



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA – MEAU**

**AYDIL DE JESUS FRANCO**

**SEGURANÇA DO TRABALHO NA MOVIMENTAÇÃO DE  
CARGA EM CANTEIROS DE OBRAS: APLICAÇÃO DO  
MÉTODO FS/QCA**

Salvador  
2015

**AYDIL DE JESUS FRANCO**

**SEGURANÇA DO TRABALHO NA MOVIMENTAÇÃO DE  
CARGA EM CANTEIROS DE OBRAS: APLICAÇÃO DO  
MÉTODO FS/QCA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, da Universidade Federal da Bahia, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Fernandes Carvalho

Salvador  
2015

AYDIL DE JESUS FRANCO

SEGURANÇA DO TRABALHO NA MOVIMENTAÇÃO DE  
CARGA EM CANTEIROS DE OBRAS - APLICAÇÃO DO  
MÉTODO FS/QCA.

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

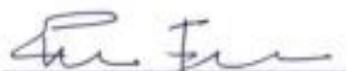
Salvador, 08 de maio de 2015

Banca Examinadora:

Prof. Dr.º Ricardo Fernandes Carvalho  
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Prof. Dr.º Emerson de Andrade Marques Ferreira  
Universidade Federal da Bahia – UFBA



Prof. Dr.º Tarcisio Abreu Saurin  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS



*“Nenhuma grande descoberta foi feita  
jamais sem um palpite ousado”.*

-Isaac Newton-

## AGRADECIMENTOS

Ninguém nunca disse que seria fácil, pois a única coisa que cai do céu é a chuva. Passadas todas as etapas, agora posso dizer: não é fácil. No entanto é gratificante concluir mais uma etapa da vida, principalmente quando se pode aprender e conviver com pessoas maravilhosas.

Neste momento agradeço primeiramente a Deus por me ajudar e me guiar em todos os momentos em que precisei de Sua ajuda e acalento, por Suas palavras de conforto que nunca me deixaram desistir, pois, se a vida fosse fácil, não valeria a pena lutar por aquilo que se gosta.

A todos da minha Família, sem exceção, que sempre me apoiaram e me ensinaram a alcançar meus objetivos e lutar por eles. Que compreenderam as horas em que me ausentei e não pude estar presente, em especial a Mariana e Gabriel, que sempre conseguiram tirar qualquer preocupação com seus sorrisos. E a minha irmã Lays, por seu apoio incondicional.

*In memoriam* a Semião Pereira Franco Filho, Semião Pereira Franco Neto, Maria das Graças Franco Bomfim, Ayrdir Maria da Conceição Franco, pessoas que estariam mais do que orgulhosas de mim se estivessem aqui para presenciar este momento único.

Ao meu orientador, “Professor Carvalho”, por sua paciência e sempre disponibilizar 20 minutos, quase que diários, do seu tempo para minhas inúmeras dúvidas e questionamentos. Agora eu sei, ser professor e orientador não é fácil.

Aos professores Dayana Costa, Jardel Gonçalves e todos os outros do Programa de Pós-Graduação por seus ensinamentos e dedicação aos seus alunos.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação, Daniele e Nádia, por sempre me receberem com belos sorrisos.

Aos amigos de turma do mestrado: Adilson Arruda, Catharine Brandão, Carmem Teresa, Luis Fernando, Cristina Toca, Elaine Gomes. Passamos muitas manhãs e tardes estudando e agora podemos dizer que valeu a pena. Aos amigos agregados, Vanessa Campos, João Dias, Rose Melo, Ana Cláudia,

Helen. Obrigada pela amizade e ajuda no decorrer desses 2 anos, principalmente por se transformarem na minha segunda família.

Aos meus amigos de longas e recentes datas, Aline Oliveira, Lucas Moreira, Maiara Marcelo, Maisa Marcelo, Mariana Ribeiro, Sibelly Bezerra, Simone Bezerra por sempre terem uma palavra de apoio e compreenderem que eu só podia falar com eles quando eu tinha algum tempo livre.

Aos ICs por estarem sempre presentes e dispostos a me ajudarem. Tenho um imenso carinho por todos.

Aos funcionários do Departamento de Construção e Estrutura pela convivência e pelo café semprequentinho.

Ao Projeto Cantechis e todos os seus integrantes, pois foi minha porta de entrada para o mestrado.

Ao CNPq, enquanto bolsista do Cantechis, e, posteriormente, à Capes pelo apoio financeiro durante o mestrado.

## PUBLICAÇÕES

FRANCO, A. J.; FONSECA, A.; SILVA, F. G.; GONÇALVES, J. P.; CARVALHO, R. F. Estudo do perfil e do custo público dos acidentes do trabalho na construção civil da Bahia. *In: 8º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*. Salvador, 2013. ISSN 2318-7077.

FRANCO, A. J.; CARVALHO, R. F. Diagnóstico da movimentação de carga na construção civil. *In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió, 2014. DOI: 10.17012/entac2014.227.

FRANCO, A. J.; PLECH, C. C. C.; CARVALHO, R. F. Análise Comparativa Qualitativa (QCA) em canteiros de obras de Habitação de Interesse Social (HIS). *In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió, 2014. DOI: 10.17012/entac2014.463.

FRANCO, Aydil de Jesus. Segurança do trabalho na movimentação de carga em canteiros de obras: aplicação do método fs/QCA. 125f. 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

## RESUMO

A construção civil busca maior eficiência nas operações e componentes de elevação através da inserção de novas técnicas, novos processos e equipamentos, impulsionada, principalmente, pela necessidade de redução de custos e aumento na produtividade nos canteiros de obras. No entanto as mudanças tecnológicas podem ter custos significativos para os contratantes e implicações para a saúde dos trabalhadores. Visando propor novas abordagens e uma análise dos riscos, através da medição dos agentes causadores de acidentes no trabalho, este estudo avaliou a técnica Fuzzy Sets QCA (fs/QCA) como instrumento para estabelecer relações entre as variáveis – percepção dos técnicos de segurança do trabalho e a conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras. Foram adotados diferentes procedimentos de pesquisa e a amostra em estudo se refere aos canteiros de obras na Região Metropolitana de Salvador. A pesquisa de campo teve como intuito identificar as situações de risco e boas práticas durante a execução da atividade de movimentação de carga nos canteiros de obras; o levantamento através da aplicação de lista de verificação em 10 canteiros de obras buscou avaliar os equipamentos de movimentação de carga usuais e a conformidade nos canteiros de obras em relação à NR 18. Após a aplicação da lista foi elaborado um novo instrumento de pesquisa – questionário aplicado em conjunto com a lista de verificação em 08 novos canteiros, buscando investigar a percepção dos técnicos de segurança do trabalho em relação aos constructos (cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico), bem como a sua relação com a conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras. Quanto aos principais resultados desta pesquisa, pode-se destacar a necessidade de acompanhamento no recebimento e montagem dos equipamentos de movimentação de carga, uma vez que grande parte dos acidentes ocorridos nos canteiros de obras é proveniente da insuficiência da manutenção periódica dos equipamentos. É possível destacar também a existência de lacunas quanto aos aspectos que podem influenciar na segurança, tais como a compreensão da importância do fator humano e do arranjo físico para os canteiros de obras. Por fim, espera-se que este trabalho colabore como uma ferramenta auxiliar na gestão da segurança do trabalho em canteiros de obras e que o texto ofereça um ponto de partida metodológico para futuras pesquisas quanto à adoção da técnica fs/QCA.

**Palavras-chave:** Construção Civil, Movimentação de Carga, Fuzzy sets, Avaliação quantitativa dos riscos.

FRANCO, Aydil de Jesus. Work safety in lifting operations at construction sites: application of method fs/QCA. 125f. 2015. Master dissertation – Polytechnic School of the Federal University of Bahia, Salvador, 2015.

## ABSTRACT

Construction seeks greater efficiency in operations and lifting components by inserting new techniques, new processes and equipment, driven mainly by the need to reduce costs and increase productivity at construction sites. However technological changes can have significant costs for contractors and implications for workers' health. Aiming to propose new approaches and risk analysis, by measuring the agents of accidents at work, this study evaluated the technical Fuzzy Sets CSF (fs/QCA) as a tool to establish relationships between variables - perception of the work safety technicians and the compliance of cargo handling equipment at construction sites. Different research procedures were adopted and the sample under study relates to construction sites in the metropolitan area of Salvador. The field research was aimed to identify risk situations and good practices during the execution of cargo handling activity at construction sites; the lifting through the checklist application on 10 construction sites aimed to evaluate the usual cargo handling equipment and compliance at construction sites in relation to NR 18. After applying the list, a new survey instrument was designed - Questionnaire applied in conjunction with the checklist in 08 new sites in order to investigate the perception of the technicians of work security in relation to construct (safety culture, human factor, maintenance, training and physical arrangement) as well as their relationship with the compliance of cargo handling activity at construction sites. As for the main results of this research can highlight the need to monitor the receipt and installation of cargo handling equipment ,since most of the accidents at construction sites comes from the failure of the periodic maintenance of the equipment. It can also highlight the gaps in the matters that may influence the security, such as understanding the importance of the human factor and the physical arrangement for the construction sites. Finally, it is expected that this work will collaborate as an auxiliary tool in work safety management on construction sites and text provide a methodological starting point for future research on the adoption of technical fs/QCA.

**Keywords:** Construction Security measures. Workplace safety. Accident prevention.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - GRUA .....	24
FIGURA 2.2 - GUINDASTE TIPO <i>ALL TERRAIN</i> .....	26
FIGURA 2.3 - GUINDAUTO.....	27
FIGURA 2.4 - MOVIMENTADOR TELESCÓPICO.....	30
FIGURA 2.5 - MINICARREGADEIRA.....	32
FIGURA 2.6 - EMPILHADEIRA .....	33
FIGURA 3.1 - GRUA NO LOCAL DO ACIDENTE.....	40
FIGURA 3.2 - TRIÂNGULO ORGANIZACIONAL .....	44
FIGURA 3.3 - MODELO DE PROCEDIMENTO DE TRABALHO DE RASMUSSEN (1997) .....	48
FIGURA 3.4 - PROCESSO DE INSPEÇÃO .....	50
FIGURA 4.1 - SISTEMAS MDSO E MSDO.....	58
FIGURA 4.2 - SUMARIZAÇÃO DO FS/QCA .....	63
FIGURA 4.3 - PROBABILIDADE DE ADESÃO .....	66
FIGURA 5.1 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	70
FIGURA 5.2 - DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	72
FIGURA 5.3 - FRAGMENTO DA LISTA DE VERIFICAÇÃO.....	74
FIGURA 5.4 - FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO .....	76
FIGURA 6.1 - GUINDASTE UTILIZADO NA MONTAGEM.....	78
FIGURA 6.2 - PATOLAGEM DO GUINDASTE .....	79
FIGURA 6.3 - ARRANJO FÍSICO DESORGANIZADO.....	79
FIGURA 6.4 - ATIVIDADE PARALELA DURANTE EXECUÇÃO DE IÇAMENTO .....	80
FIGURA 6.5 - SITUAÇÕES DE RISCO: IÇAMENTO DE PLACA DE FACHADA .....	80
FIGURA 6.6 - RISCO DE QUEDA EM ALTURA.....	81
FIGURA 6.7 - RISCO DE QUEDA EM DIFERENÇA DE NÍVEL .....	81
FIGURA 6.8 - USO DE PLATAFORMA ELEVATÓRIA.....	82
FIGURA 6.9 - GUINDASTES UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DA PASSARELA .....	82
FIGURA 6.10 - NIVELAMENTO DO TERRENO PARA PATOLAGEM DO GUINDASTE .....	83
FIGURA 6.11 - TRABALHADOR EM SITUAÇÃO DE RISCO .....	84
FIGURA 6.12 - PONTO DE ÔNIBUS NA ZONA DE IÇAMENTO.....	85
FIGURA 6.13 - COMUNICAÇÃO ENTRE OPERÁRIOS DURANTE IÇAMENTO.....	85
FIGURA 6.14 - POSICIONAMENTO DA VIGA .....	86
FIGURA 6.15 - INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM OBRAS HIS .....	86
FIGURA 6.16 - ÁREA DE IÇAMENTO ISOLADA .....	87
FIGURA 6.17 - TRABALHADORES POSICIONANDO A LAJE.....	87

FIGURA 6.18 - USO DE COMUNICADOR DURANTE IÇAMENTO .....	88
FIGURA 6.19 - SITUAÇÕES DE RISCO DURANTE USO DO CAMINHÃO MUNCK .....	89
FIGURA 6.20- PONTA DA LANÇA DA GRUA PRÓXIMA À REDE ELÉTRICA .....	94
FIGURA 6.21 - ESTADO GERAL DOS PNEUS DO CAMINHÃO MUNCK .....	99
FIGURA 6.22 - RELEVÂNCIA DA COMBINAÇÃO PARA A GRUA .....	103
FIGURA 6.23 - RELEVÂNCIA DA COMBINAÇÃO PARA A MINICARREGADEIRA .....	105
FIGURA 6.24 - RELEVÂNCIA DA COMBINAÇÃO PARA O MOVIMENTADOR TELESCÓPICO.....	106
FIGURA 6.25 - RELEVÂNCIA DA COMBINAÇÃO PARA O ARRANJO FÍSICO.....	107

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 2. 1 - GUIA DE COMPLEXIDADE DO MEIO AMBIENTE E CATEGORIA DA ELEVAÇÃO ..	28
QUADRO 2. 2 - COMPLEXIDADE DO MEIO AMBIENTE E CATEGORIA DA ELEVAÇÃO .....	28
QUADRO 2.3 - COMPARAÇÃO DAS NORMAS E REGULAMENTAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL .....	34
QUADRO 3.1 - FATORES E CAUSAS QUE AFETAM A SEGURANÇA DOS GUINDASTES .....	37
QUADRO 3.2 - FATORES E CAUSAS RAÍZES DE ACIDENTES COM GRUA .....	38
QUADRO 3.3 - FATORES DO ACIDENTE DE TRABALHO .....	41
QUADRO 3.4 - FATORES E CAUSAS DO ACIDENTE COM GRUA .....	42
QUADRO 3.5 - CONSTRUCTOS DO REFERENCIAL TEÓRICO .....	42
QUADRO 3.6 - PRINCIPAIS PESQUISAS E DEFINIÇÕES DA CULTURA DE SEGURANÇA .....	45
QUADRO 4.1 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TIPOS DE QCA .....	61
QUADRO 4.2 - RESPOSTAS OBTIDAS NO FS/QCA .....	68
QUADRO 5.1 - OBJETIVOS GERAL, ESPECÍFICOS, MÉTODO E RESULTADOS .....	71
QUADRO 5.2 - CONSTRUCTOS E REFERENCIAL TEÓRICO DO QUESTIONÁRIO .....	75
QUADRO 5.3 - RELAÇÃO CONSTRUCTOS X ÍNDICE DE CONFORMIDADE .....	77
QUADRO 6.1 - CONDIÇÕES INSEGURAS OBSERVADAS .....	90
QUADRO 6.2 - COMPLEXIDADE DA ELEVAÇÃO .....	90
QUADRO 6.3 - CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS .....	91
QUADRO 6.4 - CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS .....	100

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - EXEMPLO DE CATEGORIZAÇÃO DA ELEVAÇÃO .....	29
TABELA 4.1 - TRANSFORMAÇÃO MATEMÁTICA PARA O MÉTODO DIRETO .....	65
TABELA 6.1 - DADOS DA GRUA .....	101
TABELA 6.2 - DADOS DA GRUA CALIBRADO .....	102
TABELA 6.3- TABELA VERDADE: GRUA.....	102
TABELA 6.4 - TABELA VERDADE SIMPLIFICADA: GRUA.....	103
TABELA 6.5 - SOLUÇÃO COMPLEXA: GRUA.....	103
TABELA 6.6 - DADOS DA MINICARREGADEIRA .....	104
TABELA 6.7 - SOLUÇÃO COMPLEXA: MINICARREGADEIRA.....	104
TABELA 6.8 - DADOS DO MOVIMENTADOR TELESCÓPICO.....	105
TABELA 6.9 - SOLUÇÃO COMPLEXA: MOVIMENTADOR TELESCÓPICO.....	105
TABELA 6.10 - DADOS DO ARRANJO FÍSICO.....	106
TABELA 6.11 - SOLUÇÃO COMPLEXA: ARRANJO FÍSICO.....	107

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.1 - CAUSAS DE ACIDENTES COM GRUA .....	21
GRÁFICO 4.1 - GRAU DE ADESÃO .....	66
GRÁFICO 6.1 - EQUIPAMENTOS OBSERVADOS NOS CANTEIROS DE OBRAS .....	92
GRÁFICO 6.2 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA AS GRUAS .....	93
GRÁFICO 6.3 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA OS LIMITADORES DA GRUA .....	94
GRÁFICO 6.4 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA OS ITENS DE SEGURANÇA DA GRUA .....	95
GRÁFICO 6.5 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA AS EMPILHADEIRAS .....	96
GRÁFICO 6.6 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA AS MINICARREGADEIRAS.....	97
GRÁFICO 6.7 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA OS TELEHANDLER .....	97
GRÁFICO 6.8 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE PARA OS CAMINHÕES MUNCK.....	98
GRÁFICO 6.9 - EQUIPAMENTOS OBSERVADOS .....	101
GRÁFICO 6.10 - EQUIPAMENTOS OBSERVADOS.....	108

## ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFT	Auditor Fiscal do Trabalho
AHP	Processo de Hierarquia
BSI	Padrão Britânico
CAT	Cadastro de Acidente do Trabalho
CsQCA	Análise Comparativa Qualitativa Booleana
FsQCA	Análise Comparativa Qualitativa Fuzzy
HIS	Habitação de Interesse Social
HSE	Departamento de Saúde e Segurança
HSL	Laboratório de Saúde e Segurança – Reino Unido
ISO	Organização Internacional de Padrões
LOLER	Regulamentos para Operações e Equipamentos de Elevação
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MvQCA	Análise Comparativa Qualitativa de Multivalores
NIOSH	Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
OHSAS	Segurança e Saúde Ocupacional
OSHA	Administração da Saúde e Segurança Ocupacional
QCA	Análise Comparativa Qualitativa
SRTE/BA	Superintendência Regional do Trabalho e Emprego da Bahia

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1. Justificativa</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2. Objetivos</b> .....	<b>22</b>
1.2.1. Objetivo Geral .....	22
1.2.2. Objetivos Específicos .....	22
<b>2. EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1. Grua</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2. Guindaste</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3. Guindaste Articulado Hidráulico</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4. Manipulador Telescópico</b> .....	<b>29</b>
<b>2.5. Minicarregadeira</b> .....	<b>31</b>
<b>2.6. Empilhadeira</b> .....	<b>33</b>
<b>2.7. Considerações Finais</b> .....	<b>34</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>36</b>
<b>3.1. Causas dos Acidentes de Trabalho na Movimentação de Carga</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2. Fatores que afetam a segurança</b> .....	<b>43</b>
3.2.1. Cultura de Segurança .....	43
3.2.2. Fator Humano .....	46
3.2.3. Manutenção .....	49
3.2.4. Treinamento .....	51
3.2.5. Arranjo Físico .....	53
<b>3.3. Considerações Finais</b> .....	<b>55</b>
<b>4. ANÁLISE COMPARATIVA QUALITATIVA</b> .....	<b>57</b>
<b>4.1. Método Comparativo</b> .....	<b>57</b>
<b>4.2. Fuzzy Sets QCA (fs/QCA)</b> .....	<b>62</b>
4.2.1. Calibração .....	64
4.2.2. Consistência e Cobertura .....	68
<b>4.3. Considerações Finais</b> .....	<b>69</b>
<b>5. METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	<b>70</b>
<b>5.1. Método da pesquisa</b> .....	<b>70</b>
<b>5.2. Detalhamento da pesquisa</b> .....	<b>71</b>
5.1.1. Estudo de campo .....	72
5.1.2. Levantamento nos canteiros .....	73
5.1.3. Questionários com os técnicos de segurança .....	75
<b>6. RESULTADOS E ANÁLISE</b> .....	<b>78</b>
<b>6.1. Estudo de campo</b> .....	<b>78</b>
6.1.1. Obra 1 – Galpão .....	78
6.1.2. Obra 2 - Passarela .....	82
6.1.3. Obra 3 – HIS .....	86
6.1.4. Síntese .....	89
<b>6.2. Levantamento</b> .....	<b>91</b>
6.2.1. Caracterização da amostra .....	91
6.2.2. Análise dos dados .....	92

6.2.3. Síntese.....	99
<b>6.3. Questionários.....</b>	<b>100</b>
6.3.1. Caracterização da amostra .....	100
6.3.2. Análise dos dados.....	101
6.3.3. Síntese.....	108
<b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>110</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE</b>	
Apêndice 1 - Lista de Verificação de Equipamentos de Movimentação ....	120
Apêndice 2 - Questionário de Equipamentos de Movimentação.....	122

# 1. INTRODUÇÃO

---

Por apresentar uma série de características produtivas e peculiaridades, a construção civil é um dos líderes em acidentes de trabalho, tanto no Brasil como em diversos países. Esses acidentes têm forte impacto social, político e econômico nas formas de benefícios pagos, custos acidentários, marginalização social e nas políticas setoriais governamentais. Por conta disso, é necessária a análise e avaliação dos riscos, buscando propor medidas que colaborem com a minimização e eliminação dos acidentes de trabalho.

No entanto Pinto (2014) salienta que existem algumas dificuldades no setor da construção civil (comparando com outras indústrias) em relação aos estudos ligados à avaliação dos riscos da segurança do trabalho, porque a base de dados não está totalmente disponível e, como a informação disponível no setor da construção civil é imprecisa, difusa e incompleta, algumas análises não produzem resultados adequados (APELAND *et al.*, 2002). Autores como Pender (2001), Tixier *et al.* (2002), Apeland *et al.* (2002) e Faber e Stewart (2003) têm discutido as limitações da avaliação dos riscos ocupacionais.

Para Faber e Stewart (2003), o uso de técnicas probabilísticas e estatísticas também pode influenciar na análise dos riscos da construção civil porque pode mascarar aspectos do conhecimento incompleto e impreciso, produzindo uma falsa sensação de exatidão e precisão, conduzindo a decisões incorretas. Para Leveson (2004), algumas das razões quanto ao uso da probabilidade e estatística é a crescente complexidade no ambiente de trabalho e as mudanças tecnológicas. O autor elenca alguns desses fatores:

- A tecnologia está mudando mais rápido que as técnicas de engenharia para lidar com as novas tecnologias;
- Os modelos de acidentes do trabalho mais comuns são baseados nas suposições de que quando ocorre um acidente uma energia indesejada é liberada e a dependência dos sistemas de informação cria a possibilidade de perda de informações ou informações incorretas que podem levar a situações de risco;

- As perdas resultantes de acidentes estão aumentando o custo e o potencial destrutivo dos sistemas, ou seja, novas descobertas científicas e tecnológicas têm criado novos riscos;
- Os seres humanos estão compartilhando cada vez mais o controle da automação do sistema, que é levado a novos tipos e a uma nova distribuição de erro humano;
- Os pontos de vista da regulamentação e políticas públicas de segurança do trabalho estão mudando.

Pinto (2011) argumenta que os métodos atuais geralmente possuem relações de causalidade lineares limitados, sendo difícil incorporar as relações não-lineares, como, por exemplo, o compromisso de gestão para a segurança e a cultura de segurança na organização, fatores-chave para assegurar uma proteção adequada no segmento da construção que, segundo Leveson (2004), necessita novas abordagens.

Por conta das limitações apresentadas pelos métodos estatísticos, a teoria dos conjuntos difusos (lógica fuzzy) pode colaborar na tradução dos dados da construção civil de forma mais realista.

A lógica fuzzy ou conjuntos difusos consegue lidar com a imprecisão, a incerteza dos dados e as informações incompletas (ZADEH, 1965). Com isso, estudos têm sido conduzidos na construção civil visando o ajuste dos riscos da segurança ocupacional:

- Gurcanli e Mungen (2009) propuseram um método que fosse capaz de lidar com a incerteza dos dados e das informações insuficientes usando dados de acidentes históricos, julgamentos subjetivos de especialistas e o nível de segurança de um local de construção. As informações foram combinadas a fim de obter três parâmetros: a probabilidade do acidente, o nível de segurança atual e a gravidade dos acidentes;
- Pinto (2014) propôs um método que valida os fatores que influenciam nos acidentes de queda em altura, queda de mesmo nível, soterramento, contato elétrico e afogamento;

- Carr e Tah (2001) desenvolveram uma metodologia para avaliar a exposição ao risco considerando as consequências em termos de tempo, custo, qualidade e medidas do desempenho de segurança para um projeto com base em estimativas difusas dos componentes de risco, utilizando variáveis linguísticas descritivas;
- Tam *et al.* (2002) desenvolveram um sistema de apoio de decisão difusa não-estrutural para avaliar os sistemas de gestão da segurança e priorizar estas medidas com a consideração de vários critérios de decisão.

Com base no exposto, dentre os métodos que utilizam a lógica fuzzy como uma base para avaliar os riscos na construção civil, optou-se por utilizar nesta pesquisa a técnica fuzzy set QCA (*fs/QCA*) por produzir resultados mais realísticos ao fazer inferências causais com base em um pequeno número amostral de casos.

Este método tem sido utilizado em muitas áreas do conhecimento, tais como política (WARREN *et al.*, 2013), negócios (JARDIM, 2012; PONGELUPPE, 2013), sociologia (TOLEDO, 2013), ciências ambientais (ZOTTICH, 2012), saúde (TURATO, 2005) e transportes (VERWEIJ; GERRITS, 2013).

## 1.1. Justificativa

Segundo Fleury e Vargas (1983 *apud* FONSECA; LIMA, 2007), a indústria da construção civil sempre procurou implantar a racionalização do trabalho seguindo o modelo Taylorista, na tentativa de obter um controle maior sobre ela. Autores como Trigo (1978), Rosso (1980) e Sabbatini (1989) defendem a racionalização de materiais e dos métodos construtivos utilizados na construção civil com a adoção de elementos pré-fabricados de concreto. Esta definição prescreve que a racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível aperfeiçoar o uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros.

A inserção de novas técnicas, novos processos e equipamentos está transformando os canteiros de obras impulsionada pela necessidade de redução de

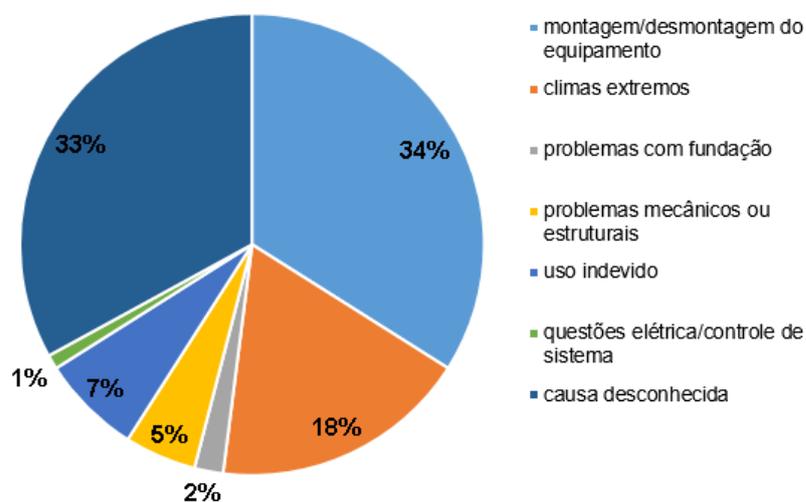
funcionários, dos custos, dos resíduos produzidos e, como resultado, o aumento da produtividade. Com isso, diversos estudos (SHAPIRA *et al.*, 2007; SHAPIRA; LYANCHIN, 2009; ZHAO *et al.*, 2012; SWUSTE, 2013) têm sido conduzidos, indicando a necessidade de melhoria na atividade de movimentação de carga.

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho – OIT, a cada ano ocorrem pelo menos 60.000 acidentes fatais no mundo (HSE, 2010). Diversos autores (NISKAEN; LAUTTALAMMI, 1989; NEITZEL *et al.*, 2001; BEAVERS *et al.*, 2005; BEAVERS *et al.*, 2006; SHAPIRA; LYANCHIN, 2009; HSL, 2010; MCDONALD *et al.*, 2011; ZHAO *et al.*, 2012; SWUSTE, 2013) identificaram que a atividade da movimentação de carga é uma das principais promotoras de acidentes na construção civil, devido às características e problemas específicos do setor. Sertyesilisik *et al.* (2010) apontaram que as transformações dos canteiros de obras são impulsionadas pelas restrições de prazo impostas pelo cliente, forçando uma mudança de métodos e materiais.

