

WAGNER JOSÉ DOS SANTOS

**MAPEAMENTO DE ARRANJOS FÍSICOS EM GALPÕES INDUSTRIAIS: DOIS
ESTUDOS DE CASOS EM GUARULHOS-SP**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Santos, Wagner José dos, 1977-
S237m Mapeamento de arranjos físicos em galpões industriais :
2020 dois estudos de casos em Guarulhos-SP / Wagner José dos
Santos. – Viçosa, MG, 2020.
109 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 73-77.

1. Instalações da indústria química. 2. Instalações industriais - Layout. 3. Administração de projetos - Estudo de casos. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. II. Título.

CDD 22. ed. 660.28

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fatima Alves CRB6 2578

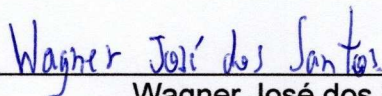
WAGNER JOSÉ DOS SANTOS

MAPEAMENTO DE ARRANJOS FÍSICOS EM GALPÕES INDUSTRIAIS: DOIS ESTUDOS DE CASOS EM GUARULHOS-SP

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de junho de 2020

Assentimento:



Wagner José dos Santos
Autor



Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá
Orientador

*“Dedico este trabalho a Deus, a Nossa Senhora e
a minha família”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por me conceder sabedoria e discernimento para a conclusão deste mestrado.

Aos meus pais, Maria do Carmo Santos e Eraldo José dos Santos, pelo apoio, por todo o amor e por tudo que me ensinaram em todas as etapas da minha vida. Amo vocês, papai e mamãe!

A minha esposa, Cleidinéia Cavalcante da Costa, que esteve sempre ao meu lado apoiando-me para a obtenção deste título.

Ao meu orientador, Prof. Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá, que me instigou a manter os pés firmes no chão e a confiar sempre em mim mesmo, em busca do conhecimento técnico-científico fundamental para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos professores Túlio Tibúrcio, Aline Werneck e Andressa Martinez, pelos conhecimentos transmitidos ao longo das disciplinas e principalmente pelas significativas contribuições fornecidas a este trabalho.

A minha turma da pós-graduação da linha de pesquisa 2, por meio da qual tive a oportunidade de conhecer e conviver com pessoas incríveis.

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG.au), na pessoa do secretário Déulio Coutinho.

Aos diretores e colaboradores que me auxiliaram na coleta de dados das indústrias selecionadas como estudos de caso deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos aqueles que contribuíram de modo direto ou indireto no desenvolvimento dessa pesquisa e por isso fazem parte da minha história! A todos: muito obrigado!

RESUMO

SANTOS, Wagner José dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2020. **Mapeamento de arranjos físicos em galpões industriais: dois estudos de casos em Guarulhos-SP.** Orientador: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá.

A produção industrial no Brasil evoluiu gradativamente com os avanços tecnológicos e a implementação de políticas públicas. O município de Guarulhos-SP é um reflexo do advento tecnológico e das políticas do País. Destaca-se como cidade industrial numa ampla região com inúmeras indústrias de diferentes segmentos produtivos. Por sua vez, o processo produtivo está atrelado à relação empregador e funcionários, ou seja, o desempenho dos funcionários que pode ser afetado por aspectos físico-ambientais e projetuais-construtivos. Nesse sentido, objetivou-se com esta pesquisa desenvolver um mapeamento sistemático numa indústria metalomecânica (galpão industrial A) e numa indústria química (galpão industrial B), ambas em Guarulhos-SP, e um diagnóstico dos referidos aspectos. Para isso, recorreu-se à Avaliação de Desempenho em Uso (ADU) como diretriz e abordagem para identificar questões projetuais-construtivas e adequações realizadas nos ambientes fabris. Foram aplicados checklists funcionais relacionados à ISO 6241 (Norma de Desempenho de Edifícios) e à NBR 5674 (Norma de Manutenção de Edificações). De modo geral, foi possível constatar que os galpões A e B apresentam anomalias superficiais, falta de manutenção nas instalações elétricas, deficiências de ventilação, iluminação inadequada e problemas de fluxos internos. As questões constatadas influenciam na produção, na segurança e no bem-estar dos trabalhadores. Por outro lado, os setores administrativos dos dois galpões apresentam boa disposição de leiaute e conformidade com os aspectos mencionados. Os galpões apresentam condições regulares de uso e os problemas construtivos observados são passíveis de resolução observando-se os requisitos da ISO 6241 e da NBR 5674. Como contribuição para verificação de projetos e uso da ADU, desenvolveu-se e aplicou-se um procedimento sistematizado na avaliação dos galpões industriais, e de seus arranjos físicos, o qual pode servir como uma referência para o aprimoramento do desempenho dos galpões estudados ou como um direcionamento para outros projetos semelhantes e *retrofits*.

Palavras-chave: Galpões industriais. Arranjos físicos. Mapeamento de ambientes.

ABSTRACT

SANTOS, Wagner José dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2020. **Mapping physical arrangements in industrial warehouses: two cases studies in Guarulhos-SP.** Adviser: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá.

Industrial production in Brazil has gradually evolved with technological advances and the implementation of public policies. The industrial park in the city of Guarulhos-SP has absorbed the technological advances and the advent of the country's policies. It stands out as an industrial city in a wide region with countless industries of different productive segments. In turn, the productive process is tied to the employer-employee relationship, that is, the performance of employees that can be affected by physical-environmental and projective-constructive aspects. In this sense, the objective of this research was to develop a systematic mapping in a metalworking industry (industrial shed A) and in a chemical industry (industrial shed B), both in Guarulhos-SP, and a diagnosis of these aspects. To this end, the Use Performance Assessment (UPA) was used as a guideline and approach to identify projective-constructive issues and adjustments made in factory environments. Functional checklists related to ISO 6241 (Building Performance Standard) and NBR 5674 (Building Maintenance Standard) were applied. In general, it was possible to verify that sheds A and B verify that sheds A and B present superficial anomalies, lack of maintenance in electrical installations, ventilation deficiencies, inadequate lighting, and internal flow problems. The issues identified affect on the production, safety, and well-being of workers. On the other hand, the administrative sectors of the two sheds have a good layout and compliance with the aspects mentioned. The sheds have regular conditions of use and the constructive problems observed can be solved by observing the requirements of ISO 6241 and NBR 5674. As a contribution to project verification and use of the UPA, a systematized procedure was developed and applied in the evaluation of industrial sheds, and their physical arrangements, which can serve as a reference for improving the performance of the studied sheds or as a guide to other similar projects and retrofits.

