

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**Modelo para Concepção de Dispositivos Visuais na Gestão da
Produção na Construção**

Caroline Porto Valente

Porto Alegre
2017

CAROLINE PORTO VALENTE

**MODELO PARA CONCEPÇÃO DE DISPOSITIVOS VISUAIS
NA GESTÃO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

Porto Alegre
2017

CIP - Catalogação na Publicação

Valente, Caroline Porto
Modelo para Concepção de Dispositivos Visuais na
Gestão da Produção na Construção / Caroline Porto
Valente. -- 2017.
180 f.
Orientador: Carlos Torres Formoso.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-
RS, 2017.

1. Gestão visual. 2. Transparência. 3.
Visualização. 4. Comunicação Visual. 5. Visual
Management. I. Formoso, Carlos Torres, orient. II.
Título.

CAROLINE PORTO VALENTE

**MODELO PARA CONCEPÇÃO DE DISPOSITIVOS VISUAIS
NA GESTÃO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, Gestão e Economia da Construção, e aprovada em sua forma final pelo Professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 7 de junho de 2017.

Prof. Carlos Torres Formoso
Ph.D. pela University of Salford, Grã Bretanha
Orientador

Prof. Carlos Torres Formoso
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tarcísio Abreu Saurin (UFRGS)
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Aguinaldo dos Santos (UFPR)
Ph.D. pela University of Salford, Grã Bretanha

Prof. Airton Cattani (UFRGS)
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela graça de realizar tantos sonhos e pela consciência espiritual adquirida, especialmente, ao longo dos dois últimos anos.

Aos meus pais, Sônia e Otacílio, por serem minhas principais referências pessoais e profissionais. Por todos os valores e princípios que formam meu caráter. E por serem também meus maiores fãs, que me incentivam sempre a ser uma pessoa melhor.

Aos meus irmãos, Bárbara e Otávio, por se fazerem presentes independente da distância física. Por me ensinarem tanto sobre compaixão, empatia e generosidade.

Ao amor da vida, Kenzo, por tudo que ele é. Por ter tornado o meu sonho o sonho dele também. E por ter vivido tudo isso comigo. Todos os dias. Pelas gargalhadas, pelo carinho de sempre e pelo ombro consolador. Por todos os nossos sempre memoráveis momentos juntos.

Ao Titinho, por esclarecer o que significa amor incondicional.

Ao meu orientador, Prof. Carlos Formoso, pelas contribuições fundamentais à pesquisa. Por acreditar no meu potencial e enxergar no trabalho algo que nem eu mesma via. Por toda a paciência e incentivo.

Às empresas estudadas, em especial aos engenheiros Ramon Kunzel e Angela Saggin, por toda a disponibilidade de tempo e recursos, pelas discussões positivas e aprendizados práticos.

A todos os meus amigos de Fortaleza, em especial, Jorginha, Zeca, Lari, Ninico, Larinha, Motoca, Jacob, Paulinha e Phe, por fazerem questão de estar junto sempre que possível. Por serem algumas das melhores pessoas do mundo.

Aos queridos amigos do GEC, em especial Tati, Fê, Dani, Guille, Juli, José, João, Christian, Fabrício e Marcelo por tornarem o dia a dia da pesquisa mais feliz e engraçado. Pelo alto astral, pelas risadas, cafés no meio da tarde, terapias em grupo e incentivos compartilhados. Vocês são demais, Meninas e Meninos! Às queridas bolsistas, Fernanda e Marinna, por serem incríveis e pelo apoio nos estudos realizados.

Às instituições CAPES e CNPQ pelo apoio financeiro concedido, que me permitiu dedicação exclusiva ao mestrado.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas
pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo
mundo vê.”
(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

VALENTE, C. P. **Modelo para Concepção de Dispositivos Visuais na Gestão da Produção na Construção**. 2017. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

A comunicação por meio de dispositivos visuais tem tomado cada vez mais espaço na gestão na construção civil, tornando, assim, a gestão visual uma importante estratégia de comunicação de curto alcance com base na veiculação de informações de forma cognitivamente mais eficiente. Apesar do número crescente de práticas de gestão visual em empreendimentos de construção relatadas na literatura, a aplicação dessas práticas em canteiros de obras ainda é muito limitada. Além disso, pesquisas sobre o processo de elaboração e implementação de dispositivos de gestão visual são relativamente escassas. As contribuições teóricas mais recentes têm focado principalmente na definição de taxonomias para as práticas de gerenciamento visual existentes ou nos impactos de dispositivos visuais concebidos para propósitos específicos, tal como no planejamento e controle da produção. Além disso, a introdução de dispositivos visuais é muitas vezes vista como algo intuitivo e baseado no senso comum, sem considerar a demanda por informações de forma sistemática ou os modelos mentais de potenciais usuários. De fato, a produção de alguns dispositivos visuais requer uma grande quantidade de trabalho não-visual que não é devidamente reportado, sendo, muitas vezes, negligenciado por pesquisas sobre este tema. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo para concepção de dispositivos visuais considerando a necessidade de trabalho não-visual, sendo dado foco ao contexto da gestão da produção na construção civil. *Design Science Research* foi a abordagem metodológica adotada nesta investigação, a qual foi dividida em duas fases distintas. A Fase 1 consistiu na realização de cinco de caso breves, de caráter descritivo, em cinco empresas de outros setores que tinham boas práticas em gestão visual, e de um estudo empírico em um canteiro de obras, no qual foram implementadas melhorias em alguns dispositivos visuais. A Fase 2 contou com um estudo empírico de caráter descritivo em uma empresa construtora, abrangendo, além do canteiro de obras, os departamentos técnicos e gerenciais da empresa. Além do modelo proposto, as principais contribuições desta são: (a) o refinamento dos constructos relacionados à gestão visual na construção civil a partir de um contraponto entre o conhecimento já consolidado na área e o conhecimento explorado em outras áreas de pesquisa, tais como neurociência, ciências sociais e computação; (b) a definição de requisitos para dispositivos visuais na gestão do canteiro de obras; e (c) a formulação de diretrizes para concepção e implementação de dispositivos visuais na construção civil, que podem ser usadas como referência para empresas que pretendem desenvolver ou aperfeiçoar o gerenciamento visual para apoiar a gestão da produção.

Palavras-chave: Gestão visual, transparência, visualização, comunicação visual.

ABSTRACT

VALENTE, C. P. **Modelo para Concepção de Dispositivos Visuais na Gestão da Produção na Construção**. 2017. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Communication through visual devices has increased in construction management, thus making visual management an important short-range communication strategy based on the transmission of information in a cognitively more efficient way. Despite the increasing number of visual management practices in construction projects reported in the literature, the application of these practices in construction sites is still very limited. In addition, research into the process of designing and implementing visual management devices is relatively scarce. The most recent theoretical contributions have focused mainly on defining taxonomies for existing visual management practices or on the impacts of visual devices designed for specific purposes such as production planning and control. Moreover, the introduction of visual devices is often seen as something intuitive and based on common sense, without considering systematically the demand for information or the mental models of potential users. It should be noted that the designing of some visual devices requires a great deal of non-visual work that is often hidden, and is often neglected by research initiatives on this subject. The aim of this research work is to devise a model for conceiving visual devices considering the need for non-visual work, focusing on the context of production management in construction. Design Science Research was the methodological approach adopted in this investigation, which was divided into two phases. Phase 1 consisted of five short case studies in five companies from other sectors, which had good practices in visual management, and one empirical study in a construction site, in which some improvements in visual devices were implemented. In Phase 2 a descriptive case study was carried out in a construction company, including not only visual management practices from construction sites, but also from technical and managerial departments of the organization. In addition to the proposed model, the main contributions of this investigation were: (a) the refinement of constructs related to visual management in construction, by confronting knowledge that is already consolidated in this field, and knowledge explored in other research areas, such as neuroscience, social sciences, and computing; (b) the definition of requirements for visual devices in the management of construction sites; and (c) the formulation of guidelines for the design and implementation of visual devices in construction, which could be used as a reference for companies that intend to develop or improve visual management systems for production management.

Key-words: Visual management, transparency, visualization, visual communication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual para o uso de visualização na gestão do conhecimento	22
Figura 2 - Atributos para definição do conceito de transparência	28
Figura 3 - Ilustração de exemplos de ferramentas visuais	32
Figura 4 - Mapa conceitual sobre gestão visual de acordo com outras áreas de conhecimento	65
Figura 5 - Mapa de conceitos e tópicos sobre gestão visual em sistemas de produção.....	69
Figura 6 - Delineamento da pesquisa.....	72
Figura 7 - Plantas baixas das Torre A e B, respectivamente.....	80
Figura 8 - Imagens do canteiro da Obra 1 em agosto de 2016.....	80
Figura 9 - Extrato da matriz entre elaboradores e interpretadores de dispositivos visuais na Obra 1	87
Figura 10 - Exemplos de quadros de acompanhamento para as reuniões diárias	93
Figura 11 - Ambiente de trabalho da Empresa A com Programa 5S implementado.....	94
Figura 12 - Instruções de trabalho e padrão de inspeção visual próximos à produção.....	95
Figura 13 - <i>Kanbans</i> utilizados para planejamento, nivelamento e controle da produção diária	98
Figura 14 - <i>Kanban board</i> digital da Empresa E.....	98
Figura 15 - Exemplo de dispositivo visual flexível em fase de ajustes	100
Figura 16 - Exemplos de dispositivos visuais já em formato permanente.....	100
Figura 17 - Quadro de gestão de problemas do setor comercial	101
Figura 18 - Fotos da visita institucional realizada na Empresa D	104
Figura 19 - Formas diferenciadas de atrair a atenção visual dos visitantes	105
Figura 20 - Ambiente de trabalho transparente e com divisórias de vidro e uso de pôsteres	106
Figura 21 - Ambiente de trabalho transparente e com ideias discutidas no vidro.....	107
Figura 22 - Exemplo de sala de reuniões temática	107
Figura 23 - Exemplo de sala de um dos times de desenvolvimento de software da empresa	108
Figura 24 - Dispositivo visual para controlar o uso das salas da empresa.....	108
Figura 25 - Exemplos de dispositivos visuais não analisados no estudo exploratório	110
Figura 26 - Exemplos de práticas e ferramentas visuais analisadas no estudo exploratório..	111
Figura 27 – Percentuais de dispositivos visuais em relação ao tipo de informação retratada	114
Figura 28 – Relação entre agentes que elaboram e interpretam artefatos visuais no canteiro	115
Figura 29 – “ <i>Kanban</i> ” de blocos cerâmicos e ilustração do processo de solicitação de material	117
Figura 30 - Painel de controle de abastecimento de blocos e argamassas no pavimento	118
Figura 31 - <i>Andon</i> instalado na Obra 1	119
Figura 32 – Exemplos de marcações em spray efetuadas pela equipe de engenharia e encarregados de empreiteiros na Obra 1	120
Figura 33 – Fotos do almoxarifado da Obra 1.....	123
Figura 34 - Dispositivo visual "escadinha" utilizado pela Empresa F.....	124
Figura 35 - Estoque de guias e montantes com indicação de cores.....	125
Figura 36 - <i>Kanban</i> antigo da empresa F	126
Figura 37 - Esquema de abastecimentos dos painéis com o <i>kanban</i> antigo.....	126
Figura 38 - Novo <i>kanban</i> definido pela equipe técnica	127
Figura 39 - Problemas de sobra e avarias dos painéis nas salas	127
Figura 40 - Folha anexa ao <i>kanban</i> para registro da quantidade de painéis entregues por sala	128
Figura 41 - Controle de saída de placas do depósito	128
Figura 42 - Pavimento após o uso do novo <i>kanban</i>	129

Figura 43 - Espirais de feedback positivas e negativas para a transparência do processo.....	130
Figura 44 - Linha de balanço " <i>as built</i> " da Obra 5 com customização personalizada	134
Figura 45 - Planilha de Compilação de Opções de Customização de um Empreendimento .	136
Figura 46 - Cronograma de Suprimentos.....	139
Figura 47 - Planilha de Macro Restrições dos Empreendimentos.....	141
Figura 48 - Quadros de Gestão à Vista da Gerência Técnica no Escritório.....	143
Figura 49 - Quadros de Gestão à Vista da Coordenação de Projetos	144
Figura 50 - Quadro de Gestão à Vista da Coordenação <i>Lean & Green</i>	145
Figura 51 - Quadro de gestão à vista no canteiro da Obra 5	146
Figura 52 – Exemplos de dispositivos visuais espaciais: (a) plantas de inventário para insumos, (b) zoneamento de limpeza por responsáveis, (c) mapa de concretagem com data de concretagem e corpo de prova, (d) mapa com data de concretagem de blocos e estacas, (e) e (f) <i>layouts</i> de canteiro espalhados pelos devidos pavimentos da obra	147
Figura 53 - Acompanhamento visual da execução do serviço de fachada.....	148
Figura 54 - Painel visual das áreas comuns para planejamento de médio prazo.....	150
Figura 55 - Imagens 3D do modelo BIM do apartamento protótipo	150
Figura 56 - Cartões visuais de rotina de trabalho de equipes de produção	152
Figura 57 - Dispositivos visuais associados à segurança	153
Figura 58 - Pôster com fotos dos filhos dos funcionários para efeito emocional.....	154
Figura 59 - Dispositivo de segurança para realização de manutenção de equipamentos energizados.....	155
Figura 60 - Incorporação de informação pelo fornecedor ao produto para transparência de processos	155
Figura 61 - Consolidação cultural do uso de <i>kanbans</i> para produção de argamassa.....	156
Figura 62 - Uso de marcações na parede com giz	157
Figura 63 - Definição de grandes etapas para a construção do modelo.....	161
Figura 64 - Modelo para concepção de dispositivos visuais na gestão da produção.....	164

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de transparência da informação.....	29
Quadro 2 - Principais riscos associados aos dispositivos visuais.....	38
Quadro 3 - Trabalhos que relatam implementações práticas de práticas visuais na construção	44
Quadro 4 - Resumo do Método de Pesquisa	75
Quadro 5 - Fontes de evidências utilizadas em cada empresa estudada	83
Quadro 6 - Datas e Locais das Visitas Técnicas realizadas	85
Quadro 7 - Setores industriais e entrevistas realizadas em estudos de benchmarking	85
Quadro 8 - Informações coletadas sobre os dispositivos visuais no canteiro da Obra 1	86
Quadro 9 - Datas e Atividades das Visitas à Obra 1 – Empresa F	89
Quadro 10 - Cronograma do estudo realizado na Empresa G.....	90
Quadro 11 - Profissionais entrevistados de cada obra ou departamento e duração das entrevistas	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.3	QUESTÕES DE PESQUISA.....	23
1.4	OBJETIVOS.....	23
1.5	DELIMITAÇÕES.....	24
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	24
2	GESTÃO VISUAL EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO	25
2.1	CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	25
2.1.1	<i>Conceito de transparência.....</i>	<i>25</i>
2.1.2	<i>Diferença entre transparência e gestão visual.....</i>	<i>29</i>
2.1.3	<i>Interação entre o princípio da transparência e outros princípios lean.....</i>	<i>32</i>
2.2	IMPACTOS DA TRANSPARÊNCIA E LIMITAÇÕES DA GESTÃO VISUAL.....	35
2.3	IMPLEMENTAÇÃO E PRÁTICAS DA GESTÃO VISUAL.....	38
2.3.1	<i>Gestão visual na manufatura.....</i>	<i>39</i>
2.3.2	<i>Estudos sobre implementação da gestão visual na construção.....</i>	<i>41</i>
2.3.2.1	<i>Dispositivos visuais associados à tecnologia da informação.....</i>	<i>45</i>
2.3.2.2	<i>Dispositivos visuais na etapa de projetos construtivos.....</i>	<i>46</i>
3	GESTÃO VISUAL EM OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO	47
3.1	PERCEPÇÃO VISUAL E NEUROCIÊNCIA.....	47
3.1.1	<i>Percepção e atenção visual.....</i>	<i>47</i>
3.1.2	<i>Pensamento visual.....</i>	<i>50</i>
3.2	COMUNICAÇÃO VISUAL E CIÊNCIAS SOCIAIS.....	50
3.2.1	<i>Alfabetização visual.....</i>	<i>51</i>
3.2.2	<i>Cultura visual.....</i>	<i>53</i>
3.2.3	<i>Importância da criatividade na comunicação visual.....</i>	<i>54</i>
3.2.4	<i>Pensamento visual.....</i>	<i>55</i>
3.3	LINGUAGENS VISUAIS E COMPUTAÇÃO.....	56
3.3.1	<i>Concepção de linguagens visuais.....</i>	<i>56</i>
3.3.2	<i>Visualização para gestão do conhecimento e colaboração.....</i>	<i>58</i>
3.3.3	<i>Pesquisas futuras em linguagens visuais.....</i>	<i>61</i>
3.4	MAPA CONCEITUAL SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DE OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO 62	
3.5	MAPA CONCEITUAL SOBRE GESTÃO VISUAL.....	66
4	MÉTODO DE PESQUISA	70
4.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	70
4.2	DELINEAMENTO.....	71
4.3	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS VISITADAS PARA <i>BENCHMARKING</i>	76
4.3.1	<i>Empresa A.....</i>	<i>76</i>
4.3.2	<i>Empresa B.....</i>	<i>76</i>
4.3.3	<i>Empresa C.....</i>	<i>77</i>
4.3.4	<i>Empresa D.....</i>	<i>78</i>
4.3.5	<i>Empresa E.....</i>	<i>78</i>
4.4	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E EMPREENDIMENTOS DOS ESTUDOS EMPÍRICOS.....	79
4.4.1	<i>Empresa F.....</i>	<i>79</i>
4.4.2	<i>Empresa G.....</i>	<i>80</i>
4.5	FONTES DE EVIDÊNCIAS E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	82
4.5.1	<i>Descrição das principais atividades.....</i>	<i>84</i>
4.5.1.1	<i>Estudos breves para benchmarking.....</i>	<i>84</i>
4.5.1.2	<i>Descrição das Atividades na Empresa F.....</i>	<i>86</i>
4.5.1.3	<i>Descrição das Atividades na Empresa G.....</i>	<i>90</i>
4.6	AVALIAÇÃO DO MODELO.....	91
5	RESULTADOS DOS ESTUDOS BREVES.....	92
5.1	SIMILARIDADES PERCEBIDAS ENTRE AS EMPRESAS A, B, C, D e E.....	92
5.2	PARTICULARIDADES DE CADA EMPRESA.....	99
5.2.1	<i>Empresa A.....</i>	<i>99</i>
5.2.2	<i>Empresa B.....</i>	<i>102</i>
5.2.3	<i>Empresa C.....</i>	<i>103</i>

5.2.4	<i>Empresa D</i>	104
5.2.5	<i>Empresa E</i>	105
5.3	CONTRIBUIÇÕES PARA OS ESTUDOS EMPÍRICOS.....	109
6	RESULTADOS DOS ESTUDOS EMPÍRICOS.....	110
6.1	ESTUDO EMPÍRICO NA EMPRESA F.....	110
6.1.1	<i>Análise do conjunto de práticas e ferramentas visuais empregadas</i>	110
6.1.2	<i>Análise de dispositivos visuais e oportunidades de melhoria identificadas</i>	115
6.1.2.1	<i>Kanban de blocos cerâmicos</i>	115
6.1.2.2	<i>Sistema Andon</i>	118
6.1.2.3	<i>Marcações em spray</i>	119
6.1.2.4	<i>Almoxarifado da obra</i>	121
6.1.2.5	<i>Análise dos dispositivos visuais utilizados na execução de drywall</i>	123
6.2	CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS E TEÓRICAS PARCIAIS DA FASE 1.....	129
6.3	ESTUDO EMPÍRICO NA EMPRESA G.....	133
6.3.1	<i>Linha de balanço as-built</i>	133
6.3.2	<i>Dispositivos visuais para colaboração, troca de informações e auxílio à gestão da produção na obra</i>	135
6.3.2.1	<i>Planilha de compilação de opções de customização</i>	135
6.3.2.2	<i>Cronograma de suprimentos</i>	138
6.3.2.3	<i>Planilha de macro restrições</i>	140
6.3.3	<i>Quadros de desempenho e planejamento para apoio às rotinas e reuniões</i>	142
6.3.4	<i>Uso de dispositivos visuais espaciais como instrumento proativo e no apoio ao planejamento e à reflexão</i> 146	
6.3.1	<i>Uso do trabalho padronizado para avaliação das operações e elaboração de dispositivos visuais</i>	150
6.3.2	<i>Dispositivos visuais para gestão da segurança</i>	152
6.3.3	<i>Outros dispositivos visuais que aumentam a transparência dos processos e auxiliam na gestão da produção na obra</i> 155	
6.4	CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS E TEÓRICAS PARCIAIS DA FASE 2.....	157
6.5	PROPOSIÇÃO DO MODELO.....	160
6.6	DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO FINAL DA SOLUÇÃO.....	165
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	169
	REFERÊNCIAS.....	173

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto e a justificativa do tema proposto, o problema de pesquisa, as questões de pesquisa, assim como os objetivos e as delimitações do trabalho. Ao final, é descrita a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Parar criar uma cultura de respeito mútuo e colaboração, as organizações devem estabelecer o que é conhecido como democracia de informação, que consiste em fazer com que os funcionários em todos os níveis da organização estejam informados e empoderados para que possam se sentir envolvidos e agir inteligentemente no interesse da mesma (BITITCI; COCCA; ATES, 2015). Essa mudança pode ter um impacto direto nas habilidades gerenciais cognitivas, na comunicação, na coordenação de pessoas e na capacidade de motivar empregados, estabelecendo elos com obstáculos cognitivos, sociais e emocionais, respectivamente (LEGLER; EPPLER, 2007).

Um dos grandes desafios atuais enfrentados pelas organizações é justamente como melhorar a entrega e disponibilidade de informações relevantes para a força de trabalho em uma forma de comunicação eficaz de curto alcance (JACA *et al.*, 2013). De fato, há uma forte ligação entre a incidência de atividades que não agregam valor e déficits de informação no local de trabalho (FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002).

Em um contexto mais específico, Dainty, Moore e Murray (2006) reconhecem que a indústria da construção é totalmente dependente de uma comunicação eficaz entre indivíduos, equipes e organizações e, por enquanto, não existe um paradigma de comunicação simples para essa indústria tão multifacetada: os gestores devem adequar as suas abordagens de comunicação para a situação e as exigências do empreendimento em mãos. Esses autores afirmam ainda que a comunicação entre os participantes de empreendimentos, como é o caso da construção, apresenta desafios especiais, pois envolvem organizações temporárias, que se reúnem por períodos limitados de tempo. Assim, a comunicação tem um papel importante no que se refere a gerenciar expectativas, equívocos e dúvidas entre as equipes de projeto, que muitas vezes são multiculturais, sendo que boas estratégias de comunicação são fundamentais ao estabelecimento e consolidação de relações de trabalho fortes e transparentes (OCHIENG; PRICE, 2010).

Dessa forma, a comunicação facilita o estabelecimento de uma cultura e rotina de melhoria contínua nas organizações, especialmente no sentido de permitir que a informação flua rapidamente em toda a empresa, sendo entendida por todos os funcionários (JACA *et al.*, 2013). Uma das formas de facilitar a comunicação é através de dispositivos visuais associados às atividades (BEYNON-DAVIES; LEDERMAN, 2016).

Dispositivos visuais estão em toda parte na vida cotidiana, tendo um crescente uso na sociedade, sendo usados para informar, orientar e instruir as pessoas sobre muitas atividades do dia-a-dia (JACA *et al.*, 2013; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). De fato, vários estudos apontam que apenas 20% de um texto é lembrado por um indivíduo, enquanto informações em formato visual permitem que cerca de 80% do conteúdo seja registrado na mente da pessoa (SEKEROGLU, 2012).

Seguindo esta tendência, muitas práticas de gestão visual (do termo, em inglês, *Visual Management*) têm sido implementadas nos últimos anos nas organizações. De fato, essa temática possui um lugar de destaque na literatura relacionada à gestão de produção enxuta, desde a década de 1970, cujo sistema foi concebido a partir das experiências gerenciais da Toyota após a Segunda Guerra Mundial, especialmente. Em uma das mais clássicas definições, Ohno (1988) descreve gestão visual como uma maneira de destacar as diferenças entre as condições desejadas de um sistema de produção, os padrões e aquelas situações apresentadas como anormais ou incomuns, de modo que o padrão pudesse ser rapidamente restabelecido.

Pode-se argumentar que a gestão visual se originou e evoluiu através de um conjunto de esforços distribuídos e de alguma forma desconectados, principalmente por profissionais atuantes na gestão da produção no setor industrial (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). O foco de tais esforços tem sido principalmente ajudar a resolver problemas de informação específicos, através do desenvolvimento de ferramentas ou dispositivos visuais (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

Contudo, algumas implementações têm extrapolado esses limites iniciais e, portanto, a definição do termo também evoluiu com o tempo. Atualmente, a gestão visual pode ser definida como uma importante estratégia de comunicação de curto alcance com base na veiculação de informações de forma cognitivamente mais eficiente (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

Um ambiente de trabalho que se favorece do uso da gestão visual possui três características principais: ampla utilização de meios visuais na comunicação, a tendência a tornar as ferramentas visuais compreensíveis para todos (ao invés de somente para uma equipe específica), e a busca pela apresentação de toda informação relevante imediatamente no ambiente de trabalho (KOSKELA, 2015). Galsworth (1997) afirma ainda que um ambiente de trabalho visual é autoexplicativo, auto ordenado e autorregulado.

Um ponto claro da literatura ainda recente sobre o assunto é a ausência de uma terminologia comum sobre gestão visual, especialmente pelo fato de que seu referencial teórico ainda está em construção (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2009). Alguns termos utilizados são: gestão visual, ambiente de trabalho visual, controles visuais, fábrica visual, ferramentas visuais, artefatos visuais, representações visuais, materiais visuais e comunicação visual. O esclarecimento dessa conexão entre os termos relacionados, porém diferentes, é necessário para unificar as discussões ainda fragmentadas (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

Além disso, termos diferentes são utilizados por áreas de pesquisa distintas. O termo *Visual Management* é utilizado para descrever as práticas de gestão visual na indústria da manufatura e da construção. Na área de gestão da informação e conhecimento, é possível encontrar práticas similares sob os termos de *information visualization* e *knowledge visualization*. Já no campo de comunicações visuais e computação, observa-se a utilização do termo *visual languages*.

Nesse sentido, aproveita-se aqui o seguinte esclarecimento: a gestão (ou gerenciamento) visual é um conjunto de práticas que enfatiza e reforça a comunicação visual (sensorial) de curto alcance e é realizada através de diferentes ferramentas (ou artefatos ou dispositivos ou práticas ou representações) visuais, incluindo controles visuais (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). A implementação sistemática dessas ferramentas dentro da estratégia de gestão visual em um ambiente de trabalho pode trazer vários benefícios (a partir de funções específicas), discutidos a seguir.

De acordo com Galsworth (1997), a gestão visual confere a base para que outras abordagens de melhoria sejam implementadas e, por este motivo, pode ser adotada como um dos primeiros passos de um programa de melhoria contínua. As ferramentas e dispositivos visuais podem desempenhar papéis em diferentes partes do processo de melhoria, tanto na identificação de problemas no local de trabalho, como nos métodos de análise de dados, na comunicação do próprio processo de resolução de problemas até a disseminação da solução após o processo de

resolução (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016; WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016).

Além disso, os benefícios dos dispositivos visuais permeiam tanto o trabalho para raciocínio individual como o colaborativo, tanto as áreas de produção como as administrativas e estratégicas, tanto as tarefas rotineiras de medição de desempenho e detecção de desvios como as atividades mais complexas relacionadas à inovação, tanto as questões pontuais de integração em reuniões e colaboração como as problemáticas de gestão de cadeia de suprimentos globais. (BITITCI; COCCA; ATES, 2015; BRESCIANI; EPPLER, 2010; EPPLER; BURKHARD, 2007; EPPLER; PLATTS, 2009; MURATA; KATAYAMA, 2016; TEZEL *et al.*, 2015; WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016).

Em contraponto aos obstáculos cognitivos, sociais e emocionais mencionados anteriormente, Eppler e Platts (2009) classificam os diversos benefícios do uso de dispositivos visuais para gestão nestas mesmas categorias. Dentre os benefícios cognitivos, os referidos autores argumentam que esses dispositivos facilitam a análise e síntese de informações, permitindo novas perspectivas que possibilitam comparações melhores e mais exaustivas. Como benefícios sociais, os mesmos sugerem integrar diferentes perspectivas, ajudar a compreensão mútua e apoiar a coordenação entre as pessoas. Finalmente, os benefícios emocionais incluem a criação de um ambiente que permite mais envolvimento e engajamento, estimulado a inspiração e promovendo uma comunicação convincente. Por conseguinte, consolida-se um ambiente de trabalho visual, onde diferentes ferramentas visuais podem ser utilizadas como apoio para outros esforços gerenciais, como gestão de desempenho, gestão da qualidade, gestão da produção, gestão de recursos humanos, gestão da segurança, etc. (TEZEL *et al.*, 2015; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2013a).

A gestão visual está associada diretamente a um dos princípios básicos da filosofia da Produção Enxuta, propostos por Koskela (1992), denominado aumentar a transparência de processos. O mesmo autor afirma que a falta de transparência do processo aumenta a propensão ao erro, reduz a visibilidade desses erros e ainda diminui a motivação para melhorias.

Assim, a transparência deve ser almejada, no sentido de tornar o processo diretamente observável, através de meios físicos ou organizacionais, métricas e disposição pública de informação (KOSKELA, 1992). Santos (1999) afirma que o aumento da transparência é um

princípio bem desenvolvido no setor de manufatura e que tem grande potencial para aumentar os níveis de eficiência dos processos de produção no setor da construção civil brasileira.

Contudo, os sistemas de produção do setor da construção são, em sua grande maioria, pouco transparentes (DOS SANTOS, 1999) e a gestão visual na construção, como uma estratégia para aumentar a transparência, ainda é um tema de pesquisa escasso, particularmente fora do contexto de construção de edifícios (TEZEL *et al.*, 2016a). Além disso, falta à maioria das organizações um processo e metodologia claros para ajudá-las a entender como aumentar a transparência dos processos (LIFF; POSEY, 2004). Grande parte dos profissionais que ocupam os cargos gerenciais na indústria da construção, por exemplo, ainda não conhecem e têm bastante dificuldade em implementar a transparência do processo através da gestão visual e obter suas vantagens (FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002).

Em seus estudos, Tezel *et al.* (2016b) indicam que o uso da gestão visual é bastante limitado, especialmente em termos de sua implantação em canteiros de obra, do lado de fora dos escritórios da obra e demais áreas abertas. E, muitas vezes, a produção em si ocorre longe dos escritórios, sejam os empreendimentos verticais ou horizontais. Além disso, verificou-se que a informação visual compartilhada com os funcionários do canteiro é basicamente restrita a informações genéricas sobre saúde e segurança do trabalho (TEZEL *et al.*, 2016b) e, particularmente, por questões legais (DOS SANTOS, 1999).

No mais, os trabalhadores, além de não saberem exatamente o que é esperado deles ou seu status de desempenho atual, frequentemente gastam um tempo precioso procurando, vagando ou esperando por ferramentas, materiais e informações em vez de agregar valor ao produto final (DOS SANTOS, 1999). De fato, as empresas de construção têm poucos mecanismos visuais para inspirar ou motivar os trabalhadores a desempenhar seus trabalhos de forma mais eficaz e eficiente (DOS SANTOS, 1999).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

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: dispositivos visuais são utilizados principalmente em salas de engenharia para apoiar decisões gerenciais e, geralmente, apenas placas de aviso relacionadas à saúde e segurança são encontrados em áreas de trabalho do canteiro (DOS SANTOS, 1999; FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002; NICOLINI, 2007; TEZEL *et al.*, 2015; VALENTE; COSTA, 2014).

Pesquisas recentes têm focado sobretudo na definição de categorias para as práticas de gerenciamento visual existentes (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016) ou nos impactos de dispositivos visuais concebidos para fins específicos, tais como planejamento e controle da produção (BRADY, 2014) e suprimento de materiais (ARBULU, 2008).

Já a literatura prática é repleta de publicações superficiais e pouco precisas sobre melhores práticas, tornando difícil para os usuários e avaliadores selecionarem e avaliarem efetivamente uma ferramenta apropriada às suas necessidades (PADDA; SEFFAH; MUDUR, 2007). Há poucas tentativas de entender os conceitos e princípios fundamentais que explicam por que o uso de dispositivos visuais contribui para a melhoria dos processos (BEYNON-DAVIES; LEDERMAN, 2016). O foco crescente nas práticas visuais em ambientes organizacionais específicos fornece uma compreensão ainda muito limitada de como elas são elaboradas e interagem entre os espaços e intervenientes (WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016).

De fato, a introdução de dispositivos visuais é muitas vezes vista como algo intuitivo e baseado no senso comum (BEYNON-DAVIES; LEDERMAN, 2016), sem considerar a demanda por informações de forma sistemática ou os modelos mentais de usuários potenciais. É preciso observar e compreender os dispositivos visuais em uso, inseridos nos processos para os quais foram desenvolvidos, abrangendo o ambiente de forma sistêmica (NICOLINI, 2007). O raciocínio por trás dessa abordagem mais abrangente reside no entendimento de que as ferramentas visuais levam consigo os resultados de múltiplas interações entre atores e que, através delas, é possível rastrear conexões ao longo do tempo entre pessoas e processos (WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016).

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, 2016). Pode ser tentador para esses profissionais imprudentemente copiar essas ferramentas visuais aparentemente simples de diferentes configurações ou contextos. Entretanto, sem estabelecer as conexões organizacionais necessárias e alcançar uma certa maturidade organizacional, a maioria das ferramentas pode não render a contribuição esperada (BITITCI; COCCA; ATES, 2015).

Além disso, o emprego descuidado de algumas das ferramentas de controle visual mais sofisticadas pode até ter impactos negativos no processo de produção (EPPLER; MENGIS; BRESCIANI, 2008; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). É preciso compreender

adequadamente os possíveis riscos e limitações relacionados à visualização, para evitar problemas como má interpretação de representações gráficas (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

Algumas das ferramentas visuais são altamente padronizadas com diretrizes de implementação amplamente disponíveis, como as folhas A3, o mapa de fluxo de valor e o Programa 5S. No entanto, as próprias organizações também podem desenvolver suas próprias ferramentas visuais de gestão para condições de trabalho específicas. Um design gráfico eficaz, considerado crítico para a superação de possíveis riscos de visualização das ferramentas, é o parâmetro chave para perceber suas implicações práticas (BRESCIANI; EPPLER, 2010; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016; TUFTE, 1991, 1997).

Percebe-se a necessidade de se entender a construção dentro de um contexto de interesses sociais (SLIVON *et al.*, 2010) e, nesta direção, a gestão visual em um contexto multidisciplinar, a partir do emprego de áreas do conhecimento que contribuam com discussões sociais, cognitivas e emocionais, como: design gráfico da informação, comunicação visual e semiótica, psicologia, neurociência e marketing. Tais áreas do conhecimento podem influenciar positivamente na maneira como a informação é inserida no dispositivo, transmitida, decodificada e absorvida, propiciando a interpretação e ação desejadas dos usuários.

De fato, a concepção de ferramentas visuais na manufatura já começou a explorar conceitos de cognição, ergonomia e psicologia humana para o uso adequado de um código de cores e de formas (GALSWORTH, 1997; HIRANO, 1995). Embora não explicitamente enfatizado, já se recomenda que os dispositivos visuais sejam projetados de acordo com princípios e técnicas de design ergonômico (físico e cognitivo) (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). Além disso, as pesquisas mais atuais sobre práticas visuais integram *insights* de várias outras disciplinas, desde a teoria da arte até estudos de design, sociologia e organização (WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016).

O estudo de Bateman, Philp e Warrender (2016), por exemplo, apresenta princípios do design gráfico e da psicologia cognitiva, a fim de adaptá-los como diretrizes para o desenvolvimento de ferramentas visuais de gestão. Os referidos autores enumeraram os seguintes princípios, relacionados às técnicas de design gráfico de Tufte (1991, 1997): utilizar a ferramenta gráfica apropriada para transmitir os dados corretamente, percebendo a diferença entre os dados discretos e contínuos, por exemplo; utilizar a cor com moderação, procurando destacar as principais características; evitar uso em excesso de bordas e caixas, buscando a relação mínima

entre uso de tinta e os dados; e utilizar um layout que reflita o fluxo e a estrutura da informação que se deseja apresentar.

Entretanto, esses princípios, apesar de parecerem básicos, ainda são muito difíceis de se colocar em prática, principalmente levando em consideração que, na indústria da construção, a maioria dos profissionais não têm consciência de sua importância, faltando-lhes a sensibilidade para a elaboração de dispositivos visuais atraentes (EPPLER; BRESCIANI, 2013; ZHANG, 2012).

Entender a fundamentação teórica e as interconexões entre as diferentes ferramentas visuais, envolver os trabalhadores no desenvolvimento e implementação da estratégia, atentar à concepção da ferramenta visual em relação à ergonomia, ciências cognitivas e oportunidade de uso de tecnologia da informação e executar um plano de treinamento abrangente sobre a gestão visual configuram entre os fatores mais críticos para uma implementação bem-sucedida de gestão visual (TEZEL *et al.*, 2015).

No intuito de aprofundar melhor os conceitos subjacentes à gestão visual e entender como os dispositivos visuais podem ser concebidos, muito esforço tem sido direcionado à definição de funções, taxonomias e outras classificações para os dispositivos visuais. Existem as categorias clássicas das ferramentas visuais propostas por Galsworth (1997): indicadores, sinais, controles e garantias visuais.

Em um estudo recente, Tezel *et al.* (2015) identificaram quatorze elementos taxonômicos para a gestão visual, propostos de acordo com: o propósito dos dispositivos, os métodos de aplicação e seus objetivos gerenciais. Entretanto, nota-se 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. Por exemplo, práticas relacionadas ao BIM (*Building Information Modeling*) não são contempladas nas taxonomias propostas.

De forma alternativa, Lengler e Eppler (2007), para desenvolver uma visão geral sistemática das ferramentas visuais baseada na lógica, na aparência e na utilização da tabela periódica de elementos, analisaram centenas de exemplos de acordo com as seguintes propriedades: formato gráfico empregado, tipo de conteúdo, contexto de aplicação, dificuldade de aplicação e possibilidade de sobreposição com outros dispositivos. A partir disso, eles ainda sugeriram outras três formas de classificação: tipo de representação – processual (cíclico ou sequencial) ou estrutural (hierarquia ou redes causais); ponto de vista – detalhado ou visão geral; e tipo de pensamento – convergente (menos complexidade) ou divergente (adicionando complexidade).

Posteriormente, e associada à última classificação sugerida, Bresciani e Eppler (2010) perceberam que as representações visuais podem ser mais ou menos estruturadas em relação à informação a ser inserida. Para geração de ideias e compartilhamento de conhecimento, os modelos mais adequados têm uma forma bastante livre e baixo grau de estruturação. Para as tarefas de avaliação e planejamento, em contraste, as visualizações percebidas como as mais apropriadas são altamente codificadas, estruturadas e têm uma gramática formal (BRESCIANI; EPPLER, 2010).

Entretanto, a maioria dessas classificações refletem apenas o componente mais visual do trabalho de concepção dos dispositivos. Contribuindo para a complexidade dessas diferentes propriedades dos dispositivos visuais e suas taxonomias, Nicolini (2007) afirma que a produção de alguns dispositivos visuais requer uma grande quantidade de trabalho “não-visual” que está muitas vezes “escondido”, e que acaba sendo negligenciado pelas iniciativas de pesquisa sobre este tema. Tal trabalho oculto faz parte do processo de observação, análise e redefinição sobre os processos gerenciais existentes e é fundamental para executar outras tarefas que são necessárias para criar um ambiente transparente, como processar e analisar informações e conceber medidas de melhoria. Nicolini (2007) também sugere a possibilidade um tanto paradoxal de que as práticas visuais são, por definição, não apenas visuais, e que a parte visual é, de fato, apenas a ponta emergente de um *iceberg* muito maior. Assim, em se tratando de gestão visual de uma forma mais abrangente, surge a necessidade de gerenciar os componentes visuais e não-visuais.

Eppler e Burkhard (2007), em uma tentativa de revelar parte desse trabalho não-visual apontam que, para a criação e transferência eficaz de conhecimento através da visualização, pelo menos cinco perspectivas devem ser consideradas. Estas perspectivas respondem a cinco perguntas-chave, sendo: (1) que tipo de conhecimento é visualizado (**conteúdo**); (2) por que esse conhecimento deve ser visualizado (**propósito**); (3) por quem o conhecimento deve ser visualizado (**público-alvo**); (4) em que contexto esse conhecimento deve ser visualizado (situação comunicativa: os participantes, lugar, **mídia de veiculação**); e (5) como pode o conhecimento ser representado (**método, formato**).

A listagem das possíveis respostas a estas questões-chave leva a uma estrutura conceitual para representações visuais em gestão do conhecimento que podem proporcionar uma visão geral do campo e orientar a sua aplicação, conforme representado pela Figura 1, a seguir. Percebe-se

que a preocupação com o formato de visualização, ou seja, o componente visual da ferramenta, é apenas o último passo do modelo.

	KNOWLEDGE TYPE WHAT?	KM FUNCTION WHY?	TARGET GROUP FOR WHOM?	SITUATION WHEN?	VISUALIZATION FORMAT HOW?
Example	Know-what	Creating	For oneself	In a paper report	Structured Text/Tables
	Know-how	Codifying	For another person	In face-to-face dialogues	Mental Image/Stories
	Know-why	Transferring	For a team	In a speech	Heuristic Sketch
	Know-who	Identifying	Community of Practice	In a Mgmt-workshop	Conceptual Diagram
	Know-where	Applying/Learning	For all employees	In an expertsystem	Image/Visual Metaphor
	Know-what-if	Measuring/Assessing	Specific stakeholders	On the inter-/intranet	Knowledge Map
	Normative K./Values	Signalling	For the public	In a virtual environment	Interactive Visualization
					Result: Two complementary visualization formats

Figura 1 - Modelo conceitual para o uso de visualização na gestão do conhecimento
Fonte: Eppler e Burkhard (2007)

Observa-se que a área de gestão visual na construção civil muito se beneficiaria de um modelo conceitual como este, que delinea parcialmente o trabalho não-visual de concepção da ferramenta, apontado por Nicolini (2007), e propõe passos para identificar de forma flexível o formato mais apropriado ao dispositivo visual. Somente depois de se considerar o conteúdo a ser veiculado, seu propósito em relação às necessidades dos usuários, o público-alvo e a forma de veiculação é que se chega a um formato mais adequado. Ou seja, a definição do tipo de ferramenta visual a ser empregado é o produto final de um processo de reflexão mais abrangente sobre as necessidades de informação dos usuários e contexto em que se encontram, contemplando os componentes visuais e não-visuais da gestão visual.

Ao invés disso, como visto anteriormente, as pesquisas mais recentes têm buscado classificar as ferramentas já existentes ou adaptar as práticas da manufatura ao contexto da construção civil. Uma adaptação deste modelo ao contexto da construção civil, considerando a realidade dos processos, usuários e suas necessidades, os benefícios e funções percebidos pelos autores da área e as dificuldades inerentes à complexidade desse ambiente permitiria maior flexibilidade para a criação de novas práticas em gestão visual. Inclusive, as taxonomias existentes poderiam ser melhor compreendidas se aproveitadas dentro desse modelo proposto.

Assim, diante dos poucos trabalhos na área e dos desafios e peculiaridades pertinentes ao contexto (KOSKELA, 1992), observam-se duas lacunas do conhecimento que podem ser abordadas de forma integrada. Primeiramente, de forma geral, percebe-se a necessidade de entender melhor os conceitos e princípios associados à gestão visual na construção civil, a fim de que possam ser melhor consolidados teoricamente.

Em segundo lugar, a falta de compreensão do trabalho não-visual (NICOLINI, 2007) requerido para concepção das ferramentas visuais na construção civil também se apresenta como uma interessante lacuna, especialmente por estar diretamente associada aos processos e contexto. Nesse sentido, é necessário observar os dispositivos visuais não isoladamente, mas integrados diretamente e especificamente a cada processo e usuário, identificando o que eles precisam saber para realização de suas atividades, bem como por que, como e quando.

1.3 QUESTÕES DE PESQUISA

Com base no problema de pesquisa, foi definida a questão principal de pesquisa: **Como conceber e implementar dispositivos visuais para a gestão da informação no contexto da construção civil?**

Como desdobramento da questão principal, foram definidas as questões secundárias:

- Como o trabalho não-visual pode ser revelado e compreendido?
- Como compreender melhor os usuários em relação à necessidade de informação e captar esses requisitos para os dispositivos visuais?
- Que fatores podem contribuir para o sucesso na implementação desses dispositivos?

1.4 OBJETIVOS

Objetivo geral da pesquisa:

Desenvolver um modelo para concepção de dispositivos visuais adaptado ao contexto da gestão da produção na construção civil.

Objetivos específicos da pesquisa:

- Contextualizar e ampliar a compreensão sobre os conceitos associados à gestão visual na construção a partir de um contraponto entre o conhecimento já consolidado na área e o conhecimento explorado em outras áreas de pesquisa;
- Propor diretrizes para implementação de dispositivos visuais na gestão da produção na construção civil;
- Estabelecer critérios para avaliação da integração e inserção dos dispositivos visuais aos processos e às rotinas de gestão da produção na construção civil.

1.5 DELIMITAÇÕES

Apesar de a gestão visual também poder ser entendida como gestão sensorial (por conta dos estímulos aos cinco sentidos humanos), como Liff e Posey (2004) sugerem, esta pesquisa se delimitará a estudar as representações visuais das informações. Apresenta-se como justificativa para tal o argumento de que o sistema visual é, de todas as funções do cérebro humano, aquele que tem a maior capacidade de processamento de informação (ROHRER, 2000).

Outra delimitação da pesquisa está relacionada ao tempo da pesquisa. Embora os dispositivos visuais permeiem todas as fases de um empreendimento de construção civil, esta pesquisa se delimitará ao uso durante as fases de construção de um empreendimento.

Uma última delimitação está associada à perspectiva da pesquisadora sobre o segundo estudo empírico, realizado em Fortaleza - CE. Pela distância geográfica, o estudo teve duração de uma semana e não foram realizadas intervenções. Todavia, além da pesquisadora ter trabalhado por cinco anos nessa construtora, tendo participado ativamente da elaboração, implementação e evolução de alguns dos dispositivos visuais estudados, o acesso às informações foi facilitado pelo fato de que a pesquisadora vinha mantendo contato direto com os profissionais da empresa.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além do presente capítulo introdutório, esta dissertação de mestrado apresenta estrutura conforme relatado a seguir. Os capítulos 2 e 3 contemplam a revisão da literatura. O primeiro deles aborda os conceitos fundamentais referentes à gestão visual em sistemas de produção e seus principais impactos, sendo mais especificamente retratada a implementação da gestão visual na manufatura e na construção civil. O capítulo seguinte de fundamentação teórica apresenta conceitos básicos da gestão visual em três diferentes áreas do conhecimento: a percepção visual e a neurociência; a comunicação visual e as ciências sociais; e as linguagens visuais e a computação. O capítulo 4 descreve o método de pesquisa, apresentando a estratégia de pesquisa, o delineamento, o método de coleta de dados e fontes de evidência, a caracterização das empresas estudadas e uma breve descrição dos estudos realizados. Nos capítulos 5 e 6, são apresentados os resultados e contribuições dos estudos realizados, a partir dos quais é proposto o modelo para concepção de dispositivos visuais. Finalmente, no capítulo 7, são indicadas as conclusões do trabalho, bem como limitações percebidas e oportunidades futuras de pesquisa.

2 GESTÃO VISUAL EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Neste capítulo inicialmente abordam-se conceitos básicos, relacionados à transparência de processos, seus benefícios e abordagens práticas para implementação. É ainda apresentada a relação do princípio de aumentar a transparência de processos com a gestão visual e outros princípios *lean*. Após, apresentam-se os principais impactos positivos e negativos relacionados ao aumento da transparência através da gestão visual. Finalmente, são descritas as principais formas de implementação da gestão visual, sendo mais especificamente retratada a gestão visual na manufatura e na construção civil.

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1.1 *Conceito de transparência*

O aumento da transparência do processo faz parte de uma ampla mudança na indústria ao longo das últimas décadas em termos de gestão de projetos e sistemas de produção (HEINECK *et al.*, 2002; KOSKELA, 1992, 2000; WOMACK; JONES, 2004). A maneira pela qual as informações são organizadas para facilidade de acesso é a característica peculiar da transparência (DOS SANTOS, 1999).

Santos (1999) aponta que aumentar a transparência é um dos princípios centrais por trás de muitas metodologias e técnicas gerenciais, dentre elas a gestão visual, que se diferencia dessas outras abordagens para o aumento da transparência principalmente no que tange à velocidade de transmissão e percepção da informação. Por esse motivo, muitas vezes o conceito de transparência, o princípio de se buscar aumentá-la e a própria definição de gestão visual se confundem.

A transparência de processos é classicamente definida como a habilidade do processo de produção (ou suas partes) de se comunicar com as pessoas (FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002). Womack e Jones (2004) estendem essa capacidade de comunicação para todas as partes interessadas (*stakeholders*) no processo, de modo que possam enxergar o sistema completamente, facilitando a geração de valor. Num processo transparente, todos podem ver e compreender os aspectos necessários e o status de uma operação em todos os momentos, pois há uma maior separação da informação em relação à hierarquia de poder (GREIF, 1991; KLOTZ *et al.*, 2008).

As abordagens práticas mais clássicas e consolidadas, compreendidas como formas mais abstratas de aplicar o princípio de aumentar a transparência do que o uso direto das práticas e ferramentas físicas, são descritas por Koskela (1992) e Santos (1999):

- Estabelecer limpeza e ordem no espaço através do método 5S, que facilita os caminhos do cérebro para o processamento de informações (SPAGNOL; LI, 2015);
- Tornar o processo diretamente observável através de planejamento de *layouts*, iluminação e sinalizações adequadas, permitindo a visibilidade da maioria das atividades de fluxo e conversão;
- Garantir que os atributos obscuros ou invisíveis do processo sejam visíveis através de medições. A medição sistemática ajuda a detectar problemas à medida que ocorrem ou, pelo menos, fornece uma indicação precoce de situações críticas antes que elas realmente se tornem um problema. Essa prática agiliza a identificação sistemática das causas de problemas nos processos;
- Acrescentar informações sobre o processo nas áreas de trabalho, ferramentas, materiais e sistemas de informação, passo necessário para alcançar um ambiente autoexplicativo e autorregulado. Esta é a forma mais passiva de transparência, pois fornece informações úteis sem exigir necessariamente adesão;
- Utilizar controles visuais para permitir o imediato reconhecimento dos padrões, desvios em relação aos padrões e status de produção, contribuindo para melhorar o desempenho do processo;
- Reduzir as interdependências das unidades de produção, conseguida através de melhorias e inovações na concepção, nos métodos de produção ou simplesmente através da realização de alterações no cronograma e sequenciamento de atividades. Assim, evitam-se interferências indesejadas entre serviços que acabam por diminuir a transparência dos espaços ou dos processos como um todo.

O princípio da transparência de processos não se limita à filosofia de produção enxuta. O conceito tem evoluído e, atualmente, é estudado em diferentes áreas de conhecimento, incluindo governos, mercados financeiros e construção sustentável (GRAAFLAND; NIJHOF, 2007; KHWAJA; SCHMEITS, 2014; KLOTZ, 2008; NIJHOF; GRAAFLAND; KUIJER, 2009). Apesar de diferenças sutis nas teorias de cada área, um ponto em comum conecta todas as teorias: a transparência permite maior participação e engajamento no processo, dando autoridade de decisão e habilidade a mais partes interessadas (KLOTZ *et al.*, 2008).

No contexto empresarial, aumentar a transparência não é percebido como um objetivo em si mesmo, e sim como um meio de criar confiança entre as partes no mercado e melhorar a eficiência da operação do mercado (NIJHOF; GRAAFLAND; KUIJER, 2009). Uma organização transparente fornece *insights* sobre questões que são relevantes para as partes envolvidas (NIJHOF; GRAAFLAND; KUIJER, 2009). As partes relevantes incluem todos os tipos de grupos que são influenciados pelas ações da organização, tais como fornecedores, funcionários, clientes, concorrentes, o governo e o público em sentido amplo (NIJHOF; GRAAFLAND; KUIJER, 2009).