Esses acidentes podem ser atribuídos à operação de equipamentos de guias e guindastes (BEAVERS *et al.*, 2005; ROSS *et al.*, 2007; MCDONALD *et al.*, 2011; SWUSTE, 2013), empilhadeiras (RECHNITZER; LARSSON, 1994; SARIC *et al.*, 2013) e minicarregadeiras (NIOSH, 2010), sendo as primeiras operações mais recorrentes. Dentre as causas relacionadas a acidentes com equipamentos de movimentação de carga podem-se destacar: condições de projeto (BEAVERS *et al.*, 2005; ROSS *et al.*, 2007; HSL, 2010; ZHAO *et al.*, 2012; SWUSTE, 2013), gestão da segurança (SHAPIRA; GLASCOCK, 1996; SHAPIRA; LYACHIN, 2009), erro humano e falha em equipamentos (BEAVERS *et al.*, 2005; ZHAO *et al.*, 2012), treinamento inadequado (SHAPIRA; LYACHIN, 2009; SERTYESILISIK *et al.*, 2010) e problemas com fundação (HSL, 2010; MCDONALD *et al.*, 2011).

Em países como Estados Unidos e Inglaterra desde a década de 80 existe uma preocupação com a segurança na operação dos equipamentos de movimento de carga (NISKAEN; LAUTTALAMMI, 1989). A *Health and Safety Laboratory*, no Reino Unido, preparou um relatório com a análise de 85 incidentes e/ou acidentes envolvendo o colapso de grua entre 1989 e 2009. Esses acidentes foram divididos em categorias e apresentados no Gráfico 1.1 (HSL, 2010).

**Gráfico 1.1 - Causas de acidentes com grua**



Fonte: HSL (2010)

A investigação e análise de acidentes também colaboram com o entendimento dos riscos, por isso alguns acidentes com gruas foram extensamente analisados. No contexto internacional destaca-se a queda de um guindaste durante a construção de um estádio de futebol (ROSS *et al.*, 2007), a queda da seção de mastro da grua que falhou a cerca de 15 metros acima da base, quando o operador estava encerrando o turno de trabalho (MCDONALD *et al.*, 2011), ambos ocorridos nos Estados Unidos, e o colapso de uma grua na Europa (SWUSTE, 2013). Localmente não há registros publicados da investigação de acidentes, entretanto os recentes mecanismos de transparência da governança pública permitem o acesso aos relatos de alguns acidentes, como a queda de uma grua durante a desmontagem em Salvador em 2010 (SRTE, 2011).

A caracterização da situação nacional em termos de causas e circunstâncias dos acidentes de trabalho, envolvendo os equipamentos de movimentação de carga, carece de dados estatísticos oficiais, disponíveis nos bancos de dados, principalmente porque os relatórios das investigações de acidente do trabalho encontram-se restritos ao Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. Essas informações são necessárias para a percepção e compreensão dos fatores causais, determinantes da ocorrência dos acidentes, sendo essencial para ampliar as pesquisas quanto às causas e riscos na temática em questão.

Diante disso, uma possível forma de auxiliar as empresas de construção a reduzirem os custos com acidentes do trabalho é através da proposição de medidas de segurança que busquem minimizar os riscos durante as atividades de movimentação de carga. Além disso, existe também carência de estudos científicos nacionais e internacionais que contemplem a análise dos riscos associados ao uso de equipamentos de movimentação de carga na construção civil.

## **1.2. Objetivos**

### 1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a técnica *Fuzzy Sets* Análise Comparativa Qualitativa (fs/QCA) como um instrumento para estabelecer relações entre as variáveis – percepção dos técnicos de segurança do trabalho e a conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- (a) Identificar as situações de risco e boas práticas durante a execução da atividade de movimentação de carga nos canteiros de obras;
- (b) Avaliar os equipamentos de movimentação de carga usuais e a conformidade deles nos canteiros de obras em relação à NR 18;
- (c) Investigar a percepção dos técnicos de segurança do trabalho em relação aos constructos (cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico), bem como sua relação com a conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras.

## **2. EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA**

---

No Brasil a segurança do trabalho na construção civil é regulamentada pela NR-18 (condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção), a qual estabelece as diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetiva inserir medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção.

Além da NR 18 e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, existem a NR 11 (Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais), que trata de requisitos quanto à operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras, e a NR 12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos), que abrange apenas dois equipamentos: ‘Motosserras e Equipamentos de Guindar para Elevação de Pessoas e Realização de Trabalho em Altura’.

Na Europa a série de normas da BSI Standard, que se refere à construção – BS 7121-2-1:2012 (*Code of practice for the safe use of cranes; Inspection, maintenance and thorough examination. General*) – abrange apenas aspectos de manutenção e inspeção em guias, guindastes e o guindauto. Já as normas ISO referem-se à grua, especificamente à inspeção de modo geral e às competências exigidas para o inspetor de grua.

O principal regulamento utilizado pelas empresas é o *Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations* – LOLER 1998 (HSE, 1998), elaborado pela HSE e constituído de 17 seções. Sua utilização não é compulsória, sendo opcional por parte das construtoras, podendo ser aplicado também no setor offshore. Os regulamentos são suportados por um Código de Prática Aprovado – ACOP e que fornecem orientações práticas sobre como cumprir a lei.

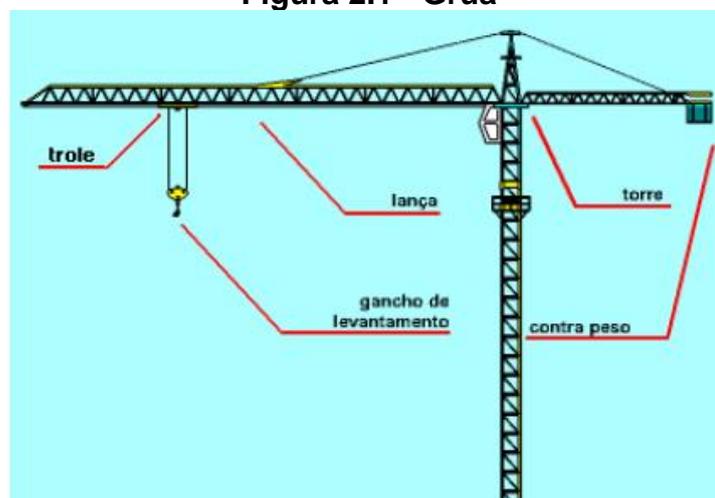
## 2.1. Grua

A grua é um equipamento para a movimentação de carga controlada por cabos ou correntes. Além da construção civil, as gruas são comumente empregadas na indústria do transporte para a carga e descarga de mercadorias e na indústria de transformação para a montagem de equipamentos pesados.

Segundo Engel (2008), os guindastes atuais mais usados em Salvador são de torre fixa, chumbada numa base de concreto e compostos por uma torre que sustenta uma treliça metálica (lança) horizontal, com cabos e polias que içam a carga através do gancho de levantamento. A treliça metálica possui movimento circular, nela o trole (carrinho localizado na parte inferior da lança) tem movimentações horizontais e esse movimento é obtido por meio de um sistema de cabos e polias localizado na parte inferior da lança (existem casos em que é necessário instalar um limitador de giro).

O mecanismo de suspensão oferece grande mobilidade para realizar as operações porque o gancho pode ser erguido ou baixado em comprimentos distintos. O contrapeso é posicionado na contra-lança, que se encontra na extremidade – cerca de três vezes menor que a lança –, no sentido oposto. Algumas gruas possuem cabine de comando que pode estar localizada no conjunto superior. A capacidade de carga aumenta à medida que o trole trabalha mais próximo da torre central. A Figura 2.1 apresenta um exemplo de grua.

Figura 2.1 - Grua



Fonte: Sobes (2008) *apud* Engel (2008)

Segundo Shapira *et al.* (2007), este tipo de guindaste exige um período mais longo para ser montado e desmontado, entretanto pode ser erguido a qualquer altura e é adequado para obras de grande e médio porte, nas quais é necessário permanecer por longos períodos.

No Brasil as normas que regulamentam a grua são a NR 18 (BRASIL, 2013b) e normas ABNT. Os requisitos que tratam da grua na NR 18 estabelecem diretrizes referentes aos requisitos geométricos, implantação, operação. Dentre os requisitos prescritos na NR 18 não se encontra o detalhamento dos aspectos de manutenção e inspeção, apenas se indica, no item 18.14.24.14, que todo dispositivo auxiliar de içamento (caixas, garfos, dispositivos mecânicos e outros), independente da forma de contratação ou de fornecimento, deve ser inspecionado pelo sinaleiro ou amarrador de cargas, antes de entrar em uso.

A norma europeia BS 7121-2-1:2012 (BSI, 2012) abrange principalmente os aspectos de manutenção e inspeção das gruas. Esta norma indica que deve ser realizada uma inspeção diária de todos os aspectos de segurança e de mecânica da grua antes da atividade. O item 6.3 indica a realização de inspeção durante o serviço para identificar defeitos que não foram observados na inspeção diária.

A BS 7121-2-1:2012 e a LOLER 1998 (HSE, 1998) indicam a necessidade de realizar uma inspeção, pois esse é um ato essencial para a eficácia do sistema de manutenção que pode ser realizada, a qual a norma indica três tipos: manutenção preventiva, manutenção de colapso e manutenção preditiva. A norma indica que a empresa deve possuir um sistema para monitorar a manutenção e inspeção da grua.

## **2.2. Guindaste**

Os guindastes são equipamentos móveis que podem ser controlados por cabos montados sobre esteiras, pneus de borracha ou por um guindaste hidráulico, alimentados com uma lança telescópica em suportes do tipo caminhão ou como modelos de autopropulsão. Os tipos mais comuns de guindastes são: Guindaste Hidráulico – *Hydraulic Truck Cranes*; Guindaste terrestre – *All Terrain Cranes* (Figura

2.2); Guindaste para Terreno Acidentado – *Rough Terrain Cranes*; Guindaste sobre esteiras – *Crawler Cranes*.

**Figura 2.2 – Guindaste Tipo All Terrain**



Fonte: A autora

Ao contrário da silhueta da grua, que tem um mastro vertical e um braço horizontal na parte superior, o braço dos guindastes possui movimentos na vertical, é inclinado e ligado diretamente ao transporte da máquina. Uma demonstração clássica das principais características do guindaste móvel é a capacidade de ser rapidamente implementada e lidar com cargas pesadas. Relativamente, um guindaste pequeno móvel tem a capacidade de elevação igual a uma grua de porte pesado. Os maiores guindastes podem suportar até 1.000 toneladas ou mais (SHAPIRA; GLASCOCK, 1996; SHAPIRA *et al.*, 2007).

A norma europeia BS 7121-2-3:2012 (BSI, 2012) apresenta recomendações para que seja verificada a inspeção no pré-uso, em serviço, na manutenção e análise aprofundada. Esta norma tem como referência a BS 7121-2-1:2012, que se refere às práticas de segurança na utilização de guindastes. Esta norma apresenta no Anexo A um exemplo de check-list que pode ser seguido durante a manutenção e a inspeção dos guindastes.

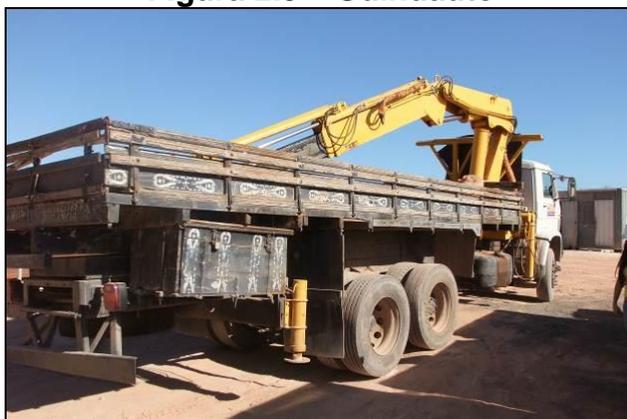
### **2.3. Guindaste Articulado Hidráulico**

Guindaste Articulado Hidráulico ou Guindauto Tipo Munck (Figura 2.3) é uma combinação de um veículo de transporte de carga ou de reboque. Um guindauto é

constituído de braço e lança articulados, sapatas estabilizadoras e sistema hidráulico. É constituído basicamente por um sistema hidráulico de movimentação de carga, de apoio e controles.

O sistema de apoio é conhecido como patolamento, mesmo acessório presente nos guindastes, entretanto, no caso do Munck acoplado a caminhões, possui um conjunto de patolas composto de dois cilindros hidráulicos, cujas extremidades se apoiam no solo através de um conjunto de patolas denominado estabilizadores.

**Figura 2.3 – Guindauto**



Fonte: A autora

A norma que regulamenta este equipamento no Brasil é a ABNT NBR 14768:2012 (Guindaste articulado hidráulico Requisitos), que especifica os requisitos mínimos para o projeto, cálculo, testes, montagens em veículos ou bases estáticas e manutenção.

A BS 7121 – 4:2010 (BSI, 2010) referente ao guindauto apresenta os requisitos para o uso do guindaste articulado, abordando como deve ser planejado o trabalho com segurança, a seleção, manutenção e aspectos de inspeção do equipamento. A norma prescreve uma categorização de atividade de elevação, de acordo com o meio ambiente e a complexidade da carga.

O Quadro 2.1 apresenta o significado de cada meio ambiente e da carga, de acordo com a Balfour Beatty (2014), grupo multinacional da Europa do ramo da construção civil, reconhecida como referência em saúde e segurança do trabalho.

**Quadro 2.1 - Guia de complexidade do meio ambiente e categoria da elevação**

Índice de Complexidade	
Complexidade da Carga	Complexidade do Ambiente
<b>L1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elevação de carga simples, com o devido conhecimento do centro de gravidade e dos pontos de ancoragem do cabo de aço.</li> </ul>	<b>E1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caminho da carga desobstruído, com carga a ser posicionada no solo;</li> <li>Condições de solo estável e capacidade conhecida.</li> </ul>
<b>L2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A carga pode ficar instável durante o carregamento ou descarregamento;</li> <li>A carga será levantada para posição definida anteriormente;</li> <li>Carga sem o conhecimento do centro de gravidade;</li> <li>Elevação que envolva montagem ou desmontagem.</li> </ul>	<b>E2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operador não tem visão clara do caminho da carga por causa de obstruções ou elevando em altura;</li> <li>Carga a ser elevada ou colocada na água;</li> <li>Condições de solo estável e capacidade exigiram a verificação.</li> </ul>
<b>L3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>O peso da carga e o centro de gravidade não são conhecidos com precisão.</li> </ul>	<b>E3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Remoção da carga potencialmente instável para uma faixa de rodagem;</li> <li>Elevação próxima a perigos, como andaime ou linhas elétricas;</li> <li>Condições de solo instáveis, necessário avaliação com engenharia.</li> </ul>

Fonte: Balfour Beatty (2014)

O Quadro 2.2 apresenta a complexidade do meio ambiente e categoria da elevação.

**Quadro 2.2 - Complexidade do meio ambiente e categoria da elevação**

<b>Complexidade do ambiente (E)</b>	<b>3</b>	<b>Complexa</b>	<b>Complexa</b>	<b>Complexa</b>
	<b>2</b>	<b>Intermediária</b>	<b>Intermediária</b>	<b>Complexa</b>
	<b>1</b>	<b>Básica</b>	<b>Intermediária</b>	<b>Complexa</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Complexidade da carga (L)</b>				

Fonte: BS 7121 – 4:2010 (BSI, 2010); CPA (2010)

Segundo o item 4.3.2.1, da BS 7121 – 4:2010 (BSI, 2010), esta relação contribui com o planejamento, com a supervisão e a execução eficaz da elevação. Com a identificação dos perigos associados a particularidades da elevação é possível propor uma hierarquia de controle a ser aplicada, com o objetivo de eliminar

ou controlar os perigos, além de minimizar a complexidade. A Tabela 2.1 apresenta exemplos em que a mesma tarefa básica pode se relacionar nas diferentes categorias de elevação, demonstrando que a complicação depende do meio ambiente e da carga.

**Tabela 2.1 - Exemplo de categorização da elevação**

Tarefas	Categoria da elevação		
	Básica	Intermediária	Complexa
Elevação de plataforma em canteiro de obras e descarregamento.	O operador tem visão clara da carga e a carga será colocada no chão.	A plataforma deve ser descarregada e montada. Os riscos adicionais: instabilidade da carga durante a montagem e a proximidade das pessoas envolvidas na montagem.	A plataforma deve ser descarregada, montada e içada para a posição. Os riscos adicionais são: tanto a montagem e a instalação da estrutura em altura quanto a instabilidade da carga durante a montagem, a proximidade de pessoas envolvidas na montagem, as pessoas que trabalham em altura perto da borda.
	Complexidade E1: L1	Complexidade E2: L2	Complexidade E3: L2
Elevação de um barco	O operador tem visão clara da carga e a carga será colocada no chão.	O barco é para ser levantado em água. Os riscos adicionais são: a presença da água e da necessidade de liberar cordas de aço adjacentes à água.	O barco será erguido da água, o peso da carga não é conhecido com precisão e o centro de gravidade é susceptível de se deslocar durante o levantamento.
	Complexidade E1: L1	Complexidade E2: L1	Complexidade E2: L3

Fonte: BS 7121 – 4:2010 (BSI, 2010); CPA (2010)

## 2.4. Manipulador Telescópico

Segundo Shapira *et al.* (2007), o manipulador telescópico (Figura 2.4) é atualmente uma máquina vital na maioria dos canteiros de obras. Este equipamento pode ser observado em obras de pequeno e médio porte, utilizado para descarregar

paletes dos caminhões diretamente nos andares a ser utilizado o material. O papel deste equipamento torna-se ainda mais importante quando guindastes de torres estacionárias são os principais prestadores de serviços no site. O manipulador telescópico é uma máquina multiuso, devido à alta mobilidade e versatilidade horizontal e vertical.

**Figura 2.4 - Movimentador Telescópico**



Fonte: A autora

A crescente popularidade do movimentador telescópico pode ser atribuída a sua utilidade em zonas industriais e de construção semelhante, bem como para a utilização crescente de materiais embalados, que são entregues ao local em paletes. Com uma variedade de acessórios fáceis de serem trocados, o movimentador telescópico pode ser configurado não só como empilhadeira, mas também como guindaste, carregadeira frontal, plataforma de acesso, ou para lidar com baldes de concreto (SHAPIRA *et al.*, 2007).

No Brasil não existe norma que regulamente este equipamento. Na Europa a BS 7121-2-1:2012 (BSI, 2012), referente às práticas seguras no uso de guindastes, apresenta alguns requisitos que podem ser empregados na utilização deste equipamento. Contudo a *Health and Safety Executive* elaborou, em 2011, um guia sobre o gerenciamento e supervisão do trabalho seguro ao utilizar o Movimentador Telescópico (HSE, 2011), tendo como base a LOLER 1998, a BS 7121-2-1:2012 e outras normas correlatas. O guia inclui também o planejamento, seleção do equipamento, seleção e treinamento dos operadores, manutenção, inspeção,

avaliação aprofundada e requisitos sobre monitoramento do processo como um todo.

A regulação nove da LOLER 1998 (Regulamentos para Operações e Equipamentos de Elevação) (HSE, 1998) corrobora a NR 18, indicando que todo equipamento de elevação deve passar por inspeção profunda de um profissional legalmente habilitado. No caso do movimentador telescópico a inspeção deve ser feita:

- Quando o manipulador telescópico é colocado em serviço pela primeira vez;
- Em intervalos regulares de:
  - (a) período que não seja superior a 12 meses, se o manipulador telescópico é usado somente para o levantamento de cargas;
  - (b) período que não seja superior a seis meses, se o manipulador telescópico é usado para elevação de pessoas;
- Depois de qualquer alteração ou dano (evento).

A LOLER 1998 (HSE, 1998) também prescreve que os acessórios de elevação passem pela mesma inspeção, entretanto o intervalo não pode ser superior a seis meses.

## **2.5. Minicarregadeira**

A minicarregadeira (Figura 2.5) é uma máquina motorizada com braços de elevação usada para mudar uma grande variedade de ferramentas e utilizada também na movimentação de materiais dentro do canteiro de obras. Uma das vantagens das minicarregadeiras é seu pequeno tamanho e a grande capacidade de manobra, que permite que elas operem em espaços apertados.

**Figura 2.5 - Minicarregadeira**



Fonte: A autora

No Brasil não existe norma técnica específica para este equipamento. A NIOSH (2010) elaborou medidas de prevenção, descritas abaixo:

- Sempre usar e manter os seguintes dispositivos de segurança:
  - Dispositivo de suporte do braço;
  - Travas de controle;
  - Cintos;
  - Telas laterais.
- Seguir os procedimentos operacionais de segurança;
- Montagem e desmontagem dos procedimentos de segurança;
- Seguir os procedimentos de manutenção adequados;
- Treinar os trabalhadores e seguir os procedimentos de manutenção e operação do fabricante.

Todavia requisitos relacionados à manutenção e periodicidade das inspeções de segurança da BS 7121-2-3:2012 (BSI, 2012) e do LOLER 1998 (HSE, 1998) podem ser empregados neste equipamento.

## 2.6. Empilhadeira

A empilhadeira (Figura 2.6) é um dos tipos mais comuns de máquinas motorizadas utilizadas na indústria, com capacidade de deslocar eficientemente cargas pesadas. Por isso, é utilizada dentro de fábricas, armazéns, terminais de carga e ambientes comerciais (HORBERRY *et al.*, 2004 *apud* FEARE, 1999; SARIC *et al.*, 2013), inclusive na construção civil.

**Figura 2.6 - Empilhadeira**



Fonte: Google Imagens

Segundo Saric *et al.* (2013), o operador de empilhadeira tem visibilidade reduzida devido a pontos cegos causados pelo gabinete do operador. Esses pontos cegos, bem como grandes inércias da empilhadeira, atrelados a arranjos físicos apertados, torna as empilhadeiras extremamente propensas a acidentes. O tipo de acidente mais frequente é o pedestre ser esmagado.

No Brasil a norma que apresenta alguns requisitos para o uso é a NR 11 (BRASIL, 2004), entretanto aborda de modo geral aspectos para os equipamentos que a norma contempla, não sendo apresentados requisitos específicos para a empilhadeira. A Regulamentos para Operações e Equipamentos de Elevação (HSE, 1998) indica, na regulação nove, que todo equipamento de elevação deve passar por inspeção profunda, por um profissional legalmente habilitado.

## 2.7. Considerações Finais

O Quadro 2.3 apresenta a comparação dos requisitos de regulamentação nacional e internacional para cada equipamento de movimentação de carga.

**Quadro 2.3 - Comparação das normas e regulamentação nacional e internacional**

Equipamento	Requisitos	
	Norma Brasileira	Norma/Recomendação Europeia
Grua	NR 18 – Manutenção – Geométricos – Implantação – Operação	BSI 7121 – 2 -1:2012 – Manutenção – Inspeção – Treinamento – Análise aprofundada
Guindaste	ABNT NBR 7557:1982 – Cancelada em dezembro de 2014.	BSI 7121 – 2 -3:2012 – Manutenção – Inspeção – Treinamento – Análise aprofundada
Guindaste Articulado Hidráulico	ABNT NBR 14768:2012 – Geométricos – Manutenção	BSI 7121 – 4:2010 – Manutenção – Inspeção – Treinamento – Planejamento da atividade – Condições ambientais – Acessórios de içamento – Análise aprofundada
Manipulador Telescópico	Não possui.	BSI 7121 – 2 -1:2012 – Manutenção – Inspeção – Treinamento – Análise aprofundada
Minicarregadeira	Não possui.	LOLER 1998 – Regulação 9 – Planejamento – Manutenção – Inspeção – Treinamento

**(Continuação) Quadro 2.3 - Comparação das normas e regulamentação nacional e internacional**

		LOLER 1998 – Regulação 9
	NR 11	
Empilhadeira	– Movimentação	– Planejamento
	– Funcionamento	– Manutenção
		– Inspeção
		– Treinamento

Fonte: A autora

Dentre as necessidades observa-se, de modo geral:

- Necessidade do procedimento de planejamento da atividade que contemple a análise de risco antes de qualquer atividade rotineira ou não rotineira de movimentação de carga;
- Requisitos referentes ao treinamento dos operadores dos equipamentos e dos auxiliares, incluindo itens dos riscos específicos de cada atividade;
- Requisito para manutenção e inspeção específica de cada equipamento;
- Elaboração de novas normas técnicas específicas para os equipamentos guindaste, movimentador telescópico, minicarregadeira, empilhadeira ou inclusão de requisitos na norma regulamentadora nº 18.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

Os acidentes com equipamentos de movimentação de carga têm atraído o interesse de pesquisadores devido à repercussão dos acidentes e porque os equipamentos têm se tornado peça fundamental na execução das atividades que envolvem elevação e transporte de cargas dentro dos canteiros de obras. A revisão das publicações sobre o tema pretende organizar as principais visões teóricas quanto aos constructos (cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico) relacionadas às causas deste tipo de acidentes.

#### 3.1. Causas dos Acidentes de Trabalho na Movimentação de Carga

A avaliação e diagnósticos de causas de acidentes do trabalho dependem das notificações de acidentes, protocolos de registros e das possibilidades de acesso a essas informações. A influência desses acidentes pode ser estudada se os fatores atrelados a eles forem entendidos (SURAJI *et al*, 2001; SWUSTE, 2013). Para tanto, alguns acidentes foram relatados em artigos e em relatórios técnicos tentando entender as causas que os originaram e circunstâncias dos acidentes.

Na década de 80 Niskanen e Lauttalammi (1989) colocaram em evidência a ocorrência de acidentes em operações de movimentação de carga em canteiros de obras, através da análise de 422 relatórios de acidentes de trabalho dessa categoria. Os autores concluíram que o alto número de acidentes indicava a necessidade de desenvolver medidas preventivas.

O estudo desenvolvido por Hinze *et al*. (2005) envolveu 743 relatórios provenientes da base de dados da *Occupational Safety and Health Administration* – OSHA, concluindo que os acidentes ocorridos na construção civil podem ter variáveis associadas a fatores humanos, meio ambiente e ao equipamento utilizado. Os autores identificaram como causa de acidente a colisão contra algo. Dentro desse âmbito, podem ser classificados em movimentação de material/equipamento acima da altura da cabeça ou queda de materiais. Dentre os acidentes associados à movimentação de carga a análise apresentada pelos autores revela uma elevada

incidência de casos associada à utilização de guias, caminhões, empilhadeiras e guinchos.

Shapira e Lyachin (2009) propõem fatores que podem afetar a segurança durante a operação das guias através de uma lista de fatores, gerada e consolidada com base na experiência e conhecimento de 19 gerentes e especialistas em segurança de equipamento em dez empresas de construção em Israel. O Quadro 3.1. apresenta esses fatores e suas respectivas causas.

**Quadro 3.1 - Fatores e causas que afetam a segurança dos guindastes**

<b>Fator</b>	<b>Causas</b>
Condições de projeto	Obstáculos e congestionamento no canteiro, rede elétrica, elevação às escuras, superposição, percepção visual, cabine ergonômica, duração do turno de trabalho, múltiplas linguagens, tipos de carga, auxiliar de operador.
Meio ambiente	Vento, tempo, visibilidade.
Fator humano	Experiência do operador, personalidade do operador, experiência do sinaleiro, personalidade do superintendente.
Gestão da segurança	Gerenciamento de nível local, gerenciamento de nível de empresa, gerenciamento da manutenção.

Fonte: Shapira e Lyachin (2009)

Um estudo mais recente, conduzido por Zhao *et al.* (2012), investigou a natureza e as causas de 1.200 acidentes com guindaste e 59 com grua em Beijing, com o auxílio do Diagrama Espinha de Peixe<sup>1</sup> combinado com o Processo de Hierarquia Analítica (AHP)<sup>2</sup>. Como a Espinha de Peixe colabora com a identificação das causas raízes dos problemas e o AHP quantifica as questões qualitativas complexas, que são difíceis de quantificar, os autores combinaram as duas técnicas para estudar os acidentes envolvendo a grua.

Zhao *et al.* (2012) classificaram os tipos de acidentes como acidentes de falha estrutural da grua (incluindo o colapso da grua, quebra da lança e danos de colisão), queda de altura, choque elétrico e outros danos. Analisando as principais causas

<sup>1</sup> Ferramenta gráfica utilizada para o gerenciamento e Controle da Qualidade em processos diversos, especialmente na produção industrial.

