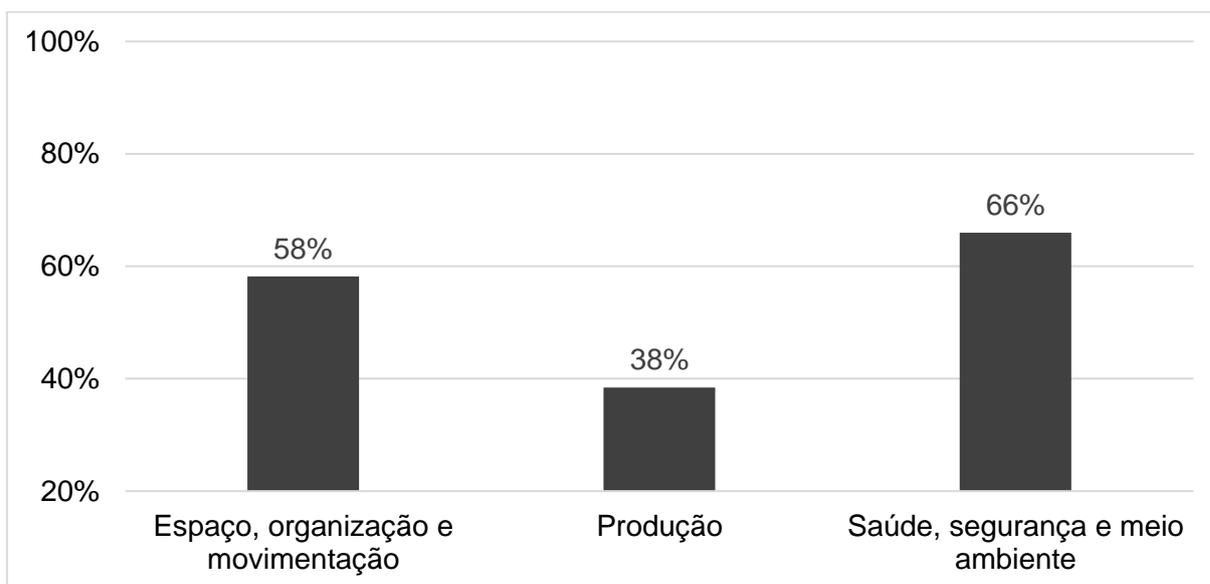
O escore por tipo de dispositivo indica que a classe que apresenta melhores resultados foram os “indicadores” e os “garantidores”, com 63% e 60%, respectivamente. Observou-se que o nível de implantação decresceu em proporção de dois principais motivos: a complexidade dos dispositivos e a necessidade de infraestrutura para utilizá-los. Apenas o dispositivo “garantidor” não seguiu essa tendência, pelo mesmo motivo apresentado aos demais canteiros. O Gráfico 17 apresenta os dados referentes ao nível de implantação por tipo de dispositivo.

Gráfico 17 - Escore por tipo de dispositivo no canteiro E



Fonte: Autor

Assim como nas demais obras estudadas, a principal finalidade dos dispositivos visuais foi para “saúde, segurança e meio ambiente”, seguido de “espaço, organização e movimentação” e com a menor implantação, “produção”. O Gráfico 18 apresenta o resultado do canteiro E por finalidade.

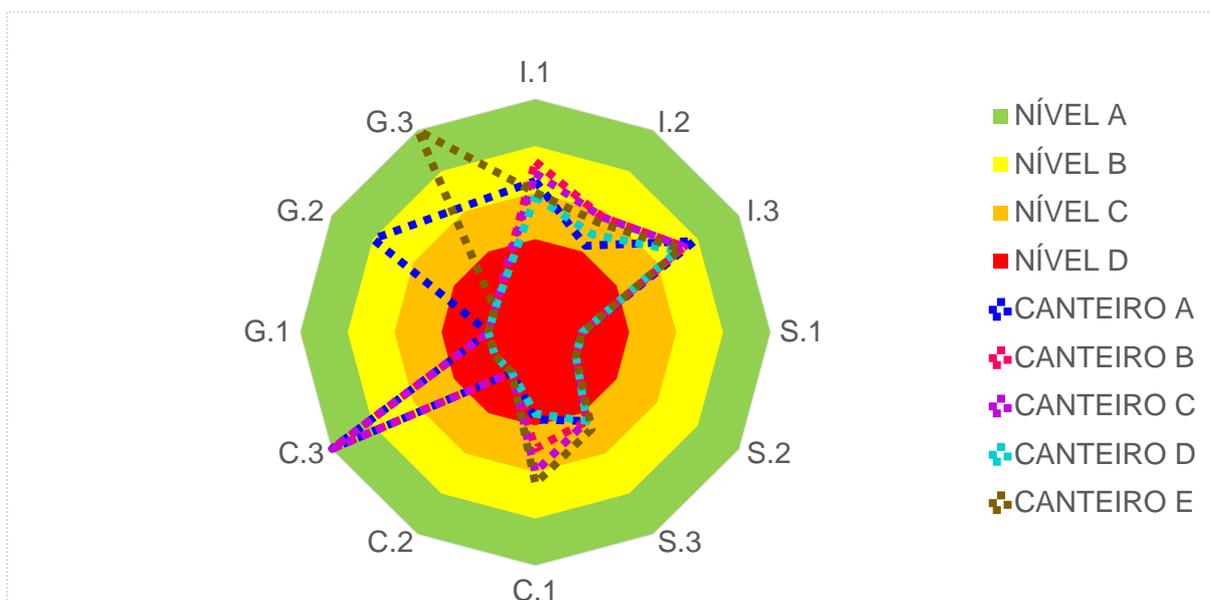
Gráfico 18 - Escore por finalidade no canteiro E

Fonte: Autor

5.2 ANÁLISE GERAL DA EMPRESA

A aplicação da lista de avaliação proporcionou uma visualização do nível de utilização dos dispositivos visuais nos canteiros estudados e sua respectiva média. Por meio de um cálculo de porcentagem simples, do índice apresentado como “Escore (%)” foi verificada a classificação utilizada pelo estudo, atribuindo assim o nível de aplicação de dispositivos visuais de cada canteiro. Posteriormente, foi determinado escore médio dos canteiros para representarem o escore referente à gestão visual praticada pela empresa X.

O Gráfico 19 apresenta os resultados de todos os canteiros estudados, destacando os níveis, assim em cada tópico nível 2 “Nível 1. Nível 2” podem ser avaliados individualmente. O Gráfico 19 também possibilita verificar os principais desvios, onde um canteiro destaca-se frente aos demais, positivamente e negativamente.

Gráfico 19 - Resultados por nível composto “Nível 1. Nível 2” da avaliação

Fonte: Autor

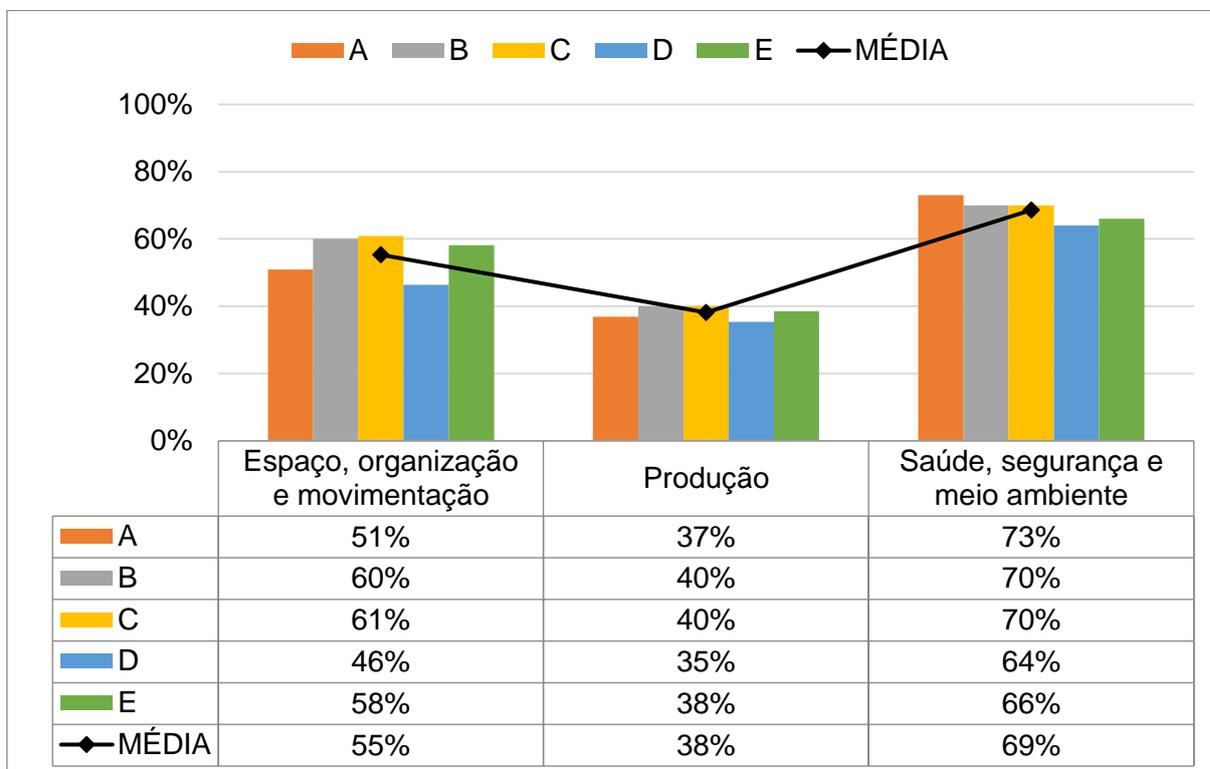
Com os resultados de cada tópico nível 2 por cantoneiro é possível também apontar suas respectivas médias, que estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultado médio por tópicos para a Empresa X

ÍNDICE TÓPICO.SUBTÓPICO	PONTUAÇÃO		ESCORE
	TOTAL	EMPRESA X (MÉDIAS DOS CANTEIROS)	%
I.1	60	39	65%
I.2	35	18	52%
I.3	60	44	73%
S.1	5	1	20%
S.2	5	1	20%
S.3	25	11	45%
C.1	40	20	50%
C.2	20	4	20%
C.3	5	3	68%
G.1	5	1	20%
G.2	5	2	32%
G.3	10	10	100%
TOTAL	275	154	56%

Fonte: Autor

Utilizando os dados levantados pela lista de avaliação foi possível avaliar os cantoneiros pela segmentação dos níveis. A primeira segmentação avaliada foi a finalidade, ou seja, o nível 2 da lista de avaliação. O Gráfico 20 apresenta os resultados por finalidade e a média dos cantoneiros.

Gráfico 20 - Resultados segmentados pelo nível 2 da avaliação

Fonte: Autor

Verificou-se que a empresa em questão, apresenta índices de aproveitamento em diferentes escalas quanto à finalidade dos dispositivos visuais, sendo os melhores aproveitamentos os itens vinculados aos dispositivos visuais relacionados com a “saúde, segurança e meio ambiente”, seguidos por “espaço, organização e movimentação”. Aquém aos demais, está o índice dos dispositivos com finalidade de “produção”. Isso se deve, entre outros motivos, ao histórico dos clientes em políticas rígidas focalizadas na redução de acidentes no canteiro de obras. Tezel et al.(2015) cita que usualmente o gerenciamento de segurança necessita de um gerenciamento visual e frequentemente há regulamentos de segurança que exigem determinados dispositivos, como guarda-corpos e placas de sinalização.