No âmbito do desenvolvimento de diretrizes para relatórios sociais, por exemplo, foram elaborados critérios distintos para o fornecimento de informações sob o ponto de vista ético-empresarial (NIJHOF; GRAAFLAND; KUIJER, 2009). Com base neste estudo, foram estabelecidos quatro pontos essenciais para a transparência: a abertura sobre riscos e custos, a medição dos índices de qualidade e preço, as razões para a concessão ou rejeição de contratos e a melhoria do mecanismo de reputação (NIJHOF; GRAAFLAND; KUIJER, 2009).

Para uma entidade do setor público, o termo transparência tem uma ampla gama de conotações. De acordo com a Iniciativa de Transparência do Setor de Construção (*Construction Sector Transparency Initiative*), para obter transparência, "o setor da construção deve divulgar informações compreensíveis, relevantes, acessíveis e úteis ao governo, ao setor privado e particularmente ao público" (KHWAJA; SCHMEITS, 2014).

Devido à crescente complexidade dos empreendimentos de construção e à necessidade de maior velocidade das inovações, é importante manter os processos transparentes para todos os funcionários de forma consistente (KHWAJA; SCHMEITS, 2014). A área de desenvolvimento de produtos ampliou a definição de transparência na produção enxuta para: "proporcionar às pessoas um entendimento claro de diferentes aspectos do desempenho e status do sistema atual, dando-lhes *feedback* das atividades realizadas e ajudando na tomada de decisões, permitindo que reconheçam as interdependências e, como resultado, permitindo níveis mais elevados de melhorias" (BAUCH, 2004).

Esse significado de transparência fundamentou a estrutura para a definição de Klotz *et al.* (2008), em que a transparência é determinada pelo grau em que os seguintes elementos estão presentes em um processo: reconhecimento de status, problemas, responsabilidades e

interdependências; facilitação da compreensão, *feedback* e comunicação; e capacitação para tomada de decisão (Figura 2).

Observa-se que esse conjunto de atributos implica uma definição mais detalhada e complexa de transparência do que a sugerida por Formoso, Santos e Powell (2002). Nessa nova definição, explicita-se o que processo deve conseguir comunicar com as pessoas: os problemas, o status, as responsabilidades e as interdependências. Além disso, a questão da descentralização e maior autonomia aos donos do processo está explicitamente presente através da capacitação para a tomada de decisão, que é conseguida pela maior facilidade de compreensão do desempenho do sistema, de *feedback*, de comunicação e de realização de melhorias.

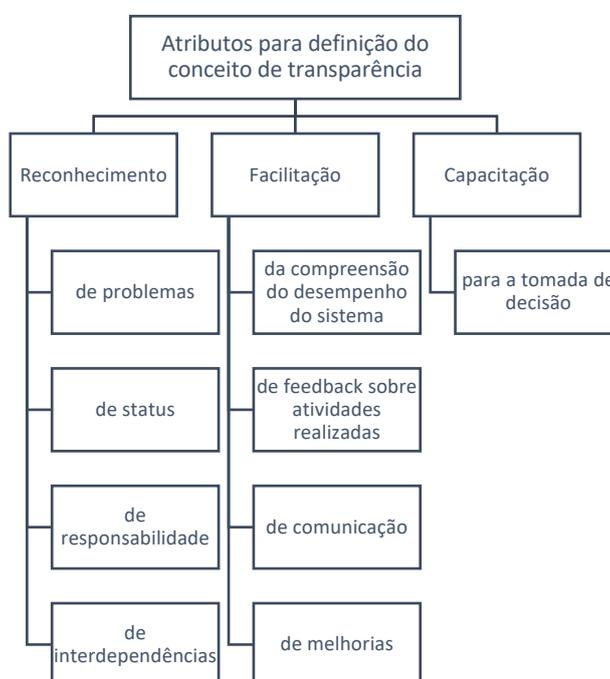


Figura 2 - Atributos para definição do conceito de transparência
Adaptado de KLOTZ, 2008

Por outro lado, Klotz (2008) sugere que a transparência do processo pode ser compreendida como um subconjunto da transparência de informação. Em projetos de construção, por exemplo, a documentação durante a entrega do projeto fornece a transparência do produto, que é um outro subconjunto diferente da transparência da informação. Conforme definido para sua pesquisa, a transparência do processo é o subconjunto da transparência da informação que fornece especificamente informações sobre a sequência e organização do próprio processo, como descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Tipos de transparência da informação

TIPOS DE TRANSPARÊNCIA DE INFORMAÇÃO	EXEMPLOS DE DISPOSITIVOS E REPRESENTAÇÕES VISUAIS
Transparência de Processos (Organização)	Quadros organizacionais, estruturas de time de projeto, relações contratuais
Transparência de Processos (Sequência)	Cronogramas, mapas de processo, sequencias de trabalho.
Transparência de Produto	Projetos, especificações, modelos 3D, modelos virtuais.

Fonte: Adaptado de KLOTZ, 2008.

Em síntese, a evolução do significado do conceito de transparência facilita sua compreensão em um contexto mais abrangente e flexibiliza o uso dos dispositivos visuais tanto nas áreas operacionais dos sistemas de produção como de gestão. Assim, para esse trabalho, consideram-se especialmente as definições de Bauch (2004), Klotz (2008) e Klotz *et al.* (2008), que muito se relacionam com a gestão visual.

2.1.2 Diferença entre transparência e gestão visual

Há certa confusão entre os conceitos de transparência e gestão visual, especialmente porque, ao longo do tempo, diferentes autores trabalharam os temas e criaram definições que se mesclaram. Embora a transparência seja um conceito abstrato, a aplicação prática do princípio de aumentar a transparência passa, muitas vezes, pelo uso de dispositivos visuais associados à gestão visual dos processos. Assim, os benefícios de um processo transparente acabam sendo confundidos com os impactos positivos da gestão visual. De fato, observando novamente os atributos do conceito de transparência oferecido por Klotz *et al.* (2008), não é difícil relacionar com os vários resultados positivos da implementação das práticas visuais.

Para Valente e Costa (2014), a transparência é um conceito, sugerido por Koskela (1992) e a gestão visual é um conjunto de dispositivos que têm como um de seus objetivos aumentar a transparência, mas isso não é consenso: Tezel *et al.* (2013a) veem a transparência como um resultado direto e não exclusivo da gestão visual. Reiterando o posicionamento da autora, considerando as definições mais recentes do conceito de transparência, a gestão visual surge como uma das formas mais relevantes de tornar um ambiente transparente através da transparência de informação (seja do produto ou do processo), embora a gestão por dispositivos visuais também impacte positivamente outros campos, como o trabalho colaborativo.

Em se tratando da definição do termo gestão visual, a versão mais recente é dada por Tezel *et al.* (2016a): uma estratégia sensorial para gestão da informação. Inclusive, Tezel *et al.* (2010) já comentaram sobre a importância do design de informação, modalidade de informação e semiótica na aplicação de gerenciamento visual, o que confirma a forte relação que a gestão visual tem com a gestão da informação.

A gestão da informação em ambientes dinâmicos e complexos pode ir além das capacidades dos indivíduos. Enquanto as informações caem em efeito cascata dos níveis organizacionais superiores para níveis mais baixos, é necessário um mecanismo de gestão para monitorar, processar e apresentar a vasta quantidade de informação para as pessoas de forma que façam sentido (EPPLER; MENGIS; BRESCIANI, 2008). Se a gestão visual está diretamente relacionada à gestão da informação, a transparência dessa informação se apresenta como um dos pontos gerenciados, possivelmente o mais importante, levando em consideração os atributos já mencionados. Se as informações são processadas como meios visuais ou representações visuais para facilitar a compreensão e as tomadas de decisão, essa associação é positiva.

Todavia, esse significado ainda não é consenso. Liff e Posey (2004) argumentam que a gestão visual é um sistema para melhoria organizacional que alinha visão organizacional, seus valores, objetivos e cultura com outros sistemas de gestão, por meio de estímulos (informação), que atingem diretamente um dos cinco sentidos humanos. Ou seja, os autores associam o uso da gestão visual particularmente à identidade organizacional para formação de uma cultura dentro da empresa. Essa visão se apresenta um pouco limitada quando comparada às definições mais clássicas, cujos principais exemplos vieram primeiramente de áreas de chão de fábrica.

Em relação às definições sobre gestão visual mais amplamente utilizadas, na literatura sobre sistemas de gestão visual na manufatura, destacam-se dois autores, que introduziram o tema e apresentaram muitos bons exemplos: Greif (1991) e Galsworth (1997, 2005). Segundo o primeiro autor, existem algumas características peculiares das informações geridas visualmente: a informação é apresentada para criar campos de informação, a partir do qual as pessoas podem puxar livremente a informação de uma maneira “*self-service*”; a necessidade da informação é determinada com antecedência para evitar deficiências de informação (em uma abordagem preventiva); a exibição da informação é integrada a elementos do processo de produção (espaço, máquinas, equipamentos, componentes, materiais, ferramentas, dispositivos, etc.); e a comunicação é simples e baseia-se pouco ou nada sobre a informação verbal ou textual.

Galsworth (1997) indica que a gestão visual é realizada por sistemas visuais, que consistem em um grupo de dispositivos visuais que trabalham em conjunto para propiciar um ambiente de trabalho visual. Contudo, essa noção de sistema visual é confusa, pois remete à existência de um único sistema de gestão visual. Este trabalho considera que os dispositivos visuais estão ligados a diferentes subsistemas (qualidade, planejamento e controle, segurança, etc.) de um sistema gerencial. De fato, o que existe é um sistema de gestão gerencial que pode ser apoiado por dispositivos visuais, mas não um sistema de gestão visual isolado. O sistema gerencial em si é indissociável em relação aos componentes visuais ou não-visuais. Além disso, os dispositivos para gestão visual podem ser utilizados em alguns subsistemas e não em outros.

As ferramentas ou dispositivos visuais são conscientemente concebidas e projetadas para estruturar o comportamento humano em torno de ações desejadas (DAINTY; MOORE; MURRAY, 2006). Os quatro tipos de ferramentas visuais – indicadores visuais, sinais visuais, controles visuais e garantias visuais – têm diferentes amplitudes de aderência, o que depende da medida em que a mensagem enviada é susceptível de ser obedecida e o risco ou perda potencial associado à possibilidade de as pessoas decidirem por ignorá-la (GALSWORTH, 1997). A mesma autora define as quatro ferramentas visuais (Figura 3), da seguinte forma:

- O indicador visual fornece apenas informações, indicando e tentando influenciar o comportamento, ilustrado na Figura 3 pelas placas de trânsito. O controle humano de desobediência é elevado com o indicador visual. A consequência da desobediência é geralmente mínima;
- Os sinais visuais sinalizam e atraem a atenção por estímulos visuais. Espera-se que as pessoas prestem atenção e tenham seu comportamento direcionado, como representado na Figura 3 pelo semáforo. O controle humano de desobediência é moderado. As consequências da desobediência podem ser graves;
- Os controles visuais controlam e limitam a resposta humana em termos de altura, tamanho, quantidade, volume, peso, largura, comprimento e largura, como indicado na Figura 3 pelas linhas de estacionamento. O controle humano de desobediência é quase nenhum. Geralmente, ele integra a mensagem ao ambiente físico, deixando às pessoas não muitas opções de resposta;
- A garantia visual (*poka-yoke*, do japonês ou dispositivo à prova de erro) permite apenas a resposta correta, como acontece para a bomba de combustível, na Figura 3, que interrompe o abastecimento quando o tanque está cheio. Eles são usados para minimizar o erro humano. O

controle humano de desobediência é nenhum. Toda a informação que se precisa é construída mecanicamente ou eletronicamente para dentro da máquina, material ou ambiente em si.



Figura 3 - Ilustração de exemplos de ferramentas visuais
 Fonte: Adaptado de Galsworth (1997)

Hirano (1995) afirma que ferramenta visual é qualquer dispositivo de comunicação usado no ambiente de trabalho que comunique, de relance, como o trabalho deve ser feito e se ele está a se desviar do padrão. Para o mesmo autor, os melhores dispositivos visuais estão exatamente no local de trabalho, onde eles podem chamar a atenção do espectador e indicar claramente pelo som, visão e entendimento do padrão, qualquer desvio desse padrão.

2.1.3 *Interação entre o princípio da transparência e outros princípios lean*

Formoso, Santos e Powell (2002) comentam que a eficácia dos dispositivos visuais depende muito do fato de outros conceitos fundamentais de gestão da produção terem sido pelo menos minimamente aplicados. Algumas interações são facilmente percebidas: o princípio de aumentar a transparência de processos está intimamente relacionado, por exemplo, ao princípio de realizar melhoria contínua no processo (KOSKELA, 1992), uma vez que um dos atributos da transparência é facilitar os processos de melhoria (KLOTZ *et al.*, 2008). O princípio de balancear melhorias de fluxo com melhorias de conversão também se conecta em função da transparência de processos dizer respeito especialmente à um tipo de transparência de

informação, que representa um dos fluxos no processo de produção (KLOTZ, 2008; KOSKELA, 1992).

Outras interações merecem maior discussão. O princípio de aumentar a transparência também associa-se aos princípios *lean* de redução da variabilidade, redução da parcela de atividades que não agregam valor e do tempo de ciclo a partir da redução do tamanho do lote, e foco no controle do processo como um todo (KOSKELA, 1992) .

A variabilidade é um dos conceitos que mais se relaciona com a transparência dos processos, no que diz respeito à conformidade e atendimento de padrões. Reduzir a variabilidade do processo facilita a implementação de sistemas de controle visual, uma vez que se torna mais fácil implementar dispositivos visuais quando caminhos, ferramentas e outros aspectos do processo são minimamente estáveis e padronizados (FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002; SAURIN; FORMOSO; CAMBRAIA, 2006). A influência positiva ocorre nas duas direções, pois a aplicação do princípio de aumentar a transparência também contribui para reduzir a variabilidade, especialmente pelo uso de dispositivos visuais que evidenciem os padrões desejados e facilitem o reconhecimento das situações anormais (GALSWORTH, 1997).

Nesse sentido, a padronização surge como uma das abordagens para aplicar o princípio de reduzir a variabilidade. Ela consiste, em parte, no desenvolvimento de procedimentos pré-estabelecidos e material referencial para a realização de um determinado processo ou operação (DOS SANTOS, 1999). Sempre que há problemas na produção, tais como a produção de rejeições, alta variabilidade ou retrabalho, as pessoas devem procurar as causas, agir para remediar a situação e mudar o padrão para eliminar o problema (DOS SANTOS, 1999). Sem padrões, não há maneira de saber se uma atividade é realizada corretamente ou não (DOS SANTOS, 1999). Muitas empresas não entendem que é necessário criar um padrão para definir um problema (LIKER; HOSEUS, 2009).

O princípio da redução do tamanho de lote também contribui para aumentar a visibilidade do status do processo. Os canteiros de obras com lotes de produção menores e fluxos mais simplificados permitem uma compreensão mais rápida da sequência de fluxo de produção (DOS SANTOS, 1999), tornando o processo diretamente observável, que é uma das abordagens práticas para aplicação do princípio da transparência (KOSKELA, 1992). Simultaneamente, a implementação de um ambiente transparente a partir da redução das interdependências entre

serviços poder ser realizada a partir da redução do tamanho das unidades de produção que implicam da redução do tempo de ciclo.

Em relação ao princípio de focar o controle no processo como um todo (KOSKELA, 1992), o mapeamento de processos é uma prática muito usada para articular as atividades e procedimentos das organizações de forma gráfica, permitindo a representação e análise de processos completos. Os mapas de processos são apenas um meio de visualizar e controlar as atividades de uma organização e, coletivamente, essas abordagens visuais têm sido indicadas para aumentar a transparência ou visibilidade do processo (KLOTZ *et al.*, 2008).

Além da padronização, da variabilidade, descentralização e do tamanho do lote, o conceito de transparência também se relaciona diretamente ou indiretamente com outros conceitos – advindos da filosofia *lean* ou não, tais como: *management-as-organising* (VIANA *et al.*, 2014), complexidade (VIANA *et al.*, 2014), retórica (KOSKELA, 2015), autonomia (SAURIN; FORMOSO; CAMBRAIA, 2006) e informação puxada (MOSER; SANTOS, 2003).

Um fator importante que permite a eliminação sistemática da causa raiz dos problemas é a mudança de controle dos cargos mais altos para os verdadeiros donos do processo, o que permite a descentralização das decisões (BOWEN; LAWLER, 1992¹ *apud* TEZEL *et al.*, 2010) e maior autonomia (DOS SANTOS, 1999). Todavia, a relação desse conceito com a transparência é bidirecional, pois é preciso que os processos sejam suficientemente transparentes, para que essa descentralização seja feita com confiança. Mencionando novamente a definição de Klotz *et al.* (2008), percebe-se que, com maior acesso à informação e maior compreensão dos processos, as partes interessadas ganham confiança e autonomia para tomar decisões, o que pode influenciar na autoestima, produtividade e probabilidade de impactar positivamente o projeto, o que aumenta as possibilidades de descentralização (KLOTZ, 2008).

A partir de uma perspectiva mais conceitual, Koskela (2015) argumenta que o campo de gestão visual tem fundamentação implícita na retórica. O mesmo autor aponta que a retórica pode ser entendida como uma das mais antigas disciplinas para alcance da adesão (do público). A persuasão visual – conectada fluidamente à persuasão verbal na retórica clássica – é, em última instância, do que a gestão visual realmente trata. Ainda tratando de retórica como adesão do

¹ Bowen, D. E. and Lawler, E. E. (1992). "The Empowerment of Service Workers: What, Why, How, and When" Sloan Management Review, 33(3) 31-39

público ao discurso, a gestão visual reflete a aderência das pessoas às expectativas dos processos ao transformar o conceito abstrato de disciplina em práticas concretas e diretamente observáveis, que são atingidas ao se influenciar, direcionar, limitar ou garantir os comportamentos das pessoas (GALSWORTH, 1997; KOSKELA, 2015; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2009).

Finalmente, em relação à informação puxada, na comunicação convencional, a informação é transmitida em um modo empurrado, e o usuário tem pouco ou nenhum controle sobre a quantidade e o tipo de informação que é transmitida ou recebida. Em contraste, nesse novo paradigma de um ambiente transparente, nada é transmitido: um campo de informação é criado, cujas informações podem ser demandadas (ou puxadas) por qualquer pessoa a qualquer momento (GREIF, 1991), simbolizando um movimento fundamental de um processo de produção silencioso usual para um mais comunicativo (GALSWORTH, 2005).

2.2 IMPACTOS DA TRANSPARÊNCIA E LIMITAÇÕES DA GESTÃO VISUAL

Santos (1999) e Moser e Santos (2003) perceberam uma série de impactos práticos do aumento da transparência em um ambiente de trabalho através do uso da gestão visual: simplificação e maior coerência na tomada de decisões, estímulo aos contatos informais através dos diferentes níveis hierárquicos, contribuição para introdução de políticas de descentralização, maior envolvimento e participação dos funcionários a partir de mais autonomia gerencial, distribuição de responsabilidades mais efetivas, aumento na motivação dos empregados para detecção de erro e promoção de melhorias, rápida compreensão e resposta aos problemas, maior efetividade na programação da produção e simplificação dos sistemas de controle de produção. Todos esses impactos remetem ao conceito de transparência em si e à interação do princípio de aumentar a transparência com os demais princípios *lean*, como já relatado anteriormente.

Em um aspecto mais amplo, de acordo com Liker (2004) e Bititci, Cocca e Ates (2015), um sistema de controle visual bem desenvolvido apoia ainda o desenvolvimento e a implementação de estratégias em andamento, facilita a avaliação e revisão de desempenho, melhora a comunicação interna e externa, aprimora a colaboração e integração, apoia o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, promove a inovação, reduz defeitos e erros (porque comunica desvios e problemas rapidamente), ajuda no atendimento de prazos, melhora a segurança e reduz os custos. Além disso, aumenta-se a disponibilidade da informação e

contribui para a saúde, segurança e bem-estar das pessoas no local de trabalho (HIRANO, 1995).

Em termos dos efeitos da utilização de dispositivos de gerenciamento visual na construção, a revisão de literatura identificou uma série de impactos positivos: esclarecer as expectativas, promover maior coerência na tomada de decisões, propiciar maior participação e motivação dos colaboradores, melhorar a distribuição de informação (BRADY; TZORTZOPOULOS; ROOKE, 2013; VALENTE; COSTA, 2014), evitar a ociosidade ou sobrecarga das equipes, impulsionar a colaboração e melhoria contínua (BRADY; TZORTZOPOULOS; ROOKE, 2013; VIANA *et al.*, 2014), estabelecer e reforçar uma base comum de valores e informações (KOSKELA, 2015), aumentar a produtividade, reduzir os defeitos e os erros, e melhorar a comunicação, segurança e desempenho em relação ao cumprimento de prazos (LAINE; ALHAVA; KIVINIEMI, 2014).

Geralmente, informações cruciais são mal comunicadas em fábricas. Liker e Hoseus (2009) afirmam que as más interpretações de informações podem acontecer por que o propósito de comunicar não foi bem pensado, ou talvez porque faltaram habilidades comunicacionais. Os maiores problemas na comunicação aparecem, segundo os mesmos autores, quando se tem certeza absoluta que a mensagem é tão clara que qualquer um consegue entender exatamente o que se quer dizer. Em situações como essas, há muitas oportunidades para o ruído, e os mal-entendidos ocorrem exatamente porque as pessoas presumem automaticamente que os outros pensam da mesma maneira que elas (LIKER; HOSEUS, 2009).

A transparência deficiente é a principal causa de retrabalho e iterações no desenvolvimento de produtos (BAUCH, 2004) e a falta de transparência pode levar a falhas na transferência de informações, contribuindo para vários impactos financeiros (KLOTZ, 2008). Klotz (2008) afirma que os custos de atraso especificamente representam uma proporção significativa dos custos relacionados à falta de transparência do processo e fonte de impactos em todas as fases de entrega do projeto. A falta de transparência do processo também impede que as partes interessadas no projeto reconheçam os impactos que suas decisões têm sobre o produto de construção final, o que pode resultar em mais custos (KLOTZ, 2008).

Além disso, a quantidade reduzida de informação disponível nos canteiros de obras reflete um ambiente de desconfiança e pouco trabalho em equipe entre os gerentes e a força de trabalho. Nesse contexto, as decisões gerenciais serão sempre questionadas pelos trabalhadores (DOS

SANTOS, 1999). A falta de confiança entre os gestores e a mão-de-obra pode distorcer a percepção dos objetivos, podendo ser interpretado como outro mecanismo gerencial para controle de atividades (DOS SANTOS, 1999). O baixo grau de transparência no ambiente de trabalho leva o sistema de produção a funcionar bem abaixo do seu potencial total.

Bernstein (2012) apresenta a noção do paradoxo da transparência, segundo a qual a exposição dos trabalhadores no ambiente de trabalho pode reduzir de forma contraditória seu desempenho, induzindo os observados a esconder suas atividades através de códigos e encriptações. Por outro lado, a criação de zonas de privacidade pode, sob certas condições, aumentar o desempenho. O referido autor realizou um estudo no qual evidências qualitativas sugeriram que a privacidade é importante para apoiar desvios produtivos, experimentação localizada, evitar a distração e facilitar o processo de melhoria contínua (BERNSTEIN, 2012). Nesse sentido, a consciência de estar sendo observado teve um impacto negativo no desempenho dos trabalhadores, pela falta de privacidade (BERNSTEIN, 2012). Normalmente, assume-se que quanto mais se pode ver, mais se pode entender sobre uma organização. Esta pesquisa sugeriu uma força contrariante: quanto mais se pode ver, mais indivíduos podem responder estrategicamente com o comportamento e a criptografia escondidos para anular a compreensão daquilo que é visto (BERNSTEIN, 2012).

Contudo, é necessário contextualizar que a pesquisa foi realizada em uma fábrica específica na China, na qual se percebeu um efeito inverso da busca pela transparência por não se trabalhar associadamente com uma mudança cultural e maior participação dos funcionários, que se sentiam oprimidos nessa situação.

Uma outra importante tentativa de aprofundamento teórico sobre a gestão visual consiste na compreensão das possíveis limitações das visualizações. Apesar do crescente número de publicações sobre os benefícios do uso da visualização, poucos estudos têm até agora investigado as possíveis armadilhas dos dispositivos visuais e representações gráficas usadas para comunicação ou raciocínio (VAN WIJK, 2006). Uma visão clara das desvantagens associadas aos dispositivos visuais pode indicar diretrizes gerais para ajudar os projetistas a evitar possíveis problemas causados pelas visualizações através de uma boa concepção (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

Assim, com base numa extensa revisão bibliográfica, Bresciani e Eppler (2008) distinguiram os potenciais riscos sociais, cognitivos e emocionais da visualização que podem ser observados

sob dois pontos de vista: do usuário e do designer de uma ferramenta visual. A classificação é apresentada de forma resumida no Quadro 2. Isso é relevante não apenas para evitar ou detectar erros na produção e interpretação de dispositivos visuais, mas também para apoiar a decisão dos designers sobre o uso ou modificação do formato visual apropriado (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

Quadro 2 - Principais riscos associados aos dispositivos visuais

		CAUSAS	
		<i>Designer</i>	<i>Usuário</i>
EFEITOS	Cognitivos	Ambíguo	Sobrecarga Uso equivocado Dependente de habilidades de percepção Muitos requisitos de treinamento ou recursos Insensibilidade à mudança Difícil de entender
		Confuso	
		Redundante	
		Inconsistente	
		Pouco preciso	
		Codificação enigmática	
		Falta de foco	
		Muito complexo	
		Muito simplificado	
		Pouco claro	
Emocionais		Perturbador	Stress visual Gostos pessoais Experiência e conhecimento anterior
		Chato	
		Feio	
		Uso errado de cores	
Sociais		Participação desigual	Comportamento alterado Diferenças culturais e interculturais Perspectivas diferentes
		Inibidor de conversa	
		Hierarquia e exercício de poder	

Fonte: Adaptado de Bresciani e Eppler (2008)

Os resultados de Bresciani e Eppler (2008) levantaram algumas novas questões relevantes, tais como: os significados implícitos inerentes às visualizações, levando a interpretações ambíguas, e os elevados pré-requisitos para a interpretação de certas representações visuais, pois a eficácia de uma visualização depende da experiência anterior do usuário e de sua alfabetização visual. De fato, a interpretação de uma forma visual pode depender da familiaridade do observador e de sua experiência anterior com ela, o que remete à retórica (KOSKELA, 2015). A priori, a exposição positiva ou negativa a uma representação gráfica pode determinar expectativas e atitudes (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

2.3 IMPLEMENTAÇÃO E PRÁTICAS DA GESTÃO VISUAL

A gestão visual depende da criatividade dos gestores e dos trabalhadores e é difícil delinear algumas regras e diretrizes rigorosas para a sua implementação na prática (DOS SANTOS, 1999). Portanto, a correta aplicação das abordagens apresentadas depende do julgamento adequado da pessoa que enfrenta o problema prático, refletindo sobre as oportunidades de melhoria e experimentando na prática.

2.3.1 *Gestão visual na manufatura*

Na prática, um local de trabalho visual, no qual a gestão visual é bem concebida e implementada, pode ser criado através da adoção sequencial dos passos a seguir: estruturação do local de trabalho a partir de um programa 5S, inserção de padrões visuais, medidas ou indicadores visuais (quadros de desempenho), controles visuais e garantias visuais – ou *poka-yokes* (GALSWORTH, 2005). Isso acaba por produzir um local de trabalho auto ordenado, autorregulado e propenso à auto melhoria, onde o que deve acontecer acontece de fato, na hora certa, todos os dias, por causa de soluções visuais (GALSWORTH, 2005).

O Programa 5S é descrito por Liker (2004) da seguinte maneira: começa-se por uma triagem no local do trabalho, com a intenção de separar o que é necessário todos os dias para realizar um trabalho de valor agregado do que raramente ou nunca é usado. Em seguida, marcam-se os itens raramente usados e esses são movidos para fora da área de trabalho.

Posteriormente, criam-se locais permanentes para cada peça ou ferramenta na ordem do quanto cada uma é necessária para apoiar o trabalho do operador. O operador deve ser capaz de apanhar imediatamente cada peça ou ferramenta comumente usada. Depois disso, é necessário garantir que tudo permaneça limpo todos os dias. A padronização é uma ótima aliada para manter as primeiras três etapas.

Por fim, vem a sustentação do programa (como uma técnica de melhoria contínua orientada à equipe), mantendo os benefícios do 5S no trabalho, a partir da promoção do hábito de conservar adequadamente os procedimentos corretos. O 5S cria um padrão para o primeiro passo da solução de problemas e é o alicerce para o estabelecimento de um ambiente de trabalho adequado para todos os membros de equipe. A Toyota, grande referência do programa, chama isso de ambiente de trabalho limpo e agradável, que faz parte de um ciclo de melhoria contínua que contagia toda a cultura e age com o uso do padrão para a solução de problemas (LIKER; HOSEUS, 2009).

Em relação aos padrões visuais, folhas de operação padrão, folhas de lição ponto-a-ponto, bordas, delineados, marcações, codificação de cores e de segurança são alguns dos exemplos mais recorrentes (HIRANO, 1995). Além desses, uma grande ferramenta visual de resolução de problemas padronizada é o A3.

O relatório A3 não é considerado apenas uma ferramenta de solução de problemas, mas também uma ferramenta de comunicação crucial na Toyota. Todas as informações essenciais e

importantes são reunidas na forma de um relatório A3. O relatório A3 foi criado para comunicar informações em diversas direções e é usado para solução de problemas, elaboração de propostas e resumos de situações (LIKER; HOSEUS, 2009). Esses três processos podem ser divididos nas seguintes categorias: necessidade de concordar, necessidade de saber e necessidade de consultar. Os autores sugerem, todavia, que o uso eficaz dos relatórios A3 depende de um processo aberto e respeitoso de compartilhamento de informações e aceitação de feedback.

Quando se trata de indicadores e controles visuais, existem muitas práticas na indústria da manufatura: gráficos de produtividade e desperdício, quadros de desempenho, *andon* (dispositivo acionado pelo operador da linha para receber ajuda e, eventualmente, interromper a produção face a algum problema) e *kanban* (cartão para controle de produção ou movimentação de insumos) (BATEMAN; PHILP; WARRENDER, 2016; BITITCI; COCCA; ATES, 2015; GALSWORTH, 1997, 2005; GREIF, 1991; JACA *et al.*, 2013; KATTMAN *et al.*, 2012; OHNO, 1988). Estes indicadores têm em comum o fato que indicam visualmente a condição padrão, assim como itens que estão fora do padrão: o problema é definido como uma diferença entre a situação atual e o padrão (LIKER; HOSEUS, 2009). Além disso, estas ferramentas devem estar firmemente enraizadas na cultura da empresa, pois refletem a valorização do compartilhamento de informações que revela problemas para todos os membros de equipe e a compreensão prática dos limites humanos de processamento de informações (LIKER; HOSEUS, 2009).

O controle a partir de dispositivos visuais costuma ser considerada uma questão puramente técnica. É interessante observar que a Toyota não considera nenhuma das ferramentas ou práticas visuais como fundamentais para o Sistema de Produção da Toyota. A Toyota os usa apenas como respostas temporárias a problemas específicos que irão servir até que uma melhor abordagem seja encontrada ou as condições mudem (SPEAR; BOWEN, 1999). Elas são chamadas de "contramedidas", ao invés de "soluções", porque isso implicaria uma resolução permanente de um problema. Ao longo dos anos, a empresa desenvolveu um conjunto robusto de ferramentas e práticas que utiliza como contramedidas, mas muitas mudaram ou até mesmo foram eliminadas à medida que novas melhorias são implementadas (SPEAR; BOWEN, 1999).

O Modelo Toyota, por exemplo, reconhece que a gestão visual complementa os seres humanos porque, de fato, estes são orientados fortemente pelos sentidos da visão, audição e tato (LIKER, 2004). Para Liker e Convis (2012), o motivo principal para a grande dedicação à gestão visual na Toyota é que a partir dela esclarecem-se as expectativas, determinam-se as responsabilidades

de todas as partes envolvidas e dá-se habilidade para que os funcionários rastreiem o próprio progresso e autodesenvolvimento. Além disso, há todo um esforço para o alcance de uma maior simplificação cognitiva a partir de três metas: desenvolver o processo para fluir harmonicamente, simplificar as exigências de memória e simplificar os movimentos (LIKER; HOSEUS, 2009).

Corroborando com os autores acima, Levin (2005) relatou que organizações que desejam utilizar o local de trabalho como um facilitador da transformação (que também pode ser entendido como um ambiente de melhoria contínua) geralmente contam com a imagem de uma área de trabalho mais aberta e colaborativa como base para a mudança. O mesmo autor afirma que a concepção e o projeto do local de trabalho podem ser usados para apoiar muitos esforços: criar identidade ou marca, permitir a transformação organizacional e melhorar a estrutura existente.

Nesse sentido, a abordagem apropriada para se criar um ambiente de trabalho favorável à transformação sofre bastante influência da gestão visual e seus dispositivos: estabelecimento dos padrões e normas existentes dentro de um design novo, criação de padrões de trabalho e processos com base no nível dos colaboradores, embasamento predominante no visual e nas imagens para dar destaque ao esforço do projeto (LEVIN, 2005).

2.3.2 *Estudos sobre implementação da gestão visual na construção*

Os empreendimentos de construção em geral apresentam características de complexidade (KOSKELA, 1992). As equipes envolvidas muitas vezes não dividem o mesmo espaço físico e podem ser distribuídas em diferentes organizações, que formam as cadeias de suprimentos. Nesse contexto, os dispositivos visuais são desenvolvidos por meio da prática, multiplicam-se, tornam-se cada vez mais agrupados e enriquecidos em formas mais reificadas e híbridas, tornam-se interligados e circulam por diferentes localidades e partes interessadas (WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016).

Além disso, os canteiros de obra tendem a gradualmente tornarem-se menos visíveis pela própria natureza do processo de construção, o que pode ser corrigido por um bom planejamento do fluxo de materiais e estações de trabalho (DOS SANTOS, 1999). Heineck *et al.* (2002) sugerem que diversas inovações administrativas, técnicas e conceituais de pequena escala relacionam-se à implementação do conceito de transparência.

Por isso, Formoso, Santos e Powell (2002) relatam uma série de desafios em relação à implementação da gestão visual nos canteiros de obra (em comparação à manufatura): os canteiros de obra são ambientes mutáveis onde um grande número de equipes se movimentam continuamente; o layout do canteiro sofre muitas modificações ao longo da execução do empreendimento, o que demanda um esforço intenso em atualizar e reposicionar os dispositivos visuais necessários; os canteiros de obra são espaços relativamente grandes, onde há muito espalhamento das equipes; e, finalmente, uma série de barreiras visuais não-removíveis vão sendo incorporadas ao ambiente de trabalho à medida que o empreendimento é construído (paredes e divisórias).

Assim, a incorporação de informações no ambiente de trabalho através da gestão visual não pode ser encarada de forma trivial, visto que, além de todos esses desafios, ainda passa pela consideração da própria cultura da organização (DOS SANTOS, 1999). É necessário que haja uma adequada preparação da mão-de-obra para que não haja uma reação contrária ao aumento da transparência, no sentido de uma observação opressora e falta de privacidade, como percebido no trabalho de Bernstein (2012).

Tezel *et al.* (2016a) afirmam que a forma e o conteúdo dos dispositivos visuais podem mudar de acordo com as condições específicas e necessidades do empreendimento e as pessoas envolvidas. Os mesmos autores sugerem que diferentes soluções visuais podem ser adotadas para um mesmo problema no contexto da construção. Há três parâmetros importantes a serem considerados antes da adoção de um dispositivo visual: a maturidade da organização para a implementação da ferramenta visual; se a ferramenta visual contribui e facilita os objetivos globais do sistema; e a conformidade da ferramenta visual com os princípios ergonômicos (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

Em relação aos principais requisitos para os dispositivos visuais, quase todos os artigos sobre aplicação da gestão visual à construção são unânimes quanto ao uso de dispositivos e práticas de gestão visual que sejam: acessíveis, portáteis ou móveis, fáceis de entender e de atualizar as informações, flexíveis em relação às necessidades de usuários, precisos e financeiramente viáveis (KEMMER *et al.*, 2006; NETO *et al.*, 2014; TEZEL *et al.*, 2011, 2016a, 2010b; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2013; VALENTE; COSTA, 2014).

Outros autores também comentam que as ferramentas de gestão visual devem ser concebidas alinhadas com as seguintes diretrizes: atenuar os problemas relacionados à complexidade do

sistema (VIANA *et al.*, 2014), envolver uma mudança na cultura da empresa (VALENTE; COSTA, 2014), ser projetado para simplicidade de funcionamento, combinar os modelos mentais dos projetistas e usuários (SAURIN; FORMOSO; CAMBRAIA, 2006), e ter uma abordagem orientada pelo comportamento e direcionada ao alcance de objetivos (NETO *et al.*, 2014).

Muitos são os trabalhos que apresentam casos de implementações bem-sucedidas de dispositivos visuais na construção (Quadro 3). Contudo, a maioria dos trabalhos relata práticas isoladas, e não integradas a outros dispositivos ou ao sistema gerencial da organização. Além disso, poucos são os artigos que explicitam os passos para concepção e implementação das ferramentas, sendo estas, na maior parte, adaptações de práticas já consolidadas da manufatura. No mais, os dispositivos visuais são geralmente pensados e avaliados pelas equipes técnicas e gerenciais, negligenciando a importância da participação da força de trabalho nesse processo de consolidação de uma cultura que apoia a gestão visual.

As práticas de gestão visual, de um modo geral e, especificamente, na construção, têm, nos últimos anos, se desenvolvido em direção à meta de apoiar, permitir e realizar colaboração. Estes esforços foram baseados na prática, com pouco apoio teórico (KOSKELA *et al.*, 2016; NICOLINI, 2007). É interessante notar, por exemplo, como dispositivos visuais relativamente simples – como cronogramas, protótipos, desenhos e modelos 3D – podem operar como *boundary objects*, que são entendidos como dispositivos para transferência e tradução de informações para melhorar a colaboração entre diferentes intervenientes (KOSKELA *et al.*, 2016). Nicolini (2007) ainda salienta que os materiais visuais que operam como *boundary objects* criam respostas simultâneas a diferentes interesses e servem como pontos comuns de referência para diferentes grupos sociais.

De acordo com o trabalho de Tezel *et al.* (2016b), uma série de oportunidades para a gestão visual em canteiros de obras foi identificada por profissionais da área de construção, especialmente no sentido de envolver a força de trabalho na elaboração e implementação de dispositivos visuais. Dentre elas, seria interessante desenvolver um sistema em que as pessoas pudessem visualmente registrar o desperdício em seus processos de trabalho (como auditorias próprias). Isso se relaciona à necessidade dos trabalhadores de gerarem informações para os dispositivos visuais (e não apenas os gerentes), podendo também concebê-los e avaliá-los.

Quadro 3 - Trabalhos que relatam implementações práticas de práticas visuais na construção

Dispositivo ou prática visual	Trabalhos que relatam implementações
<i>Andon</i>	(BIOTTO et al., 2014; KEMMER et al., 2006; MOURÃO; VALENTE, 2013; TEZEL et al., 2015, 2010b)
<i>Código de cores</i>	(TEZEL et al., 2011; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2010)
<i>Dispositivos visuais espaciais</i>	(NETO et al., 2014; TEZEL et al., 2011)
<i>Dispositivos visuais para planejamento e controle de produção</i>	(BRADY, 2014; NETO et al., 2014; TEZEL et al., 2016a, 2016b; VIANA et al., 2014)
<i>Heijunka Board</i>	(BARBOSA et al., 2013; TEZEL et al., 2015)
<i>Kanban</i>	(ARBULU; BALLARD; HARPER, 2007; DE BURGOS; COSTA, 2012; JANG; KIM, 2007; MOURÃO; VALENTE, 2013; TEZEL et al., 2015; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016)
<i>Matrizes ou tabelas de responsáveis</i>	(MOURÃO; VALENTE, 2013; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016)
<i>Placas de saúde e segurança do trabalho</i>	(TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2013b)
<i>Poka-yokes</i>	(TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2010)
<i>Práticas visuais associadas ao BIM</i>	(SACKS et al., 2010, 2011; TJELL; BOSCH-SIJTSEMA, 2015)
<i>Programa 5S</i>	(TEZEL et al., 2016a, 2010b; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2010)
<i>Quadros de desempenho</i>	(BARTH, 2007; BRADY, 2014; LANTELME; FORMOSO, 1999; LEE; ROJAS, 2013; NETO et al., 2014; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2010)

Fonte: Compilado pela autora.

Além disso, Tezel *et al.* (2016b) ainda aponta outras oportunidades de melhorias: o uso do método A3 para comunicar de forma sucinta processos diferentes no mesmo local; o uso do controle de produção puxado (*kanbans*) em elementos pré-fabricados para reduzir os estoques no local; e o uso da computação móvel para controle visual avançado de ativos e equipes em grandes canteiros de obras. No mais, complementando as informações de saúde e segurança, o conteúdo das informações compartilhadas no local deve ser ampliado. O escopo da gestão visual nas obras não pode se limitar à segurança, prazos, qualidade, etc. (TEZEL *et al.*, 2016b).

Outra oportunidade que pode ser explorada com dispositivos visuais vem diretamente da cooperação com os demais agentes da cadeia de suprimentos da construção. Os fornecedores, através de todo o macro complexo da construção, deveriam refletir sobre a possibilidade de

aumentar o valor agregado de seus produtos através da incorporação de informações úteis à produção em suas embalagens ou nos próprios componentes (DOS SANTOS, 1999).

2.3.2.1 Dispositivos visuais associados à tecnologia da informação

Sacks, Treckmann e Rozenfeld (2009) discutem sobre o uso de ferramentas de visualização auxiliadas por computador para alcançar transparência de processo e fluxo puxado na construção. Essa necessidade é clara, principalmente porque as condições físicas dos locais de construção tornam muito difícil para a maioria dos participantes formar uma imagem mental clara do que está acontecendo e do que se pode esperar num futuro próximo (SACKS; TRECKMANN; ROZENFELD, 2009). Dados os ambientes físicos dinâmicos e dispersos e os arranjos de contratação segmentados típicos da construção, as interfaces de usuário de visualização baseadas em BIM são ferramentas ideais para fornecer transparência de processo (SACKS; TRECKMANN; ROZENFELD, 2009).

Em relação à tecnologia da informação, a plataforma BIM desponta como um dos principais avanços no setor da construção. Nesse sentido, Sacks *et al.* (2010) apontam sinergias entre os princípios *lean* e o BIM, especialmente no campo da gestão visual das informações. Sacks, Treckmann e Rozenfeld (2009) discutiram as potenciais contribuições do BIM para a visualização dos aspectos de produto e processo dos projetos de construção. Todos os sistemas BIM oferecem a capacidade de renderizar os projetos com algum grau de realismo, tornando os projetos de construção mais acessíveis e fáceis de interpretar para intervenientes não técnicos e outras partes interessadas, melhorando a visualização da forma para avaliação tanto estética como funcional (SACKS *et al.*, 2010).

Além disso, em se tratando da gestão visual como uma forma de gestão da informação, o BIM pode atuar diretamente como uma maneira mais segura de manutenção da informação e integridade do modelo de projeto. Essa capacidade é obtida porque as ferramentas BIM armazenam cada peça de informação uma única vez, sem a repetição comum em pranchas de desenho, onde as mesmas informações de projeto são armazenadas em vários desenhos ou vistas de desenho (SACKS *et al.*, 2010).

Outros *software* atualmente existentes de construção enxuta têm se concentrado no fornecimento de sistemas para otimizar a execução de tarefas planejadas e bem definidas, e em tornar esses sistemas visuais e colaborativos (KHWAJA; SCHMEITS, 2014; SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010). Daou *et al.* (2015), através de uma revisão dos principais

software relacionados à construção enxuta, identificaram que as principais funcionalidades consistiam em: visualização do processo, comunicação e colaboração entre diferentes partes e exibição de informações (locações, pacotes de trabalho, restrições de atividades, etc.).

Neste sentido, Daou *et al.* (2015) desenvolveram um aplicativo visual como solução para ativar uma resposta mais flexível e ágil a tarefas não planejadas no canteiro, tornando-as visíveis para todos. A grande contribuição do trabalho está na análise de como o aplicativo tem potencial para descentralizar a rede do projeto, achatando a estrutura dos projetos de construção, que é normalmente hierárquica, e aumentando a transparência entre os participantes do projeto em questão (DAOU *et al.*, 2015).

2.3.2.2 Dispositivos visuais na etapa de projetos construtivos

Sobre a gestão visual no processo de projetos construtivos, a maioria dos autores utiliza outras denominações, como artefatos visuais, materiais visuais e representações visuais. Nas práticas de projetos executivos de empreendimentos, tais representações visuais estão cada vez mais distribuídas em uma variedade de mídias digitais e físicas, e são desenvolvidas para tomar decisões e realizar trabalhos de projeto (WHYTE; TRYGGESTAD; COMI, 2016). Nicolini (2007) afirma ainda que os materiais visuais fazem parte de uma complexa aliança entre elementos humanos e não-humanos (programas computacionais, aplicativos de simulação ambiental, dentre outros) que trabalham juntos no processo de projeto de um empreendimento.

Em termos práticos, o uso e troca de materiais visuais na construção civil é um mecanismo-chave através do qual a colaboração é gerenciada (EWENSTEIN; WHYTE, 2007). Os autores argumentam que as representações visuais são usadas para descrever o conteúdo do trabalho, seu contexto e os processos pelos quais esse trabalho é alcançado, mediando o trabalho de desenvolvimento do conhecimento. Além disso, os materiais visuais também são utilizados para definir problemas de projeto e explorar possíveis soluções. Por fim, também são empregadas em comunicações com os clientes, a fim de explicar o conceito do projeto aos seus usuários finais e outras partes interessadas.

Nesse contexto, a representação visual caracteriza-se como um produto final, o que corrobora com a definição de Klotz (2008) para a transparência do produto. Materiais visuais e tangíveis como plantas, seções, modelos, rascunhos, fotos e apresentações em slides são o produto final e foco de muitas atividades de conhecimento intensivo do dia-a-dia do projeto, construção e gestão do ambiente construído (WHYTE; EWENSTEIN, 2007).

3 GESTÃO VISUAL EM OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO

Face às limitações de literatura encontradas na revisão bibliográfica sobre gestão visual nas indústrias de manufatura e construção, percebeu-se a necessidade de explorar o assunto em outras áreas do conhecimento, na intenção de se realizar um contraponto entre os conceitos fundamentais subjacentes às literaturas existentes. Fez-se então uma revisão sistemática de literatura, seguindo os passos delineados por Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Foram então identificadas três áreas de pesquisa relevantes, que abordam a temática sob perspectivas diferentes: (a) percepção visual, dentro do campo de neurociência; (b) comunicação visual, no segmento de ciências sociais; e (c) linguagem visual, da ciência da computação. Nesse capítulo, são apresentadas as principais contribuições desses três campos científicos para o tema de gestão visual.

3.1 PERCEPÇÃO VISUAL E NEUROCIÊNCIA

Neurociência e neuropsicologia estudam o mecanismo da percepção visual humana e como representações visuais estimulam a cognição por meio de análises estatísticas e tratamentos diferentes. A mecânica da percepção visual raramente é considerada de forma explícita quando tais dispositivos são produzidos (MOORE, 2001a), embora, no campo da psicologia visual, existam muitas descobertas importantes (CAO; CHEN, 2014).

3.1.1 *Percepção e atenção visual*

Pesquisas em neurociência cognitiva destacam a importância de uma estrutura visual coerente para a boa compreensão da mensagem (SPAGNOL; LI, 2015). Os circuitos cerebrais visuais-espaciais ativados pelas imagens compreendem áreas relacionadas ao reconhecimento de padrões, bem como a resolução de problemas, comunicação e relações espaciais, sugerindo que a atenção visual tem como alvo objetos individuais, que são percebidos como padrões, e não suas categorias (SPAGNOL; LI, 2015).

Spagnol e Li (2015) e Eimer (2014) afirmam que, em ambientes visuais, onde vários objetos competem por atenção, o desafio é encontrar as informações relevantes e ignorar objetos e eventos que não estão relacionados com as metas da tarefa atual. Nesse sentido, as teorias em atenção visual investigam como os objetos são visados, processados e representados internamente (EIMER, 2014).

Eimer (2014) apontam que os processos de atenção se desdobram em tempo real, e que podem ser descritos em quatro estágios temporariamente e funcionalmente dissociáveis de atenção na busca visual. Estudos neurocientíficos de atenção visual sugerem que nossa capacidade de encontrar objetos-alvo em uma busca visual é baseada em processos que operam em cada um desses quatro estágios, em estreita associação com a memória de trabalho e mecanismos de *feedback* recorrentes (EIMER, 2014). Os quatro estágios são, de acordo com Eimer (2014):

- **Preparação:** A pesquisa começa por decidir qual objeto ou recurso procurar, e representar esse objetivo de pesquisa na memória. Tais "imagens preparatórias na mente" são o aspecto mais importante da atenção seletiva e são assumidas para controlar fases subsequentes do processo de busca de uma forma direcionada à meta;
- **Orientação:** Enquanto a preparação tem lugar antes da chegada da entrada visual, orientação e seleção funcionam uma vez que um visor de pesquisa foi encontrado. A informação sobre a presença de características relevantes para a tarefa é acumulada em paralelo (orientação) e então usada para controlar a alocação da atenção espacial a possíveis objetos-alvo (seleção);
- **Seleção:** A orientação baseada em recursos realça a presença de recursos de definição de destino, e essas informações podem ser usadas para selecionar objetos-alvo potenciais. Neste contexto, a "seleção" pode ser definida como o surgimento de vieses espacialmente específicos em favor de um ou mais objetos em locais específicos dentro desses mapas;
- **Identificação:** A eficiência da identificação depende da complexidade dos objetos-alvo. A identificação envolve a comparação de representações de objetos visuais com representações de metas de busca atuais, o que implica que os modelos na memória de trabalho que são configurados durante a fase de preparação permanecem ativos durante o processo de busca.

Assim, durante o ato de percepção cognitiva, há evidências de que o cérebro procura por imagens familiares através da ação de desenvolvimento de varredura de percursos em toda a entidade que está sendo vista (STARCK; CHOI², 1996 apud MOORE, 2001b). A propósito, Moore (2001a) apresentou conceitos de cognição e percepção visual espacial para a comunicação dos conceitos de técnicas de produção e de construção. O mesmo autor considera a importância das experiências anteriores e de modelos mentais dos usuários na interpretação desejada da informação visual, principalmente na área de educação, em que é preciso levar em conta que um professor simplesmente não sabe a natureza e a extensão das experiências

² Lawrence W. Stark, Yun S. Choi, Experimental metaphysics: The scanpath as an epistemological mechanism, In: W.H. Zangemeister, H.S. Stiehl and C. Freksa, Editor(s), *Advances in Psychology*, North-Holland, 1996, Volume 116, Pages 3-69

anteriores de cada aluno que podem afetar a percepção cognitiva e resultar em uma cognição “falha”.

Além disso, Spagnol e Li (2015) afirmam que as ilustrações têm um papel mais importante na memória cognitiva do que as palavras e ajudam na comunicação de mensagens complexas com simplicidade. Em relação à implementação das etapas do programa 5S, por exemplo, esse estudo de Spagnol e Li (2015) mostra que os padrões visuais do 5S facilitam os caminhos cerebrais para o processamento de informações, exigindo menores demandas cognitivas, o que pode ser muito útil em canteiros de obra, considerando que a maioria dos trabalhadores têm baixos níveis de escolaridade. Além disso, também preservam a memória de curto prazo dos profissionais para tomadas de decisão e propiciam uma qualidade padrão do processo.