<sup>2</sup> O processo de hierarquia analítica (AHP) é uma técnica estruturada para a organização e análise de decisões complexas, com base em matemática e psicologia, desenvolvido por Thomas L. Saaty em 1970. O AHP é uma combinação de método qualitativo e quantitativo, baseado na análise sistemática hierárquica (Zhao *et al.*, 2012).

dos acidentes os autores identificaram a probabilidade e danos causados por esses acidentes. Na análise a falha estrutural da grua representa a maior proporção de acidentes e se comprovou que equipamentos, fatores ambientais, fatores humanos e gestão são os principais fatores das causas de acidentes de grua. Com base nisso, os autores elencaram as causas raízes dos acidentes na Espinha de Peixe, apresentadas no Quadro 3.2.

**Quadro 3.2 - Fatores e causas raízes de acidentes com grua**

<b>Fatores</b>	<b>Causas</b>
Ambiental	Falta de distância segura, mudança no clima, arranjo físico apertado, impacto na drenagem da fundação.
Material	Corrosões estruturais, severa deformação estrutural, resistência inadequada da base de concreto, cerdas do cabo de aço quebradas, parafusos não dimensionados.
Homem	Operar contra as regras, sobrecarga de carga horária, qualificação dos operadores, qualidade de gerenciamento do canteiro, falta de implementação de medidas de segurança.
Máquina	Falhas no sistema elétrico, defeitos nos acessórios de segurança, defeitos de soldagem, defeitos no projeto, defeitos no contrapeso, defeitos na máquina.
Método	Peso da base imprópria, conexão de parafuso solta, configuração inadequada do parafuso, fundação de concreto imprópria, nenhuma implantação de requisitos de segurança.

Fonte: Adaptado de Zhao *et al.* (2012)

O diagrama foi convertido para o modelo de hierarquia e, a partir da análise dos resultados, Zhao *et al.* (2012) concluíram que existe a necessidade de ampliar a qualificação dos operadores de guas, ao mesmo tempo em que a qualificação do pessoal de gestão e operação deve ser valorizada. Empresas subcontratadas não devem participar de projetos sem a devida qualificação, garantindo assim a qualidade e segurança de instalações e equipamentos. Além disso, deve ser proibido operar contra as regras e alterar os procedimentos de instalação e desmontagem dos equipamentos.

O estudo de Swuste (2013) buscou comprovar que as causas de acidentes com guindastes são frequentemente associadas a erros operacionais nas partes dos

equipamentos. O objeto de estudo foi baseado na investigação do acidente ocorrido em julho de 2010, em Rotterdam, realizado pela *The Dutch Safety Board*, em que uma grua colapsou, aparentemente sem causas. O objetivo da investigação foi:

- Determinar as causas do colapso da grua;
- Apresentar eventuais deficiências na concepção da grua;
- Identificar uma salvaguarda (ou falta dela) que poderia alertar e ajudar a prevenir acidentes resultantes de deficiências na concepção ou produção;
- Responder se o acidente da grua foi considerado como um 'acidente normal'<sup>3</sup>.

A investigação de Swuste (2013) foi guiada através de três cenários. O primeiro, baseado no parâmetro operacional, concluindo-se que a grua havia atingido o limite de torque máximo de carga. O segundo, a falha na construção da grua, em que foi constatado que uma das causas se deu devido à sobrecarga da grua e não por defeitos na concepção dela. Por fim, avaliou-se a sobrecarga e se concluiu que foram as forças dinâmicas que levaram ao colapso da grua, porque a sua flexibilidade excedeu o valor calculado pelo projetista, deixando a carga instável.

O estudo de Saric *et al.* (2013) analisou a frequência de acidentes com empilhadeiras no período de 2000 a 2012 em uma indústria na Austrália e o resultado foi comparado com o estudo de Rechnitzer e Larsson (1994), conduzido duas décadas anteriores no mesmo local. Saric *et al.* (2013) comprovaram que o estudo obteve resultado similar ao de Rechnitzer e Larsson (1994), ou seja, os incidentes são oriundos de colisão. Os autores recomendam o controle de limite de velocidade das empilhadeiras e também monitores de alerta de velocidade (SARIC *et al.*, 2013 *apud* LARSSON *et al.*, 2003).

Segundo Saric *et al.* (2013), a empresa em estudo também adotou medidas no sistema de gestão da segurança, tais como a utilização de barreiras de segurança e

---

<sup>3</sup> Termo usado por Perrow (1984) quando forneceu uma explicação sociológica para os acidentes em sistemas tecnológicos complexos, tais como plantas químicas e plantas nucleares, de acordo com o risco. De acordo com Perrow, múltiplas e inesperadas falhas são construídas em sistemas tecnológicos complexos e esses acidentes são chamados de 'acidente normal' porque eles são inevitáveis em sistemas tecnológicos complexos (SWUSTE, 2013).

promoção do treinamento específico ao operador do equipamento. Por fim, os autores recomendam a implementação de outras melhorias, como o uso de sistema de alarme de proximidade. Se a empilhadeira estiver se aproximando de um objeto ou pedestre, será soado um alarme de alerta.

A *National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH publicou um documento referente aos riscos atrelados ao uso da minicarregadeira e analisou acidentes ocorridos no período de 1992 a 1997. A NIOSH (2010) concluiu que os acidentes sugeriam que os trabalhadores e os gestores não compreendiam os riscos associados ao uso do equipamento, com isso existe a necessidade de seguir os procedimentos e de entender as consequências em ignorar os dispositivos de segurança.

No Brasil existem dificuldades na obtenção de dados confiáveis sobre as notificações de acidentes, procedimento de investigação, cálculo dos índices de gravidade e frequência. Recentemente a disponibilidade dos dados de investigação pelo canal *Acesso à Informação* permitiu o acesso ao relatório do acidente ocorrido em Salvador (BA), em 2010, na construção de um condomínio com 18 edifícios verticalizados, durante a operação de desmontagem da grua (Figura 3.1).

**Figura 3.1 - Grua no local do acidente**



Fonte: Armando Campos (2014)

Segundo o relatório (SRTE, 2011) expedido pelos Auditores Fiscais do Trabalho (AFT) da Superintendência Regional do Trabalho e Emprego da Bahia (SRTE-BA), a grua foi instalada em área externa ao edifício. O sistema horizontal da

grua – composto pela contra-lança, contra peso e lança – estava instalado numa altura de cinco metros, acima da última laje. Porém, quando ocorreu o acidente, parte da torre da grua já havia sido desmontada e a queda deste conjunto ocorreu de uma altura de 40 metros.

Após a investigação do acidente e análise dos documentos, como ficha de registro dos empregados acidentados, Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT), relatório de acidente de trabalho da empresa contratada, certidão de óbito e boletim de ocorrência, foram identificados os fatores imediatos, subjacentes e latentes para a ocorrência do acidente descritos no Quadro 3.3 abaixo.

**Quadro 3.3 - Fatores do acidente de trabalho**

<b>Imediatos</b>	Queda do equipamento em altura elevada; Desequilíbrio do sistema horizontal da grua; Concepção de desmontagem ultrapassada.
<b>Subjacentes</b>	Falta de qualificação e treinamento dos trabalhadores; Equipe inexperiente para exercer função não habitual; Falta de supervisão na atividade de montagem da grua; Equipamento obsoleto; Falta de Análise Preliminar de Risco (APR).
<b>Latentes</b>	Exigência de produção; Gestão de pessoal deficiente; Gestão de material deficiente.

Fonte: Adaptado de SRTE (2011)

Com base nas informações extraídas da investigação dos AFT do Quadro 3.3, foi feita a reclassificação dos fatores que influenciaram no acidente, similar aos quadros dos estudos de Shapira e Lyachin (2009) e Zhao *et al.* (2012), e apresentados no Quadro 3.4.

**Quadro 3.4 - Fatores e causas do acidente com grua**

<b>Fatores</b>	<b>Causa</b>
Cultura de Segurança	Queda do equipamento em altura elevada; concepção de desmontagem ultrapassada; falta de Análise Preliminar de Risco (APR); exigência de produção;
Fator Humano	Gestão de pessoal deficiente; gestão de material deficiente;
Manutenção	Desequilíbrio do sistema horizontal da grua; equipamento obsoleto;
Treinamento	Falta de qualificação e treinamento dos trabalhadores, equipe inexperiente para exercer função não habitual, falta de supervisão na atividade de montagem da grua.

Fonte: A autora

Com base nas causas dos acidentes relatados na revisão da literatura, foram elaborados constructos buscando explorar empiricamente os fatores que influenciam os acidentes do trabalho e que envolvem os equipamentos de movimentação de carga. As variáveis mensuráveis identificadas foram elencadas e descritas no Quadro 3.5.

**Quadro 3.5 – Constructos do referencial teórico**

<b>Fator causal</b>	<b>Referência</b>
Cultura de Segurança	Shapira e Lyanchin (2009); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010).
Fator Humano	Beavers <i>et al.</i> (2005); Fonseca e Lima (2007); Guldenmund (2010); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010); Shapira e Lyanchin (2009).
Manutenção	Neitzel <i>et al.</i> (2001); Beavers <i>et al.</i> (2005); Beavers <i>et al.</i> (2006); Ross <i>et al.</i> (2006); Shapira e Lyanchin (2009); McDonald <i>et al.</i> (2011); Zhao <i>et al.</i> (2012); Swuste <i>et al.</i> (2012); Swuste (2013).
Treinamento	Shapira e Lyanchin (2009); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010); Swuste <i>et al.</i> (2012); Neitzel <i>et al.</i> (2001); Zhao <i>et al.</i> (2012).
Arranjo Físico	Shapira e Lyanchin (2009); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010).

Fonte: A autora

## 3.2. Fatores que afetam a segurança

### 3.2.1. Cultura de Segurança

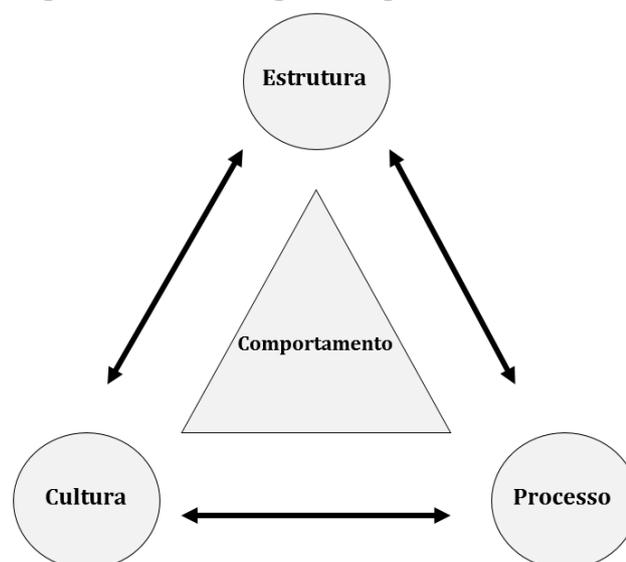
A origem dos estudos da cultura de segurança existe desde a década de 80, após o desastre nuclear de Chernobyl, na Ucrânia. A causa principal do evento foi atribuída ao colapso da cultura de segurança (COOPER, 2000), fornecendo evidências da vulnerabilidade tecnológica e enfatizando a necessidade de estudos aprofundados na cultura organizacional de segurança. Nas últimas décadas a definição de cultura tem sido utilizada por alguns pesquisadores e gestores para se referir ao clima e às práticas que as organizações desenvolvem em torno dos valores e crenças defendidos pela organização (SCHEIN, 2004). Para Schein (2004), a cultura organizacional é definida como:

Um padrão de suposições básicas compartilhadas, que foi aprendida por um grupo à medida que solucionava os problemas de adaptação externa e de integração interna. Esse padrão tem funcionado bem o suficiente para ser considerado válido e, por conseguinte, para ser ensinado aos novos membros como o modo correto de perceber, pensar e sentir-se em relação a esses problemas.

Segundo Reason (1997), a definição de cultura organizacional de Uttal's (1983) capta mais de perto a essência do conceito quando diz que são valores e crenças que interagem com as pessoas da empresa, estruturas organizacionais e o sistema de controle para a produção de normas de comportamento. Para Guldenmund (2010), a cultura de segurança e o clima organizacional não são diferentes fenômenos organizacionais, mas sim interpretações diferentes do mesmo fenômeno. A cultura é mais enfatizada na história e contexto da organização, enquanto o clima destaca a situação existente e os impactos sobre os trabalhadores.

A Figura 3.2 esquematiza o triângulo organizacional que retrata as três maiores forças que operam ao mesmo tempo no comportamento das pessoas que trabalham nas organizações. As forças genéricas – estrutura, cultura e processo – são inter-relacionadas, ou seja, a força particular de cada uma é determinada pela força das outras duas (GULDENMUND, 2010; SWUSTE *et al.*, 2012).

**Figura 3.2 - Triângulo organizacional**



Fonte: Guldenmund (2010); Swuste *et al.* (2012)

Guldenmund (2010) salienta que uma implicação importante no triângulo é que o comportamento de segurança não pode ser isolado a partir da estrutura, processo ou cultura. Para Swuste *et al.* (2012), a cultura e o clima organizacional podem influenciar no comportamento da segurança. A partir dessa contestação diversas organizações vêm mostrando interesse no desenvolvimento da cultura de segurança como um meio potencial para reduzir acidentes organizacionais e individuais (COOPER, 2000).

Choudhry *et al.* (2007) argumentam que o conceito de cultura de segurança não é claro, por isso, para melhorar o entendimento, os autores examinaram 27 estudos, alguns dos quais foram descritos no Quadro 3.6. Para os autores, essas definições tendem a refletir a visão de que a cultura de segurança é algo que a organização "é" em vez de algo que a organização "tem".

A cultura de segurança está se tornando importante para a segurança dos empregados no meio ambiente da construção civil (CHOUDHRY *et al.*, 2007; FANG *et al.*, 2006), principalmente porque estudos sobre cultura de segurança não têm tido apenas o objetivo de conceituá-la ou mensurá-la, mas também tem a intenção de mostrar suas implicações para as organizações, mais especificamente para o desempenho da empresa no que se refere à segurança (GONÇALVES FILHO, 2001).

**Quadro 3.6 - Principais pesquisas e definições da cultura de segurança**

Referência	Objetivo da pesquisa	Definição da cultura de segurança
Guldenmund (2000)	Apresenta uma revisão de 15 estudos indicando a complexidade do conceito de clima de segurança.	Aspectos da cultura organizacional que terão impacto sobre as atitudes e comportamentos relacionados ao aumento ou diminuição do risco.
Cooper (2000)	Apresenta um modelo recíproco da cultura de segurança para entender sua natureza dinâmica, multifacetada e holística.	Cultura é "o produto de múltiplas interações dirigidas a objetivos entre pessoas (psicológica), empregos (comportamental) e da organização (situacional)"; enquanto a cultura de segurança é 'o grau observável do esforço pelo qual todos os membros da organização direcionam a atenção e ações para melhorar a segurança em uma base diária'.
Glendon e Stanton (2000)	Apresenta a distinção útil entre estratégica de cima para baixo, perspectiva funcionalista e interpretativas abordagens para a cultura de segurança.	Compreensão de atitudes, normas e valores, comportamentos, responsabilidades pessoais bem como recursos humanos, tais como, treinamento e desenvolvimento.
Mohamed (2003)	Promove a adoção da ferramenta <i>Balanced Scorecard</i> na cultura organizacional da construção e argumenta que a seleção e avaliação das medidas em quatro perspectivas (gestão, operacionais, cliente e aprendizagem) podem permitir que as organizações prossigam em melhorias de desempenho de segurança.	Ação da cultura organizacional que afeta as atitudes dos trabalhadores e comportamento em relação a uma organização que está em busca do desempenho da segurança.
Fang <i>et al.</i> (2006)	Identifica as dimensões do clima de segurança para implementar a cultura de segurança na construção.	Conjunto de indicadores que prevalecem; crenças e valores que a organização possui em segurança.

Fonte: Adaptado de Choudhry *et al.* (2007)

Estudos têm evidenciado que uma cultura de segurança consolidada não somente traz benefícios ao desempenho da segurança (CHOUDHRY *et al.*, 2007; FANG *et al.*, 2006; MOHAMED, 2003) como também causa um grande impacto na qualidade, confiabilidade e competitividade (COOPER, 2000), porque se observa que dois fatores são essenciais para a disseminação da cultura de segurança: o suporte da gerência na criação de comitês direcionados à segurança e os trabalhadores acreditarem que a gerência se importa com sua saúde e segurança. Tendo esses dois aspectos contemplados os trabalhadores estão dispostos a cooperar com a

melhoria do desempenho de segurança (CHOUDHRY *et al.*, 2007 *apud* LANGFORD *et al.*, 2000; SAWACHA *et al.*, 1999).

A assertiva acima corrobora as afirmações de Mohamed (2003), quando diz que a cultura de segurança na construção civil é considerada como as combinações dinâmicas de atitudes de gestão e atividades, interações entre os trabalhadores e o ambiente físico do local, estando sempre preocupada com os determinantes da capacidade de gerenciar a segurança, ou seja, buscando uma abordagem organizacional de cima para baixo.

Com base nos estudos relatados é evidenciado que a cultura de segurança pode ser mensurada, como forma de reduzir o potencial de ocorrência de acidentes e/ou incidentes nos canteiros de obras. As causas podem ser medidas através de auditorias de segurança, da mensuração do clima organizacional da segurança do trabalho, da aplicação de questionários, de listas de verificação dentro da organização ou partes dela.

### 3.2.2. Fator Humano

Segundo Hermann *et al.* (2010 *apud* WU *et al.*, 2015), estima-se que 85% dos acidentes ocorridos na construção civil podem ser atribuídos a atos inseguros. Dentre os acidentes, a probabilidade de ocorrência dos atos nas atividades de movimentação de carga está relacionada ao erro humano (BEAVERS *et al.*, 2005; SHAPIRA; LYACHIN, 2009; SERTYESILISIK *et al.*, 2010). Segundo Beavers *et al.* (2005), o erro humano é a causa de quase 60% dos acidentes com operações de movimentação de carga.

O erro humano pode ser definido como conjunto de ações do homem que excede alguns níveis de aceitabilidade (RIGBY, 1970 *apud* MITROPOULOS *et al.*, 2005) e, por esta perspectiva, é um desvio a partir de procedimentos normativos (MITROPOULOS *et al.*, 2005). Estudos têm sido conduzidos no intuito de identificar, entender as causas dos acidentes do trabalho e, posteriormente, desenvolver estratégias de prevenção.

Para Rasmussen (1997), os eventos que ocasionam os acidentes têm como causa básica também o contexto social atual, devido às rápidas transformações e necessidade de mudanças. O autor argumenta que os trabalhadores, durante o desempenho de suas tarefas, estão inseridos num sistema de trabalho que é moldado por objetivos e constrangimento de ordem econômica, funcional, de segurança, entre outros, a partir dos quais o trabalhador tem a liberdade de estabelecer fronteiras de desempenho das tarefas, adotando os critérios de trabalho que melhor se adaptem aos objetivos.

Choudhry *et al.* (2007) argumentam que para reduzir os acidentes e melhorar o desempenho de segurança é preciso se concentrar sistematicamente nos comportamentos inseguros nos canteiros de obras. Rasmussen (1997) também acredita que para uma melhoria no sistema de trabalho como um todo é necessário analisar o sistema como um todo, com o intuito de definir os limites para o comportamento aceitável, juntamente com uma análise das atividades específicas do sistema de trabalho num sentido geral.

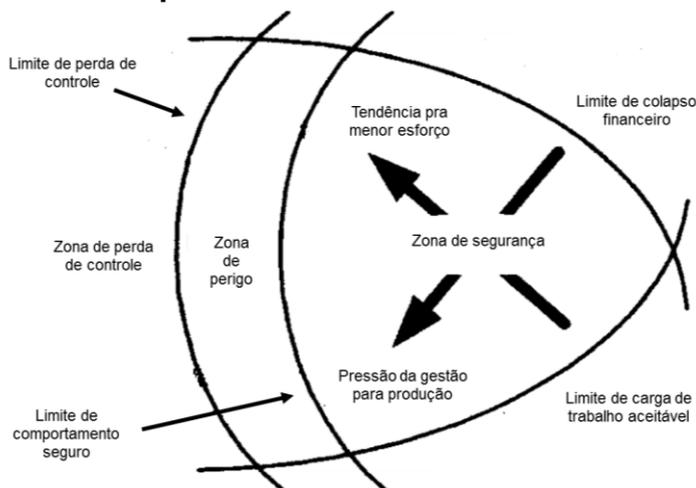
Dentre os fatores-chaves que influenciam nas causas de acidentes do trabalho, Mitropoulos *et al.* (2005) consideram que o comportamento dos trabalhadores é uma das causas que carece de uma visão sistemática da segurança. Os autores apresentaram um modelo baseado nos estudos de Rasmussen (1997), conforme apresentado na Figura 3.3, abordando que o comportamento do trabalhador está representado pela tendência para menor esforço na realização das tarefas e pressão da gestão para produção, para o cumprimento das metas de produção.

Tais ações, segundo Rasmussen (1997), originam a migração da conduta para os limites de perdas de controle e comportamento seguro. A ocorrência de acidentes está relacionada ao comportamento do trabalhador. Se o trabalhador se aproxima da zona de perigo e da zona de perda de controle, a probabilidade de acidente aumenta; quando ultrapassa o limite de perda de controle, a probabilidade de acidente é iminente.

Segundo Mitropoulos *et al.* (2005), a pressão para o aumento da produção é tendencioso para que os trabalhadores evitem a adoção de procedimentos e medidas de segurança, sobretudo se estes forem reconhecidos como retardadores da capacidade produtiva. Os autores argumentam que os erros humanos e as

mudanças nas condições ambientais criam uma "separação" entre esses fatores, provocando a liberação de perigos. A probabilidade de erros irá depender da tarefa, do meio ambiente e do comportamento dos trabalhadores. Dependendo das consequências, um incidente pode ser um "quase acidente", um acidente com lesão ou uma fatalidade.

**Figura 3.3 - Modelo de procedimento de trabalho de Rasmussen (1997)**



Fonte: Mitropoulos *et al.* (2005), adaptado de RASMUSSEN (1997)

Segundo Mitropoulos *et al.* (2005), a prevenção de comportamentos eficientes e a minimização dos perigos podem ser alcançadas pelo controle do comportamento dos trabalhadores. Para Azevedo (2010), esforços deste nível devem estar centrados na formação e motivação dos trabalhadores para o cumprimento de procedimentos e normas de segurança, assim como na implementação de dispositivos que evitem a ocorrência do acidente ou limitem e/ou minimizem as suas consequências, no caso de ocorrência de falhas no cumprimento de procedimentos de segurança por parte do trabalhador.

A prevenção de comportamentos eficientes também pode ser alcançada através da cultura de segurança, porque o fator humano possui inter-relação com essa cultura. Segundo Swuste *et al.* (2012 *apud* URLINGS; NIJHUIS, 1988), o comportamento de segurança dos trabalhadores da construção é influenciado pela sua visão de segurança ou pelo meio ambiente em que estão inseridos. Esta inter-relação também reforça os estudos de Guldenmund (2010) ao argumentar a

necessidade da interação entre supervisores e trabalhadores no ambiente da construção civil.

### 3.2.3. Manutenção

Uma das principais causas de acidente com movimentação de carga pode ser atribuída à falha dos equipamentos (NEITZEL *et al.*, 2001; BEAVERS *et al.*, 2005; SWUSTE, 2013). Para Beavers *et al.* (2005), 30% dos acidentes com operações de movimentação de carga, de modo geral, estão relacionados a este fator.

Segundo Swuste *et al.* (2012), a manutenção é vista como uma barreira na prevenção de riscos, no entanto, para Guldenmund *et al.* (2006), este fator de gestão não terá nenhum efeito direto sobre o ambiente de trabalho, mas determina a eficácia do equipamento. Estudos (SHAPIRA; LYACHIN, 2009; SWUSTE, 2013) identificaram que a manutenção afeta diretamente a segurança, os autores assinalam que a maioria dos acidentes é resultante da falta de manutenção dos equipamentos, sendo necessária para a melhoria da prevenção e inspeção dos equipamentos na contratação e durante o uso deles.

#### 3.2.3.1. Inspeção de Segurança

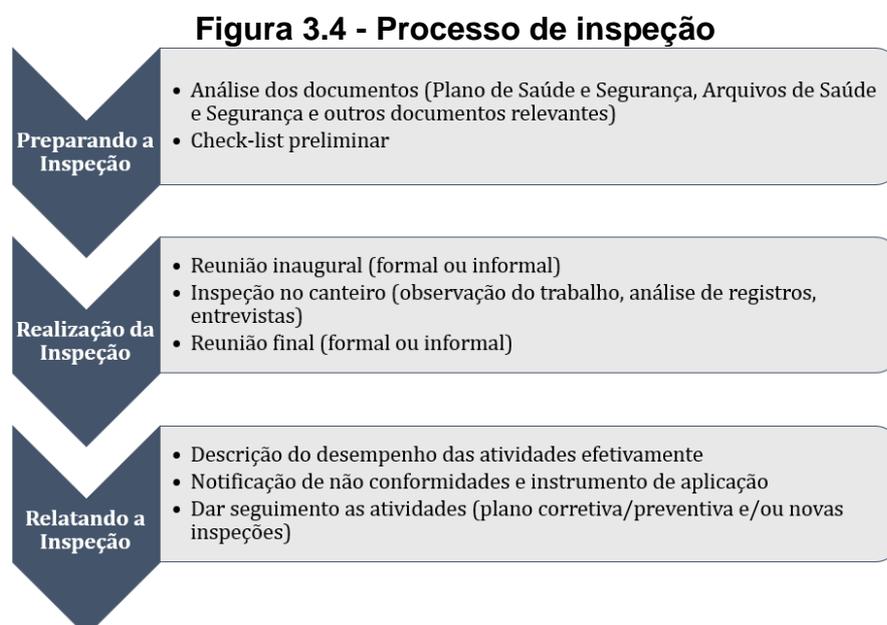
Segundo Dias (2009), inspeção é similar à auditoria, porém focada em um único processo e baseada em respostas de sim/não, enquanto que a auditoria é mais detalhada e observa o processo por completo. Para Woodcock (2014), inspeção é um elemento comum no gerenciamento do sistema de segurança com o intuito de controlar os perigos pela detecção e correção prévia. Inspeção é parte do sistema interno de gerenciamento de segurança, bem como sistemas externos ou de execução.

Manuais de segurança do trabalho descrevem a inspeção de segurança como a avaliação de defeitos autoevidentes. A ênfase é sobre a necessidade de planejar a inspeção, incorporando informações sobre acidentes anteriores, além de uma

revisão das operações e possíveis acidentes, identificação de perigo e normas aplicáveis (WOODCOCK, 2013 *apud* REICH, 1986; MANSDORF, 1993).

De acordo com Woodcock (2014), a inspeção de segurança de rotina envolve atribuição de generalistas para realizar inspeções envolvendo vários tipos de defeitos que muitas vezes não são predefinidos, mas que podem ser minimamente familiarizados com o inspetor, sendo possível tomar decisões no conhecimento dos riscos. Com isso, é recomendado um programa de inspeção de segurança em que pode ser feito o monitoramento desses riscos e avaliação do programa.

Para Dias (2009), o objetivo principal de um programa de inspeção é minimizar os riscos inerentes a cada atividade na indústria da construção. A inspeção é um processo sistemático e estruturado que precisa utilizar instrumentos preventivos para impor a aplicação de leis e regulamentos relacionados à segurança do trabalho envolvido no ciclo de vida da construção. A metodologia da inspeção é baseada em check-list, que pode ser adaptado a qualquer canteiro de obras. O programa deve ser monitorado e avaliado através de *feedbacks* periódicos que podem ser anuais, trimestrais e mensais. O processo de inspeção se dá em três etapas, apresentadas abaixo (Figura 3.4).



Fonte: Dias (2009)

A preparação da inspeção consiste na compilação e análise de todas as informações relevantes relacionadas ao funcionamento do canteiro de obras (alvará,

Plano de Saúde e Segurança, PCMAT), ao Plano de Inspeção e ao check-list usado como referência. O Plano de Inspeção é um documento interno que fornece determinadas informações, como se segue:

- Objetivo da inspeção que inclui a análise da implementação da segurança e saúde no canteiro de obra;
- Documentos de referência (Plano de Saúde e Segurança, leis e regulamentos, arquivos de segurança, projeto e especificações);
- Escopo da inspeção, incluindo as partes que serão inspecionadas;
- Tempo estimado da inspeção, incluindo as reuniões;
- Descrição das funções/responsabilidades de cada membro do time da inspeção (coordenador, inspetor, assistente);
- Identificação dos responsáveis pelo canteiro de obra;
- Tópicos da inspeção e data estimada do *feedback*.