Keywords: Industrial sheds. Physical arrangements. Mapping environments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O processo tecnológico da indústria 4.0.	18
Figura 2 – Linha férrea ligando o Bairro Macedo e a Vila Galvão em 1940.	20
Figura 3 – Industrialização de Guarulhos na Rodovia Presidente Dutra em 1990. ...	21
Figura 4 – Bardella.	21
Figura 5 – Mapa da Região Metropolitana de São Paulo.	22
Figura 6 – Fases do SLP.	24
Figura 7 – Tipos de arranjos físicos.	26
Figura 8 – Claraboias industriais.	32
Figura 9 – Ventilação natural por efeito chaminé utilizada em industriais.	32
Figura 10 – Estratificação térmica com e sem uso de exaustor eólico industriais.	33
Figura 11 – Localização do galpão A no bairro de Bonsucesso em Guarulhos-SP. .	42
Figura 12 –Galpão industrial A na ZM-C do Município de Guarulhos-SP.	43
Figura 13 – Leiaute inicial do galpão industrial A.	44
Figura 14 – Interligação entre os dois galpões industriais, formando o galpão A.	45
Figura 15 – Fluxo de atividades do galpão industrial A.	46
Figura 16 – Janelas, zenitais e luminárias na área de produção do galpão A.	47
Figura 17 – Parede pintada na cor branca do setor de produção do galpão A.	48
Figura 18 – Cobertura com telha metálica galvanizada e policarbonato translúcido.	48
Figura 19 –Máquinas e equipamentos geradores de ruídos no galpão industrial A.	48
Figura 20 – Localização do galpão B no bairro de Cumbica em Guarulhos-SP.	49
Figura 21 –Galpão industrial B na ZPE-I do Município de Guarulhos-SP.	49
Figura 22 – Leiaute inicial do galpão industrial B.	50
Figura 23 – Setor de produção e moagem do pigmento (a) e setor de lavagem (b).	51
Figura 24 – Fluxo de atividades com o leiaute atual do galpão industrial B.	52
Figura 25 – Iluminação no galpão industrial B: uso de telhas translúcidas, superfícies brancas e janelas.	52
Figura 26 – Vista da cobertura metálica do galpão industrial B.	53
Figura 27 – Vista interna de máquinas e equipamentos do galpão industrial B.	53
Figura 28 – Fluxograma do galpão industrial A.	56
Figura 29 – Planta baixa de setorização do primeiro pavimento do galpão A.	57
Figura 30 – Planta baixa de setorização do pavimento térreo do galpão industrial A.	59
Figura 31 – Fluxograma do galpão industrial B.	60

Figura 32 – Planta baixa de setorização do pavimento térreo do galpão B.	61
Figura 33 – Mapeamento Visual evidenciado na planta baixa do primeiro pavimento (galpão industrial A).	67
Figura 34 – Mapeamento Visual evidenciado na planta baixa do pavimento térreo (galpão industrial A).	68
Figura 35 – Mapeamento Visual evidenciado na planta baixa do primeiro térreo (galpão industrial B).	69
Figura E1 – Produção.	104
Figura E2 – Manufatura.	104
Figura E3 – Estoque de materiais.	105
Figura E4 – Produção/moagem pigmento.	105
Figura E5 – Prod/moagem e secagem pigmento.	105
Figura E6 – Lavagem.	106
Figura E7 – Refeitório.	106
Figura E8 – Vestiário.	106
Figura E9 – Almoxarifado.	107
Figura E10 – Manutenção.	107
Figura E11 – Laboratório de pigmentação.	107
Figura E12 – Laboratório de pigmentação e antiespumante.	108
Figura E13 – Escritório.	108
Figura E14 – Sala de reuniões.	108
Figura E15 – Servidor.	109
Figura E16 – Área externa.	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelo de mapa de risco.	29
Quadro 2 – Requisitos de desempenho da ISO 6241.	35
Quadro 3 – Modelo de avaliação global do projeto do ambiente/setor.	56
Quadro 4 – Avaliação global do projeto e da construção (Galpão industrial A).	58
Quadro 5 – Avaliação global do projeto e da construção (Galpão industrial B).	60
Quadro 6 – Setores/ambientes de trabalho com registros das deficiências dos riscos observados durante as visitas técnicas ao Galpão A.	65
Quadro 7 – Setores/ambientes de trabalho com registros das deficiências dos riscos observados durante as visitas técnicas ao galpão B.	66
Quadro B1 – Avaliação global do projeto e da construção (Escritório)	84
Quadro B2 – Avaliação global do projeto e da construção (Sala de reuniões).	84
Quadro B3 – Avaliação global do projeto e da construção (Almoxarifado)	85
Quadro B4 – Avaliação global do projeto e da construção (Refeitório).	85
Quadro B5 – Avaliação global do projeto e da construção (Vestiário).	85
Quadro B6 – Avaliação global do projeto e da construção (Área de supervisão)	86
Quadro B7 – Avaliação global do projeto e da construção (Torneamento).	86
Quadro B8 – Avaliação global do projeto e da construção (Plainamento).	86
Quadro B9 – Avaliação global do projeto e da construção (Soldagem).	87
Quadro B10 – Avaliação global do projeto e da construção (Torneamento 1).	87
Quadro B11 – Avaliação global do projeto e da construção (Fresamento).	87
Quadro B12 – Avaliação global do projeto e da construção (Sala de afiação).	88
Quadro B13 – Avaliação global do projeto e da construção (Corte).	88
Quadro B14 – Avaliação global do projeto e da construção (Estoque de materiais).	88
Quadro B15 – Avaliação global do projeto e da construção (Descarte de materiais).	89
Quadro B16 – Avaliação global do projeto e da construção (Estacionamento).	89
Quadro B17 – Avaliação global do projeto e da construção (Área livre).	89
Quadro C1 – Avaliação global do projeto e da construção (Produção).	90
Quadro C2 – Avaliação global do projeto e da construção (Manufatura).	90
Quadro C3 – Avaliação global do projeto e da construção (Estoque de materiais)... ..	91
Quadro C4 – Avaliação global do projeto e da construção (Produção/moagem de	

pigmento).	91
Quadro C5 – Avaliação global do projeto e da construção (Produção/ moagem e secagem de pigmento).	91
Quadro C6 – Avaliação global do projeto e da construção (Lavagem).	91
Quadro C7 – Avaliação global do projeto e da construção (Refeitório).	92
Quadro C8 – Avaliação global do projeto e da construção (Vestiário).	92
Quadro C9 – Avaliação global do projeto e da construção (Almoxarifado)	93
Quadro C10 – Avaliação global do projeto e da construção (Manutenção).	93
Quadro C11 – Avaliação global do projeto e da construção (Laboratório de pigmentação).....	93
Quadro C12 – Avaliação global do projeto e da construção (Laboratório/produção de antiespumante).....	94
Quadro C13 – Avaliação global do projeto e da construção (Escritório).	94
Quadro C14 – Avaliação global do projeto e da construção (Sala de reuniões).	94
Quadro C15 – Avaliação global do projeto e da construção (Servidor).	95
Quadro C16 – Avaliação global do projeto e da construção (Área externa).....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADU – Avaliação de Desempenho em Uso

APO – Avaliação Pós-Ocupação

APP – Avaliação Pré-Projeto

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISO – *International Organization for Standardization*

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

PCP – Planejamento e Controle de Produção

RAIS-MTE – Relação Anual de Informações Sociais – Ministério do Trabalho e Emprego