O setor de SSMA foi o principal responsável pelos dispositivos presentes nas obras, principalmente dos dispositivos para finalidade de “saúde, segurança e meio ambiente” e “espaço, organização e movimentação”. Ressalta-se também que a finalidade de “produção” se destacou negativamente frente as demais, com apenas 38% de implantação.

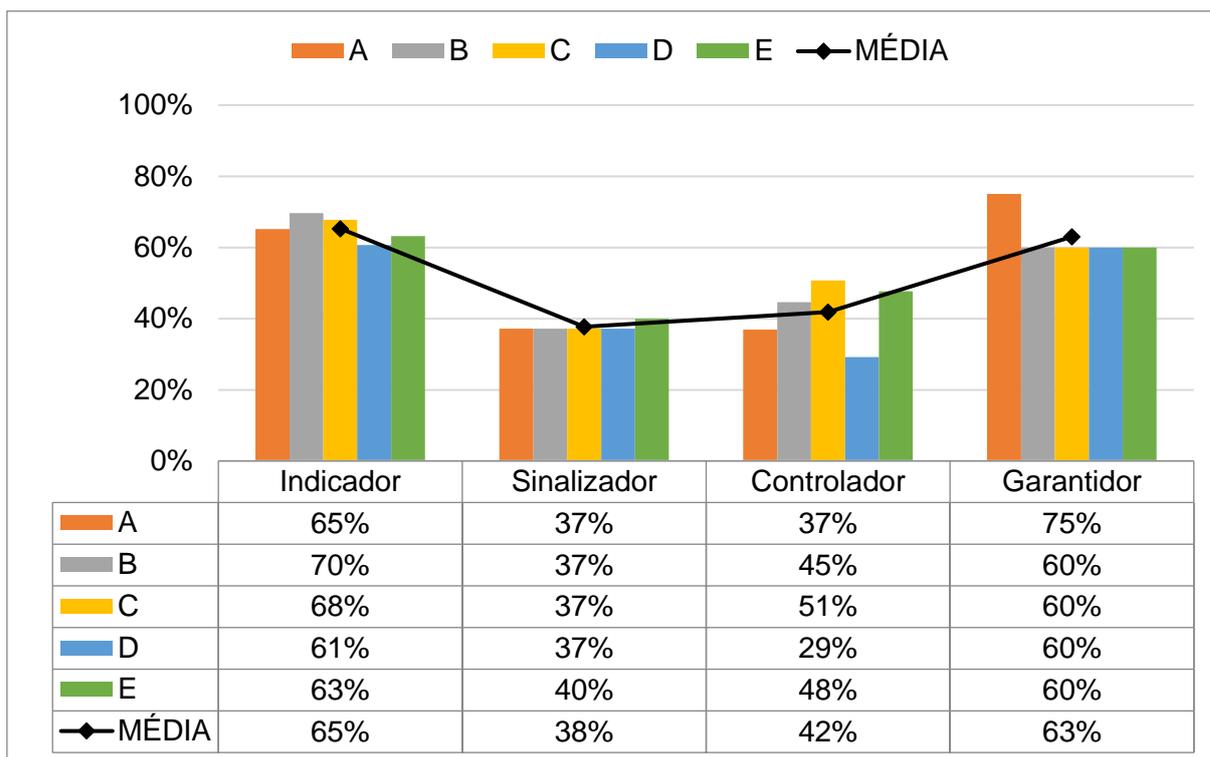
Essa menor implantação pode ser justificada por alguns fatores, entre eles podem ser mencionados:

- menor aprendizado visual dos setores responsáveis;

- menor exigência do contratante;
- os locais de execução do serviço não serem estáticos.

O Gráfico 21 apresenta os resultados segmentados pelo nível 1 e a média obtida pelos canteiros.

Gráfico 21 - Resultados segmentados pelo nível 1 da avaliação dos dispositivos visuais



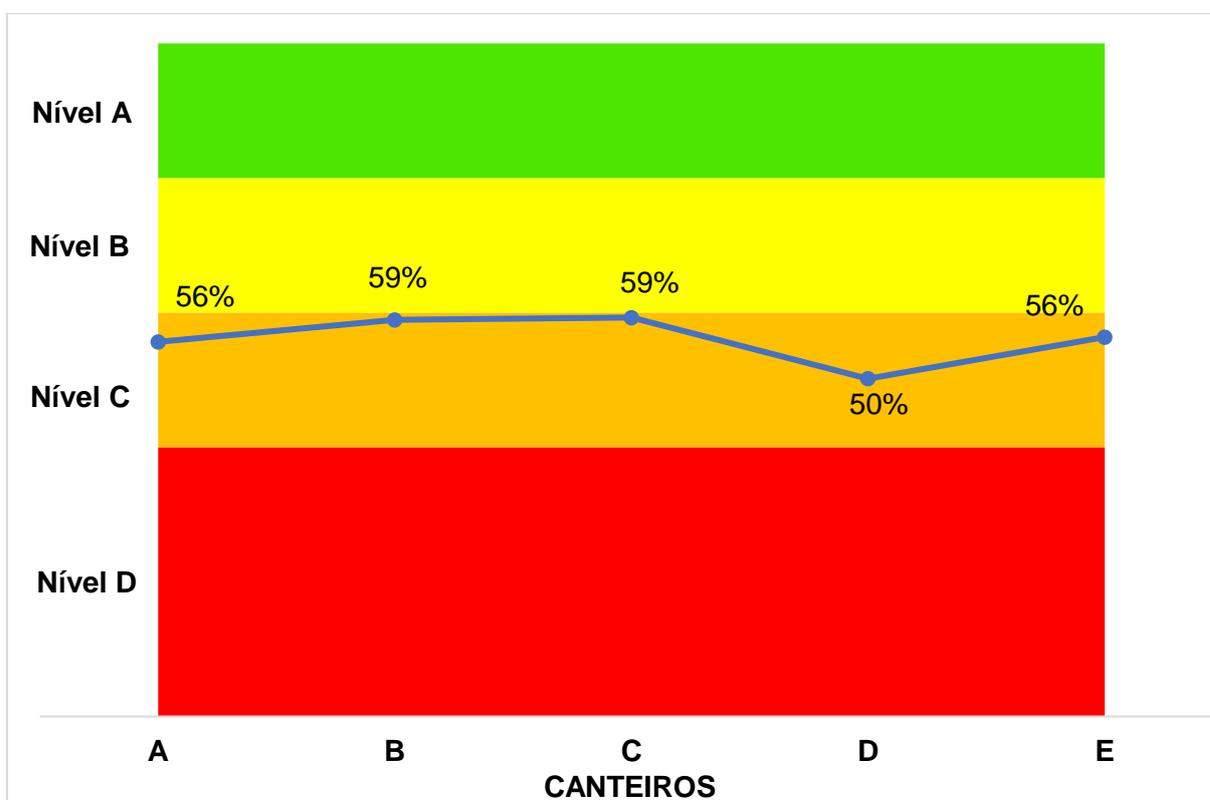
Fonte: Autor

O tipo de dispositivo com maior nível de implantação, segundo a classificação de Galsworth (1997), por meio da avaliação quantitativa proposta - lista de avaliação, análise qualitativa e experiência visual - foram os “indicadores”. O pesquisador interpreta que isso se deve ao menor grau de complexidade desses dispositivos, sendo na maioria dos casos um comunicado ou informativo, com uso de placas, cores, pictogramas, entre outros. A complexidade do dispositivo pode ser considerada como um fator de alta relevância nos canteiros de obras, devido ao local de trabalho ser temporário e itinerante, por esse motivo dispositivos visuais “controladores” e “garantidores” apresentaram índices menores aos indicadores, além da baixa infraestrutura encontrada para instalação do canteiro e áreas de execução do serviço. Por este motivo, comumente, os dispositivos indicadores foram preferidos pelas equipes responsáveis, pois eles não necessitavam de energia elétrica, painéis digitais ou internet. Em alguns casos, a existência prévia de infraestrutura de

pavimentação, favoreceram o uso de sinalizadores visuais. Dessa forma, os dispositivos visuais “indicadores”, habitualmente presentes por meio de placas, quadros e cores se destacaram em relação aos demais nos canteiros de obras de montagem industrial estudados.

A avaliação do nível de implantação da gestão visual dos canteiros em sua totalidade foi realizada considerando a relação entre o total da pontuação atribuída e o valor máximo da pesquisa, sem segmentações e categorizações, conforme está representado no Gráfico 22 e valores médios apresentados no Quadro 17.

Gráfico 22 - Escore e níveis de classificação dos dispositivos visuais por canteiro



Fonte: Autor

Quadro 17 – Caracterização da implantação da gestão visual atribuídos aos canteiros

Canteiro	% Escore	Nível de classificação	Característica
A	56%	B	Consciência e aprendizado visual
B	59%	B	Consciência e aprendizado visual
C	59%	B	Consciência e aprendizado visual
D	50%	C	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em gestão visual
E	56%	B	Consciência e aprendizado visual
MÉDIA	56%	B	Consciência e aprendizado visual

Fonte: Autor

Verificou-se que os resultados apresentaram proximidade das pontuações dos cinco canteiros estudados, e conseqüentemente do nível de implantação da gestão visual nos mesmos. Todos os canteiros foram classificados no nível C. Observa-se que apesar de estarem no nível C, os valores ficaram próximos ao nível B, que apresenta corte de 61%. Esse nivelamento das pontuações, mesmo aplicadas a cinco obras distintas, aconteceu, acredita-se principalmente devido aos treinamentos padronizados da empresa X fornecidos para as equipes responsáveis pelo gerenciamento em cada canteiro. Outro fator importante para que haja esse nivelamento é o intercâmbio entre os gerentes e equipes responsáveis, fator que fortalece o *benchmarking* interno.

O nível C proposto e obtido pela empresa X é considerado como moderada utilização de dispositivos visuais, ou utilização deficiente, ou seja, a empresa estudada apresenta diversos dispositivos visuais, porém apresenta deficiências na sua utilização. Essas deficiências podem ser devido à falta de alguns dispositivos em determinado cenários ou deficiência na utilização de dispositivos mais complexos que poderiam aumentar seu escore. Principalmente em relação aos dispositivos classificados como controladores e garantidores, que tiveram menor incidência nos canteiros. Essa constatação concorda com a discussão anterior apontada por Formoso, dos Santos e Powell (2002). Em função dos desafios para implementar a gestão visual na construção, os autores perceberam que ainda é escasso o número de práticas avançadas na gestão da produção deste setor.