Cao e Chen (2014) relataram a importância de novas descobertas no campo da psicologia visual, especialmente em relação aos efeitos emocionais dos dispositivos visuais nas pessoas (por exemplo, em uma situação de choque), para o desenvolvimento de instalações de segurança no tráfego rodoviário. Princípios como o efeito da persistência da visão e da superposição visual têm sido utilizados para a concepção de equipamentos anticolisão e sinais de limite de velocidade inteligentes, levando em consideração as fronteiras limites da percepção visual humana. Além disso, o referido estudo evidencia o uso de princípios relacionados à psicologia visualmente receptiva na concepção de equipamentos, fazendo uma grande diferença na segurança da viagem.

Milner e Goodale (2008) afirmam ainda que a informação visual é transformada em diferentes formas para diferentes fins, o que sugere uma distinção no sistema visual em visão para a percepção e visão para a ação. Os fluxos ventral e dorsal processam e transmitem informações visuais de maneiras bem diferentes (MILNER; GOODALE, 2008). Os mesmos autores apontam que a percepção representa nossa experiência visual do mundo, mas não que ela forneça a fundação direta para a ação. Isso não quer dizer, é claro, que a percepção não possa influenciar a ação. A questão é que a ligação entre percepção e ação é indireta e flexível, em que as operações cognitivas, como memória e planejamento, desempenham um papel crucial (MILNER; GOODALE, 2008). Em outras palavras, os dois fluxos contribuem para a ação, mas de maneiras muito diferentes.

Quanto mais inexperiente e inovadora a ação, mais provável é de se exigir uma boa dose de supervisão cognitiva e, assim, ser influenciado pelo processamento perceptual (MILNER;

GOODALE, 2008). Uma vez que a ação é bem praticada e se torna automatizada, no entanto, parece que o controle dos movimentos constituintes é passado para as redes visuais motoras no fluxo dorsal, que, em seguida, exerce o papel visual dominante (MILNER; GOODALE, 2008). Essas diferenciações podem guiar a concepção de dispositivos visuais, no sentido de se garantir um *feedback* rápido para tomada de decisão imediata (visão para ação) ou estimular a reflexão e o aumento da complexidade de um assunto (visão para percepção).

3.1.2 *Pensamento visual*

Em se tratando de pensamento visual nessa área de conhecimento, Ware (2008) oferece uma visão geral dos fundamentos neurofisiológicos do pensamento visual, que ele define como "uma série de atos de atenção, dirigindo movimentos oculares e ajustando nossos circuitos de descoberta de padrões". Ele reitera que a percepção do padrão é "a base do pensamento visual" e que objetos e cenas mais complexos são "padrões de padrões", enfatizando que nosso reconhecimento de tais padrões depende de uma rede de caminhos no cérebro que nos permitem conectar o que vemos com o que já conhecemos (WARE, 2008). Finalmente, ele argumenta que um dispositivo visual eficaz deve apoiar o processamento rápido e preciso dessas questões visuais, sugerindo que uma melhor compreensão dessas questões pode levar a um melhor design (WARE, 2008).

3.2 COMUNICAÇÃO VISUAL E CIÊNCIAS SOCIAIS

A comunicação visual tem sido considerada cada vez mais fundamental à sociedade. As redes de comunicação e os meios que utilizamos em abundância em nossas vidas diárias incentivam o progresso contínuo no design da comunicação visual. (SEKEROGLU, 2012). Os artigos encontrados sobre ciências sociais e comportamentais abordam o termo "visual" de uma forma bem diferente. Os autores, referenciados ao longo do texto, discutem a comunicação visual e sua relação com o processo de design e educação, a interação com a cultura e a sociedade, os movimentos artísticos e a formação de profissionais qualificados e criativos.

Com o passar do tempo, a igualdade da escrita e dos recursos visuais como partes do processo de comunicação se tornou amplamente aceita (SEKEROGLU, 2012). O design da comunicação visual, que foi desenvolvido juntamente com uma série de movimentos artísticos e de design e estabelecido em um sistema contemporâneo, tornou-se uma parte indispensável da comunicação de massa (SEKEROGLU, 2012). Atualmente, as fronteiras entre arte e tecnologia, informação e entretenimento são tênues, enquanto a distribuição, acesso e produção de informação é mais fácil do que nunca (ADILOGLU, 2011).

3.2.1 *Alfabetização visual*

A cultura no mundo moderno está estruturada fortemente em torno da visão, e vivemos em um mundo e século em que uma cultura transbordante de imagens visuais tornou-se dominante (DUR, 2014). Ao longo dos últimos quarenta anos, temos assistido a uma convergência na produção, distribuição e consumo de informação (SEKEROGLU, 2012). Nas sociedades modernas, em que o principal tipo de comunicação é estabelecido através da comunicação de massa, faz-se uso predominantemente de elementos visuais. Expressões visuais como pictogramas, por exemplo, são, de fato, uma forma complexa de comunicação que têm desempenhado um papel essencial na facilitação da comunicação entre as sociedades (SEKEROGLU, 2012). Apesar de parecerem enganosamente fáceis, acessíveis e abordáveis, os dispositivos e recursos visuais geralmente são conceitualmente ricos (KERR *et al.*, 2013).

É possível observar uma mudança da cultura escrita para a comunicação visual, e que a alfabetização visual está gradualmente substituindo a alfabetização textual (PRAKEL, 2011³ apud DUR, 2014). A definição de alfabetização visual está longe de um consenso e a principal razão para isso é a necessidade de uma base teórica que reúna muitas áreas diversas (AVGERINOU; ERICSON, 1997).

Ainda em 1972, o termo foi definido como “um grupo de competências visuais que um ser humano pode desenvolver ao ver e, ao mesmo tempo, ter e integrar outras experiências sensoriais” (FRANSECKY; DEBES, 1972). Fransecky e Debes (1972) argumentam que, quando desenvolvidas, essas competências permitem que uma pessoa visualmente letrada discrimine e interprete as ações visíveis, objetos, símbolos, naturais ou artificiais, encontradas em seu ambiente. Através do uso criativo dessas competências, esta pessoa é capaz de se comunicar com os outros, e através do uso apreciativo dessas competências, a mesma é capaz de compreender e desfrutar das obras-primas da comunicação visual (AVGERINOU; ERICSON, 1997).

Assim, a alfabetização visual refere-se ao uso de imagens para fins de: comunicação, reflexão, aprendizagem, construção de significado, expressão criativa, e prazer estético (AVGERINOU; ERICSON, 1997). Em virtude de suas inúmeras finalidades, é um assunto de interesse de muitas áreas diferentes, e, por isso, a alfabetização visual se relaciona com outros aspectos teóricos relevantes, tais como a percepção visual e as pesquisas sobre os processos que ocorrem nos dois

³ Prakel, D. (2011). *Yaratıcı Fotoğrafçılığın Temelleri*, İstanbul:Literatür Yayınları.

hemisférios do cérebro, os estilos de aprendizagem, e as linguagens visuais (AVGERINOU; ERICSON, 1997). Em termos práticos, também sofre influência especial dos meios de comunicação de massa (com ênfase especial na influência que a televisão tem sobre a percepção que as pessoas têm de si mesmas, de seus valores e crenças e do ambiente ao redor) (AVGERINOU; ERICSON, 1997).

Em relação ao desenvolvimento das habilidades de visualização (alfabetização visual) a nível institucional, Kerr *et al.* (2013) enumeram uma série de boas práticas a respeito de como as ferramentas organizacionais devem ser:

- a) Flexíveis, de modo a se adequar a cada situação e necessidades atuais de qualquer organização, bem como aos diferentes pontos de vista em todos os níveis da empresa;
- b) Simples no estilo de apresentação, chamando a atenção para a mensagem que deve ser veiculada e evitando possibilidades de interpretação ambígua;
- c) Concebidas de forma gráfica clara e de maneira visual, utilizando-se dos princípios básicos de design em relação a tamanho, posição, forma, cor, orientação e animação (EPPLER; PFISTER, 2014);
- d) Fáceis de aprender e aplicar, de modo a evitar eventuais burocracias e resistência pelos usuários, que acabarão por não utilizar as ferramentas no dia-a-dia; e
- e) Modulares em relação a requisitos de informações comuns, propiciando a identidade visual buscada para a instituição.

É possível observar como tais boas práticas condizem com os requisitos dos dispositivos visuais em ambientes de produção enxuta já mencionados no capítulo anterior. Como exemplo, Kerr *et al.* (2013), em apoio aos dispositivos A3 originalmente desenvolvidos na manufatura *lean*, afirmam que a utilização de dispositivos de uma página contribui para que os principais problemas estejam em foco, em contraponto ao contexto fornecido pela visão macro da estrutura de relatórios. Visualizações de uma página também podem ser atualizadas mais facilmente, permitindo que o processo seja mais rápido, e que se mantenha o ritmo com a rápida evolução das situações de negócios (KERR *et al.*, 2013). Além disso, eles também propõem que as ferramentas visuais específicas podem agir como *boundary objects*, porque, como entidades visuais, eles forjam as relações entre as diferentes partes interessadas e comunicam os seus pontos de vista compartilhados.

Os mesmos autores ainda complementam sobre como as ferramentas organizacionais geralmente empregam dispositivos visuais nos processos (por exemplo, diagramas causais, mapas cognitivos, gráficos de decisão, árvores de valor) e se utilizam da própria linguagem dos participantes para representar a situação-problema, bem como suas próprias preferências e modelos mentais para avaliar as opções de decisão. O objetivo é facilitar a síntese de informações, possibilitando novas perspectivas para permitir comparações melhores e mais exaustivas (KERR *et al.*, 2013). É importante lembrar que a documentação da informação não é o resultado mais importante desse esforço de estabelecer uma comunicação visual, e sim a compreensão e aceitação dos recursos visuais como facilitadores dos processos cognitivos por toda a organização (MCCORMACK; RAUSEO, 2005).

Kerr *et al.* (2013) descrevem ainda três elementos visuais indispensáveis à elaboração de bons dispositivos para comunicação visual, com um forte efeito sobre o real engajamento que acontece entre a ferramenta e os participantes: (a) atrativos, que incentivam o público a tomar nota do sistema em primeiro lugar; (b) sustentadores, que mantêm o público envolvido durante um encontro inicial; e (c) relacionadores, que ajudam o relacionamento contínuo a crescer para que o público retorne ao trabalho em ocasiões futuras.

3.2.2 *Cultura visual*

A cultura e as crenças da sociedade, seus padrões de comportamento, valores e tradições influenciam os processos de design como um todo. Entretanto, particularmente em design de comunicação visual, estabelecer uma comunicação eficaz requer que o designer utilize uma linguagem visual que o público-alvo possa entender (DUR, 2014). Assim, para fazer uso visual eficaz dos códigos culturais, é imprescindível primeiramente aprender, compreender e analisar a cultura da sociedade em questão (DUR, 2014). Além disso, Dur (2014) estabelece ainda que o próprio designer também deve ter um alto nível de alfabetização visual, mesmo antes de seus leitores (os espectadores).

O referido autor, em um artigo sobre o reflexo da cultura no processo de elaboração de pôsteres, aponta que visual em "cultura visual" pode ser definido como "tudo o que é visual, funcional, comunicacional e/ou tem um propósito estético produzido, interpretado ou formado por pessoas". O mesmo ainda cita outra definição: cultura visual pode ser definida como o processo pelo qual uma cultura torna expressa os seus valores e opiniões através da utilização de sinais,

códigos e vários outros meios (PARSA, 2004⁴ apud DUR, 2014). Assim, enquanto a cultura da sociedade, a percepção política e social, o nível educacional e gostos estéticos influenciam o processo de produção das peças visuais, essas também influenciam e transformam a sociedade (DUR, 2014).

Turgut (2013) destaca a importância do design e *layout* de dados de uma forma legível, atraente e eficaz, a fim de apoiar a identidade visual das instituições. Para este fim, é importante que todos os elementos visuais do produto (texto, fotografia, etc.) sejam concebidos de acordo com os objetivos da identidade institucional (TURGUT, 2013). Além disso, uma vez que a funcionalidade cria a estética, ao estabelecer uma expressão visual, o designer deve se esforçar para atribuir funcionalidade também ao resultado final (SEKEROGLU, 2012).

3.2.3 *Importância da criatividade na comunicação visual*

Sekeroglu (2012) afirma ainda que é necessário desenvolver a possibilidade de coexistência de aspectos científicos e teóricos da comunicação juntamente com os conceitos de exclusividade, criatividade e estética, advindas dos movimentos artísticos. O pensamento criativo pode e deve ser ensinado e aprendido e a aprendizagem visual ajuda no desenvolvimento de todos os quatro parâmetros essenciais da criatividade: percepção, incubação, iluminação e verificação (MANGE; ADANE; NAFDE, 2015). A criatividade no processo de design é muitas vezes caracterizada pela ocorrência de um evento significativo - o chamado "salto criativo" (DORST; CROSS, 2001). Contudo, em cada projeto de design a criatividade pode ser encontrada - se não na forma aparente de um evento criativo distinto, mas como a evolução de uma solução única que possui algum grau de criatividade (DORST; CROSS, 2001).

Assim, um sistema de ensino que não estimula a criatividade suprime o que essencialmente constitui a espinha dorsal do processo de criação, tornando quase impossível cultivar indivíduos que possam contribuir para a rápida mudança do design de comunicação (SEKEROGLU, 2012).

A habilidade da visualização pode ser desenvolvida em dois níveis: em um nível de trabalho individual e em nível institucional (MANGE; ADANE; NAFDE, 2015). Ao nível individual, Sekeroglu (2012) e Adiloglu (2011) reconhecem as diferentes habilidades profissionais que a comunicação visual deve desenvolver desde a infância e como é difícil para a sociedade apoiar

⁴ Parsa, A. F. (2004). İmgenin Gücü ve Görsel Kültürün Yükselişi, *Anadili Dergisi*, Sayı:33, 59-71, İzmir: Ankara Üniversitesi TÖMER İzmir Şubesi Yayınları.

o pensamento criativo para a comunicação visual através de políticas educacionais. Além disso, este último compreende a comunicação visual como um campo interdisciplinar.

Os designers de comunicação visual precisam pensar criticamente e agir criativamente a fim de lidar com as forças globais, pois em uma era em que a informação está prontamente disponível e à nossa disposição visual, a produção de mensagens eficazes devem ser pensadas projetualmente (ADILOGLU, 2011). Mange, Adane e Nafde (2015) comentam sobre a importância de ambientes visuais para o desenvolvimento de pensadores visuais, especialmente para estudantes de arquitetura, em que a imagem mental desempenha um papel importante em um processo de descoberta chave ou *insight*.

Assim, criatividade e capacidade de inovação têm sido considerados aspectos vitais para o bom desempenho das organizações (ANDERSON; POTOČNIK; ZHOU, 2012). A criatividade e a inovação podem ocorrer no nível do indivíduo, equipe de trabalho, organização ou em mais de um desses níveis combinados, mas sempre resultarão em benefícios identificáveis em um ou mais desses níveis de análise (ANDERSON; POTOČNIK; ZHOU, 2012). Como já relatado nos capítulos anteriores, os dispositivos visuais têm a capacidade de facilitar e estimular os processos de inovação em todos esses níveis.

3.2.4 *Pensamento visual*

Um último conceito apresentado pelas ciências sociais é o pensamento visual, já abordado, na seção anterior, sob a perspectiva da neurociência. Denominado aqui como o pensamento espacial, pictórico e relacionado ao lado direito do cérebro (pensamento e aprendizagem) que acontece com o processamento de informação visual (MANGE; ADANE; NAFDE, 2015). A memória visual é baseada em recursos visuais analisados e as informações memorizadas e o pensamento diário baseiam-se na formação e transformação das imagens visuais (FERGUSON; HERRITY, 1977⁵ apud MANGE; ADANE; NAFDE, 2015).

Pesquisadores das ciências humanas têm debatido bastante sobre as estratégias de pensamento visual (*Visual Thinking Strategies – VST*), que têm sido usado com alunos de medicina em salas de aula e museus de arte para ensinar o pensamento crítico, a alfabetização visual e outras habilidades de comunicação (REILLY; RING; DUKE, 2005). O aumento da alfabetização visual observado através deste processo é útil à medida que os internos começam a analisar os raios X, aumentando a sua consciência sobre as luzes e sombras que podem dificultar os

⁵ Fonte original não encontrada.

processos de diagnósticos de doença e na análise dos padrões de exames (REILLY; RING; DUKE, 2005). Em um aspecto mais abstrato, a arte, os dramas, a poesia, os ensaios narrativos e a música facilitam ainda a consciência da arte da medicina, aumentando a compaixão e a empatia dos profissionais (REILLY; RING; DUKE, 2005).

3.3 LINGUAGENS VISUAIS E COMPUTAÇÃO

É importante apontar a diferente abordagem que as linguagens visuais e a computação têm sobre o assunto das representações visuais. Como este campo tem evoluído rapidamente através dos anos, no início, diversas pesquisas tinham como foco a proposição de classificações, estruturas e métodos para conceber linguagens visuais e representações, a fim de promover a liberdade suficiente para projetar e facilitar o processo (BOTTONI *et al.*, 1998; COSTAGLIOLA *et al.*, 2002). As publicações mais recentes abordam a questão da visualização do conhecimento, gestão da visualização e dimensões colaborativas de visualização (ALEXANDER; BRESCIANI; EPPLER, 2015; EPPLER; BRESCIANI, 2013; YUSOFF; SALIM, 2015; ZHANG, 2012), o que pode ser muito útil na indústria da construção.

3.3.1 *Concepção de linguagens visuais*

As linguagens visuais carregam significados ou semântica específicos e servem para fins de comunicação eficazes, apresentando vocabulário, gramática e sintaxe próprios (AVGERINOU; ERICSON, 1997). A linguagem visual pode ser concebida como uma coleção de sentenças visuais dadas pelos objetos gráficos dispostos no espaço de duas ou mais dimensões (COSTAGLIOLA *et al.*, 2002).

Num sentido mais amplo, Zhang (2012) afirma que as linguagens visuais referem-se a dois ou mais meios de comunicação dimensionais, incluindo a arte, imagens, linguagens de sinais, mapas e gráficos, para citar alguns, não se limitando a linguagens de programação visuais. Em outras palavras, linguagens visuais servem ao propósito da comunicação visual entre os seres humanos e entre homem e máquina (ZHANG, 2012). A visualização é um tipo de linguagem visual para representar (estática ou dinamicamente) conceitos sofisticados ou conjuntos de dados na forma de duas ou mais dimensões (ZHANG, 2012). Segundo o referido autor, meios visuais e gráficos devem ser amplamente utilizados para uma compreensão mais intuitiva e rápida através dos limites da linguagem na era digital da gestão corporativa.

Bottoni *et al.* (1998), por exemplo, discutem sobre controles de diálogo como um componente crucial de sistemas interativos visuais. Eles argumentam que um requisito exigente desses

sistemas é que tanto se permita a liberdade para executar ações de acordo com as intenções do usuário, quanto ainda se garanta que apenas ações legais podem ser realizadas, o que poderia ser entendido como *poka-yokes* digitais. Para satisfazer este requisito, eles propõem um método formal com base na definição da interação humano-computador como geração e interpretação de sentenças visuais que constituem uma linguagem visual. Esse artigo descreve uma etapa de um programa de pesquisa que visa estabelecer uma abordagem centrada no usuário para projetar e implementar sistemas interativos visuais.

A Linguagem visual (LV) é um conjunto de sentenças visuais, que são segmentadas ainda em três componentes, sendo: a imagem na tela (parte física e pictórica), a descrição do significado da imagem (parte lógica), e as relações entre os dois (BOTTONI *et al.*, 1998). Os mesmos componentes também podem ser caracterizados por suas funções, respectivamente: atributos gráficos, atributos sintáticos e atributos semânticos (COSTAGLIOLA *et al.*, 2002). Desta forma, as sentenças visuais conectam os aspectos pictóricos da imagem aos aspectos computacionais. Os mesmos autores ainda relatam que a identificação das relações entre os elementos pictóricos da mensagem e o seu significado computacional é formalizado através de uma descrição apropriada ao contexto.

Costagliola *et al.* (2002) apresentaram um passo importante na concepção de linguagens visuais: a especificação dos objetos gráficos e das regras de composição para construir sentenças visuais viáveis. Os mesmos autores indicam que a presença de diferentes tipologias de linguagens visuais, cada uma com características gráficas e estruturais específicas, gera a necessidade de se ter modelos e ferramentas que unifiquem as etapas de projeto para diferentes tipos de linguagens visuais.

A introdução do paradigma de uma modelagem híbrida (composta por diferentes classes básicas de linguagens) e hierárquica é motivada pela necessidade de apoiar a definição de linguagens visuais complexas, incluindo muitas linguagens práticas visuais (COSTAGLIOLA *et al.*, 2002). A classificação proposta por Costagliola *et al.* (2002) fornece ao programador de linguagem visual as ferramentas de assistência visuais para ajudá-lo na definição dos objetos gráficos, da sintaxe e da semântica da linguagem que está sendo projetada, sem restringir o resultado final. Em particular, ela fornece ao designer as diretrizes para analisar as características da linguagem, e para associá-la a uma classe apropriada.

Assim, quando se concebe uma linguagem visual, pode ser útil primeiramente analisar suas características para associá-la a uma classe apropriada (COSTAGLIOLA *et al.*, 2002). Vale a pena notar que a estrutura apresentada por Costagliola *et al.* (2002) através dos paradigmas híbrido e hierárquico abre o caminho para modelar qualquer linguagem visual. Na verdade, não importa quão complexa a linguagem visual seja, pois ela pode ser derivada de uma classe híbrida modelo (COSTAGLIOLA *et al.*, 2002). Pode ser interessante entender a gestão visual na construção a partir dessa perspectiva, de uma forma que devem ser desenvolvidos modelos e métodos para conceber e projetar novas ferramentas, não só tentando classificar o que já existe.

3.3.2 *Visualização para gestão do conhecimento e colaboração*

Em muitas atividades de gestão, o uso das linguagens visuais ou da visualização tem sido limitado basicamente aos estereótipos de gráficos estatísticos, que no máximo codificam dois atributos de cada vez e não conseguem transmitir quaisquer relações complexas (ZHANG, 2012). Os progressos na visualização podem ser usados em diferentes funções de gestão e para diversas tarefas de conhecimento, que vão desde a geração da ideia, as tomadas de decisão, o planejamento para a partilha do conhecimento e aprendizagem (EPPLER; BRESCIANI, 2013). Como um domínio de investigação relativamente recente na interseção de estudos de gestão, ciência da computação, psicologia e design, o campo de visualização na gestão oferece muitas possibilidades de investigação promissoras (EPPLER; BRESCIANI, 2013).

Zhang (2012) afirma que a discussão da comunicação visual na gestão pode ser considerada um dos temas mais importantes no âmbito da estética de gestão, um emergente assunto multidisciplinar. Estéticas gerenciais enfatizam os papéis críticos dos elementos visuais (por exemplo, na arte, design e visualização) na gestão moderna, maximizando o poder de percepção visual do ser humano para a comunicação rápida e eficaz na gestão. Para o referido autor, a habilidade, ou pelo menos a apreciação, de arte e design é essencial para os gestores e executivos bem-sucedidos, defendendo fortemente que o pensamento visual, em disciplinas mais abrangentes, ou específicas em arte e design, em particular, deve ser incluído em MBAs e em currículos de educação executiva.

De acordo com Eppler e Burkhard (2007) e Lengler e Eppler (2007), o campo emergente da visualização examina o uso de representações de dados, informações e conhecimentos em formatos gráficos para melhorar a gestão do conhecimento em todos os níveis (pessoal, interpessoal, equipe, organizacional, interorganizacional e societais), propiciando à aquisição

de *insights*, desenvolvendo uma compreensão elaborada e comunicando experiências. A disciplina de estudos de visualização, segundo Lengler e Eppler (2007), representa um domínio ainda muito desestruturado de pesquisa que inclui estudiosos de domínios tão distantes quanto a interação homem-computador, design gráfico, gerenciamento ou arquitetura..

Eppler e Bresciani (2013), em resposta a Zhang (2012), destacam como a visualização pode melhorar as atividades de colaboração em organizações além das vantagens cognitivas e comunicativas. Os mesmos autores apontam visualizações qualitativas, tais como diagramas conceituais, metáforas ou desenhos utilizados, como catalisadores colaborativos para facilitar uma variedade de tarefas, desde a geração de ideias para a tomada de decisão, planejamento, compartilhamento de conhecimento e aprendizagem. Eles sugerem que o campo de visualização do conhecimento vai estabelecer-se ao lado da visualização de informação como um ramo separado de estudos de visualização e que a atividade de visualizar pode ser tão importante quanto as próprias imagens que são geradas.

Os referidos autores também apresentam a noção de dimensões colaborativas de visualização, que podem ser usadas para descrever as principais características de uma linguagem ou representação visual e determinar se ela é adequada para uma determinada tarefa de gestão ou não. São elas (EPPLER; BRESCIANI, 2013): impacto visual, clareza, terminalidade percebida, foco direcionado, apoio a inferências e *insights*, flexibilidade para realização de alterações e gestão de discussões em reuniões colaborativas. A intenção é que práticas visuais adequadas permitam visualizar fatos, análises, *insights* e experiências em conjunto e de forma iterativa, e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da colaboração.

A partir dessas dimensões de colaboração, buscam-se três níveis diferentes de engajamento entre as equipes de trabalho: visualização apenas; interação e exploração; e compartilhamento e criação (YUSOFF; SALIM, 2015). Nesse sentido, a visualização agrega mais valor quando usada como catalisadora da colaboração, ao invés de apenas um formato de apresentação acessível.

Como a gestão é uma área onde informações complexas devem ser utilizadas para uma variedade de tarefas que são muitas vezes realizadas sob pressão de tempo extremas, a visualização aparece como uma estratégia óbvia para lidar com os riscos de sobrecarga de informação (EPPLER; BRESCIANI, 2013).

Alcançar o consenso, o entendimento comum (*common ground*) ou cognição compartilhada é um dos principais objetivos no desenvolvimento de sistemas de visualização colaborativos (YUSOFF; SALIM, 2015). Em torno do tema da visualização para fins de colaboração, Yusoff e Salim (2015) definem visualização colaborativa como o uso compartilhado de representações visuais interativas (assistidas por computador) de dados por mais de uma pessoa com o objetivo comum de contribuir para as atividades de processamento de informação conjunta.

O uso da representação visual compartilhada é a forma como os dados ou o conhecimento pode ser capturado, representado, apresentado e analisado entre os usuários envolvidos e o termo "uso compartilhado de representações visuais" refere-se a qualquer forma de visualização, interação, discussão ou interpretação conjunta dentro de um grupo de membros para ampliar o conhecimento compartilhado que pode ser incrementada pelo uso de representação visual (YUSOFF; SALIM, 2015).

Os resultados da pesquisa de Yusoff e Salim (2015) identificaram algumas estratégias de visualização compartilhadas, ou seja, que buscam alcançar um modelo mental compartilhado para os usuários. Segundo os mesmos autores, representam maneiras para processar o compartilhamento de dados e conhecimento a fim de chegar ao nível desejado de entendimento comum. Dentre elas, destacam-se:

- Visualização compartilhada: um tipo de estratégia de visualização usada para visualizar o conteúdo, atividade (por exemplo, um processo de trabalho) ou artefatos para vários usuários. Ela pode ser usada para aumentar a coesão da equipe, fornecendo informações inequívocas para suportar um modelo mental compartilhado; e
- *Boundary objects*: uma estratégia de visualização utilizada para permitir a integração do conhecimento entre vários usuários com diferentes objetivos a partir de um único objeto específico.

A identificação de diferentes estratégias e técnicas de visualização para aplicações de visualização compartilhada têm implicações para a concepção de sistemas baseados em visualização compartilhada. Foram identificados três tipos de apoio fornecidos por aplicações de visualização compartilhada: social, de tarefa e cognitivo, o que confere orientações para futuros pesquisadores que procuram projetar sistemas de visualização compartilhada (YUSOFF; SALIM, 2015).

Por último, Alexander, Bresciani e Eppler (2015) reconhecem a rápida proliferação de recursos visuais para o trabalho de conhecimento tais como *software* de mapas mentais, aplicativos de compartilhamento de tela, quadros interativos, etc., fazendo o novo termo visualidade ganhar uma nova instância. Neste contexto, a restrição visual, concebida como as restrições impostas por um modelo de gráfico sobre o processo de trabalho de conhecimento, é uma dimensão muito relevante.

Os resultados desse estudo mostram que as representações visuais funcionam como dispositivos de estruturação e podem ter um impacto significativo sobre o processo e os resultados da troca de experiências através da facilitação da interação, mediada pelo seu padrão estrutural. Algum nível de estrutura e restrição do trabalho do conhecimento é útil porque facilita a colaboração intercultural, fornecendo um entendimento comum. As organizações devem, portanto, aplicar modelos visuais moderadamente restritivos para apoiar sessões de compartilhamento de experiência em pequenos grupos.

3.3.3 *Pesquisas futuras em linguagens visuais*

Em termos de aspectos evolutivos das linguagens visuais e pesquisas futuras, deve-se considerar o uso de modalidades psicométricas ou múltiplas para a interação do computador com a emoção humana, tais como: a condutividade da pele, frequência cardíaca, sinais do cérebro e sinais fisiológicos para avaliar os efeitos de visualizações compartilhadas incorporadas a produtos interativos de características afetivas (YUSOFF; SALIM, 2015). A comunicação sensorial é levada a outro patamar a partir dessas especulações sobre o futuro.

Além disso, iniciamos uma era baseada em dados, na qual esses são continuamente adquiridos para uma variedade de propósitos. A capacidade de tomar decisões em tempo hábil com base nesses dados disponíveis é crucial para o sucesso empresarial, tratamentos clínicos, segurança cibernética e nacional e gestão de desastres (KEIM; QU; MA, 2013).

Para a análise de grandes quantidades de dados, é necessário realizar várias consultas aos dados, correlacionar dados díspares e criar visualizações perspicazes de ambos os processos simulados e fenômenos observados (CALLAHAN *et al.*, 2006). Eles precisam selecionar conjuntos de dados para criar representações visuais adequadas, antes de poderem finalmente visualizar e analisar os resultados. Muitas vezes, o insight vem da comparação dos resultados de múltiplas visualizações (CALLAHAN *et al.*, 2006).

Como resultado, a geração e manutenção de visualizações tem sido um grande gargalo, dificultando tanto a capacidade de extrair e usar dados científicos (CALLAHAN *et al.*, 2006). Nesse sentido, a análise e a descoberta desses grandes dados apresentam novas oportunidades de pesquisa para a comunidade de gráficos e visualização das ciências da computação (KEIM; QU; MA, 2013).

3.4 MAPA CONCEITUAL SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DE OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO

Ao longo do capítulo, foram apresentados diversos conceitos e considerações importantes sobre como três diferentes áreas do conhecimento – neurociência, ciências sociais e da computação – interpretam a gestão visual de informações e a forma de comunicação através de recursos visuais. A fim de que esse aprendizado fosse adequadamente incorporado à pesquisa sobre gestão visual na construção civil, foi necessário compreender as relações de semelhança entre as abordagens de cada área. Se, entre essas três áreas tão distintas entre si, foi possível estabelecer relações entre os conceitos, espera-se que esses conceitos possam ser adaptados ao contexto de sistemas de produção (seja na manufatura ou na construção civil). Assim, foi elaborado um mapa conceitual sobre as contribuições da comunicação visual, percepção visual e linguagens visuais, conforme exibido na Figura 4, para a gestão visual.

Mapas conceituais são uma técnica desenvolvida na década de 1960 pelo professor J. D. Novak pela Universidade de Cornell para representar conhecimento graficamente (MOREIRA, 1997; YUSOFF; SALIM, 2015). No mapa conceitual, um gráfico consiste de uma quantidade de nós e ligações. Os nós representam conceitos e as ligações representam as relações entre os diferentes conceitos. Os mapas conceituais têm sido usados na representação do conhecimento, bem como aplicações de ensino e aprendizagem, devido à sua eficácia na externalização de pensamentos na forma de conceitos e relacionamentos (YUSOFF; SALIM, 2015).

As ramificações em laranja e as relações em verde claro buscam resumir os mapas de conceitos já apresentados nas seções anteriores. As relações estabelecidas através das setas vermelhas exprimem as semelhanças percebidas entre os assuntos abordados pelas diferentes áreas ou mesmo relações de causa e efeito inferidas pela pesquisadora.

Foi possível identificar algumas semelhanças entre os conceitos, principalmente entre as áreas de comunicação visual e linguagens visuais. O que na comunicação visual é entendido, por exemplo, como elementos visuais atrativos, sustentadores e relacionadores, pode ser facilmente

compreendido pelas linguagens visuais como as partes das sentenças visuais, sendo elas os atributos gráficos, sintáticos e semânticos. É interessante observar que essas classificações de elementos visuais não são devidamente empregadas no contexto da gestão visual na indústria. Por esse motivo, a pesquisadora optou por explorar e incluir essa contribuição conceitual à sua análise dos estudos empíricos.

Além disso, é relevante mencionar que a importância do design, da cultura da sociedade e dos movimentos artísticos para a comunicação visual também se transporta para o mundo dos negócios e da computação de forma análoga a partir do termo “estética de gestão”. Mais uma vez, reitera-se a importância do contato dos profissionais com a sociedade e suas expressões artísticas para compreensão de suas necessidades e para inspiração na elaboração dos dispositivos visuais.

O campo de conhecimento da percepção visual e neurociência, apesar de possuir alguns conceitos mais complexos e distantes da fundamentação teórica das demais áreas, especialmente da gestão visual na indústria, também expõe relações de causa e efeito importantes com as demais áreas. A psicologia visual e os diversos efeitos da visão estudados, por exemplo, podem influenciar o pensamento visual, tanto dos profissionais que elaboram os dispositivos, como também dos espectadores desses dispositivos. No mais, observou-se a importância dada ao desenvolvimento de um pensamento visual crítico tanto pela neurociência como pelas ciências sociais, o que favorece as capacidades de análise e cognição.

Ainda entre a comunicação visual e a percepção visual, observa-se uma relação direta entre a temática da comunicação em massa e a obrigação inicial de consideração do reconhecimento dos padrões culturais, experiências anteriores e modelos mentais do público-alvo para a interpretação desejada da mensagem disseminada. Considerando a importância desses assuntos na concepção de dispositivos visuais para profissionais de pouca escolaridade, a pesquisadora também incluiu, em suas análises sobre os estudos realizados, essa temática.

Percebe-se que as áreas de manufatura e construção poderiam se beneficiar ainda mais se desenvolvessem melhor em seus próprios contextos as temáticas de alfabetização visual e de comunicação em massa (com seus requisitos). Em um ambiente como o da construção civil, em que boa parte da força de trabalho possui níveis baixos de escolaridade, a compreensão da estratégia de comunicação em massa seria muito bem-vinda, a fim de que a mensagem disseminada fosse apropriadamente interpretada.

Já entre a neurociência e a computação, o que na percepção visual é estudado como a preocupação com a coerência da estrutura visual dos recursos e a forma como as mensagens são interpretadas no cérebro remetem indiretamente à preocupação do outro campo em segmentar os elementos das linguagens visuais, estabelecendo as partes necessárias à formação de uma sentença visual, ou seja, a estrutura de uma sentença, para garantir maior consistência da programação e mensagem a ser enviada.

Por fim, é importante reconhecer também que o conceito de visualização colaborativa e seus catalisadores, preocupados em facilitar os processos de visualização, interação, exploração, compartilhamento e criação em equipe também auxiliam fortemente os processos de cognição humana, uma vez que o aprendizado e a retenção do conhecimento são igualmente promovidos. Esse conceito, por já estar presente na manufatura de forma mais simplificada, também será abordado nas análises sobre os estudos empíricos e visitas técnicas realizadas.

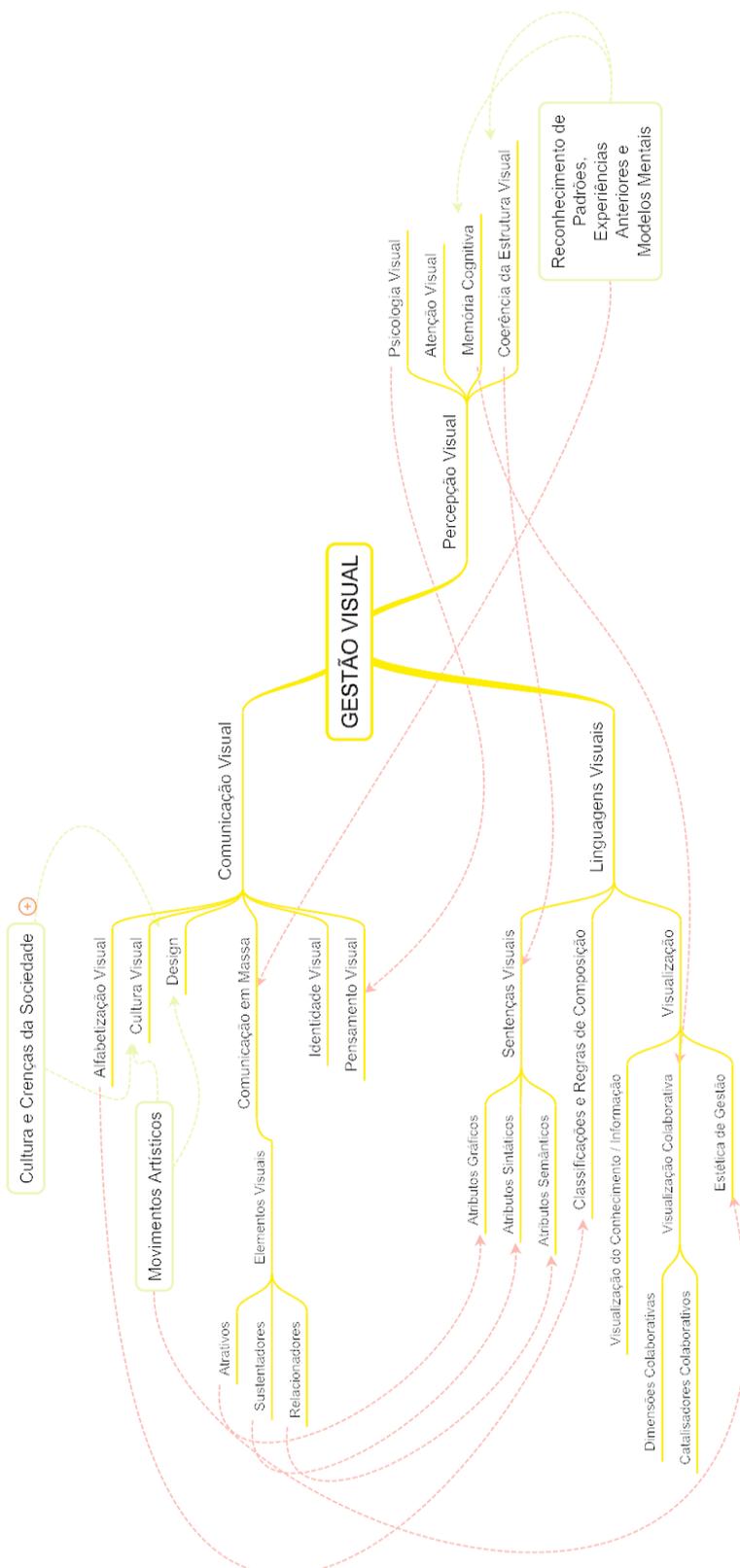


Figura 4 - Mapa conceitual sobre gestão visual de acordo com outras áreas de conhecimento
 Fonte: A autora

3.5 MAPA CONCEITUAL SOBRE GESTÃO VISUAL

Finalizando os capítulos referentes à revisão de literatura, apresenta-se, a seguir na Figura 5, um mapa conceitual sobre a gestão visual levando em consideração o contexto da gestão da produção e as contribuições das outras áreas de conhecimento estudadas.

Como a literatura sugere, o conceito de transparência se sobressai como um conceito-chave e fundamental para a gestão visual. Entretanto, ele não é uma ideia isolada. Relacionado a esse conceito, outros assuntos devem ser compreendidos a fim de que sejam concebidos dispositivos visuais apropriados. A relativa noção de complexidade, a variabilidade e a acessibilidade e disponibilidade de informações, por exemplo, são muito importantes para o entendimento de um ambiente transparente e, posteriormente, para a elaboração de representações visuais.

Percebeu-se ainda que apesar de o conceito de transparência ser essencial para a gestão visual, essa também depende de alguns outros. O conceito de padronização, muito desenvolvido na literatura de produção enxuta, é um dos principais fundamentos dos primeiros passos para a transformação em um ambiente de trabalho visual, no sentido da percepção dos desvios ao padrão estabelecido e da melhoria contínua.

Encerrada a discussão sobre os conceitos ilustrados no mapa, observa-se ainda que a literatura revisada para o desenvolvimento do segundo capítulo foca bastante nos passos sequenciais sugeridos para a adoção de um ambiente de trabalho visual e nos benefícios e impactos percebidos após a implementação de dispositivos visuais. As instruções para adoção de um ambiente visual são básicas e pouco detalhadas, comumente atreladas a um contexto operacional. Não é evidenciado, por exemplo, todo o esforço e trabalho não-visual (NICOLINI, 2007) necessário.

No que tange aos resultados apresentados, esses frequentemente são bem concretos, como a redução de custos, o aumento de produtividade, redução de defeitos, etc. Abstraindo um pouco mais, é possível estabelecer os seguintes resultados: aumento da transparência dos processos, melhora da comunicação e distribuição de informações, nivelamento da produção e estabelecimento de um senso comum na empresa.

Do ponto de vista prático, a categorização de riscos das visualizações apresentada no capítulo anterior pode ajudar os usuários de visualização e designers a prevenir, reduzir ou eliminar ameaças de visualização. Nesse sentido, ele pode ser usado como uma lista de verificação

negativa, ou seja, a não ser seguida. Os designers podem ser apoiados por uma visão abrangente das ameaças cognitivas mais comuns, mas também das muitas vezes negligenciadas questões sociais e emocionais ao usar representações gráficas de informações (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

Estas questões parecem ainda pouco exploradas e a investigação sobre tais perigos de visualização é muito necessária, especialmente no contexto de um crescente uso de visualização de informação por não especialistas e devido ao uso emergente de visualização para internet, a disponibilidade de novas tecnologias gráficas e softwares (BRESCIANI; EPPLER, 2008; EPPLER; MENGIS; BRESCIANI, 2008; NICOLINI, 2007).

Finalmente, ressaltam-se duas lacunas de conhecimento percebidas: a literatura na área de produção, seja na manufatura ou na construção, formaliza pouco ainda sobre os requisitos básicos dos dispositivos visuais e sobre as principais diretrizes para concepção e implementação desses dispositivos. Esses dois pontos são importantes, pois auxiliaram no processo de definição do referencial teórico a ser explorado no capítulo seguinte sobre as outras áreas de conhecimento.

Além disso, identificou-se que alguns dos conceitos referenciados por outras áreas de conhecimento, conforme documentado no Capítulo 3 deste trabalho, também estão presentes na literatura de produção, embora abordados de forma mais simplificada.

O entendimento dos processos cognitivos, por exemplo, fundamenta a elaboração de dispositivos e recursos visuais que anseiam mediar esse trabalho de desenvolvimento do conhecimento, simplificar movimentos executados e demandas de memória e auxiliar na expansão, combinação e registro de informações. Considerando a forma como o mesmo assunto é tratado pela neurociência, pode-se aliar ao contexto de produção as perspectivas de coerência da estrutura visual e atenção visual para a desejada interpretação por parte dos usuários.

Em relação à colaboração, a literatura sobre a gestão visual na indústria discute bastante a importância dos dispositivos visuais como *boundary objects* entre diferentes intervenientes, bem como o uso de ferramentas visuais para a facilitação de processos colaborativos. Abordou-se ainda a consideração das interconexões entre as pessoas, coisas e discursos de uma organização na elaboração de artefatos visuais que suportem a colaboração mútua.

A computação e as linguagens visuais debatem a visualização da informação para processos colaborativos, inculcando a compreensão das diferentes dimensões de colaboração e dos catalisadores colaborativos. Esses tópicos podem e devem ser considerados relevantes para a indústria, pois, a depender da dimensão de colaboração desejada, as ferramentas visuais consideradas catalisadores podem ser concebidas de formas distintas.

Por fim, é interessante perceber como o conceito de comunicação é tratado similarmente pelas áreas de ciências sociais e produção enxuta, principalmente no contexto organizacional. O uso dos dispositivos visuais para alinhamento das pessoas à estratégia da empresa e o fortalecimento da cultura e identidade visual institucional são temas relatados por ambas as áreas.

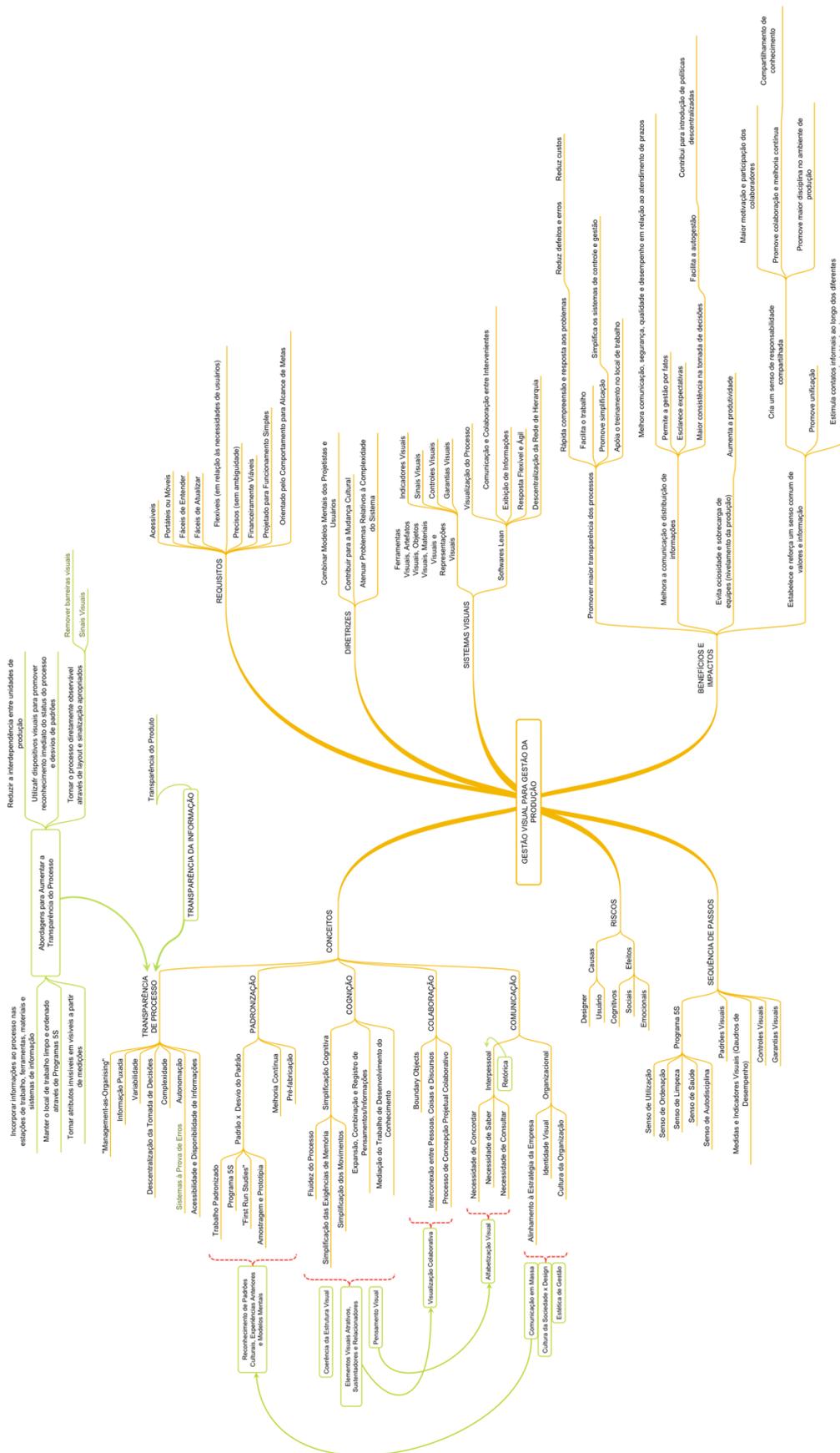


Figura 5 - Mapa de conceitos e tópicos sobre gestão visual em sistemas de produção
 Fonte: A autora.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa. São apresentados a estratégia de pesquisa, o delineamento da pesquisa, as fontes de evidência utilizadas e a descrição das empresas envolvidas e dos estudos realizados.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A abordagem metodológica adotada foi a *Design Science Research* (DSR), também denominada de pesquisa construtiva, que trata da produção de conhecimentos referentes à concepção e realização de artefatos, ou seja, para resolver classes de problemas, por meio de conceitos de soluções, as quais podem contribuir para melhorar o desempenho das organizações (VAN AKEN, 2004). Na DSR, o conhecimento e a compreensão de um problema e sua solução são alcançados por meio da construção e aplicação de um artefato, que, por sua vez, incorpora o conhecimento produzido num contexto específico (HEVNER *et al.*, 2004).

Dois fatores contribuíram como justificativa para a escolha da abordagem da DSR para o presente estudo. Por um lado, havia a necessidade de cooperação entre a pesquisadora e as organizações dos estudos empíricos para resolução de problemas do mundo real e de relevância prática, decorrentes da falta de transparência dos processos, limitações e emprego inadequado dos dispositivos visuais nos canteiros de obra. A ideia é que a pesquisadora pudesse contribuir para a resolução de problemas, por meio dos artefatos, ao invés de se limitar a descrevê-los.

Havia também a oportunidade de uma possível contribuição teórica: o desenvolvimento de um modelo que retratasse o trabalho não-visual, sugerido por Nicolini (2007), indicado anteriormente como uma lacuna do conhecimento. Assim, levantou-se a possibilidade de se trabalhar com uma abordagem de pesquisa que estabelecesse conexões entre a teoria e a prática através da concepção da solução, o que condiz com a DSR (VAN AKEN, 2004).

A DSR pode ser conduzida sob diferentes estratégias para integrar a teoria e a prática: ciência ação, pesquisa-ação, estudo de caso participativo, parcerias academia-indústria, e outros semelhantes (HOLMSTRÖM; KETOKIVI; HAMERI, 2009). A estratégia de pesquisa utilizada para esse trabalho não seguiu um modelo existente para a DSR. Na verdade, ela mesclou a pesquisa-ação com a observação descritiva. Alguns dos estudos apresentados são puramente descritivos, mas contribuíram efetivamente para a pesquisa prescritiva, na intenção de avançar na compreensão sobre as práticas de gestão visual.

Procurou-se observar criticamente as práticas do setor, realizar uma pequena intervenção em uma das empresas e, a partir do conhecimento e entendimento dessas práticas em um nível mais abstrato, juntamente com a bibliografia revisada, foram identificadas uma série de princípios, requisitos e diretrizes, o que caracteriza o componente indutivo desta pesquisa. Todavia, como o objetivo final era prescrever um modelo, a pesquisa teve também um componente abduutivo, à medida que o modelo foi sendo desenvolvido, com o objetivo de contribuir para melhorar o processo de concepção de dispositivos visuais.

Em relação aos produtos da DSR, March e Smith (1995) classificam os mesmos em: (a) **constructos**, que formam o vocabulário de um domínio específico e constituem a conceitualização para descrição de um problema e especificação de suas possíveis soluções; (b) **modelos**, que representam um grupo de premissas que expressam as relações entre os constructos; (c) **métodos**, que são uma série de passos para execução de uma tarefa; e (d) **implementações**, que são operacionalizações dos constructos, modelos e métodos, a fim de evidenciar a viabilidade dos elementos conceituais que a solução construída possui.

O artefato proposto nesta pesquisa consiste em um modelo para concepção de dispositivos visuais adaptado ao contexto da gestão da produção na construção civil. Este modelo, além de revelar parte do trabalho não-visual na criação de dispositivos visuais, pode contribuir na concepção de ferramentas para gestão visual, com base em conceitos consolidados das áreas de gestão da produção e novos conceitos advindos da percepção visual, comunicação visual e linguagens visuais. A intenção desse modelo não é prescrever um número limitado de dispositivos, mas sim contribuir para a inovação a partir da concepção dos dispositivos e da rotina gerencial de forma flexível e adaptada ao contexto.