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SLP – *Systematic Layout Planning*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização	14
1.2 Caracterização do problema	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo geral	16
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
1.5 Organização da dissertação	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Linha do tempo das revoluções na área industrial	17
2.2 A industrialização no Brasil	18
2.3 Indústrias no município de Guarulhos-SP	20
2.4 A importância do planejamento em indústrias	22
2.5 Planejamento sistemático de leiaute (SLP)	23
2.6. Tipos de arranjos físicos.....	25
2.7 A variedade de ambientes de trabalho em indústrias.....	27
2.7.1 Projetos de indústrias e gestão de riscos	29
2.7.2 Ergonomia	30
2.8 Fatores ambientais.....	30
2.8.1 Temperatura.....	31
2.8.2 Iluminação natural e artificial.....	31
2.8.3 Ventilação e qualidade do ar	32
2.8.4 Acústica.....	33
2.9 Avaliação de desempenho em uso (ADU).....	33
2.9.1 Aplicações da ADU em indústrias	34
2.10 Aspectos normativos	35
2.10.1 ISO 6241	35
2.10.2 NBR 5674.....	37
3. METODOLOGIA	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1.1 Mapa do primeiro arranjo físico	43
4.1.2 Mapeamento do arranjo físico atual	45

4.1.3 Diagnóstico do galpão industrial A	45
4.2 Galpão industrial B	48
4.2.1 Mapa do primeiro arranjo físico	50
4.2.2 Mapeamento do arranjo físico atual	50
4.2.3 Diagnóstico do galpão industrial B	51
4.3 Considerações adicionais sobre os galpões	53
4.4 Observação <i>in loco</i>	54
4.4.1 Métodos de avaliação técnica	55
4.4.2 Análise <i>walkthrough</i>	55
4.4.3 Considerações sobre os resultados	62
4.4.4 Mapeamento visual	63
4.4.5 Apresentação dos resultados do mapeamento visual no galpão industrial A... 64	
4.4.6 Apresentação dos resultados do mapeamento visual no galpão industrial B... 65	
4.5 Considerações sobre os resultados	66
4.6 Recomendações gerais para os arranjos físicos estudados	66
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
5.1 Limitações da pesquisa	71
5.2 Contribuições da pesquisa	71
5.3 Sugestões para trabalhos futuros.....	72
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICES	78
APÊNDICE A.....	78
APÊNDICE B.....	84
APÊNDICE C.....	90
APÊNDICE D.....	96
APÊNDICE E.....	104

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Muitos operários industriais ainda trabalham em locais físico-ambientalmente inadequados. Melhorias e adaptações de layouts de fábricas favorecem as condições de ergonomia e o desempenho dos funcionários, pois as características de naturezas comportamental e ambiental dos locais fabris afetam a produção (SMITH, 1994). A indústria deve oferecer meios de responder às exigências das partes envolvidas no processo produtivo, além de atender necessidades físico-ambientais como, por exemplo, conforto ambiental, bem-estar, saúde e segurança.

Para atender as necessidades físico-ambientais no desenvolvimento do projeto arquitetônico de um galpão industrial, é importante que o cliente industrial também reconheça, dê ênfase e inclua aspectos projetuais-constructivos como conforto ambiental, ergonomia, flexibilidade e segurança em paralelo com a estética dos ambientes industriais (BRUNA, 2011) e com uma localização adequada para ter um processo produtivo sustentável.

Inúmeros são os desafios encontrados pelos arquitetos nas diversas etapas do projeto industrial. Em geral a superação dos desafios na arquitetura industrial se volta principalmente para a organização espacial, ou seja, para a melhor disposição dos arranjos físicos, a fim de favorecer o processo produtivo, em consonância com as condições ambientais e de saúde e segurança dos trabalhadores.

1.2 Caracterização do problema

No Brasil, a arquitetura industrial não recebe a mesma importância que se dá a projetos arquitetônicos de outros tipos de edificações. Em geral, a espacialidade das indústrias e a dinâmica de constantes avanços tecnológicos demandam atenção redobrada em projetos de ambientes fabris, principalmente no que se refere à tridimensionalidade na organização dos espaços constructivos e operacionais (CAMARGO, 2008). Para favorecer o processo produtivo no ambiente fabril e satisfazer os trabalhadores, é essencial a otimização do desempenho dos arranjos físicos.

Muitos dos problemas de arranjos físicos nos ambientes fabris estão relacionados com os aspectos projetual/constructivo e físico-ambiental. Associados a

deficiências no conjunto dos projetos ou nos planejamentos de obras, eles tendem a induzir aumentos nos custos e perdas de produtividade nas operações nos ambientes industriais, afetando de forma negativa o processo produtivo nos locais de trabalho (GRIZANTI, 2010).

Especificamente para a arquitetura industrial, optar por projetos padronizados é um grande desafio em relação aos galpões industriais, em face dos requerimentos de espacialidade e de conformidades relacionadas com conforto ambiental, ergonomia e segurança (RHEINGANTZ, 2008). Para auxiliar no diagnóstico, servir de diretriz e fundamentar recomendações, a metodologia denominada Avaliação de Desempenho em Uso (ADU)¹ é uma abordagem experimental para estudar casos relacionados com ambientes fabris.

No Brasil, a arquitetura industrial merece mais atenção devido ao importante papel das indústrias para o desenvolvimento nacional, seja em aspectos econômicos, sociais, culturais e ou tecnológicos em todo o País. A isso se acrescenta que as políticas econômicas e tecnológicas brasileiras reconhecem o papel-chave do processo industrial, incentiva novos investimentos às economias locais e favorece a modernização de determinados processos produtivos.

Observados o contexto e a caracterização, uma pesquisa de campo com mapeamento de arranjos físicos foi realizada em dois galpões industriais no Município de Guarulhos-SP.

1.3 Justificativa

O mapeamento de arranjos físicos em galpões industriais é um tema que envolve complexidades e inúmeras variáveis, numa abordagem simultânea dos seus aspectos projetual-construtivo e físico-ambiental. Apoiar-se na ADU é um caminho para superar dificuldades e contribuir com a arquitetura industrial, pois das análises

¹ ADU é a avaliação de desempenho que considera a avaliação do pesquisador junto ao usuário para diversas tipologias arquitetônicas, dentre elas a industrial, sendo fundamental para corrigir ou antever falhas de desempenho do ambiente construído, inclusive na fase de projeto (ORNSTEIN, 2018). A ADU objetiva assegurar no ambiente construído o desempenho adequado ao usuário, mediante referenciais normativos com os quais se estabelecem requisitos e critérios a serem observados pelos arquitetos nos projetos.

de casos estudados podem-se extrair recomendações para projetos e *retrofits* de galpões industriais similares.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Compreender e analisar necessidades relacionadas com o estabelecimento e a sistematização de processos para adequação de arranjos físicos em galpões industriais.

1.4.2 Objetivos específicos

- Estudar tipos de arranjos físicos e suas implicações em projetos de arquitetura para galpões industriais
- Entender o contexto de arranjos físico-ambientais para locais de trabalho em unidades industriais
- Produzir mapas dos arranjos físico-ambientais dos locais de trabalho em dois galpões industriais

1.5 Organização da dissertação

Estruturado em capítulos, o primeiro capítulo do trabalho introduz o assunto, caracteriza o problema, justifica o tema e apresenta os objetivos.

O segundo capítulo abrange uma revisão de literatura para a compreensão do processo industrial desenvolvido em diferentes contextos, o planejamento em indústrias e os tipos de arranjos físicos, a complexidade dos ambientes de trabalho - principalmente a gestão de riscos e os fatores ambientais, e contextualizada a Avaliação de Desempenho em Uso (ADU).

O terceiro capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

O quarto capítulo apresenta os resultados dos dois estudos de casos em Guarulhos.