Outra importante utilização dessa ferramenta de comparação foi a possibilidade de identificação de boas práticas de gestão visual em determinado item que podem ser otimizadas e reproduzidas pela empresa nos demais canteiros. Como exemplo, pode-se mencionar o item I.9.1 que faz referência aos indicadores referentes ao planejamento e controle. A Figura 44 apresenta um quadro do sistema de gestão integrado presente no canteiro B, onde foram adicionados indicadores referentes aos setores de planejamento e

controle, saúde, segurança do trabalho e meio ambiente e qualidade. O quadro tem função de comunicar e expor indicadores aos colaboradores e sua localização é fator essencial para a eficiência na transmissão da mensagem. Além disso, o quadro apresentado estava próximo ao ponto eletrônico, área de grande visibilidade comum a todos colaboradores. O item I.9.1 atingiu nota máxima 5 no canteiro B, entretanto nos demais canteiros este item recebeu nota mínima 1. Assim, a empresa X pode adotar este dispositivo em outras obras a fim de melhorar a sua pontuação e, conseqüentemente, a sua gestão visual.

Figura 44 - Quadro de indicadores do sistema de gestão integrado no canteiro B



Fonte: Autor

Vale lembrar que na Figura 32 foi apresentado um quadro de gestão à vista a ser utilizado no canteiro A que almejava alcançar a funcionalidade do quadro da Figura 44, entretanto com foco apenas na saúde, segurança e meio ambiente. Todavia, como não houve aplicação prática desse dispositivo, o pesquisador optou por não pontuar a prática devido à falta de incrementação e atualização de dados por parte da equipe responsável. Apesar da boa localização do quadro, a pesquisa considera que é necessária a implementação da informação para atribuir pontuação à funcionabilidade do dispositivo.

As fases de coleta de dados e de análise dos resultados demonstraram ter atendido aos objetivos dessa pesquisa, sendo possível passar para a fase de análise do artefato, e posteriormente, conclusão e recomendações.

5.3 AVALIAÇÃO FINAL DO ARTEFATO

O modelo foi avaliado a partir da literatura e algumas aplicações em estudos empíricos. A avaliação e reflexão foi feita considerando três pontos principais: a compatibilidade com a realidade retratada, sua utilidade e facilidade de uso.

Em relação à compatibilidade retratada na pesquisa, ressalta-se que a construção do método de avaliação se baseou nas literaturas sobre o assunto, da maneira como os estudos foram conduzidos, como foram obtidos os resultados e também da experiência do pesquisador. Assim procurou-se fundamentar o artefato nos dispositivos visuais praticados no contexto, de modo a adequar-se o artefato à realidade do contexto.

Todavia, em relação ao contexto em que foi compatibilizado, o artefato apresenta limitações quanto à resiliência ao fator tempo. Ou seja, com o decorrer do tempo, os dispositivos tendem a serem inovados. O artefato que retrata dispositivos relatados na literatura ou visualizados em estudos empíricos atuais, pode em pouco tempo, tornar-se antiquado.

Em relação à facilidade de uso, o artefato proposto exige certa qualificação para interpretação do ambiente de aplicação do artefato que é o canteiro de obras. Também é preciso que o aplicador tenha conhecimento prévio sobre os itens abordados para que haja precisão e padronização no julgamento durante o processo de aplicação, visto que os itens da lista de avaliação não apresentam ordenação padronizada com a ordem de visualização dos dispositivos durante a aplicação do artefato. Desse modo, o uso é potencialmente dependente da experiência e expertise do avaliador. Ainda assim, a facilidade de uso do artefato para avaliar os dispositivos visuais está no fato de que ele está estruturado em passos associados a procedimentos de obtenção de dados. Cada passo corresponde a um aspecto a ser analisado, o que simplifica e orienta sua utilização.

Acerca da utilidade do artefato, é evidenciada pela clareza na explicitação dos resultados, facilmente interpretados. O método de avaliação permite avaliar de forma individual e coletiva as ferramentas visuais do contexto inserido. Além disso, foi considerado na utilidade, a relevância dos resultados para a tomada de decisão. Evidencia-se que a partir do diagnóstico obtido por meio do método de avaliação, as ferramentas passam a ser devidamente classificadas e identificadas. No entanto, reitera-se que para refinar as práticas e ferramentas, necessita mais que substituir, ou ampliar a gama de ferramentas visuais, sendo necessário uma revisão completa no gerenciamento visual da ferramenta em si, e até mesmo do coletivo. Reitera-se que existem estudos na literatura, como o de Valente et al. (2019), que propõe um método para concepção de dispositivos visuais.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo final sintetiza as contribuições do estudo em termos teóricos e práticos. Também apresenta sugestões para estudos futuros, a fim de ampliar os conhecimentos a respeito do tema abordado no presente trabalho.

6.1 CONCLUSÃO

O estudo propôs um artefato para avaliação quantitativa da utilização de dispositivos visuais por uma empresa montadora industrial em seus canteiros de obras. Além da avaliação proposta, a lista de avaliação pode servir como indutora da utilização de dispositivos visuais e de boas práticas de gerenciamento visual, servindo de suporte para a tomada de decisão.

A lista de avaliação apresenta um resultado quantitativo, no entanto, baseia-se na pontuação atribuída de forma qualitativa pelo pesquisador. No estudo conduzido foi o mesmo avaliador que conduziu a aplicação da lista nos cinco canteiros estudados, diminuindo possíveis interferências de subjetividade na identificação das situações observadas. O formato da lista de avaliação proporcionou ao pesquisador uma aplicação simples, com poucas dificuldades de compreensão e facilidade em seu preenchimento. Outra vantagem foi que o aplicador da lista adquiriu os conteúdos teóricos pertinentes durante a sua elaboração. Assim, recomenda-se que para redução de erros de interpretação que possam trazer desvios durante a aplicação da lista, que esta ferramenta seja aplicada por indivíduos que dominem os conceitos básicos do gerenciamento visual e da taxonomia dos dispositivos utilizados no estudo. Dessa forma, espera-se que o avaliador tenha maior clareza sobre os tipos de dispositivos, e conseqüentemente, possa atribuir as notas com coerência e de acordo com a realidade do canteiro.

Como pesquisa em desenvolvimento, o procedimento de avaliação evoluiu a cada canteiro estudado, que possibilitaram uma similitude entre a experiência visual do pesquisador, que aplica a lista de avaliação, e observação dos resultados obtidos após a atribuição das pontuações.

Com os resultados obtidos por meio das análises qualitativas e pela aplicação da lista de avaliação nos canteiros da empresa analisada, conclui-se que o artefato desenvolvido para avaliar o estado atual das empresas construtoras em relação ao uso de dispositivos visuais é viável de aplicação para exercer a função para a qual foi desenvolvido. No entanto, ressalta-se a necessidade de validação integral do artefato em outras obras e empresas. Em relação aos relatórios fotográficos, houve objeções para registro de dados devido às normas internas de captura e divulgação de imagens na área fabril ou projeto em execução. Em função disso, houve impossibilidade de registros de dispositivos visuais com finalidade de produção que foram observados durante as visitas dos canteiros. Apesar disso, ressalta-se que os dispositivos foram considerados e pontuados em cada lista de avaliação.

A empresa estudada utilizou os resultados obtidos como forma de avaliação do gerenciamento visual que vem sendo aplicado as suas obras. Foi promovido um *benchmarking* interno para a apresentação dos resultados dessa pesquisa e registrados posteriormente sobre forma de “lições aprendidas”. A empresa passou a adotar a sistemática de apresentação dos bons exemplos para que sejam seguidos e dos maus exemplos para serem evitados.

Ressalta-se que o efeito positivo das ferramentas na redução de desperdícios de processos, custos de produção, problemas de qualidade e questões de segurança no nível operacional eventualmente se traduz em ganhos econômicos para uma organização. Apesar de todas essas implicações práticas importantes, deve-se ter cuidado para não enfatizar demais as ferramentas de gestão visual a ponto de as discussões sobre as ferramentas ofuscarem a discussão sobre a estratégia de gestão visual em si (TEZEL, AZIS 2017). Por tal, é sugerido que haja maiores discussões sobre a estratégia de gestão visual em cada ambiente, seja acadêmico ou profissional.

Em termos de generalização do artefato proposto, posteriormente à aplicação do artefato nos canteiros estudados, constatou-se a possibilidade de aplicação dele em outros ambientes de construção, por exemplo, construção de edifícios ou obras de infraestrutura. Para que haja compatibilidade do artefato com a empresa aplicada, ressalta-se que ela deve ser uma empreiteira, montadora ou executora do serviço, não abrangendo empresas exclusivamente de projetos ou de gerenciamento. Esse fator se deve aos itens utilizados na lista de avaliação serem exclusivos a parte executora do serviço, sendo alguns deles não aplicáveis para outros tipos de *stakeholders*. Para aplicação em outros contextos o artefato provavelmente precisará ser refinado novamente, para compatibilidade com o contexto em que deseja ser inserido.

O objetivo dessa pesquisa buscou avaliar a ferramenta visual como fonte de informação, na sua emissão, sem avaliar o que está sendo interpretado pelo receptor dessa informação. Assim, dessa forma, destaca-se a importância em avaliar a comunicação conforme o que está sendo recebido pelo público-alvo da ferramenta.

O levantamento dos dispositivos visuais aplicados em cinco obras de uma determinada empresa montadora industrial foi uma contribuição prática, sendo que a classificação dos dispositivos visuais quanto a sua taxonomia clássica, a de Gaslworth (1997), foi uma contribuição teórica.

Os resultados das avaliações dos dispositivos visuais nos canteiros estudados por meio da aplicação do artefato é uma contribuição teórica do uso do método, sendo também um objetivo específico atingido no presente trabalho.

Por fim, o modelo conta também com uma nova taxonomia proposta nesse trabalho. Foram definidos três níveis de finalidade para utilização de ferramentas visuais em canteiros de obras. sendo eles: espaço, organização e movimentação, produção e saúde, segurança e meio ambiente. Outras novas taxonomias podem ser desenvolvidas para auxiliar a aplicação do modelo.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Acredita-se que o artefato proposto não está associado apenas ao subsetor da montagem industrial, podendo ser aplicado em quaisquer outros setores da construção civil, como edificações, por exemplo. Entretanto, não foi possível durante a pesquisa de mestrado ampliar o escopo de aplicação do artefato. Assim, recomenda-se que os instrumentos de coleta de dados e de análise do grau de implantação da gestão visual sejam aplicados em canteiros de outros tipos de obras.

Como melhoria na avaliação da empresa, é sugerido que haja um tratamento estatístico das respostas obtidas nas amostras, e uma proposição sobre a quantidades de amostras a serem estudadas para avaliar os canteiros de obra de uma determinada empresa ou subsetor industrial.

Também o instrumento de avaliação proposto pode ser refinado de maneira a atender também setores administrativos da empresa, podendo futuramente evoluir para um método de avaliação de dispositivos visuais em uma determinada empresa, ou até mesmo, da maturidade da gestão visual no negócio.

Para pesquisas futuras, sugere-se o enfoque na comunicação, como em elementos de transmissão da mensagem (por exemplo, uso de pictogramas) e na avaliação da efetividade

na transmissão de informações do dispositivo visual, confrontando o objetivo da utilização de determinada ferramenta visual, a qualidade da informação recebida e a assimilação do público-alvo.