4.2 DELINEAMENTO

Segundo Lukka (2003), o processo de condução de uma DSR envolve tipicamente sete passos: (a) Encontrar um problema de relevância prática, que também possui potencial para contribuição teórica; (b) examinar o potencial de cooperação para pesquisas de longo-prazo com as organizações-alvo; (c) obter um entendimento profundo do assunto tanto praticamente como teoricamente; (d) desenvolver uma solução para o problema que também possui potencial para contribuição teórica; (e) implementar e testar esta solução desenvolvida; (f) avaliar o âmbito de aplicação da solução; e (g) identificar e analisar as contribuições teóricas.

Na DSR, a nova solução desenvolvida e implementada deve ser compreendida como um instrumento de teste em uma tentativa de ilustrar, testar ou refinar uma teoria ou mesmo desenvolver uma teoria nova (LUKKA, 2003). Por isso, a abordagem de pesquisa *Design Science* não é linear, assim como o processo de elaboração de um projeto. Há uma série de iterações e ciclos de aprendizagem incrementais que envolvem a ampliação do entendimento do problema e da solução a ser construída ao longo do tempo (LUKKA, 2003).

O delineamento desta pesquisa é apresentado na Figura 6 e tem como base o processo da pesquisa construtiva proposto por Lukka (2003), anteriormente descrito, sendo este dividido em três etapas - compreensão, desenvolvimento e reflexão, sugeridas por Holmström, Ketokivi e Hameri (2009). A revisão de literatura se estendeu por todo o período da pesquisa, uma vez que a fundamentação teórica auxiliou na compreensão do problema prático e na concepção do artefato, além de permitir a reflexão sobre a contribuição para o avanço do conhecimento.

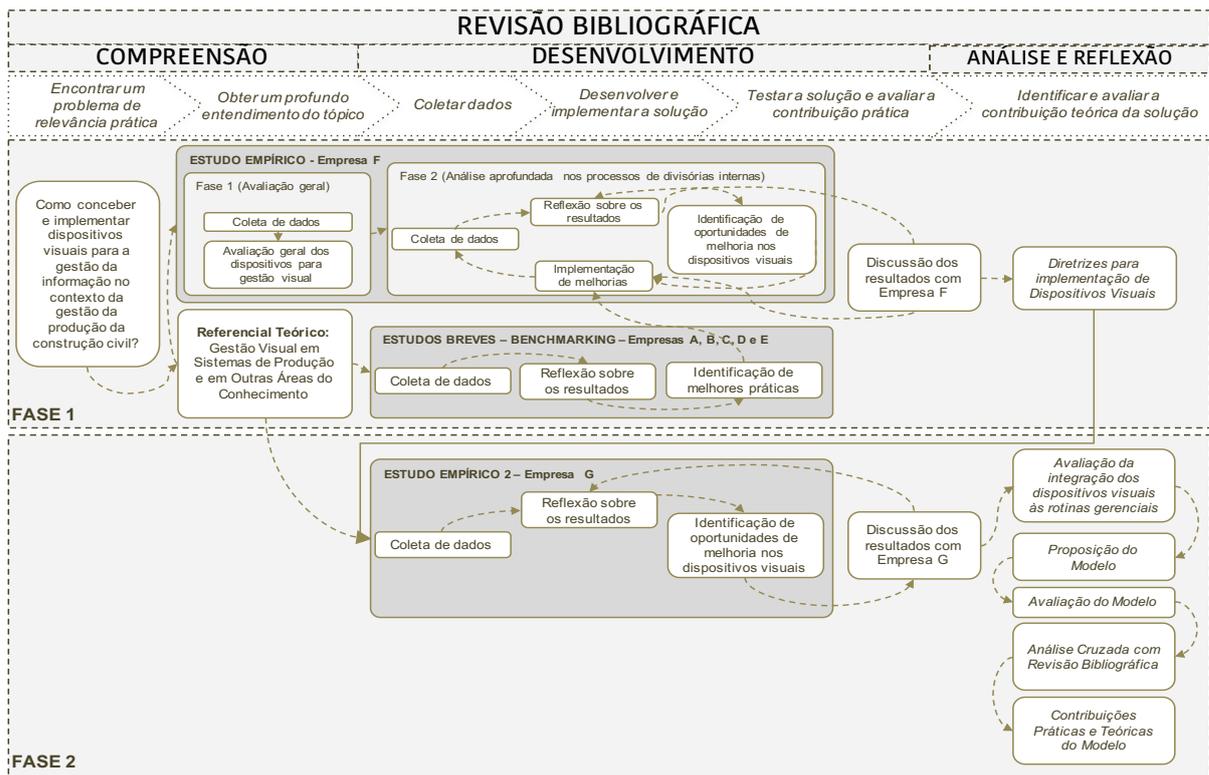


Figura 6 - Delineamento da pesquisa

Fonte: A autora

Percebe-se, pelo delineamento apresentado, em que momentos os ciclos de aprendizagem e iterações ocorrem ao longo da pesquisa. Para a primeira fase especialmente, na etapa de desenvolvimento e implementação da solução, há um pequeno ciclo de aprendizagem que envolve a identificação das oportunidades de melhoria, a implementação das soluções no canteiro de obras e o momento de reflexão e discussão dos resultados com as empresas.

Além disso, como as duas fases configuram atividades semelhantes entre si, variando apenas as fontes das coletas de dados e as contribuições teóricas finais, tem-se aí um grande ciclo de aprendizagem, em que o conhecimento adquirido é avaliado e utilizado na fase seguinte com pretensões de melhoria do artefato a partir dos novos dados e novo contexto. Com estes pequenos e grandes ciclos de aprendizagem, o entendimento do problema prático foi ampliado e as contribuições teóricas foram refinadas.

A pesquisa se segmenta em duas fases distintas. A Fase 1, de caráter exploratório, contou com cinco estudos breves no formato de visitas técnicas – a quatro indústrias do setor da manufatura e uma empresa de soluções digitais – e um estudo empírico – com fase exploratória e fase de aprofundamento e intervenção – em um canteiro de obras.

As visitas técnicas às empresas A, B, C, D e E tiveram como objetivo identificar práticas avançadas de gestão visual, de modo a serem consideradas para a implementação de melhorias nos estudos realizados no contexto da construção. Serviram ainda para consolidar a fundamentação teórica sobre gestão visual na manufatura, a partir da observação da operacionalização das práticas visuais baseadas em conceitos e também da compreensão de como os dispositivos visuais de informações são empregados aliados às práticas gerenciais de produção. A empresa de soluções digitais também forneceu *insights* em relação ao uso de dispositivos visuais em ambientes cujos produtos finais são quase sempre únicos e com *lead time* mais longo que o rotineiro da manufatura. Por fim, os resultados das visitas também compuseram parte das contribuições teóricas em relação às diretrizes para concepção e avaliação de dispositivos visuais e à proposição do modelo conceitual.

O estudo empírico na empresa F foi dividido em duas fases, ilustradas na Figura 6. A primeira fase consistiu numa avaliação global das ferramentas de gestão visual que tinham sido implementadas no canteiro de obras. O foco principal desta avaliação era identificar o tipo de apoio prestado pelos dispositivos visuais na execução dos processos de construção e rotinas gerenciais. Assim, seria possível entender se e como os dispositivos visuais se integravam às rotinas de gestão da produção⁶, incluindo gestão dos processos, da qualidade, da segurança, de inventário, de melhorias, etc.

⁶ A gestão da produção é compreendida nesse trabalho como uma função de gestão para o planejamento, organização, direção, coordenação e controle de recursos (espaço, mão-de-obra, maquinaria/instalação, material/equipamento e capital) e elementos de processo (métodos, configurações, interfaces, tecnologia, informação, etc.) para gerar bens e serviços de valor agregado de acordo com as políticas de uma organização (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016).

Esse estudo permitiu uma melhor compreensão do propósito de uso da gestão visual do canteiro e a identificação do problema específico da organização que poderia ser solucionado através do artefato, o que levou a um foco mais específico às questões de pesquisa e objetivos propostos. Foram ainda indicados os problemas relacionados à falta de transparência e subutilização da gestão visual. Posteriormente, analisou-se a integração dos dispositivos visuais ao sistema de gestão do canteiro.

A segunda fase consistiu em uma análise detalhada dos dispositivos visuais que auxiliavam na instalação de divisórias internas de *drywall* no empreendimento, com o objetivo de realizar, de forma focada e simplificada, intervenções e melhorias nos dispositivos visuais com mais engajamento dos funcionários da empresa. As principais razões para a escolha desse processo foram: (a) esse serviço desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do empreendimento, face ao grande número de interdependências com outros processos; e (b) emprega sobretudo componentes industrializados, com um tempo de execução relativamente curto, criando oportunidades de melhoria que podem ser rapidamente implementadas.

Ao longo desse estudo, buscou-se identificar as necessidades de alguns usuários do canteiro de obras (engenheiro, colaboradores de produção, etc.) em relação ao que eles precisariam saber e compartilhar para realização de suas atividades inerentes ao processo de gestão e controle do serviço de *drywall*, bem como por que, como e quando. Assim, foram compreendidas as necessidades associadas especificamente a cada tipo de usuário no canteiro de obras.

Esta fase contou com uma intervenção no ambiente e participação dos colaboradores, especialmente engenheiros, estagiários e equipes de ajudantes e de produção. De forma cíclica, as coletas de dados foram seguidas por reflexão sobre os resultados encontrados, identificação de oportunidades de melhorias e proposição de implementação dessas melhorias, que também contavam com as melhores práticas indicadas pelas visitas técnicas. Os resultados dessa etapa eram frequentemente discutidos com a empresa parceira, a fim de que se possibilitasse a avaliação da contribuição prática.

Com base nesses estudos e na literatura existente, foram propostos constructos para proposição do modelo: as diretrizes para concepção e implementação de dispositivos visuais. Nessa etapa de análise e reflexão, buscou-se também consolidar as contribuições prática e teórica dos constructos idealizados.

A Fase 2 contempla um estudo empírico, realizado na empresa G, que teve um caráter descritivo, e as atividades finais relativas à proposição e avaliação do modelo. O estudo na empresa G teve algumas similaridades ao realizado na empresa F, em relação à coleta de dados, reflexão sobre os resultados e identificação de oportunidades de melhorias. O que os diferencia principalmente é o fato de que, na empresa G, por conta do curto período de tempo do estudo e da distância geográfica, não foram realizadas intervenções ou implementações de melhorias, não existindo um ciclo de aprendizagem como aconteceu na Fase 1. Por conta do bom relacionamento da pesquisadora com a empresa, acredita-se que isso não é uma limitação, pois, além da pesquisadora ter trabalhado por cinco anos nessa construtora, mantém-se ainda contato direto com os profissionais.

Esse estudo objetivou, principalmente, perceber como os dispositivos visuais favoreciam a interação e colaboração entre diferentes departamentos e como os departamentos técnicos do escritório geravam dispositivos para facilitar a gestão da produção na obra. Além disso, o estudo na empresa G contribuiu teoricamente para a definição de critérios para avaliação da integração dos dispositivos visuais às rotinas gerenciais.

Ao final do trabalho, após a definição do modelo, foi realizada uma análise comparativa com a revisão bibliográfica e, finalmente, foram indicadas as contribuições práticas e teóricas do modelo proposto. Um resumo do método de pesquisa é apresentado abaixo (Quadro 4).

Quadro 4 - Resumo do Método de Pesquisa

	Visitas técnicas para benchmarking	Estudos empíricos com pesquisa-ação
Triangulação dos dados e confiabilidade	Cada visita envolveu a observação direta das instalações de produção e uma entrevista com um gerente diretamente envolvido no sistema de gerenciamento visual. Quando possível, foram realizados registros fotográficos.	Os estudos envolveram diversas visitas aos canteiros de obras e departamentos técnicos das empresas. Ao longo dessas visitas, foram realizadas observações diretas, registros fotográficos, observação participante de reuniões de curto prazo e gerenciais, entrevistas, análise de documentos e artefatos físicos.
Estratégia para escolha das empresas	Essas empresas foram escolhidas por possuírem sistemas de gestão visual muito avançados, alguns deles muito bem integrados aos processos gerenciais	Essas empresas foram escolhidas por serem líderes no Brasil na implementação de práticas de gestão de qualidade e lean. De fato, foram incluídas como algumas das melhores práticas de gestão visual no Brasil em um relatório produzido por Tezel et al. (2010).
Unidade de análise	Planta industrial (Empresas A, B, C e D) Escritório (Empresa E)	Empresa F: Canteiro de obra – Hospital de curta duração, escolhido por ser considerado o mais avançado em termos de implantação da Gestão Visual na Região Metropolitana de Porto Alegre. Empresa G: Canteiros de obra + Escritório – 3 canteiros de empreendimentos residenciais verticais, 1 canteiro de empreendimento comercial clínico e departamentos técnicos da empresa
Número de casos	5 – 1 em Caxias do Sul/RS, 1 em Cachoeirinha/RS, 1 em Canoas/RS, 1 em Porto Alegre/RS e 1 em Campinas/SP	2 - 1 em Porto Alegre/RS e 1 em Fortaleza/CE
Análise dos dados	Qualitativa, com apresentação das melhores práticas comuns a todas as empresas (análise cruzada) e pontos fortes específicos de casa.	Quantitativa (Fase 1 de avaliação geral na empresa F) e qualitativa em todas as etapas da pesquisa conduzidas nas empresas F e G. Também foi realizada análise cruzada dos estudos para proposição das contribuições práticas e teóricas.

Fonte: A autora.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS VISITADAS PARA BENCHMARKING

4.3.1 Empresa A

Com sede em Caxias do Sul (RS), a Empresa A possui 38 funcionários (sendo nove no chão de fábrica) e é um dos mais importantes fabricantes de acoplamentos no Brasil, com estratégia de produção mesclada entre MTO (*make-to-order*)⁷ e ETO (*engineer-to-order*)⁸ (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Pioneira na fabricação de acoplamentos flexíveis no país, a Empresa A diversificou sua linha e hoje oferece modelos de engrenagens, elásticos e lâminas.

A Empresa A deu início à implementação da filosofia de produção enxuta em 2010 a partir de uma abordagem *top-down* (a decisão foi tomada pelos executivos da empresa e refletiu em todas as demais camadas hierárquicas) com consultoria por dez meses, quando começaram a trabalhar com mapeamento do fluxo de valor (MFV), *kaizens* e indicadores de desempenho. Atualmente, tem apoio de outra consultoria na consolidação *lean* e expansão para áreas administrativas. O sistema de gestão da empresa do modelo ERP foi implementado em 2008/2009 e possui integração com o sistema de gestão da produção. Atualmente, empregam muitos dispositivos visuais nas áreas de produção que facilitam as rotinas dos operadores.

No ano de 2016, o programa de implementação *lean* estava focado na área comercial da empresa. Como principais resultados da implementação *lean* na manufatura, a Empresa A possui 97,5% de precisão do estoque atual, *lead time* médio de três dias, *milk runs* com fornecedores – garantindo o recebimento diário de suprimentos, aumento da produtividade em geral e redução de estoque de produtos acabados e de matéria prima, que reduziu de R\$2 milhões para R\$5 mil reais.

4.3.2 Empresa B

Líder em embalagens rígidas, flexíveis e para tabaco, presente em 21 países e atendendo a diversos setores (hospitalar, farmacêutica, bebidas, tabaco, PETs, etc.), a Empresa B é do tipo B2B – *Business to Business* e possui 219 empregados próprios e mais 50 empregados terceirizados na operação de Cachoeirinha/RS, antigo departamento gráfico e de embalagens de uma fabricante de cigarros nacional que foi adquirido pela Empresa B em setembro de 2015.

⁷ Os produtos são feitos de projetos previamente elaborados, mas são manufaturados somente depois que uma ordem é recebida (VIANA, 2015).

⁸ Os produtos são projetados de acordo com a demanda do cliente (VIANA, 2015).

A organização busca atender fortemente as necessidades do cliente. Nesse sentido, desenvolve tecnologias de embalagem em conjunto com os departamentos de marketing ou de desenvolvimento de produto do cliente, possibilitando, em parte, uma estratégia do tipo ETO (*engineer-to-order*).

A empresa iniciou recentemente seus esforços em direção à implementação da filosofia da produção enxuta, sendo as práticas e ferramentas visuais utilizadas, em sua maioria, triviais. Com grande foco também em segurança, o Programa 5S foi ampliado para incluir também a segurança (sexto S), sendo controlados formalmente os pontos de risco (associados a ruídos, quedas, projeção de químicos aos olhos), padrão de organização, formalidades de segurança, mapa de risco e plano de abandono da área.

Por fim, como as máquinas são muito automatizadas e com diferentes controles, exige-se um nível de escolaridade mais alto dos operadores, a fim de que eles tenham qualificação e conhecimento suficiente para operar todos os comandos. Assim, o nível médio dos operadores é de curso técnico. Para analistas na produção, exige-se, no mínimo, curso superior em andamento ou completo, ou seja, há um nível relativamente alto de educação na empresa em relação aos outros setores da indústria.

4.3.3 Empresa C

A Empresa C é líder global com foco em desenvolvimento, fabricação e distribuição de soluções agrícolas. A empresa trabalha para ajudar a fazer com que as propriedades agrícolas sejam mais produtivas e lucrativas. Fabricar máquinas e equipamentos que atendam à demanda em constante mudança do mundo por alimentos e combustíveis é o que representa a inovação na Empresa C, que desenvolve soluções em equipamentos híbridos, sistemas de monitoramento com base em telemetria e tecnologias adaptáveis a variações regionais da agricultura.

Na planta de Canoas/RS há 800 funcionários. A filosofia de produção enxuta começou a ser implantada nessa fábrica em 2008, simultaneamente às implementações ao redor do mundo em outras filiais. Há diversas práticas *lean* e dispositivos visuais no chão de fábrica, entre eles: quadros de acompanhamento de produção de hora em hora, *kanbans*, programa 5S, *andon*, etc. Outra iniciativa interessante é o Centro de Aprendizagem instalado próximo à fábrica para a realização de *kaizens* e outras melhorias. A empresa possui metas internas de *kaizens*, sendo de um a quatro por mês a depender do departamento.

4.3.4 Empresa D

Criada em 1948, a Empresa D é uma empresa gaúcha com origem na cidade de Santo Ângelo e atuante nos mercados de alimentos e bebidas. Em seu amplo portfólio, contempla grandes marcas de refrigerantes e também sucos e chás, água, cervejas, chocolates e doces de leite. No mercado de refrigerantes, é líder no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, atendendo mais de 14 milhões de consumidores.

A estrutura da empresa é formada por três fábricas: em Antônio Carlos/SC, Santo Ângelo/RS e Porto Alegre/RS. Há também cinco centros de distribuição em diferentes cidades: Blumenau, Joinville, Chapecó, Farroupilha e Pelotas. Embora grande e reconhecida, a empresa iniciou há pouco seus esforços em busca de uma produção mais enxuta, quando o setor de melhoria contínua foi instituído em meados de 2014.

4.3.5 Empresa E

A Empresa E é especialista global em soluções digitais e escolhida por outras empresas líderes para conduzir suas iniciativas mais inovadoras. Aliando o domínio tecnológico e o conhecimento em metodologias *Lean* e *Agile*⁹, essa empresa procura resolver problemas de negócio de seus clientes. Fundada em 1995, com sede em Campinas e escritórios em locais estratégicos da América Latina, América do Norte, Europa e Ásia, a Empresa E foi eleita *Great Place to Work* por nove anos consecutivos.

A similaridade dos produtos desta empresa em relação ao setor da construção civil está nos projetos únicos e exclusivos que são desenvolvidos para cada cliente. O grau de repetitividade dos produtos é muito pequeno, o que implica em muitas oportunidades para inovação, que, nessa empresa, é tratada horizontalmente dentro do organograma (ou seja, todos são responsáveis pela inovação).

Nessa empresa, a filosofia enxuta permeia uma área considerada *soft* – onde os produtos são soluções digitais, aplicativos, tecnologias, etc. Não há fábrica tampouco chão de fábrica, mas práticas como *kanban*, dispositivos de gestão visual, mapeamento de fluxos, *A3s*, *andon*, *hoshin kanri* e *kaizen* estão enraizados entre os times de produção dos *softwares*, compostos por colaboradores de nível superior em andamento ou completo em sua maioria. Além disso,

⁹ O desenvolvimento ágil define uma capacidade estratégica de criar e responder à mudança, equilibrar flexibilidade e estrutura, propiciar criatividade e inovação a partir de uma equipe de desenvolvimento, liderando as organizações através de turbulência e incerteza. As práticas ágeis de software são: iterações curtas, o teste contínuo, equipes auto organizadas, colaboração constante (reuniões de integração diárias e programação em pares, por exemplo), e replanejamento frequente com base na realidade atual (HIGHSMITH, 2002).

costumam dizer que “não têm carinho por problemas”, pois se utilizam de abordagens rápidas para a solução de problemas. Sob uma perspectiva enxuta de respeito às pessoas, a Empresa E possui políticas consolidadas de contratação e retenção de talentos, com a preocupação de adequação cultural das pessoas ao ambiente de trabalho, para conferir engajamento.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E EMPREENDIMENTOS DOS ESTUDOS EMPÍRICOS

4.4.1 *Empresa F*

A Empresa F atua desde 1962 no mercado imobiliário, especificamente no nicho de mercado de edificações residenciais e comerciais de médio e alto padrão, estando presente em 16 estados e no Distrito Federal. Segundo Navarro (2005), a empresa confere destacada importância aos sistemas de qualidade e produção, existindo diversos programas internos para melhoria da qualidade. O mesmo autor ainda afirma que a empresa vem também, desde 2005, aplicando conceitos e práticas relacionadas à Produção Enxuta e ao Sistema Toyota de Produção. Possui seu Sistema da Qualidade certificado pela ISO 9001, assim como pelo Sistema de Qualificação de Empresas, Serviços e Obras (SIQ), do PBQP-H, no nível A.

A Empresa F busca cultivar um ambiente que favoreça a transparência, a troca de boas práticas e a vivência da cultura e valores da organização. Para isso, contam com algumas ferramentas de comunicação que integram as diferentes áreas, regionais e colaboradores, como TVs colaborativas e intranet.

O empreendimento cujo canteiro de obras foi estudado é denominado nesta pesquisa como Obra 1, da Empresa F, e é brevemente descrito a seguir. Trata-se da construção de um hospital de curta permanência com previsão de término para novembro de 2017. Um complexo de saúde alinhado às normas RD-50, da ANVISA, que vai oferecer blocos cirúrgicos para cirurgias de pequeno e médio porte com curto período de internação, incluindo ainda laboratórios, recursos diagnósticos por imagem e farmácia.

Este empreendimento está localizado próximo aos principais prestadores de serviços na área da saúde e ocupa o centro do eixo hospitalar da capital. O empreendimento como um todo contempla duas torres adjacentes, embora a pesquisa seja realizada apenas na Torre Norte, que é ainda segmentada em Torre A (Saúde) e Torre B (Comercial). A Torre Norte Saúde possui consultórios de 35 a 65m², com junções de até 737m². Já a Torre Norte Office possui salas de

30m² com junções de até 215m². Na Figura 7 são apresentadas as plantas baixas de ambas as torres.

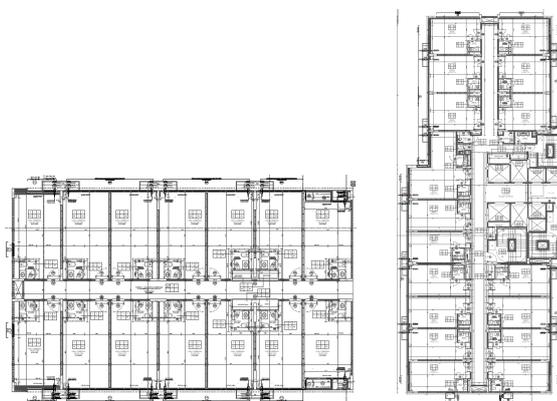


Figura 7 - Plantas baixas das Torre A e B, respectivamente
Fonte: Adaptado de Empresa F

Esse canteiro de obras encontrava-se em fase de execução de divisórias internas e forro de gesso em *drywall* e início de revestimento de fachada em pele de vidro. Na Figura 8 a seguir são exibidas fotografias do canteiro registradas pela própria pesquisadora em agosto de 2016: (a) detalhe da fachada e (b) imagem panorâmica do canteiro.

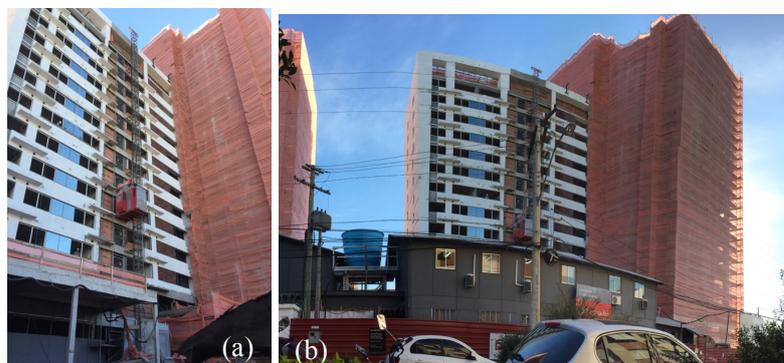


Figura 8 - Imagens do canteiro da Obra 1 em agosto de 2016
Fonte: A autora

Quanto à adoção de práticas e ferramentas de produção enxuta, a Empresa F já participou de diversos estudos acadêmicos realizados pela UFRGS na área de Gestão da Construção, sendo que muitos conceitos e práticas *lean* são amplamente disseminadas em todas as obras. Algumas práticas estavam em desenvolvimento exclusivamente da Obra 1 piloto, para posterior utilização nas demais obras.

4.4.2 Empresa G

A Empresa G tem médio porte e é situada em Fortaleza/CE, na região Nordeste. Fundada em 1975, possui atualmente 29 empregados no escritório, 25 na gestão das obras em canteiros e

aproximadamente 700 na área de produção. O faturamento anual aproximado é de R\$ 70 milhões e o VGV (valor geral de vendas) anual é de R\$ 150 milhões (VILLAMAYOR, 2016). As obras da empresa são localizadas todas na Região Metropolitana de Fortaleza. Os empreendimentos recentes da empresa são caracterizados por edifícios residenciais de médio e alto padrão e edifícios para escritórios administrativos de alto padrão.

A empresa é bastante envolvida com diferentes programas para gestão da qualidade e inovação, e o seu sistema de gestão da qualidade é certificado pela ISO 9000. Desde 2004, a empresa tem adotado princípios e ferramentas da filosofia da produção enxuta em seu modelo gerencial, como relatado em vários artigos (FERNANDES *et al.*, 2015; KEMMER *et al.*, 2006; MOURÃO; VALENTE, 2013).

Esse modelo gerencial *lean* tem permitido, segundo os próprios gestores, mais clareza para tomada de decisões na rotina da construção. Ao longo desses mais de dez anos, a empresa tem utilizado e consolidado muitas práticas e ferramentas enxutas: *kanbans* de movimentação de materiais e de produção de argamassa, *andon*, cronograma de suprimentos da obra, *poka yokes*, plantas de inventário para materiais no pavimento tipo, almoxarifado com conceito de supermercado, painéis de materiais e cerâmicas instaladas para maior transparência, novas soluções formatadas na ferramenta A3, trabalho padronizado e muitos outros.

Após 10 anos de implementação, a empresa G tornou-se uma referência nacional e internacional na aplicação dos princípios *lean* em seus canteiros de obras e áreas administrativas. Seguindo a busca pela consolidação e integração completa da filosofia na empresa, conseguiu, através da ISO 9001, a certificação de seu sistema *lean* atrelado ao sistema de gestão da qualidade, resultando no Sistema *Lean* da Qualidade.

Em relação aos empreendimentos estudados, a Obra 2 é uma edificação comercial com foco na área clínica, em virtude da proximidade e parceria com um dos maiores hospitais de Fortaleza. Prevista para entrega em julho de 2019, contará, ao longo dos 12 pavimentos, com a instalação de consultórios, clínicas, laboratórios e núcleos de especialidades médicas em suas dependências. Durante o estudo, estavam sendo executadas as contenções e fundações do empreendimento. Em virtude da etapa de execução, poucos eram os dispositivos visuais empregados na gestão da produção no canteiro.

A Obra 3 é um empreendimento residencial situado em uma área em franca expansão econômica. Prevista para entrega em março de 2019, contará, ao longo dos 22 pavimentos e 6

apartamentos por andar, com unidades privativas entre 85m² e 117m², com flexibilidade de produto. Durante o estudo, estava na etapa de estrutura de concreto (levantando os primeiros pavimentos) e também poucos eram os dispositivos visuais empregados durante essa etapa, embora fundamentais para a gestão da produção especialmente no controle do concreto utilizado.

A Obra 4 também é um empreendimento residencial situado na zona sul da cidade. Previsto para entrega em fevereiro de 2018, contará, ao longo dos 19 pavimentos e 3 apartamentos por andar, com unidades privativas entre 141m² e 182m², com flexibilidade de customização em massa. Durante o estudo, estava executando internamente os revestimentos internos e instalações prediais e, externamente, o revestimento de fachada. Muitos foram os dispositivos visuais identificados nesse canteiro, especialmente pela quantidade de unidades e sua flexibilidade em customização parcial, o que promovia uma integração especial entre o departamento técnico do escritório e a gestão da produção na obra. Além disso, essa obra está implementando de forma piloto o controle integrado entre qualidade e produção através de dispositivos móveis e softwares, após os resultados positivos do estudo de Ibarra (2016).

Finalmente, a Obra 5 é um empreendimento residencial de alto padrão situado em um dos bairros mais nobres da cidade. Previsto para entrega em maio de 2017, conta, ao longo dos 24 pavimentos, com unidades privativas de 332m² ou 339m² (1 apartamento por andar e customização personalizada) e opções de plantas adaptadas à terceira idade. Durante o estudo, já se encontrava nas etapas finais de acabamentos internos, concluindo a execução da fachada e atuando fortemente na execução das áreas comuns, que, no geral, representam um grande gargalo na produção para a construtora. Por ser um empreendimento de alto valor agregado em VGV, muitas são as inovações dessa edificação enquanto produto e muitos foram os dispositivos visuais identificados nesse canteiro, especialmente pela execução das áreas comuns, flexibilidade em customização total da unidade e necessidade de cuidado especial com materiais entregues pelos clientes para execução (como no caso de revestimentos de piso).

4.5 FONTES DE EVIDÊNCIAS E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Pesquisadores focados na construção de melhores teorias combinam tipicamente várias técnicas de coleta de dados (EISENHARDT, 1989). Inclusive, a boa prática de pesquisa exige que o pesquisador se utilize da triangulação, isto é, aproveitar-se de várias técnicas, fontes de dados e pesquisadores para melhorar a validade da pesquisa e dos resultados da investigação (MATHISON, 1988).

Para esse trabalho, a pesquisadora focou nas técnicas qualitativas de obtenção de dados particularmente. A justificativa para a realização da análise qualitativa decorre da observação de que, dada a capacidade humana de falar, o objeto de compreender um fenômeno do ponto de vista dos seus atores é em grande parte perdido quando os dados textuais são quantificados (IACONO; BROWN; HOLTHAM, 2009).

Todavia, buscou-se a triangulação entre diferentes fontes de evidência. A triangulação, tornada possível pelas variadas formas de coleta de dados, proporcionou uma base mais forte para os constructos e artefato desenvolvido (EISENHARDT, 1989). Assim, as evidências para os estudos vieram de seis fontes distintas, apresentadas para cada estudo conforme Quadro 5: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos (POLKINGHORNE, 2005; YIN, 2003).

Quadro 5 - Fontes de evidências utilizadas em cada empresa estudada

Empresa	Observação direta	Registros fotográficos	Observação participante	Entrevistas	Análise de documentos e artefatos físicos
<i>Empresa A</i>	X	X		X	X
<i>Empresa B</i>	X			X	X
<i>Empresa C</i>	X			X	X
<i>Empresa D</i>	X	X		X	X
<i>Empresa E</i>	X	X		X	X
<i>Empresa F</i>	X	X	X	X	X
<i>Empresa G</i>	X	X	X	X	X

Fonte: A autora

- Observação direta e registros fotográficos:

Essa técnica de coleta de dados permite uma sobreposição com a análise dos dados, proporcionando ao pesquisador não só um avanço na análise, mas, mais importante, a possibilidade de coletas flexíveis de dados. Estes ajustes podem ser, por exemplo, a adição de casos para sondar temas específicos que emergem durante a pesquisa (EISENHARDT, 1989). Além disso, também podem ser usadas para complementar e esclarecer dados obtidos a partir de entrevistas com os participantes (POLKINGHORNE, 2005). As observações diretas em campo e o registro fotográfico foram muito importantes para essa pesquisa, principalmente no entendimento do contexto e na identificação das oportunidades de melhoria no canteiro.

- Observação participante:

A observação participante é uma modalidade especial de observação na qual o pesquisador não é apenas um observador passivo. Em vez disso, assume-se uma variedade de funções dentro de um estudo e pode-se, de fato, participar dos eventos que estão sendo estudados (YIN, 2003). É preciso considerar ainda a subjetividade no processo de coleta e análise de dados, sendo indicada como uma das principais desvantagens desse método de coleta. O viés surge de duas fontes: da influência do pesquisador sobre o comportamento dos participantes e do impacto das próprias crenças do pesquisador (IACONO; BROWN; HOLTHAM, 2009).

- Entrevistas:

Uma das mais importantes fontes de informações para um estudo são as entrevistas (YIN, 2003), que produzem relatos da experiência de um fenômeno em primeira pessoa por seus agentes (POLKINGHORNE, 2005). Essa técnica de coleta de dados é direcionada, pois foca diretamente o tópico de estudo, e também perceptiva, fornecendo inferências causais sobre o fenômeno (YIN, 2003). Em todo caso, o mesmo autor salienta que é preciso ter cuidado com questões mal elaboradas, respostas tendenciosas, imprecisões e flexibilidade.

- Análise de documentos e artefatos físicos:

Os documentos são fontes escritas (embora possam incluir documentos orais ou visuais) sobre uma determinada experiência (POLKINGHORNE, 2005). Podem ser coletados ou observados como parte de uma visita de campo e utilizados extensivamente na pesquisa (YIN, 2003). Os documentos e artefatos físicos comprovam e valorizam as evidências advindas das demais fontes de coletas de dados (YIN, 2003). Além disso, a análise desses possibilita conhecer melhor a empresa estudada, seus processos, sua rotina e suas prioridades, o que, por conseguinte, permite a realização de inferências sobre o problema prático e suas soluções (YIN, 2003).

4.5.1 *Descrição das principais atividades*

4.5.1.1 *Estudos breves para benchmarking*

Os estudos breves para *benchmarking* das melhores práticas visuais foram realizados ao longo dos meses de abril, maio e junho, conforme Quadro 6 apresentado a seguir. Os dados foram coletados nas visitas técnicas por meio de documentos, *websites*, observação direta, fotografias (quando possível) e entrevistas abertas (sem um roteiro inicial), de modo que as melhores práticas pudessem ser identificadas e adequadamente compreendidas dentro do contexto da empresa.

Quadro 6 - Datas e Locais das Visitas Técnicas realizadas

VISITA TÉCNICA Nº	EMPRESA	DATA	DURAÇÃO	LOCAL
VT01	H1	20/04/2016	3h30min	Caxias do Sul (RS)
VT02	H2	26/04/2016	2h	Cachoeirinha (RS)
VT03	H3	23/05/2016	2h	Canoas (RS)
VT04	S1	09/06/2016	8h	Campinas (SP)
VT05	H4	14/06/2016	1h40min	Porto Alegre (RS)

Fonte: A autora

Os *websites* das empresas e portfólios foram utilizados como evidências documentais para compreender melhor o contexto da organização, seus produtos e seu nicho de mercado. Utilizou-se ainda da observação direta em todas as visitas técnicas realizadas. Como a pesquisa trata de dispositivos visuais, os registros fotográficos foram também imprescindíveis, tendo sido realizados sempre que possível. O foco das observações e fotografias era compreender melhor o dispositivo visual em uso, sendo manuseado por seus operadores e auxiliando as rotinas a que estavam associados.

Contudo, algumas das empresas em que foram realizadas as visitas técnicas não permitiam fotografias em determinados espaços, tornando as anotações por observação direta mais importantes ainda. Nas visitas técnicas em que fotos foram autorizadas, não se poupou esforços para procurar registrar os dispositivos conforme eram utilizados em campo.

Para esses estudos breves, as entrevistas configuraram importantes fontes de evidência. No contexto das visitas técnicas às empresas A, B, C, D e E, que foram realizadas sob supervisão de um ou mais funcionários dessas empresas, as entrevistas não estruturadas da Fase 1 propiciaram uma coleta de dados abrangente (Quadro 7). As entrevistas tiveram esse caráter aberto pelo fato de que, diante de setores tão diversificados, era difícil de se elaborar um roteiro que abrangesse tantas particularidades. Assim, à medida que se percorria as instalações da empresa e se observavam os dispositivos visuais, as perguntas iam emergindo.

Quadro 7 - Setores industriais e entrevistas realizadas em estudos de benchmarking

Empresa	Setores Industriais	Entrevistados
A	Engrenagens e Acoplamentos	Gerente Industrial
B	Embalagens rígidas e flexíveis	Analista de Engenharia de Produção
C	Máquinas e Equipamentos Agrícolas	Engenheiro de Produção
D	Refrigerantes	Assistente de Excelência Operacional
E	Soluções Digitais	Chefe de Operações

Fonte: A autora

4.5.1.2 Descrição das Atividades na Empresa F

Na primeira etapa desse estudo, foi realizada a coleta de dados referentes às práticas e dispositivos de gestão visual empregados no canteiro através de observações diretas, registros fotográficos (tanto para identificar o dispositivo como para o acompanhamento de atividades), entrevistas e análises de documentos e artefatos físicos. Essa coleta ocorreu em seis visitas ao canteiro de obras.

Ressalta-se que os dispositivos visuais de planejamento da produção localizados na sala de engenharia e representações visuais mais simples (como lembretes de ingestão de água, cuidado com a insolação, etc.) foram desconsiderados nesse levantamento. As observações foram guiadas por uma planilha de coleta de informações sobre as ferramentas visuais da obra. Também foram feitos registros informais. A coleta foi realizada de forma sistemática, onde os dispositivos eram classificados de acordo com alguns critérios e certas informações a respeito de cada dispositivo eram identificadas. O Quadro 8 exibe que informações foram coletadas para cada um dos 37 dispositivos visuais.

Quadro 8 - Informações coletadas sobre os dispositivos visuais no canteiro da Obra 1

Informações	Crítérios de classificação
Conteúdo do dispositivo?	Novo (na obra) ou padrão da empresa?
Público alvo?	Estático ou dinâmico?
Onde se encontra?	Sobrecarga de informações ou não?
Quando é elaborado?	Área de gestão? (produção, segurança, qualidade, inventário, etc.)
Objetivo do dispositivo?	Tipo de informação? (o quê, quando, onde, como, por quê, quem e quanto)
Como é gerado (a partir de que dados)?	
Quantos estão disponíveis no canteiro?	

Fonte: A autora

A crítica e reflexão sobre os dados coletados a partir dessa planilha incluíram tanto análises quantitativas como qualitativas em relação aos critérios de classificação. Foram identificados, por exemplo, que percentuais dos dispositivos eram estáticos ou dinâmicos, os tipos de informação mais veiculados, as áreas de gestão que possuíam mais dispositivos visuais e quais áreas eram mais carentes de tais recursos, etc. Como seria inviável avaliar qualitativamente todas as práticas e ferramentas visuais catalogadas, escolheram-se, em conjunto com a empresa parceira, três dispositivos e um espaço específicos para serem analisados em maior profundidade nessa primeira fase, de modo que fossem identificados os problemas relacionados à subutilização deles e melhorias de fácil implementação. A intenção dessas análises era engajar a equipe técnica do canteiro nesse processo de melhoria, ressaltando que pequenas mudanças poderiam resultar em bons e rápidos resultados.

A partir da coleta de dados com o uso da planilha, na qual os dispositivos foram numerados de 1 a 37, gerou-se uma matriz que cruzava quem elaborava cada dispositivo visual em relação a quem deveria interpretá-lo. Nesse sentido, foram considerados os seguintes agentes no canteiro: visitantes externos, engenheiros da obra, estagiários, mestres de obra, almoxarife, auxiliar de almoxarife, técnico de segurança, departamento de marketing, departamento de qualidade, equipe de ajudantes própria, equipes de produção e encarregados de empreiteiros. A intenção dessa matriz era identificar o grau envolvimento dos diferentes intervenientes da obra com os dispositivos visuais, apontando aqueles que não eram envolvidos na produção e uso do campo visual. Foram considerados três cenários possíveis para os resultados dessa matriz: uma distribuição homogênea, na qual todos os agentes exerceriam participação semelhante em relação à elaboração e interpretação de dispositivos visuais; uma distribuição heterogênea, na qual a participação dos agentes mostrar-se-ia desigual; e hierárquica, na qual a participação dos agentes dependeria fortemente dos cargos desempenhados.

Um pequeno extrato da matriz, apenas a título de exemplificação, é apresentado na Figura 9, na qual os números dentro dos quadrados brancos referem-se ao número correspondente ao dispositivo visual na planilha de coleta e os números em vermelho representam a somatória de dispositivos encontrados naquela célula em específico.

Quem interpreta \ Quem elabora	Visitantes externos	Engenheiro 1	Engenheiro 2	Mestre 1	Mestre 2	Almoxarife
Visitantes externos						
Engenheiro 1		4, 34, 36 5, 35	4, 34, 35 5	35	35	
Engenheiro 2		4, 34, 36 5, 35	4, 34, 35 5	35	35	
Mestre 1		4, 36 5	4, 5			
Mestre 2		4, 36 5	4, 5			
Almoxarife		4, 5	4, 5			25, 26, 27 28, 31

Somatórias em vermelho:

Engenheiro 1: 5 (coluna Engenheiro 1), 4 (coluna Engenheiro 2), 1 (coluna Mestre 1), 1 (coluna Mestre 2)

Engenheiro 2: 5 (coluna Engenheiro 1), 4 (coluna Engenheiro 2), 1 (coluna Mestre 1), 1 (coluna Mestre 2)

Mestre 1: 3 (coluna Engenheiro 1), 2 (coluna Engenheiro 2)

Mestre 2: 3 (coluna Engenheiro 1), 2 (coluna Engenheiro 2)

Almoxarife: 2 (coluna Engenheiro 1), 2 (coluna Engenheiro 2), 3 (coluna Almoxarife)

Figura 9 - Extrato da matriz entre elaboradores e interpretadores de dispositivos visuais na Obra 1

Fonte: A autora

Em seguida, foi apresentado um *workshop* com os resultados preliminares dessa primeira etapa da pesquisa e algumas diretrizes iniciais propostas para a realização da fase de aprofundamento. Na segunda fase deste estudo, a coleta de dados envolveu observações diretas e observações-participante, entrevistas, registros fotográficos e análise de documentos e artefatos, sendo focada particularmente no serviço de *drywall* da obra. Foram acompanhados a chegada das

placas, montantes e guias, o processo de abastecimento do material nos pavimentos, a execução, o processo de recebimento do serviço e a inspeção de qualidade.

Para essa fase, não houve uma coleta de dados sistemática, pois as análises sobre os dados obtidos indicavam continuamente temas emergentes a serem pesquisados. Durante as sete visitas ao canteiro, as necessidades de dados se modificavam, bem como as atividades observadas em si e, assim, manteve-se um caderno de campo para o registro de anotações e acontecimentos importantes. Todavia, as entrevistas com os funcionários da empresa se mostraram fundamentais, pois possibilitaram o entendimento do problema prático e a contextualização dos dispositivos visuais relacionados ao serviço de *drywall* na rotina da obra. Esta fase interferiu mais ativamente no ambiente e na rotina dos funcionários, especialmente para os engenheiros, estagiários e equipes de produção, uma vez que os pesquisadores (a autora e duas bolsistas de iniciação científica) agiram como *insiders* e várias mudanças foram introduzidas e seu impacto posteriormente avaliado. Primeiro, o engenheiro foi entrevistado para entender o contexto do serviço de *drywall* e suas ferramentas de planejamento e controle, o que permitiu uma avaliação das ferramentas de planejamento e dos *kanbans* operados no local. Nas visitas subsequentes, os pesquisadores acompanharam o serviço de *drywall* para a coleta de dados, tais como resíduos de placas de gesso gerados, problemas de interferência com outras atividades, problemas de suprimentos, retrabalho, quantidades de estoque, tempo de fornecimento e tempo improdutivo, a partir da chegada do material no local, fornecimento logístico de peças, execução do serviço até a inspeção final de qualidade.

Além disso, também foram realizadas entrevistas abertas com a equipe de suprimento (4 trabalhadores da Empresa F) para coletar informações sobre lotes de produção, status de serviço em cada sala e localização do material. De forma cíclica, a coleta de dados de uma visita era seguida de reflexão sobre os resultados, proposição de oportunidades de melhoria e formas de implementação na visita seguinte.

Os resultados foram discutidos com representantes da Empresa F em dois seminários e em três reuniões de discussão. Os rápidos ciclos de reflexão sobre os dados propiciaram a coleta flexível de novos dados nas visitas seguintes. Por esse motivo, o caderno de campo e os registros informais e espontâneos dos fenômenos observados foram de importância fundamental para esse estudo. Assim, foi possível avaliar a contribuição prática do trabalho apropriadamente.

Foi ainda realizada uma observação-participante em uma reunião de curto prazo, para compreensão da forma de negociação e comprometimento com as atividades semanais. Assim,

a pesquisadora assumiu um papel de mediação entre a equipe técnica da obra (engenheiros, estagiária e mestre de obras) e as equipes de ajudantes e de produção, possibilitando a compreensão das necessidades de ambos os lados em relação aos planos e dispositivos visuais associados (*kanbans*, por exemplo). Nesse caso, a observação participante foi fundamental para estabelecer uma relação de confiança mútua entre os colaboradores do canteiro e para identificar as oportunidades de melhoria junto aos mesmos.

No geral, a análise documental e de artefatos físicos foi extensivamente utilizada durante a realização de todo esse primeiro estudo empírico e apoiou fortemente a proposição das oportunidades de melhoria e o desenvolvimento dos artefatos. Alguns documentos como planilhas de planejamento de curto prazo, mapas de estoque de insumos, plantas-baixas, fichas de inspeção de serviço, entre outros, foram fontes de evidência para os estudos. Finalmente, considerando que os dispositivos e ferramentas visuais implementados no canteiro podem ser reconhecidos como artefatos físicos, a análise mais aprofundada desses foi fundamental e ocorreu durante todo o período de pesquisa. As datas e descrições das atividades realizadas estão resumidas no Quadro 9.

Quadro 9 - Datas e Atividades das Visitas à Obra 1 – Empresa F

VISITA Nº	ATIVIDADE	DATA	DURAÇÃO	ETAPA
01	Apresentação do Projeto para Equipe de Gestão	31/03	1h30min	Fase 1 (Avaliação geral)
02	Coleta de Dados – Observação Direta e Análise de Documentos	12/04	3h	
03	Coleta de Dados – Observação Direta e Análise de Documentos	19/04	2h30min	
04	Coleta de Dados – Observação Direta e Análise de Documentos	03/05	2h30min	
05	Acompanhamento da Reunião de Curto Prazo e Análise de Documentos	11/05	1h15min	
06	Entrevista e Discussão de Resultados Preliminares com Engenheiro da Obra	23/06	2h	
07	Apresentação de Resultados Preliminares e Discussão de Oportunidades de Melhorias	14/07	1h15min	
08	Entrevista com Assistente Técnico e Análise de Documentos	20/07	1h30min	Fase 2 (Análise aprofundada)
09	Observação Direta da Execução de Drywall e Entrevista com Estagiária e Engenheiro	25/07	2h30min	
10	Observação Direta de Processo de Abastecimento de Painéis e Entrevista com Equipe de Abastecimento	01/08	2h	
11	Apresentação do Relatório de Resultados Preliminares e Discussão com Equipe de Gestão	05/08	1h40min	
12	Observação Direta sobre Lotes de Produção e Análise de Documentos	11/08	1h30min	
13	Observação Direta sobre Lotes de Produção e Análise de Documentos	18/08	1h30min	
14	Discussão dos Resultados com Equipe de Gestão	14/09	2h30min	
15	Apresentação Final dos Resultados da Pesquisa e Discussão com Diretores e Engenheiros da Empresa F	03/10	2h30min	

Fonte: A autora

4.5.1.3 Descrição das Atividades na Empresa G

Por se localizar em Fortaleza, o estudo na empresa G teve de ser concentrado no período de aproximadamente uma semana, conforme descrito no Quadro 10. Todavia, o contexto da empresa já é bem compreendido e os dispositivos visuais utilizados já eram, em sua maioria, conhecidos pela pesquisadora. Apesar de ter sido um estudo mais curto, a disponibilidade aos entrevistados e o acesso às informações foram bastante facilitados. Assim, muitos dados foram coletados e recebidos posteriormente.

Ao longo das visitas aos canteiros das obras e aos diferentes departamentos da empresa G, foram coletados dados através de observação direta, fotografias, análise sobre documentos, observação participante e entrevistas. As observações foram realizadas em um caderno de campo tanto nas visitas aos canteiros de obras como também ao escritório. Além dos registros fotográficos realizados e documentos recebidos durante a semana de estudo, a pesquisadora também já possuía um grande acervo de fotografias e documentos, e o bom relacionamento com os funcionários permitiu ainda o envio de mais materiais, após a realização das visitas, para complementar as análises do estudo. A observação participante aconteceu em duas situações: em uma reunião de curto prazo semanal e uma reunião gerencial quinzenal.

Quadro 10 - Cronograma do estudo realizado na Empresa G.

	19/09	20/09	21/09	22/09	23/09	26/09
8h às 12h	Obra 5 – Entrevistas e coleta de dados na obra	Obra 2 – Entrevistas e coleta de dados na obra	Obra 3 – Entrevistas e coleta de dados na obra	Obra 4 – Entrevistas e coleta de dados na obra	Obra 5 – Reunião de curto prazo	Obra 5 – Reunião gerencial
14h às 18h	Análise e reflexão sobre os dados	Escritório - Entrevistas	Análise e reflexão sobre os dados	Escritório - Entrevistas	Escritório	Análise e reflexão sobre os dados

Fonte: A autora.

De todas as formas de coleta de dados utilizadas, as entrevistas foram as mais importantes para esse estudo, pois puderam ser coletados, em pouco tempo, depoimentos reais dos usuários sobre os dispositivos visuais. As pessoas entrevistadas, as obras ou setores correspondentes e as durações das entrevistas são apresentadas no Quadro 11. Todas as entrevistas eram abertas, mas duas questões-chave foram feitas a todos para iniciar e guiar a conversa: “Que dispositivo visual se apresenta como fundamental a sua rotina de gestão?” e “O que mudou com o uso desse dispositivo em relação ao que acontecia antes?”. As entrevistas foram gravadas e transcritas para um arquivo de texto, que facilitou a visualização dos dados e o processo de análise.

Quadro 11 - Profissionais entrevistados de cada obra ou departamento e duração das entrevistas

Entrevistado(a)	Obra / Setor do Escritório	Duração da Entrevista
Gerente de Obra	Obra 5	1h 47min
Coordenadora Lean & Green	Coordenação Lean & Green	1h 58 min
Supervisor de Obra	Obras 2 e 3	2h 10 min
Gerente de Obra	Obra 3	1h 14min
Gerente de Produção	Obra 4	1h 31 min
Supervisor de Produção	Obra 4	33 min
Técnico de Segurança	Obra 4	13 min
Gerente de Projetos	Gerência de Projetos	34 min
Coordenadora de Projetos e Customização	Gerência de Projetos	37 min
Gerente Técnico	Gerência Técnica	50 min
Engenheiro	Manutenção e Assistência Técnica	50 min
Gerente de TI	Gerência de TI	20 min
Supervisor de TI	Gerência de TI	33 min
Gerente de Suprimentos e Logística	Gerência de Suprimentos e Logística	40 min

Fonte: A autora.