O quinto apresenta as considerações finais e sugestões para outros trabalhos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Linha do tempo das revoluções na área industrial

O desenvolvimento tecnológico na Europa Ocidental ocorreu entre 1760 e 1850, durante a Primeira Revolução Industrial. Nesse período, estabeleceu-se uma nova compatibilização entre a sociedade e o meio, possibilitando o surgimento de novas formas de produção que mudaram toda a caracterização da indústria (OLIVEIRA, 2004). À época, os trabalhadores ficavam submetidos a condições insalubres como, por exemplo, posturas inconvenientes, falta de ventilação, iluminação natural precária, altas temperaturas internas, falta de limpeza, falta de segurança e uniformes inadequados, ficando propensos a doenças respiratórias devido a alguns desses fatores (FROTA, 2007). Essa condição industrial era caracterizada principalmente pela substituição da energia devida ao esforço físico humano para a energia a vapor, eólica e/ou hidráulica. Outra característica que transformou esse cenário foi a substituição da produção artesanal (manufatura) pela produção industrial mecanizada (maquinofatura), ocasionando novas relações de trabalho entre empregado e empregador (CAMAROTTO, 1996), culminando na redução do tempo de produção industrial e, portanto, no aumento da produtividade.

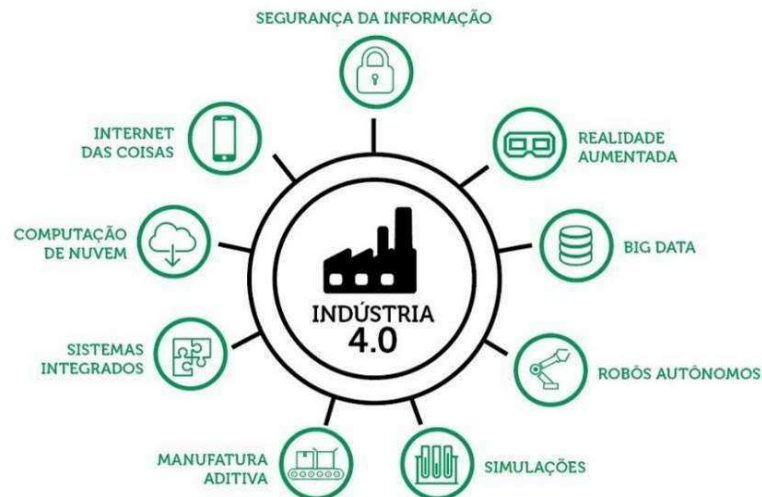
A Segunda Revolução Industrial, de meados de 1850 à Segunda Guerra Mundial, é caracterizada principalmente pelo aperfeiçoamento das tecnologias até então existentes. Nesse período, ocorreu a adesão industrial às novas tecnologias, que por sua vez favoreceram o aumento da produtividade e em grandes lucros para as indústrias (SIEGEL, 2003). As invenções desse período estão relacionadas ao uso do petróleo como fonte de energia para motores a combustão. Além disso, a eletricidade também foi um importante elemento para impulsionar o funcionamento de motores de máquinas industriais e outros meios de produção.

A Terceira Revolução Industrial, dos pós Segunda Guerra Mundial ao fim dos anos 1970, foi evidenciada por avanços tecnocientíficos, representou um novo patamar para o processo produtivo industrial e se consolidou com o capitalismo financeiro (RIFKIN, 2014). Com o passar do tempo, as relações de trabalho nas indústrias mudaram. Os empregadores passaram a focar no interesse de bater metas de produtividade por meio de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) para fomentar cada vez mais bens produzidos no ambiente de trabalho (COGGIOLA,

2010).

A Quarta Revolução Industrial, do fim dos anos 1970 aos dias atuais, tem como característica a transição para novos sistemas construídos diante da estrutura da revolução digital no processo produtivo, com destaque para a nanotecnologia, a robótica e a inteligência artificial (SCHWAB, 2016). Este tipo de processo produtivo envolve sistemas integrados para minimizar o desperdício de bens produzidos ao eliminar de forma racional operações desnecessárias (CLINE, 2017). O processo produtivo de sistemas integrados contribui de forma eficiente ao responder às incertezas e às alterações de demanda, gerando novos modelos operacionais (Figura 1).

Figura 1 – O processo tecnológico da indústria 4.0.



Fonte: SCHWAB (2016).

2.2 A industrialização no Brasil

Como nação em desenvolvimento, o Brasil está quase um século atrasado, industrial e tecnologicamente, com relação a países que ingressaram no processo de industrialização desde a Primeira Revolução Industrial (VESENTINI, 2008). As indústrias brasileiras se desenvolveram a partir de mudanças estruturais do ponto de vista econômico, social e político, principalmente após 1930, quando a crise mundial de 1929 impossibilitou o país de continuar operando no tradicional modelo primário de país exportador (VESENTINI, 2008).

Somente após a Segunda Guerra Mundial o Brasil passou a produzir regularmente bens de produção, bens de capital e bens de consumo. Isso levou a

participação de cada setor a contínuas mudanças da estrutura das indústrias brasileiras denominadas 'indústrias dinâmicas', em contraposição às 'indústrias tradicionais', que representavam 40% do percentual industrial no País e tiveram sua participação reduzida em termos de capital. A produção industrial de empresas de grande porte, principalmente as indústrias de transformação, concentrou-se na Região Sudeste, no eixo Rio-São Paulo. Nessa fase após a Segunda Guerra Mundial, a ênfase nessa região do Brasil consistiu em realizar grandes investimentos e boa infraestrutura para dar suporte à expansão industrial brasileira, com destaque para rodovias, ferrovias, portos e energia elétrica. Isso permitiu a instalação de indústrias de diferentes segmentos como, por exemplo, química, metalomecânica, automobilística, têxtil e farmacêutica.

Nos anos de 1980, o Brasil já possuía um parque industrial com uma indústria de bens de capital diversificado, mas pouca competitividade internacional decorrente da excessiva verticalização das indústrias. Em segmentos como metalomecânico, têxtil e químico, a escala de produção era insuficiente, além da defasagem temporal relacionada à capacidade tecnológica nos demais segmentos da indústria nacional (FONSECA, 2018).

Nos anos de 1990, o processo de industrialização brasileiro foi marcado por reformas estruturais e abertura econômica, desencadeando um ambiente seletivo entre as indústrias de máquinas e equipamentos, mudanças do paradigma tecnológico e um processo de reestruturação produtiva (GUERRERO, 2018). Dentre os efeitos da abertura econômica, está o processo relacionado à concorrência e competitividade de importações. Esse cenário impôs a atenuação do mercado e a concretização dos fabricantes de máquinas e equipamentos com maiores capacidades tecnológicas e financeiras, bem como aumentos na produtividade.