#### 3.2.4. Treinamento

Difundir a cultura de treinamentos na construção civil é sem dúvida crucial na redução de acidentes e importante para compreender o comportamento dos trabalhadores quanto aos riscos atrelados a suas atividades intrínsecas. Segundo Mullen (2004 *apud* RODRIGUEZ-GARZÓN *et al.*, 2014), a maioria dos acidentes é atribuída ao comportamento do trabalhador. Para Thakur e Swdney (2012) este ponto de vista resultou na ideia de corrigir os comportamentos e reduzir o número de acidentes através de treinamentos.

Estudos (ZIMOLONG; TRIMPOP, 1998; O'CONNOR *et al.*, 2005; CAMINO-LOPEZ *et al.*, 2008; SERTYESILISIK *et al.*, 2010; JAFARI *et al.*, 2014) indicam que os índices de acidentes atuais são provenientes da ausência de treinamentos. Zimolong e Trimpop (1998) salientam que 83,9% dos riscos podem ser minimizados a partir da identificação dos riscos, graças à experiência e treinamento dos trabalhadores. O'Connor *et al.* (2005) confirmam os estudos anteriores ao

salientarem que não adianta fornecer os devidos equipamentos de segurança aos trabalhadores se não for acompanhado por um treinamento.

Jafari *et al.* (2014) ressaltam a importância do treinamento para a realização da atividade com segurança, principalmente porque a indústria da construção obteve altas taxas de acidentes devido à natureza do trabalho, os sistemas de gestão implantados, aos equipamentos utilizados no processo, às técnicas utilizadas para realizar as tarefas, à velocidade do trabalho, dentre outros fatores relevantes. A assertiva corrobora os estudos de diversos autores (SAWACHA *et al.*, 1999; NEITZEL *et al.*, 2001; SHAPIRA; LYACHIN, 2009; SWUSTE *et al.*, 2012; ZHAO *et al.*, 2012; DEMIRKESEN; ARDITI, 2015). Os gestores devem preparar os trabalhadores para a nova situação de trabalho, sendo possível o desenvolvimento de novas competências e saberes através da percepção do risco.

O estudo de Jafari *et al.* (2014) avaliou o impacto do treinamento nos fatores do clima de segurança de duas empresas de construção. Os autores perceberam que o clima de segurança era o mesmo nas duas empresas, após o treinamento, o que demonstra uma homogênea e não significativa diferença no nível do clima de segurança nos dois locais. Além disso, o resultado do estudo revelou que o treinamento de segurança pode melhorar o comportamento dos trabalhadores, quanto à percepção do risco e dos comportamentos inseguros.

O estudo de Rodriguez-Garzón *et al.* (2014) centrou-se na possibilidade de modificar a percepção de risco dos trabalhadores através de variáveis pessoais, mais especificamente através do treinamento. Os autores concluíram que quanto mais os trabalhadores eram treinados quanto aos aspectos de segurança do trabalho, maior era a percepção do risco. Além disso, ao abordar questões quanto ao treinamento, sugere-se que a identificação da percepção dos trabalhadores pode ser gerenciada para melhor, principalmente no setor da construção civil.

Para Rodriguez-Garzón *et al.* (2014), os resultados devem contribuir para a redução de conflitos trabalhistas, diminuindo a probabilidade de acidentes e fatalidades. Do ponto de vista econômico e financeiro, ao reduzir os acidentes, por sua vez, diminui o tempo de inatividade não produtiva, bem como outros custos relacionados. Por fim, com a redução de acidentes a empresa terá melhor desempenho e uma maior produtividade.

O estudo conduzido por Zou e Zhang (2009) comparou o comportamento entre uma amostra de trabalhadores chineses e australianos. Os chineses, com pouca ou nenhuma formação em segurança do trabalho, tendiam a dar maior importância aos riscos causados pelo erro humano, enquanto os australianos, com uma sólida compreensão quanto à segurança do trabalho, tenderam a atribuir mais importância aos riscos derivados do ambiente de trabalho.

Já o estudo de Demirkesen e Arditi (2015) explorou a percepção de 400 coordenadores e gestores de segurança quanto às práticas de treinamento de segurança em canteiros de obras. Para os autores, o pessoal de segurança tem um importante papel porque está envolvido no desenvolvimento e na implementação de métodos que visam o controle dos perigos associados às atividades nesses locais. Após a aplicação de um questionário os autores concluíram que a maioria das grandes empreiteiras considera o treinamento uma estratégia para a melhoria da segurança nos canteiros de obras.

A partir dos estudos relatados conclui-se que o treinamento é fator essencial na prevenção de acidentes. Entretanto existem barreiras a serem quebradas na construção civil. Ainda é necessário implementar ações quanto à necessidade da melhoria contínua dos treinamentos, e essas medidas não devem ser restritas apenas aos trabalhadores, mas também os coordenadores e gestores de segurança devem receber informações quanto aos riscos das operações nos canteiros de obras.

### 3.2.5. Arranjo Físico

O planejamento do arranjo físico dos canteiros de obras é uma tarefa importante que envolve a identificação das instalações temporárias, necessárias para apoiar operações de construção, determinando o tamanho e a forma de maneira adequada, posicionando-os dentro dos limites do canteiro de obras (ELBELTAGI *et al.*, 2004; ANUMBA; BISHOP, 1997). Todavia as questões de saúde e segurança do trabalho são frequentemente ignoradas na definição do

planejamento e organização do arranjo físico (ANUMBA; BISHOP, 1997), fator necessário para a minimização dos acidentes do trabalho.

A relação entre o arranjo físico do canteiro de obras e a segurança do trabalho indica que o planejamento e organização desse arranjo influenciam no desempenho da segurança (SAWACHA *et al.*, 1999). Apesar disso, Elbeltagi *et al.* (2004) pontuam que os estudos sobre a temática arranjo físico dos canteiros de obras são limitados. Alguns desses estudos referem-se à integração das questões de saúde e segurança na definição do arranjo físico (FARREL; HOVER, 1989; ANUMBA; BISHOP, 1997) e outros tratam dos modelos de planejamento dinâmico (HAMIANI; POPESCU, 1988; TOMMELEIN *et al.*, 1992; CHENG; O'CONNOR, 1996; ZOUENIN *et al.*, 2002), contudo não detalham os aspectos de segurança.

O estudo de Anumba e Bishop (1997) examinou a necessidade de integrar a segurança com a organização do arranjo físico nos canteiros de obras. Para os autores, algumas questões precisam ser abordadas na organização do arranjo físico, como, por exemplo: intempéries, estrutura organizacional, informação e treinamento, sequência e operações da construção.

O estudo de Elbeltagi *et al.* (2004) apresenta um modelo prático para o planejamento do arranjo físico de canteiros de obras dinâmicos que, quando implementado, visa contribuir na produtividade e na manutenção da segurança do trabalho. Os autores argumentam que quedas e choques entre objetos representam duas das maiores causas de acidentes na construção civil, representando 33% das fatalidades. Por conta disso, sugerem que as zonas ao redor de equipamentos e da área de içamento na construção sejam delimitadas, buscando a minimização dos acidentes.

Elbeltagi *et al.* (2004) sugerem que para realizar a integração do arranjo físico com a saúde e segurança e produtividade são necessários quatro aspectos:

- Definir as instalações temporárias necessárias para atender à segurança e apoiar as operações de produção;
- Definição de zonas de segurança adequadas ao redor dos espaços da construção;
- Considerar a segurança na determinação das instalações dentro do canteiro de obras;

- Mudar as instalações provisórias e também utilizar as partes concluídas permanentes, como instalações provisórias, para aliviar o congestionamento no canteiro de obras.

### **3.3. Considerações Finais**

Neste capítulo foram identificados os principais fatores causais e as respectivas circunstâncias que originaram os acidentes com equipamento de movimentação de carga. Dentre as causas, as principais foram classificadas como constructos. São elas a cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico.

Observou-se também que a caracterização em nível nacional das causas de acidentes do trabalho carece de dados estatísticos oficiais, pois encontra-se restrita aos órgãos responsáveis pela investigação dos acasos, sendo necessário ampliar os estudos das causas dos acidentes.

A partir do levantamento da influência dos constructos na atividade de movimentação de carga pode-se concluir que a cultura de segurança influencia no comportamento dos trabalhadores, assim como possui inter-relação com os demais constructos, visto que é o treinamento que vai influenciar no comportamento dos trabalhadores. No entanto, para alcançar o comportamento seguro, é necessário difundir medidas de prevenção dos riscos relacionados à saúde e segurança do trabalho, bem como ações de formação e sensibilização da equipe de segurança nos canteiros de obras.

Autores (SHAPIRA; LYANCHIN, 2009; SERTYESILISIK *et al.*, 2010) afirmam a necessidade de inspecionar os equipamentos de movimentação. Todavia existe carência de estudos que abordem como devem ser realizadas as inspeções e sua periodicidade. Além disso, ainda não há consenso quanto à escala que deve ser adotada nos instrumentos de pesquisa.

Quanto ao arranjo físico, observa-se que existe deficiência na definição das instalações temporárias nos canteiros de obras, não sendo levados em consideração os aspectos de segurança do trabalho. Os estudos (ANUMBA;

BISHOP, 1997; ELBELTAGI *et al.*, 2004) analisados comprovaram que existe a necessidade de ampliar os estudos dos aspectos relacionados ao arranjo físico, como, por exemplo, a definição de áreas seguras durante as atividades de movimentação de carga, uma vez que uma das principais causas de acidentes é o arranjo físico inadequado.

## 4. ANÁLISE COMPARATIVA QUALITATIVA

---

A identificação dos perigos e riscos da construção civil é essencial na proposição de medidas que visam a minimização dos acidentes de trabalho. Para isso, existem metodologias que buscam caracterizar os riscos, entretanto as informações oriundas dos canteiros de obras são sujeitas a incertezas e imprecisões.

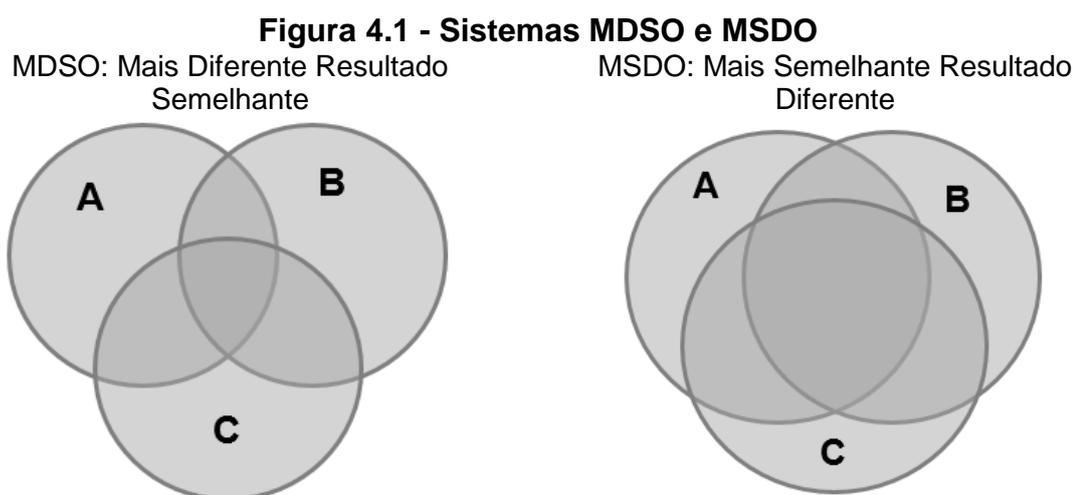
Para tratar da incerteza dos dados da construção civil pretende-se, com esse estudo, propor a utilização do método comparativo, denominado fs/QCA (Fuzzy Set Quantitative Comparative Analysis). Trata-se de uma técnica que apresenta uma abordagem de dois níveis – qualitativa e quantitativa –, podendo contribuir para a compreensão da complexidade da temática em estudo.

### 4.1. Método Comparativo

O método comparativo – Análise Comparativa Qualitativa (QCA) – é uma técnica para estabelecer relações lógicas entre diferentes conceitos, desenvolvida por Charles Ragin para resolver problemas provocados pela necessidade de se fazer inferências causais baseadas em um pequeno número amostral de casos. O QCA busca solucionar casos complexos, analisados pelo aspecto quantitativo e qualitativo. O método tem sido utilizado nas Ciências Sociais com base na lógica binária da Álgebra Booleana e tenta maximizar o número de comparações que podem ser realizadas por meio dos casos, sob investigação (RAGIN, 1987).

O modelo de Rihoux e Ragin (2009) destaca duas estratégias distintas na definição do universo de pesquisa, casos com comportamentos semelhantes, mas com resultados diferentes ou comportamentos diferentes, mas com resultados iguais (Figura 4.1), ou seja, o modelo é capaz de mostrar os determinantes lógicos para a ocorrência de um resultado que se pretende explicar. Nesta figura, cada círculo representa um caso, e a interseção representa suas similaridades.

Segundo Rihoux e Ragin (2009), no MSDO as similaridades são dadas pela interseção ( $A \cap B \cap C$ ) e as áreas dos casos A, B e C indicam as características peculiares de cada caso, sendo motivo para resultados diferentes. No MDSO as áreas dos casos A, B e C indicam as condições específicas dos casos e a interseção ( $A \cap B \cap C$ ) caracteriza as similaridades que podem ser encontradas para gerar resultados iguais.



Fonte: Rihoux e Ragin (2009)

O QCA também considera a causalidade conjuntural múltipla, ou seja, é possível existir mais de um resultado. O termo “múltiplo” refere-se ao número de caminhos, enquanto o termo “conjuntural” transmite a noção de que cada caminho consiste numa condição de combinações (RIHOUX; RAGIN, 2009). Sendo assim, a causalidade conjuntural múltipla contém a noção de equifinalidade, o que significa que várias combinações diferentes podem produzir o mesmo resultado. Nesse processo de análise, as técnicas QCA permitem levar em conta tanto os fenômenos “qualitativos” quanto os fenômenos “quantitativos”.

Para Rihoux e Ragin (2009), o uso deste método pode trazer as seguintes vantagens:

- Simplificação dos dados: é possível obter uma forma mais compacta de descrever de forma sintética a expressão booleana. A simplificação é

obtida através do auxílio de software<sup>4</sup> que gera uma tabela sintética, denominada Tabela Verdade<sup>5</sup>. Desta maneira o pesquisador será capaz de comparar as semelhanças entre os casos.

- Contradição: durante a análise, geralmente são detectadas configurações contraditórias, ou seja, os casos são idênticos em relação às condições causais, mas com resultados diferentes. As contradições são claramente apresentadas na tabela verdade produzida pelo software. Detectar as contradições não quer dizer que houve falhas, pelo contrário, elas demonstram a necessidade de se estudar esses casos contraditórios, buscando uma solução para estas contradições. O pesquisador pode obter um conhecimento mais aprofundado de casos relevantes e desenvolver provas coerentes.
- Verificação de hipóteses ou teorias existentes: o pesquisador visa operacionalizar alguma teoria ou hipótese, tão explícito quanto possível, através da definição de uma série de condições que devem produzir um determinado resultado.
- Teste rápido de conjecturas: o pesquisador especifica uma expressão que reflete uma conjectura específica, por exemplo, para testar uma teoria *ad hoc* ou parte de uma teoria. Isso gera uma tabela verdade, o que permite ao pesquisador verificar se é confirmada ou falsificada pelo conjunto de casos analisados.
- Desenvolvimento de novos argumentos teóricos: o QCA pode ser usado de forma mais fundamentada, sendo utilizado no processo de desenvolvimento de novos argumentos teóricos em forma de hipóteses.

---

<sup>4</sup> Os softwares usuais da técnica QCA são: fs/QCA, QCA, e o Tosmana (*Tool for Small-N Analysis*), que estão disponíveis livres.

<sup>5</sup> Como o número de valores que cada variável pode assumir é finito (e pequeno), o número de estados que uma função Booleana pode assumir também será finito, o que significa que se pode descrever completamente as funções Booleanas utilizando tabelas. Devido a este fato, uma tabela que descreva uma função Booleana recebe o nome de tabela verdade, e nela são listadas todas as combinações de valores que as variáveis de entrada podem assumir e os correspondentes valores da função (saídas).

Para proceder com as análises é necessária a utilização de técnicas do QCA, que são: Crisp-Set QCA (csQCA), Fuzzy-set Analysis (fs/QCA), Multi-Value QCA (mvQCA) e Fuzzy-set Analysis (fs/QCA) em duas etapas.

#### a) Crisp-Set QCA

O método Crisp-Set QCA (csQCA) foi a primeira técnica QCA desenvolvida em meados dos anos 80 por Charles Ragin e o programador Kriss Drass. A pesquisa de Ragin no campo da sociologia histórica levou-o a procurar ferramentas para o tratamento de conjuntos complexos de dados binários que não existiam na literatura. CsQCA é a técnica QCA mais amplamente utilizada até agora (RIHOUX; RAGIN, 2009).

Com uma linguagem básica é possível construir expressões longas e elaboradas e também conduzir a conjuntos complexos de operação. O coração do csQCA é a minimização booleana (RIHOUX; RAGIN, 2009) e o elemento central a tabela verdade, ambos explicados anteriormente.

#### b) Fuzzy Sets QCA

O método Fuzzy-set Analysis (fs/QCA) foi desenvolvido por Ragin e permite não somente a análise de variáveis dicotômicas, mas também de variáveis denominadas Fuzzy. Este método detém os aspectos chave do QCA, permitindo a análise de fenômenos que variam de acordo com o nível ou grau (RIHOUX; RAGIN, 2009). Conjuntos *fuzzy* têm uma abordagem de dois níveis, sendo qualitativa em sua essência, mas utilizando também métodos quantitativos e fazendo uma conexão entre as duas. No lugar de trabalhar com variáveis binárias (0,1), conjuntos *fuzzy* permitem inserir valores intermediários entre '0' e '1', permitindo a percepção aproximada da complexidade das situações estudadas (RAGIN, 2008).

### c) Multi-Value QCA

O método Multi-Value QCA (mvQCA) é uma extensão do csQCA, desenvolvido em 2009 por Lasse Cronqvist e Berg Schlosser com o objetivo de combater a limitação do csQCA, que utiliza apenas variáveis binárias (0,1). Diferente do fs/QCA, que utiliza a escala fuzzy, no mvQCA é utilizada uma escala intervalar (1,2,3,4) na análise dos dados. O principal problema do QCA é o uso de variáveis dicotômicas, o que significa que há risco de perda de informação e pode criar um número extenso de contradições, podendo ser suavizado com o uso do mvQCA.

Neste método são aplicadas as mesmas regras de álgebra e de minimização booleana. Somente a notação é diferente do que em csQCA, como letras minúsculas e maiúsculas pode refletir apenas dois valores, no mvQCA, os valores são indicados com números subscritos.

O Quadro 4.1 apresenta as vantagens e desvantagens das técnicas do método comparativo.

**Quadro 4.1 - Vantagens e desvantagens dos tipos de QCA**

<b>Tipo</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Crisp-set QCA (csQCA)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pode ser realizado com um pequeno número de casos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requer valores binários, que podem ser difíceis de definir;</li><li>• Pode simplificar demais a realidade dos resultados.</li></ul>
Fuzzy-set QCA (fsQCA)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permite a avaliação gradual;</li><li>• Permite uma melhor descrição da complexidade dos fatores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requer mais casos para estabelecer as conclusões significativas.</li></ul>
Multi-valor QCA (mvQCA)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permite uma melhor compreensão das condições multicategóricas;</li><li>• Permite agrupações mais homogêneas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pode resultar em um grande número de configurações possíveis com muitos restos lógicos.</li></ul>

Fonte: Adaptado de Rihoux e Ragin, 2009

Com base no exposto e nas vantagens e desvantagens elencadas no Quadro 4.1, foi selecionado o fs/QCA para a análise dos dados, visto que os dados coletados são contínuos e o csQCA e o mvQCA não podem ser aplicados nesses dados.

## 4.2. Fuzzy Sets QCA (fs/QCA)

A teoria de conjuntos Fuzzy set tem sido estudada extensivamente nos últimos 30 anos. A maioria dos interessados em conjuntos fuzzy sempre foram pesquisadores da incerteza no processo cognitivo humano, mas agora conjuntos fuzzy vêm sendo aplicados a problemas em engenharia, administração, medicina e naturais. Com isso, esta técnica vem sendo reconhecida como uma técnica importante de modelagem e solução de problemas de pesquisas diversas (GUIFFRIDA; NAGI, 1995).

O método *Fuzzy-set* (fs/QCA) detém os aspectos chaves do QCA, permitindo a análise de fenômenos que variam de acordo com o nível ou grau, através da análise de variáveis denominadas *Fuzzy*<sup>6</sup>. Segundo Rihoux e Ragin (2009), conjuntos *fuzzy* apresentam uma abordagem de dois níveis, sendo qualitativa na essência, mas utilizando também métodos quantitativos. Ao invés de trabalhar com variáveis binárias (0, 1), os conjuntos *fuzzy* permitem inserir valores intermediários entre '0' e '1', facilitando a percepção aproximada da complexidade das situações estudadas.

Mendel e Korjani (2012) esquematizaram a sumarização do fs/QCA (Figura 4.2), como se segue.

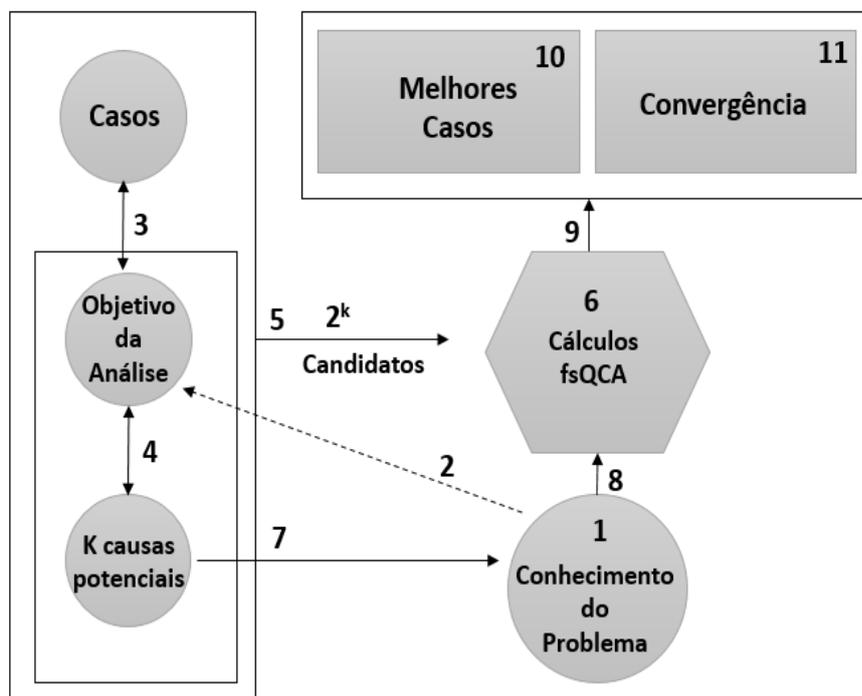
A análise tem início com o reconhecimento do problema (1). Após a identificação pode ser especificado um resultado desejado (2) e, em seguida, escolher os casos (3) a partir dos quais espera-se extrair novos conhecimentos sobre as causas possíveis para esse resultado. Em seguida, propõe-se um conjunto de  $k$  causas potenciais (4) em que é possível obter uma única combinação ou várias combinações, levando ao resultado esperado.

O método fs/QCA correlaciona as possíveis combinações causais ( $2^k$  candidatas) com o resultado desejado com uma simples regra. 'Se-Então, ou seja, "Se essa combinação causal, Então, corresponde ao resultado desejado". Cada combinação causal contém exatamente  $k$  termos (a condição causal ou o complemento) ligados uns aos outros por 'E'. Todas as regras de candidatas  $2^k$  são para o mesmo resultado desejado e, portanto, estão ligadas pela palavra 'OU' (5).

---

<sup>6</sup> Conjunto em que define a adesão de uma função de verossimilhança: conjunto fuzzy; lógica fuzzy.

**Figura 4.2 - Sumarização do fs/QCA**



Fonte: Mendel e Korjani (2012)

Os dados do caso são reduzidos a um número mínimo e simplificam as regras. Eles geralmente contêm combinações causais com menos de  $k$  termos (6). Este último acontece porque toda regra é para o mesmo resultado desejado, contudo podem ser combinados logicamente usando técnicas de redução de teoria dos conjuntos. Fazendo isso, frequentemente pode acontecer de algumas ou muitas terem condições causais absorvidas, o que leva ao desaparecimento da causalidade final. Há possibilidade de não haver casos suficientes para fornecer provas (ou evidências suficientes) sobre o  $2^k$  candidatos a combinações causais. O conhecimento de modo mais substantivo é obtido a partir de especialistas de domínio (7) sobre a existência ou não de uma condição causal ou o complemento poderia ter levado ao resultado desejado. Este conhecimento substantivo adicional é, então, incorporado em outros cálculos *fs/QCA*(8).

No final tem-se uma pequena coleção de simplificação de regras ‘Se-Então (9), que fornecem pelo menos uma combinação causal simplificada para um resultado desejado (a menos que nenhuma regra não possa ser encontrada). Em seguida, é possível conectar casos para cada regra, que são os melhores exemplos (10), e para calcular a convergência (11) dos casos para cada regra.

#### 4.2.1. Calibração

A fim de transformar as variáveis convencionais em variáveis fuzzy com valores que variam entre 0 e 1, é necessário calibrá-las. Os conjuntos fuzzy são calibrados utilizando critérios teóricos e reais, externos para os dados, e levando em conta a conceituação do pesquisador, definição e rotulagem do conjunto. O produto final é a calibração precisa do grau de adesão dos casos em conjuntos (RAGIN, 2009).

Existem dois métodos de calibração: o método direto e o método indireto. O método direto concentra-se nas três âncoras qualitativas, que estruturam conjuntos fuzzy limitando a plena adesão, a não-adesão completa e o ponto de cruzamento. Já o método indireto utiliza técnicas de regressão para estimar o grau de pertinência do conjunto com base em um esquema de codificação de seis valores.

A Tabela 4.1 apresenta os diferentes parâmetros que são utilizados na demonstração do método direto. A primeira coluna mostra vários rótulos verbais que podem ser ligados a diferentes graus de adesão ao conjunto, indo desde a não-adesão até a adesão plena. A segunda coluna mostra o grau de adesão (3 decimais) conjunto ligado a cada rótulo verbal. A terceira coluna mostra as chances de adesão plena que resultam da transformação dos valores de adesão (coluna 2) para as chances de adesão plena. A última coluna mostra o logaritmo natural das probabilidades de adesão da coluna 3.

A tarefa essencial de calibração usando o método direto é transformar variáveis de intervalo de escala para as chances de registros métricos, de maneira que respeite os rótulos verbais mostrados na coluna 1 da Tabela 4.1. É importante notar que os valores de adesão conjunto que resultam dessas transformações (variando de 0,0 a 1,0) não são probabilidades, devem ser vistos simplesmente como transformações de escalas.

**Tabela 4.1 - Transformação matemática para o método direto**

<b>Rótulo verbal</b>	<b>Grau de adesão</b>	<b>Probabilidades associadas</b>	<b>Chances de adesão plena</b>
Total Adesão	0.993	148.41	5.0
Limiar de Total Adesão	0.953	20.09	3.0
Totalmente Dentro	0.881	7.39	2.0
Mais dentro do que fora	0.622	1.65	0.5
Ponto de cruzamento	0.500	1.00	0.0
Mais fora do que dentro	0.378	0.61	-0.5
Mais fora	0.119	0.14	-2.0
Limiar de Total não Adesão	0.047	0.05	-3.0
Totalmente sem adesão	0.007	0.01	-5.0

Fonte: Ragin e Rihoux (2009)

#### 4.2.1.1. Método Direto

O método direto utiliza três âncoras qualitativas, importantes para a estruturação de calibração: o limite para a adesão plena, o limite para não adesão e o ponto de cruzamento. O ponto de cruzamento é o valor da variável de intervalo de escala onde há máxima ambiguidade para saber se um caso está mais ou menos fora do conjunto. No primeiro passo deve-se definir o ponto de cruzamento. Um passo importante no método direto de calibração é calcular os desvios dos valores originais a partir do ponto de cruzamento designado pelo investigador. Serão obtidas pontuações negativas indicando que um caso é mais fora do que dentro do conjunto, enquanto valores positivos sinalizam que um caso é mais dentro do que fora.