4.6 AVALIAÇÃO DO MODELO

Os artefatos são avaliados para se determinar se houve avanço no conhecimento, e a ausência de métricas e a falha em se medir o desempenho do artefato de acordo com critérios estabelecidos resultam na inabilidade de se julgar efetivamente os esforços de uma pesquisa (MARCH; SMITH, 1995). Puro e Storey (2008) sugerem três constructos principais para avaliação do artefato desenvolvido: utilidade percebida, facilidade de uso e compatibilidade com a prática existente, que se encaixam no presente trabalho.

Salienta-se que o modelo proposto emergiu ao longo dos estudos, sendo finalizado na Fase 2 da pesquisa. Assim, ele pôde ser avaliado apenas com base na literatura existente e evidências dos estudos empíricos, pois não houve tempo suficiente para ser testado de forma integral (revisitando os dados dos estudos empíricos). 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 concepção de dispositivos visuais associados ao sistema gerencial da empresa.

5 RESULTADOS DOS ESTUDOS BREVES

Este capítulo apresenta os resultados e contribuições dos estudos breves realizados como visitas técnicas para *benchmarking* nas empresas A, B, C, D e E. Primeiramente, são apresentadas as similaridades percebidas entre as empresas em relação ao emprego dos dispositivos visuais e forma como se integravam às rotinas de gestão. Em seguida, são destacadas as particularidades de cada empresa em relação ao uso da gestão visual. Finalmente, uma breve seção de discussão indicará as contribuições desses estudos breves para a realização dos estudos empíricos posteriores.

5.1 SIMILARIDADES PERCEBIDAS ENTRE AS EMPRESAS A, B, C, D e E

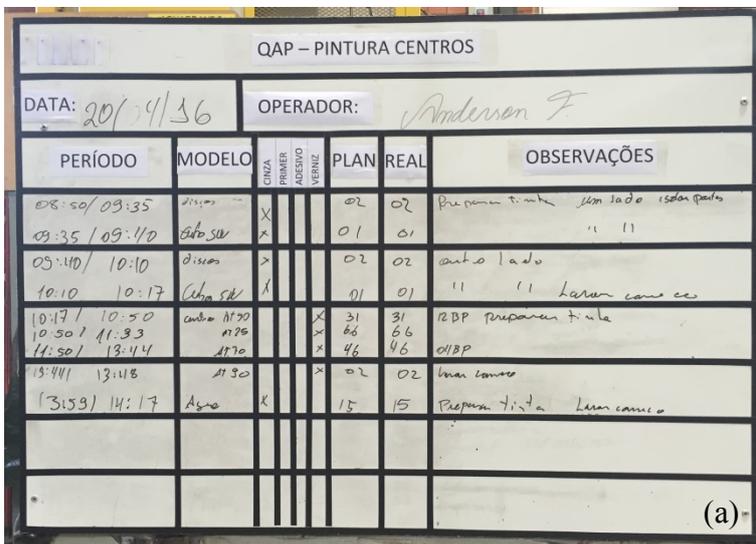
Foram identificadas algumas semelhanças na forma como as empresas conduziam certas rotinas de gestão e como os dispositivos visuais apoiavam estas e reforçavam a cultura da empresa. Uma prática comum às cinco empresas é a realização de reuniões diárias, às vezes mais de uma vez por dia, para acompanhamento da produção e discussão de pontos importantes. Esta reunião normalmente acontece pela manhã, antes do início do turno de trabalho, e é de curta duração – entre cinco e trinta minutos. A pauta geralmente envolve o debate dos seguintes pontos (integral ou parcialmente): acompanhamento do que foi produzido no dia anterior, problemas ocorridos no turno passado, a programação do dia atual, análise dos indicadores semanais, plano de ação para alcance de metas, e incidentes, por exemplo.

Para que a discussão ocorra de forma produtiva e colaborativa, além dos próprios funcionários de produção e do líder dessa equipe, a reunião também conta com a presença de representantes de outras áreas, tais como qualidade, planejamento e controle de produção, segurança, logística, manutenção e melhoria contínua ou engenharia de processos.

O ponto chave dessas reuniões é que elas são fortemente apoiadas por dispositivos visuais, sendo a maioria deles disponibilizados em quadros de gestão à vista para o acompanhamento dos mesmos, tal como descrito por Bateman, Philp e Warrender (2016). Esses dispositivos, públicos e visíveis a todos, mantêm as informações disponíveis e acessíveis de relance aos seus usuários e permitem a mensuração de atributos em outros momentos desconhecidos. A discussão é muito ancorada nas informações que estão ali expostas e acontecem rapidamente porque não há necessidade de se buscar dados em outros locais.

Na Figura 10, apresentam-se alguns dos dispositivos visuais que apoiam essas reuniões diárias. Na Figura 10(a), o quadro de acompanhamento de produção (QAP) para o serviço de pintura

dos centros dos acoplamentos (Empresa A) foi elaborado manualmente com MDF e fita adesiva e é preenchido pelo próprio operador da estação de trabalho em relação ao controle do que está sendo produzido ao longo do turno. Já a Figura 10(b) apresenta um quadro mais complexo de acompanhamento do produto desenvolvido pela Empresa E, com dados mais gerais sobre o projeto, principais problemas e expectativas do cliente, para gestão de valor do produto. O quadro também foi segmentado com fita adesiva manualmente, mas os dados inseridos eram extraídos do sistema digital de gestão interno. Em algumas das empresas visitadas, esses quadros de gestão à vista eram utilizados também em áreas administrativas, com o intuito de gestão de problemas, acompanhamento de pedidos de clientes, acompanhamento de compras, gestão de projetos, entre outros.



QAP – PINTURA CENTROS						
DATA: 20/04/16		OPERADOR: Anderson F.				
PERÍODO	MODELO	CINZA	PRIMER	ADERSIVO	VERNIZ	PLANO REAL OBSERVAÇÕES
08:50/09:35	disco	X				02 02 Preparar tinta um lado (selar pedras)
09:35/09:40	disco	X				01 01 " "
09:40/10:10	disco	X				02 02 outro lado
10:10/10:17	disco	X				01 01 " " lavar com es
10:17/10:50	disco	X	X	X	X	31 31 RBP preparar tinta
10:50/11:33	disco	X	X	X	X	66 66
11:33/13:44	disco	X	X	X	X	46 46 RBP
13:44/13:48	disco	X	X	X	X	02 02 lavar com es
13:53/14:17	disco	X	X	X	X	15 15 Preparar tinta Lavar com es

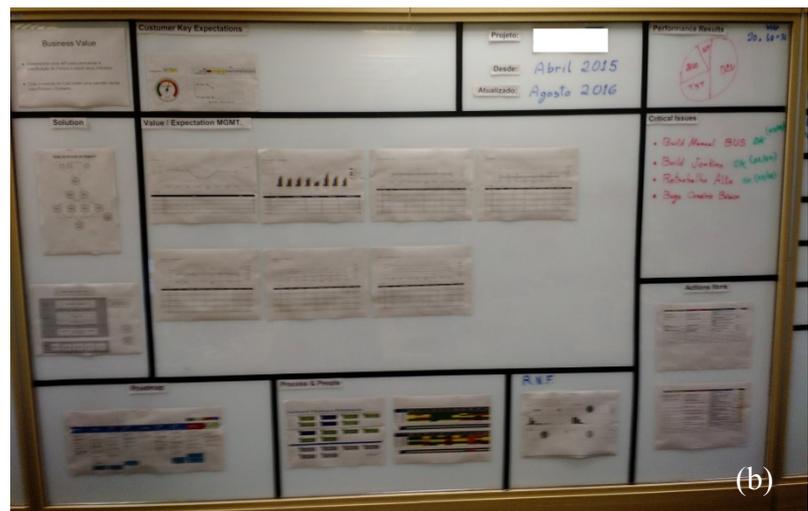


Figura 10 - Exemplos de quadros de acompanhamento para as reuniões diárias
 Fonte: (a) a autora e (b) Empresa E

Outro programa bastante implementado pelas empresas visitadas é o 5S. A ordenação e limpeza do ambiente de trabalho constituem o primeiro passo para a obtenção de um espaço organizado e transparente, fazendo com que as oportunidades de melhoria tenham espaço para serem trabalhadas. Na maioria dos casos, as empresas ainda adicionaram um sexto S, referente à segurança do trabalho. Na Empresa A são feitas diariamente inspeções de 5S a partir de um *checklist* elaborado pelas pessoas que operam as máquinas em conjunto com as pessoas que realizam as auditorias, pertencentes aos mais variados departamentos da organização. Somente a Empresa A autorizou o registro de fotografias no chão de fábrica, motivo pelo qual a Figura 11 exibe apenas imagens desta empresa, ilustrando como o seu galpão fabril é limpo, claro e ordenado, com demarcações de passagem de pedestres (a), identificação de espaço específico para o armazenamento das ferramentas (b), indicação de localização de prateleiras e lixeiras (c), evidenciando o esforço contínuo relacionado ao senso de disciplina para manter o ambiente organizado.



Figura 11 - Ambiente de trabalho da Empresa A com Programa 5S implementado
Fonte: A autora

Também foram observados em todas os esforços para padronização de processos e operações. Na Empresa A, existem os procedimentos operacionais padrão, intitulados de instruções de trabalho (Figura 12 (a) e (b)), lições ponto-a-ponto de operações específicas e os gráficos de balanceamento das atividades dos operadores, baseados na técnica do trabalho padronizado. No mais, inspeções visuais de produtos acabados também possuem instruções-padrão, localizadas próximas à estação de trabalho (Figura 12 (c)), para assistência direta aos trabalhadores. Novos procedimentos, decorrentes da aquisição de novas máquinas, estavam passando por um processo de melhoria e padronização, que era liderado pelo setor de engenharia de processos.

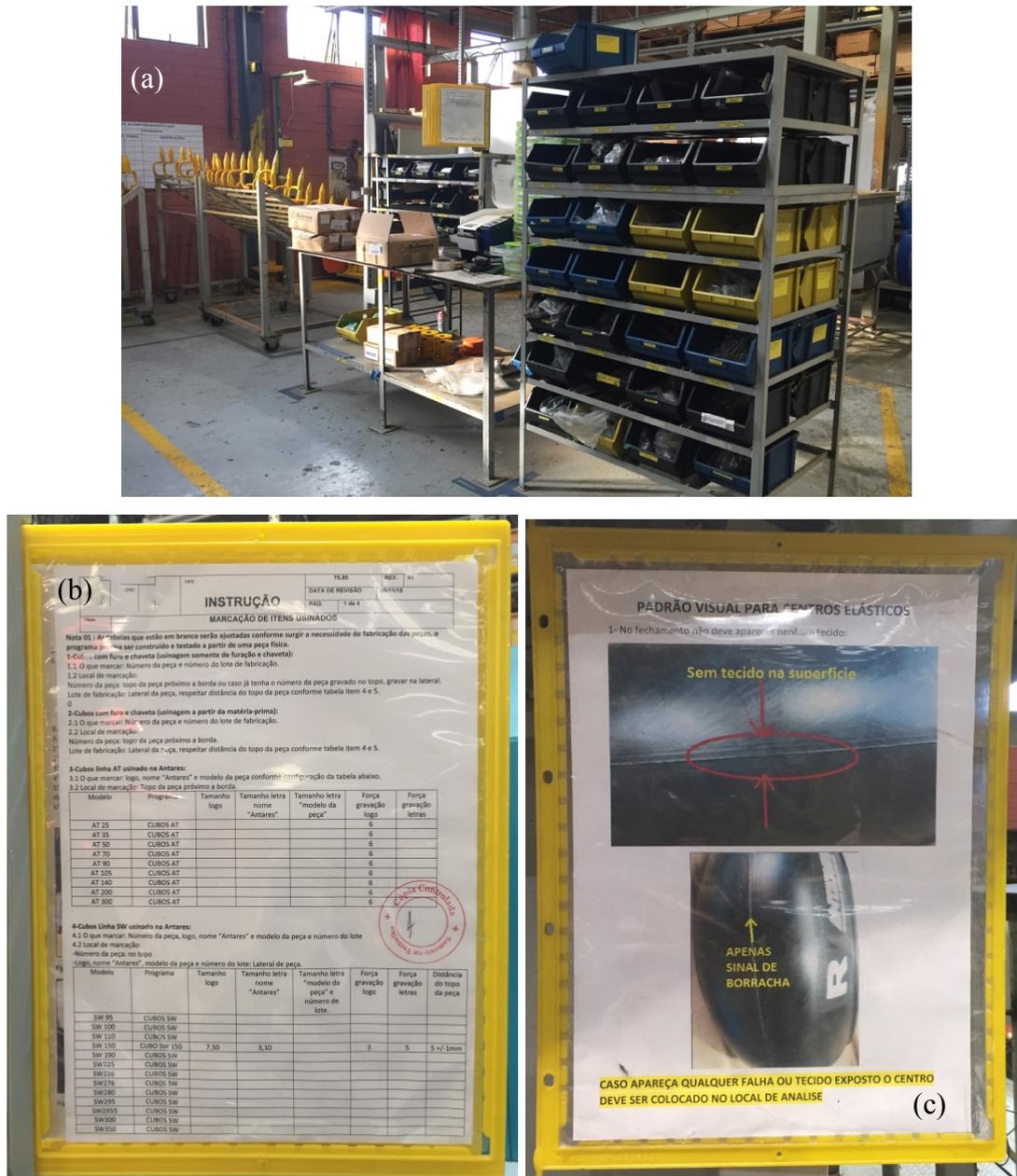


Figura 12 - Instruções de trabalho e padrão de inspeção visual próximos à produção

Fonte: A autora

Na Empresa B, também havia procedimentos operacionais padrão e esses são sujeitos a auditorias periódicas que possuem parâmetros de avaliação disponíveis na estação de trabalho, para que a inspeção seja efetuada corretamente. Além disso, também são padronizados os parâmetros do processo produtivo (incluindo *checklist* para *set up* da máquina a ser operada) e as condições básicas para o acionamento das máquinas. Qualquer não conformidade percebida em relação ao padrão gera um formulário específico, que deve ser solucionado a partir de medidas propostas pelos próprios operadores sob a supervisão do gestor da área. Esses formulários são semanalmente compilados e resultam em métricas de acompanhamento da qualidade. É interessante relatar que, no caso da Empresa B, os documentos que auxiliam essas avaliações de conformidade com o padrão são bastante visuais, incluindo fotos das operações, métodos de avaliação do produto em diagramas, entre outros.

Finalmente, a Empresa B também segmenta os desvios de qualidade em relação ao padrão em três categorias: (a) desvios percebidos pelo cliente final; (b) desvios percebidos pelo fabricante de cigarros; e (c) desvios percebidos somente pela Empresa H2. Procura-se solucionar integralmente todos os desvios, mesmo os menores, e o que limita cada uma dessas categorias é uma avaliação bastante visual, uma vez que se trata de embalagens. Nota-se que o uso da palavra “percebidos” nas categorias remete a uma avaliação subjetiva realizada visualmente, relacionada aos conceitos de percepção e atenção visual.

Na Empresa E foi possível observar como a padronização pode permear mesmo ambientes considerados *soft*, com produtos intangíveis, como no caso de *software* e soluções digitais. O processo de desenvolvimento do produto é norteado pelas técnicas de gestão ágil de projetos e *design thinking*¹⁰, estimulando a criação e co-criação com os clientes e parceiros e criando ciclos rápidos de aprendizagem e avaliação. Nesse caso, o desenvolvimento dos protótipos dos produtos não tem somente fins de experimentação e padronização, mas também de estreitamento das relações com o cliente e captura dos principais requisitos, que vão emergindo ao longo dos ciclos. Além disso, a Empresa E destaca-se em seu segmento pelo seu caráter inovador, a partir de um processo padronizado de gestão da inovação e inserção de melhorias. As descrições de cargo padrão da empresa já incutem desde o início o papel dos colaboradores

¹⁰*Design Thinking* é um novo paradigma para lidar com os problemas gerenciais através de práticas e metodologias de design. A prática e a competência em design são usadas para além do próprio contexto, para e com pessoas sem uma base acadêmica no assunto, tornando-se então uma versão simplificada do "pensamento do designer" ou uma maneira de descrever os métodos utilizados por ele que está integrado a um discurso gerencial acadêmico ou prático (DORST, 2011; JOHANSSON-SKOLDBERG; WOODILLA; ÇETINKAYA, 2013).

no processo de melhoria contínua, que também é padronizado para facilitar o aprendizado dos passos a serem seguidos e garantir uniformidade.

Dentre as práticas visuais advindas do Sistema Toyota de Produção (STP) mais comumente empregadas nas empresas visitadas, destacam-se vários tipos de *kanban* e o *andon*. Nas empresas da área de manufatura (A, B, C e D), os *kanbans* eram utilizados tanto para puxar a produção nas estações de trabalho, como para movimentação de insumos do almoxarifado para a área de produção e reabastecimento por parte do fornecedor.

Na Empresa A, em algumas das estações de trabalho, os *kanbans* de produção ainda eram programados pelo setor de engenharia de processos. Entretanto, nas estações mais consolidadas, os operadores realizavam o próprio preenchimento (Figura 13(a) e (b)). Assim também acontecia para as demais empresas. Além disso, na Empresa A, os *kanbans* eram utilizados até para controle do trabalho em progresso de parafusos e caixas.

A Empresa E utilizava uma tela digital para nivelamento da produção, denominada de *kanban board*, contendo cartões digitais que representam as diferentes características ou partes da solução digital, ou seja, o produto final é definido por uma quantidade finita de cartões (Figura 14). Assim, os cartões eram deslocados ao longo das colunas, que indicavam o processo sequencial do desenvolvimento do produto. Nesse quadro, o tempo que cada cartão permanecia em cada coluna era registrado, evidenciando a abordagem prática de Koskela (1992) de tornar atributos invisíveis em visíveis através de medições. A partir desses dados, eles conseguem gerar uma espécie de linha de balanço, denominada por eles de *cumulative flow diagram*, que dá a percepção do ritmo de produção e o nivelamento do fluxo.

Além das colunas referentes às atividades, eles também mantinham colunas de estoques declarados (como “disponível para...”), a fim de enxergar o trabalho em progresso existente e buscar minimizá-lo. Como o produto final é intangível, seria fácil de perder o controle sobre o status de cada uma de suas partes.

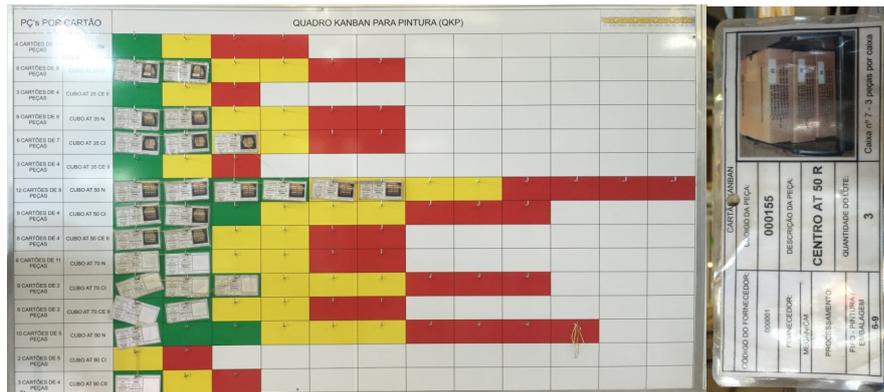


Figura 13 - *Kanbans* utilizados para planejamento, nivelamento e controle da produção diária
Fonte: A autora

No mais, o *kanban board* também faz uma alusão à esteira da linha de montagem de uma indústria de manufatura, considerando as colunas como as estações de trabalho e os cartões as diversas partes do produto que caminham pelas estações. Assim, eles conseguiram estabelecer um ritmo de produção e buscar o ideal de fluxo contínuo.

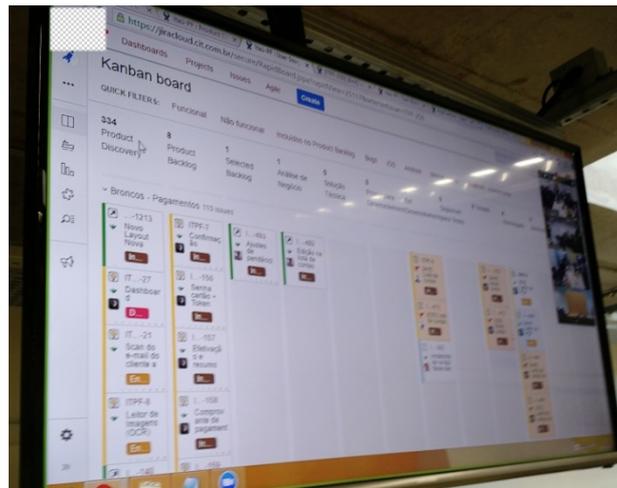


Figura 14 - *Kanban board* digital da Empresa E
Fonte: *Lean Summit* (2016)

O *andon* era utilizado nas empresas de maneira semelhante à proposta pelo STP e pela literatura do assunto (JACA *et al.*, 2013; LIKER, 2004; SPEAR; BOWEN, 1999), estimulando a detecção de anormalidades imediatamente e interrompendo a linha de produção, se necessário. Além disso, para o funcionamento do *andon* foi necessário criar uma cadeia de ajuda formal, que iniciava com os líderes das equipes de produção, podendo envolver níveis hierárquicos superiores à medida que os problemas precisavam de soluções táticas ou estratégicas. Ressaltasse a relevância da cadeia de ajuda no processo de facilitação da comunicação vertical interpessoal.

Por fim, foi compreendida a alta importância dada, pelas cinco organizações, ao uso do relatório A3 como ferramenta de solução de problemas e comunicação. Todas elas desenvolviam A3s para solucionar e documentar problemas de produção e administrativos. A Empresa E, inclusive, estabeleceu a meta de 50 A3s por ano, numa tentativa de estimular a melhoria contínua em todos os setores.

Tanto a empresa E como a A também trabalhavam com a ferramenta A3 em um nível mais estratégico, a partir de um A3 que contém um plano estratégico (geralmente anual) da empresa, denominado *hoshin kanri*, também advindo da Toyota, onde as principais metas da empresa são formuladas, discutidas e dispostas (LIKER, 2004; WITCHER; BUTTERWORTH, 2001). Esse A3 estratégico é desdobrado em outros A3s de nível tático, de acordo com os departamentos da organização, que são posteriormente desdobrados até o nível operacional da produção.

Assim, busca-se que as metas de produção sejam alinhadas com as metas estratégicas e táticas da empresa e vice-versa, possibilitando revisões, caso sejam necessárias para melhor alinhamento. O *hoshin kanri* também assegura o engajamento horizontal da empresa entre os diferentes departamentos, uma vez que, para que o A3 estratégico seja apropriadamente desdobrado ao longo da empresa, é preciso que os setores conversem entre si e compreendam a interdependência de suas atividades para o alcance dos objetivos globais.

As principais áreas das empresas que utilizavam fortemente dos dispositivos visuais foram: planejamento e controle da produção e gestão da qualidade (ou melhoria contínua). Estas áreas foram identificadas como aquelas que mais conseguiram integrar o uso dos dispositivos visuais à sua rotina de gestão. Em um segundo plano, as áreas de segurança e manutenção também possuíam certos dispositivos visuais, mas não era algo comum a todas as empresas visitadas.

Observou-se ainda que, nas empresas A e E, nas quais a implementação da filosofia *lean* estava mais consolidada, os esforços para inserção de dispositivos visuais nas rotinas de gestão já alcançavam as áreas administrativas e de *back office*, tais como os setores financeiro, de contabilidade, de recursos humanos, e de suprimentos.

5.2 PARTICULARIDADES DE CADA EMPRESA

5.2.1 Empresa A

Na empresa A, além de serem utilizados dispositivos visuais comuns, como o *kanban*, foram criados também alguns dispositivos próprios, por meio da observação do processo, elaboração do dispositivo e testes, de forma iterativa, durante a implementação. Quando estes dispositivos

ainda estavam em fase de teste, em termos do formato de visualização e das informações que deveriam constar nestes, montava-se um quadro provisório, elaborado em uma placa de isopor e fita adesiva (Figura 15), flexível o suficiente para que as alterações sejam feitas conforme a necessidade dos usuários. Assim, nota-se que o requisito de flexibilidade da ferramenta visual é aplicado desde a sua concepção.

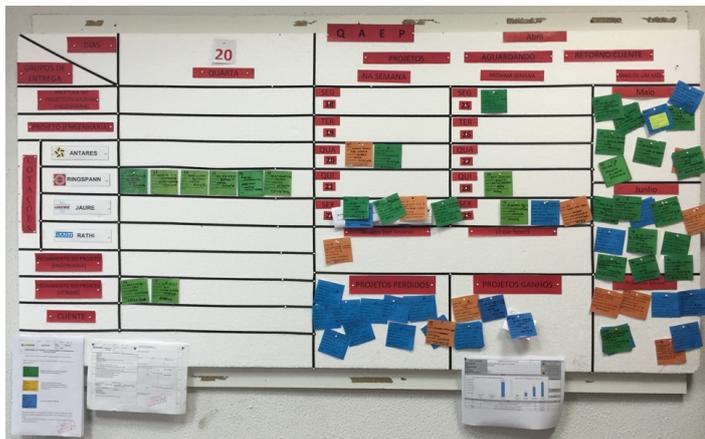


Figura 15 - Exemplo de dispositivo visual flexível em fase de ajustes
Fonte: A autora

Depois que as informações neles contidas e a formatação dos dados do dispositivo visual são consideradas como aprovadas, é elaborado um quadro permanente, como os das Figura 16 (a) em perspectiva e (b) em detalhe, com a introdução de cores para identificar produtos diferentes e impressão de cartões de informações definitivas, tais como *kanbans*, ao invés do uso de papéis autoadesivos.

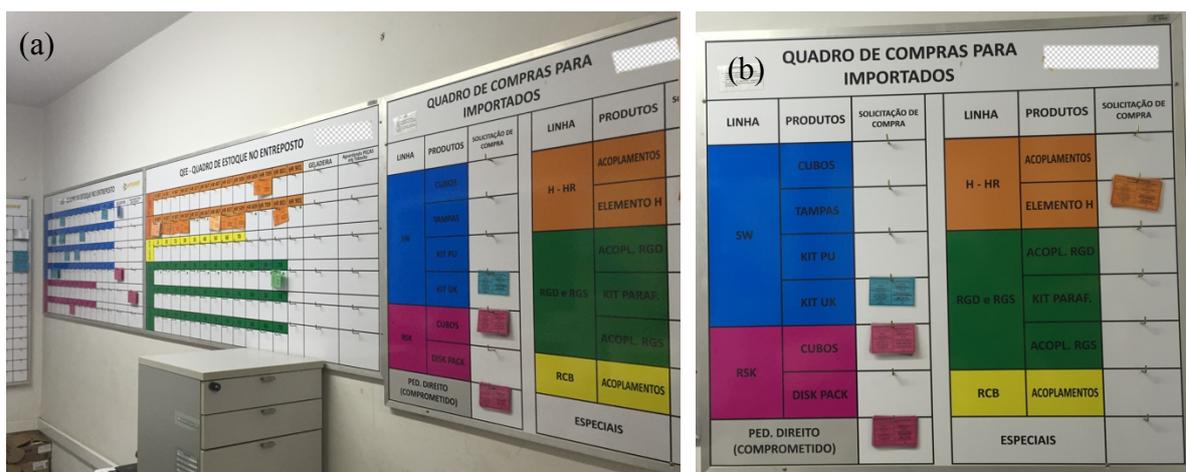


Figura 16 - Exemplos de dispositivos visuais já em formato permanente
Fonte: A autora

Outro ponto de destaque no uso de dispositivos visuais nessa empresa é como eles conseguem revelar uma cultura fundamentada na transparência. O quadro apresentado na Figura 17 torna públicos todos os problemas enfrentados pelos funcionários do setor comercial da empresa.



Figura 17 - Quadro de gestão de problemas do setor comercial

Fonte: A autora

Por conta do alinhamento dos funcionários à cultura organizacional de busca e solução de problemas de forma colaborativa, os profissionais não sentiam qualquer desconforto em relatar os problemas no quadro. Constatou-se, através da entrevista, que os funcionários fazem questão de evidenciar os obstáculos do momento, de forma transparente, para que possam receber ajuda o mais rápido possível por parte de seus gestores.

Vale também destacar a simplicidade com a qual é utilizado um dispositivo *poka-yoke*, instalado na área de embalagem dos acoplamentos. As atividades desempenhadas pelo operador incluem: o armazenamento do acoplamento dentro da caixa, a inserção de um saco de parafusos para instalação posterior, a colocação do manual do produto e o fechamento da embalagem com a etiqueta do produto. Com frequência, o operador esquecia-se de colocar o saco de parafusos dentro da caixa, e então a caixa era enviada ao cliente sem parafusos, gerando insatisfação. Em 2012, a equipe de engenharia de processos instalou um sensor de presença em frente ao box de parafusos e conectado à máquina que imprime a etiqueta da caixa. Assim, a máquina agora só imprime a etiqueta a ser colada na embalagem como última atividade do operador se o sensor de presença tiver acusado a passagem da mão do operador pelo box dos parafusos. Do contrário, a impressora permanece parada. A referida estação de trabalho é apresentada na Figura 12(a).

Além disso, percebeu-se como essa cultura visual e colaborativa da empresa realmente apoia as rotinas de gestão em quase todos os processos. Não há almoxarifado de matérias-primas ou insumos, por exemplo. Os *kanbans* de reposição por parte do fornecedor funcionam tão bem

que as entregas dos materiais são diárias em uma rotina de *milk run*¹¹. Além disso, eles reportam pequenos incidentes e quase acidentes em dispositivos visuais específicos, pois são estimulados a fazerem isso como uma forma de tornar os problemas visíveis e trazê-los à tona. Finalmente, percebeu-se ainda a proximidade do laboratório de engenharia com o galpão da fábrica, que foram propositalmente posicionados dessa forma para permitir a comunicação mais horizontal entre os funcionários e facilitar a implementação das melhorias.

5.2.2 Empresa B

Como a Empresa B havia, seis meses antes deste estudo, adquirido a planta de operação de Cachoeirinha/RS, notou-se um esforço grande para disseminar e consolidar a nova identidade e cultura organizacional da empresa nesse processo de transição.

Os cinco valores da empresa – segurança, integridade, trabalho em equipe, responsabilidade social e inovação – são reforçados por meio de diferentes dispositivos visuais, especialmente a área de segurança. Foram vistos, por exemplo, muitos pôsteres de tamanho A1 na área de produção descrevendo ações consideradas certas ou erradas de acordo com os valores da empresa e com o Programa 6S implementado.

Dentre as práticas visuais que se sobressaíram nessa empresa, observou-se um alinhamento entre a empresa e seus fornecedores na incorporação de informações úteis ao produto ainda na cadeia de suprimentos. Os rolos pressores, utilizados na marcação e impressão das embalagens, eram de diferentes cores para indicar diferentes pressões e durezas, informações essenciais ao processo de produção das embalagens. Ao invés de os operadores de linha terem de consultar tabelas do produto para se informar sobre essas informações, as cores dos rolos já indicavam isso de forma padronizada.

Além disso, a empresa também estava começando a utilizar grandes *totens* com rodízios para o segmento de manutenção de máquinas. Esses *totens* permanecem em uma área do galpão e, quando é necessária a manutenção de uma máquina específica, são transportados até próximo da máquina com todas as ferramentas e instruções fundamentais à manutenção. Nesse sentido, notou-se a possibilidade do uso de dispositivos visuais móveis mesmo considerando o caráter estático da indústria.

¹¹ Um método de acelerar o fluxo de materiais entre plantas, no qual os veículos seguem uma rota para fazer múltiplas cargas e entregas em muitas plantas (LIB, 2016).

Finalmente, observou-se também que o quadro de acompanhamento de produção da empresa (contendo indicadores de produção, qualidade, paradas e desperdício) permaneceu como o da antiga empresa adquirida, pois já era um dispositivo visual tão consolidado em relação às necessidades de informações dos usuários que a empresa optou por manter.

A sala da equipe de engenharia de processos também possuía um quadro de acompanhamento visual das tarefas a serem realizadas. O quadro era dividido em quatro espaços com os respectivos status: *week* (atividades sendo desenvolvidas na semana corrente), *stand-by* (atividades que estejam paradas por algum tipo de problema ou necessidade de contato com outra pessoa), *acabado* (atividades concluídas na semana corrente) e *radar* (atividades que não são prioridade, mas que também não podiam ser perdidas de vista – seriam trabalhadas num futuro próximo). Apesar de esse quadro não estar presente em todas as áreas administrativas, tratava-se de um experimento piloto na área para implementação posterior nos demais departamentos da empresa.

5.2.3 Empresa C

Nessa empresa, observou-se particularmente um esforço em manter as informações disponibilizadas *online* e *off-line* atualizadas para os diferentes públicos-alvo. O quadro físico do sistema de comunicação interna da empresa possuía as mesmas informações e em formatos semelhantes ao sistema acessado *online*. A intenção, de acordo com os supervisores da visita, era disseminar valores e cultura organizacionais a todos da mesma forma, independente do canal de comunicação utilizado.

Semelhantemente à Empresa A, esta organização também utilizava dispositivos visuais localizados próximos aos postos de trabalho para relato de quaisquer incidentes ou quase acidentes. Esses dados são armazenados e analisados periodicamente e um plano de ação é gerado para correção imediata e prevenção do incidente futuramente. Percebeu-se que a simples existência dessa oportunidade para registro imediato dos acontecimentos faz com que mais informações emergem, mesmo não sendo informações relacionadas a acidentes graves.

Finalmente, o almoxarifado dessa empresa tinha todos os itens de estoque bem identificados. Cada produto possuía seu endereço (rua) e código específico, o que facilitava na procura das peças para a montagem dos kits solicitados pelos *kanbans*. Além de acessibilidade de informações, poupava-se bastante tempo procurando as peças, atividade que não agrega valor.

5.2.4 Empresa D

Durante a visita, constatou-se que a identidade visual de uma das marcas de refrigerantes comercializada pela empresa é forte internamente, sendo mais forte até do que a identidade visual da própria empresa. Todos os empregados da empresa passam por uma visita institucional, que contempla vídeos e ambientes lúdicos (Figura 18(a)), cenários históricos representados em escala real (Figura 18(b)) e degustação dos produtos, no intuito de apresentar a história, os valores e a cultura da marca e fortalecer sua identidade perante os funcionários.



Figura 18 - Fotos da visita institucional realizada na Empresa D
Fonte: A autora

Enquanto isso, os dispositivos visuais para produção são escassos. Nesse sentido, percebeu-se a diferença entre gestão visual e identidade visual, conceitos já apresentados nos capítulos de revisão de literatura. Basicamente, ao longo da fábrica (cuja visita foi restrita à observação de um mirante), encontravam-se placas de localização, marcações de caminho no piso, quadros de indicação de que produto está sendo fabricado em cada uma das dezesseis linhas de produção (pois podem variar ao longo da semana de acordo com a demanda), valores e frases de efeito em quadros com bastante identidade visual, comunicações do departamento de marketing para promoção do produto internamente, entre outros.

Finalmente, duas técnicas visuais se sobressaíram durante a visita. Primeiramente, a fim de conferir maior ênfase ao cuidado com o uso de equipamentos de segurança durante a visita, a empresa se utilizou de uma iluminação especial na área dos capacetes (Figura 19(a)), como forma de atrair a atenção visual do público (a maioria sem conhecimentos em segurança do trabalho) de uma forma diferenciada e esteticamente agradável, no contexto de uma visita que já é extremamente lúdica e atrativa visualmente. Por fim, por mais que os visitantes não tivessem acesso à linha de produção dos refrigerantes, a empresa abriu vãos na laje superior,

mais uma vez atraindo a atenção do público de uma forma diferenciada (Figura 19(b)), para que o processo de engarrafamento pudesse ser observado de cima.



Figura 19 - Formas diferenciadas de atrair a atenção visual dos visitantes
Fonte: A autora

5.2.5 Empresa E

Por ser uma empresa da área digital, essa visita ofereceu contribuições diferentes quando comparadas às demais empresas, tanto pelo seu perfil de operação – soluções digitais e *software* – como pelo seu histórico de implementação em *Agile* e *Design Thinking*.

Um dos fatos que mais chamou a atenção foi o grau de utilização da tecnologia da informação para o desenvolvimento dos dispositivos visuais. Sendo uma empresa digital, seria fácil supor que todas as práticas e ferramentas visuais seriam assistidas por computador. Entretanto, dependendo do objetivo da ferramenta em relação à comunicação e colaboração das pessoas, ela pode ser inteiramente manual e elaborada internamente de forma simplificada.

No momento de uma visita ao cliente, por exemplo, eles não levam apresentações em slide, e sim optam por apresentar um pôster grande (formato A0, geralmente), para propiciar o foco nas principais informações (contidas naquela folha) e permitir a colaboração e contribuição por parte do cliente. Nesse caso, vale salientar que, com essa prática, a empresa consegue se aproveitar de algumas das dimensões colaborativas propostas por Eppler e Bresciani (2013): foco direcionado e gestão de discussões.

No mais, a maior parte das divisórias entre os diferentes setores é de vidro (Figura 20), com a intenção de tornar o ambiente literalmente mais transparente e propício à colaboração. Nessas mesmas paredes de vidro, são compartilhadas ideias (Figura 21), as quais podem ser utilizadas

pelos colaboradores para planejar, criar e cooperar entre si. Trata-se de uma forma de externalizar ideias de uma pessoa e inseri-la em um dispositivo visual, para que os demais possam utilizá-la.

Seguindo essa mesma linha de compartilhamento de informações, observou-se que toda e qualquer informação banal, como usuário e senha de computadores não-pessoais, estão disponíveis no exato local em que são necessárias (fixadas na tela do computador), para evitar qualquer desperdício de tempo ou movimentação. O mesmo acontece para a localização e instruções de uso de dispositivos audiovisuais no auditório da empresa, por exemplo.

Na Figura 21 também é possível observar uma parte do sistema de comunicação interna através de *broadcast* televisivo. A TV corporativa busca disseminar informações importantes a todos os funcionários e fortalecer a cultura organizacional. De acordo com os próprios supervisores da visita, toda a equipe da empresa é informada sobre seus desafios (desdobramentos diretos e indiretos das metas) através dos quadros, paredes de vidro e *broadcast*.

Outro objetivo da empresa está relacionado, como já comentado, ao engajamento cultural dos colaboradores com a empresa e à sensação de bem-estar. A diretoria da empresa procura fomentar, através de recursos visuais, a sensação de conforto e empoderamento nos colaboradores. O ambiente foi pensado e projetado para o perfil dos profissionais que lá atuam, comumente denominados *geeks*¹². As salas de reuniões (Figura 22), por exemplo, são temáticas e têm nomes de diversos super-heróis dos quadrinhos. Além da alusão ao lúdico e ao poder de transformação dos colaboradores, há uma identificação cultural forte, funcionando de forma mais eficaz que outros dispositivos visuais mais triviais para identidade visual da instituição.



Figura 20 - Ambiente de trabalho transparente e com divisórias de vidro e uso de pôsteres
Fonte: *Lean Summit* (2016)

¹² Geek é uma gíria da língua inglesa cujo significado é alguém viciado em tecnologia, em computadores e internet. A subcultura geek se caracteriza como um estilo de vida, no qual os indivíduos se interessam por tudo que está relacionado à tecnologia e eletrônica, gostam de filmes de ficção científica, são fanáticos por jogos eletrônicos e jogos de tabuleiro, sabem desenvolver softwares em várias linguagens de programação e, na escola, se destacam dos outros colegas pelos conhecimentos demonstrados (SIGNIFICADOS.COM, 2016).



Figura 21 - Ambiente de trabalho transparente e com ideias discutidas no vidro
Fonte: *Lean Summit* (2016)

Uma forma visual de reconhecer os colaboradores da empresa é através dos *pins* nos crachás de identificação, que celebram o alcance de metas, premiações, *kaizens*, reconhecimentos por satisfação do cliente, etc. Quanto mais *pins* no crachá, mais reconhecido se é por seus méritos na empresa. E isso, de acordo com a entrevista realizada, é motivo de orgulho para os funcionários, pois todos querem merecer tais *pins*.



Figura 22 - Exemplo de sala de reuniões temática
Fonte: A autora

Essa prática também faz parte de uma colocação importante feita pelos supervisores da visita: os rituais de comunicação e *feedback* da organização. De acordo com eles, só o fato de se denominarem rituais, já se indica a relevância desses processos para todos os funcionários. Além dos *pins* de reconhecimento, são realizadas as reuniões diárias com os times de desenvolvimento para acompanhamento e nivelamento das tarefas, bem como a consideração de variáveis sociais e culturais do trabalho em equipe. Como a empresa possui filiais em outros países, a colaboração entre times internacionais é constante e isso demanda bastante conversa entre todos.

Quando se trata da relação dos times de desenvolvimento com suas empresas clientes, cada time pode criar seu ambiente de trabalho conforme preferirem, organizando parte do quadro de acompanhamento de forma livre, inserindo a identidade visual dos clientes na própria sala e

inserindo objetos pessoais no ambiente de trabalho (Figura 23). De acordo com os colaboradores, essa identidade buscada com o cliente cria melhor entrosamento entre o time e o cliente e também dentro do próprio time, que possui metas compartilhadas.



Figura 23 - Exemplo de sala de um dos times de desenvolvimento de software da empresa
Fonte: *Lean Summit* (2016)

Esse ambiente aberto e transparente da empresa, além das principais informações disponíveis à vista para todos, permite que seja realizado *benchmarking* entre os times de desenvolvimento. Como trabalham para clientes diferentes, é possível compartilhar *insights* de diferentes experiências de desenvolvimento do produto, o que contribui para enriquecer o trabalho de todos.

Finalmente, sendo uma empresa de soluções digitais, foi possível observar o uso de diversos dispositivos digitais conectados a equipamentos do escritório para obtenção de dados, utilizando o conceito de Internet das Coisas¹³. Essa nova forma de obtenção e visualização de dados cada vez mais granulares e acessíveis permite a empresa controlar os recursos de forma mais eficiente.



Figura 24 - Dispositivo visual para controlar o uso das salas da empresa
Fonte: A autora

¹³ Internet das Coisas (*Internet of Things* ou IoT) se refere à interligação em rede de objetos do cotidiano, que muitas vezes são equipados com inteligência onipresente. A IoT tem a finalidade de proporcionar uma infraestrutura de tecnologia de informação, facilitando a troca de "coisas" de uma maneira segura e confiável, ou seja, a sua função é a de superar a lacuna entre os objetos no mundo físico e sua representação em sistemas de informação. A IoT vai servir para aumentar a transparência e melhorar a eficiência das redes de cadeia de suprimentos globais (WEBER; WEBER, 2015; XIA et al., 2010).

Os climatizadores de ar e as lâmpadas, por exemplo, são controlados por sensores específicos nas salas que acionam, aumentam ou diminuem a intensidade do uso dos equipamentos de acordo com um padrão de aceitabilidade. O exemplo da Figura 24 ilustra um dispositivo visual, situado no corredor de entrada da empresa, que indica que salas daquele pavimento estão sendo utilizadas no momento corrente, de acordo com sensores de presença. Essa simples ferramenta oferece uma oportunidade para o contexto da construção civil, sendo que esta poderia ser utilizada para diversos fins e até mesmo ofertada pelas próprias incorporadoras como diferenciais de mercado no momento de comercialização de imóveis.

5.3 CONTRIBUIÇÕES PARA OS ESTUDOS EMPÍRICOS

Embora os estudos breves tenham sido superficiais, propiciaram *insights*, tanto para o processo de aprendizagem e amadurecimento da pesquisa como também para a melhor compreensão de como funcionam alguns dispositivos em ambientes nos quais se utilizam práticas visuais mais avançadas. As similaridades percebidas entre todas as empresas permitiram o entendimento, de uma forma um pouco mais genérica, de como os dispositivos visuais podem suscitar ainda mais benefícios quando associados a momentos frequentes de reflexão e rituais de comunicação, como as reuniões diárias.

A oportunidade de conhecer empresas com dispositivos visuais tão dinâmicos associados a processos mais participativos também propiciou uma análise mais crítica por parte da pesquisadora nos estudos empíricos realizados nas construtoras. Em relação ao estudo empírico na empresa F, o aprendizado adquirido com os estudos breves e as boas práticas relatadas contribuíram tanto para o processo de análise como também nas intervenções de melhorias. Para o estudo na empresa G, os estudos breves contribuíram para uma avaliação mais focada no uso dos dispositivos visuais para colaboração e integração entre processos.

6 RESULTADOS DOS ESTUDOS EMPÍRICOS

6.1 ESTUDO EMPÍRICO NA EMPRESA F

6.1.1 *Análise do conjunto de práticas e ferramentas visuais empregadas*

Como descrito no capítulo de método da pesquisa, a primeira fase do estudo empírico na Empresa F consistiu na identificação e análise de um amplo conjunto de práticas e dispositivos visuais da Obra 1.

Em termos de delimitação do estudo, foram desconsiderados os dispositivos do tipo indicadores e sinais visuais mais tradicionais, justamente pelo seu baixo poder de transformação do ambiente e das pessoas e sua pouca relevância para as práticas avançadas. A Figura 25 ilustra dois tipos de dispositivos visuais que não foram considerados: (a) informativos básicos e de rotina do canteiro, como placas de segurança e alertas sobre ingestão de água e (b) discriminação de cores para coleta seletiva de resíduos. Além disso, nesse primeiro estudo, optou-se por não incluir os dispositivos utilizados para planejamento e controle de produção internos (planejamento de longo e médio prazo, controles de desvios de custo e prazo, etc.), por serem dependentes de uma análise mais específica, que foi realizada de forma parcial na segunda fase deste estudo.



Figura 25 - Exemplos de dispositivos visuais não analisados no estudo exploratório
Fonte: A autora

Conforme ilustra a Figura 26, foram selecionados os seguintes tipos de diversos dispositivos visuais: (a) quadros de indicação de responsáveis para contato, (b) mapas de risco (um dos poucos exemplos de dispositivos espaciais), (c) cartões de solicitação de materiais, (d) folhas de instrução de trabalho ilustradas e (e) quadros de avaliação interna e externa (em relação a parceiros). O conjunto de dispositivos escolhidos foram então categorizados, conforme os critérios de classificação já apresentados no capítulo 1.



Figura 26 - Exemplos de práticas e ferramentas visuais analisadas no estudo exploratório
 Fonte: A autora

Em relação à possibilidade de inovação na forma de apresentação dos dados, observou-se que, nessa obra, o percentual de dispositivos novos, ou seja, elaborados na obra e não provenientes de um procedimento padrão já existente da empresa era de 38%, o que foi considerado um

percentual relativamente alto, uma vez que a empresa possuía uma grande quantidade de padrões operacionais nas suas obras. Mais de um terço dos dispositivos catalogados surgiram por uma necessidade específica dos usuários daquela obra.

Observou-se também que 62% dos dispositivos eram estáticos, ou seja, não passava por nenhum tipo de atualização ao longo do tempo, ou em função do local ou atividade. Em outras palavras, tais dispositivos não eram alimentados por dados de controle. Dispositivos estáticos geralmente estão associados a conteúdos mais triviais das ferramentas visuais, como indicadores.

Realizou-se uma análise também sobre a quantidade de conteúdo em cada um desses dispositivos visuais e se havia evidências de sobrecarga de informações no dispositivo, de informações desconexas entre si ou até mesmo concorrentes em atenção. Nesse caso, apenas 14% dos itens catalogados, ou seja, cinco no total, apresentaram algum tipo de sobrecarga de informações.

Como um dos objetivos desse estudo era investigar o grau de integração dos dispositivos visuais às rotinas do sistema de gestão da produção, procurou-se indicar a que área cada um dos itens pertencia. Houve ocasiões em que um dispositivo pertencia a mais de uma área (planejamento e controle de produção e qualidade, por exemplo), o que resultou na contagem duplicada desse dispositivo (uma unidade para cada área).

Assim, mais da metade dos artefatos visuais era diretamente relacionado ao processo de planejamento e controle da produção, incluindo quadros de avaliação de produtividade e mapas de alocação de ajudantes a atividades no canteiro. Também havia um número significativo (22%) de dispositivos integrados à gestão da qualidade, tais como folhas de instrução do trabalho padrão, quadros de avaliação da qualidade e o painel da política interna de qualidade. Entretanto, nenhum destes dispositivos apresentava indicadores de defeitos ou não conformidades. O foco em gestão da produção e da qualidade, com o objetivo principal de reduzir custos foi também encontrado nas empresas A, B, C, D e E.

Alguns déficits de informação foram identificados em outros processos gerenciais da Empresa F, tais como segurança, detecção de resíduos e gerenciamento de logística. No que diz respeito à segurança, embora os trabalhadores fossem encorajados a relatar incidentes, a maioria dos dispositivos visuais eram estáticos e exibiam taxas de acidentes e planos de ação após acidentes. Assim, as informações relacionadas à segurança do trabalho tinham um caráter reativo, por meio de indicadores de acidentes e planos de ação após a ocorrência de falhas.

Como as boas práticas das visitas técnicas às indústrias de manufatura mostraram, dispositivos visuais próximos ao local de trabalho, que estimulem os funcionários a relatarem situações de quase acidente e incidentes, são fundamentais para que as informações emergjam e os problemas venham à tona, trabalhando de forma preventiva em relação a acidentes.

Além disso, apesar de algumas práticas visuais estarem bem conectadas aos processos de planejamento e controle da produção e de gestão da qualidade, a integração entre os dispositivos visuais e alguns outros processos gerenciais era relativamente fraca. Observou-se que mais da metade dos artefatos desempenhavam funções de identificar ou informar algo (55%), o que remete, novamente, aos tipos de ferramentas visuais mais básicos. Apenas 13% das ferramentas exerciam função de controle de dados ou atividades e somente 5% se destinavam a garantir uma ação, como um dispositivo à prova de erro. Grande número de dispositivos visuais eram estáticos e tinham apenas caráter informativo ou indicativo (indicadores e sinais visuais), não servindo como mecanismo para oferecer *feedback* para apoiar a resolução de problemas ou mitigar a complexidade.

Observa-se aí mais uma oportunidade de melhoria: o fortalecimento e a inserção de ferramentas visuais mais sofisticadas, como controles e garantias visuais, em termos de susceptibilidade de a mensagem ser obedecida apropriadamente e do risco associado à sua desobediência. Tais dispositivos poderiam ajudar as rotinas de gestão no controle de dados e garantias de ações ou comportamentos desejados. Todavia, isto só poderia ser efetivamente implementado se houvesse uma maior participação dos trabalhadores na gestão visual. Tais dispositivos mais sofisticados dependem de um ambiente favorável à participação.

Os resultados apresentados acima podem ajudar a empresa a ajustar seu sistema de gerenciamento visual de duas maneiras complementares. Primeiramente, parece importante para a Empresa F buscar um equilíbrio no uso de dispositivos visuais entre diferentes processos gerenciais e usar dispositivos visuais que ofereçam mais suporte para controle e melhoria da produção. Além disso, seria melhor ter um número menor de dispositivos visuais dinâmicos que efetivamente apoiassem a tomada de decisões e encorajassem a reflexão e a colaboração, ao invés de ter um grande número de dispositivos, a maioria deles com baixo impacto na gestão da produção.

Finalmente, o último critério de classificação das ferramentas visuais, exibido na Figura 27, dizia respeito ao tipo de informação apresentada. Como mais da metade dos dispositivos

objetivava identificar ou informar, não foi inesperado o fato de que o maior percentual – 31% - de dispositivos retrata uma informação que responde a uma questão do tipo “o quê?”. Em seguida, vêm os dispositivos que respondem a questões do tipo “onde?” (23%) e “quem?” (16%).

Um resultado surpreendente foi o percentual de ferramentas visuais com informações do tipo “por quê?” – apenas 1%, correspondente a uma única ferramenta relacionada à inspeção de qualidade de serviços. Respostas a esse tipo de pergunta geralmente estão relacionadas a um motivo ou propósito para determinada ação ou conduta, o que, muitas vezes, remete às crenças, valores e cultura da empresa.

Em todo o canteiro, não havia dispositivos visuais que desse algum motivo ou propósito para os colaboradores agirem sobre algo ou se comportarem de determinada forma. É possível inferir que essa ausência de respostas a perguntas do tipo “por quê?” provavelmente feitas pelos funcionários de produção está relacionada à forma como a construção civil em geral ainda enxerga seus colaboradores: apenas como mão-de-obra que não precisa saber o motivo das atividades, somente executar. Ainda é preciso reconhecer que, apesar do reduzido nível de educação formal, a capacidade de contribuição dessas pessoas para o trabalho é ampla.