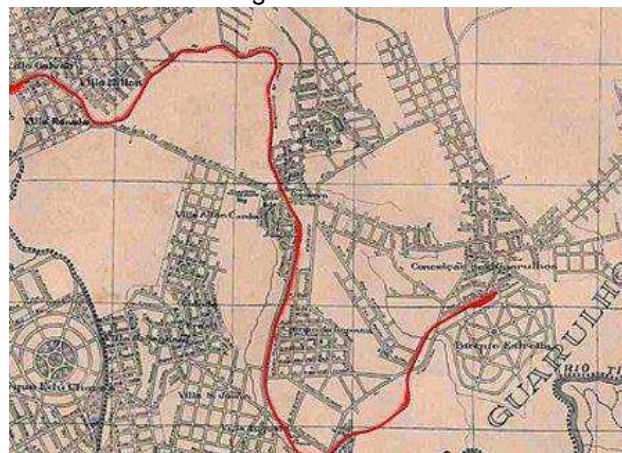
Sob tal contexto, Kupfer (2010) afirma que as indústrias brasileiras mais afetadas pela flexibilização comercial foram as indústrias de pequeno porte, pois sua escala de produção era pouco modificada, não sendo competitiva em relação ao regime de concorrência, diferentemente do que ocorre com indústrias desse tipo em países desenvolvidos. Diante disso, a indústria nacional procurou realizar inovações de processos tecnológicos e de gestão visando reorganizar sua estrutura produtiva industrial para atender a um mercado cada vez mais global, o que levou a novas políticas industriais nos anos 2000, condicionadas às tecnologias e atividades inovadoras.

2.3 Indústrias no município de Guarulhos-SP

Ao ser elevado à categoria de município em 1880, Guarulhos tinha como base em sua economia as atividades agrossilvipastoris, situação que veio a se modificar a partir dos anos de 1920, quando recebeu intensa quantidade de imigrantes italianos, portugueses, espanhóis, alemães, japoneses, chineses, judeus e sírio-libaneses (OMAR, 2008).

Em 1938, indústrias de grande porte, como *Norton Meyer* e *Harlo* do Brasil, instalaram-se em Guarulhos, reorientando a caracterização da economia do município em decorrência da política de substituição das importações do primeiro Governo Vargas, demonstrando tendência ao crescimento industrial. Em 1940, outras indústrias foram instaladas no município, dentre elas a Aro e a Maffei (SANTOS, 2006). Segundo Omar (2008), a industrialização no município de Guarulhos obteve forte crescimento na década de 1940, chegando a representar 70% de indústrias instaladas, concentrando-se principalmente na região central, com um eixo de ligação do bairro do Macedo à Vila Galvão. Consolidou esse processo de industrialização a inserção da linha férrea denominada “*Trainway* da Cantareira” (Figura 2), interligava o centro de Guarulhos, passando pela Vila Galvão, à Cantareira I (atual bairro do Jaçanã, Zona Norte de São Paulo). Ao longo dessa linha, um número significativo de indústrias foi se instalando (RIBEIRO, 2006). Nos anos de 1970, muitas indústrias instalaram-se ao longo da Rodovia Presidente Dutra, destacadamente na Cidade Satélite Industrial de Cumbica, em 1947 (OMAR, 2008).

Figura 2 – Linha férrea ligando o Bairro Macedo e a Vila Galvão em 1940.



— Linha férrea “*Trainway* da Cantareira”

Fonte: RIBEIRO (2006).

Na década de 1990, a industrialização de Guarulhos intensificou-se devido ao

contexto político-estatal e ao incentivo à indústria de base. A Rodovia Presidente Dutra, grande precursora da explosão industrial e populacional do município, facilitou a ligação logística de Guarulhos, localizada entre São Paulo e Rio de Janeiro, dando agilidade no escoamento dos produtos de diversas indústrias (Figura 3). Nessa década, foram instaladas grandes indústrias dentre elas a *Bardella* (Figura 4). Nos anos de 2000, a industrialização do Município de Guarulhos percorreu os mesmos passos do desenvolvimento da industrialização do País, caracterizada por ser um grande polo industrial devido a diversas indústrias de bens de consumo e de transformação, modificando totalmente o seu perfil socioeconômico.

Guarulhos integra a Região Metropolitana de São Paulo (Figura 5), sendo a segunda mais populoso do estado (atrás apenas da capital) e o 13º do Brasil (IBGE, 2019). Destaca-se como um dos maiores parques industriais do Brasil -mais de 4000 indústrias de diversos segmentos (RAIS-MTE, 2019) e se consolida num importante eixo industrializado no Estado e no Brasil.

Figura 3 – Industrialização de Guarulhos na Rodovia Presidente Dutra nos anos de 1990.



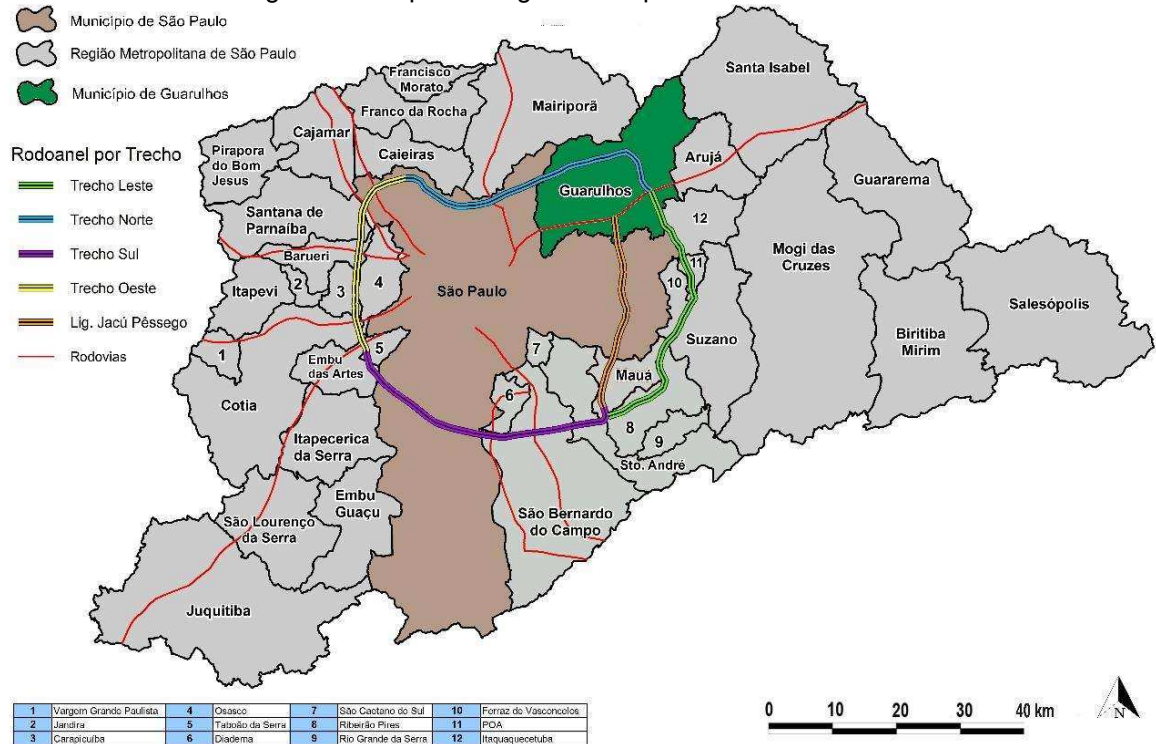
Fonte: <https://mapio.net/images-p/60442391.jpg> (2020).

Figura 4 – Bardella.



Fonte: <https://investidorsardinha.r7.com/wp-content/uploads/2020/05/bardella-s-a-bdII3-bdII4-2.jpg> (2020).

Figura 5 – Mapa da Região Metropolitana de São Paulo.