Após este procedimento é definido o valor que corresponde a uma pontuação de adesão de 0,95 e um log de probabilidade de adesão de 3.0. No sentido inverso - o limiar para não-adesão no conjunto, este valor definido se corresponde a uma pontuação de adesão conjunto de 0,05 e um log probabilidade de -3,0.

Depois é necessário traduzir todos os dados utilizando os critérios externos que foram definidos com as três âncoras qualitativas. Para isto, é preciso um fator que seja definido por log de adição/não adição, a depender do caso, partindo do desvio do ponto de adição completa ou não, dependendo da situação, para que a tradução seja realizada através da multiplicação dos valores dos desvios pelo fator calculado. Assim, obtém-se a tradução de pontuações, o desvio rendimento nas probabilidades logarítmicas métricas, utilizando as três âncoras qualitativas para estruturar a transformação através dos dois escalares. Para transformar os

logaritmos da probabilidade de adesão e ter pontuações que variam de 0,0 a 1,0 é aplicada a equação do grau de adesão, apresentada na Figura 4.3.

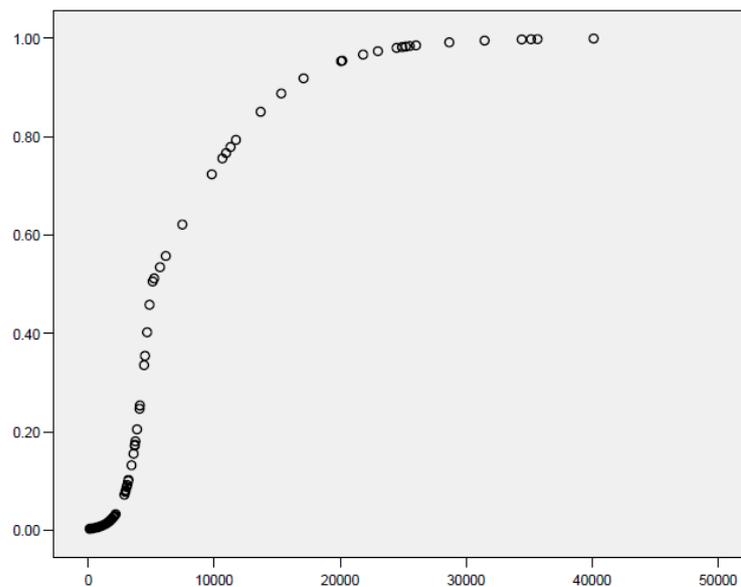
**Figura 4.3 - Probabilidade de Adesão**

$$\text{grau de adesão} = \frac{e^{\text{probabilidade de adesão}}}{1 + e^{\text{probabilidade de adesão}}}$$

Fonte: Ragin e Rihoux (2009)

O Gráfico 4.1 do grau de adesão ilustra os resultados do método direto. Como o gráfico mostra, a linha achata à medida que se aproxima de 0,0 (não-adesão) e 1.0 (a adesão plena), de acordo com a conceituação do grau de adesão do conjunto.

**Gráfico 4.1 - Grau de Adesão**



Fonte: Ragin e Rihoux (2009)

A chave para a compreensão de calibração é compreender a importância de critérios externos, que são baseados, por sua vez, sobre o conhecimento substantivo e teórico que os pesquisadores trazem para suas pesquisas.

#### 4.2.1.2. Método Indireto

Em contraste com o método direto, que conta com a especificação dos valores numéricos ligados a três âncoras qualitativas, o método indireto conta com amplos agrupamentos do pesquisador de casos, de acordo com o grau de participação no conjunto. Em essência, o pesquisador realiza uma triagem inicial de casos em diferentes níveis de adesão, atribui a eles diferentes níveis de pontuação preliminares de adesão e depois refina esses escores.

O primeiro e mais importante passo para o método indireto é categorizar os casos de uma forma qualitativa, de acordo com o grau de pertença à meta estabelecida. Esses agrupamentos qualitativos devem se basear tanto quanto possível no conhecimento teórico e substantivo existente. As seis categorias qualitativas das chaves utilizadas nesta demonstração são:

- a. No conjunto alvo (adesão = 1,0)
- b. Na maior parte, mas não totalmente no conjunto alvo (adesão = 0,8)
- c. Mais dentro do que fora do conjunto alvo (adesão = 0,6)
- d. Mais fora do que dentro da meta estabelecida (adesão = 0,4)
- e. Na maior parte, mas não totalmente fora da meta estabelecida (adesão = 0,2)
- f. Para fora da meta estabelecida (adesão = 0,0)

Quanto mais forte for a base empírica para fazer avaliações qualitativas de adesão, mais precisa será a calibração dos valores do indicador de intervalo de escala. O próximo passo é refinar os valores. Para isso, obtém-se uma equação mediante uma representação gráfica em x (variável independente) e os valores originais em y (variável dependente). Com os valores qualitativos descritos nesta equação é possível obter valores mais precisos no intervalo de 0 a 1.

#### 4.2.2. Consistência e Cobertura

O resultado final após a minimização booleana inclui medidas de cobertura e consistência (Quadro 4.2) para cada termo da solução e para a solução como um todo. Consistência mede o grau em que os termos da solução e a solução como um todo são subconjuntos do resultado. Segundo Rihoux e Ragin (2009), a cobertura mede quanto o resultado é explicado por cada termo da solução e pela solução como um todo.

O grau em que casos no conjunto de dados originais têm participação em cada termo solução e no resultado forma a base das medidas de consistência e cobertura (RIHOUX; RAGIN, 2009).

**Quadro 4.2 - Respostas obtidas no fs/QCA**

<b>Resposta</b>	<b>Significado</b>
Solução de consistência	Mede o grau em que a participação na solução (o conjunto de termos de solução) é um subconjunto de participação no resultado;
Solução de cobertura	Mede a proporção de membros do resultado que é explicado pela solução completa;
Cobertura crua	Mede a proporção de participações no resultado explicado por cada termo da solução;
Cobertura exclusiva	Mede a proporção de participações no resultado explicada unicamente por cada termo solução individual (associações que não são cobertas por outros termos de solução).

Fonte: Rihoux e Ragin (2009)

O software também gera três tipos de soluções: a complexa, a parcial e a intermediária. Na primeira os 'restos' não são considerados na solução; na segunda qualquer 'resto' que vai ajudar a gerar uma solução logicamente mais simples é usado, independentemente de constituir um caso hipotético "fácil" ou "difícil"; na terceira apenas 'restos' que são "fáceis" estão autorizados a serem incorporados na solução. Neste caso, os 'restos' são vistos como combinações lógicas que não foram observadas nos casos (RAGIN, 2008).

Em contraste com as soluções complexas, as soluções parciais incorporam restos lógicos no processo de minimização sem avaliação prévia do analista (sem saber se uma relação de suficiência é provável ou não). Soluções intermediárias

oferecem um caminho do meio, os restos lógicos que têm sido utilizados na derivação da solução parcial são filtrados de acordo com as expectativas direcionais do analista, sobre o impacto de cada resto na relação de suficiência do conjunto de resultado (THIEM; DUSA, 2013), por exemplo:

$$\begin{aligned}
 &Z = A * B * \sim C \text{ (solução complexa)} \\
 &Z = A \text{ (solução parcial)} \\
 &Z = A * B + A * \sim C \text{ (soluções intermediárias)} \\
 &A * B * \sim C \text{-----} A * B / A * \sim C \text{-----} A
 \end{aligned}$$

A condição que aparece tanto na solução intermediária quanto na solução parcial seria considerada condição core, ou seja, aquela que apresenta forte evidência de relação causal com o resultado de interesse. As demais condições seriam as periféricas, aquelas que evidenciam uma fraca relação causal com o resultado (JARDIM, 2012).

### 4.3. Considerações Finais

A partir da revisão bibliográfica apresentada neste capítulo, foram observadas as múltiplas aplicações do QCA como método comparativo em pequenas amostras, atuando como uma ponte entre as técnicas estatísticas, qualitativa e quantitativa. Neste sentido e segundo Ragin (1987), o objetivo do QCA é mostrar que os métodos booleanos não são técnicas mecânicas, mas podem ser integrados no diálogo de ideias e confirmação de evidências.

## 5. METODOLOGIA DA PESQUISA

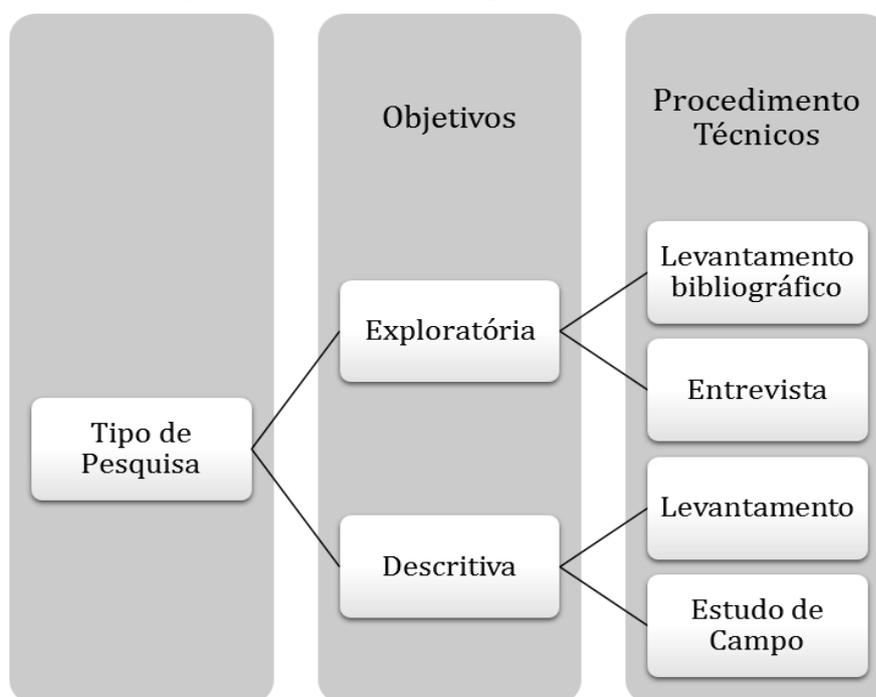
Este capítulo apresenta o método de pesquisa escolhido, o detalhamento das respectivas etapas, procedimentos e fontes de evidências utilizadas, além dos procedimentos para avaliação final dos resultados.

### 5.1. Método da pesquisa

Segundo Gil (2009), pesquisa é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Esta pesquisa tem aspectos quanti-qualitativos e pode ser classificada com base nos objetivos gerais e procedimentos técnicos utilizados, conforme Figura 5.1.

**Figura 5.1 - Classificação da pesquisa**



Fonte: A autora

A pesquisa desenvolveu-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados. O Quadro 5.1 apresenta os objetivos relativos aos métodos de pesquisa e aos resultados.

**Quadro 5.1 - Objetivos Geral, Específicos, Método e Resultados**

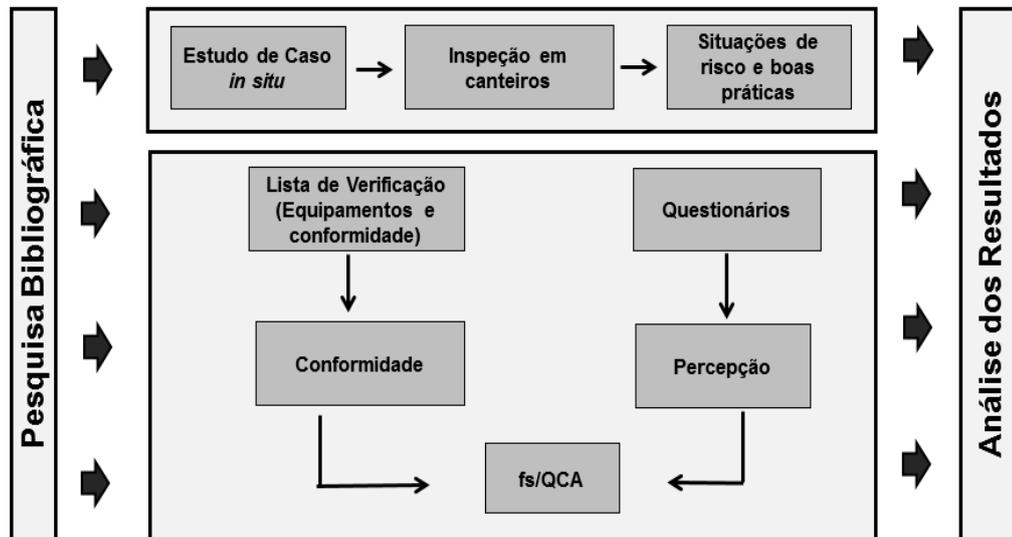
<b>Objetivo Geral</b>		
Avaliar a técnica Fuzzy Sets Análise Comparativa Qualitativa (fs/QCA) como instrumento para estabelecer relações entre as variáveis – percepção dos técnicos de segurança do trabalho e a conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras.		
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Métodos</b>	<b>Resultados</b>
Identificar as situações de risco e boas práticas durante a execução da atividade de movimentação de carga nos canteiros de obras.	Pesquisa de Campo: Observação e relato.	Caracterização da atividade conforme meio ambiente e complexidade da carga.
Avaliar os equipamentos de movimentação de carga usuais e sua conformidade nos canteiros de obras em relação à NR 18.	Levantamento: Lista de verificação.  Média de conformidade.	Proposição de novo método de análise dos dados.
Investigar a percepção dos técnicos de segurança do trabalho quanto aos constructos (cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico) e sua relação com a conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras.	Questionários: Método comparativo (fs/QCA).	Análise do desempenho de segurança com o apoio dos conjuntos difusos.

Fonte: A autora

## 5.2. Detalhamento da pesquisa

As metodologias envolvidas nesta pesquisa foram estudo de campo, levantamento e questionários. A Figura 5.2 representa esquematicamente o delineamento da pesquisa, cujo detalhamento é apresentado a seguir:

Figura 5.2 - Delineamento da pesquisa



Fonte: A autora

### 5.1.1. Estudo de campo

O estudo de campo na construção industrializada, caracterizado como fase 1, teve como objetivo observar como é realizada a montagem dos elementos de concreto pré-fabricados em três canteiros de obras diferentes. A partir disso é possível identificar as situações de risco e boas práticas durante a execução da atividade de movimentação de carga nos canteiros.

Sertyesilisik *et al.* (2010) realizaram estudo semelhante no Reino Unido, onde se buscou também demonstrar a diferença no planejamento e seleção do método para cada canteiro de obra específico.

O primeiro acompanhamento foi na construção de um galpão industrial onde foi utilizado um guindaste terrestre com capacidade de 50 toneladas. A segunda foi o içamento de elementos de uma passarela que envolveu dois guindastes terrestres com capacidade de 100 toneladas cada. A última foi o içamento de lajes de concreto pré-moldados *in loco* em uma Habitação de Interesse Social, utilizando um guindaste terrestre com capacidade de 30 toneladas.

Pode-se concluir que o estudo de campo contribui para o entendimento das diferenças entre fatores que exercem influência na temática em questão, demonstrando como a segurança do trabalho é avaliada em atividades rotineiras e

não-rotineiras e, também, como a seleção do equipamento depende do arranjo físico do meio ambiente em que estará envolvido.

#### 5.1.2. Levantamento nos canteiros

Esta fase da pesquisa foi caracterizada como estudo piloto, com o objetivo de testar, avaliar, revisar e aprimorar o planejamento elaborado, bem como os instrumentos de pesquisa, desempenhando um importante papel para refinar a metodologia a ser utilizada. Além disso, foram identificados os equipamentos de movimentação de carga usuais nos canteiros de obras e a conformidade dos mesmos.

##### a) Preparação do instrumento de coleta de dados

Com base na revisão da literatura e em normas regulamentadoras, NR 18 (BRASIL, 2013b), NR 11 (BRASIL, 2004) e a NR 12 (BRASIL, 2013a), foram selecionados os critérios referentes ao funcionamento do equipamento, os itens de segurança e manutenção, para a elaboração do instrumento de pesquisa – Lista de Verificação de Equipamentos de Movimentação de Carga (Apêndice 1).

A lista constava de duas seções: a primeira destinada à caracterização do canteiro de obras: nome da empresa, engenheiro de segurança, fase da obra, número de funcionários, tecnologias construtivas utilizadas, tipo de equipamento de movimentação de carga utilizado. A segunda seção foi destinada à avaliação dos critérios a serem investigados. Foram elaborados 64 requisitos referentes ao arranjo físico e os seguintes equipamentos: grua, manipulador telescópico (Telehandler), guindaste articulado hidráulico (caminhão tipo Munck), empilhadeira, minicarregadeira.

A Figura 5.3 apresenta um fragmento da lista de verificação aplicada nos canteiros de obras. A primeira coluna refere-se ao item de referência conforme a norma utilizada. Na segunda coluna é apresentado o item a ser avaliado e nas demais colunas encontra-se a escala utilizada para avaliar os itens pesquisados. Quanto à escala de pontuação, será adota a Escala de Likert adaptada, em que 1

corresponde a 0% de adequação com a norma, 3 corresponde a 50% de adequação e 5 corresponde a 100% de atendimento à norma.

**Figura 5.3 - Fragmento da lista de verificação**

Referência	Descrição	Escala de Pontuação					
<b>NR 18</b>							
GRUA - 18.14.24							
11.1.6	Os operadores fazem uso de cartão de identificação (com nome e foto, em lugar visível)?	0	1	2	3	4	5
11.1.7	O equipamento de transporte motorizado possui sinal de advertência sonora (buzina)?	0	1	2	3	4	5
18.14.24.1	A ponta da lança e o cabo de aço estão afastados da rede elétrica?	0	1	2	3	4	5
18.14.24.6.1	Há dispositivo automático com alarme sonoro indicativo de ocorrência de ventos superiores a 42 km/h?	0	1	2	3	4	5

Fonte: A autora

#### b) Coleta de dados

A lista de verificação foi aplicada em 10 obras localizadas na Região Metropolitana de Salvador-Ba. Foram pesquisadas 09 obras destinadas ao mercado imobiliário e 01 de Habitação de Interesse Social (HIS).

#### c) Análises dos dados

No presente trabalho as análises iniciais dos dados da lista de verificação foram realizadas utilizando os dados coletados nas obras, através dos gráficos dos critérios usados isoladamente para cada equipamento e por meio de planilhas eletrônicas do Excel. Por fim, após as análises desta etapa, foi possível identificar que a lista de verificação aplicada não possuía informações suficientes para medir o desempenho de segurança dos equipamentos de movimentação de carga. Portanto, para corroborar a lista de verificação, foi elaborado um novo instrumento de pesquisa, que será descrito na próxima fase, para quantificar as consequências dos riscos oriundos dos equipamentos.

### 5.1.3. Questionários com os técnicos de segurança

Esta etapa refere-se à aplicação da lista de verificação do estudo piloto e à realização de entrevistas com os técnicos de segurança do trabalho com o objetivo de verificar a relação entre a percepção dos técnicos quanto aos constructos (cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico), apresentados no Quadro 5.2, e o desempenho de segurança (conformidade dos equipamentos de movimentação de carga). O Quadro 5.2 apresenta também exemplo de questão para cada constructo.

**Quadro 5.2 – Constructos e referencial teórico do questionário**

<b>Constructos</b>	<b>Referência</b>	<b>Exemplo de questão</b>
Cultura de Segurança	Shapira e Lyanchin (2009); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010).	Realizo análise de risco antes de qualquer atividade com movimentação de carga sendo ela rotineira ou não?
Fator Humano	Beavers <i>et al.</i> (2005); Fonseca e Lima (2007); Guldenmund (2010); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010); Shapira e Lyanchin (2009).	Tenho conhecimento quanto aos riscos da atividade de movimentação de carga?
Manutenção	Neitzel <i>et al.</i> (2001); Beavers <i>et al.</i> (2005); Beavers <i>et al.</i> (2006); Ross <i>et al.</i> (2006); Shapira e Lyanchin (2009); McDonald <i>et al.</i> (2011); Zhao <i>et al.</i> (2012); Swuste <i>et al.</i> (2012); Swuste (2013).	Os equipamentos de movimentação de carga são inspecionados antes da subcontratação?
Treinamento	Shapira e Lyanchin (2009); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010); Swuste <i>et al.</i> (2012); Neitzel <i>et al.</i> (2001); Zhao <i>et al.</i> (2012).	Existe treinamento específico para cada equipamento de movimentação de carga na empresa?
Arranjo Físico	Shapira e Lyanchin (2009); Sertyesilisik <i>et al.</i> (2010).	A segurança é considerada na determinação do layout do site?

Fonte: A autora

#### a) Preparação do instrumento de coleta de dados

A partir dos constructos definidos com base na revisão bibliográfica, elaborou-se um questionário constando de duas partes. A primeira refere-se à caracterização da empresa e do respondente: cargo/função na empresa, nome da empresa, tempo

na empresa, tempo de experiência, tempo de atuação no mercado da empresa, mercado de atuação. A segunda é destinada à avaliação dos constructos (cultura de segurança, fator humano, manutenção, treinamento e arranjo físico), elaborados com base nas causas históricas dos acidentes de maior recorrência na atividade de movimentação de carga.

A Figura 5.4 apresenta um fragmento do questionário aplicado com os técnicos de segurança do trabalho nas obras. Quanto à escala de pontuação, foi adotada a Escala de Likert, na qual 1 corresponde a Discordo Totalmente, 3 corresponde a Não Tenho Certeza e 5 corresponde a Concordo Plenamente.

**Figura 5.4 - Fragmento do questionário**

Q1: Cultura de Segurança	Critérios				
	1	2	3	4	5
a) A atividade de movimentação de carga pode ser considerada como uma das causadoras de fatalidades na construção civil?					
b) Quando um método de construção é definido, consideram-se os aspectos ergonômicos?					
c) É realizada a investigação das causas de incidentes envolvendo atividades de movimentação de carga?					
d) A gestão é rigorosa sobre como trabalhar com segurança, mesmo quando o planejamento está atrasado?					

Fonte: A autora

O constructo arranjo físico foi avaliado separadamente, pois a norma nacional apresenta o tema com recomendações específicas. Também se considera que o arranjo físico inadequado influencia nas atividades de movimentação de carga nos canteiros de obras. Trabalhos como os de Elbeltagi *et al.* (2004), Farrel e Hover (1989) e Anumba e Bishop (1997) indicam que o planejamento do arranjo físico deve ser integrado ao plano de saúde e segurança do trabalho. O arranjo das vias de descolamento, estoques de materiais e outros elementos do canteiro condicionam o espaço ao redor dos equipamentos, podendo limitar as condições de apoio mecânico do equipamento e mobilidade das partes móveis. A avaliação do arranjo físico foi realizada a partir das questões específicas sobre os seguintes temas:

- P1 - A segurança é considerada na determinação do layout do canteiro;
- P2 - A definição dos equipamentos é feita durante a concepção do projeto;
- P3 - Os riscos existentes no canteiro de obras são sinalizados;
- P4 - As áreas de circulação são demarcadas;

- P5 - O projeto considera o armazenamento de materiais e os espaços em torno da operação das máquinas;
- P6 - A localização e a topografia são consideradas no posicionamento dos equipamentos.

b) Coleta de dados

A lista de verificação e o questionário foram aplicados em 08 novos canteiros de obras, localizados na Região Metropolitana de Salvador-Ba. Foram pesquisadas 05 obras destinadas ao mercado imobiliário e 03 de Habitação de Interesse Social (HIS).

c) Análise dos dados

Após a coleta dos dados foram calculadas, para cada equipamento, as médias dos constructos e da conformidade dos equipamentos da lista de verificação a serem analisados no software *fs/QCA*, com o objetivo de mensurar a percepção dos técnicos de segurança quanto aos constructos, que influenciam no desempenho de segurança de cada equipamento e do arranjo físico.

Com o auxílio do software *fs/QCA* e dos resultados das médias, foi feita a comparação entre as duas variáveis (média dos fatores e conformidade dos equipamentos). O Quadro 5.3 apresenta a relação entre os constructos investigados e o índice de conformidade (desempenho dos equipamentos).

**Quadro 5.3 - Relação constructos x Índice de conformidade**

Constructos	Índice de conformidade
Q1: Cultura Q2: Fator Humano Q3: Manutenção Q4: Treinamento	Equipamentos
Q5: Arranjo Físico	Arranjo Físico

Fonte: A autora

## 6. RESULTADOS E ANÁLISE

---

Este capítulo apresenta e discute os resultados das três fases da pesquisa. No estudo de campo são relatados os procedimentos de içamento em três canteiros diferentes. Os resultados apresentados na fase 2 (Levantamento) e na fase 3 (Questionários) são analisados seguindo dois métodos: a estatística e o método *fs/QCA*. No final de fase são apresentadas as sínteses de cada método de pesquisa utilizado.

### 6.1. Estudo de campo

A partir do acompanhamento das obras foi possível identificar as situações de riscos e boas práticas. Vale salientar que será dado maior enfoque nos equipamentos, visto que o trabalho em altura é consequência da atividade de movimentação de carga.

#### 6.1.1. Obra 1 – Galpão

Nesta montagem foi utilizado um guindaste com capacidade de 50 toneladas (Figura 6.1).

**Figura 6.1 - Guindaste utilizado na montagem**



Fonte: A autora

A primeira etapa de um içamento é a inspeção dos cabos de aço, mangueiras, sistema hidráulico, freio e validade de teste de carga. Em seguida, é feita a patolagem do equipamento, conforme Figura 6.2a. Em alguns casos se faz necessária a utilização de estrados de madeira (Figura 6.2b) para nivelar o terreno, porém observa-se que esses estrados não são submetidos a teste de resistência.

**Figura 6.2 - Patolagem do guindaste**



(a)



(b)

Fonte: A autora

Os espaços ao redor das máquinas e equipamentos devem ser adequados ao tipo de operação, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho (BRASIL, 2013a). Como pode ser observado na Figura 6.3a e na Figura 6.3b, o local do içamento continha resíduos materiais, representando riscos para a atividade a ser executada.

**Figura 6.3 - Arranjo físico desorganizado**



(a)



(b)

Fonte: A autora

Na Figura 6.4 foi registrada uma atividade paralela próxima ao local de içamento das lajes, embora não seja apropriado executar atividades simultâneas. Beavers *et al* (2006) identificaram que 75% dos acidentes ocorrem com trabalhadores que não estão ligados diretamente à movimentação de carga, mas aqueles que executam suas atividades próximo aos equipamentos de movimentação.

**Figura 6.4 - Atividade paralela durante execução de içamento**



Fonte: A autora

Segundo Schriver e Schoenbaum (2003), a queda de altura da estrutura, ser esmagado por equipamento de guindar ou ser eletrocutado por algum equipamento são causas de acidentes durante movimentação de carga. Como é observado na Figura 6.5a, Figura 6.5b e Figura 6.5c, o trabalhador é exposto ao risco de queda em altura porque a remoção do cabo de aço de sustentação da peça é realizada manualmente, além disso o trabalhador não estava ancorado, como orienta a NR 35 (BRASIL, 2014).

**Figura 6.5 - Situações de risco: içamento de placa de fachada**



(a)

(b)

(c)

Fonte: A autora

A mesma situação ocorre na Figura 6.6a e na Figura 6.6b, nas quais o trabalhador encontra-se solto em cima da laje durante a inserção do aparelho de apoio (Neoprene).

**Figura 6.6 - Risco de queda em altura**



Fonte: A autora

A Figura 6.7a apresenta outro tipo de risco de queda em diferença de nível. Nota-se, portanto, que é necessária a utilização de cinturão tipo paraquedista, ancorado a uma linha de vida e também de análise de risco antes da execução da atividade que abranja todos os aspectos desta operação.

**Figura 6.7 - Risco de queda em diferença de nível**



Fonte: A autora

A utilização da plataforma elevatória de trabalho nas operações manuais, observada na Figura 6.8a e na Figura 6.8b, se destaca como boa prática. O uso

deste equipamento como meio alternativo de execução da atividade minimiza o risco de queda em altura.

**Figura 6.8 - Uso de plataforma elevatória**



(a)

(b)

Fonte: A autora

#### 6.1.2. Obra 2 - Passarela

Neste içamento foram utilizados dois guindastes (Figura 6.9) de 100 toneladas cada, pois as vigas a serem içadas possuíam entre 1,50 e 2,23 toneladas.

**Figura 6.9 - Guindastes utilizados na construção da passarela**



Fonte: A autora

Após os guindastes terem sido posicionados e inspecionados, se procedeu ao início do patolamento, mas na posição em que se encontrava o primeiro guindaste o terreno estava desnivelado, necessitando que fosse nivelado, conforme as

seqüências de figuras abaixo (Figura 6.10a - Figura 6.10b). O guindaste não permitia a programação dos parâmetros de trabalho – comprimento da lança, raio de giro, giro da máquina, esforço lateral – sem o devido patolamento.