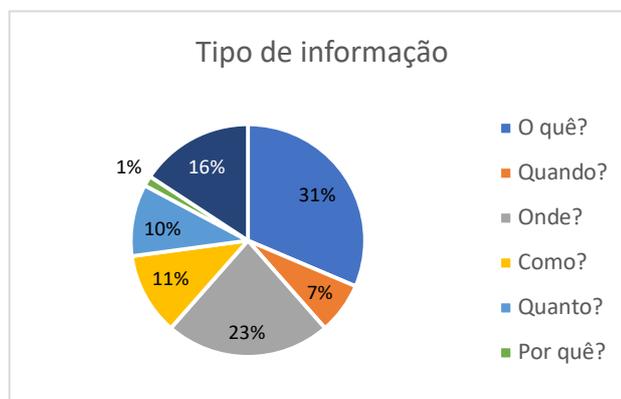


Figura 27 – Percentuais de dispositivos visuais em relação ao tipo de informação retratada

Fonte: A autora

O nível relativamente baixo de participação dos trabalhadores no sistema de gestão visual também foi evidenciado pela matriz que relacionava os agentes que elaboravam as ferramentas visuais com aqueles que deveriam interpretá-las. Essa matriz foi compilada no gráfico da Figura 28, onde percebeu-se que a maioria das informações dos dispositivos visuais foi produzida pela equipe técnica de gestão do canteiro, indicando uma distribuição hierárquica das responsabilidades de geração desses dispositivos. Os trabalhadores raramente eram envolvidos na concepção ou atualização de dispositivos visuais, apesar de possivelmente terem

informações úteis para a gestão da produção. Consequentemente, a equipe de gerenciamento do canteiro tinha de despender uma quantidade considerável de seu tempo em atividades de controle de produção, o que é contraditório com a ideia de que a transparência do processo deve ser usada para aumentar a autonomia da força de trabalho.

Por fim, notou-se que as equipes de produção do canteiro, formadas pelos profissionais das empresas terceirizadas, e as equipes de ajudantes, formadas por funcionários da Empresa F, não eram responsáveis pela elaboração, atualização ou preenchimento de nenhum dispositivo visual. Ou seja, apesar de terem informações a serem controladas por eles mesmos para acompanhamento dos serviços ou repassadas aos seus gestores sobre a execução das atividades, possivelmente tudo era realizado oralmente e sem registro formalizado.

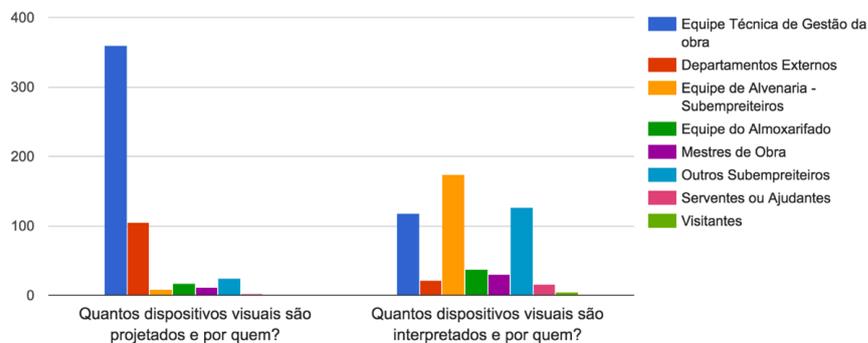


Figura 28 – Relação entre agentes que elaboram e interpretam artefatos visuais no canteiro
Fonte: A autora

As práticas da empresa F contrastam com algumas recomendações da bibliografia, apresentadas no capítulo 2, que enfatizam a importância da maior participação e colaboração dos profissionais diretamente envolvidos na produção no uso dos dispositivos visuais e promoção de um ambiente mais transparente.

Percebeu-se também que o almojarifado, espaço constante durante toda a construção do empreendimento e fundamental à gestão do inventário da obra, mal possuía recursos visuais para auxílio da gestão tampouco passos básicos para organização e limpeza do Programa 5S.

6.1.2 Análise de dispositivos visuais e oportunidades de melhoria identificadas

6.1.2.1 Kanban de blocos cerâmicos

A Figura 29(a) ilustra o *kanban* de blocos cerâmicos. O uso desse dispositivo envolve os seguintes passos:

- (a) O estagiário entrega a folha plastificada contendo os tipos e quantidades de blocos cerâmicos necessários para aquela determinada vista de parede (conforme projeto de alvenaria) ao líder da equipe de ajudantes, que deve procurar no térreo o local de estoque daquela especificação de bloco (Figura 29(b));
- (b) Com giz, o ajudante identifica para que vista aquele bloco é destinado (Figura 29(c));
- (c) Os blocos são separados e transportados por meio do elevador cremalheira ao pavimento em que foram solicitados e movimentados até o local da vista (Figura 29(d)), para que a equipe de produção não precise se deslocar quando da execução da parede.

Assim, percebeu-se que, da forma como o cartão está sendo utilizado, a folha de especificação de quantidades e tipos de bloco não se configura em um *kanban*. Ela simplifica a comunicação para o envio correto dos blocos para as paredes, mas não é disparada pelo processo à jusante, ou seja, pelas equipes de alvenaria, com um certo grau de autonomia. É a própria equipe gerencial da Empresa F que aciona o dispositivo, o que acaba aumentando as responsabilidades e controles internos da mesma. Além disso, essa prática não exerce nenhum controle sobre o estoque em progresso, principal função de um *kanban*.

As folhas são elaboradas antes de iniciar o serviço de alvenaria, a partir dos quantitativos, projetos de alvenaria e cortes das vistas para produção. Se houver pedidos extras de blocos, em caso de desperdício ou falta, os mesmos são atendidos sem serem questionados, pois não há controle do número de blocos que são enviados do depósito. Em suma, não há um sistema de fornecimento puxado, sendo os blocos transportados, em geral, de forma empurrada até o pavimento tipo, onde permanecem estocados até que a equipe de produção chegue ao local.

Assim, percebe-se claramente duas grandes oportunidades de melhoria. A primeira é a necessidade de descentralização da solicitação de transporte dos blocos, conferindo mais autonomia e responsabilidade para as equipes de produção, tornando-as responsáveis pelas solicitações de material e retirando o controle de material das mãos dos estagiários e técnicos. Todavia, para que essa descentralização aconteça efetivamente, é preciso que haja também uma mudança cultural especialmente para os operários de produção. A segunda oportunidade refere-se ao controle de estoque em progresso do serviço a partir do uso apropriado dos *kanbans*, enviando somente a quantidade necessária de material para o pavimento tipo, somente quando for realmente necessário (evitando problemas relacionados a perdas e avarias do material). Se houver pedidos extras, estes devem ser questionados, de modo a identificar a causa-raiz dessas

solicitações. É possível, por exemplo, que esses pedidos extras sejam feitos porque a quantidade de blocos na folha de especificação não está correta.

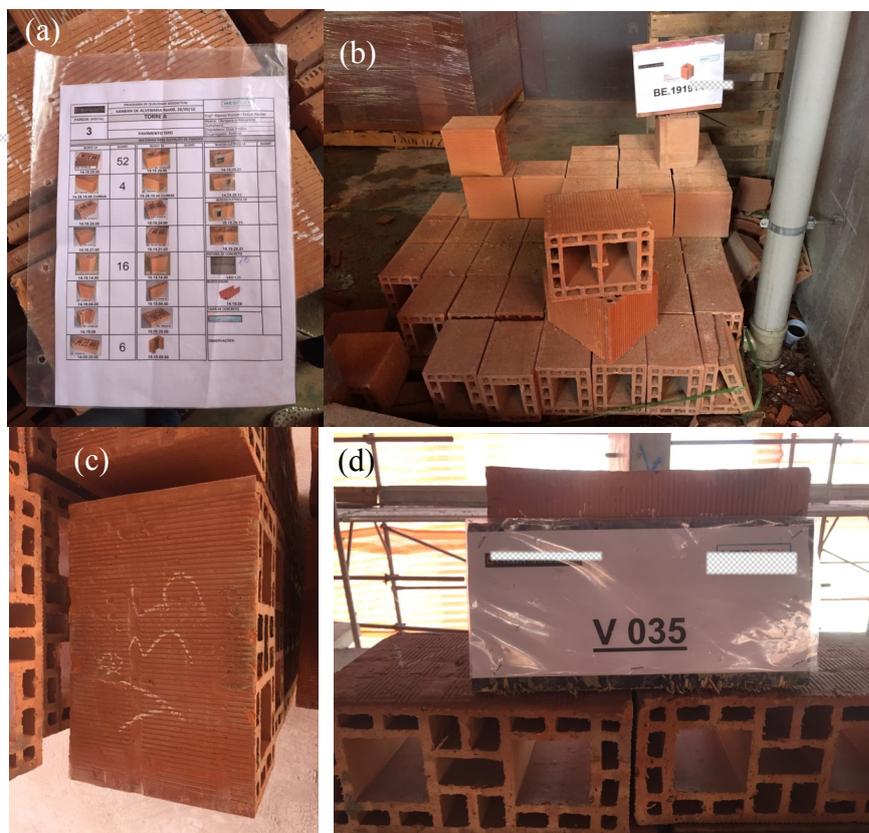


Figura 29 – “Kanban” de blocos cerâmicos e ilustração do processo de solicitação de material
Fonte: A autora

Como evidência da falta de eficácia do sistema *kanban*, observou-se que a Empresa F recebia reclamações sucessivas por parte dos empreiteiros de alvenaria em relação à falta de material no local de trabalho. Não havia comunicação suficiente entre equipe técnica e empreiteiros para a definição da sequência de execução das paredes e do fluxo de abastecimento de materiais. Assim, foi criado posteriormente, frente a essa necessidade, um painel de controle de abastecimento de blocos e argamassas (Figura 30(a)), localizado próximo ao elevador cremalheira. O conteúdo desse painel consistia nas vistas que deveriam ser abastecidas diariamente de acordo com o ciclo de dias do serviço, quem deve realizar esse abastecimento e a quantidade total de sacos de argamassa pronta necessários à execução do serviço no pavimento (Figura 30(b)). Dessa forma, o painel operava como um *heijunka board*¹⁴.

A especificação da quantidade de materiais para cada parede era ainda operacionalizada pelo dispositivo anteriormente descrito. Apesar de ainda centralizado na equipe técnica do canteiro,

¹⁴ Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo. Isso permite que a produção atenda eficientemente às exigências do cliente, ao mesmo tempo em que evita excesso de estoque, reduz custos, mão-de-obra e *lead time* de produção em todo o fluxo de valor (LIB, 2016).

esse painel passou a conferir maior transparência em relação ao plano de ataque do pavimento, definido pela equipe gerencial da Empresa F. Foi acordado com a empreiteira que deveriam ser enviados no dia anterior o material referente às paredes a serem executadas no dia seguinte. Assim, foi possível diminuir o estoque em progresso e, ao mesmo tempo, evitar a falta de material nos pavimentos, nivelando o abastecimento de materiais ao longo da semana.

Foi sugerido que tanto o painel quanto as folhas de especificação fossem melhor desenvolvidas visualmente, para facilitar a sua compreensão, e que fossem também mais integradas entre si, possivelmente com a inserção das folhas de especificação como conteúdo do painel. Como o serviço de alvenaria no empreendimento estava próximo de ser concluído, os representantes da empresa optaram por acatar essa sugestão em uma nova obra.

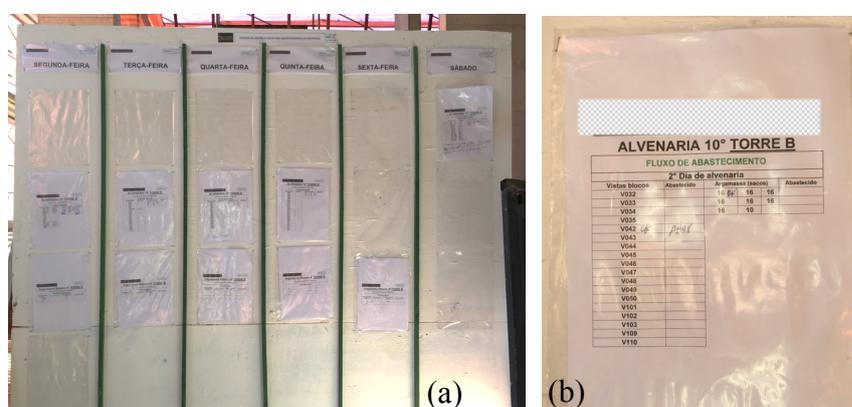


Figura 30 - Painel de controle de abastecimento de blocos e argamassas no pavimento
Fonte: A autora

6.1.2.2 Sistema Andon

A Figura 31 apresenta o *andon* que havia sido recentemente instalado na obra. Pelo curto período de utilização, não foi possível avaliar a operação contínua por um período muito longo, sendo detectadas uma série de falhas em sua concepção possivelmente decorrentes das etapas iniciais de implementação na obra.

Este *andon* foi instalado na sala de engenharia, ao lado da mesa de um dos engenheiros da obra. A intenção era de que o dispositivo operasse conforme os passos sugeridos por Kemmer *et al.* (2006). Entretanto, a difícil visualização do dispositivo, que era parcialmente escondido pela própria mesa, e o fato de que a equipe gerencial da obra passava bastante tempo em campo, conforme relato do engenheiro de obra, tornava o *andon* pouco eficaz como uma forma de alertar sobre as possíveis paradas da produção. Assim, muitas vezes o *andon* era acionado por algum colaborador, mas ninguém recebia o alerta para dar início à cadeia de ajuda para solução

do problema. Enquanto isso, como a equipe de engenharia circulava bastante no canteiro, algumas vezes o problema era identificado ao longo das caminhadas e solucionado quando possível. Ou seja, os alertas ou interrupções no fluxo de trabalho não eram registrados a partir do *andon*, mas informalmente solucionados em campo, limitando-se a uma análise mais imediata e corretiva do problema, ao invés de uma análise mais aprofundada e preventiva, por exemplo, baseada nos cinco porquês.

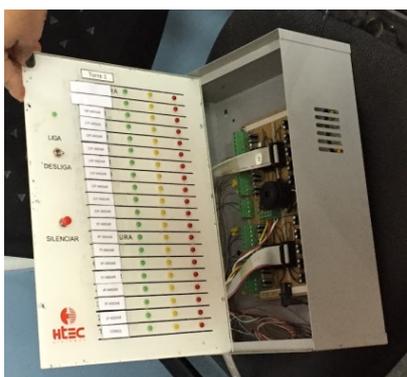


Figura 31 - *Andon* instalado na Obra 1
Fonte: A autora

Assim, em função da ausência de uma resposta rápida e sistemática dos responsáveis pelos atendimentos, a ferramenta perdeu credibilidade, fazendo com que os funcionários da produção não se sentissem motivados a acioná-la quando necessário, frente a uma dificuldade ou possível parada de produção. Em função disto, o sistema *andon* mostrou-se ineficaz em evitar paradas e monitorar as causas das mesmas, o que pode resultar na repetição dos mesmos problemas ao longo do tempo.

Como possível ação corretiva, é necessária definição de uma nova forma de acionar a cadeia da ajuda, que permitisse a visualização imediata das chamadas, como, por exemplo, o acionamento da cadeia de ajuda em dispositivos móveis, conforme apresentado no capítulo 2. Além disso, é necessário conferir a devida importância à ferramenta, promovendo treinamentos periódicos e gerando análises sobre os motivos de alertas e paradas na produção.

6.1.2.3 *Marcações em spray*

Diversas marcações em *spray*, realizadas pela equipe de engenharia e pelos encarregados dos subempreiteiros foram observadas na obra (Figura 32). Tais marcações eram amplamente empregadas, sendo um dos dispositivos visuais mais empregados no canteiro de obras.

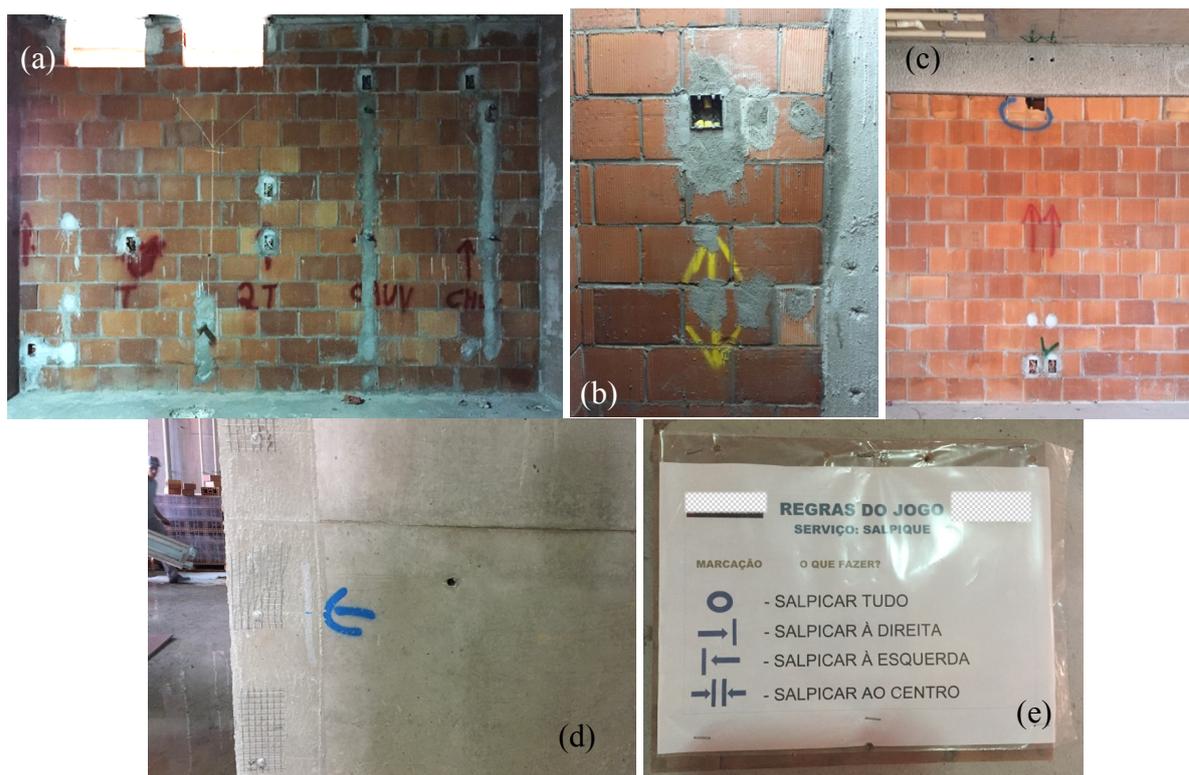


Figura 32 – Exemplos de marcações em spray efetuadas pela equipe de engenharia e encarregados de empreiteiros na Obra 1

Fonte: A autora

As marcações em verde no formato de *check*, como na Figura 32(c), indicam que o serviço foi verificado e aprovado pelo responsável pela inspeção (em geral o estagiário). Já as marcações em azul (Figura 32(d)) indicam onde deve ser realizado, de acordo com o respectivo projeto, o revestimento argamassado do tipo chapisco (salpique, como denominado informalmente). Estas são realizadas por um estagiário no momento de inspeção e recebimento do serviço anterior (estrutura de concreto moldada in loco ou alvenaria de bloco cerâmico) e destinam-se às equipes de pedreiros das empresas terceirizadas. Para que os funcionários entendam os sinais utilizados, foi elaborada uma folha explicativa com o significado das marcações (Figura 32(e)). O intuito na indicação clara de onde o chapisco deve ser executado está na comunicação mais clara e imediata e na redução do desperdício de material, evitando que seja executado revestimento sem necessidade.

As marcações não são exatamente precisas. As equipes de produção, com base na indicação da marcação, na experiência e na espessura do bloco, que deduzem a área exata a ser revestida. No caso de um bloco duplo, por exemplo, a área a ser chapiscada é maior que a de um bloco simples. Similarmente, o serviço de reboco conta com a mesma técnica, embora a marcação do *spray* seja, nesse caso, em amarelo. Poderia haver, dessa forma, alguma espécie de gabarito ou

dispositivo à prova de erro para garantir a área exata a ser revestida, melhorando ainda mais o controle dos materiais.

As marcações das Figura 32(a) e (b) são feitas pelos próprios encarregados dos subempreiteiros (instalações hidráulicas e elétricas, respectivamente) para suas equipes de produção. Essas marcações objetivam indicar, também de acordo com o projeto do empreendimento: o local para colocação da tubulação adequada (tubulação de chuveiro – indicado como CHUV, por exemplo) ou instalação de caixa elétrica e passagem de fiação, a função de caixas elétricas onde há mais de uma (S – sensor de presença, L – luz e E – emergência, por exemplo), ou mesmo necessidades de alteração de local, em função de interferências ou erros de execução.

Entretanto, observou-se, por meio das entrevistas com os estagiários da Empresa F, que essa comunicação é mais interna aos empreiteiros e a própria Empresa F não sabe o que fazer com essas marcações. No caso das necessidades de alteração, que resultam em futuro retrabalho, não é realizado qualquer tipo de registro dessas marcações ou do motivo da alteração. Ou seja, elas são apenas indicativas e não resultam em um mecanismo de retroalimentação sistemática.

Assim, como uma sugestão de melhoria, estas marcações poderiam ser monitoradas e registradas, devendo ser analisados os motivos das marcações que geram retrabalhos, até para fins de inspeção do serviço posteriormente. Desta forma, tais marcações poderiam ser adequadamente integradas às etapas do ciclo PDCA¹⁵ (*plan – do – check – act*), um dos elementos fundamentais dos sistemas de gestão da qualidade.

6.1.2.4 Almoxarifado da obra

A Figura 33 ilustra algumas práticas visuais na organização do almoxarifado da obra. Como Galsworth (1997) e Tezel *et al.* (2016a) sugerem, o almoxarifado, por ser uma locação permanente do canteiro de obras, exige boa organização, principalmente para evitar uma série de desperdícios (dentre eles, a espera, movimentação e o estoque).

Apesar do esforço em identificar todos os materiais, equipamentos e ferramentas contidos no almoxarifado (Figura 33(d)), o espaço não era ordenado nem organizado de forma lógica (Figura 33(a)). Em algumas situações, a identificação dos insumos e ferramentas era até mesmo desnecessária, pois elas estão ali completamente visíveis (Figura 33(b) e (d)). As prateleiras

¹⁵ Ciclo de melhoria baseado no método científico de se propor uma mudança em um processo, implementar essa mudança, analisar os resultados e tomar as providências cabíveis. Também conhecido como Ciclo de Deming ou Roda de Deming, pois quem introduziu o conceito no Japão nos anos 50 foi W. Edwards Deming (LIB, 2016).

onde se armazenam os materiais não eram organizadas de acordo com os materiais que são utilizados em conjunto – na Figura 33(d) encontram-se disco diamantado, desmoldante e luminária pública, um ao lado do outro – ou mesmo uma maior acessibilidade para os materiais que são utilizados com maior frequência, como no caso das telas de proteção, que estão no nível mais alto. Não há qualquer planilha ou tabela com dados sobre a localização dos materiais, sendo que somente o auxiliar administrativo e o auxiliar de almoxarifado detinham esta informação. Na ausência dos dois, muito tempo seria desperdiçado na procura por determinado insumo ao longo das prateleiras. O quadro de ferramentas (Figura 33(c)), apesar da intenção de definir o local apropriado para cada ferramenta, é claramente improvisado e a marcação é feita com o auxílio de pregos e caneta esferográfica.

Todos os materiais solicitados são controlados com a ajuda de uma planilha (Figura 33(e)), que é preenchida manualmente e, em alguns casos, não corretamente. Conforme preenchido na Figura 33(e), por exemplo, o local de aplicação das diversas solicitações de “porca olhal 5/8” é o próprio canteiro, mesmo sendo essa resposta extremamente óbvia. Não há um detalhamento sobre esse local de aplicação (poderia ser detalhado por pavimento, por exemplo). Assim, é possível inferir que essa coluna é desnecessária, pois não há necessidade de controle de onde o insumo está sendo realmente aplicado. Além disso, essa ficha de controle, que pertence a um procedimento padrão do sistema de qualidade da Empresa F, não é digitalizada posteriormente. O tipo de controle efetuado é apenas para rastreabilidade do equipamento em caso de perda ou roubo. Como se trata de um tipo de controle de curto prazo, sugere-se a utilização de painéis mais visuais de controle de locação de equipamentos e ferramentas, com a observação direta da quantidade disponível e quantidade em uso (por quem e quando). No caso de insumos que são estocados em quantidades maiores, um sistema digital seria imprescindível.

Nesse sentido, nota-se claramente a oportunidade para a implantação integral do Programa 5S em conjunto com a elaboração de um projeto de *layout* do almoxarifado, em que a organização dos materiais e equipamentos nas prateleiras se daria de forma lógica.

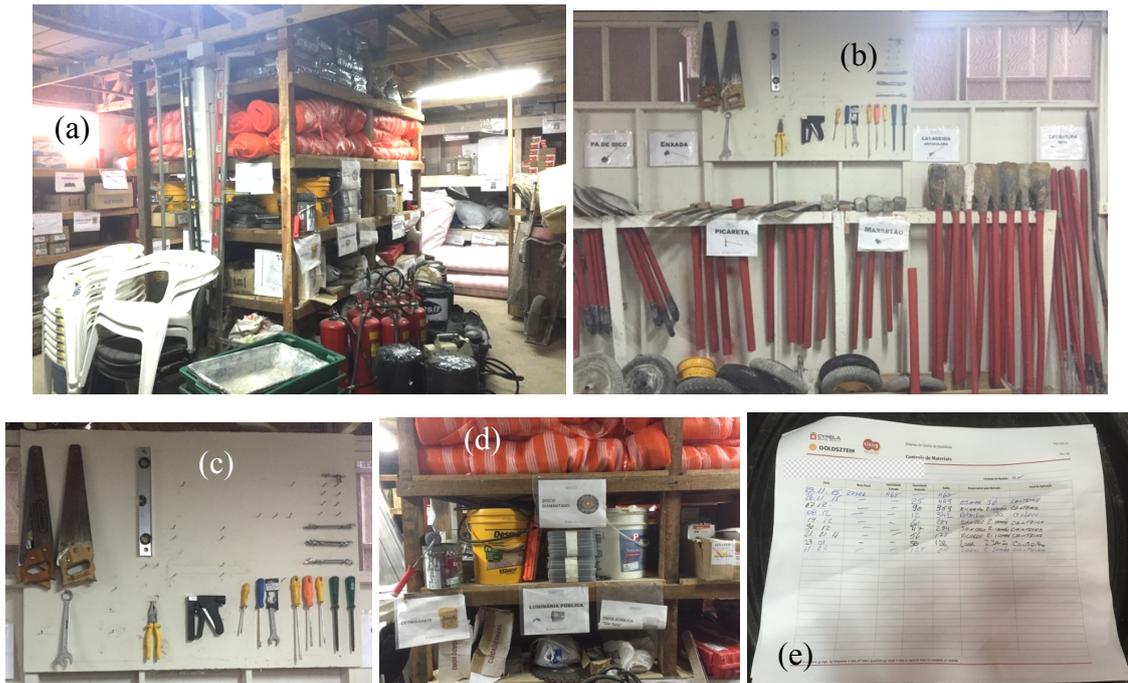


Figura 33 – Fotos do almoxarifado da Obra 1
Fonte: A autora

6.1.2.5 Análise dos dispositivos visuais utilizados na execução de *drywall*

O processo de montagem de paredes de *drywall* envolve as seguintes etapas: (a) preparar e marcar o espaço para receber os painéis; (b) montar as guias do piso e do teto; (c) instalar os montantes; (d) passar instalações hidráulicas e eléctricas; (e) executar plaqueamento dos painéis com parafusos específicos; e (f) realizar fitamento, acabamento de juntas e montar forro.

Como a empresa F vem utilizando paredes em *drywall* há bastante tempo, uma série de dispositivos visuais foram desenvolvidos e apoiam a sua execução e inspeção. Há, por exemplo, folhas de inspeção de serviço, um fluxograma de procedimento operacional padrão, *kanbans* para transporte de materiais, cronograma visual de atividades por pavimento e folhas de controle de materiais. Alguns desses dispositivos visuais são dinâmicos e requerem atualizações ou preenchimento de dados, tais como folhas de controle de inspeção e material. A análise deste processo foi focada na utilização do cronograma visual das atividades e dos *kanbans* de movimentação dos painéis.

O cronograma visual (chamado na empresa de “escadinha”) é uma ferramenta arraigada já na rotina e cultura da empresa e apoia o planejamento e controle das atividades no pavimento tipo (Figura 34), tendo como principal papel o controle do trabalho em progresso. Se as células pintadas formarem uma escada com degraus de igual distância, estando os degraus mais altos à

esquerda, significa que há pouco trabalho em progresso no empreendimento, pois os distintos processos estão sendo executados em um ritmo semelhante e evoluindo à mesma taxa. Contudo, caso as áreas coloridas não definam o formato de uma escada, então pode haver problemas de excesso de trabalho em progresso e mudanças no sequenciamento das atividades.

Além disso, como a ferramenta também apresenta as datas de conclusão do pacote de trabalho previstas e realizadas, é possível realizar uma análise sobre a aderência da execução ao plano de produção. Se as duas datas forem iguais (ideal) ou bem próximas, então há uma boa aderência ao planejamento. Caso a diferença entre as duas seja grande, é possível que haja deficiências no planejamento ou no controle da produção.

Todavia, essa ferramenta visual também apresenta alguns riscos relacionados ao seu formato de visualização, conforme relatado no capítulo 2. Ao observar a Figura 34, percebe-se, inicialmente, que as áreas coloridas não formam uma escada.

INÍCIO DA ATIVIDADE	Atividades														
	18maí	31maí	06jun	31maí	20jun	14jun	20jun	21jun	24jun	29jun	05jul	06jul	08jul	13jul	14jul
PAVIMENTO	FRANCO	ELETRICA TUBULACAO	VENTILACAO BANHEIRO	DEPILACAO	ESCALARI ANEXO 1 AC2	ELETRICA PINTURAS	PLUGAS	TITANITGO	FORRO	IMPERMEABILIZ AC2	PROTECAO MECANICA	CERAMICA	RELANTE SERVICIA	Fundo de pintura	Mesa Conde
14	22/07/2016	26/06/2016		02/09/2016	06/09/2016	02/09/2016	09/09/2016	12/09/2016	07/10/2016						22/11/2016
13	19/07/2016	19/08/2016	28/07/2016	28/08/2016	30/08/2016	28/08/2016	01/09/2016	02/09/2016	30/09/2016	07/10/2016	10/10/2016	13/10/2016	14/10/2016	10/11/2016	16/11/2016
12	14/07/2016	12/08/2016	21/07/2016	19/08/2016	23/08/2016	18/08/2016	25/08/2016	28/08/2016	26/09/2016	30/09/2016	03/10/2016	05/10/2016	06/10/2016	03/11/2016	08/11/2016
11	11/07/2016	05/08/2016	18/07/2016	12/08/2016	16/08/2016	12/08/2016	18/08/2016	19/08/2016	21/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	30/09/2016	03/10/2016	26/10/2016	31/10/2016
10		26/07/2016	13/07/2016	05/08/2016	09/08/2016	05/08/2016	11/08/2016	12/08/2016	14/08/2016	21/09/2016	22/09/2016	28/09/2016	27/09/2016	16/10/2016	24/10/2016
9		22/07/2016	22/07/2016	08/07/2016	29/07/2016	02/08/2016	29/07/2016	04/08/2016	05/08/2016	08/09/2016	14/09/2016	15/09/2016	18/09/2016	20/09/2016	17/10/2016
8		15/07/2016	15/07/2016	22/07/2016	28/07/2016	22/07/2016	28/07/2016	28/07/2016	01/09/2016	08/09/2016	09/09/2016	13/09/2016	14/09/2016	04/10/2016	07/10/2016
7		08/07/2016	30/07/2016	15/07/2016	19/07/2016	15/07/2016	21/07/2016	22/07/2016	28/08/2016	01/09/2016	02/09/2016	06/09/2016	06/09/2016	27/09/2016	30/09/2016
6		22/07/2016	22/07/2016	27/07/2016	08/07/2016	12/07/2016	08/07/2016	14/07/2016	16/07/2016	22/08/2016	28/08/2016	29/08/2016	31/08/2016	19/09/2016	23/09/2016
5		14/07/2016	24/06/2016	02/08/2016	01/07/2016	05/07/2016	01/07/2016	07/07/2016	08/07/2016	16/08/2016	22/08/2016	23/08/2016	25/08/2016	28/08/2016	12/09/2016
4		02/07/2016	27/06/2016	17/06/2016	28/06/2016	24/06/2016	30/06/2016	01/07/2016	10/08/2016	16/08/2016	17/08/2016	18/08/2016	22/08/2016	02/09/2016	08/09/2016
3		01/07/2016	01/07/2016	16/06/2016	01/07/2016	01/07/2016	01/07/2016	01/07/2016	24/08/2016	28/08/2016	04/07/2016	05/07/2016	07/07/2016	06/07/2016	13/07/2016
RECURSOS PARA PAVTO PROJECT	3	5	3	5	2	5		5		4	4	1	2	1	3
QUANT COLABORADORES	3	4	3	3	2	2		4	2	4	2	1	3	2	16

Figura 34 - Dispositivo visual "escadinha" utilizado pela Empresa F
Fonte: Empresa F

A “escadinha” cumpre algumas funções similares à linha de balanço, mas não apresenta graficamente algumas informações relevantes, como ritmo de produção, trabalho em progresso, tempo de ciclo, etc. A linha de balanço conseguiria evidenciar também a superposição entre as atividades, o que não é facilmente perceptível na “escadinha”.

Assim, é possível que o planejamento apoiado por uma ferramenta que não aumenta a transparência dos processos seja deficiente, o que acaba impactando diretamente na execução das atividades e devidos controles. É preciso deixar claro que a pesquisa não condena a ferramenta utilizada, mas sim evidencia a importância de formatos de visualização adequados ao *feedback* que deve ser fornecido pela ferramenta. Todavia, é melhor fazer uso rotineiro de uma ferramenta menos explícita visualmente, mas que todos os usuários já entendem seu

funcionamento, do que implementar uma ferramenta nova que depois não seja efetivamente atualizada. Salienta-se nesse trabalho que não há uma forma única de visualizar dados, pois cada empresa possui suas idiossincrasias e vai optar por dispositivos de sua preferência.

Outro esforço relevante da empresa em criar um ambiente de trabalho visual foi percebido no espaço para estoque de guias e montantes de aço para os painéis (Figura 35). As cores verde, amarelo e vermelho deveriam sinalizar, respectivamente, quantidade de insumo satisfatória, limite para reabastecimento e mínima. Contudo, em virtude da posição como foram pintadas, observou-se justamente o contrário. Sendo a localização demarcada em vermelho a mais próxima do piso, acontecia justamente o contrário. Os espaços em vermelho eram os primeiros a terem seus montantes e guias utilizados, pela facilidade de retirada. Com isso, os espaços demarcados em verde, com a dificuldade da altura, eram os últimos a terem seus insumos retirados. Assim, as cores não refletiam o que deveria acontecer e acabavam passando despercebidas pelos operadores, que retiravam os montantes do mais fácil para o mais difícil.

Assim, percebe-se novamente a importância de pensar na forma como um dispositivo visual deve funcionar e o que este deve representar visualmente. O mesmo deve facilitar a rotina de trabalho, e não dificultá-la, como aconteceria caso os primeiros montantes a serem retirados fossem os mais altos. Além de descredibilizar o esforço da equipe técnica, acaba passando uma mensagem ambígua.



Figura 35 - Estoque de guias e montantes com indicação de cores
Fonte: A autora

Em relação aos *kanbans* de movimentação, observou-se que eram subutilizados e funcionavam apenas como folhas de distribuição dos componentes. Essas folhas (Figura 36) continham pouca informação (apenas a quantidade total de painéis por pavimento), eram difíceis de entender pela equipe de abastecimento e causavam perdas de tempo e quedas de produtividade, uma vez que

os materiais eram colocados em apenas dois espaços ao longo de todo o piso e mais tarde transportados novamente para cada sala clínica ou comercial (Figura 37).

PROGRAMA DE QUALIDADE CONTROLADA								
CONTROLE DE ESTOQUE / SAÍDA DE MATERIAL, Rev00, 28/09/2010								
Nome da obra: MEDPLEX NORTE				Torre: B		Data: 20/06/2016		
KANBAN PAREDES DRY-WALL								
P.V.T.O.	PARA 1 APARTAMENTO				PARA 1 PAVIMENTO			DATA ENTREGA
	PLACA ST (BRANCA)	PLACA ST (BRANCA)	PLACA RF (ROSA)	PLACA RU (VERDE)	COLA GYPSUM	MASSA REJUNTE	FITA JT	
	2,40 m	2,80 m	2,80 m	2,80 m	SACOS	SACOS	ROLOS	
3ª	216	322	28	142	33 por pavimento	18 por pavimento	26 por pavimento	
TOTAL	216	322	28	142				

PROGRAMA DE QUALIDADE CONTROLADA								
CONTROLE DE ESTOQUE / SAÍDA DE MATERIAL, Rev00, 28/09/2010								
Nome da obra: MEDPLEX NORTE				Torre: A		Data: 20/06/2016		
KANBAN PAREDES DRY-WALL								
P.V.T.O.	PARA 1 APARTAMENTO				PARA 1 PAVIMENTO			DATA ENTREGA
	PLACA ST (BRANCA)	PLACA ST (BRANCA)	PLACA RF (ROSA)	PLACA RU (VERDE)	COLA GYPSUM	MASSA REJUNTE	FITA JT	
	2,40 m	2,80 m	2,80 m	2,80 m	SACOS	SACOS	ROLOS	
3ª	174	252	28	84	22 por pavimento	12 por pavimento	17 por pavimento	
TOTAL	174	252	28	84				
TOTAL 1 PAVTO	390	574	56	226	55	30	43	

Figura 36 - Kanban antigo da empresa F
Fonte: Empresa F

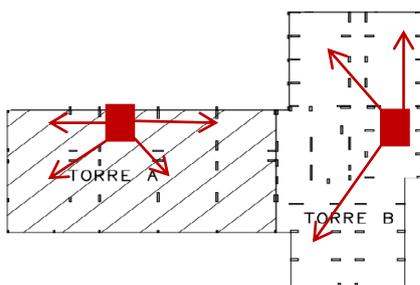


Figura 37 - Esquema de abastecimentos dos painéis com o kanban antigo
Fonte: Empresa F

Após alguma discussão e apresentação dos resultados preliminares da primeira fase da pesquisa, a equipe gerencial da obra decidiu mudar este sistema *kanban*. O novo formato de visualização (Figura 38) era mais intuitivo, fácil de usar e de fácil compreensão, pois utilizava-se: da própria planta-baixa do pavimento para orientação no espaço e fluxo de abastecimento das salas, do uso de cores e formas distintas para cada tipo de painel e da indicação da quantidade de painéis (dentro das formas geométricas) em cada sala comercial ou clínica. As quantidades totais de painéis utilizados por pavimento bem como as legendas sob cores e formas constam na parte inferior do *kanban*. A quantidade de placas de gesso por lote de produção passou a ser calculada e transportada diretamente do depósito para o lote de produção (sala comercial ou clínica). Contudo, os problemas relacionados a sobras ou falta de material continuavam. A equipe de fornecimento ainda tinha algumas dificuldades em relação à contagem de peças e avarias nos painéis (Figura 39).

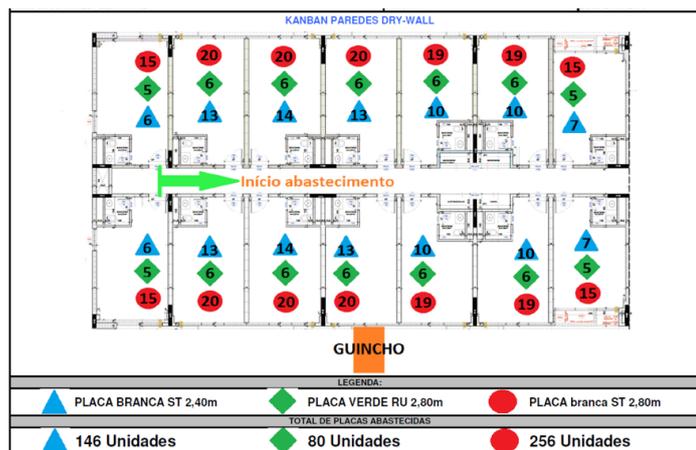


Figura 38 - Novo *kanban* definido pela equipe técnica
Fonte: Empresa F



Figura 39 - Problemas de sobra e avarias dos painéis nas salas
Fonte: A autora

Depois de monitorar o processo logístico de abastecimento das placas nos pavimentos, percebeu-se que havia uma falta de comunicação entre os dois membros da equipe responsáveis pelo depósito e pela distribuição na torre, respectivamente. Além disso, não havia registro oficial sobre os painéis que saíam do estoque, o que dificultava o controle da quantidade de estoque. Além disto, o trabalhador que carregava os painéis para os lotes de produção contava e recontava várias vezes ao dia o número de painéis em cada sala, cada vez que a sala era abastecida com um carrinho, implicando em desperdício de tempo.

Outros problemas foram identificados: trabalho inacabado no fornecimento de materiais por pavimento - havia pelo menos três andares recebendo materiais ao mesmo tempo, o que dificultava o controle geral; e a equipe de suprimentos só recebia a lista de atividades diárias no dia do trabalho, pois não havia um plano de abastecimento no horizonte de curto prazo para as operações logísticas. Se o *kanban* funcionasse efetivamente, não seria necessário um planejamento de curto prazo. Todavia, relembra-se que o *kanban* da empresa F era subtilizado como apenas uma folha de distribuição dos componentes no pavimento. Assim, é importante

e redução de tempo com contagens; redução de 6% no desperdício de painéis (60 painéis a menos por piso); e melhor organização dos estoques no pavimento tipo (Figura 42). Além disso, uma melhora na motivação dos funcionários, que começaram a se sentir mais importantes e comprometidos, pois passaram a se sentir donos daquelas informações. É relevante ressaltar a importância do engajamento e esforço equipe de gerencial da obra para adaptar e complementar os padrões da empresa.

É interessante notar que, durante o monitoramento da equipe de abastecimento, observou-se que eles passavam 33% do tempo esperando que os painéis chegassem pelo elevador cremalheira ao pavimento, porque o transporte vertical destas peças sofria interferência de outras operações de abastecimento. Assim, deve-se dedicar mais tempo ao planejamento e padronização das operações de suprimento e logística (que, embora não agreguem valor, consomem recursos, tempo e dinheiro).



Figura 42 - Pavimento após o uso do novo *kanban*
Fonte: A autora

6.2 CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS E TEÓRICAS PARCIAIS DA FASE 1

Com base numa comparação entre as práticas desta empresa com as analisadas nos estudos de *benchmarking*, foi possível compreender a relação entre as práticas de gestão visual e a autonomia das equipes de produção, assim como esta relação influencia as demandas de trabalho para a equipe gerencial da obra, sugerindo duas espirais (Figura 43), uma de círculo virtuoso e outra de círculo vicioso. Na espiral positiva, quando a equipe gerencial da obra estuda, avalia e repensa o processo para torná-lo mais transparente, denominado de trabalho não-visual por Nicolini (2007), os controles tornam-se mais simples e os problemas são mais facilmente detectados, o que permite que as próprias equipes de produção executem esses controles. Assim, há mais autonomia e responsabilidade para as equipes de produção, evitando uma carga excessiva de controle para a equipe gerencial da obra, que pode dedicar mais tempo

para realizar atividades relacionadas a inovações gerenciais e de engenharia de processos. E assim a espiral se repete virtuosamente.

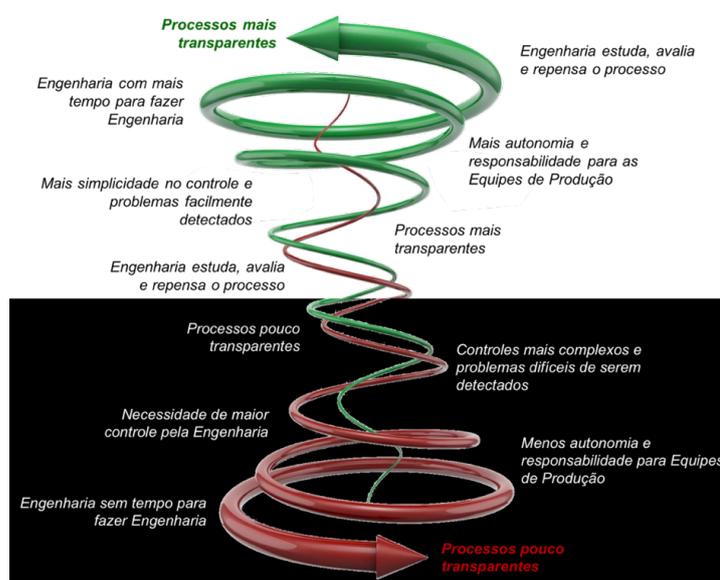


Figura 43 - Espirais de feedback positivas e negativas para a transparência do processo
Fonte: A autora.

Na espiral negativa, se a transparência de processos é reduzida, os controles são mais complexos e demorados, e os problemas são mais difíceis de serem identificados. Assim, muitos controles devem ser realizados pela própria equipe gerencial da obra. Isso impede que as equipes de produção tenham autonomia para realizar esses controles e assumir a responsabilidade pela detecção de problemas. Nessa situação, a equipe de gerenciamento do canteiro fica sobrecarregada com os controles e não há muito tempo para se concentrarem na melhoria dos processos, tornando-os ainda menos transparentes. E assim a espiral repete-se novamente.

No mais, lembrando o delineamento da pesquisa, objetivou-se, ao fim desta fase, a definição e elaboração dos primeiros constructos para a proposição do modelo conceitual: suas diretrizes para concepção e implementação de dispositivos visuais. Essas primeiras contribuições foram fortemente fundamentadas pela literatura existente e pelos resultados obtidos em campo: nos estudos breves de *benchmarking* e no primeiro estudo empírico.

Foi possível identificar uma série de requisitos e diretrizes para concepção e implementação dos dispositivos visuais em canteiros de obra com base nos estudos até então realizados e analisados. Em relação aos requisitos dos dispositivos visuais, todos foram consolidados ainda na etapa de revisão bibliográfica, conforme apresentado no mapa conceitual da Figura 5. As visitas técnicas, o estudo exploratório e o estudo empírico até então só reforçaram a importância da definição desses requisitos e da sua consideração quando da avaliação de um dispositivo

visual. Assim, são considerados requisitos para os dispositivos visuais: serem acessíveis, portáteis ou móveis, fáceis de entender e atualizar, flexíveis em relação às necessidades dos usuários, precisos e inequívocos, financeiramente viáveis, projetados para um funcionamento simples e orientados pelo comportamento para o alcance de metas.

Já as diretrizes para concepção e implementação dos dispositivos visuais contaram com mais forte contribuição dos estudos realizados, justamente pela sua relevância prática. Quando um sistema de gestão visual é fortemente integrado aos seus processos gerenciais associados, torna-se vital e relevante para as pessoas. Estas percebem que devem prestar atenção a esses dispositivos, porque eles realmente ajudam em suas rotinas e facilitam o trabalho a ser feito e a discussão de oportunidades de melhoria. Assim, foi possível propor a partir deste estudo algumas diretrizes gerais para a elaboração, implementação e avaliação de um sistema de gestão visual.

A partir da revisão de literatura sobre gestão visual em sistemas de produção, foram extraídas as seguintes diretrizes: combinar os modelos mentais de designers e usuários, contribuir para uma mudança cultural e mitigar problemas relacionados à complexidade do sistema. A análise e reflexão sobre os estudos realizados acrescentaram mais três diretrizes: apoiar os rituais de comunicação ou reuniões diárias e colaborativas, assegurar rápido *feedback*, e estimular o processamento conjunto da informação. Cada uma destas diretrizes é detalhada a seguir.

• **Combinar os modelos mentais dos designers e usuários**

As suposições, crenças, generalizações, ilustrações e experiências anteriores que influenciam o comportamento da pessoa e compreensão do mundo ao seu redor compõem seus modelos mentais, que simulam internamente informações análogas àquilo que está sendo representado (JOHNSON-LAIRD, 1980; MOREIRA, 1996). Geralmente, os modelos mentais dos designers de dispositivos visuais e das pessoas que devem interpretá-los não são os mesmos e isso pode implicar dificuldades na compreensão e interpretação indesejável da informação visual. Assim, é fundamental que os designers procurem entender as necessidades dos usuários e projetar dispositivos visuais também de acordo com seus modelos mentais, de modo que eles realmente se tornem intuitivos e fáceis de entender e usar pelos usuários.

• **Contribuir para uma mudança cultural**

A introdução de um dispositivo visual pode mudar a maneira como os funcionários se sentem em relação ao seu trabalho, contribuindo para o aumento da moral e motivação (DOS SANTOS, 1999; FORMOSO; SANTOS; POWELL, 2002; MOSER; SANTOS, 2003). Da mesma forma,

um sistema de gestão visual deve procurar contribuir para uma mudança cultural ainda maior, promovendo maior participação e colaboração das pessoas, descentralizando decisões e permitindo autonomia às equipes de produção (BITITCI; COCCA; ATES, 2015; KERR *et al.*, 2013; LEVIN, 2005) . Se isso não for alcançado, há uma contradição e o sistema de gestão visual é claramente subutilizado.

- **Mitigar problemas relacionados à complexidade do sistema**

Sistemas complexos são ambientes imprevisíveis, devido ao efeito combinado do número de partes, interdependências, incerteza e variabilidade (WILLIAMS, 1999). Um sistema de gestão visual pode contribuir para lidar com parte desta complexidade, compartilhando a informação correta no tempo certo e removendo as barreiras de informação no ambiente de trabalho (KOSKELA, 1992; TEZEL, 2011). Além disso, como mostraram os estudos breves, dispositivos visuais sistemáticos como o A3 podem ajudar a identificar e compreender melhor os atributos da complexidade do sistema, auxiliando na disseminação de informações e na resolução de problemas.

- **Apoiar rituais de comunicação ou reuniões diárias e colaborativas**

De fato, deve-se ressaltar a importância dos dispositivos visuais associados aos eventos de controle e aprendizagem e aos momentos de reflexão. Quando um dispositivo visual é usado desta forma, torna-se importante para as pessoas e relevante para o processo porque facilita o controle de informações e a melhoria de processos a partir da análise de dados. Parar na frente do quadro de desempenho ou dispositivo visual e compreendê-lo, mesmo que por poucos minutos, como um ritual periódico, pode ter um efeito positivo no uso da ferramenta.

- **Garantir um *feedback* rápido**

Um dispositivo visual que não fornece informações suficientes ou *feedback* em tempo hábil para a tomada de decisão torna-se rapidamente obsoleto. Um sistema de gerenciamento visual deve rapidamente fornecer informações e *feedback* para que as decisões possam ser tomadas a tempo, tornando-se mais importante para o processo e para as pessoas. Em alguns casos, pode-se utilizar a ideia de autonomia para desenvolver dispositivos visuais que produzam *feedback* imediato, com o uso de tecnologia apropriada.

- **Estimular o processamento conjunto de informações**

O sistema de gestão visual deve apoiar atividades de colaboração nas organizações. Muitos dispositivos visuais podem ser usados como catalisadores de processos colaborativos para

facilitar uma variedade de tarefas, desde a geração de ideias até a tomada de decisões, planejamento, compartilhamento de conhecimento e aprendizado (EPPLER; BRESCIANI, 2013). Alguns dispositivos também podem ajudar a alcançar consenso, fundamentação ou cognição compartilhada.

6.3 ESTUDO EMPÍRICO NA EMPRESA G

Em virtude do curto período do estudo, não foi possível realizar uma análise descritiva e quantitativa dos dispositivos visuais da empresa G, como foi feito para a empresa F. Todavia, muitos foram os dispositivos observados nessa empresa e parte deles são relatados em trabalhos escritos pela empresa, como o *andon*, *kanbans* e manuais *lean* (BRAGA et al., 2016; COSTA et al., 2013; FERNANDES et al., 2015; KEMMER et al., 2006; MOURÃO; VALENTE, 2013; VALENTE et al., 2013, 2014a; VALENTE; MOURÃO; BARROS NETO, 2013).