Fonte: https://www.maua.sp.gov.br/PerfilMunicipal/Arquivos/grande_sp_localizacao_maua_p.jpg (2020). Adaptado pelo autor.

2.4 A importância do planejamento em indústrias

A Revolução Industrial, marco no desenvolvimento do setor produtivo moderno, implicou na criação de indústrias com a utilização de máquinas e equipamentos e a movimentação de trabalhadores dentro dos locais de trabalho.

No início do século XX, as técnicas de administração marcaram o domínio industrial e consolidaram sua hegemonia por meio de técnicas e instrumentos de gestão da produção (MOREIRA, 2011).

Um princípio da administração de um sistema de manufatura é ampliar a funcionalidade da produção, que depende exclusivamente da complexidade do produto a produzir, além de buscar a qualidade das matérias-primas dentro de um sistema produtivo eficiente, em locais de trabalho flexíveis que constituem o sistema de produção (ALMEIDA, 2010). Ou seja, um sistema produtivo envolve diversos critérios que são determinados no projeto do produto e não são inalteráveis mediante as diversas variáveis que devem ser reparadas ou aperfeiçoadas.

É por meio da disposição eficiente do arranjo físico que fatores complexos se

integram numa edificação industrial² para atingir os objetivos de produtividade e atendimento à demanda e minimizar os desperdícios (SAKA, 2014).

Segundo Abraham (2013), o fundamento para a eficiência de um processo produtivo numa indústria está atrelado ao planejamento do arranjo físico, que relaciona as atividades envolvendo os fluxos de material e de cargas de trabalho. Soma-se a isso, promover a melhoria da organização espacial do arranjo físico, o qual deve conduzir à redução ou à eliminação de perdas no processo produtivo (KUBER, 2014).

Cerqueira (2001) afirma que intervenções no ambiente fabril têm como resultado a melhoria da qualidade interna dos locais, para contribuir de maneira expressiva com os espaços e favorecer um melhor desempenho das edificações industriais.

2.5 Planejamento sistemático de leiaute (SLP)

Um projeto de leiaute industrial consiste no planejamento do arranjo físico dos locais de trabalho (TOMPKINS, 2010), constituindo um sistema lógico para a melhoria contínua e a eficiência do processo produtivo, mediante a disposição físico-ambiental dos recursos (materiais, mobiliários, máquinas e equipamentos). Dessa forma, determina-se a adequação dos fluxos para os processos e atividades envolvidas na realização de um produto ou serviço.

Uma metodologia que tem grande aplicabilidade no projeto e no reprojeto de arranjos físicos é o Planejamento Sistemático de Leiaute ou *Systematic Layout Planning* (SLP). O SLP consiste na estruturação de fases por meio de um modelo de procedimentos com uma série de combinações para identificar, avaliar e observar os elementos e as áreas envolvidas no planejamento.

A aplicação do SLP permite uma melhoria contínua do fluxo de material no processo produtivo mais barato, com redução de material, sistematizando a disposição do leiaute do global até os locais de trabalho. Essa metodologia consiste

² Edificação industrial é o espaço físico no qual se desenvolvem as atividades de produção do ambiente fabril e engloba todo o entorno físico-ambiental e comportamental para um ou mais trabalhadores (GRIZANTI, 2010).

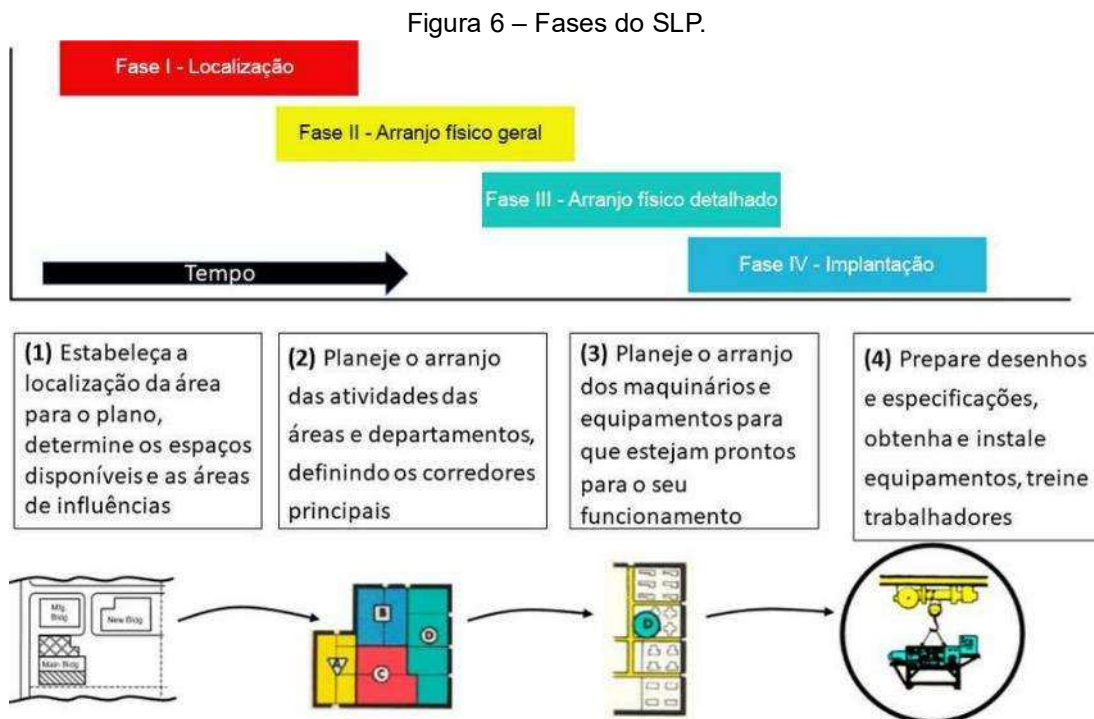
nas seguintes fases (Figura 6):

I – localização – define a área onde será instalado o novo leiaute;

II – arranjo físico geral – define a organização de todas as áreas, os fluxos e as inter-relações;

III – arranjo físico detalhado – define o local onde serão instalados os mobiliários, máquinas e equipamentos, com toda a estrutura para o processo produtivo;

IV – implantação – executa todo o planejamento realizado previamente.



Fonte: TOMPKINS (2010).