Em relação ao estudo de caso vinculado a essa pesquisa, sugere-se a produção de soluções de boas práticas de gestão visual, composta por um banco de dados ou imagens, projetos de dispositivos com medidas, seccionadas por tipo de obra ou subsetor, e seguindo as taxonomias organizadas e propostas por esse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELKHALEK, E. S.; ELSIBAI, M. D.; GHONSON, G. K.; HAMZEH, F.R. Analysis of visual management practices for construction safety. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 27., 2019, Dublin. **Proceedings [...]**. Dublin: IGLC, 2019. p. 1069-1080. <https://doi.org/10.24928/2019/0175>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6493: Emprego de cores para identificação de tubulações industriais**. 5p. Rio de Janeiro: ABNT. 2019.

BARBOSA, G.; ANDRADE, F.; BIOTTO, C.; MOTA, B. Implementing Lean construction effectively in a year in a construction project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings [...]**. Fortaleza: IGLC, 2013. p. 1017-1026.

BASILE, H. H. G. **Avaliação da Implementação do Projeto SIQ-Construtoras do Programa Brasileiro da Qualidade do Habitat (PBQP-H) no Estado do Rio de Janeiro**. 2004. 113p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

BEYNON-DAVIES, P.; LEDERMAN, R. Making sense of visual management through affordance theory. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 2, p. 142-157, 6 out. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2016.1243267>.

BIOTTO, C.; MOTA, B.; BARBOSA, L.; ANDRADE, G. Adapted use of andon in a horizontal residential construction project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22., 2014, Oslo. **Proceedings [...]**. Oslo: Iglc, 2014. p. 1295-1305.

BRADY, D.A. **Using visual management to improve transparency in planning and control in construction**, 2014. 362 f. Phd Thesis. University of Salford, Salford. 2014.

BRADY, D. A.; TZORTZOPOULOS, P.; ROOKE, J.; FORMOSO, C.; TEZEL, A. Improving transparency in construction management: a visual planning and control model. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 10, p. 1277-1297, 2018. <http://dx.doi.org/10.1108/ecam-07-2017-0122>.

BRANDALISE, F. M. P. **Método de Avaliação de Sistemas de Gestão Visual na Produção da Construção Civil Porto Alegre 2018**. 2018. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Construção e Infraestrutura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

BRANDALISE, F.M.P.; VALENTE, C.P.; VIANA, D.D.; FORMOSO, C.T. An application of control of theory to visual management for organizational communication. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018, Chennai. **Proceedings [...]**. Chennai: IGLC, 2018. p. 754-763. <http://doi.org/10.24928/2018/0452>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 275** de 19 de junho de 2001. Estabele o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em agosto/2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-26**: - Sinalização de Segurança. 2015. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-26.pdf. Acesso em julho/20.

CHANDRAYAN, B.; SOLANKI, A. K.; SHARMA, R. Study of 5S lean technique: a review paper. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 26, n. 4, p. 469, 2019. Inderscience Publishers. <http://dx.doi.org/10.1504/ijpqm.2019.099625>.

CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005. 512 p.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo, Atlas. 1999.

CORDEIRO, A. M; OLIVEIRA. G.M.; RENTERÍA. J.M; GUIMARÃES. C.A; GERS-Rio. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Rev. Col. Bras. Cir**, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007 Disponível em URL: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/CC6NRNtP3dKLgLPwqgmV6Gf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em maio de 2020

DAL FORNO, A. J.; TUBINO, D. F.; VALLE, A. C. R. Implementação de kanban de fornecedor, transporte e produção: estudo de caso em empresa de cabines e máquinas agrícolas. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007. Foz do Iguaçu-PR. **Proceedings [...] .** Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007. p. 1-9.

DAVE, B.; KUBLER, S.; FRÄMLING, K.; KOSKELA, L. Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards. **Automation in Construction**, v. 61, p. 86-97, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.10.009>.

FERNANDES, P. S. T. **Montagens Industriais**: planejamento, execução e controle. 4. ed. São Paulo: Artliber, 2013. 392 p.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Florianópolis, 2016, v. 21, n.3. Disponível em: <https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1194/pdf>. Acesso em maio de 2020.

FERREIRA, M. L. R. **Gerenciamento da qualidade pela contratante na montagem industrial de plantas de processo**. 1998. 332 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

GAGLIARDI, M. **Adaptação estratégica organizacional na indústria da construção civil: um estudo de caso no Distrito Federal**. 2002. 146p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GALSWORTH, G. D. **Visual systems**: harnessing the power of a visual workplace. Nova York: Amacom, 1997. 320 p.

GALSWORTH, G. D. **Visual workplace: visual thinking**. Portland, EUA: Visual-Lean Enterprise Press, 2005. 222 p.

GALSWORTH, G. D. **Work That Makes Sense: Operator-Led Visuality**. Portland, EUA: Visual-Lean Enterprise Press, 2011. 252 p.

GALSWORTH, G. D. **Visual workplace: visual thinking**. 2 ed. Portland, EUA: Visual-Lean Enterprise Press, 2017. 278 p.

GIDADO, K. I. Project complexity: the focal point of construction production planning. **Construction Management and Economics**, v. 14, n. 3, p. 213-225, 1996. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/014461996373476>.

GREIF, M. **The Visual Factory: building participation through shared information**. 1.ed. Portland, EUA: Productivity Press, 1991. 281p.

HABU, N.; KOIZUMI Y.; OHMORI Y. **Implementação do 5S na prática**. Campinas: Editora Icea, 1992.

HARRIS, C; HARRIS, R. **Lean Connections: Making Information Flow Efficiently and Effectively**. 1.ed. New York, NY: CRC Press. 2008. 168p.

HALPIN, D. W. **Construction Management**. 4.ed., New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2010. 448p.

HALPIN, G.; HALPIN, G.; ARBET, S. Effects of Number and Type of Response Choices on Internal Consistency Reliability. **Perceptual And Motor Skills**, [S.L.], v. 79, n. 2, p. 928-930, 1994. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.2466/pms.1994.79.2.928>.

HEINECK, L. F.; ROCHA, F. E.; LEITE, M. O. **Coletânea Edificar Lean: construindo com lean construction**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2009. v.1, 101p. HEVNER, A. R. et al. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004. <https://doi.org/10.2307/25148625>

HEZEL, C. R. **Avaliação do impacto das exigências do contratante nos sistemas de gestão integrados de empresas de montagem industrial na indústria de petróleo**. 2014. 380 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: **Anais... ENTAC**, 8º, Salvador, 2000. Salvador, BA.. v.1. 2000. p.572-579

HO, S.K. Transplanting Japanese management techniques. **Long Range Planning**, v.26 n.4, p.81-89. 1993.

HO, S.K. 5-S practice: the first step towards total quality management. **Total Quality Management**, v.10 n.3, p.345-356. 1999. <https://doi.org/10.1080/0954412997875>.

HOFACKER, A. OLIVEIRA, B. GEHBAUER F., FREITAS M., MENDES JR, R. SANTOS, A.; KIRSCH, J. Rapid Lean Construction – Quality Rating Model (LCR). In: 16th IGLC - International Group for Lean Construction (IGLC). **Proceedings...** Manchester, 2008. Disponível em: <http://iglc.net/Papers/Details/573>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CONCLA - Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=classe&tipo=cnae&versao=10&classe=42928>. Acesso em abril de 2020

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2018**, Rio de Janeiro, v. 28, p.1-35, 2020. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/paic_2018_v28_notas_tecnicas.pdf. Acesso maio/2020

INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS E COMBUSTÍVEIS (IBP). **Comissão de Garantia da Qualidade**. Guias para Garantia da Qualidade, Capítulo 6 - Construção, Montagem e Condicionamento. Rio de Janeiro, 1988.

KATTMAN, B.; CORBIN, T. P.; MOORE, L. E.; WALSH, L. Visual workplace practices positively impact business processes. **Benchmarking: An International Journal**, v. 19, n. 3, p. 412-430, 2012. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/14635771211243021>.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report, v. 72. CIFE, Stanford University, Stanford, 75 p., 1992. Disponível em: <https://cife.stanford.edu/application-new-production-philosophy-construction>

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Tese de doutorado (PhD), Technical Research Center of Finland, Espoo, Finland, 2000. 298 p. Disponível em: <http://lib.tkk.fi/Diss/2000/isbn951385566X/isbn951385566X.pdf>

KOSKELA, L; TEZEL, A.; TZORTZOPOULOS, P. Why Visual Management? In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018, Chennai. **Proceedings [...] .** Chennai: IGLC, 2018. p. 250-260. <http://dx.doi.org/10.24928/2018/0527>.

KURPJUWEIT, S.; REINERTH, D.; SCHMIDT, C. G.; WAGNER, S. M.. Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices. **International Journal Of Production Research**, v. 57, n. 17, p. 5574-5588, 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2018.1553315>.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean**: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean. 5. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2016. 130 p.

LIBÂNIO, C. S., BOTH, G. J., LORENZINI, G. C., RUCKS, C., AMARAL, F. G. (2012). Gerenciamento visual: uma revisão sistemática em teses e dissertações brasileiras. **Revista Negócios e Talentos**, v.1, Porto Alegre, RS.

LIFF, S; POSEY, P. A. **Seeing is Believing**: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization, AMACOM, New York. 2007. 272 p.

LIKER, J. K. **The Toyota Way**. Madison: CWL Publishing Enterprises, 2004. 319 p.

LONGO, R. **Avaliação da política energética e da política industrial no Brasil**: do plano SALTE ao plano Brasil para todos. 2009. 285f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. **Case study research in logistics**, v. Series B, p. 83–101, 2003.

MARTINS, F. E. **Diretrizes para o desenvolvimento de dispositivos visuais em linhas de produção enxuta no setor automotivo**. 2006. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MASKELL, B.H.; KENNEDY, F.A., Why do we need Lean accounting and how does it work?. **Journal of Corporate Accounting and Finance**. v. 18 n. 3. p. 59-73. 2007.
<https://doi.org/10.1002/jcaf.20293>

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.
[https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2)

MONTEIRO JUNIOR, A; SILVA, D. L.; COSTA, J. S. Contribuição da metodologia 5s em uma empresa fabricante de embalagem de alumínio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO, 7., 2011, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Uff, 2011.

MURATA, K.; KATAYAMA, H. Performance evaluation of a visual management system for effective case transfer. **International Journal Of Production Research**, [S.L.], v. 54, n. 10, p. 2907-2921, 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2015.1125542>.

MURATA, K.; TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZPOULOS, P. An application of control of theory to visual management for organizational communication. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 25., 2017, Fortaleza. **Proceedings [...]**. Heraklion: IGLC, 2017. p. 185-191. <https://doi.org/10.24928/2017/0346>

NASCIMENTO, D.; CAIADO, R.; TORTORELLA, G.; IVSON, P.; MEIRIÑO, M. Digital Obeya Room: exploring the synergies between bim and lean for visual construction management. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s41062-017-0125-0>

NICOLINI, D. Studying visual practices in construction. **Building Research and Information**, v. 35, n. 5, p. 576–580, 2007. <http://doi.org/10.1080/09613210701355732>

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Productivity Press, Portland, USA. 1988. 143 p.