**Figura 6.10 - Nivelamento do Terreno para Patolagem do Guindaste**



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Fonte: A autora

Na preparação do içamento, o pilar já havia sido posicionado em outro momento. Durante o posicionamento do aparelho de apoio (Neoprene) foi observado que o trabalhador é exposto à queda em altura, conforme mostra a Figura 6.11a. O operário está utilizando o Equipamento de Proteção Individual (EPI) destinado ao trabalho em altura, contudo o EPI não está ancorado em estrutura independente. Além disso, o trabalhador utiliza uma escada para a realização da atividade (Figura 6.11b), mas a escada de mão ultrapassa em 1,00m o piso superior. Nota-se a necessidade de um meio alternativo para executar esta atividade para que ela não apresente riscos ao trabalhador.

**Figura 6.11 - Trabalhador em situação de risco**



Fonte: A autora

No posicionamento dos cabos de aço na direção da carga, o contrapeso da máquina colidiu com um ponto de ônibus que havia próximo ao içamento (Figura 6.12). Segundo Beavers *et al.* (2006), o manual da ASCE (*American Society of Civil Engineers*) informa que antes de dar início a qualquer trabalho com a utilização de guindaste deve ser preparado um plano que abranja todas as fases do içamento, incluindo as situações de riscos e condições do local. Segundo a técnica de segurança que acompanhava o içamento, muitos infortúnios como esse ocorrem neste tipo de atividade.

**Figura 6.12 - Ponto de ônibus na zona de içamento**



Fonte: A autora

No posicionamento da viga, é necessário um operário para olhar a 'olho nu' o direcionamento da carga. A Figura 6.13a e a Figura 6.13b mostram que o sinaleiro conversa com o operador da máquina através de sinais e, muitas vezes, é preciso gritar um com o outro. Também se faz necessária a atuação do trabalhador para direcionar os furos constantes na viga com os vergalhões do pilar, visto que esta operação é realizada manualmente (Figura 6.14a e Figura 6.14b).

**Figura 6.13 – Comunicação entre operários durante içamento**



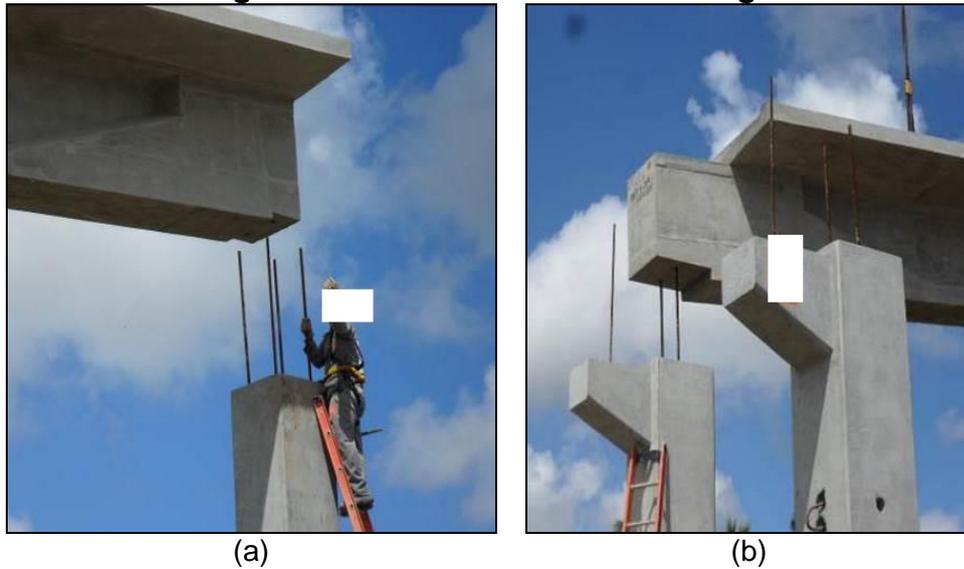
(a)



(b)

Fonte: A autora

**Figura 6.14 - Posicionamento da Viga**



Fonte: A autora

### 6.1.3. Obra 3 – HIS

Nesta obra foi observada a inserção de inovações tecnológicas, como a laje moldada *in loco* (Figura 6.15a) e o uso do guindaste de 40 toneladas para içar as lajes (Figura 6.15b). Segundo Fonseca e Lima (2007), as mudanças tecnológicas nem sempre causam efeitos positivos e significativos sobre a taxa de acidentes, ao contrário, trazem novos riscos para os trabalhadores porque o objetivo principal é o aumento da produtividade.

**Figura 6.15 – Inovações tecnológicas em obras HIS**



Fonte: A autora

**Figura 6.16 - Área de içamento isolada**



Fonte: A autora

Segundo o engenheiro responsável, a obra adotava medidas para evitar incidentes/acidentes do trabalho durante a movimentação de carga. Dentre as medidas adotadas estava o planejamento semanal, o isolamento da área (Figura 6.16) e a proibição da realização de trabalhos na torre durante a atividade de elevação. Porém observou-se a falta de sinalização de advertência nas adjacências da área de içamento quanto ao risco de queda de matérias e até mesmo do equipamento.

A Figura 6.17a e a Figura 6.17b apresentam o posicionamento da laje. Os trabalhadores encontram-se no beiral da laje com o devido cinto de segurança, no entanto não estão presos a uma linha de vida ou a outro dispositivo independente que impeça a queda acidental.

**Figura 6.17 - Trabalhadores posicionando a laje**



(a)



(b)

Fonte: A autora

Foi observada a utilização de *walkie talkie* (Figura 6.18) como boas práticas para facilitar a comunicação entre o trabalhador em cima do prédio e o operador do guindaste.

**Figura 6.18 - Uso de comunicador durante içamento**



Fonte: A autora

Durante o acompanhamento da obra o engenheiro ressaltou algumas dificuldades encontradas, como os pontos de içamento, o problema com armazenamento, além do problema com o transporte da laje até o local a ser içado e o içamento da primeira laje. O posicionamento do trabalhador na estrutura do prédio também foi apontado. Fonseca e Lima (2007) discutem o rompimento entre a experiência anterior do trabalho, desenvolvido na situação anterior, e a experiência ainda não desenvolvida no novo cenário de trabalho.

Situação de risco foi observada também no transporte das lajes pré-moldadas do local, onde foram moldadas para dentro do caminhão. A Figura 6.19a e a Figura 6.19b apresentam o operário solto em cima do caminhão sem o devido uso de dispositivo que impeça a queda.

**Figura 6.19 - Situações de risco durante uso do caminhão Munck**



(a)

(b)

Fonte: A autora

#### 6.1.4. Síntese

Após as visitas realizadas na obra 1 e na obra 2 observa-se a necessidade de elaboração de procedimentos de trabalho, principalmente os que contemplem o posicionamento do trabalhador durante a elevação e a montagem dos elementos de concreto pré-fabricados. Além disso, ficou claro que o arranjo físico das instalações influenciava na atividade a ser executada, com isso é evidente a necessidade de realizar análise de risco da tarefa antes de iniciar qualquer atividade. E cabe salientar que muitas obras realizadas através de consórcios são reformuladas ao longo de sua produção.

Em relação à obra 3, observa-se que a utilização do guindaste não foi inteiramente descuidada quanto aos possíveis riscos atrelados à atividade, mas existe a necessidade de o pessoal da segurança preparar os trabalhadores para a nova situação de trabalho através de treinamento e sensibilização, sendo possível o desenvolvimento de novas competências.

Com base no exposto e nas observações, foram elencadas as condições inseguras observadas e a norma referente, que visa sanar a(s) não conformidade(s) descrita(s) no Quadro 6.1.

**Quadro 6.1- Condições inseguras observadas**

Obra	Condição Insegura	Norma	Referência
1	Obstáculos na zona de içamento	NR 12	12.8
	Trabalho em altura durante içamento de placa de fachada	NR 35	35.4.5.1.c
	Falta do sistema de ancoragem	NR 35	35.5.3 e 35. 5.3.2
	Risco de queda em diferença de nível durante ancoragem do cabo de aço	NR 18	18.13.1
2	Obstáculos na zona de içamento	NR 12	12.8
	Escada em situação de risco	NR 18	18.12.5.6
	Falta do sistema de ancoragem	NR 35	35.5.3 e 35. 5.3.2
3	Falta do sistema de ancoragem	NR 35	35.5.3 e 35. 5.3.2
	Trabalho em altura durante posicionamento de laje	NR 35	35.4.5.1.c

Fonte: A autora

A partir das informações do Quadro 6.1 e do embasamento da BS 7121-4:2010 (BSI, 2010), foi possível extrapolar as informações sobre a complexidade da elevação (a norma refere-se ao uso do guindaste articulado hidráulico) e elaborar o Quadro 6.2 contendo a complexidade da elevação das obras acompanhadas.

**Quadro 6.2 - Complexidade da elevação**

Obra	Tarefa	Descrição	Complexidade
1	Elevação de componentes de um galpão	Os riscos adicionais do içamento e da montagem são: proximidade das pessoas envolvidas na montagem e em atividades paralelas, arranjo físico desorganizado, os trabalhadores que executam as atividades em altura perto da borda.	Ambiente: 3 Carga: 1  Complexa [E3:L1]
2	Elevação de componentes de uma passarela	A viga foi descarregada, içada e montada para a posição. Os riscos adicionais são: montagem, movimentação da estrutura em altura, instabilidade da carga durante a montagem, proximidade de pessoas envolvidas na montagem, os trabalhadores que executam as atividades em altura.	Ambiente: 3 Carga: 2  Complexa [E3:L2]
3	Elevação de laje pré-moldada	Operador não tem visão clara do caminho da carga por estar posicionado no térreo e elevando a carga em altura, com barreiras visuais. Os riscos adicionais são: montagem, movimentação da estrutura em altura, instabilidade da carga durante a montagem e a proximidade de pessoas envolvidas.	Ambiente: 2 Carga: 2  Intermediária [E2:L2]

Fonte: A autora

Com base na análise da complexidade dos 03 canteiros, indica-se que os riscos da movimentação de carga estão relacionados às condições ambientais do canteiro, especificamente à organização e à possibilidade de movimentação livre dos equipamentos móveis, assim como a estabilidade das cargas em movimentação.

## 6.2. Levantamento

Neste item serão discutidos os dados coletados com a lista de verificação. Os resultados apresentados foram analisados com o objetivo de verificar os equipamentos usuais nas obras e sua conformidade, de acordo com normas técnicas.

### 6.2.1. Caracterização da amostra

A lista de verificação foi aplicada em (10) dez canteiros de obras, sendo 09 (nove) destinadas ao mercado imobiliário e/ou comerciais e (01) uma de Habitação de Interesse Social. Todas as obras estavam localizadas na Região Metropolitana de Salvador-Ba, sendo os canteiros envolvidos com perfil semelhante da fase de construção, conforme o Quadro 6.3.

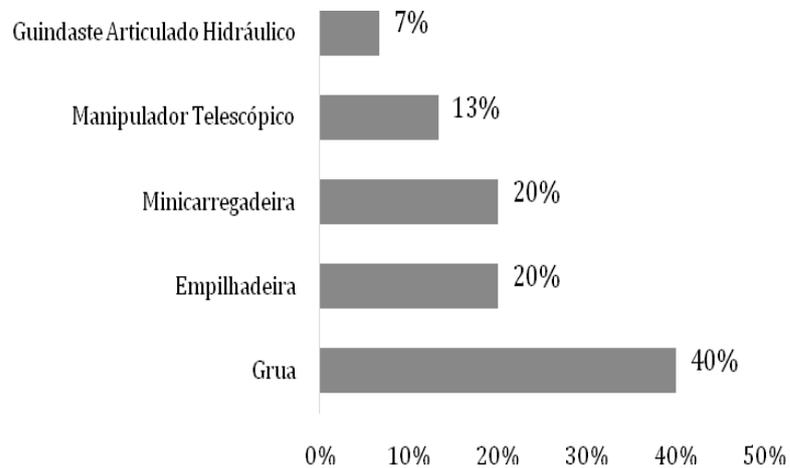
**Quadro 6.3 - Características das obras**

<b>Obra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Fase da Obra</b>
A1	Mercado	Grua	Revestimento externo
B1	Mercado	Grua, Minicarregadeira	Alvenaria
C1	Mercado	Grua	Supra estrutura, Infraestrutura
D1	Mercado	Empilhadeira	Supra estrutura
E1	Mercado	Grua	Alvenaria
F1	Mercado	Grua	Supra estrutura
G1	Mercado	Empilhadeira	Supra estrutura, Alvenaria, Revestimento Interno, Revestimento Externo
H1	HIS	Manipulador telescópico, minicarregadeira, caminhão Munck, empilhadeira	Infraestrutura, Supra estrutura, Alvenaria, Revestimento Interno, Revestimento Externo
D2	Mercado	Manipulador telescópico	Supra estrutura, Infraestrutura
I1	Mercado	Grua, minicarregadeira	Supra estrutura, Infraestrutura

Fonte: A autora

O Gráfico 6.1 apresenta os equipamentos observados nos canteiros de obras visitados.

**Gráfico 6.1 - Equipamentos observados nos canteiros de obras**



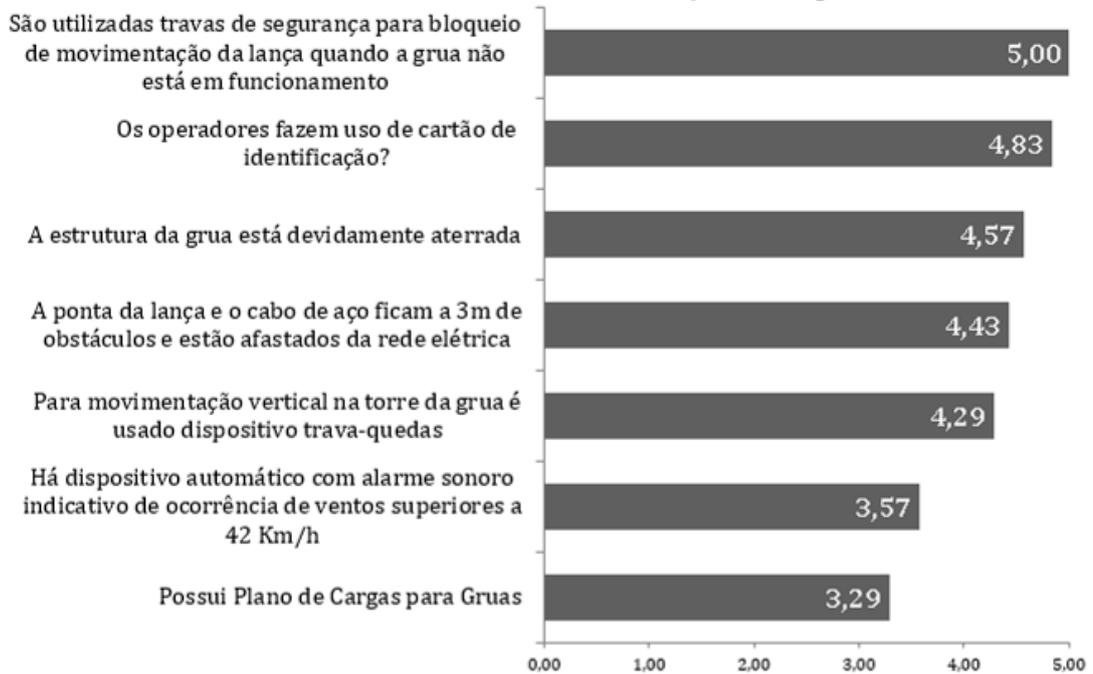
Fonte: A autora

#### 6.2.2. Análise dos dados

##### a) Grua

As gruas foram observadas em 40% das obras visitadas e foram analisados 26 requisitos (Gráfico 6.2), obtendo nota média de conformidade de 4,52.

**Gráfico 6.2 - Índice de conformidade para as guias**



Fonte: A autora

O “Plano de carga” é um item de melhoria da gestão dos canteiros porque trata de requisitos quanto à seleção do local a ser içado e, principalmente, das condições dos acessórios utilizados nas operações de movimentação de cargas e içamento. São itens que devem ser inspecionados através de check-list antes da execução das atividades, através da realização de relatórios de manutenção.

Já os “Dispositivos automáticos com alarme sonoro indicativo de ventos fortes” devem ser solucionados no projeto e na manutenção dos equipamentos, cabendo ao canteiro certificar-se que o fornecedor cumpre as condições de segurança. A Figura 6.20a e a Figura 6.20b apresentam o registro da ponta da lança da grua próxima à rede elétrica.

**Figura 6.20 - Ponta da lança da grua próxima à rede elétrica**



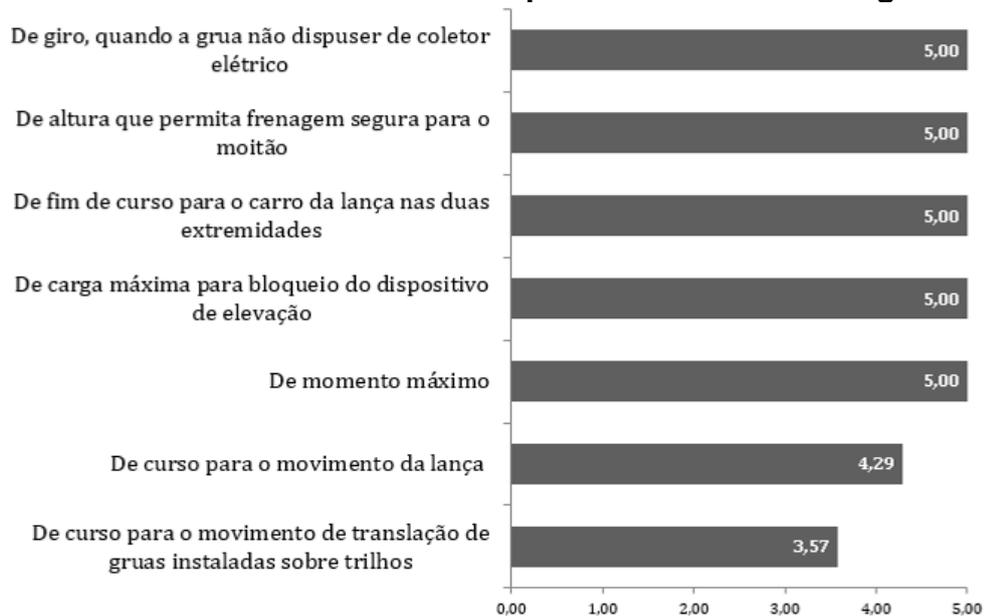
(a)

(b)

Fonte: A autora

O Gráfico 6.3 apresenta o índice de conformidade para os itens de segurança referente aos limitadores.

**Gráfico 6.3 - Índice de conformidade para os limitadores da grua**



Fonte: A autora

O Gráfico 6.4 apresenta o resultado da avaliação dos itens relacionados à segurança da grua e dos trabalhadores. Observa-se que o sistema Guarda-Corpo e Rodapé (GcR), nas transposições de superfície, obteve índice de conformidade de 2,86, sendo este item essencial para conter o risco de queda de pessoas ou materiais, o que propõe oportunidade de melhoria para os itens de segurança.

**Gráfico 6.4 - Índice de conformidade para os itens de segurança da grua**



Fonte: A autora

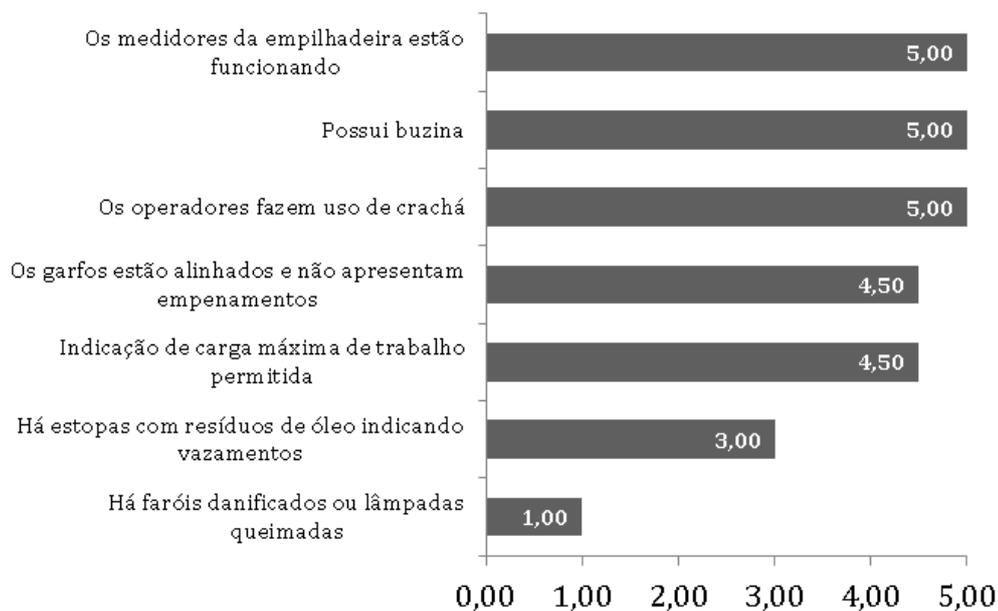
Na análise da grua observa-se a falta de rigor quanto à inspeção após a montagem, salientando que os requisitos de maior redução da taxa de conformidade são de fácil correção, não implicando custos adicionais para o canteiro. Estudos (SERTYESILISIK *et al.*, 2010; SHAPIRA; LYACHIN, 2009; BEAVERS *et al.*, 2006) indicam que a grande maioria dos acidentes com grua é proveniente de manutenção imprópria dos equipamentos.

#### b) Empilhadeira

Apesar de a empilhadeira estar sendo substituída pelo manipulador telescópico, ainda é crescente o uso nos canteiros de obras, sendo observada em 20% dos canteiros, obtendo média geral de 4,0.

Quanto aos itens não conformes, apresentados no Gráfico 6.5, há estopas com resíduos de óleo indicando vazamentos, faróis danificados, além de lâmpadas queimadas. São itens relacionados à manutenção preventiva dos equipamentos e também de inspeção diária dos dispositivos de segurança, tais como o instrumento de sinalização, que obteve nota 1,0.

**Gráfico 6.5 - Índice de conformidade para as empilhadeiras**



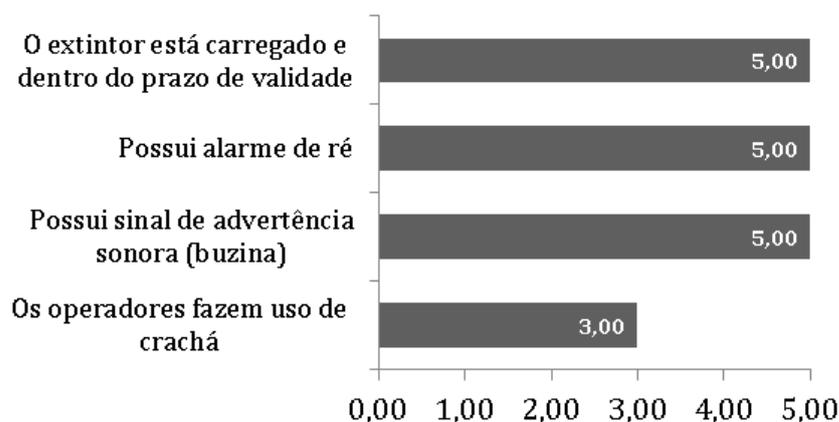
Fonte: A autora

### c) Minicarregadeira

Quanto ao uso de minicarregadeira nos canteiros de obras (Gráfico 6.6), foi observada a adoção desse equipamento em 14% (03 canteiros) das obras e obteve média de 4,2. Cabe salientar que o uso deste equipamento é crescente em obras horizontais porque facilita o transporte de materiais.

Quanto aos critérios, 01 item obteve nota inferior à média geral: os operadores fazem uso de cartão de identificação. A partir desses valores, pode-se concluir que a utilização ou não do cartão de identificação pode ser influenciada pelo fator humano, no entanto Beavers *et al.* (2005) e Zhao *et al.* (2012) acreditam que os atos dos trabalhadores podem influenciar nos incidentes/acidentes do trabalho durante atividade de movimentação. Os demais itens são critérios relacionados à manutenção e à inspeção do equipamento e são fáceis de serem corrigidos através da implementação de verificação diária dos requisitos de segurança.

**Gráfico 6.6 - Índice de conformidade para as minicarregadeiras**



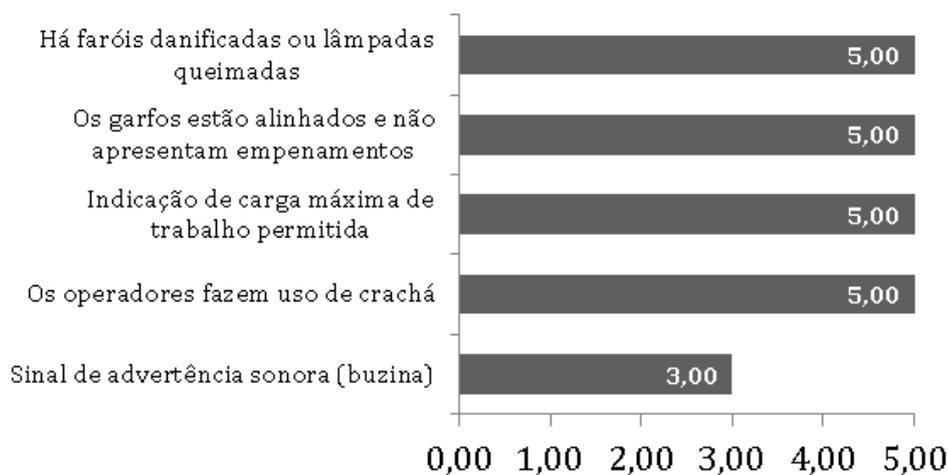
Fonte: A autora

#### d) Movimentador Telescópico

Quanto ao uso do movimentador telescópico nos canteiros de obras, foi observada a adoção desse equipamento em 10% (02 canteiros) das obras e obteve média de 4,67. Ao analisar os itens, apenas o sinal de advertência sonora obteve nota 3,0, podendo ser solucionado na manutenção do equipamento.

Conforme o Gráfico 6.7, observa-se que o alto índice obtido é proveniente dos equipamentos avaliados, novos nos canteiros de obras. Segundo Shapira *et al.* (2007) e conforme observado nos canteiros de obras, o movimentador telescópico tem substituído a empilhadeira por apresentar mobilidade e versatilidade.

**Gráfico 6.7 - Índice de conformidade para os Telehandler**

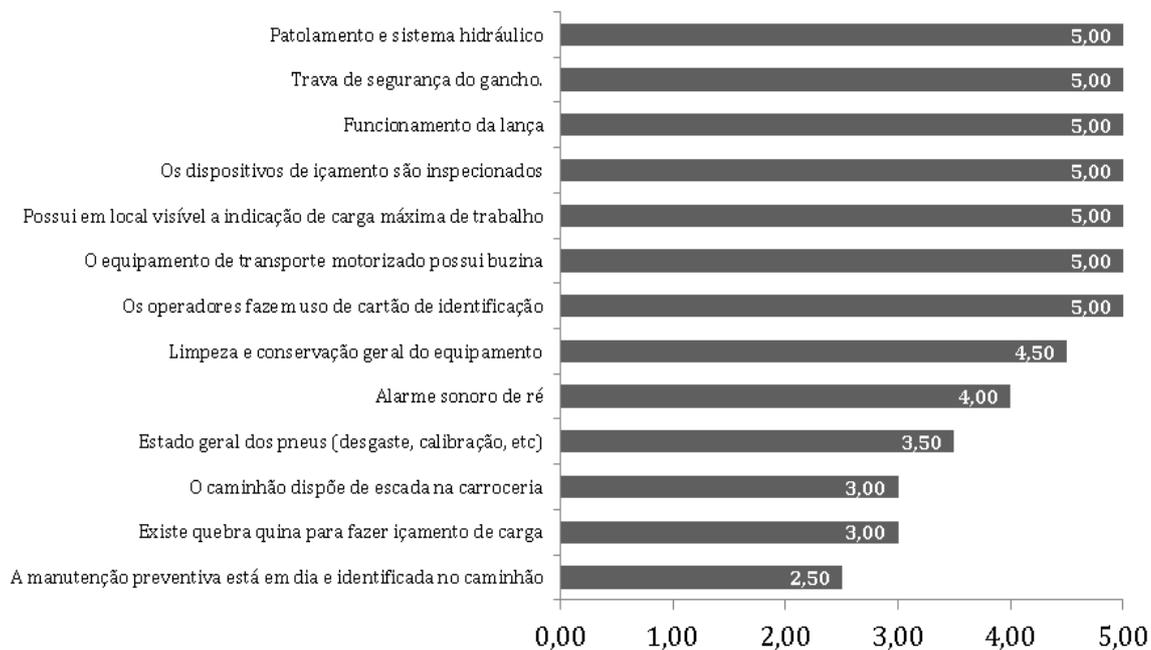


Fonte: A autora

### e) Guindaste Articulado Hidráulico

Este equipamento foi observado em 5% (01 canteiro) dos canteiros de obras e obteve nota 4 de atendimento aos itens avaliados. Dos 13 critérios avaliados, 04 ficaram abaixo da nota geral. Os critérios são apresentados no Gráfico 6.8, abaixo.