Tompkins (2010) sugere o uso do SLP, um dos métodos mais práticos para organizar e redistribuir os elementos do sistema produtivo, percorrendo-se os seguintes passos:

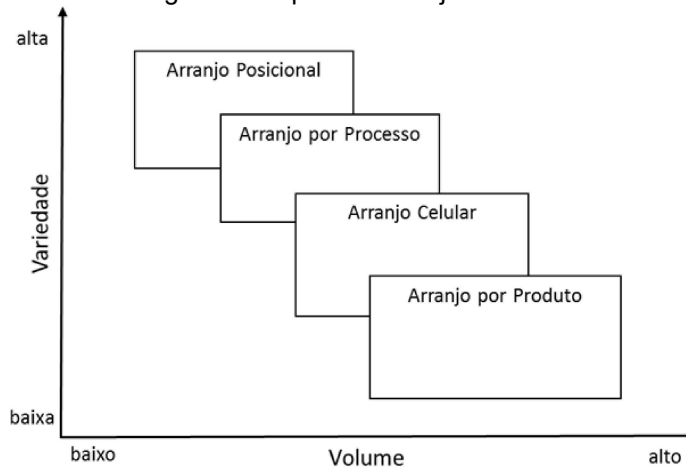
1. Dados de entrada – as variáveis que devem ser resolvidas antes do início da análise;
2. Fluxo de materiais – o elemento principal para o projeto, permite identificar vários aspectos como, por exemplo, fluxos, áreas, sequências de operações, velocidades e deslocamentos;
3. Inter-relação de atividades – o meio de promover a identificação das necessidades de proximidades entre os postos de trabalho, tendo o diagrama de relações como sua principal ferramenta, além de utilizar uma escala de gradação

- de prioridades de proximidade;
4. Diagrama de inter-relações — permite o mapeamento dos fluxos dos materiais e as principais ligações que os postos de trabalho devem ter; as ligações são feitas por meio de linhas, sendo a quantidade de linhas diretamente relacionada à importância de um posto para o outro, utilizando a escala definida na etapa anterior;
 5. Espaço necessário — o espaço a ser utilizado por maquinários e equipamentos;
 6. Espaço disponível — o espaço que poderá ser utilizado por maquinários e equipamentos;
 7. Diagrama de inter-relações de espaços — apresenta um arranjo físico prévio, levando em consideração que já houve balanceamento de espaços;
 8. Considerações de mudanças — importante fase que dá ao projetista a oportunidade de avaliar necessidades e métodos de movimentação dentro de cada setor;
 9. Limitações práticas — trata de avaliar custos, viabilidade, segurança e outras limitações;
 10. Avaliação de alternativas — na avaliação final, além do bom senso para a escolha, deve-se ponderar pontos fundamentais entre limitações e benefícios.

2.6. Tipos de arranjos físicos

Um fator para o sucesso em qualquer indústria é o tipo de arranjo físico utilizado nas linhas produtivas, principalmente quanto à movimentação de trabalhadores e materiais, à flexibilidade, à qualidade e às condições ambientais e de segurança nos locais de trabalho (JOHNSTON, 2009). O planejamento e a disposição do fluxo produtivo numa instalação são caracterizados por meio da formação dos centros de trabalho, cujo arranjo físico se vincula a características do produto e da quantidade (volume e variedade). A sequência de operações e de movimentação própria de cada processo produtivo e a organização de mobiliários, máquinas, equipamentos, informações, expedição e transportes podem ser configurados (Figura 7) sob a forma de arranjo físico posicional, por processo, celular, por produto ou por uma combinação destes.

Figura 7 – Tipos de arranjos físicos.



O arranjo físico posicional é caracterizado por não possuir significativa movimentação por produto acabado, ou seja, o processo de transformação das matérias-primas para o produto final ocorre de maneira interrompida. O arranjo físico posicional corresponde aos bens transformados que possuem mobilidade muito baixa; além disso, o produto fica alocado e os bens de transformação se movem diante de suas necessidades (JOHNSTON, 2009). Devido à falta de mobilidade do bem transformado, a produção é feita em função de condições de peso, dimensões e formato. Assim, os projetos devem ser desenvolvidos considerando-se o baixo volume de produção ou pelo fato de a produção ocorrer em épocas estacionais. Para tanto, este tipo de arranjo físico permite grande nível de personalização, com baixa movimentação do bem transformado, alta movimentação de trabalhadores e equipamentos, mão-de-obra de grande especialização e baixa produção, o que tende a dificultar o planejamento no controle da produção.

O arranjo físico por processo caracteriza-se pelas necessidades e combinações dos bens transformados, os quais predominam nas tomadas de decisão para o desenvolvimento dos projetos. Nesse tipo de arranjo físico, os bens transformados se mobilizam entre os processos, conforme as direções estabelecidas, devendo-se reservar especial atenção à variação dos fluxos, para que se possa realizar diversos roteiros nos e entre os ambientes fabris.

No arranjo físico celular, os bens transformados são movimentados para uma área típica de operação (célula), onde todos os recursos necessários à transformação estão presentes. A célula permite boa flexibilidade e eficiência e redução do estoque por processo com menos movimentação para a otimização dos trabalhadores.

O arranjo físico por produto consiste na acomodação dos recursos transformadores para atender às especificidades do que é requerido para fazer cada produto; assim, tem-se um roteiro pré-estabelecido, fixo, no qual predomina o deslocamento dos bens transformados para se obter cada produto (JOHNSTON, 2009). Este tipo de arranjo físico caracteriza-se por alto nível de padronização, pouca flexibilização e produção contínua, requer condições para alta produtividade, ficando a movimentação no decorrer dos processos restrita aos bens transformados. É um arranjo condicionado a mão-de-obra especializada e operações contínuas.

Como se pode depreender desses quatro tipos básicos, as decisões no planejamento de um arranjo físico repercutem principalmente na capacidade da instalação e na produtividade, geram implicações no fluxo de entidades, devendo as informações levar à redução de riscos de acidentes no ambiente de trabalho, tanto na instalação como na etapa de funcionamento do ambiente construído.

2.7 A variedade de ambientes de trabalho em indústrias

As atribuições do ambiente de trabalho em indústrias e os recursos envolvidos na composição dos arranjos físicos demandam análises multivariadas para evitar condições genéricas na fabricação de produtos e podem conter processos exclusivos e diversidade relevante. Assim, há que se observar em cada indústria as características próprias relacionadas com saúde, segurança, salubridade, conforto e a questões atreladas à dependência de mão-de-obra. No arranjo físico das linhas de produção, um alerta se refere aos vínculos das condições de conforto (lumínico, higrotérmico, auditivo, qualidade do ar e ergonômico) em termos de ambiente construído, máquinas e equipamentos e suas implicações no processo de produção.

Certamente, as necessidades multidisciplinares presentes na configuração dos arranjos físicos de produção ainda constituem um cenário pouco explorado na arquitetura industrial, principalmente no que se refere ao que se pode investir para qualificar o ambiente fabril. O arquiteto envolvido no processo projetual-constructivo se depara com 'vetos industriais', ou seja, não obter informações suficientes para o processo de projeto por limitação ou impedimento no acesso a ambientes fabris ou mesmo por despreparo dos seus gestores em lidar com os requerimentos técnicos e sociolaborais. Outras vezes, o próprio desenho de um arranjo físico existente não está disponível, o que dificulta o trabalho do arquiteto que atua em *retrofits* do espaço fabril. Entretanto, também se depara com arranjos físicos de produção projetados por

engenheiros de produção sem levar em conta o repertório arquitetônico; nessas vezes, a percepção projetual-construtiva adequada e necessária para a análise do ambiente fabril e para o projeto é que define a linha de produção, o mapa de fluxo de materiais e toda a sequência de produção (PADIN, 2009).

Como um centro de atividades de transformação e bens, a edificação industrial precisa ser bem planejada, da definição da implantação ao detalhamento executivo, inclua conforto, segurança e bem-estar dos trabalhadores (BRUNA, 2011), pois o partido arquitetônico fabril envolve questões complexas de processos industriais, ergonomia e aspectos ambientais e tecnológicos.

No projeto industrial, é essencial, efetivamente, conjugar os requisitos dos usuários e de desempenho no arranjo físico dos processos produtivos de um sistema de produção, com os fatores rapidez, custos baixos e flexibilidade no ambiente de produção. Assim, ao cliente industrial passa a ser comum, e simultâneo, satisfazer as necessidades dos trabalhadores nos ambientes de trabalho e dar importância aos múltiplos fatores arquitetônico-construtivos e produtivos do ambiente fabril.