OLIVEIRA, M. L. de; SILVEIRA, F. da; VENTURINI, J. S.; NICOLA, J. P.; SILUK, A. R.. Proposta de ações baseadas nos 11 princípios lean construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria – RS. **Revista Espacios**, Caracas, v. 37, n. 21, p. 17, abr. 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n21/16372117.html>. Acesso em: outubro de. 2020.

ORTIZ C. A.; PARK M. **Visual controls: applying visual management to the factory**. 1. ed. CRC press, USA. 2010. 180 p.

OSADA, T. **Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. 3. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1992. 212 p.

PICCHI, F.A.; GRANJA, A.D. Construction sites: using Lean principles to seek broader implementations. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 12. 2004, Helsingør. **Proceedings IGLC**. Helsingør. 2004.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B.A.; OWEN, R. Interaction of Lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**. v.136 n .9, pp. 968-980. .2010.

SCHULER, M. **Comunicação estratégica**. São Paulo: Atlas, 2004. 141 p.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Anuário do Trabalho 2016**, 2018. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anu%C3%A1rio%20do%20Trabalho%20nos%20Pequenos%20Neg%C3%B3cios%202016%20VF.pdf> Acesso: Outubro/2019

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI). **Diagnóstico da mão-de-obra do setor de Construção Civil**. Brasília: SESI, Departamento Nacional, 1994.

SHANNON, C. E; Weaver, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana, IL: University of Illinois Press, 1949. 131 p.

SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System: from an industrial**. Nova York: Productivity Press, 1989. 296 p.

SILVA, O. L. S. **Sistemas da qualidade na construção civil, subsector de edificações**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.

SILVA, P. R. N. Elementos para a análise da dinâmica das empresas montadoras de térmicas a gás no Brasil. In: 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2003.

SILVA, L.; NEVES, C.A.A.; TUBINO, D.F.; MERINO, E.A.D; SELIG, P.M. Aplicação do método Benchmarking Enxuto em uma indústria de aditivos químicos e impermeabilizantes do segmento da construção civil. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 30, 2010, São Carlos. **Anais...**, São Paulo, 2010

SPEAR, S.; BOWEN, H. K., Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, v. 77 n. 5. p. 97–106. 1999.

SOUZA, A. M. **Análise da aplicabilidade dos dispositivos visuais de segurança do trabalho utilizados nos canteiros de obras sob a ótica do princípio do aumento da transparência**. 2013. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2013.

SUZAKI, K. **The New Shop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement**. 1.ed. The Free Press, New York, USA. 1993. 462 p.

TEIXEIRA, J, M. **Gestão Visual de Projetos**: 2015. 330 f. Dissertação (Mestrado) , Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

TEZEL, A.; AZIZ, Z. From conventional to it based visual management: a conceptual discussion for lean construction. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 22, p.220-246, 2017a. <https://www.itcon.org/2017/12>

TEZEL, A.; AZIZ, Z. Benefits of visual management in construction: cases from the transportation sector in England. **Construction Innovation**, v. 17, n. 2, p. 125-157. 2017b. <http://dx.doi.org/10.1108/ci-05-2016-0029>.

- TEZEL, A.; AZIZ, Z. **Visual Management / Visual Controls Implementation Pilot: 5S in Highways Construction and Maintenance**. School of the Built Environment, University of Salford, 37p. 2016. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/38582/>
- TEZEL, A; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. The Functions of Visual Management. In: **Proceedings of the International Research Symposium**, Salford, UK. 2009, p. 201–219. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/10883/>
- TEZEL, A; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. **Visual management in construction: Study report on Brazilian cases**. Salford Center for Research and Innovation in the Built and Human Environment (SCRI), University of Salford, U.K. 2010. 29 p.
- 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**, [S.L.], v. 31, n. 6, p. 05015001, nov. 2015. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000354](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000354).
- TEZEL, A. **Visual management: an exploration of the concept and its implementation in construction**. 2011. PhD thesis, University of Salford, Salford. 2011. 362 p.
- TOMASI, C.; MEDEIROS, J.B. **Comunicação Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2007. 444 p.
- TOMPKINS, J.A.; SMITH, J.D. **Warehouse Management Handbook**, Tomkins Press, Raleigh. 1988. 702 p.
- TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999. 182 p.
- VALENTE, C. P. **Modelo para concepção de dispositivos visuais na gestão da produção na construção**. 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- VALENTE, C.P.; BRANDALISE F.M.P.; FORMOSO, C.T. Model for devising visual management systems on construction sites. **Journal of Construction Engineer Management**, v. 145, n. 6, p. 04018138, 2019. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001596](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001596).
- VALENTE, R.C.; COSTA, D.B. Recommendations for practical application of transparency in construction site. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 22. 2014, Oslo. **Proceedings IGLC**. Oslo. 2014. p. 919-930.
- VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009. 159 p.
- VAN AKEN, J. E. Management research on the basis of the design paradigm: The quest for field-tested and grounded technological rules. v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00430.x>
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 448 p.
- YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. Thousand Oaks, California: SAGE. 2003. 181 p.

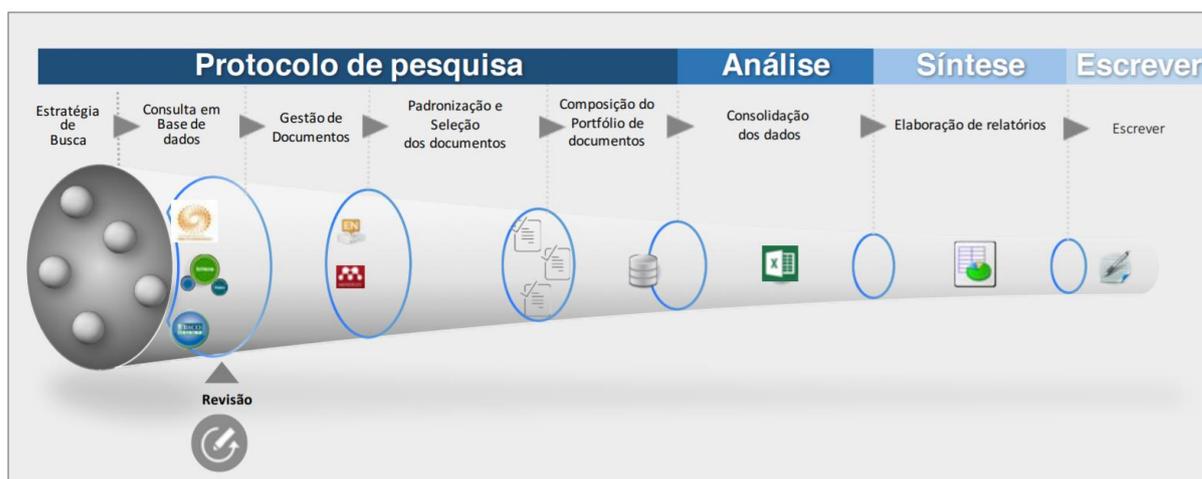
APÊNDICES

APÊNDICE A – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Nesse estudo, foi desenvolvida uma revisão sistemática da literatura (RSL), de natureza aplicada e com objetivos de caráter exploratório, por meio de um levantamento quantitativo e qualitativo de artigos encontrados com uso de palavras-chaves em plataformas relevantes.

A metodologia utilizada foi uma adaptação do método *Systematic Search Flow* (SSF) que segue o guia “Passos para construção da Revisão Sistemática e Bibliometria”, desenvolvido por Farenhof e Fernandes (2016). A representação do método é apresentada conforme Figura 45.

Figura 45 - Fluxograma da metodologia de revisão bibliográfica sistemática



Fonte: Farenhof e Fernandes (2016)

A primeira etapa foi a definição da estratégia de busca, onde foram definidas as palavras-chave adequadas para a pesquisa, quais bases de dados seriam utilizadas, e os anos de publicação dos artigos. Farenhof e Fernandes (2016) recomendam que a pesquisa inicial aconteça na base de dados Scopus, por possuir uma inteligência na indexação de artigos. Além disso, outra recomendação dos autores é que por ser uma base interdisciplinar torna-se uma boa opção para verificar se as palavras-chave estão alinhadas. As palavras chaves mais adequadas para pesquisa foram escolhidas para se adequar ao trabalho e

encontrar maior quantidade de resultados relevantes, depois de alguns testes foi possível identificar que as palavras com maior quantidade de trabalhos relevantes são: *visual management* e *lean construction*, ratificando o concluído pela pesquisa de Libânio et al. (2012), que foram utilizadas em conjunto para aumentar a restrição do filtro.

Optou-se por realizar uma pesquisa mais abrangente para conhecer o estado da arte relacionado à gestão visual na indústria da construção civil, ao invés de restringir às análises relacionadas apenas a montagem industrial.

A coleta ocorreu na data 31 de mar. de 2020, e utilizou-se como um dos filtros que a publicações estivessem nos últimos 10 anos.

O portal periódico Capes permite acesso a diversas bases de literatura científica, entre elas, as escolhidas para essa revisão foram selecionadas: *Scopus*, *Engineering Village*, *Science Direct*, *Web of Science*. Outra fonte escolhida para a pesquisa foi o website do *International Group of Lean Construction* (IGLC) que apresenta diversas bibliografias relevantes e uma plataforma própria para pesquisa de artigos publicados nos congressos anuais. Foram pesquisados artigos a partir do ano de 2010, última década.

A pesquisa foi realizada com as mesmas palavras-chave em todas as bases escolhidas, os resultados obtidos estão sintetizados no Quadro 18.

Quadro 18 - Parâmetros de pesquisa e resultado da RSL

Palavra-chave:	(("visual management") e ("lean construction"))					
BASE DE DADOS	N°T	LT	LR	AS	SD	LA
Scopus	51	51	23	12	7	7
Engineering Village	64	64	27	11	5	5
Science Direct	23	23	11	2	2	2
Web of Science	35	35	14	4	4	4
IGLC	54	54	29	16	8	8
TOTAL	227	227	104	45	26	26

N°T = Número de Títulos

LT = Leitura dos Títulos

LR = Leitura dos Resumos

AS = Artigo Selecionado

SD = Sem Duplicata (o artigo foi atribuído ao primeiro lugar encontrado)

LA = Leitura do Artigo

Fonte: Autor

Como resultado, foi encontrado um total de 227 documentos. A próxima etapa foi a seleção das referências encontradas. O primeiro filtro foi feito por meio da leitura do título, resumo e palavras-chaves, excluindo aqueles artigos que o conteúdo não se alinhava com o objetivo da pesquisa. O segundo filtro foi o descarte das referências duplicadas, ou seja,

aquelas que foram encontradas em mais que um banco de dados. Ao final destes dois filtros restaram apenas 26 artigos, conforme Quadro 19.

Após ter realizado a organização dos documentos iniciou-se a leitura dos artigos. Durante a leitura dos 26 artigos selecionados outras referências relevantes foram encontradas e separadas para leitura, no entanto, foram consideradas na revisão narrativa.