Os resultados apresentados a seguir referem-se aos dispositivos escolhidos em função de seu grau de maturidade e da possibilidade de interação entre setores diferentes para gestão da produção. Assim, optou-se por descrever e analisar dispositivos já bem retratados pela literatura, mas com objetivos diferenciados na empresa ou formas de apresentação diferentes e dispositivos com maior grau de participação e colaboração. Finalmente, exibem-se também alguns dispositivos visuais identificados nos canteiros de obras que, apesar de mais comuns e consolidados na literatura, apresentam-se tão consolidados na empresa G, que merecem uma breve discussão sobre como auxiliam na gestão da produção e aumentam a transparência.

6.3.1 *Linha de balanço as-built*

A linha de balanço é uma ferramenta bastante utilizada pela empresa G há mais de dez anos, tendo sido discutida inclusive em artigos científicos (MOURÃO; VALENTE, 2013; VALENTE et al., 2014a). Além de ser uma ferramenta arraigada na cultura da organização para planejamento de longo prazo dos empreendimentos, a empresa tem investido também no seu uso para controle de produção e conexão com estratégias diferenciadas da empresa, como a customização das unidades privadas.

Um dispositivo visual que tem ajudado a esclarecer como os processos construtivos realmente ocorrem em um empreendimento com alto nível de customização é a linha de balanço *as built*, ilustrada na Figura 44. A equipe técnica da Obra 5 utiliza uma linha de balanço que é colorida, conforme as atividades são realmente executadas, com o principal objetivo de comparar com a forma como é prevista, a fim de que se estimule a reflexão e, assim, o planejamento de

empreendimentos com esse nível de complexidade possa ser melhorado. Pela imagem, pode-se observar que as diferenças são notáveis.

De acordo com o engenheiro dessa obra, na linha prevista “é muito bonito ver a sequência ótima de execução de apartamentos, mas, na realidade, em função da liberação de projetos customizados pelos clientes, a bagunça no sequenciamento é grande”. Tendo trabalhado em outros projetos com alto nível de customização de unidades, ele já sabia que a execução não seguia perfeitamente a linha, mas “poder ver isso realmente com a linha *as-built* é consolador”. O acompanhamento visual das atividades executadas através de uma “linha de balanço” permitiu o mesmo entender melhor os problemas da obra, especialmente logísticos e de interferência entre serviços internos e externos. Assim, pela linha de balanço prevista, ele só consegue ter uma ideia de ritmo de produção por período, e não o sequenciamento das atividades. A ideia é que esse acompanhamento real possa ajudar em um planejamento menos ideal e mais próximo da realidade de empreendimentos mais complexos.

Um outro benefício desse acompanhamento real é a possibilidade de se planejar melhor para atividades futuras. Como pode ser visto pela imagem, há um período muito concentrado de atividades acontecendo em muitos apartamentos ao mesmo tempo, o que não era previsto pela linha de balanço original. Quando eles começaram a perceber que isso iria acontecer, em função de as atividades não terem acontecido como previstas antes desse período, eles puderam se planejar com material e mão de obra suficiente para essa grande concentração de atividades simultaneamente. Assim, a linha tem ajudado a equipe de gestão também a balancear melhor as equipes e atividades a serem realizadas.



Figura 44 - Linha de balanço "*as built*" da Obra 5 com customização personalizada
Fonte: A autora.

Além disso, esse dispositivo ainda possibilitou a percepção da influência da customização mesmo em pacotes de produção tidos como não customizáveis a princípio. Como exemplo,

cita-se o caso de esquadrias de alumínio. Essa atividade é realizada por uma equipe de funcionários terceirizados, sendo um atributo não customizável da unidade, ou seja, o cliente não pode modifica-las por não ser possível alterar itens de fachada. Assim, espera-se que essa atividade siga o sequenciamento de unidades conforme previsto pela linha de balanço original. Contudo, como a instalação das esquadrias sucede pacotes de produção customizáveis como revestimentos de piso e parede, conseqüentemente, o fluxo dessas atividades influencia diretamente o fluxo de instalação das esquadrias. Ou seja, uma atividade originalmente independente mostra-se dependente da liberação de projetos customizados.

Finalmente, essa linha de balanço *as-built* representa o histórico da obra de forma visual, bem diferente, no caso, das centenas de planilhas semanais de curto prazo que também apresentam o mesmo histórico.

6.3.2 *Dispositivos visuais para colaboração, troca de informações e auxílio à gestão da produção na obra*

Ao longo das oito entrevistas realizadas no escritório, percebeu-se a importância de três dispositivos visuais que sintetizam informações de um setor específico e que eram utilizados para troca de informações e colaboração entre distintos setores e auxiliavam na gestão da produção na obra. Tais dispositivos mostraram-se bem integrados às rotinas de gestão dos setores, pois além de permitir a avaliação do desempenho, e apoiar a coordenação de atividades e a tomada de decisões internamente, também facilitavam a comunicação entre os diferentes setores e propiciavam uma gestão da produção mais eficaz na obra.

6.3.2.1 *Planilha de compilação de opções de customização*

A planilha de compilação de opções de customização da Obra 4, exibido na Figura 45, é a ferramenta visual mais recentemente desenvolvida pela Coordenação de Projetos para gestão da customização em massa na empresa e gestão da informação. Essa matriz reúne informações acerca das escolhas de customização de todos os ambientes de todos os apartamentos de um empreendimento. Assim, em uma folha A3, o engenheiro e o supervisor de produção têm as informações mais importantes e resumidas para a execução de todos os apartamentos.

Segundo a coordenadora, as experiências anteriores que a empresa teve com outros empreendimentos customizados e a compilação de informações sobre preferências de personalização de unidades ajudou na elaboração deste, que representa um meio termo entre a customização personalizada e a customização em massa oferecida para apartamentos com menos de 100m² de área privativa (que possuía menos atributos customizáveis). Para a gestão da customização em massa da Obra 4, esse dispositivo é fundamental ao setor de projetos, pois sinaliza atividades internas, como, por exemplo, que contratos e definições ainda precisam ser fechados com os clientes, estando bem integrado à rotina do setor. Também funciona como um *checklist* do setor para todos os apartamentos do empreendimento.

Com o cliente, por outro lado, a planilha é utilizada para facilitar a comunicação. Junto à apresentação do orçamento da customização, é também apresentada essa planilha para o cliente, que entende mais facilmente o que está sendo debitado ou creditado ao contrato em função das cores que fazem analogia ao sinal de trânsito.

Em relação à troca de informações e colaboração entre setores, essa planilha se mostra relevante à Gerência de Suprimentos e Logística. No momento de realizar cotações e compras de materiais, essa planilha é utilizada pelo Gerente de Suprimentos para determinar a quantidade de material que deve ser comprado. Como a planilha resume as escolhas de revestimentos por apartamento, em uma compra de porcelanato, por exemplo, são contabilizados pela planilha quantas unidades optaram por cada tipo e assim multiplica-se pela área do apartamento, agilizando a realização dos quantitativos. Todavia, há sempre a preocupação em relação ao uso da versão mais atualizada da planilha. Por ser uma ferramenta *off-line* do MS Excel, sempre que necessário, o gerente de suprimentos checa com a coordenadora de projetos e customizações sobre o número da versão mais atualizada, de modo que os quantitativos não sejam calculados a partir de versões obsoletas.

Em setembro de 2016, essa planilha já estava em sua 11^a revisão e nem todos os apartamentos estavam vendidos, ou seja, a mesma ainda sofreria outras revisões. A cada unidade vendida era elaborada uma nova versão da planilha, que é disponibilizada aos interessados via e-mail e também enviada à obra em meio físico e controlado. Assim, o risco de se utilizar uma versão obsoleta existe, por mais que o setor tenha cuidado. Seria interessante encontrar uma maneira de disseminar essa planilha sem o risco de pessoas utilizarem versões obsoletas.

Para a equipe de gestão no canteiro de obras, esse resumo das informações mais importantes de cada apartamento é muito útil. Além de permitir que um grande conjunto de informações seja visualizado rapidamente, por meio das cores, já que a convenção da comunicação está bem disseminada nas obras. Além disso, essa planilha também facilita o acesso de informações para todos os engenheiros e supervisores de produção, que têm acesso a esse dispositivo, tornando mais rápido o processo de tomada de decisão.

De acordo com o engenheiro da obra 4, quando elaborava os planos semanais com os supervisores, esta planilha era utilizada para propiciar a liberação correta do tipo e quantidade de materiais para subida, pela equipe de fluxo de materiais (responsável pela logística de abastecimento de materiais do empreendimento), para o apartamento que seria executado naquela semana. Por exemplo, pela Figura 45, é possível perceber que o apartamento 1501 tem como opção de planta a “*petit família*” e como revestimento de piso de áreas secas o “porcelanato diamante *polaris*”. Assim, como a equipe de fluxo de materiais já tem a quantidade exata de caixas de porcelanato necessárias para o revestimento de cada uma das opções de planta, é mais rápido o atendimento do pedido para transporte de material, assim como é facilitado o seu controle. Além de revestimentos, essa planilha também é utilizada para o transporte de blocos de gesso para execução de divisórias internas, que dependem da opção de planta, e para controle de bancadas de granito. Dessa forma, além de auxiliar na programação e liberação do fluxo de materiais, também ajuda bastante no controle de execução dos apartamentos.

Percebe-se, finalmente, que esse dispositivo desempenha funções diferentes para profissionais diferentes que têm objetivos também diferentes, podendo ser caracterizado como um *boundary object*, cujo conceito foi discutido no capítulo 2.

6.3.2.2 Cronograma de suprimentos

O segundo dispositivo visual analisado foi o Cronograma de Suprimentos, exibido na Figura 46. Trata-se de um dispositivo visual com variáveis de status para a negociação e aquisição dos principais serviços e materiais do empreendimento. É elaborado pela Gerência de Suprimentos e Logística com colaboração da Gerência da Obra e Gerência Técnica. É disponibilizado em planilha eletrônica MS Excel e impresso em folha A3 para os gerentes de cada empreendimento, supervisores de suprimentos responsáveis por cada obra, gerência técnica e diretoria técnica.

Mensalmente, a Gerência de Suprimentos atualiza os itens do cronograma juntamente com o gerente de obra em reunião na obra ou via telefone no caso de pequenas alterações. As atualizações são repassadas por e-mail e também fisicamente com a nova impressão da folha A3, que é inserida no Quadro de Gestão à Vista da Obra.

Esse dispositivo visual contribui para o planejamento das aquisições, refletindo diretamente no fluxo de caixa da empresa. Possibilita ainda uma análise dos diversos fornecedores e dos requisitos técnicos, permitindo compras com melhor poder de barganha para a empresa, prazo de entrega adequado às necessidades da obra e melhor resultado financeiro final. Conseqüentemente, esse dispositivo visual torna-se fundamental para os profissionais do setor dentro de suas rotinas de gestão, de modo que suas atividades diárias e semanais são programadas parcialmente a partir desse cronograma.

Para a gerência técnica e diretoria técnica, esse dispositivo funciona como um lembrete sobre as principais compras do empreendimento, que geralmente envolvem a negociação das duas áreas com os fornecedores. Assim, permite ao gerente e diretor técnico se programarem em relação a futuras reuniões para fechamento de contratos, prazos da cooperativa de compras e equilíbrio financeiro em relação a entradas e saídas financeiras.

Para os engenheiros e engenheiras das obras, trata-se de uma ferramenta fundamental ao andamento da obra, pois sintetiza informações sobre as principais compras do empreendimento em uma folha A3. Como são realizadas revisões mensais, periodicamente há confirmações sobre a data de chegada de materiais nas obras e contratações de serviços, de modo que as restrições de médio prazo são devidamente removidas.

6.3.2.3 Planilha de macro restrições

O último dispositivo apresentado é a planilha visual de macro restrições de todos os empreendimentos da empresa, ilustrado na Figura 47. Essa planilha foi elaborada pela Coordenação *Lean & Green* em colaboração com a Gerência Técnica e é atualizada por essa última periodicamente. Em uma folha A3, são exibidas as principais e mais gerais restrições dos empreendimentos a depender de cada fase: pré-obra (6 meses antes do início da obra), fase 1 (0 a 6 meses de obra), fase 2 (6 a 24 meses de obra) e fase 3 (24 a 36 meses de obra).

ITEMS PARA ACOMPANHAMENTO	12/01/2016			
	OK	Em andamento	Atrasado	Em andamento
Definição de Equipes/Supervisão	OK	OK	OK	Em andamento
Definição/Premissas do Projeto	OK	OK	OK	OK
Cronograma da Obra (início - fim)	OK	OK	OK	Em andamento
Documentação Legal	OK	OK	OK	OK
Projeto Executivo	OK	OK	OK	Atrasado
Book da Obra	OK	OK	OK	Em andamento
Definição de Customização em Massa/Individual	OK	OK	OK	OK
Maquete	OK	OK	OK	OK
Stand de Vendas	OK	OK	OK	OK
Mostruário de Acabamentos e Revestimentos da Obra	OK	OK	OK	Atrasado
Placa da Obra	OK	OK	OK	Atrasado
Análise de Impacto sobre Vizinhos	OK	OK	OK	Atrasado
ART's Obra	OK	OK	Em andamento	Em andamento
Linha de Balanço/Projeto de Cantoneiro	OK	OK	OK	Em andamento
Start-Up da Obra	OK	OK	OK	Atrasado

Figura 47 - Planilha de Macro Restrições dos Empreendimentos

Fonte: Empresa G

Dentre as restrições incluídas nesta planilha, destacam-se: documentação legal, análise de impacto sobre vizinhos, recebimento de projetos executivos, compras de materiais de elevado custo, contratos dos principais serviços subempreitados, elaboração de protótipos na obra, elaboração de manual do proprietário, entrada em processo de recebimento de habite-se e fechamento financeiro da obra. Assim, percebe-se, mais uma vez, que essa ferramenta reúne informações de diversos outros setores (incorporação, projetos, suprimentos, customização, dentre outros) e inúmeras fontes de informação, como, por exemplo, o próprio cronograma de suprimentos.

O uso já facilmente reconhecido do esquema de cores verde, amarelo e vermelho indica, respectivamente, restrição devidamente removida, em andamento e atrasada. Assim, de relance, o gerente técnico tem informações sobre os status das principais restrições da empresa. De acordo com o gerente técnico, como o papel dele está muito relacionado à facilitação dos processos, sendo essa visão geral auxilia bastante na priorização das atividades.

O gerente comentou que, antigamente, tinha todas as restrições em mente ou anotadas em um caderno particular, mas agora elas ficam expostas, “perturbam” mais e são também disponibilizadas para as obras e para as áreas mais estratégicas da empresa, de modo que todos têm conhecimento do andamento dos principais processos de todos os empreendimentos da empresa.

Ainda segundo o gerente técnico, esta planilha de restrições macro, aliada ao cronograma de suprimentos e às atas das reuniões quinzenais das obras são as principais formas utilizadas por ele para visualizar as demandas da obra e identificar pontos nos quais sua intervenção é necessária. De fato, essa planilha é utilizada rotineiramente nas reuniões quinzenais gerenciais. Há demandas que vêm direto da obra pelas atas e outras que ele toma conhecimento pela planilha de restrições. Portanto, este dispositivo visual contribui para perceber interferências entre processos de diferentes obras que demandam muito tempo e planejamento das atividades.

6.3.3 Quadros de desempenho e planejamento para apoio às rotinas e reuniões

Os quadros de desempenho e planejamento, denominados de “quadros de gestão à vista” pela empresa G e similares a alguns observados nos estudos breves de *benchmarking*, também são dispositivos visuais amplamente utilizados para tornar visíveis os atributos invisíveis do processo (KOSKELA, 1992). Os quadros de cada setor do escritório contêm os principais indicadores de cada área e também um plano de atividades elaborado com *post-its*, contendo atividades a fazer (*to do*), em andamento (*doing*) e concluídas (*done*). Além disso, todas as obras possuem quadros de desempenho com os principais indicadores, planos de médio e curto prazo, além de outros dispositivos-chave elaborados por outros departamentos da empresa. A seguir, são apresentadas algumas particularidades do uso dos quadros em alguns setores.

O quadro da gerência técnica no escritório, exibido na Figura 48, foi estruturado pelo próprio gerente propositalmente para refletir a forma como ele mesmo enxergava seus setores subordinados, ou seja, seu próprio modelo mental de gestão. Nesse caso, o quadro resume um conjunto de informações em gráficos e planilhas gerados e atualizados pelo gerente ou pela coordenação *Lean & Green*, principalmente, e advindos de outros setores, de modo que ele possa coordenar os processos. Assim, na Figura 48, são percebidos: a planilha de macro restrições, a planilha de compilação de opções de customização, o cronograma de suprimentos, indicadores de auditorias *lean* e de segurança, atas de reuniões gerenciais dos empreendimentos, entre outros.

Na opinião do entrevistado, como a gerência técnica coordena diversos setores técnicos da empresa, tanto das obras como do escritório, “é importante visualizar em conjunto as informações relevantes produzidas pelos mesmos, de modo que perturbem mais”. Essa é a forma dele de obter uma visão geral da área técnica da empresa. Quando dispostos no quadro, independentem do hábito e disciplina de buscar as informações todos os dias, segundo o gerente, e ainda ficam públicos e outras pessoas podem cobrar respostas.



Figura 48 - Quadros de Gestão à Vista da Gerência Técnica no Escritório
Fonte: A autora

O quadro de gestão à vista da coordenação de projetos também se mostrou relevante em função de como é organizado pela coordenadora e sua equipe. Esse quadro exibe as atividades de curto (mensal) e curtíssimo prazo (semanal) de cada um dos quatro profissionais da equipe que são relacionados a quatro diferentes cores de *post-its* (Figura 49). Apesar de a coordenadora e sua equipe não dividirem a mesma sala, a posição do quadro e a divisória de vidro permitem que todos vejam esse quadro de suas estações de trabalho. Também foi acordado entre os membros da equipe que as atividades devem ser descritas nos *post-its* com palavras-chave e letras grandes, para facilitar a leitura de longe.

Segundo a coordenadora de projetos, o uso dos *post-its* tem auxiliado no balanceamento das atividades da equipe. Como cada cor corresponde a um profissional, “quando dá para ver que tem muitos *post-its* de uma só cor, já se percebe que essa pessoa está sobrecarregada, então se realiza uma nova distribuição de tarefas”. Além disso, tem ajudado também na comunicação da equipe, pois o uso do quadro suscitou uma convenção de comunicação mais eficiente. Quando a coordenadora insere uma atividade no quadro na coluna “*to do*” para alguém, essa pessoa já sabe que, após finalizar a atividade atual, deve ir na sala da coordenadora adquirir informações sobre a nova atividade prevista.

Antes do uso do quadro, essa distribuição de atividades era pouco transparente. As atividades eram planejadas pela coordenadora, advindas de demandas específicas das obras ou das gerências do escritório (qualidade ou técnica), e anotadas em sua própria agenda.

Periodicamente, a coordenadora chamava a equipe em sua sala para distribuir as atividades, que

também eram anotadas por eles em agendas. Contudo, o controle das atividades era apenas da coordenadora, por meio de suas próprias anotações.

Atualmente, as reuniões periódicas se mantêm, mas principalmente para discussão sobre as dúvidas ou acompanhamento das atividades, porque a distribuição agora acontece pelo quadro, de modo que todos sabem as atividades que estão sendo executadas no momento, as planejadas e as concluídas. A maior acessibilidade das informações tem possibilitado melhor colaboração entre os membros da equipe, uma vez que, em algumas situações, conforme evidenciado pela entrevista com a coordenadora, eles mesmos redistribuem as próprias atividades em função de maior experiência, tempo de execução ou simplesmente ajudar o colega em uma tarefa mais complexa. Dessa forma, trata-se de um bom exemplo da visualização compartilhada sugerida por Yusoff e Salim (2015).



Figura 49 - Quadros de Gestão à Vista da Coordenação de Projetos
Fonte: Empresa G

Ao longo das entrevistas, compreendeu-se que, por mais que todos os quadros de todos os setores contenham as colunas para uso dos planos por *post-its*, cada setor estrutura e organiza este plano conforme lhes convém. Ou seja, o dispositivo possui flexibilidade suficiente para atender às necessidades de seus usuários. No caso da Coordenação *Lean & Green* (Figura 50), por exemplo, a coordenadora trabalha com duas estagiárias, mas os *post-its* têm cores associadas às principais responsabilidades do setor, como atividades para sustentabilidade, trabalho padronizado ou obtenção de premiações, dentre outras.



Figura 50 - Quadro de Gestão à Vista da Coordenação *Lean & Green*
Fonte: A autora.

Em relação aos quadros de gestão à vista dos canteiros de obras (exemplo na Figura 51), percebeu-se que os benefícios são restritos às equipes técnicas de gestão e dependem muito de onde são instalados.

O supervisor das Obras 2 e 3 relatou que o quadro de gestão à vista estruturou melhor as informações e as ordenou em uma sequência mais lógica. Antes do uso do quadro na obra, as informações eram coladas em espaços disponíveis nas paredes da sala técnica sem organização ou lógica de fluxo de informações. Além disso, os espaços disponíveis no quadro indicam que informações devem ser inseridas, de modo que funciona como um lembrete também de que há informação faltando, ou seja, é uma cobrança visual.

O engenheiro da obra 3 comentou que, além da organização, o fato de os indicadores e planos estarem expostos garante que sejam sempre vistos e, portanto, frequentemente atualizados. Além disto, os quadros de gestão à vista também facilitam o aprendizado por novos colaboradores, tais como estagiários, que percebem rapidamente quais são os principais controles da empresa e a importância da transparência. A transparência de processos também é relatada como fundamental pelo engenheiro da Obra 4, quando afirma que “todo mundo tem direito de saber o que se passa na obra e o quadro é o acesso mais fácil a isso”.

Todavia, observou-se que o quadro de gestão à vista das obras ainda é pouco utilizado pelos funcionários de empresas terceirizadas. Poucos são os exemplos relatados de empresas terceirizadas que aproveitaram a disponibilidade de informações dos planos de médio e curto prazo, por exemplo, para melhorar seu próprio planejamento. De acordo com os engenheiros das obras, os supervisores de produção das empresas terceirizadas, nas reuniões de curto prazo

semanais, e os gerentes ou diretores dessas empresas, nas reuniões gerenciais quinzenais, se aproveitam desses momentos para receber as informações mais detalhadamente.

Por fim, também se notou a importância da localização desses quadros. No caso das obras 3 e 4, o quadro foi instalado dentro da sala de reuniões, o que promove seu uso durante as reuniões de curto prazo e reuniões gerenciais quinzenais. Já na Obra 5, o quadro foi instalado fora da sala de reuniões, não sendo utilizado durante as duas reuniões acompanhadas pela pesquisadora.



Figura 51 - Quadro de gestão à vista no canteiro da Obra 5
Fonte: A autora.

6.3.4 *Uso de dispositivos visuais espaciais como instrumento proativo e no apoio ao planejamento e à reflexão*

Dispositivos visuais espaciais são definidos aqui como dispositivos visuais que permitem planejar e controlar o uso do espaço ou a execução de determinados processos no espaço, podendo, inclusive, estar associados a sistemas de planejamento baseados em zonas de trabalho ou *Location Based Planning* (SEPPÄNEN; BALLARD; PESONEN, 2010). Assim como a empresa F, a empresa G também possui alguns exemplos de dispositivos visuais relacionados ao espaço e seu uso no canteiro de obras, tais como: plantas de inventários para localização de entrega dos insumos nos pavimentos (para evitar movimentações desnecessárias na etapa de execução), zonas de limpeza e respectivos responsáveis por cada zona, mapas de concretagem para controle tecnológico do concreto, *layout* de canteiro, entre outros (Figura 52).



Figura 52 – Exemplos de dispositivos visuais espaciais: (a) plantas de inventário para insumos, (b) zoneamento de limpeza por responsáveis, (c) mapa de concretagem com data de concretagem e corpo de prova, (d) mapa com data de concretagem de blocos e estacas, (e) e (f) layouts de canteiro espalhados pelos devidos pavimentos da obra

Fonte: A autora.

Tais dispositivos desempenham funções limitadas: alguns são apenas indicadores visuais (como os *layouts*) e outros possuem um caráter de acompanhamento e controle de atividades (como os mapas de concretagem) já realizadas, mostrando-se reativos em relação aos processos. Contudo, nessa empresa, observou-se três exemplos de dispositivos visuais proativos e que apoiam a reflexão e o planejamento das atividades.

O primeiro deles é o acompanhamento visual do serviço de fachada, apresentado na Figura 53. O engenheiro da obra 5 tinha a ideia de fazer um controle visual da fachada, e, em conversa com a equipe técnica, chegaram à ideia de utilizar tarjas magnéticas em uma folha de zinco com

todas as fachadas visíveis. Pelo dispositivo, é possível visualizar as etapas e sentidos do serviço de fachada, o acompanhamento da execução de cada atividade por balança, o número de balanças em uso e distribuição delas ao longo dos panos, dentre outras informações.

Assim, conforme o próprio engenheiro da obra explicou, “é possível ter o controle de como a fachada está sendo executada sem precisar ficar olhando para cima o tempo todo”. Segundo o engenheiro, esse dispositivo também permite a reflexão e planejamento sobre os próximos serviços e etapas da obra, pois eles podem enxergar rapidamente que andaimes suspensos estão em um ritmo mais rápido para programar novas atividades e que andaimes suspensos estão tendo dificuldades com a execução, a depender do nível de acabamento da fachada e complexidade dos recortes, por exemplo. A visualização desse serviço no escritório ainda auxilia na simulação de cenários de execução e promove a compreensão mais aprofundada e o planejamento de serviços interdependentes, como peles de vidro, guarda-corpo e atividades que acontecem internamente ao apartamento.

Contudo, de acordo com a equipe técnica, esse dispositivo ainda precisa evoluir. Até o período de realização da pesquisa, esse acompanhamento visual ainda não era utilizado pelas empresas terceirizadas no planejamento de atividades que pudessem sofrer interferência do serviço de fachada. Assim, era um dispositivo que auxilia apenas a equipe interna de gestão da empresa que repassa as informações aos terceiros, embora tenha muito potencial para facilitar a colaboração entre todas as partes.



Figura 53 - Acompanhamento visual da execução do serviço de fachada

Fonte: A autora.

Outro dispositivo que auxilia diretamente no processo de planejamento de médio prazo na obra 5 é o painel visual das áreas comuns, exibido na Figura 54, elaborado a partir do painel visual da fachada. A empresa tem desenvolvido muitas técnicas para planejar melhor as áreas comuns

dos empreendimentos residenciais (VALENTE et al., 2014b). Como são áreas menos repetitivas e mais complexas em termos de interferências de serviços, o processo de identificação das restrições e gargalos é mais difícil. O objetivo desse dispositivo é apoiar a identificação de restrições de médio prazo relacionadas a materiais, mão-de-obra, projetos, procedimentos de execução, equipamentos necessários e meio ambiente. Além disso, o dispositivo também auxilia no planejamento de médio prazo, previsão de interferências de serviços e identificação de áreas críticas (com muitos serviços demorados ou difíceis de serem executados). Para a equipe técnica de gestão, a visualização das áreas comuns diariamente na parede, e não em um projeto de ambientação, faz com que eles observem a lista de restrições com frequência, contribuindo para melhorar o planejamento como um todo.

Uma falha desse dispositivo, porém, é falta de participação dos funcionários mais envolvidos com a área operacional, o que limita a oportunidade de uma mudança cultural. O mestre de obras encarregado pelas áreas comuns não tem o hábito de inserir as informações, ficando essas restritas apenas aos engenheiros da obra. De acordo com o supervisor de obras, é ainda preciso investir na gerência operacional (mestres e técnicos) para que eles possam colaborar também com as informações inseridas na ferramenta, pois eles conseguem enxergar bastante à frente, mas falta treinamento para sistematizar esse processo. Por enquanto, o dispositivo ainda não é muito utilizado pelas empresas terceirizadas, embora a empresa G tenha pretensões de que os funcionários terceirizados possam colaborar futuramente para o planejamento das áreas comuns com o apoio da ferramenta.

Sobre esse dispositivo, o engenheiro declarou que: “tem ajudado muito a pensar melhor nas restrições e puxar as atividades, porque é acessível e podemos ficar olhando direto. Se fosse um projeto apenas, estaria guardado em uma pasta. Querendo ou não, quem entra aqui, vê o painel”.

Nesse dispositivo, a equipe de engenharia lista as restrições e assinala o status das restrições. No caso de uma restrição de material, por exemplo, eles indicam se o material já está na obra, se já foi comprado ou se ainda é preciso cotar. O detalhamento das restrições é realizado apenas nas reuniões mensais de médio prazo.



Figura 54 - Painel visual das áreas comuns para planejamento de médio prazo
Fonte: A autora.

Por último, revela-se o uso de imagens 3D do modelo BIM no próprio apartamento protótipo, ilustrado na Figura 55. Apesar de parecerem simples projetos colados na parede, eles dizem respeito exatamente àquele espaço, o apartamento protótipo. Além de propiciar discussões e comparações sobre o espaço, o projeto apoia as reuniões ocorridas no local para identificação de interferências ou oportunidades de melhoria no modelo físico e modificação no projeto.



Figura 55 - Imagens 3D do modelo BIM do apartamento protótipo
Fonte: A autora.

6.3.1 *Uso do trabalho padronizado para avaliação das operações e elaboração de dispositivos visuais*

O trabalho padronizado consiste no “estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção”, buscando a estabilização do processo e o aumento da produtividade, através da definição de três elementos: sequência padrão de atividades, *takt-time* e estoque padrão (LIB, 2016; LIKER, 2004; MARIZ, 2012). Na Empresa

G, buscou-se adaptar esse método de padronização ao contexto das obras de edificações e os resultados dessa primeira implementação são parcialmente relatados por Fernandes *et al.* (2015). No presente trabalho, será realizada uma análise mais focada na gestão visual, pois, além de avaliar e repensar as operações como um todo, um dos benefícios da implementação do conceito de trabalho padronizado na empresa foi a captação do conhecimento tácito dos funcionários e a elaboração de dispositivos visuais para apoiar a rotina de trabalho das equipes de produção.

A primeira etapa da implantação do trabalho padronizado na empresa consistiu em acompanhar a execução do serviço, com o objetivo de caracterizar a situação inicial, captar experiências e entender as necessidades dos funcionários. Observa-se o trabalho da equipe de produção, cronometrando tanto as atividades que agregam como as que não agregam valor, e também se coletam informações por meio de entrevistas com os trabalhadores. Após a coleta de dados, as informações quantitativas são tabuladas em planilhas e gráficos e as qualitativas são apresentadas em formato de relatório. Posteriormente, os dados são apresentados à equipe da obra e discutidos, de modo a identificar oportunidades de melhorias, principalmente no sentido de melhorar o sequenciamento das atividades e reduzir a parcela de atividades que não agregam valor. Finalmente, sugere-se um novo padrão e implementam-se as mudanças indispensáveis ao atendimento do padrão proposto, que geralmente resultam em menor tempo de ciclo, melhorias nas condições de trabalho, mais fácil controle por parte dos colaboradores e supervisores de produção e aumento da produtividade.

Além disso, por conta dessa preocupação em captar o conhecimento tácito dos funcionários e transformá-lo em conhecimento explícito por meio dos relatórios, a gestão do conhecimento é facilitada na empresa. Por esse motivo, após a primeira experiência com a ferramenta em 2014, a empresa definiu que seria aplicada a ferramenta de trabalho padronizado para a maior parte dos serviços de um empreendimento convencional. Desde então, a empresa já executou o trabalho padronizado para serviços como impermeabilização, alvenaria de tijolo cerâmico, regularização de piso, revestimento cerâmico, estrutura de concreto, dentre outros.

A utilização desta ferramenta tem gerado alguns resultados adicionais. Além de monitorar a produtividade diária das equipes e a parcela de tempos que não agregam valor, a empresa também tem conseguido estimar com maior precisão os custos de materiais e mão de obra, o que retroalimenta os orçamentos dos empreendimentos, ou seja, o novo conhecimento é

diretamente replicado em outros setores da empresa e novos empreendimentos (FERNANDES *et al.*, 2015).

A fim de facilitar a compreensão da nova sequência de atividades por parte dos colaboradores, são elaborados também cartões visuais da rotina de trabalho, que trazem o dia, turno, horário, atividade e lote de produção para cada tarefa. Dessa forma, os operários passaram a ter horários determinados não só para as atividades inerentes à produção propriamente dita, mas também para a preparação de materiais, inspeção dos próximos pavimentos e descanso.

Pela percepção da Coordenadora *Lean & Green*, “a introdução desses cartões na rotina dos funcionários os tornou mais motivados e comprometidos, pois eles sabem exatamente o que é esperado deles ao longo do dia e da semana”. A expectativa do serviço é mais transparente tanto para as equipes de produção como para os responsáveis pela inspeção. É importante ressaltar que o processo de concepção desses cartões contou com a participação das equipes de produção, de modo que fossem fáceis de entender e de manusear. Os pictogramas da Figura 56, por exemplo, foram inseridos para situações em que funcionários fossem analfabetos. O uso do cartão também tem se mostrado relevante para o controle e acompanhamento do serviço pelos supervisores de produção, bem como para a definição do ritmo de produção (FERNANDES *et al.*, 2015). A Figura 56 traz exemplos dos cartões visuais utilizados para dois serviços diferentes.

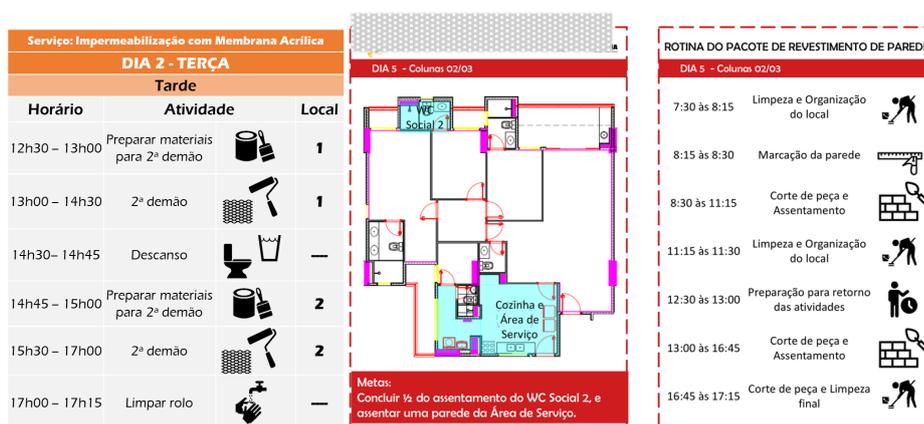


Figura 56 - Cartões visuais de rotina de trabalho de equipes de produção
Fonte: (FERNANDES *et al.*, 2015) e Empresa G

6.3.2 Dispositivos visuais para gestão da segurança

Como mencionado tanto na revisão de literatura como no estudo empírico anterior, dispositivos visuais para segurança geralmente são estáticos, como placas e avisos, pouco interessantes e utilizados principalmente por questões de cumprimento de leis e normas. Durante a visita às

obras, observou-se um esforço especial da equipe de segurança da empresa em tornar os dispositivos visuais mais atrativos, chamando mais a atenção dos funcionários e passando a mensagem de forma mais convincente. Assim, observam-se dois exemplos de indicadores visuais da mesma empresa na Figura 57. À esquerda, uma placa convencional relacionada ao uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPI), que, por ser pouco chamativa e espalhada por toda a obra, é muitas vezes despercebida.

À direita, procura-se passar a mesma mensagem, embora de uma forma que chama mais atenção do funcionário. Além de ele se identificar com as imagens do funcionário (aproximadamente em escala real e vestido com o mesmo uniforme), busca-se que todos reconheçam um padrão já existente, existindo um mecanismo lúdico para comparar o certo e o errado, um jogo de erros nos equipamentos de proteção coletiva (EPI). Em conversa informal com um dos funcionários de produção da empresa, facilmente ele identificou inúmeros erros na imagem, como o uso de sapatos abertos, o uso inapropriado do cinto de proteção para trabalho em altura e a falta do protetor auricular na orelha. De fato, Kerr *et al.* (2013) e Ware (2008) destacam os elementos atrativos e sustentadores dos dispositivos visuais e a importância do reconhecimento de padrões na interpretação de uma mensagem.



Figura 57 - Dispositivos visuais associados à segurança
Fonte: A autora.

Outro dispositivo visual associado a segurança utilizado pela empresa G apresentava fotografias dos filhos dos funcionários e mensagens de apelo emocional em relação ao cuidado diário com a segurança (Figura 58). Mais uma vez, além de os trabalhadores se identificarem imediatamente, porque reconhecem seus próprios filhos no dispositivo, o efeito emocional que

a mensagem provoca faz com que ela seja retida por mais tempo, como relatado anteriormente por Eppler e Platts (2009).



Figura 58 - Pôster com fotos dos filhos dos funcionários para efeito emocional
Fonte: A autora.

Finalmente, apresenta-se o dispositivo utilizado pela equipe de segurança da Obra 4, apresentado na Figura 59. Trata-se de um dispositivo para trava de disjuntores que é mantido trancado com dois cadeados, sendo que um dos cadeados é do técnico de segurança. É utilizado em situações que exigem que certos disjuntores sejam desligados por questões de segurança, para manutenção de um equipamento que é normalmente energizado, por exemplo.

Assim, antes de liberar o equipamento para manutenção, o técnico de segurança e o encarregado eletricista (responsável pelo segundo cadeado) vão juntos até o quadro, desligam o disjuntor e inserem essa trava com os cadeados, impedindo que o dispositivo seja retirado por outros colaboradores desavisados. Somente quando o equipamento puder se energizado novamente, os dois responsáveis pelos cadeados vão juntos novamente até o quadro e retiram seus cadeados. O dispositivo de segurança só pode ser retirado com a abertura dos dois cadeados, assegurando que o técnico de segurança esteja sempre presente para a liberação do disjuntor.

Trata-se de uma ferramenta simples que impede uma ação inadequada ou desavisada e que pode ser replicada para outras situações de segurança, como controles de equipamentos perigosos, por exemplo. Não se trata exatamente de um *poka-yoke* ou garantia visual, porque não é totalmente à prova de erros: se não planejado adequadamente, o técnico pode esquecer de inserir o cadeado, por exemplo.

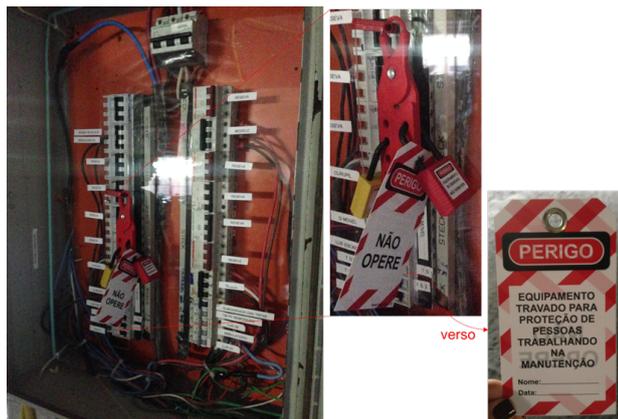


Figura 59 - Dispositivo de segurança para realização de manutenção de equipamentos energizados
Fonte: Empresa G

6.3.3 Outros dispositivos visuais que aumentam a transparência dos processos e auxiliam na gestão da produção na obra

Uma forma simples de auxiliar a gestão da produção é a incorporação de informações pelo fornecedor aos produtos. Conforme exemplo apresentado na Figura 60, o fornecedor de portas de madeira agregou informações sobre cada componente, incluindo o apartamento correspondente e cômodo para instalação. A facilidade de obter tais informações diretamente do produto permite maior agilidade e assertividade pela equipe de fluxo de materiais na entrega dos materiais nos pavimentos e ambientes corretos. Este dispositivo visual poderia ser utilizado em outros produtos industrializados, tais como louças, kit de metais sanitários, bancadas, dentre outros. É importante lembrar que a incorporação de informações por parte do fornecedor tem sido relatada na literatura como uma abordagem prática para o aumento da transparência dos processos há bastante tempo (KOSKELA, 1992).



Figura 60 - Incorporação de informação pelo fornecedor ao produto para transparência de processos
Fonte: A autora.

Os *kanbans* de produção de argamassa têm sido utilizados pela empresa G desde 2006, tendo sido descritos em um trabalho anterior (MOURÃO; VALENTE, 2013). De fato, os *kanbans* consistem em algumas das práticas mais consolidadas da empresa e uma das poucas que são operadas e interpretadas pelos próprios colaboradores de produção. Tão consolidada culturalmente que, mesmo em falta de *kanbans*, um dos operadores “criou” os próprios *kanbans* com as informações necessárias para que o gerenciador de *kanbans* continuasse funcionando. No exemplo da Figura 61 pode-se observar que o operário de apelido “Índio” solicita um traço inteiro (1) de concreto de tipo 4 (4C), para o apartamento 302 da torre Hortênsias (a informação 302H está na parte de baixo do papel, coberta pelo MDF do painel).

Quando perguntado por que ele havia feito esse “*kanban*” de papel, ele disse que foi ao almoxarifado solicitar *kanbans* e o almoxarife disse que todos estavam em uso e que faltavam *kanbans* novos, o que também indica uma falha no sistema de *kanbans* da empresa. Assim, ele escreveu em um pedaço de papel as mesmas informações e o inseriu no quadro, como teria feito com um *kanban* normal. Evidencia-se com esse registro a mudança cultural que houve na empresa ao longo do tempo, especialmente para os funcionários, de modo que eles perceberam os benefícios advindos da prática e a necessidade de se continuar trabalhando dessa forma.



Figura 61 - Consolidação cultural do uso de *kanbans* para produção de argamassa
Fonte: A autora.

Por fim, apresentam-se, também identificados na empresa F, as marcações na parede (Figura 62), embora na empresa G sejam realizadas com giz. Tais marcações objetivam indicar locais para instalação de drenos e diâmetros desses ou caixas elétricas. Todavia, percebe-se que a empresa F consegue se aproveitar dessa técnica de forma menos improvisada e mais clara, em função das diferentes cores de *spray* e das legendas. Na empresa G, não foram identificadas legendas para utilização e as marcações são sempre executadas na mesma cor. Apesar de auxiliar a gestão da produção, ainda há oportunidades de melhoria para essa forma de gestão visual.



Figura 62 - Uso de marcações na parede com giz
Fonte: Empresa G

6.4 CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS E TEÓRICAS PARCIAIS DA FASE 2

Uma contribuição prática percebida nesse estudo diz respeito à necessidade de os gestores compreenderem melhor sobre os conceitos de gestão visual para poderem elaborar dispositivos mais eficazes. Mesmo consistindo em dispositivos visuais criativos e bem elaborados, quando entrevistados, inicialmente, a maioria dizia que o dispositivo visual ajudava na gestão “porque ele era visual”, não conseguindo expressar de fato seus benefícios. A elaboração desses dispositivos era muito intuitiva. Somente depois de a pesquisadora repassar algumas ideias da literatura sobre o assunto e guiar a entrevista por um viés mais conceitual, foi que os benefícios dos dispositivos puderam ser compreendidos de forma mais aprofundada. Todavia, houve uma exceção: a coordenadora de projetos, com graduação em arquitetura e urbanismo, tinha bastante conhecimento sobre os efeitos e benefícios da visualização, possivelmente em função de sua formação acadêmica.

Assim, como a gestão visual é algo muito intuitivo, foi observada a dificuldade que os profissionais têm em explicar por que ela funciona. Além disso, os profissionais com formação em engenharia pouco têm contato com o pensamento visual ou artes. Como evidenciado por Zhang (2012), é imprescindível que um treinamento específico aos profissionais de gestão sobre pensamento visual seja incluído em grades curriculares de graduação e pós-graduação. Certamente, isso facilitaria o processo de concepção das ferramentas e diminuiria o esforço de melhoria por tentativa e erro.

Outra importante percepção está relacionada à pouca participação dos funcionários de produção nesses dispositivos visuais mais elaborados, o que é, inclusive, percebido pelo gerente técnico. A maioria dos resultados apresentados representam práticas inovadoras para a gestão da produção e colaboração, mas seus usuários restringem-se principalmente à equipe técnica de

gestão. A empresa G tem inovado pouco, com exceção do trabalho padronizado, em relação a dispositivos visuais para controle por parte das equipes de produção, o que indica uma grande oportunidade de melhoria, uma vez que os resultados também evidenciaram que os funcionários estão bem adaptados a algumas práticas de gestão visual, tais como *kanbans* e marcações nas paredes. De fato, os estudos de *benchmarking* indicaram que as melhores práticas em gestão visual da manufatura envolvem os profissionais de produção diretamente na concepção e uso de dispositivos visuais, de modo que haja uma descentralização da hierarquia de informações e maior participação deles na tomada de decisões e detecção de problemas.

Todavia, constatou-se que o uso do método adaptado do trabalho padronizado na empresa tem tentado suprir essa necessidade de ouvir mais os funcionários e atender suas sugestões de melhorias. Como os operários têm um baixo nível de escolaridade formal, eles se expressam com dificuldade, mas, segundo os gestores, eles “procuram interpretar o que coletam dos colaboradores e incorporar esse conhecimento tácito nos dispositivos visuais para as rotinas de produção, de modo que o conhecimento seja retido pela empresa e isso proporcione melhoria do processo”.

No mais, em relação aos dispositivos visuais mais elaborados, notou-se a importância dos dispositivos visuais espaciais e cronogramas de planejamento para auxiliar no planejamento e na gestão da produção. Muitos exemplos refletiram a necessidade dos gestores de enxergarem o espaço a ser futuramente construído e o projeto do empreendimento ou uma linha do tempo, como um cronograma ou calendários para atividades futuras.

Salienta-se ainda a forma como os dispositivos visuais integravam-se fortemente às rotinas de gestão da empresa. Alguns dispositivos tinham como finalidade monitorar o desempenho das atividades e, porque precisavam ser periodicamente atualizados, funcionavam como indutores de implementação de rotinas gerenciais. No caso dos quadros de desempenho e planejamento, por exemplo, a falta do documento era sinalizada pelo próprio quadro. Assim, esse dispositivo visual induzia a implantação da rotina (não-visual) de coleta de dados, análise das informações e atualização do indicador, e evidenciava se essa rotina havia sido ou não implementada.

Por fim, compreendeu-se como diferentes setores estão integrados a partir dos dispositivos visuais que agem como *boundary objects*. Vários profissionais compartilham os mesmos controles (como o cronograma de suprimentos ou a planilha de customização), mas os utilizam para fins diferentes e coordenação de atividades distintas. A visualização colaborativa de certas

informações sobre os empreendimentos tem sido importante não apenas para a avaliação de desempenho e coordenação de atividades, mas especialmente para troca de informações entre setores e tomadas de decisão em setores diferentes.

As visitas técnicas e o estudo empírico da primeira fase da pesquisa confirmaram a importância de dispositivos visuais dinâmicos, mencionada nos primeiros capítulos, uma vez que estes se fazem mais necessários às rotinas de gestão em comparação aos dispositivos visuais estáticos. Os estudos na empresa G permitiram sugerir alguns critérios para se avaliar essa integração de dispositivos visuais dinâmicos às rotinas da empresa, como se fossem níveis de integração ao processo.

Em um primeiro estágio, os dispositivos visuais dinâmicos integram-se aos processos gerenciais, tornando pública a avaliação de desempenho das atividades ou apoiando a coordenação de atividades. Essa forma mais básica de integração foi identificada com os quadros de gestão à vista nas obras, por exemplo, que estruturam melhor as informações, permitindo uma avaliação de vários indicadores simultaneamente e a coordenação de atividades a nível de curto e médio prazo. Nesse nível e para esses processos específicos, não se objetiva a colaboração. Em certas situações, a colaboração não é necessária nem mesmo desejada.

Em um segundo momento, os dispositivos podem se integrar ainda mais aos processos a partir do momento que, além de facilitar a avaliação de desempenho e a coordenação de atividades, seu formato gráfico resume grandes quantidades de informação de outras fontes, permitindo uma reflexão mais abrangente sobre o assunto e resultando no apoio direto a atividades de planejamento e tomadas de decisão no setor. Esse estágio de maturação foi percebido, por exemplo, na planilha de macro-restrições utilizada pela gerência técnica.

Finalmente, percebeu-se que os dispositivos atingiram um nível máximo de integração com os usuários e processos gerenciais quando eles promoviam atividades colaborativas dentro do próprio setor e entre diferentes setores, como foi identificado com o quadro de gestão à vista da coordenação de projetos e a planilha com informações de customização, elaborada pelo mesmo setor. Tais dispositivos se mostraram fundamentais às rotinas do setor, facilitando a comunicação, distribuição e balanceamento de atividades entre membros da mesma equipe e agregando as mesmas informações de forma resumida e precisa, de modo que pudessem ser utilizadas para diferentes fins e por diferentes setores, respectivamente.

Embora tais contribuições teóricas desse trabalho tenham sido delineadas a partir do estudo empírico em uma única empresa, o referencial teórico apresentado anteriormente fundamenta essa forma de avaliação de integração dos dispositivos aos processos gerenciais (BEYNON-DAVIES; LEDERMAN, 2016; BITITCI; COCCA; ATES, 2015; BRESCIANI; EPPLER, 2010; EPPLER; BRESCIANI, 2013; EPPLER; BURKHARD, 2007; JACA *et al.*, 2013; LENGLER; EPPLER, 2007; ZHANG, 2012). Estudos futuros podem ser realizados para confirmar o uso desses critérios para avaliação de forma sistematizada e consolidá-los como uma nova taxonomia para os dispositivos visuais.

6.5 PROPOSIÇÃO DO MODELO

A partir da reflexão sobre a ampla literatura abrangida e os resultados e aprendizados adquiridos com os estudos realizados, propôs-se um modelo para o processo de concepção de dispositivos visuais adaptado ao contexto da gestão da produção na construção. Uma das intenções desse modelo é revelar uma parte do trabalho não-visual (NICOLINI, 2007) na concepção de um dispositivo para gestão visual, de modo a compreender melhor as necessidades de informação dos usuários e os fatores que contribuem para o sucesso na implementação desses dispositivos.

Optou-se por fazer uma representação visual do modelo baseado na metáfora do *iceberg*, considerando que somente uma parte das práticas de Gestão Visual são efetivamente visuais, conforme sugerido por Nicolini (2007). Esta metáfora pode facilitar a disseminação do modelo entre não-especialistas, o que se representa também uma contribuição para a indústria (EPPLER, 2003). Uma metáfora fornece o caminho da compreensão de algo familiar a algo novo, carregando elementos de compreensão do assunto dominado para um novo domínio, podendo ser considerada como uma ferramenta para a cognição (EPPLER, 2003). Seu uso facilita o processo de aprendizagem ao informar rapidamente, associar o conhecimento novo com o conhecimento existente e permitir *insights* a partir da analogia. Além disto, uma metáfora visual também pode desempenhar funções mnemônicas ao facilitar a lembrança pela associação e modelos mentais existentes (EPPLER, 2003).

A principal característica de uma metáfora visual é a forma como as informações são organizadas para transmitir um significado (EPPLER, 2003). Primeiramente, a informação é posicionada graficamente para organizá-la e estruturá-la. Em segundo lugar, transmite-se uma visão sobre as informações representadas através da característica-chave da metáfora que é empregada. No caso do *iceberg*, transmite-se a noção de que a parte maior (e mais essencial) do fenômeno examinado (neste caso a concepção de dispositivos visuais) permanece invisível

ou obscura sob a superfície. A imagem do *iceberg* é utilizada pelo fato de que apenas cerca de 10% da massa de um iceberg é visível na superfície, enquanto cerca de 90% permanece submerso¹⁶.

O modelo divide o processo de concepção de um dispositivo visual em quatro etapas (Figura 63), detalhadas a seguir. A quarta etapa do processo é a única visível, ou seja, que representa o trabalho visual, com a definição das características do dispositivo visual, tais como o uso de esquemas de cores, o formato de visualização das informações, a forma de disseminação, etc. É nessa etapa onde se encontram as principais taxonomias existentes (EPPLER; PFISTER, 2014; LENGELER; EPPLER, 2007; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016). A definição dessas quatro grandes etapas permite entender o processo de concepção de forma mais abrangente, para posteriormente fazer um detalhamento. Cada uma dessas etapas foi segmentada em uma pergunta-chave e outros pequenos passos, apresentados na Figura 64.