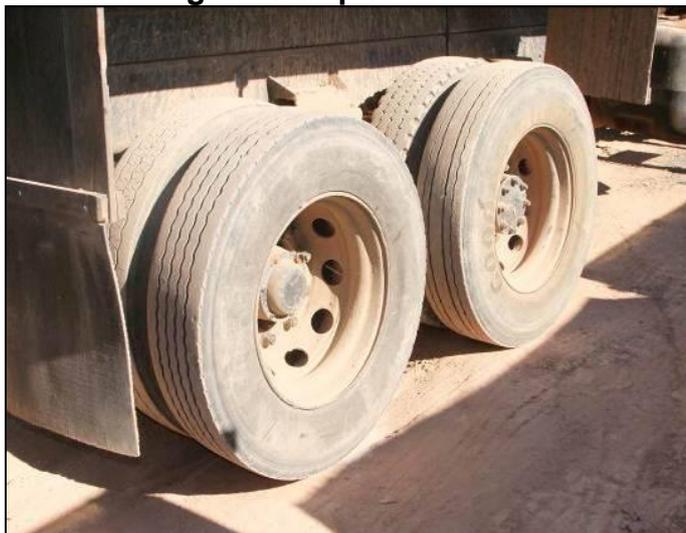
**Gráfico 6.8 - Índice de conformidade para os Caminhões Munck**



Fonte: A autora

Observa-se na Figura 6.21 um dos critérios analisados, o estado de desgaste dos pneus, que obteve nota 3,5.

**Figura 6.21 - Estado geral dos pneus do caminhão Munck**



Fonte: A autora

Os critérios elencados *não conforme* fazem parte do gerenciamento da manutenção e indicam que é necessária uma ação mais efetiva na prevenção dos equipamentos. Principalmente porque, com a inserção de lajes pré-moldadas *in loco*, os gestores de obras se veem obrigados a subcontratar um caminhão Munck para o transporte dessas lajes dentro do próprio canteiro.

### 6.2.3. Síntese

Ao analisar os requisitos individuais de cada equipamento observou-se que as não conformidades são atribuídas à falha de manutenção e inspeção periódica. Recomenda-se, portanto, a adoção de medidas como aplicação de check-list diário e inspeção prévia do equipamento antes da subcontratação.

A partir das análises da média de canteiro foi possível concluir que existe a necessidade de modelar os fatores através de um método que caracterize o desempenho de segurança e as vulnerabilidades do sistema em análise, principalmente porque a média aritmética não retrata todos os aspectos investigados, produzindo uma falsa sensação de exatidão e precisão.

### 6.3. Questionários

A partir dos dados obtidos com o questionário respondido pelos técnicos de segurança e da lista de verificação aplicada nos equipamentos, foi avaliada a percepção quanto aos constructos identificados anteriormente (Q1: Cultura; Q2: Fator Humano; Q3: Manutenção; Q4; Treinamento; Q5: Arranjo Físico).

#### 6.3.1. Caracterização da amostra

Os instrumentos de coleta de dados foram aplicados em 08 (oito) canteiros de obras localizados na Região Metropolitana de Salvador-Ba. Desses, 05 (cinco) eram destinados ao mercado imobiliário e/ou comerciais e (03) três de Habitação de Interesse Social. O Quadro 6.4 apresenta as obras visitadas e o

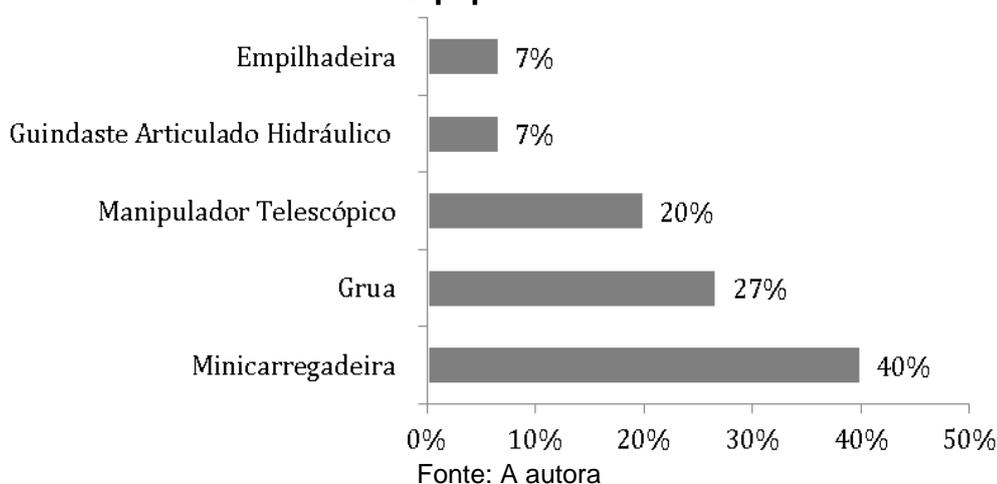
Gráfico 6.9 apresenta o percentual dos equipamentos observados.

**Quadro 6.4 - Características das Obras**

Canteiro	Tipo	Equipamento	Quantidade	Fase da Obra
A1	HIS	Manipulador telescópico, minicarregadeira, caminhão Munck	3	Supraestrutura, Alvenaria
B1	HIS	Manipulador telescópico	1	Infraestrutura, acabamento, pavimentação
B2	Mercado	Grua, minicarregadeira	2	Alvenaria, acabamento, pavimentação
C1	Mercado	Minicarregadeira	1	Alvenaria, acabamento, pavimentação
C2	HIS	Manipulador telescópico, minicarregadeira	2	Alvenaria, revestimento interno, infraestrutura
D1	Mercado	Grua, minicarregadeira	2	Supraestrutura, Alvenaria
E1	Mercado	Grua, minicarregadeira, empilhadeira	3	Infraestrutura, Alvenaria
F1	Mercado	Grua	1	Alvenaria, revestimento externo

Fonte: A autora

**Gráfico 6.9 - Equipamentos observados**



### 6.3.2. Análise dos dados

Após a coleta de dados as informações de cada equipamento foram transcritas em planilhas Excel e posteriormente lançadas no *fs/QCA*. A Tabela 6.1 apresenta os dados referentes à grua. A primeira coluna refere-se ao canteiro que possuía o equipamento em análise, as três seguintes referem-se aos constructos (Q1: Cultura, Q2: Fator humano, Q3: Manutenção e Q4: Treinamento) pesquisados nas obras. Para quantificar os constructos foi utilizada a média das respostas para cada tema. A coluna resultado refere-se ao resultado encontrado da média aritmética do índice de conformidade da grua, da lista de verificação.

**Tabela 6.1 - Dados da Grua**

Canteiro	Q1	Q2	Q3	Q4	Resultado
B2	4,00	3,29	4,00	4,00	4,72
D1	4,16	3,14	4,92	4,86	4,48
F1	3,83	3,29	5,00	4,38	3,96
H1	3,00	2,29	3,00	3,13	4,44

Fonte: A autora

Segundo Ragin (2009), é necessário calibrar os dados, pois o *fs/QCA* permite apenas conjuntos no intervalo entre 0 e 1. A Tabela 6.2 apresenta os valores calibrados da Tabela 6.1 para o equipamento grua.

**Tabela 6.2 - Dados da grua calibrado**

Canteiro	Q1	Q2	Q3	Q4	Resultado
B2	0,86	0,72	0,86	0,86	0,94
D1	0,88	0,69	0,95	0,95	0,92
F1	0,84	0,72	0,96	0,91	0,86
H1	0,65	0,24	0,65	0,68	0,91

Fonte: A autora

Após compilar os dados foram obtidos os valores constantes na Tabela 5.2, denominada Tabela Verdade. Cada linha da Tabela Verdade indica uma combinação, em que 1 significa a presença do constructo no canteiro e 0 indica a ausência. A coluna frequência demonstra a quantidade de canteiros que apresentaram as combinações em cada linha e a consistência relacionada ao desempenho de segurança com as combinações dos constructos, de modo a indicar aquelas que obtiveram maior relevância.

Segundo Ragin (2008), uma combinação é explicada quando sua consistência é  $\geq 0,80$ . Com isso, observa-se que somente duas combinações obtiveram consistência acima de 0,80. Os valores abaixo de 0,80 são eliminados e é gerada uma nova tabela verdade, apresentada na Tabela 6.4

**Tabela 6.3 - Tabela Verdade: Grua**

Q1	Q2	Q3	Q4	Frequência	Consistência
1	1	1	1	3	1.000000
1	0	1	1	1	1.000000
1	1	1	0	0	0.000000
1	1	0	1	0	0.000000
1	1	0	0	0	0.000000
1	0	1	0	0	0.000000
1	0	0	1	0	0.000000
1	0	0	0	0	0.000000
0	1	1	1	0	0.000000
0	1	1	0	0	0.000000
0	1	0	1	0	0.000000
0	1	0	0	0	0.000000
0	0	1	1	0	0.000000
0	0	1	0	0	0.000000
0	0	0	1	0	0.000000
0	0	0	0	0	0.000000

Fonte: A autora

**Tabela 6.4 - Tabela Verdade Simplificada: Grua**

Q1	Q2	Q3	Q4	Frequência	Resultado	Consistência
1	0	1	1	1	1	1.000000
1	1	1	1	3	1	1.000000

Fonte: A autora

Na análise dos dados foi avaliada apenas a solução complexa, pois as combinações finais apareciam tanto na solução complexa quanto na intermediária.

A partir do resultado obtido para a grua, apresentado na Tabela 6.5, observa-se que a combinação encontrada consegue explicar 100% dos valores observados.

**Tabela 6.5 - Solução Complexa: Grua**

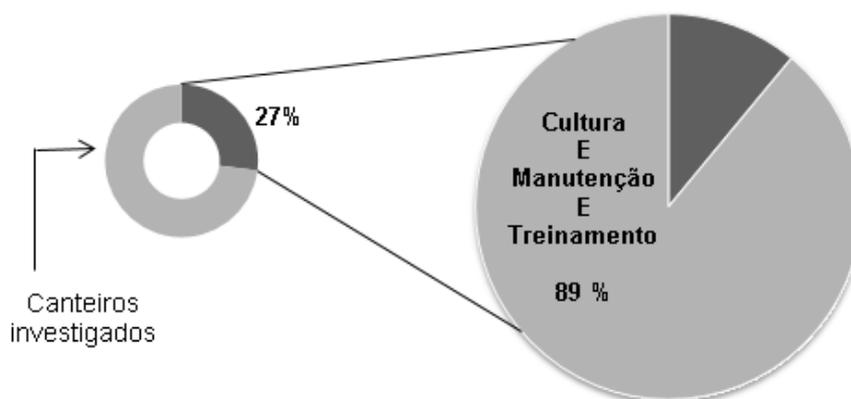
Combinação	Cobertura Crua	Cobertura Exclusiva	Consistência
Q1 E Q3 E Q4	0.889807	0.889807	1.000000

Solução de Cobertura: 0.889807  
 Solução de Consistência: 1.000000

Fonte: A autora

Dos 27% dos canteiros investigados para este equipamento 89% apresentam relação entre a percepção do pessoal de segurança quanto à cultura, manutenção e treinamento com o índice de conformidade dos equipamentos, como demonstrado na Figura 6.22. Para este equipamento não foi possível identificar relação entre o fator humano e o índice de conformidade dos equipamentos.

**Figura 6.22 - Relevância da combinação para a grua**



Fonte: A autora

Para o equipamento grua observa-se que o resultado obtido pode ser considerado como a combinação de gestão necessária para gerar alto desempenho

de segurança, uma vez que a promoção de treinamentos contribui na percepção do risco do meio ambiente onde os trabalhadores estão inseridos. Quanto ao fator manutenção, pode ser visto como uma barreira na redução de acidentes. Este fator de gestão determina a eficácia do equipamento. A partir disso, a manutenção deve ser realizada periodicamente e também no recebimento do equipamento.

Os dados obtidos a partir do questionário e da lista de verificação para o equipamento minicarregadeira são apresentados na Tabela 6.6.

**Tabela 6.6 - Dados da Minicarregadeira**

Canteiro	Q1	Q2	Q3	Q4	Resultado
A1	3,83	3,29	5,00	4,38	3,4
B2	4,00	3,29	4,00	4,00	5,00
C1	4,16	3,14	4,92	4,86	3,6
C2	4,17	3,71	5,00	5,00	2,8
D1	3,83	3,86	4,77	4,13	4,00
E1	3,00	2,29	3,00	3,13	4,00

Fonte: A autora

A Tabela 6.7 apresenta a combinação obtida após análise dos dados. O resultado corresponde a 40% da amostra total e indicou que 93,1% dos canteiros também apresentam relação entre a percepção do pessoal de segurança quanto à cultura, manutenção e treinamento com o desempenho medido no local, como demonstrado na Figura 6.23. Não foi possível identificar relação entre o fator humano e o desempenho de segurança.

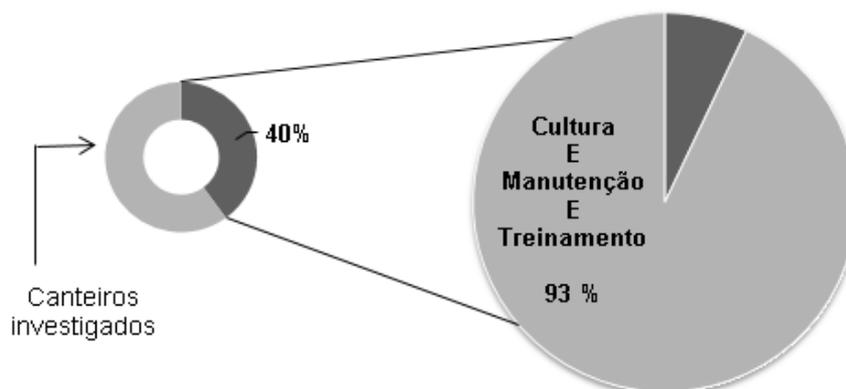
**Tabela 6.7 - Solução Complexa: Minicarregadeira**

Combinação	Cobertura Crua	Cobertura Exclusiva	Consistência
Q1 E Q3 E Q4	0.931393	0.931393	0.903226

Solução de Cobertura: 0.931393  
 Solução de Consistência: 0.903226

Fonte: A autora

**Figura 6.23 - Relevância da combinação para a minicarregadeira**



Fonte: A autora

A combinação da minicarregadeira é similar à combinação da grua. Todavia observa-se que a adoção deste equipamento é 13% maior que a grua, principalmente por ser um equipamento de pequeno porte e de fácil adaptação às mudanças no arranjo físico dos canteiros. Com isso, observa-se a necessidade de treinar os trabalhadores para a nova configuração de executar as atividades.

Os dados obtidos do questionário e da lista de verificação para o equipamento minicarregadeira são apresentados na Tabela 6.8.

**Tabela 6.8 - Dados do Movimentador Telescópico**

Canteiro	Q1	Q2	Q3	Q4	Resultado
A1	3,83	3,43	4,00	3,25	4,86
B1	3,83	3,86	4,77	4,13	3,57
C2	4,17	3,71	5,00	5,00	4,43

Fonte: A autora

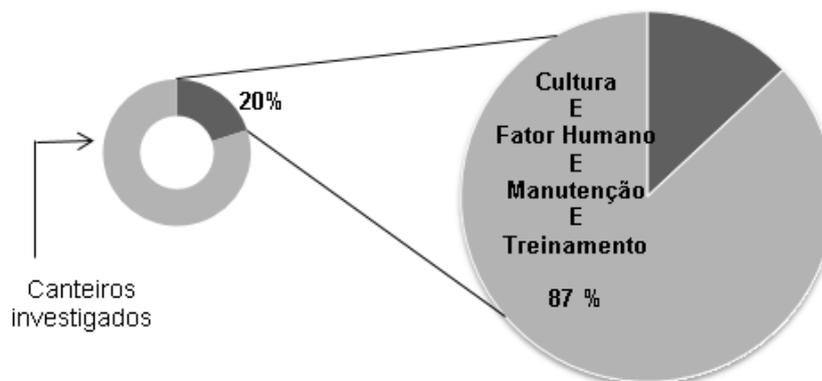
A Tabela 6.9 apresenta uma única combinação para o equipamento movimentador telescópico. Após a análise, indica-se que em 87,1% dos canteiros de obras a percepção do pessoal de segurança sobre todos os constructos avaliados possuem relação com o desempenho. A Figura 6.24 apresenta graficamente o resultado obtido para o movimentador telescópico.

**Tabela 6.9 - Solução Complexa: Movimentador Telescópico**

Combinação	Cobertura Crua	Cobertura Exclusiva	Consistência
Q1 E Q2 E Q3 E Q4	0.871698	0.871698	0.978814
Solução de Cobertura: 0.871698			
Solução de Consistência: 0.978814			

Fonte: A autora

**Figura 6.24 - Relevância da combinação para o movimentador telescópico**



Fonte: A autora

Com base no resultado obtido e na revisão bibliográfica, o fator que deve ser enfatizado é o treinamento, principalmente por ser um equipamento que os trabalhadores não têm costume de utilizar. Através do treinamento os gestores vão preparar os trabalhadores para o novo cenário de trabalho.

A ausência do vínculo entre o fator humano e o desempenho de segurança para os equipamentos grua e minicarregadeira, e a presença para o movimentador telescópico, pode indicar a necessidade de reforço na sensibilização para o tema junto aos técnicos de segurança. Neste fator estão incluídas questões como incentivos à prevenção de segurança, inter-relações pessoais, envolvimento do trabalhador com a empresa, entre outras.

A Tabela 6.10 apresenta os dados obtidos a partir do questionário e da lista de verificação aplicada aos técnicos de segurança do trabalho para o arranjo físico. Este constructo foi desdobrado nos itens P1 ao P6, previamente descritos na apresentação do método de pesquisa.

**Tabela 6.10 - Dados do Arranjo Físico**

Canteiro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Resultado
A1	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	4,00	1,74
B1	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	1,00	3,00
B2	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	3,84
C1	4,00	4,00	3,00	2,00	4,00	4,00	1,89
C2	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	2,95
D1	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	1,36
E1	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	1,00
F1	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	3,57

Fonte: A autora

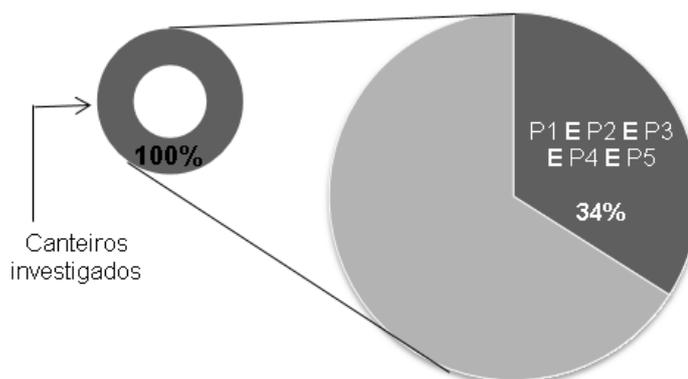
O arranjo físico apresentou relação entre a percepção do pessoal de segurança e o desempenho em apenas 34% dos canteiros da amostra total de 100%. Os resultados estão apresentados na Tabela 6.11 e demonstrados graficamente na Figura 6.25.

**Tabela 6.11 - Solução Complexa: Arranjo Físico**

Combinação	Cobertura Crua	Cobertura Exclusiva	Consistência
P1 E P2 E P3 E P4 E P5 E NÃO P6	0.270531	0.270531	0.829630
Solução de Cobertura: 0.270531			
Solução de Consistência: 0.829630			

Fonte: A autora

**Figura 6.25 - Relevância da combinação para o arranjo físico**

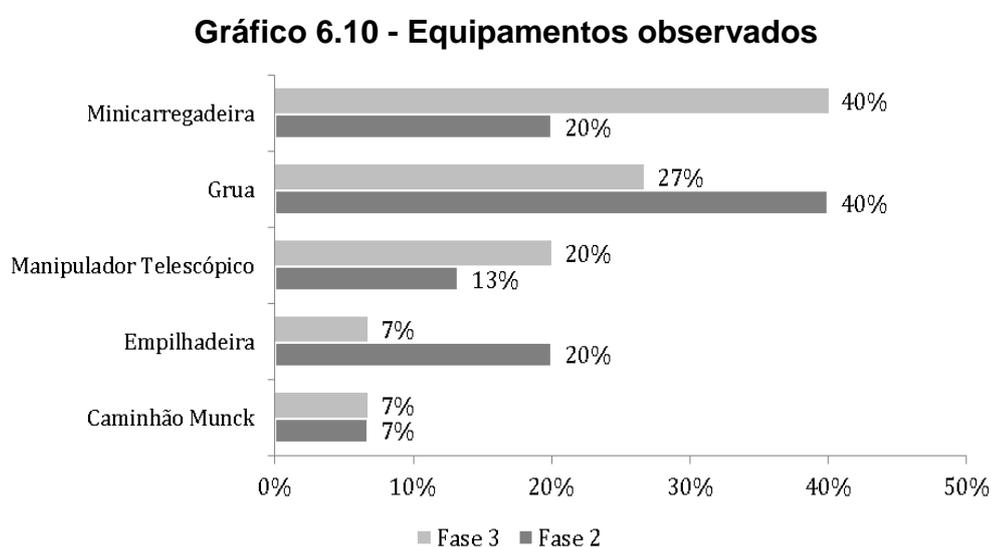


Fonte: A autora

Dentre os aspectos avaliados, incorporados aos fatores de arranjo físico e sinalização, a localização do equipamento e a topográfica do canteiro têm uma menor relação entre a percepção do pessoal de segurança e o desempenho, outro aspecto a ser reforçado em ações de formação e sensibilização, na gestão de segurança dos canteiros de obras. Além disso, os requisitos de saúde e segurança do trabalho devem ser integrados ao plano de produção dos canteiros de obras desde a concepção do projeto do empreendimento.

### 6.3.3. Síntese

O Gráfico 6.10 apresenta os equipamentos observados nas duas etapas da pesquisa (estudo piloto e aplicação de questionário). Observa-se o crescente uso do manipulador telescópico, da minicarregadeira e o decréscimo no uso da grua e da empilhadeira. Na última etapa a minicarregadeira foi observada em 04 obras de mercado e 02 de HIS, já o manipulador foi observado apenas em obras HIS. Pode-se concluir que a versatilidade do manipulador e da minicarregadeira, por conta do tamanho do canteiro em que estão inseridos, influencia na adoção desses equipamentos.



Fonte: A autora

Todas as combinações obtidas na Tabela 6.5, na Tabela 6.7 e na Tabela 6.9 podem ser consideradas como modelo, pois estão próximas de 1, indicando forte associação entre os constructos e a conformidade dos equipamentos.

A partir do resultado da cobertura da combinação observa-se que o fator humano e o arranjo físico requerem atenção especial por parte do pessoal de segurança. O primeiro, quanto à promoção da segurança nos canteiros de obras e as inter-relações pessoais entre os gestores, supervisores e trabalhadores. Quanto ao segundo, o resultado demonstra a necessidade de integração das questões de saúde e segurança na definição do arranjo físico, principalmente porque este

constructo é ligado à inter-relação da atividade do espaço disponível e ao ajuste de equipamentos das áreas dos canteiros de obras.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

A pesquisa realizada visou investigar a percepção do pessoal de segurança do trabalho quanto à conformidade dos equipamentos de movimentação de carga nos canteiros de obras através do uso do método fs/QCA.

Verificou-se que existe muito a ser aprimorado em relação aos estudos acerca da movimentação de carga, porque o assunto ainda é pouco explorado no que tange às causas dos acidentes do trabalho. Conseqüentemente existe uma lacuna no estudo desta temática em canteiros de obras, principalmente para os equipamentos minicarregadeira, manipulador telescópico e guindaste articulado hidráulico porque, de um modo geral, os estudos nesta área encontram-se centrados na ocorrência dos acidentes, envolvendo os equipamentos grua e guindaste.

Durante a execução do trabalho foi comprovado que as condições do meio ambiente na construção possuem arranjos físicos desorganizados, favorecendo a ocorrência de incidentes/acidentes do trabalho. O resultado obtido após a análise do questionário e da lista de verificação pelo fs/QCA, quanto ao arranjo físico, confirmou as observações do estudo de campo. Além disso, são escassos os estudos envolvendo a integração das questões de saúde e segurança na definição do arranjo físico do canteiro de obras.

Nota-se também a necessidade de adequar as normas técnicas às recentes mudanças ocorridas nos canteiros de obras, principalmente porque muitos desses equipamentos utilizados não possuem norma técnica específica que abranja os requisitos exigíveis de segurança do trabalho, como os princípios de manutenção e inspeção periódica. Os que possuem são usualmente atendidos como item de projeto, constando como componente dos equipamentos.

Na análise da conformidade dos equipamentos verificou-se que inspeções periódicas e de recebimento dos equipamentos no canteiro devem ser realizadas, pois existem deficiências nas manutenções periódicas e a gestão da segurança no canteiro deve ser aprimorada. É necessário também ênfase das construtoras nos próprios sistemas de gestão para o acompanhamento de recebimento e montagem desses equipamentos, uma vez que grande parte dos acidentes ocorridos nos canteiros de obras provém da insuficiência da manutenção periódica nos

equipamentos. As empresas fornecedoras também necessitam aprimorar os métodos de controle da manutenção preventiva.

A avaliação da percepção da equipe de segurança quanto aos seus diferentes aspectos identificou lacunas que podem influenciar na segurança, como a compreensão da importância do fator humano e do arranjo físico para os canteiros de obras. A partir disso, indica-se a promoção de ações de formação e sensibilização da equipe quanto a esses constructos.

O método de análise proposto, apresentado no capítulo 4, *Fuzzy Set* QCA, mostrou ser capaz de lidar com a complexidade das características da construção civil, pois é aplicável a pequenas amostras e inclui, de forma determinante, a interação entre variáveis *fuzzy*, combinando uma avaliação qualitativa e quantitativa, caracterizando as vulnerabilidades do sistema.

Recomenda-se, para estudos posteriores atrelados a este trabalho, a proposição e aplicação de melhorias nos equipamentos de movimentação de carga estudados, pois através desta etapa será possível uma ação de intervenção e, conseqüentemente, o aumento da segurança durante as operações e processos.

## REFERÊNCIAS

---

ANUMBA, C.; BISHOP, G. Importance of safety considerations in site layout and organization. **Can. J. Civ. Eng.**,24(2), 229-236.

APELAND, S.; AVEN, T.; NILSEN, T. Quantifying uncertainty under a predictive, epistemic approach to risk analysis. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 75, p. 93-102, 2002. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320\(01\)00122-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320(01)00122-3). Acesso em: 24 ago. 2014.

ARMANDO CAMPOS. Acidente com grua em obra de Salvador. Disponível em: <[http://www.armandocampos.com/download/Acidente\\_com\\_Grua\\_em\\_Salvador\\_set\\_2010.pdf](http://www.armandocampos.com/download/Acidente_com_Grua_em_Salvador_set_2010.pdf)>. Acesso em: 01 de jan. 2015.

AZEVEDO, R. P. L. **Acidentes em operações de movimentação manual de cargas na construção**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia – Universidade do Minho. Lisboa: 2010.

BAALFOUR BEATTY. **A supplier's guide to lifting procedures for Lorry loaders**. Disponível em: <<http://www.balfourbeatty.com/media/6108/HSEN-RM-0117%20A%20Suppliers%20Guide%20to%20Lifting%20Procedures%20for%20Lorry%20Loaders.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2014.

BEAVERS, J.E.; MOORE, J.R.; RINEHART, R.; SCHRIVER, W. R. Report #35 Crane Related Fatalities in the Construction Industry. **Construction Industry Research and Policy Center**. University of Tennessee, Knoxville, TN. 2005.