Quadro 19 - Artigos selecionados para leitura

Nº	Citações	Base de Dados	Periódicos	Ano de publicação	Título do artigo	Autores
1	1	Engineering Village	IGLC	2019	Analysis of visual management practices for construction safety	ABDELKHALEK, E. S.; ELSIBAI, M. D.; GHOSSE, G. K.; HAMZEH, F. R.
2	2	Engineering Village	IGLC	2017	An application of control theory to visual management for organizational communication in construction	MURATA, K.; TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.
3	3	Engineering Village	IGLC	2018	Understanding the effectiveness of visual management best practices in construction sites	BRANDALISE, F.; VALENTE, C.; VIANA, D.; FORMOSO, C.
4	4	Engineering Village	IGLC	2016	Visual management: preliminary results of a systematic literature review on core concepts and principles	VALENTE, C.; PIAVATTO, M.; FORMOSO, C.
5	23	Engineering Village	Engineering, Construction and Architectural Management	2017	Visual management in highways construction and maintenance in England	TEZEL, A.; AZIZ, Z.
6	4	IGLC	IGLC	2017	Visualizing daily on-site space use	BASCOUL, A.; TOMMELEIN, I.
7	1	IGLC	IGLC	2018	Identifying value enhancing factors and applicability of visual management tools	PATEL, V.; KARIA, N.; PANDIT, D.
8	1	IGLC	IGLC	2010	Process transparency on construction sites: examples from construction companies in Brazil	TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.
9	10	IGLC	IGLC	2011	An examination of visual management on finish construction sites	TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS

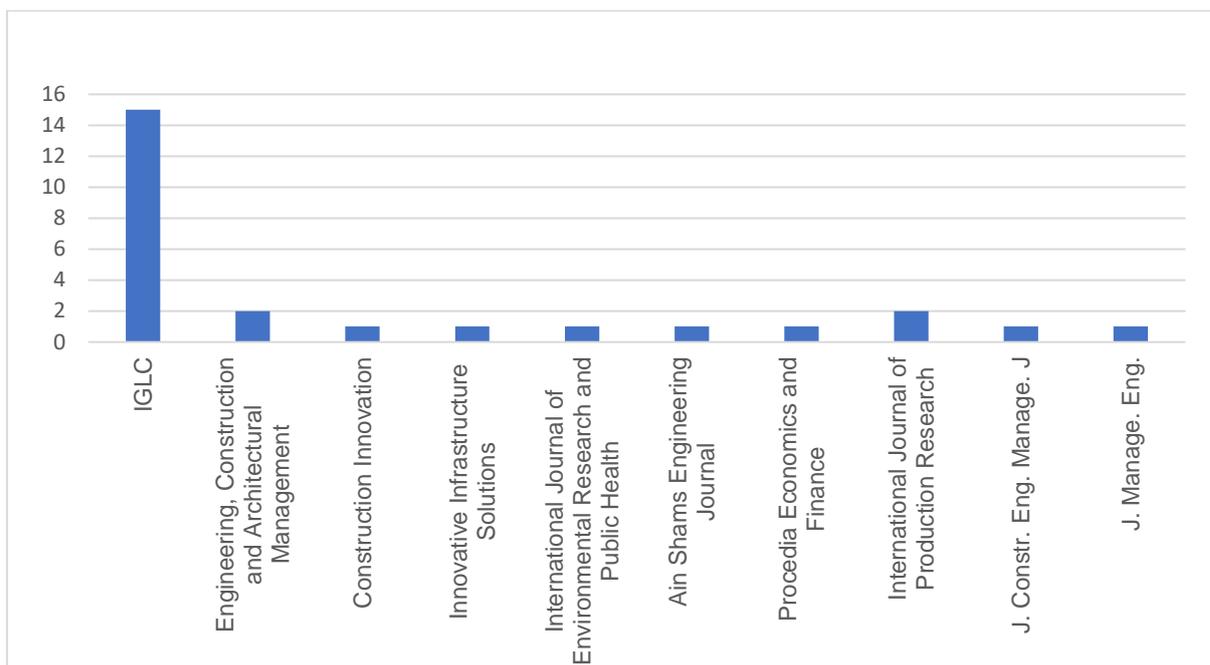
Nº	Citações	Base de Dados	Periódicos	Ano de publicação	Título do artigo	Autores
						, P.; KOSKENVESA A.; SAHLSTEDT, S.
10	10	IGLC	IGLC	2013	Visual management in industrial construction: a case study	TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.
11	11	IGLC	IGLC	2017	Benefits of visual management in the transportation sector	TEZEL, A.; AZIZ, Z.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.
12	5	IGLC	IGLC	2014	Recommendations for practical application of transparency in construction site	VALENTE, R.; COSTA, D.
13	16	IGLC	IGLC	2014	The role of visual management in collaborative integrated planning and control for engineer-to-order building systems	VIANA, D.; FORMOSO, C.; WESZ, J.; TZORTZOPOULOS, P.
14	13	Scopus	Construction Innovation	2017	Benefits of visual management in construction: cases from the transportation sector in England	TEZEL, A.; AZIZ, Z.
15	8	Scopus	Innovative Infrastructure Solutions	2018	Digital Obeya Room: exploring the synergies between BIM and lean for visual construction management	NASCIMENTO, D.; CALADO, R.; TORTORELLA, G.; IVSON, P.; MEIRIÑO, M.
16	4	Scopus	IGLC	2017	Guidelines for devising and assessing visual management systems in construction sites	VALENTE, C.; BRANDALISE, F.; PIVATTO, M.; FORMOSO, C.
17	10	Scopus	International Journal of Environmental Research and Public Health	2019	Impacts of lean construction on safety systems: a system dynamics approach	WU, X.; YUAN, H.; WANG, G.; LI, S.; WU, G.
18	1	Scopus	IGLC	2019	Implementing lean visual tools on the closeout phase of a global-scale industrial project	FAZARD, M.; CAMERON, V.
19	13	Scopus	Engineering, Construction and Architectural Management	2018	Improving transparency in construction management: a visual planning and control model	BRADY, D.; TZORTZOPOULOS, P.; ROOKE, J.; FORMOSO, C.; TEZEL, A.
20	15	Scopus	IGLC	2018	Why visual management?	KOSKELA, L.; TEZEL, A.;

Nº	Citações	Base de Dados	Periódicos	Ano de publicação	Título do artigo	Autores
						TZORTZOPOULOS, P.
21	1	Science Direct	Ain Shams Engineering Journal	2019	Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018)	SINGH, S.; KUMAR, K.
22	44	Science Direct	Procedia Economics and Finance	2015	Visual management in mid-sized construction design projects	TJELL, J.; SIJTSEMA, P.
23	38	Web of Science	International Journal of Production Research	2010	A study on construction of a kaizen case-base and its utilization: a case of visual management in fabrication and assembly shop-floors	MURATA, K.; KATAYAMA, H.
24	12	Web of Science	International Journal of Production Research	2018	Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices	KURPJUWEIT, S.; REINERTH, D.; SCHMIDT, C.; WAGNER, S.
25	3	Web of Science	Journal of Construction Engineering and Management	2019	Model for devising visual management systems on construction sites	VALENTE, C.; BRANDALISE, F.; FORMOSO, C.
26	47	Web of Science	Journal of Management in Engineering	2015	Visual Management in Brazilian construction companies: taxonomy and guidelines for implementation	TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C.; ALVES, T.

Fonte: Autor

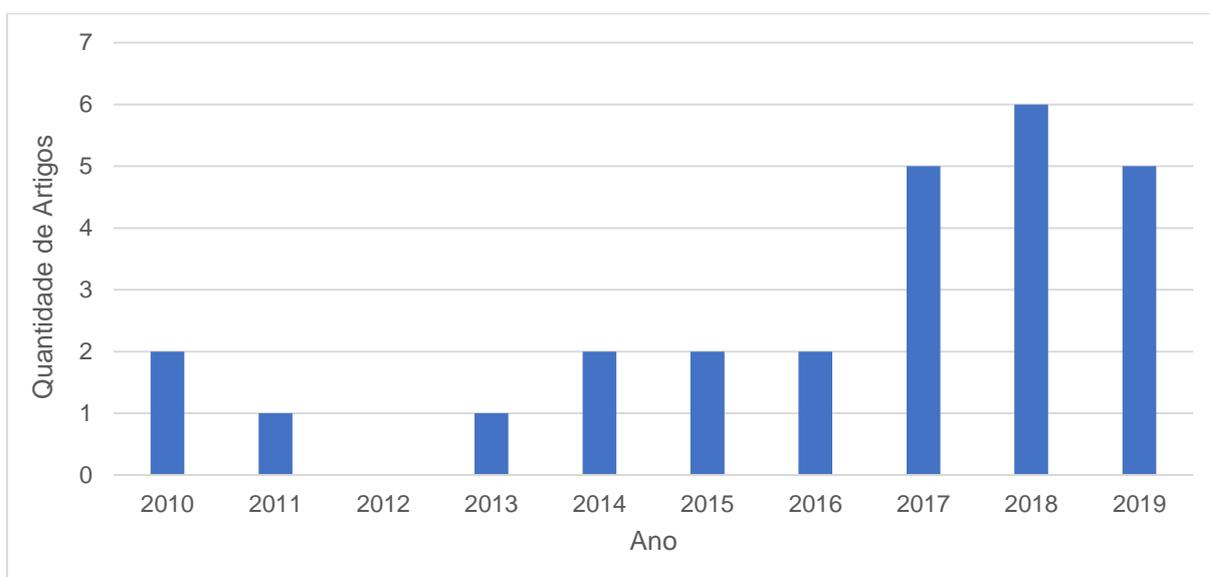
Com todos os artigos relacionados no Quadro 19, ordenados pela base de dados, foi possível identificar e selecionar quais os artigos seriam citados no trabalho. Para essa identificação grifou-se na primeira coluna com verde – artigos citados e em amarelo – artigos que são resultados de trabalhos completos citados no texto, como dissertações e teses.

O Gráfico 23 apresenta a quantidade de trabalhos por periódico. É notório que o periódico com maior contribuição para essa revisão é o *International Group of Lean Construction* (IGLC), com quinze contribuições, os demais não tiveram mais do que duas contribuições.

Gráfico 23 - Quantidade de artigos selecionados por periódico

Fonte: Autor

O Gráfico 24 representa os anos das publicações. Nota-se que há um aumento de publicações com o tema nos últimos anos, sendo 2018 o ano com mais publicações entre os levantados, com um total de seis artigos.

Gráfico 24 - Quantidade de periódicos por ano

Fonte: Autor

Dispositivos visuais podem ser apresentados a partir de ferramentas que tem finalidade na construção enxuta (WU et al., 2019; FAZARD, CAMERON, 2019; SINGH, KUMAR, 2019). Apesar de auxiliar a construção enxuta, devido o aumento de transparência (BRADY et al., 2018; VALENTE, COSTA, 2014), a gestão visual pode ser utilizada para diversas finalidades, como segurança do trabalho (ABDELKHALEK, 2019).

A gestão visual pôde ser estudada em escritórios de Engenharia (VIANA et al, 2014; TJELL, SIJTSEMA, 2015), e em canteiros de obras, através de estudos de caso (ABDELKHALEK, 2019; BRANDALISE et al. 2018; TEZEL, AZIZ, 2017; TEZEL, KOSKELA, TZORTZOPOULOS, 2010; TEZEL et al., 2011; TEZEL, KOSKELA, TZORTZOPOULOS, 2013; TEZEL et al., 2017; TEZEL, AZIZ, 2017; VALENTE et al., 2017). Para aplicação de uma gestão visual eficiente, estudos buscaram integrá-la a novas tecnologias para auxiliar, como Nascimento et al (2017) e Bascoul e Tommelein (2017).