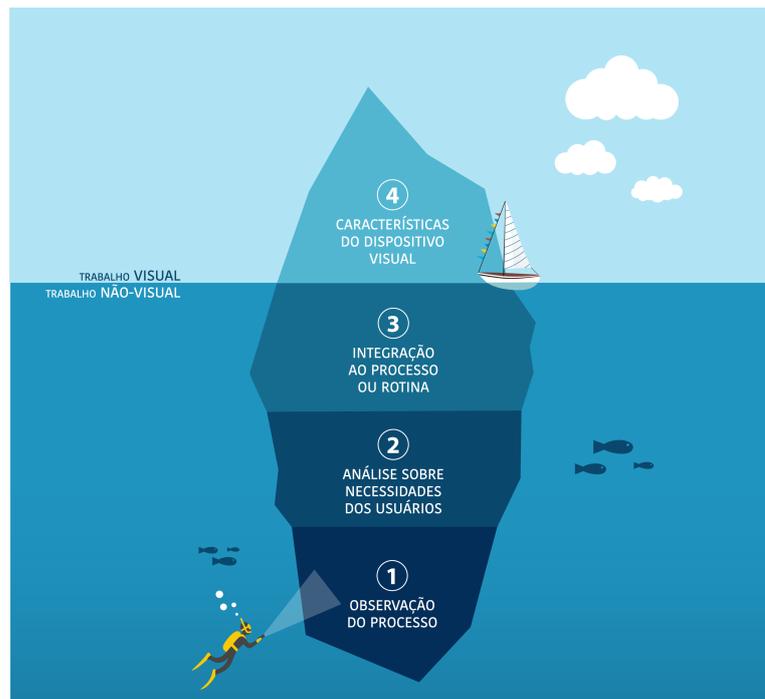


Figura 63 - Definição de grandes etapas para a construção do modelo
Fonte: A autora.

As demais etapas são entendidas como o trabalho não-visual e representam a maior parte do processo de concepção de uma ferramenta ou do próprio sistema de gestão visual. A primeira etapa consiste na observação do processo, para identificação de seus principais problemas, suas potenciais causas, e quem está envolvido. Outras fontes de evidência também podem ser

¹⁶ Fonte: <http://www.businessdictionary.com/definition/iceberg-principle.html>

utilizadas, como documentos e entrevistas. Deve-se considerar que a gestão visual não é um fim em si, mas um meio para melhorar os processos, seja promovendo mais transparência, comunicação ou colaboração. Em seguida, é importante que seja realizada uma análise sobre as necessidades dos usuários em relação a que informações são relevantes, qual deve ser o objetivo da ferramenta, quais os modelos mentais existentes, dentre outros. Por fim, em se tratando especialmente de um dispositivo dinâmico mais sofisticado, é necessário avaliar como o dispositivo se integrará ao processo ou rotina de forma mais eficaz, levando em conta a necessidade de promover colaboração, se for o caso.

Essa observação do processo pode resultar em um mapeamento deste, por meio de ferramentas visuais, tais como mapas de fluxo de valor ou simples fluxogramas. Dessa forma, observa-se que, para a concepção de bons dispositivos visuais, outras práticas visuais podem ser utilizadas durante o processo. Além dos principais problemas e suas potenciais causas, a observação do processo e das operações também pode apontar que desperdícios devem ser evitados. Além disso, durante essa etapa, é importante compreender quem está envolvido no processo estudado e se já existe um padrão para o processo, procedimento ou expectativa de resultado, a fim de que o padrão existente possa ser utilizado como base para a oportunidade de melhoria.

No mais, a observação do processo também pode indicar respostas sobre a existência de um ritual de comunicação, como, por exemplo, uma reunião periódica, que possa se aproveitar do novo dispositivo visual, e se o ambiente organizacional e sua cultura sustentam a busca por maior transparência de processos, através de uma gestão mais participativa. De fato, não adianta implementar uma gestão visual participativa, que estimule muito a participação, se a empresa não se propõe a isso. Há um tipo de gestão visual adequada a cada grau de maturidade organizacional em relação à participação, como sugerido por Tezel, Koskela e Tzortzoupoulos (2016).

A segunda grande etapa é guiada pelo questionamento sobre as necessidades dos usuários em relação às informações. Nesse caso, é importante compreender que informações são relevantes, quando e onde devem estar disponíveis, qual o tipo de dado (relacionado a espaço, tempo, pessoas, motivos, etc.) e se essas informações já são registradas ou organizadas de alguma forma, de forma a entender se já existe uma convenção de comunicação que deva ser mantida.

Em relação aos usuários, também é fundamental investigar que modelos mentais podem ser aproveitados e qual o nível de alfabetização visual deles, o que pode influenciar fortemente a

concepção gráfica do dispositivo. Por modelos mentais, busca-se entender o que as pessoas já sabem e como elas estruturam esse conhecimento, quais os símbolos ou analogias que são interessantes e fazem sentido para eles, dentre outros, como, por exemplo, a compreensão da importância da família na cultura local para impacto emocional nos dispositivos de segurança da empresa G. Por fim, é a partir desses questionamentos que se explora e define o objetivo do dispositivo visual a ser proposto. Esse objetivo pode ser, inclusive, apontado pela literatura, como diversos autores já sugeriram em termos de principais funções da gestão visual (EPPLER; BRESCIANI, 2013; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016, 2009; VIANA *et al.*, 2014).

Na terceira etapa, delinea-se a forma como o dispositivo se integra à rotina ou processo estudado a partir da indagação principal sobre a ação desejada para o usuário com o uso do dispositivo. Essa ação relaciona-se diretamente com o objetivo da ferramenta definido na etapa anterior. Assim, uma vez determinada essa ação desejada, pode-se escolher se o dispositivo é considerado estático, com pouca integração ao processo, ou dinâmico, com os diferentes estágios de integração propostos na seção anterior (avaliação de desempenho, coordenação de atividades, reflexão e planejamento, tomada de decisão e colaboração). Por fim, independente de se tratar de um dispositivo estático ou dinâmico, é necessário estabelecer a frequência de atualização da ferramenta, embora essa frequência seja maior em dispositivos dinâmicos muito integrados à rotina.

Finalmente, sucede-se à etapa literalmente visual do trabalho de concepção do dispositivo. É nesta etapa que o *iceberg* emerge. São determinados o formato da visualização (tamanho da letra, uso ou não de figuras e formas, gráficos ou tabelas, etc.) e demais características de design do dispositivo visual (BATEMAN; PHILP; WARRENDER, 2016; EPPLER; PFISTER, 2014). Assim, os designers devem se aproveitar dos padrões e experiências anteriores dos usuários (compreendidos na segunda etapa) para que o conteúdo final do dispositivo visual seja mais facilmente recebido e apropriadamente interpretado. Essa etapa é concluída com um *briefing* completo sobre o dispositivo, de modo que, em seguida, possa ser elaborado e implementado.

Além disso, também são definidas as formas de disseminação (*online*, *off-line* ou *on site*, por exemplo) e como são inseridos os elementos atrativos, sustentadores e relacionadores na ferramenta, sugeridos por Kerr *et al.* (2013), a fim de se provocar conscientemente efeitos de ordem social, emocional ou cognitiva (EPPLER; PLATTS, 2009). Por fim, é importante realizar uma avaliação sobre os possíveis riscos da visualização (BRESCIANI; EPPLER, 2008;

EPPLER; MENGIS; BRESCIANI, 2008) para evitar efeitos indesejados. Deve-se também considerar a necessidade de, durante seu uso, realizar alterações, de modo que os dispositivos visuais possam ser testados antes de atingir o formato final.

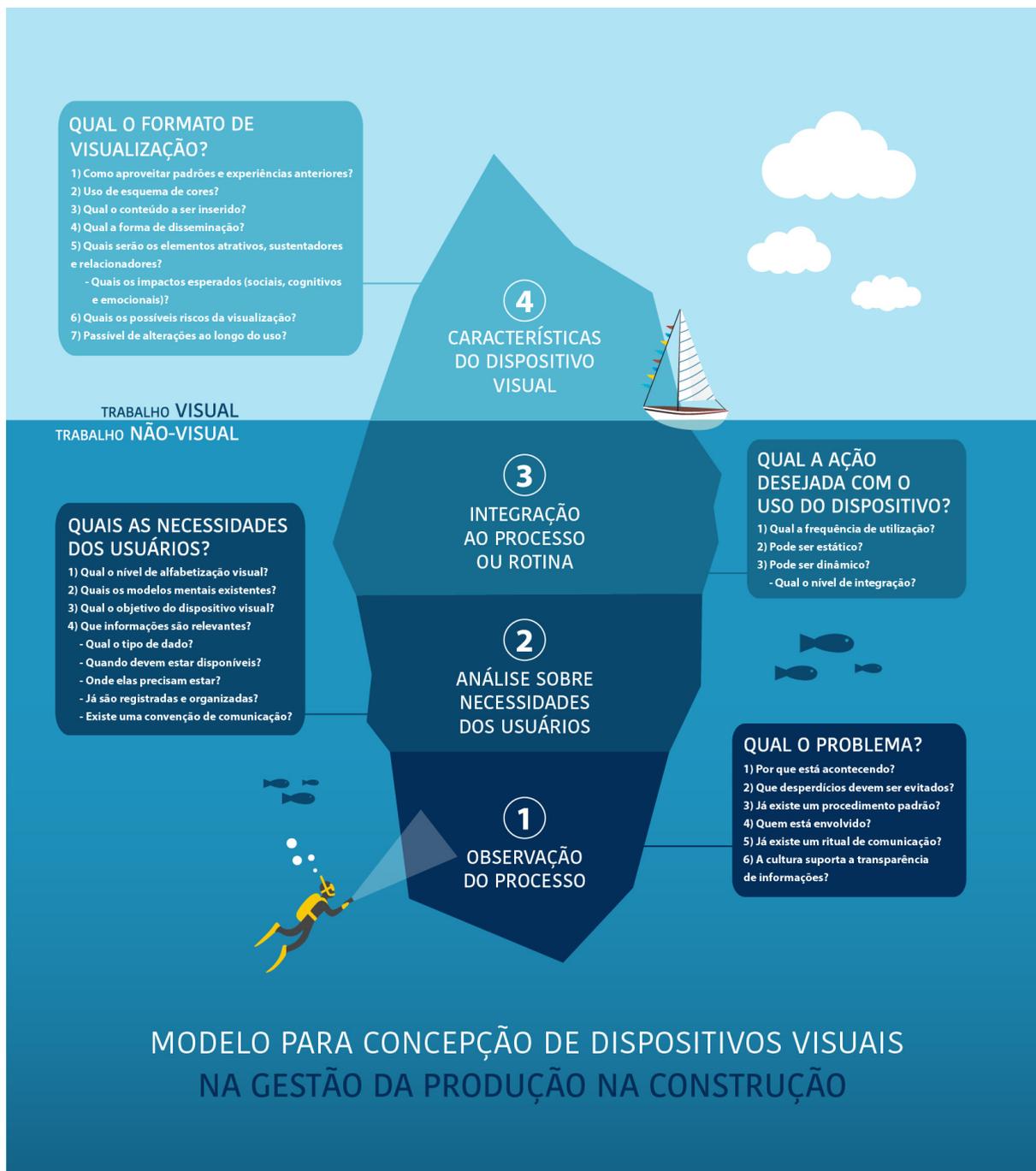


Figura 64 - Modelo para concepção de dispositivos visuais na gestão da produção
Fonte: A autora.

6.6 DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO FINAL DA SOLUÇÃO

O modelo foi avaliado a partir da literatura e evidências dos estudos empíricos, uma vez que não houve tempo para testá-lo integralmente. A avaliação e reflexão foi feita considerando três pontos principais: 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 concepção de dispositivos para gestão visual.

Esse modelo de processo em formato de metáfora muito tem a contribuir para a construção do referencial teórico sobre o assunto, esclarecendo, especialmente, o grande esforço “não-visual” na elaboração dos dispositivos (NICOLINI, 2007). Apesar de ter sido estruturado a partir da reflexão sobre a concepção de ferramentas visuais, ele tem potencial para permitir uma avaliação mais abrangente de ferramentas de gestão visual existentes.

Além disso, outra contribuição está relacionada à inserção de conceitos e taxonomias de outras áreas do conhecimento no modelo proposto. O conceito de pensamento visual (MANGE; ADANE; NAFDE, 2015), por exemplo, guiou a própria concepção do modelo. O conceito de alfabetização visual sugerido por Avgerinou e Ericson (1997) ou a taxonomia sobre os riscos da visualização (BRESCIANI; EPPLER, 2008) estão inseridas dentre os passos propostos para concepção dos dispositivos.

No mais, buscou-se um refinamento das taxonomias existentes na literatura sobre gestão de produção para sua inserção em diferentes etapas do processo de concepção. Assim, o modelo permite uma estruturação mais focada dessas taxonomias e a percepção de quais delas são realmente importantes para o processo de concepção. A taxonomia de funções da gestão visual (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2009) pode ser utilizada na segunda etapa do processo, quando da identificação do objetivo do dispositivo. A taxonomia sobre dispositivos estáticos ou dinâmicos (BITITCI; COCCA; ATES, 2015; EWENSTEIN; WHYTE, 2009; TEZEL, 2011) é fundamental à terceira etapa do processo, para definição de como o dispositivo se integrará à rotina. Já taxonomias sobre formatos de visualização de informações (EPPLER; PFISTER, 2014; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2016; VAN WIJK, 2006) podem ser empregadas na quarta etapa do processo. A vinculação das taxonomias existentes ao modelo pode melhorar a compreensão sobre a relevância dessas taxonomias para o processo de concepção de dispositivos e sistemas visuais.

Por fim, o modelo conta também com uma nova taxonomia proposta nesse trabalho. Foram definidos três níveis de benefícios obtidos a partir da integração dos dispositivos com os processos ou rotinas, sendo eles: avaliação de desempenho e coordenação de atividades; reflexão, planejamento e tomada de decisão; e colaboração. Novas taxonomias podem ser desenvolvidas para auxiliar a aplicação do modelo.

O modelo procurou abranger as pessoas, os processos, os dispositivos e a forma como os três podem ser integrados. A primeira grande etapa reflete a necessidade de compreensão do processo de forma sistêmica, a partir de sua observação e mapeamento, evidenciando os principais problemas, potenciais causas, pessoas envolvidas, desperdícios e cultura da empresa.

A segunda grande etapa visa especificamente a reflexão sobre as necessidades das pessoas envolvidas no processo, indicando as informações relevantes e o objetivo do dispositivo visual para atender essas necessidades. Além disso, busca-se entender os modelos mentais e o nível de alfabetização visual dos profissionais, a fim de que a ferramenta seja concebida para uma interpretação compatível e desejada.

Saindo propositalmente da ordem, a quarta grande etapa evidencia as características do próprio dispositivo visual, como formato de visualização, forma de disseminação, definição de conteúdo, dentre outros. E a terceira grande etapa busca exatamente integrar o processo, as pessoas e o dispositivo na rotina de gestão, de modo que o dispositivo possa cumprir sua função de apoiar o processo e as pessoas a partir da simplificação da rotina.

Apesar da numeração decrescente das etapas e da compreensão da metáfora como algo que emerge em um sentido vertical, a avaliação do modelo permitiu identificar a possibilidade de ciclos iterativos entre as etapas. Como é um processo de design, ao longo do processo de concepção do dispositivo visual, novas informações em etapas seguintes podem requerer a avaliação das informações obtidas em etapas anteriores ou mesmo a necessidade de novas informações sobre o processo. Tal mecanismo é similar ao ciclo PDCA de Deming (1982) na proposição de novos dispositivos.

Em relação à fidelidade ao fenômeno real, reitera-se que o modelo foi construído a partir da literatura sobre o assunto, da forma como os estudos foram conduzidos e obtidos os resultados e também da experiência da pesquisadora. Assim, procurou-se fortemente embasar o artefato nas tentativas práticas das empresas, de modo a revelar esse trabalho “não-visual” que existe, mas que não é documentado nas pesquisas e, portanto, carece de esclarecimento.

Todavia, em comparação à realidade retratada, o modelo apresenta delimitações no que se refere às etapas abrangidas. Anteriormente à primeira etapa do processo proposto no modelo, é necessário entender definir a estratégia de comunicação da organização. É preciso compreender o quanto a empresa deseja e incentiva a participação das pessoas em diferentes níveis hierárquicos, quais os meios de comunicação predominantes da empresa, se existe um plano de comunicação formal (diretrizes estratégicas da empresa em relação à comunicação) que, de certa forma, influencie os dispositivos a serem gerados a partir do modelo, dentre outros.

Além disso, após a quarta etapa, na qual se conclui o *briefing* do dispositivo, é necessário que esse dispositivo seja devidamente elaborado (pela própria empresa ou por terceiros) e posto em prática pelas pessoas responsáveis. Esta se constitui na última etapa no processo, não descrita no modelo nem coberta em detalhe nesse trabalho. Essa etapa deve incluir a prototipagem e o *co-design* da ferramenta, ratificando a importância que o modelo proposto dá à participação das pessoas envolvidas no processo na concepção e implementação da solução alcançada.

Em termos de generalização do artefato proposto, percebe-se que o modelo pode ser utilizado para os mais variados dispositivos visuais, sejam eles: estáticos ou dinâmicos, colaborativos ou individuais, simples indicadores e sinais visuais ou controles mais sofisticados, localizados nas próprias máquinas ou expostos em salas de reunião. O que muda ao longo do processo de concepção é o nível de profundidade buscado para as respostas ao longo dos passos e etapas.

Os dois exemplos de dispositivos visuais para segurança exibidos na Figura 57, por exemplo, podem ser desenvolvidos a partir desse modelo, embora o aprofundamento no segundo exemplo gere um dispositivo mais atrativo visualmente e com maior probabilidade de provocar impactos positivos. Nesse caso, ressalta-se a importância do comprometimento e participação dos profissionais no processo proposto pelo modelo, uma vez que a intenção é gerar melhores práticas.

Sobre suas potenciais contribuições em termos de utilidade, destacam-se:

- O auxílio à tomada de decisões sobre o sistema de gestão visual da empresa, de modo que os dispositivos existentes possam ser avaliados e melhorados a partir da identificação dos problemas;
- O estímulo a um processo mais colaborativo, a partir da identificação de problemas, potenciais causas e necessidades dos usuários em conjunto. As duas primeiras grandes etapas – observação do processo e análise sobre necessidades dos usuários – foram

parcialmente abstraídas da forma como o estudo empírico realizado na empresa F foi conduzido. De fato, o processo de abastecimento do *drywall* foi observado e todas as oportunidades de melhorias foram discutidas com a equipe de abastecimento e equipe de gestão, de modo que o *kanban* foi revisado de forma colaborativa. Já a terceira etapa, referente à integração do dispositivo com o processo ou rotina, foi abstraída a partir das boas práticas visuais observadas na empresa G que buscavam integrar setores e promover colaboração entre intervenientes. Assim, o processo de concepção proposto pelo modelo depende de discussões que facilitam a colaboração;

- A sistematização do processo, porque o modelo desmistificou o processo de concepção de dispositivos visuais que antes parecia tão “intuitivo” e pouco formalizado. As etapas e passos propostos estruturam o processo de forma clara; e
- A possibilidade de identificação de lacunas quando usado para avaliação dos sistemas de gestão visual, como aconteceu parcialmente durante a observação do processo de *drywall* na Empresa F.

Sobre suas potenciais contribuições em termos de facilidade de uso, o modelo proposto exige certa qualificação para interpretação dos diversos passos, embora seja mais fácil elaborar um bom dispositivo visual a partir dele do que sem ele. A facilidade do uso do artefato para concepção dos dispositivos está no fato de que o sequenciamento dos passos está estruturado em quatro grandes etapas, que são mais fáceis de lembrar e associar do que todos os passos isoladamente.

Destaca-se ainda a possibilidade de maior eficiência do sistema gerencial como um todo a partir do apoio de dispositivos para gestão visual. As pessoas não podem conceber ou se utilizar de dispositivos visuais que exigem muito tempo para preenchimento ou análise e acabam por se tornar parte da burocracia da organização. A intenção é justamente o contrário: aumentar a transparência dos processos para simplificar as rotinas e auxiliar os processos de gestão.

A aplicação do modelo para avaliação potencialmente permite que se apontem os dispositivos visuais que são realmente fundamentais à empresa, e seu uso no processo de concepção do dispositivo propicia a consideração das necessidades dos usuários para que ele realmente funcione e facilite a rotina das pessoas, de modo que elas obtenham benefícios a partir dele.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O uso de dispositivos visuais na gestão e coordenação de processos tem sido investigado por diferentes áreas de conhecimento, inclusive na gestão da construção. Entretanto, nesse contexto específico, há lacunas de conhecimento relacionadas à compreensão da gestão visual a partir dessas outras áreas de conhecimento e ao entendimento do que está por trás do esforço de trabalho “não-visual” requerido para concepção de dispositivos visuais. Assim, essa pesquisa teve como objetivo principal desenvolver um modelo para concepção de dispositivos visuais adaptado ao contexto da gestão da produção na construção civil.

Dessa forma, para refinar os conceitos associados à gestão visual na construção a partir de um contraponto entre o conhecimento já consolidado na área e o conhecimento explorado em outras áreas de pesquisa, buscou-se discutir temas semelhantes ou relacionados na neurociência, ciências sociais e computação. Foi percebido que muitos conceitos permeiam áreas distintas, tais como o pensamento visual, a alfabetização visual e o uso de dispositivos visuais para promover colaboração. A partir de um mapa conceitual elaborado com as contribuições das três áreas, foram escolhidos três conceitos para serem melhor discutidos ao longo dos estudos realizados: a classificação de elementos visuais de uma representação em atrativos, sustentadores e relacionadores, o reconhecimento dos padrões culturais, experiências anteriores e modelos mentais do público-alvo para concepção de dispositivos cuja mensagem seja mais facilmente captada, e a visualização colaborativa.

Ao longo dos estudos breves de *benchmarking*, foram analisados exemplos de boas práticas de gestão visual, podendo ser apontada como contribuição mais relevante destes estudos a importância dada por todas as empresas aos rituais de comunicação apoiados por dispositivos visuais, tais como quadros de indicadores de desempenho. Percebe-se que essa prática ainda é pouco empregada na construção civil, possivelmente em virtude das diferenças de tempos de ciclo e *lead time* das atividades. Outros exemplos relacionados ao uso de elementos atrativos para o público-alvo também foram identificados ao longo das visitas técnicas, com a intenção de garantir conforto e bem-estar aos funcionários da empresa.

Os resultados do estudo F corroboraram os resultados de pesquisas anteriores, apontando que o uso da gestão visual no contexto da construção ainda é escasso, pouco valorizado e restrito. A maioria dos dispositivos visuais implementados são apenas indicadores ou sinais e comumente associados com o planejamento e controle de produção e gestão da qualidade. Assim, ainda há

espaço para muitas melhorias, incluindo o uso de dispositivos visuais mais sofisticados, tais como controles e garantias, e integração com outras áreas de gestão, tais como segurança, resíduos, logística, etc.

Além disso, constatou-se no estudo F que a integração dos dispositivos visuais com as rotinas de gestão no canteiro de obras precisa ser reforçada. Vincular os dispositivos a eventos de controle e aprendizagem e momentos de reflexão nos rituais diários de comunicação pode ser uma maneira eficaz de conferir importância a essas ferramentas. Também foi entendido como a transparência do processo afeta a autonomia das equipes de produção e a necessidade de controles mais centralizados na equipe gerencial da obra e como isso pode gerar um ciclo virtuoso positivo ou um ciclo vicioso negativo.

Na segunda fase do estudo F, foi realizada uma intervenção no *kanban* de abastecimento de painéis de *drywall* de um empreendimento comercial, sendo obtidos bons resultados em termos de redução de desperdícios, eficácia na entrega de materiais e motivação dos funcionários. Essa pequena intervenção foi realizada a partir da observação direta do processo, entrevistas com a equipe de abastecimento e discussão colaborativa das oportunidades de melhorias com a equipe de gestão. Essa sequência de passos se mostrou satisfatória para identificação dos problemas de comunicação e captação das necessidades da equipe de abastecimento, o que resultou em um *kanban* mais eficaz e facilmente interpretado.

Por fim, foram definidas diretrizes para conceber e implementar um sistema visual adequadamente integrado à gestão da produção, que também pode ser utilizado para avaliar os dispositivos existentes, a fim de fazer com que o mesmo contribua para a melhoria contínua. Essas diretrizes foram o passo inicial na construção do modelo conceitual final, que buscou abranger todas as diretrizes dentro de suas etapas.

No estudo empírico G, apesar de serem identificados boas práticas de dispositivos visuais integrados a processos gerenciais, constatou-se que nenhum deles foi desenvolvido ou implementado com a participação das equipes operacionais do canteiro de obras. Este fato aponta para a necessidade de maior envolvimento da força de trabalho e gerência operacional na gestão visual, que pode ser iniciado por meio de treinamentos sobre gestão visual e atividades de colaboração. Além disso, foram identificados bons exemplos de dispositivos criativos para gestão da segurança, tanto indicadores e sinais visuais como garantias. Esses exemplos evidenciam o potencial do uso de melhores práticas visuais em áreas normalmente

negligenciadas como a gestão da segurança, cujos dispositivos são comumente elaborados apenas para atender às legislações.

No estudo G também foi analisado como a empresa tem usado gestão visual para apoiar a implementação do conceito de trabalho padronizado, com uma forte participação dos trabalhadores, incluindo a captação de conhecimentos tácitos. Observou-se que, apesar da dificuldade de expressão dos funcionários com pouca educação formal, é possível entender suas necessidades e utilizar suas sugestões para a melhoria do processo como um todo.

Além disto, esse estudo também evidenciou a importância que os dispositivos espaciais têm em empreendimentos de construção, em função da necessidade de visualizar o espaço futuro e resumir informações de produção em um espaço visível de relance. Nessa empresa, grandes painéis eram utilizados para facilitar a identificação de restrições de médio prazo, controlar a execução de um serviço e comparar modelos digitais com modelos físicos.

Por fim, em virtude da forma como a empresa consegue integrar diversos departamentos e as obras através de dispositivos visuais para fins distintos, analisou-se de forma mais aprofundada como esses dispositivos desempenhavam suas funções para os diferentes setores. Ao fim dessa análise, foram propostos critérios para avaliação da integração dos dispositivos visuais aos processos e às rotinas de gestão de acordo com estágios de maturidade dessa integração. Dessa forma, dispositivos estáticos possuem o menor nível de integração com o processo e os estágios de maturidade crescem a partir de dispositivos dinâmicos utilizados para avaliação de desempenho e coordenação de atividades; reflexão, planejamento e tomada de decisão; e colaboração intra e interdepartamental.

Esses critérios de avaliação também representaram um passo intermediário na construção do artefato final, que tomou forma após o término do segundo estudo empírico. Buscou-se desenvolver um modelo conceitual que auxiliasse na concepção de dispositivos visuais sem restringir o tipo ferramenta a ser utilizada, visando a dar flexibilidade e possibilidade de inovação nas ferramentas. Além disso, refletiu-se bastante sobre a necessidade de compreensão dos dispositivos visuais como associados diretamente e especificamente a cada contexto de processo e usuários na gestão da produção, identificando os problemas de comunicação existentes, as necessidades de informação do público-alvo e a forma como o dispositivo pode se integrar à rotina.

O modelo conceitual é estruturado em quatro grandes etapas, remetendo à metáfora visual do *iceberg*, sugerida por Nicolini (2007), para destacar que a parte visual das práticas visuais são somente a parte emergente de um *iceberg* bem maior. Não foi possível testar o modelo de forma integral, mas foi possível uma análise de alguns dos seus elementos a partir das práticas implementadas nas duas empresas e da literatura existente.

A avaliação da solução também evidenciou que o modelo pode ser vinculado às taxonomias existentes sobre gestão visual e pode ainda incentivar a definição de novas taxonomias que auxiliem no processo de concepção das ferramentas. Assim, percebe-se que não há uma classificação definitiva para a gestão visual, mas classificações distintas ao longo do processo de concepção que podem ajudar na escolha de dispositivos mais apropriados às suas finalidades.

A fim de que o trabalho possa ser continuado e tais contribuições possam ser testadas e melhoradas com o tempo, sugerem-se os seguintes trabalhos futuros:

- a) Avaliar e refinar o modelo proposto a partir de sua aplicação para concepção de novos dispositivos visuais e avaliação de dispositivos visuais existentes nos mais diferentes contextos da gestão da produção na construção civil;
- b) Investigar como as questões sociais e culturais associadas aos modelos mentais dos usuários e ao processo criativo podem ser melhor enfatizadas na indústria da construção;
- c) Analisar como o conhecimento sobre os processos cognitivos pode ser utilizado para melhorar práticas de gestão visual, a partir da compreensão da importância da percepção visual na construção do conhecimento e reconhecimento de padrões; e
- d) Explorar como se pode estimular a criatividade e o desenvolvimento de mais pensadores visuais no contexto da gestão da produção na construção civil.

REFERÊNCIAS

ADILOGLU, F. Visual communication: Design studio education through working the process. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 28, p. 982–991, 2011.

ALEXANDER, E.; BRESCIANI, S.; EPPLER, M. J. Understanding the Impact of Visual Representation Restrictiveness on Experience Sharing: an Experimental Assessment. **Journal of Visual Languages and Computing**, v. Submitted, p. 30–46, 2015.

ANDERSON, N.; POTOČNIK, K.; ZHOU, J. INNOVATION AND CREATIVITY 1 Innovation and Creativity in Organizations: A State-of-the-Science Review, Prospective Commentary, and Guiding Framework. 2012.

ARBULU, R.; BALLARD, G.; HARPER, N. **Kanban in Construction**. Proc. 15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...2007**

ARBULU, R. J. Application of integrated materials management strategies. In: O'BRIEN, W. J. et al. (Eds.). . **Construction Supply Chain Management Handbook**. Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 1–7.

AVGERINO, M.; ERICSON, J. A review of the concept of Visual Literacy. **British Journal of Educational Technology**, v. 28, n. 4, p. 280–291, 1997.

BARBOSA, G. et al. Heijunka system to level telescopic forklift activities using tablets in construction site. **21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013**, p. 140–149, 2013.

BARTH, K. B. **Melhoria de sistemas de medição de desempenho através do uso de painéis de controle para a gestão da produção em empresas de construção civil**. [s.l.] UFRGS, Porto Alegre, 2007.

BATEMAN, N.; PHILP, L.; WARRENDER, H. Visual management and shop floor teams – development, implementation and use. **International Journal of Production Research**, v. 7543, n. May, p. 1–14, 2016.

BAUCH, C. **Lean Product Development: Making waste transparent**. [s.l.] Massachusetts Institute of Technology, 2004.

BERNSTEIN, E. S. The transparency paradox a role for privacy in organizational learning and operational control. **Administrative Science Quarterly**, v. 57, n. 2, p. 181–216, 2012.

BEYNON-DAVIES, P.; LEDERMAN, R. Making sense of visual management through affordance theory. **Production Planning & Control**, v. 7287, n. October, p. 17, 2016.

BIOTTO, C. et al. Adapted use of andon in a horizontal residential construction project. **22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014**, p. 1295–1305, 2014.

BITITCI, U.; COCCA, P.; ATES, A. Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. **International Journal of Production Research**, n. March 2015, p. 37–41, 2015.

BOTTONI, P. et al. Specifying Dialog Control in Visual Interactive Systems. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 9, n. 5, p. 535–564, 1998.

BRADY, D. A. **USING VISUAL MANAGEMENT TO IMPROVE TRANSPARENCY IN PLANNING AND CONTROL IN CONSTRUCTION**. [s.l.] University of Salford - UK, 2014.

BRADY, D. A.; TZORTZOPOULOS, P.; ROOKE, J. The development of an evaluation framework based on the design science approach. **Proceedings for the 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, p. 579–588, 2013.

BRAGA, N. et al. Proposal for the Structure of a Standardization Manual for Lean Tools and Processes in a Construction Site. **International Group for Lean Construction**, p. 103–112, 2016.

BRESCIANI, S.; EPPLER, M. J. The risks of visualization - a classification of disadvantages associated with graphic representations of information. **ICA Working Paper**, n. February, p. 1–22,

2008.

BRESCIANI, S.; EPPLER, M. J. Choosing knowledge visualizations to augment cognition: The managers' view. **Proceedings of the International Conference on Information Visualisation**, p. 355–360, 2010.

CALLAHAN, S. P. et al. VisTrails: Visualization meets Data Management. **SIGMOD**, p. 745–747, 2006.

CAO, C.; CHEN, X. The Highway Traffic Safety Facilities Designing Based On Visual Psychology. **CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal transportation System, ASCE 2014**, p. 3743–3751, 2014.

COSTA, H. M. et al. Redesigning Administrative Procedures Using Value Stream Mapping : a Case Study. **Iglc21**, n. July, p. 1049–1056, 2013.

COSTAGLIOLA, G. et al. A Classification Framework to Support the Design of Visual Languages. **Journal of Visual Languages and Computing**, n. 13, p. 573–600, 2002.

DAINTY, A.; MOORE, D.; MURRAY, M. **Communication in construction - Theory and Practice**. 1ed. ed. Abingdon: Taylor & Francis, 2006.

DAOU, E. et al. **Instantask: Designing a Visual Application for Enabling Agile Planning Response**. (O. Seppänen, V. A. González, P. Arroyo, Eds.)23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...Perth: 2015Disponível em: <http://www.iglc.net/papers/details/1199>**

DE BURGOS, A. P.; COSTA, D. B. Assesment of kanban use on construction sites. **IGLC 2012 - 20th Conference of the International Group for Lean Construction**, 2012.

DEMING, W. E.(1986). Out of the crisis. **MIT Center for Advanced Engineering Studies, Cambridge, Mass**, 1982.

DORST, K. The core of “design thinking” and its application. **Design Studies**, v. 32, n. 6, p. 521–532, 2011.

DORST, K.; CROSS, N. Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. **Design Studies**, v. 22, n. 5, p. 425–437, 2001.

DOS SANTOS, A. **APPLICATION OF FLOW PRINCIPLES MANAGEMENT IN THE PRODUCTION**. [s.l.] The University of Salford, 1999.

DUR, B. Í. U. Reflection of Anatolian Culture in Poster Design. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 122, p. 230–235, 2014.

EIMER, M. The neural basis of attentional control in visual search. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 18, n. 10, p. 526–535, 2014.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.

EPPLER, M. **The Image of Insight , the Use of Visual Metaphors in the Communication of Knowledge**. Proceedings of I-KNOW '03 July 2-4. **Anais...Graz, Austria: 2003**

EPPLER, M. J.; BRESCIANI, S. Visualization in management: From communication to collaboration. A response to Zhang. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 24, n. 2, p. 146–149, 2013.

EPPLER, M. J.; BURKHARD, R. A. Visual representations in knowledge management: framework and cases. **Journal of Knowledge Management**, v. 11, n. 4, p. 112–122, 2007.

EPPLER, M. J.; MENGIS, J.; BRESCIANI, S. Seven types of visual ambiguity: On the merits and risks of multiple interpretations of collaborative visualizations. **Proceedings of the International Conference on Information Visualisation**, p. 391–396, 2008.

EPPLER, M. J.; PFISTER, R. **Comunicação Visual: Como utilizar o design thinking para resolver problemas e se comunicar melhor em qualquer situação**. 1 ed. ed. São Paulo: Elsevier, 2014.

EPPLER, M. J.; PLATTS, K. W. Visual Strategizing. The Systematic Use of Visualization in the Strategic-Planning Process. **Long Range Planning**, v. 42, n. 1, p. 42–74, 2009.

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

EWENSTEIN, B.; WHYTE, J. K. Visual representations as “artefacts of knowing”. **Building Research & Information**, v. 35, n. 1, p. 81–89, 2007.

FERNANDES, N. B. L. S. et al. **The Standardized Work Tool Applied To the Waterproofing Process With Acrylic Membrane**. Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int’l. Group for Lean Construction. Perth, Australia, July 29-31. **Anais...2015**

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

FRANSECKY, R. B.; DEBES, J. L. Visual Literacy: A Way to Learn--A Way to Teach. 1972.

GALSWORTH, G. D. **Visual systems: harnessing the power of the visual workplace**. 1. ed. New York: American Management Association, 1997.

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

GRAAFLAND, J.; NIJHOF, A. Transparency, market operation and trust in the Dutch construction industry: an exploratory study. **Construction Management and Economics**, v. 25, n. 2, p. 195–205, 2007.

GREIF, M. **The visual factory: building participation through shared information**. Portland: CRC Press, 1991.

HEINECK, L. et al. Transparency in building construction: a case study. **Proceedings IGLC-10**, p. 1–12, 2002.

HEVNER, A. R. et al. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly - Research Essay**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

HIGHSMITH, J. What Is Agile Software Development? **The Journal of Defense Software Engineering**, v. 15, n. 10, p. 4–9, 2002.

HIRANO, H. **5 pillars of the visual workplace**. New York: CRC Press, 1995.

HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A.-P. Bridging Practice and Theory: A Design Science Approach. **Decision Sciences**, v. 40, n. 1, p. 65–87, 2009.

IACONO, J.; BROWN, A.; HOLTHAM, C. Research Methods – a Case Example of Participant Observation. **The Electronic Journal of Business Research Methods**, v. 7, n. 1, p. 39–46, 2009.

JACA, C. et al. Do companies with greater deployment of participation systems use visual management more extensively? An exploratory study. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 6, p. 1755–1770, 2013.

JANG, J. W.; KIM, Y.-W. Using the Kanban for Construction. **15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, n. July, p. 519–528, 2007.

JOHANSSON-SKOLDBERG, U.; WOODILLA, J.; ÇETINKAYA, M. Design thinking: Past, present and possible futures. **Creativity and Innovation Management**, v. 22, n. 2, p. 121–146, 2013.

JOHNSON-LAIRD, P. N. (UNIVERSITY OF S. Mental Models in Cognitive Science. **Cognitive Science**, v. 4, p. 71–115, 1980.

KATTMAN, B. et al. Visual workplace practices positively impact business processes. **Benchmarking: An International Journal**, v. 19, n. 3, p. 412–430, 2012.

KEIM, D.; QU, H.; MA, K.-L. Big-Data Visualization. **IEEE Computer Society**, p. 2013–2014, 2013.

KEMMER, S. L. et al. **The Use of Andon in High Rise Building**. 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...Santiago: 2006** Disponível em:

<<http://www.iglc.net/papers/details/431>>

KERR, C. et al. Key principles for developing industrially relevant strategic technology management toolkits. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 6, p. 1050–1070, jul. 2013.

KHWAJA, N.; SCHMEITS, C. Improving the Transparency of Construction Projects Through Visualization Technology. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2408, n. 2408, p. 34–43, 2014.

KLOTZ, L. et al. The impact of process mapping on transparency. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 57, n. 8, p. 623–636, 2008.

KLOTZ, L. **PROCESS TRANSPARENCY FOR SUSTAINABLE BUILDING DELIVERY**. [s.l.] The Pennsylvania State University, State College, 2008.

KOSKELA, L. **Application of the new philosophy to construction** Stanford Stanford University, , 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. [s.l.] VTT Technical Research Centre of Finland, 2000.

KOSKELA, L. **Where Rhetoric and Lean Meet**. (O. Seppänen, V. A. González, P. Arroyo, Eds.) 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...**Perth: 2015 Disponível em: <<http://www.iglc.net/papers/details/1239>>

KOSKELA, L. et al. **Towards Shared Understanding on Common Ground, Boundary Objects and Other Related Concepts**. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...**Boston: 2016 Disponível em: <<http://www.iglc.net/papers/details/1352>>

LAINE, E.; ALHAVA, O.; KIVINIEMI, A. **Improving Built-in Quality By Bim based Visual Management**. Proceedings IGLC-22 - Oslo, Norway. **Anais...**2014

LANTELME, E.; FORMOSO, C. T. Improving Performance Through Measurement : the Application of Lean Production and Organisational Learning Principles. **IGLC - International Group for Lean Construction Conference**, 1999.

LEE, N.; ROJAS, E. M. Visual representations for monitoring project performance : Developing novel prototypes for improved communication. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 8, p. 994–1005, 2013.

LENGLER, R.; EPPLER, M. J. **Towards a Periodic Table of Visualization Methods for Management**. 2007 IASTED International Conference on Graphics and Visualization in Engineering, GVE 2007. **Anais...**2007

LEVIN, A. C. Changing the role of workplace design within the business organisation: A model for linking workplace design solutions to business strategies. **Journal of Facilities Management**, v. 3, n. 4, p. 299–311, 2005.

LIB, L. I. B. **Vocabulário - Lean Institute Brasil**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/vocabulario.aspx>>. Acesso em: 1 set. 2016.

LIFF, S.; POSEY, P. A. **Seeing is believing: how the new art of visual management can boost performance throughout your organization**. New York: AMACOM Div American Mgmt Assn, 2004.

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

LIKER, J. K.; CONVIS, G. L. **The Toyota way to lean leadership**. New York, 2012.

LIKER, J. K.; HOSEUS, M. **A cultura Toyota: a alma do modelo Toyota**. [s.l.] Bookman, 2009.

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

MANGE, P. A.; ADANE, V. S.; NAFDE, R. R. Visual Environments for Visual Thinkers. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 202, n. December 2014, p. 209–217, 2015.

- 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.
- MARIZ, R. N. **Método Para Aplicação Do Trabalho Padronizado Em Serviços De Construção**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2012.
- MATHISON, S. Why Triangulate? **Educational Researcher**, v. 17, n. 2, p. 13–17, 1988.
- MCCORMACK, K.; RAUSEO, N. Building an enterprise process view using cognitive mapping. **Business Process Management Journal**, v. 11, n. 1, p. 63–74, 2005.
- MILNER, A. D.; GOODALE, M. A. Two visual systems re-viewed. **Neuropsychologia**, v. 46, n. 3, p. 774–785, 2008.
- MOORE, D. R. Visual perception theories and communicating construction industry concepts. **Work Study**, v. 50, n. 2, p. 58–64, 2001a.
- MOORE, D. R. Visuospatial cognition and the communication of production conceptsnull. **Work Study**, v. 50, n. 3, p. 89–94, 2001b.
- MOREIRA, M. A. (UFRGS). MODELOS MENTAIS. **Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre.**, v. 1, n. 3, p. 193–232, 1996.
- MOREIRA, M. A. (UFRGS). MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**, 1997.
- MOSER, L.; SANTOS, A. **Exploring the role of visual controls on mobile cell manufacturing: A case study on drywall technology**. International Group of Lean Construction. **Anais...2003**
- MOURÃO, C. A. M. A.; VALENTE, C. **Coletânea Lean & Green - C. Rolim Engenharia**. 1a edição ed. Fortaleza: C. Rolim Engenharia, 2013.
- MURATA, K.; KATAYAMA, H. Performance evaluation of a visual management system for effective case transfer. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 10, p. 2907–2921, 2016.
- NAVARRO, G. P. **Proposta de sistema de indicadores de desempenho para a gestão da produção em empreendimentos de edificações residenciais**. [s.l.] UFRGS, 2005.
- NETO, H. M. et al. **Visual communication panels for production control using gamification techniques**. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014. **Anais...2014** Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84923348479&partnerID=tZOtx3y1>>
- NICOLINI, D. Studying visual practices in construction. **Building Research & Information**, v. 35, n. 5, p. 576–580, 2007.
- NIJHOF, A.; GRAAFLAND, J.; KUIJER, O. DE. Exploration of an agenda for transparency in the construction industry. **MPRA Paper No. 20274**, n. 8225, 2009.
- OCHIENG, E. G.; PRICE, A. D. F. Managing cross-cultural communication in multicultural construction project teams: The case of Kenya and UK. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 5, p. 449–460, 2010.
- OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**. Portland: CRC Press, 1988.
- PADDA, H.; SEFFAH, A.; MUDUR, S. Visualization patterns: A context-sensitive tool to evaluate visualization techniques. **VISSOFT 2007 - Proceedings of the 4th IEEE International Workshop on Visualizing Software for Understanding and Analysis**, p. 88–91, 2007.
- POLKINGHORNE, D. E. Language and meaning: Data collection in qualitative research. **Journal of Counseling Psychology**, v. 52, n. 2, p. 137–145, 2005.
- PURAO, S.; STOREY, V. C. Evaluating the adoption potential of design science efforts: The case of APSARA. **Decision Support Systems**, v. 44, n. 2, p. 369–381, 2008.
- REILLY, J. M.; RING, J.; DUKE, L. Visual thinking strategies: a new role for art in medical

education. **Family medicine**, v. 37, n. 4, p. 250–252, 2005.

ROHRER, M. R. Seeing is believing: the importance of visualization in manufacturing simulation. **Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference**, p. 1211–1216, 2000.

SACKS, R. et al. Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p. 968–980, 2010.

SACKS, R. et al. Field tests of the KanBIM lean production management system. **19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2011, IGLC 2011**, p. 465–476, 2011.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641–655, 2010.

SACKS, R.; TRECKMANN, M.; ROZENFELD, O. Visualization of Work Flow to Support Lean Construction. **ASCE Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 135, n. December, p. 1307–1315, 2009.

SANTOS, A DOS et al. Principle of Transparency Applied in Construction. **Proceedings IGLC '98**, n. October 1998, 1998.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T.; CAMBRAIA, F. B. **Towards a Common Language Between Lean Production and Safety Management**. Proceedings IGLC-14, July 2006, Anais...Santiago, Chile: 2006

SEKEROGLU, G. K. An Overview of Art and Design Education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 46, p. 172–177, 2012.

SEPPÄNEN, O.; BALLARD, G.; PESONEN, S. The combination of last planner system and location-based management system. **Proceedings IGLC-18, July, Technion, Haifa, Israel**, p. 10, 2010.

SIGNIFICADOS.COM, W. **Significado de Geek - O que é, Conceito e Definição**. Disponível em: <<http://www.significados.com.br/geek/>>. Acesso em: 1 set. 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3a. ed. [s.l.] Editora Atlas, 2009.

SLIVON, C. et al. Social construction: Understanding construction in a human context. **Proceeding of 18th Annual Conference of IGLC**, n. July, p. 2–11, 2010.

SPAGNOL, G. S.; LI, L. M. **Understanding 5S : How Does Visual Management Activate Our Brain?** Proceedings of the 2015 IIE Engineering Lean and Six Sigma Conference. **Anais...2015**

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, p. 13, 1999.

TEZEL, A. et al. **Process transparency on construction sites: Examples from construction companies in Brazil**. (K. Walsh, T. Alves, Eds.) Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...Haifa: 2010a** Disponível em: <<http://usir.salford.ac.uk/9567/>>

TEZEL, A. et al. An examination of visual management on finnish construction sites. **19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2011, IGLC 2011**, p. 115–124, 2011.

TEZEL, A. et al. Visual Management in Brazilian Construction Companies : Taxonomy and Guidelines for Implementation. **J. Manage. Eng.**, 2015.

TEZEL, A. et al. BENEFITS OF VISUAL MANAGEMENT IN THE TRANSPORTATION SECTOR. **24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, p. 123–132, 2016a.

TEZEL, A. et al. **VISUAL MANAGEMENT CONDITION IN HIGHWAYS CONSTRUCTION PROJECTS IN**. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...Boston: 2016b** Disponível em: <<http://www.iglc.net/papers/details/1357>>

TEZEL, A.; KOSKELA, L. J.; TZORTZOPOULOS, P. Visual management in industrial construction: a case study. **Iglc-21**, n. Vm, p. 471–480, 2013a.

TEZEL, A.; KOSKELA, L. J.; TZORTZOPOULOS, P. **Visual Management in Industrial Construction a Case Study**. (C. T. Formoso, P. Tzortzopoulos, Eds.) 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...**Fortaleza: 2013bDisponível em: <<http://www.iglc.net/papers/details/953>>

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Visual Management in production management : a literature synthesis. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 6, p. 766–799, 2016.

TEZEL, B. A. et al. Process transparency on construction sites: Examples from construction companies in Brazil. **Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, n. October 2015, p. 296–305, 2010b.

TEZEL, B. A. **Visual management : an exploration of the concept and its implementation in construction**. [s.l.] University of Salford, 2011.

TEZEL, B. A.; KOSKELA, L. J.; TZORTZOPOULOS, P. **The functions of visual managementInternational Research Symposium**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://usir.salford.ac.uk/10883/>>.

TEZEL, B.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. **Visual management in construction: Study report on Brazilian casesSalford Centre for Research and Innovation (SCRI) Research Report**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/12865/2/Visual_Management_in_Construction.pdf>.

TJELL, J.; BOSCH-SIJTSEMA, P. M. Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, n. 2014, p. 193–200, 2015.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review *. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207–222, 2003.

TUFTE, E. R. Envisioning information. **Optometry & Vision Science**, v. 68, n. 4, p. 322–324, 1991.

TUFTE, E. R. **Visual explanations: images and quantities, evidence and narrative**. Cheshire: Graphics Press Cheshire, CT, 1997. v. 36

TURGUT, Ö. P. Visual Identity of Electronic Design Magazines. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 83, p. 990–994, 2013.

VALENTE, C. P. et al. Benefits of Batch Size Reduction: A Case Study in a Residential Project. **21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, p. 1029–1038, 2013.

VALENTE, C. P. et al. **Guidelines for Developing a Line of Balance for Non-Repetitive Areas (Common Areas) at a Vertical Residential Building**. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...**2014a

VALENTE, C. P. et al. Guidelines for Developing a Line of Balance for Non-Repetitive Areas (Common Areas) at a Vertical Residential Building. **22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, p. 763–774, 2014b.

VALENTE, C. P.; MOURÃO, C. A. M. DO A.; BARROS NETO, J. D. P. Lean and Green : How Both Philosophies Can Interact on Strategic , Tactical and Operational Levels of a Company. **Proceeding of 201h Annual Conference of IGLC**, n. July, p. 925–934, 2013.

VALENTE, R. C.; COSTA, D. B. **Recommendations for Practical Application of Transparency in Construction Site**. Proceedings IGLC-22, June 2014 |. **Anais...**Oslo, Norway: 2014

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.

VAN WIJK, J. J. Views on visualization. **IEEE transactions on visualization and computer**

graphics, v. 12, n. 4, p. 421–432, 2006.

VIANA, D. et al. **The Role of Visual Management in Collaborative Integrated Planning and Control for Engineer-to-Order Building Systems**. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...**2014

VIANA, D. D. **Integrated Production Planning and Control Model for Engineer-to-Order Prefabricated Building Systems**. [s.l.] UFRGS, Porto Alegre, 2015.

VILLAMAYOR, J. . **Integração de Modelos de Processo e Produto na Fase de Construção para o Controle da Produção e da Qualidade com o Apoio de BIM**. [s.l.] UFRGS, Porto Alegre, 2016.

WARE, C. **Visual Thinking: for Design** (2008). **Burlington, MA: Morgan Kaufmann Publishers**, 2008.

WEBER, R. H.; WEBER, R. **Internet of Things**. [s.l: s.n.]. v. 42

WHYTE, J. K.; EWENSTEIN, B. Editorial: Visual practices and the built environment. **Building Research & Information**, v. 35, n. 1, p. 3–5, 2007.

WHYTE, J.; TRYGGESTAD, K.; COMI, A. Visualizing practices in project-based design: tracing connections through cascades of visual representations. **Engineering Project Organization Journal**, v. 6, n. 2–4, p. 115–128, 2016.

WILLIAMS, T. M. The need for new paradigms for complex projects. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 5, p. 269–273, 1999.

WITCHER, B. J.; BUTTERWORTH, R. Hoshin Kanri: Policy management in Japanese-owned UK subsidiaries. **Journal of Management Studies**, v. 38, n. 5, p. 651–674, 2001.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. [s.l.] Gulf Professional Publishing, 2004.

XIA, F. et al. Internet of Things. **International Journal of Communication Systems**, v. 23, n. 5, p. 633–652, 2010.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

YUSOFF, N. M. N. M.; SALIM, S. S. A systematic review of shared visualisation to achieve common ground. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 28, p. 83–99, 2015.

ZHANG, K. Using visual languages in management. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 23, n. 6, p. 340–343, 2012.