\_\_\_\_\_. Crane-related fatalities in the construction industry. **Journal of Construction Engineering and Management**. Vol. 132, No. 9, 2006. DOI: 10.1061/(ASCE) 0733-9364(2006)132:9(901).

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**. Rio de Janeiro: 2014. 2004. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acesso em: 6 set. 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 12: Máquinas e Equipamentos**. Rio de Janeiro: 2013a. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-12-span-class-destaque-novo-span.htm>>. Acesso em: 6 set. 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Rio de Janeiro: 2013b. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm>>. Acesso em: 6 set. 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 35:** Trabalho em Altura. Rio de Janeiro: 2014. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-35.htm>>. Acesso em: 6 dez. 2013.

BSI. The British Standards Institution. **BS 7121 -2 -1:2012.** Code of practice for the safe use of cranes. Part 2-1: Inspection, maintenance and thorough examination – General. London: 2012.

\_\_\_\_\_. **BS 7121 -4:2010.** Code of practice for the safe use of cranes. Part 4: Lorry Loaders. London: 2010.

CAMINO- LOPEZ, M. A.; RITZEL, D. O.; FONTANEDA, I.; GONZALEZ ALCANTARA, O. J. Construction industry accidents in Spain. **J. Saf. Res.**, 39(5), 497–507. (2008).

CARR, V.; TAH, J. H. M.; A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. **Advanced in Engineering Software** 32 (2001) 847-857. 2001.

CHENG, M. Y. Automated site layout of temporary construction facilities using geographic information Systems (GIS). PhD thesis, **The University of Texas at Austin**, Tex. 1992.

CHOUDHRY, R. M.; FANG, D.; MOHAMED, S. The nature of safety culture: a survey of the state-of-the-art. **Safety Science** 45 (2007) 993-1012. Doi: 10.1016/j.ssci.2006.09.003.

COOPER, D. Towards a model of safety culture. **Journal of Safety Science**, n. 36, p. 111-136, 2000.

CPA. **Safe Use of Lorry Loaders.** Disponível em: <<http://sp-in.co.uk/wp-content/blogs.dir/4/files/2012/11/GuidanceontheSafeUseofLorryLoaders-02.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2014.

DEMIRKESEN, S; ARDITI, D. Construction safety personnel's perceptions of safety training practices, **Int. J. Proj. Manag.** 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.007>>. Acesso em: 24 fev. 2015

DIAS, L. A. **Inspecting Occupational Safety and Health in the Construction Industry.** International Training Centre of the International Labour Organization. 2009.

ELBELTAGI, E.; HEGAZY, T.; ELDOSOUKY, A.; Dynamic layout of construction temporary facilities considering safety. **Journal of Construction Engineering Management** 2004.130:534-541. DOI:10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:4(534). 2004.

ENGEL, J. B.; FERREIRA, E. A. M. **A segurança na utilização da grua na construção do edifício**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica do Salvador. Salvador: 2008.

FABER, M. H.; STEWART, M. G. Risk assessment for civil engineering facilities: critical overview and discussion. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 80, p. 173-184, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320\(03\)00027-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320(03)00027-9)>. Acesso em: 24 ago. 2014.

FANG, D; CHEN, Y; WONG, L. Safety climate in construction industry: a case study in Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**. June, 2006.

FARRELL, C. W.; HOVER, K. C. Computerized crane selection and placement for the construction site. **Proc., 4th Int. Conf. on Civil and Structural Engineering Computing: Microcomputers to Supercomputers**, ASCE, City University, London, U.K., Vol. 1, 91-94. 1998.

FONSECA, F.D; LIMA, F. P. A. Novas tecnologias construtivas e acidentes na construção civil: o caso da introdução de um novo sistema de escoramento de formas de laje. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, 32 (115): 53-67, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. edi. São Paulo: Atlas, 2009.

GLENDON, A.I.; STANTON, N.A. 2000. Perspectives on safety culture. **Safety Science** 34, 193–214.

GONÇALVES FILHO, A. P. **Cultura e gestão da segurança no trabalho em organizações industriais**: uma proposta de modelo. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial - PEI. UFBA, 2011.

GUIFFRIDA, A. L.; NAGI, R. **Fuzzy Set Theory applications in production management research**: a literature survey. Buffalo: State University of New York, 1995.

GULDENMUND, F. W. The nature of safety culture: a review of theory and research. **Safety Science** 34 (2000) 215-257. 2000.

\_\_\_\_\_. **Understanding and exploring safety culture**. Thesis (Doctorate), Delft University of Technology, 2010.

GULDENMUND, F. W.; HALE, A.; GOOSSENS, L.; BETTEN, J.; DUIJM, N. J. The development of an audit technique to assess the quality of safety barrier management. **Journal of Hazardous Material** 130 (2006) 234-241. Doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.011.

GURCANLI, G. E.; MUNGEN, U. An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets. **International Journal of Industrial Ergonomics** 39 (2009) 371–387. doi:10.1016/j.ergon.2008.10.006. 2009.

HAMIANI, A.; POPESCU, C. ConSite: a knowledge based expert system for site layout. **Proc., 5th Conf. on Computing in Civil Engineering: Microcomputers to Supercomputers**, ASCE, New York, 248 –256. 1988.

HINZE, J; HUANG, X; TERRY, L. The nature of struck-by accidents. **Journal of Construction Engineering and Management**. February 2005. DOI: 10.1061/(ASCE) 0733-9364(2005)131:2(262).

HORBERRY, T.; LARSSON, T. J.; JOHNSTON, I.; LAMBERT, J. Forklift safety, traffic engineering and intelligent transport systems; a case study. **Applied Ergonomics** 35 (2004) 575-581. 2004.

HSE. HEALTH SAFETY EXECUTIVE. **Lifting operations and lifting equipment regulations 1998**. ISBN 978 0 7176 1628 2. United Kingdom, 1998.

\_\_\_\_\_. **Safe use of telehandlers in construction**. United Kingdom, 2011.

\_\_\_\_\_. **The health and safety executive statistics 2009/10**. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/statistics>>. Acesso em: 6 set. 2014.

HSE. HEALTH AND SAFETY LABORATORY. Tower crane incidents worldwide. RR820. **Research Report**. HMSO, United Kingdom, 2010.

JAFARI, M. J.; GHARARI, M; GHAFARI, M; OMIDI, L; KALANTARI, S; FARDI, G. R. A. The influence of safety training on safety climate factors in a construction site. **International Journal of Occupational Hygiene**. April 2014.

JARDIM, G. **Estruturas de governança e a capacidade de inovação em pequenas empresas: caso da indústria brasileira de torrefação e moagem de café**. Universidade de São Paulo - Dissertação (Mestrado), São Paulo, 2012.

LEVESON, N. A new accident model for engineering safer systems. **Safety Science** 42, 237–270. 2004.

MCDONALD, B.; ROSS, B.; CARNAHAN, R. 2011. The bellevue crane disaster. **Journal of Engineering Failure Analysis** 18, 1621–1636. DOI:10.1016/j.engfailanal.2010.09.003.

MENDEL, J.M; KORJAN, M. Charles Ragin's fuzzy set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) used for linguistic summarizations. **Information Sciences** 202 (2012) 1-23.

MITROPOULOS, P.; ABDELHAMID, T. S.; HOWELL, G. A. Systems model of construction accident causation. **Journal of Construction Engineering and Management** 2005.131:816-825. DOI:10.1061/(ASCE)0733-9364 (2005)131:7(816).

MOHAMED, S. Scorecard approach to benchmarking organizational safety culture in construction. **Journal of Construction Engineering and Management** 129 (1), 80-88. 2003.

NEITZEL, R.L.; SEIXAS, N.S.; REN, K.K. A review of crane safety in the construction industry. **Applied Occupational and Environmental Hygiene** 16 (12), 1106-1117. 2001.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). **NIOSH Alert**. Preventing injuries and deaths from skid-steer loaders. December, 2010.

NISKANEN, T; LAUTTALAMMI, J. Accidents in materials handling at building construction site. **Journal of Occupational Accidents**. Vol.11, pg1-17. 1989.

O'CONNOR, T.; LOOMIS, D.; RUNYAN, C.; ABBOUD DAL SANTO, J.; SCHULMAN, M. Adequacy of health and safety training among young Latino construction workers. **J. Occup. Environ. Med.**, 47(3), 272–277. 2005.

PENDER, S. Managing incomplete knowledge: why risk management is not sufficient. **International Journal of Project Management** 19, 79-87. 2001.

PINTO, A.; NUNES, I.; RIBEIRO, R.; Occupational risk assessment in construction industry – overview and reflection. **Journal of Safety Science** 49 (2011) 616-624. DOI: 10.1016/j.ssci.2011.01.003.

PINTO, A.; NUNES, I.; RIBEIRO, R.; PASCHOARELLI, L. C. Aplicação preliminar do método QRAM para avaliação de riscos para segurança ocupacional na construção civil. **Revista Produção**, v. 23, n. 2, p. 375-386, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000039>>. Acesso em: 24 ago. 2014.

PINTO, A. QRAM a Qualitative Occupational Safety Risk Assessment Model for the construction industry that incorporate uncertainties by the use of fuzzy sets. **Journal of Safety Science** 63 (2014) 57-76. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.10.019.

PONGELUPPE, L. S. **Determinantes do investimento externo direto em terras nos países em desenvolvimento**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2013.

RAGIN, C. C. **The comparative method: moving beyond qualitative and quantitative strategies**. Berkeley: University of California Press, 1987.

\_\_\_\_\_. **Redesigning social inquiry: fuzzy sets and beyond**. Berkeley: University of California Press, 2008.

\_\_\_\_\_. **User's Guide to Fuzzy-Set/Qualitative Comparative Analysis 2.0**.

Tucson, Arizona: Department of Sociology, University of Arizona, 2008. Disponível em :<<http://www.u.arizona.edu/~cragin/fsQCA/software.shtml>>. Acesso em: 04 abr. 2014.

RASMUSSEN, J. Risk Management in a dynamic society: a modelling problem. **Safety Science** Vol.27. 1997.

REASON, J. T. 1997. **Managing the risks of organizational accidents**. Ashgate, Alder shot.

RECHNITZEN, G.; LARSSON, T. J. Forklift trucks and severe injuries: priorities for prevention. **Report nº 30**. A project for the Victorian Occupational Health and Safety Commission. Australia, 1994.

RIHOUX, B; RAGIN, C.C. (Orgs.) **Configurational comparative methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and related techniques**, SAGE, Los Angeles, CA, 2009.

RODRÍGUEZ-GARZÓN, I.; LUCAS-RUIZ, V.; MARTÍNEZ-FIESTAS, M.; DELGADO-PADIAL, A. Association between perceived risk and training in the construction industry. **Journal Construction Engineering Management**. 2015. 141  
DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000960.

ROSS, B.; MCDONALD, B.; SARAF, S. E. V. Big blue goes down. The Miller Park crane accident. **Engineering Failure Analysis** 14 (2007) 942–961. DOI: 10.1016/j.engfailanal.2006.12.002.

SARIC, S.; BAB-HADIASHAR, A.; HOSEINNEZHAD, R.; HOCKING, I. Analysis of forklift accident trends within Victorian industry (Australia). **Safety Science** 60 (2013) 176–184. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.07.017.

SAWACHA, E; NAOUM, S; FONG, D. Factor affecting safety performance on construction sites. **International Journal of Project Management** Vol.17, No5, p.309-315, 1999.

SCHEIN, E. H. **Organizational culture and leadership**. 3<sup>o</sup> edition. Jossey-Bass. São Francisco: 2004.

SCHRIVER, W. R.; SCHOENBAUM, M. **Analysis of fatal events in the construction industry, 1991-2001**: What do OSHA data show? Proc., National Occupational Injury Research Symp., National Institute for Occupational Health and Safety, Pittsburgh, Pa.2003.

SERTYESILISIK, B.; TUNSTALL, A.; MCLOUGLIN, J. An investigation of lifting operations on UK construction sites. **Safety Science** 48 (72-79). Elsevier, 2010.

SHAPIRA, A.; GLASCOCK, J. D. Culture of using mobile cranes for building construction. **Construction Engineering and Management** 122 (4), 298.1996.

SHAPIRA, A.; LUCKO, G.; SCHEXNAYDER, C. J. Cranes for building construction projects. **Construction Engineering and Management** 133:690-700. 2007.

SHAPIRA, A.; LYACHIN, B. Identification and analysis of factors affecting safety on construction site with tower cranes. **Journal of Construction Engineering and Management**. 2009.

SRTE. SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO TRABALHO E EMPREGO – BA. **Análise de Acidente do Trabalho**. 2011. Disponível em: <<http://www.acessoainformacao.gov.br/>>. Acesso em: 24 dez. 2014.

SURAJI, A.; DUFF, A. R.; PECKITT, S. J. Development of causal model of construction accident causation. **Journal of Construction Engineering and Management**. 2001.

SWUSTE, P. A.; FRIJTERS, A.; GULDENMUND, F. Is it possible to influence safety in the building sector? A literature review extending from 1980 until present. **Safety Science** 50 (2012) 1333-1343. Doi: 10.1016/j.ssci.2011.12.036.

SWUSTE, P. A. 'Normal Accident' with a Tower Crane? An accident analysis conducted by the Dutch Safety Board. **Safety Science** 57 (2013)276–282. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.03.002>.

TAM, C. M.; TONG, T. K. L.; CHIU, G. C. W.; FUNG, I. W. H.; Non-structural fuzzy decision support system for evaluation of construction safety management system. **International Journal of Project Management** 20 (2002) 303-313. 2002.

THAKUR, K. A.; SAWHNEY, R. Analyzing perception of safety in construction workers: A cultural perspective. **Proc., Int. Industrial Engineering Annual Conf.**,1–7. 2012.

THIEM, A; DUSA, A. Boolean minimization in social science research: a review of current software for qualitative comparative analysis (QCA). **Social Science Computer Review** 2013 31:505. DOI: 10.1177/0894439313478999.

TIXIER, J.; DUSSERRE, G.; SALVI, O.; GASTON, D. Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries** 15, 291-303. 2002.

TOLEDO, D. G. C. **Estratégias nacionais de catch-up aeronáutico**. 2013. 214 f. Tese (Doutorado em Sociologia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TOMMELEIN, I. D.; LEVITT, R. E.; AND HAYES-ROTH, B. Site layout modeling: how can artificial intelligence help? **J. Constr. Eng. Manage.**,118~3!, 594-611. 1992.

TURATO, E. R. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa. **Saúde Pública**, São Paulo, v.39, n.3, p. 507-514 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102005000300025>>. Acesso em: 24 abr. 2014.

VERWEIJ, S.; GERRITS, L. Understanding and researching complexity with Qualitative Comparative Analysis: evaluating transportation infrastructure projects. **Evaluation**, v. 9, n.1 p. 40-55, 2013. Doi: 10.1177/1356389012470682.

WARREN, J.; WISTOW, J.; BAMBRA, C. Applying Qualitative Comparative Analysis (QCA) to evaluate a public health policy initiative in the North East of England. **Policy and Society**, V. 32, n. 4, P. 289–301, 2013. doi:10.1016/j.polsoc.2013.10.002.

WOODCOCK, K. Model of safety inspection. **Safety Science** 62 (2014) 145-156. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.08.021>.

WU, X.; LIU, Q.; ZHANG, L.; SKIBNIEWSKI, M. J.; WANG, Y. Prospective safety performance evaluation on construction sites. **Accident Analysis and Prevention** 78 (2015) 58-72. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2015.02.003>.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control** 8, 338-353. 1965.

ZHAO, C.; ZHANG, J.; ZHONG, X.; ZENG, J.; CHEN, S. Analysis of accident safety risk of Tower Crane based on Fishbone Diagram and the analytic hierarchy process. **Applied Mechanics and Materials** v. 127, p. 139-143, 2012. Doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.127.139.

ZIMOLONG, B.; TRIMPOP, R. Risk perception. **Encyclopedia of Occupational Health and Safety**, ILO, Geneva, Switzerland. 1998.

ZOTTICH, D. Análise comparativa qualitativa da inclusão da agenda ambiental nos grandes eventos esportivos: certificação ambiental e inovações tecnológicas nos estádios sede. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 26, 2012. ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478.

ZOUEIN, P. P.; HARMANANI, H.; HAJAR, A. Genetic algorithm for solving site layout problem with unequal-size and constrained facilities. **J. Comput. Civ. Eng.**, 16 (2), 143–151. 2002.

## Apêndice 1 - Lista de Verificação de Equipamentos de Movimentação

### LISTA DE VERIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA



Preenchido por:		Data:	
Empresa:		Obra:	
Eng. Responsável pela obra:			
Eng. de segurança:		Técnico de segurança:	

<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Fase da obra:</th> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Infraestrutura</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Supraestrutura</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Alvenaria</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Revestimento interno</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Revestimento externo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Outro: _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Outro: _____</td> </tr> </table>	Fase da obra:		<input type="checkbox"/>	Infraestrutura	<input type="checkbox"/>	Supraestrutura	<input type="checkbox"/>	Alvenaria	<input type="checkbox"/>	Revestimento interno	<input type="checkbox"/>	Revestimento externo	<input type="checkbox"/>	Outro: _____	<input type="checkbox"/>	Outro: _____	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Características da obra</th> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Obra horizontal</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Obra vertical</td> </tr> <tr> <td>Nº de torres</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Nº de pavimentos por torre</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Nº de operários</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Outro:</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Características da obra		<input type="checkbox"/>	Obra horizontal	<input type="checkbox"/>	Obra vertical	Nº de torres	<input type="checkbox"/>	Nº de pavimentos por torre	<input type="checkbox"/>	Nº de operários	<input type="checkbox"/>	Outro:	_____
Fase da obra:																															
<input type="checkbox"/>	Infraestrutura																														
<input type="checkbox"/>	Supraestrutura																														
<input type="checkbox"/>	Alvenaria																														
<input type="checkbox"/>	Revestimento interno																														
<input type="checkbox"/>	Revestimento externo																														
<input type="checkbox"/>	Outro: _____																														
<input type="checkbox"/>	Outro: _____																														
Características da obra																															
<input type="checkbox"/>	Obra horizontal																														
<input type="checkbox"/>	Obra vertical																														
Nº de torres	<input type="checkbox"/>																														
Nº de pavimentos por torre	<input type="checkbox"/>																														
Nº de operários	<input type="checkbox"/>																														
Outro:	_____																														

Tecnologias construtivas utilizadas:			
<input type="checkbox"/>	Argamassa projetada	<input type="checkbox"/>	Elementos pré-fabricados
<input type="checkbox"/>	Alvenaria estrutural	<input type="checkbox"/>	Outro: _____
<input type="checkbox"/>	Bloco de concreto estrutural	<input type="checkbox"/>	Outro: _____

Tipo de movimentação de carga			
<input type="checkbox"/>	Horizontal	<input type="checkbox"/>	Vertical
Equipamentos de Movimentação			
<input type="checkbox"/>	Minicarregadeira	<input type="checkbox"/>	Caminhão Munck
<input type="checkbox"/>	Grua	<input type="checkbox"/>	Empilhadeira
<input type="checkbox"/>	Telehandler (movimentador telescópico)	<input type="checkbox"/>	Outro: _____

Empresa possui algum sistema de gestão certificado implementado?

Empresa possui serviço de segurança especializado?

#### Instruções de Preenchimento

- 1) Leia atentamente os itens do check-list antes de deslocar-se à obra.
- 2) Proteja as folhas contra intempéries (como vento e água) através do uso de pasta e/ou prancheta para realizar o preenchimento do check-list.
- 3) Leve consigo materiais para auxiliar na verificação da obra, como máquina fotográfica, trena etc.
- 4) O check-list apresenta opções variando de 01 a 05 na avaliação de cada item. 01 representa uma má adequação e 05 representa uma ótima adequação às normas. A opção "NA" refere-se aos itens não aplicáveis.

- a) Notas de conformidade para o arranjo físico
- b) Notas de conformidade para a grua
- c) Notas de conformidade para a empilhadeira
- d) Notas de conformidade para a minicarregadeira

Norma	Referência Normativa	Descrição	Obra					
			A1	B2	C1	C2	D1	F1
NR 11	11.1.6	Os operadores fazem uso de cartão de identificação (com nome e foto, em lugar visível)?	5	5	2	1	1	4
NR 11	11.1.7	O equipamento de transporte motorizado possui sinal de advertência sonora (buzina)?	4	5	4	1	5	4
NR 12	12.116.1	Possui alarme de ré?	5	5	4	5	5	4
NR 12	12.116.1	A buzina funciona?	5	5	4	2	5	4
-	-	O extintor está carregado e dentro do prazo de validade?	1	5	4	5	1	4

- e) Notas de conformidade para o movimentador telescópico

## Apêndice 2 - Questionário de Equipamentos de Movimentação

PARTE 1 – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO RESPONDENTE			
<b>Identificação do Respondente</b>			
Nome (opcional):			
Cargo/Função na empresa:			
Tempo na empresa:			
Formação:			
Tempo de experiência:			
Tipo de projeto envolvido atualmente:			
Tempo de treinamento de segurança recebido recentemente:			
<b>Identificação da empresa</b>			
Nome da empresa:			
Tempo de atuação no mercado da empresa:			
<input type="checkbox"/> 0-5 anos	<input type="checkbox"/> 6-10 anos	<input type="checkbox"/> 11-20 anos	<input type="checkbox"/> Mais de 21 anos
Mercado de Atuação:			
<input type="checkbox"/>	Residencial: incorporação imobiliária; produção estatal; habitação de interesse social;		
<input type="checkbox"/>	Manutenção e reformas; outros.		
<input type="checkbox"/>	Comercial: do mercado imobiliário (escritórios, consultórios etc.); de base imobiliária (escritório para locação, hotéis e flats, centros comerciais e afins, edifícios para serviços de estocagem e distribuição etc.); de propriedade privada para o cliente final (edifícios corporativos, hotéis, cadeias de lojas, escolas e universidades, hospitais e afins, cinemas e afins etc.); outros.		
<input type="checkbox"/>	Obras públicas: escolas e similares; edifícios para obras de infraestrutura; edifícios públicos, prédios administrativos governamentais; hospitais e similares; outro.		
<input type="checkbox"/>	Obras industriais: obras civis; obras de montagem industrial; outro.		
Equipamentos usuais no canteiro de obras:			
<input type="checkbox"/>	Grua	<input type="checkbox"/>	Guindaste
<input type="checkbox"/>	Manipulador telescópico	<input type="checkbox"/>	Guindauto
<input type="checkbox"/>	Empilhadeira	<input type="checkbox"/>	Minicarregadeira
<input type="checkbox"/> Outro. Qual?			
Possui canteiros de obras com sistema de gestão ou em processo de implantação?			
<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Qual(is)?			
<input type="checkbox"/>	NBR ISO 9001	<input type="checkbox"/>	NBR ISO 14001
<input type="checkbox"/>	OHSAS 18000	<input type="checkbox"/>	SiAC (PBQP-H)
<input type="checkbox"/>	Outra. Qual?:		

a) Respostas dos respondentes

Q1: Cultura de Segurança	Obra							
	A1	B1	B2	C1	C2	D1	F1	H1
a) A atividade de movimentação de carga pode ser considerada como uma das causadoras de fatalidades na construção civil?	4	4	4	4	5	5	4	5
b) Quando um método de construção é definido são levados em consideração aspectos ergonômicos?	3	4	4	2	4	4	2	3
c) É realizada a investigação das causas de incidentes envolvendo atividades de movimentação de carga?	5	5	4	4	5	5	4	2
d) A gestão é rigorosa sobre como trabalhar com segurança, mesmo quando o planejamento está atrasado?	5	4	4	4	5	5	4	2
e) Frequentemente minha carga horária é estendida além do horário normal cobrindo até o período noturno?	1	2	4	2	1	1	5	2
f) Realizo análise de risco antes de qualquer atividade com movimentação de carga, sendo ela rotineira ou não?	5	4	4	3	5	5	4	4
<b>Q2: Fator Humano</b>								
a) Os trabalhadores participam de reuniões voltadas para a identificação de perigos, avaliação de riscos, determinação de controles de risco (barreiras de segurança)?	5	4	4	4	5	5	4	2
b) A comunicação com os supervisores a respeito de questões de segurança é fácil?	5	4	5	3	4	3	3	3
c) A organização incentiva a participação dos trabalhadores em atividades envolvendo saúde e segurança do trabalho?	5	4	4	3	4	4	4	3
d) Existem procedimentos/instruções de segurança que não precisam ser seguidos para seu trabalho ser realizado com eficácia?	1	2	1	1	1	1	1	1
e) Suas contribuições quanto os aspectos de segurança são reconhecidas pela organização?	5	3	4	4	5	4	4	1
f) Tenho conhecimento quanto às normas referentes à movimentação de carga?	5	4	4	4	5	4	5	4
g) Às vezes corro riscos para que meu trabalho seja realizado com qualidade?	1	3	1	1	2	1	2	2
<b>Q3: Manutenção</b>								
a) Os equipamentos de movimentação de carga são inspecionados antes da	5	4	4	4	5	5	5	3

subcontratação?								
b) A empresa possui Ficha de Inspeção de Segurança Rotineira?	5	4	4	5	5	5	5	4
c) A empresa segue alguma norma que auxilia na inspeção dos equipamentos? Qual?	5	4	4	5	5	4	5	3
d) A empresa possui profissional habilitado para realizar a inspeção dos equipamentos de movimentação de carga?	4	4	4	5	5	5	5	3
e) Os equipamentos de movimentação de carga são inspecionados visualmente para componentes defeituosos antes do início de qualquer jornada de trabalho?	5	4	4	5	5	5	5	4
f) Os acessórios de içamento (correntes, cabos de aço, ganchos, fita de içamento) são inspecionados antes do início de qualquer jornada de trabalho?	5	4	4	5	5	5	5	3
g) Os dispositivos de segurança são inspecionados antes do início de qualquer jornada de trabalho?	5	4	4	5	5	5	5	3
h) Os equipamentos de proteção individual adequados à atividade de movimentação de carga são inspecionados antes do início de qualquer jornada de trabalho?	5	4	4	4	5	5	5	3
i) A empresa possui programa de inspeção preventiva dos equipamentos de movimentação de carga?	5	4	4	5	5	5	5	3
j) A empresa possui procedimento/instruções de inspeção preventiva dos acessórios (correntes, cabos de aço, ganchos, fita de içamento) de movimentação de carga?	5	4	4	5	5	5	5	3
k) Inspeções de segurança diárias são realizadas para garantir o funcionamento eficaz dos equipamentos?	5	4	4	5	5	5	5	2
l) Inspeções de segurança mensais são realizadas para garantir o funcionamento eficaz dos equipamentos?	5	4	4	5	5	5	5	2
m) A empresa possui certificado indicando que foram realizados testes nos equipamentos de movimentação de carga?	3	4	4	5	5	5	5	3
<b>Q4: Treinamento</b>								
a) Existe treinamento específico para cada equipamento de movimentação de carga na empresa?	5	3	4	5	5	5	5	3
b) Existe treinamento específico para a utilização dos equipamentos de proteção individual destinados à atividade de movimentação de carga?	5	3	4	5	5	5	5	3

c) A empresa certifica-se que os operadores possuem treinamento adequado para cada equipamento de movimentação de carga?	5	4	4	5	5	5	5	3
d) Existe treinamento quando ocorre alteração na execução da atividade?	5	3	4	5	5		4	3
e) A empresa fornece treinamento para novos funcionários?	5	4	4	5	5	5	5	4
f) A empresa fornece treinamento para salvamento do operário, se necessário?	2	4	4	4	5	4	1	2
g) Existe treinamento na empresa para cargas de alto risco?	1	1	4	1	5	5	5	3
h) A empresa mantém registro de cada funcionário treinado, tipo de curso ministrado, formação do instrutor e a data de treinamento?	5	4	4	5	5	5	5	4
<b>Q5: Arranjo Físico</b>								
a) A segurança é considerada na determinação do layout do site?	5	3	4	4	5	5	5	3
b) Os equipamentos de movimentações de cargas são determinados durante a concepção do projeto?	5	3	4	4	5	5	5	3
c) É assegurada marcação e sinalização de todos os riscos existentes no canteiro de obras?	5	4	5	3	5	5	4	2
d) As áreas de circulação são devidamente demarcadas em conformidade com as normas técnicas oficiais?	5	3	4	2	3	4	4	3
e) O armazenamento de materiais e os espaços em torno de máquinas foram projetados para que os trabalhadores possam se movimentar com segurança?	5	4	4	4	5	5	5	2
f) A utilização de equipamentos de movimentação de carga é considerada durante a avaliação da localização geográfica e topográfica do canteiro?	4	0	4	4	4	5	5	3