Visto que a melhoria na comunicação é a principal finalidade da gestão visual, Murata et al. (2017) propõe um modelo de comunicação para a indústria da construção por meio de um gerenciamento visual para compartilhamento de informações. Sendo as ferramentas visuais os pontos de tradução entre a informação e o comportamento de quem a receber, Valente, Brandalise e Formoso (2019) apresentam um modelo para desenvolver uma ferramenta visual.

Em busca de diretrizes para implementação do sistema de gestão visual, o artigo de Valente et al. (2017) apresentam uma série de diretrizes para implementação e avaliação da gestão visual. Em contrapartida, Tezel et al. (2015) apresentam em quatorze tipos de classificação dos dispositivos, taxonomias, que estão divididos em três estágios de implementação.

Esses estudos apresentaram sua contribuição ao trabalho de forma direta, através de citações, sendo 17 dos 26 estudos utilizados como referências no texto, e indiretamente, com aumento de conhecimento frente ao assunto em questão. É possível observar que o método de pesquisa baseado em estudos de caso é usualmente explorado no tema gestão visual.

APÊNDICE B – LISTA DE AVALIAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM CANTEIRO DE OBRAS

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO X				
	NÍVEL 2 - FINALIDADE DO DISPOSITIVO	1	2	3	4	5
I	INDICADORES					
I.1	Espaço, organização e movimentação					
I.1.1	Placas identificadoras de canteiro					
I.1.2	Divisão por cores para determinação e delimitação das áreas					
I.1.3	Identificação dos materiais no almoxarifado					
I.1.4	Identificação das tomadas					
I.1.5	Identificação dos equipamentos e ferramentas					
I.1.6	Banner com política da empresa e gestão a vista					
I.1.7	Projetos a vista					
I.1.8	Planejamento a vista (p.e. cronograma, avanço, curva S, indicadores)					
I.1.9	Indicadores de produtividade, desempenho, Key Performance Indicator (KPI)					
I.1.10	Local exclusivo para visualização de projeto, planejamento e estratégias (p.e. <i>obeya</i>)					
I.1.11	Planos de movimentação de cargas a vista (para guindastes, guindautos etc.)					
I.1.12	Prateleiras identificadas para organização de projetos e <i>data books</i>					
I.2	Produção					
I.2.1	Placas de descrição dos serviços a serem executados					
I.2.2	Placas descrevendo responsáveis pela execução do serviço					
I.2.3	Placas com descrição de procedimentos (p.e. <i>one-point- lessons</i> , procedimento de soldagem)					
I.2.4	Utilização de marcações para auxílio na topografia					
I.2.5	<i>Tags</i> para identificação das tubulações					
I.2.6	<i>Tags</i> para identificação dos cabos					
I.2.7	Etiquetas para conferência de conformidade do material					
I.3	Saúde, segurança e meio ambiente					
I.3.1	Placas de indicação de uso de EPI					
I.3.2	Placas para identificação de quem são os operadores de ferramentas e equipamentos permitidos					

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO X				
	NÍVEL 2 - FINALIDADE DO DISPOSITIVO	1	2	3	4	5
I.3.3	Placas para identificação de caminho seguro					
I.3.4	Cartazes/banners comunicando sobre higiene pessoal e saúde					
I.3.5	Placas de sinalização para indicar zonas de risco					
I.3.6	Mapa de risco do canteiro de obras					
I.3.7	Quadro para controle de pessoas no canteiro de obras					
I.3.8	Placas para indicar saída de emergência e ponto de encontro					
I.3.9	Etiqueta/tag/placa de peso máximo do material por prateleira					
I.3.10	Placas com informações de ergonomia					
I.3.11	Identificação com cores da manutenção de ferramentas					
I.3.12	Placa de "dias sem acidente"					
S	SINALIZADORES					
S.1	Espaço, organização e movimentação					
S.1.1	Dispositivos visuais que sinalizam a baixa de estoque no almoxarifado (p.e. sinalização / <i>kanban</i> de nível de estoque)					
S.2	Produção					
S.2.1	<i>Andon</i> para sinalizar alguma interrupção de produção					
S.3	Saúde, segurança e meio ambiente					
S.3.1	Possibilidade de sinalização caso haja algum acidente no local					
S.3.2	Dispositivo sinalizador para auxiliar a utilização de caminho seguro na fábrica					
S.3.3	Sinal sonoro para "ré" nos veículos					
S.3.4	Sinal visual e sonoro para excesso de carga nos guindastes e guindastes					
S.3.5	Algum tipo de sensor (RFID, presença, calor) que emita alguma luz e/ou som para sinalizar a falta de algum equipamento de proteção coletiva (EPC)					
C	CONTROLADORES					
C.1	Espaço, organização e movimentação					
C.1.1	Dispositivos visuais que controlam requisição de ferramentas e equipamentos (p.e. <i>kanban</i>)					
C.1.2	Dispositivos visuais para controle de requisição de materiais de aplicação permanente (p.e. <i>kanban</i>)					

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO X				
	NÍVEL 2 - FINALIDADE DO DISPOSITIVO	1	2	3	4	5
C.1.3	Marcações no piso para delimitar áreas do canteiro					
C.1.4	Marcações no piso para delimitar rotas para veículos no canteiro					
C.1.5	Marcações no piso e delimitações para área de estacionamento de utilitários e/ou maquinas pesadas					
C.1.6	Quadro de ferramentas no almoxarifado					
C.1.7	Cores diferentes para identificação descarte por tipo de resíduo					
C.1.8	Barreiras físicas para delimitação de áreas de armazenamento de materiais aplicáveis (areia, tubulação, estruturas metálicas...)					
C.2	Produção					
C.2.1	Marcações no piso para locação de equipamentos					
C.2.2	<i>Kanban</i> para controle e nivelamento da mão de obra na produção					
C.2.3	<i>Kanban</i> para controle e nivelamento de equipes de apoio (movimentação de cargas, andaimes, plataformas elevatórias...) na produção					
C.2.4	Quadro <i>Heijunka</i> para nivelamento de produção					
C.3	Saúde, segurança e meio ambiente					
C.3.1	Caminho seguro identificado					
G	GARANTIAS VISUAIS					
G.1	Espaço, organização e movimentação					
G.1.1	Dispositivo visual "a prova de erros" para organizar o canteiro.					
G.2	Produção					
G.2.1	Dispositivos visuais "a prova de erros" para atividade realizada na produção (p.e. <i>poka-yoke</i>)					
G.3	Saúde, segurança e meio ambiente					
G.3.1	Tomadas industriais com tampa de proteção nos equipamentos e quadros elétricos					
G.3.2	Limitadores de curso para lança retrátil de guindastes, guas e guindautos					
TOTAL						

APÊNDICE C – APLICAÇÃO DA LISTA DE AVALIAÇÃO EM CINCO CANTEIROS

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO					
	NÍVEL 2 - FINALIDADE	A	B	C	D	E	Média
I	INDICADORES	101	108	105	94	98	101,2
I.1	Espaço, organização e movimentação	39	44	41	35	36	39
I.1.1	Placas identificadoras de canteiro	5	5	5	5	5	5
I.1.2	Divisão por cores para determinação e delimitação das áreas	1	1	1	1	1	1
I.1.3	Identificação dos materiais no almoxarifado	4	4	5	4	4	4,2
I.1.4	Identificação das tomadas	5	5	5	1	4	4
I.1.5	Identificação dos equipamentos e ferramentas	4	4	4	4	4	4
I.1.6	Banner com política da empresa e gestão a vista	5	5	5	5	5	5
I.1.7	Projetos a vista	5	5	5	4	3	4,4
I.1.8	Planejamento a vista (p.e. cronograma, avanço, curva S, indicadores)	3	2	3	3	1	2,4
I.1.9	Indicadores de produtividade, desempenho, Key Performance Indicator (KPI)	1	5	1	1	1	1,8
I.1.10	Local exclusivo para visualização de projeto, planejamento e estratégias (p.e. <i>obeya</i>)	2	2	2	2	2	2
I.1.11	Planos de movimentação de cargas a vista (para guindastes, guindautos etc.)	1	1	1	1	1	1
I.1.12	Prateleiras identificadas para organização de projetos e <i>data books</i>	3	5	4	4	5	4,2
I.2	Produção	15	20	20	17	19	18,2
I.2.1	Placas de descrição dos serviços a serem executados	1	1	1	1	1	1
I.2.2	Placas descrevendo responsáveis pela execução do serviço	1	1	1	3	1	1,4
I.2.3	Placas com descrição de procedimentos (p.e. <i>one-point- lessons</i> , procedimento de soldagem)	1	1	1	1	1	1
I.2.4	Utilização de marcações para auxílio na topografia	4	3	3	2	4	3,2
I.2.5	<i>Tags</i> para identificação das tubulações	4	5	5	5	5	4,8
I.2.6	<i>Tags</i> para identificação dos cabos	0	4	4	1	2	2,2

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO					
	NÍVEL 2 - FINALIDADE	A	B	C	D	E	Média
I.2.7	Etiquetas para conferência de conformidade do material	4	5	5	4	5	4,6
I.3	Saúde, segurança e meio ambiente	47	44	44	42	43	44
I.3.1	Placas de indicação de uso de EPI	5	5	5	5	5	5
I.3.2	Placas para identificação de quem são os operadores de ferramentas e equipamentos permitidos	5	5	5	5	5	5
I.3.3	Placas para identificação de caminho seguro	5	5	5	5	5	5
I.3.4	Cartazes/banners comunicando sobre higiene pessoal e saúde	5	5	5	5	5	5
I.3.5	Placas de sinalização para indicar zonas de risco	1	1	1	1	1	1
I.3.6	Mapa de risco do canteiro de obras	2	2	5	2	2	2,6
I.3.7	Quadro para controle de pessoas no canteiro de obras	5	2	2	2	1	2,4
I.3.8	Placas para indicar saída de emergência e ponto de encontro	5	5	4	5	5	4,8
I.3.9	Etiqueta/tag/placa de peso máximo do material por prateleira	5	3	4	3	3	3,6
I.3.10	Placas com informações de ergonomia	1	1	1	1	1	1
I.3.11	Identificação com cores da manutenção de ferramentas	3	5	2	3	5	3,6
I.3.12	Placa indicadora de "dias sem acidente"	5	5	5	5	5	5
S	SINALIZADORES	13	13	13	13	14	13,2
S.1	Espaço, organização e movimentação	1	1	1	1	1	1
S.1.1	Dispositivos visuais que sinalizam a baixa de estoque no almoxarifado (p.e. sinalização/ <i>kanban</i> de nível de estoque)	1	1	1	1	1	1
S.2	Produção	1	1	1	1	1	1
S.2.1	<i>Andon</i> para sinalizar alguma interrupção de produção	1	1	1	1	1	1
S.3	Saúde, segurança e meio ambiente	11	11	11	11	12	11,2
S.3.1	Possibilidade de sinalização caso haja algum acidente no local	1	1	1	1	2	1,2
S.3.2	Dispositivo sinalizador para auxiliar a utilização de caminho seguro na fábrica	1	1	1	1	1	1

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO					
	NÍVEL 2 - FINALIDADE	A	B	C	D	E	Média
S.3.3	Sinal sonoro para "ré" nos veículos	4	4	4	4	4	4
S.3.4	Sinal visual e sonoro para excesso de carga nos guindautos e guindastes	4	4	4	4	4	4
S.3.5	Algum tipo de sensor (<i>RFID</i> , presença, calor) que emita alguma luz e/ou som para sinalizar a falta de algum equipamento de proteção coletiva (EPC)	1	1	1	1	1	1
C	CONTROLADORES	24	29	33	19	31	27,2
C.1	Espaço, organização e movimentação	15	20	24	14	26	19,8
C.1.1	Dispositivos visuais que controlam requisição de ferramentas e equipamentos (p.e. <i>kanban</i>)	1	1	1	1	1	1
C.1.2	Dispositivos visuais para controle de requisição de materiais de aplicação permanente (p.e. <i>kanban</i>)	1	1	1	1	1	1
C.1.3	Marcações no piso para delimitar áreas do canteiro	1	1	1	2	3	1,6
C.1.4	Marcações no piso para delimitar rotas para veículos no canteiro	1	1	1	1	2	1,2
C.1.5	Marcações no piso e delimitações para área de estacionamento de utilitários e/ou máquinas pesadas	4	5	5	1	4	3,8
C.1.6	Quadro de ferramentas no almoxarifado	1	5	5	1	5	3,4
C.1.7	Cores diferentes para identificação descarte por tipo de resíduo	5	5	5	5	5	5
C.1.8	Barreiras físicas para delimitação de áreas de armazenamento de materiais aplicáveis (areia, tubulação, estruturas metálicas...)	1	1	5	2	5	2,8
C.2	Produção	4	4	4	4	4	4
C.2.1	Marcações no piso para locação de equipamentos	1	1	1	1	1	1
C.2.2	<i>Kanbans</i> para controle e nivelamento da mão de obra na produção	1	1	1	1	1	1
C.2.3	<i>Kanbans</i> para controle e nivelamento de equipes de apoio (movimentação de cargas, andaimes, plataformas elevatórias...) na produção	1	1	1	1	1	1
C.2.4	Quadro <i>heijunka</i> para nivelamento de produção	1	1	1	1	1	1
C.3	Saúde, segurança e meio ambiente	5	5	5	1	1	3,4

ID	NÍVEL 1 - TIPO DE DISPOSITIVO	CANTEIRO					
	NÍVEL 2 - FINALIDADE	A	B	C	D	E	Média
C.3.1	Caminho seguro identificado	5	5	5	1	1	3,4
G	GARANTIAS VISUAIS	15	12	12	12	12	12,6
G.1	Espaço, organização e movimentação	1	1	1	1	1	1
G.1.1	Dispositivo visual "a prova de erros" para organizar o canteiro	1	1	1	1	1	1
G.2	Produção	4	1	1	1	1	1,6
G.2.1	Dispositivos visuais "a prova de erros" para atividade realizada na produção (p.e. poka-yoke)	4	1	1	1	1	1,6
G.3	Saúde, segurança e meio ambiente	10	10	10	10	10	10
G.3.1	Tomadas industriais com tampa de proteção nos equipamentos e quadros elétricos	5	5	5	5	5	5
G.3.2	Limitadores de curso para lança retrátil de guindastes, gruas e guindautos	5	5	5	5	5	5
TOTAL		153	162	163	138	155	154,2

APÊNDICE D – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CANTEIRO A

Finalidade	Canteiro A		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Mensagem	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	1		Placa	Indicação de local adequado para recolhimento de madeira, para posteriormente, possível descarte adequado ou reciclagem	INDICADOR
	2		Lixeira etiquetada e colorida	Lixeira apresenta cores e placas distintas para indicação do material de descarte adequado.	CONTROLADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	3		Placa	Indicação de preservação da limpeza do bebedouro e número de referência do bebedouro	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	4		Placa	Organização e segmentação do almoxarifado para melhor organização e padronização	INDICADOR

Finalidade	Canteiro A		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Mensagem	Grau de controle
Saúde, segurança e meio ambiente	5		Placa	Placa de atenção para equipamento que está fora de uso	INDICADOR
	6		Texto	Anotação em equipamento para indicação de voltagem	INDICADOR
Produção	7		Etiqueta	Numeração de equipamentos para facilidade de organização e montagem	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	8		Etiqueta	Indicação da voltagem da tomada	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	9		Banner	Texto contendo campanha de valorização dos cuidados e valorização da saúde	INDICADOR

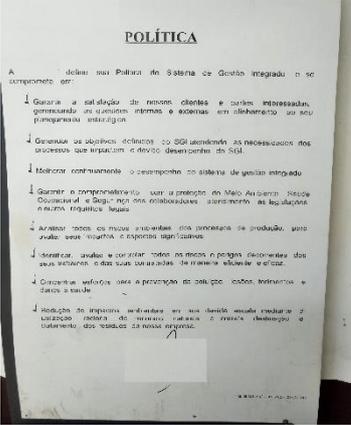
Finalidade	Canteiro A		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Mensagem	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	10		Guarda corpo	Limitação do caminho seguro feito por telas coloridas	CONTROLADO R
Saúde, segurança e meio ambiente	11		Placa	Pictograma de indicação de rota de fuga para rápido entendimento em caso de emergência	INDICADOR
	12		Adesivo	Anotação de inspeção de rotina do extintor	CONTROLADO R
	13		Banner	Mensagem de conscientização para segurança do trabalho.	INDICADOR

Finalidade	Canteiro A		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Mensagem	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	14		Armários com etiquetas coloridas e números identificadores	Numeração dos armários para separação e organização	INDICADOR
	15		Painel de controle de entrada	Painel de cartões de colaboradores ativos. Localizado na entrada, cada colaborador coloca seu cartão indicando que está no canteiro	CONTROLADOR

APÊNDICE E – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CANTEIRO B

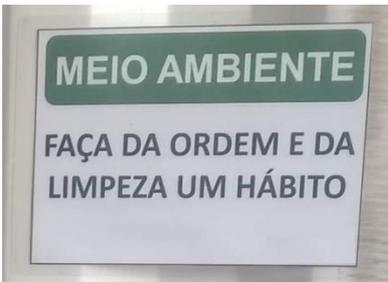
Finalidade	Canteiro B	Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
			Descrição	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	1 	Lixeira com cor, pictograma e texto indicador	Indicação visual para localização de descarte adequado de baterias evitando a contaminação do descarte inadequado	CONTROLADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	2 	Banner	Banner indicando Programa de segurança	INDICADOR
	3 	Banner	Banner indicando Programa de segurança	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação		Placa	Indicação de caminho seguro	INDICADOR VISUAL

Finalidade	Canteiro B	Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
			Descrição	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	4 	Caminho seguro com cores indicadoras no piso e guarda-corpo de limitação	Controle visual exercido por cores no piso e limitação de movimentação com guarda-corpo	CONTROLADOR VISUAL
Espaço, organização e movimentação	5 	Etiquetas	Etiquetas identificadoras para controle de recebimento de materiais	CONTROLADOR VISUAL
Saúde, segurança e meio ambiente	6 	Banner / Programa de manutenção	Banner indicando programa para manutenção de equipamentos, através de etiquetas identificadoras	CONTROLADOR

Finalidade	Canteiro B	Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
			Descrição	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	7		Banner com política da empresa.	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	8		Identificação da quantidade de dias sem acidentes	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	9		Painel com função de apresentação de indicadores, <i>key performance indicators</i> de três setores	INDICADOR

APÊNDICE F – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CANTEIRO C

Finalidade	Canteiro C	Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
			Descrição	Grau de controle
Saúde, segurança e meio ambiente	1		Banner educativo para saúde dos colaboradores.	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	2		Mapa do ambiente indicando os locais dos possíveis riscos que os colaboradores estarão expostos	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	3		Indicação dos EPI necessários	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	4		Mensagem para valorização da saúde e segurança do colaborador	INDICADOR

Finalidade	Canteiro C	Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
			Descrição	Grau de controle
Saúde, segurança e meio ambiente	5 	Placa	Indicação visual através de pictogramas do extintor de incêndio	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	6 	Banner	Banner com campanha de segurança dos colaboradores	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	7 	Placa	Indicadores de setores do canteiro de obras	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	8 	Placa	Indicação para auxiliar movimentação no canteiro, especificamente para abertura da porta	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	9 	Placa	Mensagem com intuito de manutenção e preservação do meio ambiente	INDICADOR

APÊNDICE G – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CANTEIRO D

Finalidade	Canteiro D		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Emissor	Grau de controle
Saúde, segurança e meio ambiente	1		Placa	Indicação de manutenção de higiene no local	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	2		Adesivo	Localização adequada para descarte de discos já utilizados	CONTROLADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	3		Placa	Indicação de perigo na área de tintas solvente, possível risco de acidentes	INDICADOR
	4		Placa	Ponto de encontro em caso de organização em possível emergência	INDICADOR

Finalidade	Canteiro D		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Emissor	Grau de controle
	5		Placa	Indicação de perigo devido movimentação de cargas	INDICADOR
	6		Placa	Local adequado para entrada e saída segura	INDICADOR
	7		Placa	Indicação de kit emergencial para meio ambiente	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	8		Placa	Organização dos setores do canteiro	INDICADOR
	9		Marcação no chão com pintura	Delimitação da área que não pode conter barreira para acesso ao extintor	CONTROLADOR

Finalidade	Canteiro D		Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
				Emissor	Grau de controle
Saúde, segurança e meio ambiente	10		Banner	Campanha de saúde e proteção dos colaboradores	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	11		Baias de lixo identificadas com etiquetas e cores	Baia apresenta cores e placas distintas para indicação do material de descarte adequado	CONTROLADOR

APÊNDICE H – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CANTEIRO E

Finalidade	Canteiro E	Dispositivo	Descrição da comunicação visual	
			Descrição	Grau de controle
Espaço, organização e movimentação	1 	Placa	Indicação de impedimento de acesso devido limpeza	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	2 	Lixeiras identificadas com cores e etiquetas	Separação e coleta dos resíduos com lixeiras coloridas conforme o material	CONTROLADOR
Espaço, organização e movimentação	3 	Placa	Indicação para desligar os equipamentos elétricos ao sair.	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	4 	Placa	Indicação de cabo energizado	INDICADOR

Finalidade	Canteiro E	Dispositivo	Descrição da comunicação visual		
			Descrição	Grau de controle	
Saúde, segurança e meio ambiente	5		Guarda-corpo colorido	Limitação através de guarda corpo com cores vibrantes para controle de movimentação e segurança contra quedas.	CONTROLADOR
	6		Placa	Indicação de local com ruído alto.	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	7		Placa	Organização dos setores do canteiro	INDICADOR
Saúde, segurança e meio ambiente	8		Placa	Pictograma de indicação de rota de fuga para rápido entendimento em caso de emergência	INDICADOR
Espaço, organização e movimentação	9		Etiqueta	Etiqueta indicando colaboradores capacitados e com permissão para operar e fazer manutenção dos painéis elétricos	INDICADOR