Quanto à natureza multidisciplinar dos projetos de arquitetura industrial para gerar desempenho e satisfação dos trabalhadores, necessário é compatibilizar no planejamento da organização dos espaços, e na sua constituição material, os aspectos físicos-ambientais aliados ao atendimento dos interesses e objetivos dos empreendedores. Isso inclui, ainda, observar no desenvolvimento do projeto os requisitos de segurança e saúde das normas regulamentadoras do trabalho, e particularmente aqui os ambientes industriais metalomecânicos e químicos.

Nesses segmentos, são normas regulamentadoras a observar: NR-08 (edificações); NR-09 (avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos); NR-10 (segurança em instalações e serviços em eletricidade); NR-11 (transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais); NR-12 (segurança em máquinas e equipamentos); NR-13 (caldeiras e vasos de pressão); NR-14 (fornos); NR-15 (atividades e operações insalubres); NR-16 (atividades e operações perigosas); NR-17 (ergonomia); NR-18 (condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção); NR-19 (explosivos); NR-20 (segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis); NR-23 (proteção contra incêndios); NR-24 (condições de higiene e conforto nos locais de trabalho); NR-25 (resíduos industriais); NR-26 (sinalização de segurança); NR-33 (segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados); NR-34 (condições e meio ambiente de

trabalho na indústria da construção e reparação e desmonte naval); NR-35 (trabalho em altura).

2.7.1 Projetos de indústrias e gestão de riscos

O projeto de uma edificação industrial concentra fases importantes como o desenvolvimento conceitual, o detalhamento e a análise das alternativas, em cada uma atendendo-se os requisitos de segurança a serem cumpridos (NOHARA, 2002). Para isso, a gestão de riscos no projeto inicia-se com a identificação dos possíveis desvios de processos, de condições inseguras, de camadas de proteções contra falhas e outros efeitos danosos ao ambiente fabril.

Nos ambientes fabris de uma indústria, de modo geral, é muito importante observar na gestão de riscos o processo de exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos para se avaliar, reduzir ou eliminar os riscos e, assim, identificar os perigos e prevenir acidentes e incidentes (Quadro 1). Em particular, uma indústria química possui grande quantidade de produtos químicos, devendo a atenção ser principalmente quanto a explosões e incêndios (queimaduras).

Quadro 1 – Modelo de mapa de risco.

Legenda Mapa de Risco		
Grupo de Risco	Cor	Tamanho do Risco
Físico		  
Químico		
Biológico		
Ergonômico		
Acidente		
		Pequeno Médio Grande

Fonte: NR9 (2020).

As edificações industriais têm tido alguns avanços na área de projeto e informações para otimizar o custo, a produção, o planejamento, além de fatores relacionados à saúde e segurança (GAITHER, 2006). Mas ainda existem lacunas relacionadas à saúde e segurança na implementação de projetos industriais, a saber:

- agrupamento de trabalhadores para a mão de obra;
- condições insalubres no ambiente de trabalho;
- qualificação de mão-de-obra no ambiente de trabalho;
- movimentações de materiais e equipamentos no ambiente de trabalho;
- intervenções nas áreas operacionais;
- quantidade de frentes de trabalho.

Para reduzir os riscos à saúde e segurança, o processo de projeto deve considerar a possível aplicação de métodos de industrialização, entre eles:

- uso de automação nos ambientes fabris;
- racionalização das movimentações de materiais e equipamentos;
- redução nas intervenções nas áreas operacionais;
- redução de incidentes e acidentes no ambiente de trabalho;
- potencialização de melhores condições de saúde e segurança no ambiente de trabalho.

2.7.2 Ergonomia

O universo da ergonomia considera a caracterização geral do homem para que máquinas, equipamentos e dispositivos técnicos estejam em melhores condições para os trabalhadores. A ergonomia nas indústrias, como processo, ocorre em diferentes formas, dependendo do tipo da organização e de suas políticas (HAGG, 2003), devendo ser implementada com compromisso na melhoria contínua, alinhada com os processos de produção, manutenção, saúde e segurança.

Em termos de projeto, os objetivos a serem cumpridos e o contexto no qual ocorrem diferentes etapas do trabalho, deve ser tratada e incluída como ergonomia de concepção, de correção, de conscientização e ou de participação (IIDA, 2005).

A NR-17 estabelece parâmetros para permitir a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado como, por exemplo: levantamento, transporte e carga de materiais; mobiliário, máquinas, equipamentos; condições ambientais nos locais de trabalho; organização do trabalho.

2.8 Fatores ambientais

Os principais fatores que influenciam as condições ambientais dos locais de trabalho em edificações industriais são: densidade de pessoas no ambiente fabril; correntes de ar; ar seco ou úmido; ar abafado; temperatura; má qualidade do ar interno; barulho; desconforto causado pela luz natural ou artificial; luz insuficiente ou excessiva (GIFFORD, 2000). No ambiente de trabalho, temperatura, iluminação natural e artificial, qualidade do ar e acústica são itens fundamentais para qualificar um espaço industrial.

2.8.1 Temperatura

O bem-estar higrotérmico dos trabalhadores (sensação de calor e frio) depende de fatores relacionados com: temperatura efetiva (°C), umidade relativa (%) e movimento do ar (m/s); irradiação térmica do entorno; vestimenta; atividades do trabalho (metabolismo). Como exemplo, altas temperaturas influem no rendimento (produtividade) dos trabalhadores, enquanto o frio pode afetar negativamente a saúde dos funcionários. No caso dos ambientes de escritórios administrativos, as temperaturas devem estar na faixa de 23 a 26°C.

2.8.2 Iluminação natural e artificial

A iluminação atua diretamente nas atividades desenvolvidas no ambiente de trabalho. No caso da iluminação natural, sua dinâmica fornece uma sensação visual agradável aos trabalhadores ao longo da jornada de trabalho; de outra parte, ainda que a iluminação artificial produza uniformidade no desempenho das tarefas, a ausência de dinamismo pode afetar a saúde, o humor e o rendimento do trabalhador. Para evitar incômodos ou danos visuais ao operário, é fundamental que o projeto de ambientes fabris leve em conta a integração desses dois modos de iluminação, atuando diretamente nos fatores construtivos e instalações que as promovem e as eficientizam.

Nos anos de 1990 a 2000, muitas edificações industriais no Brasil modernizaram-se em razão da economia nacional e da globalização, principalmente no Estado de São Paulo, onde diversos segmentos industriais investiram significativamente em projetos arquitetônicos de médio e grande porte. Nos projetos de modernização e busca de eficiência construtiva e ambiental, as indústrias de grande porte apresentavam: pé-direito alto, implantação ampla, sistemas construtivos pré-fabricados modulares, espaços longos sem divisões internas, maior flexibilidade e possibilidade de oferecer modificações no leiaute. Em muitos casos, as aberturas laterais, quando existentes, não eram suficientes para fornecer iluminação natural internamente; desta forma, muitas edificações industriais dependiam de claraboias para iluminação natural (Figuras 8).

Figura 8 – Claraboias industriais.

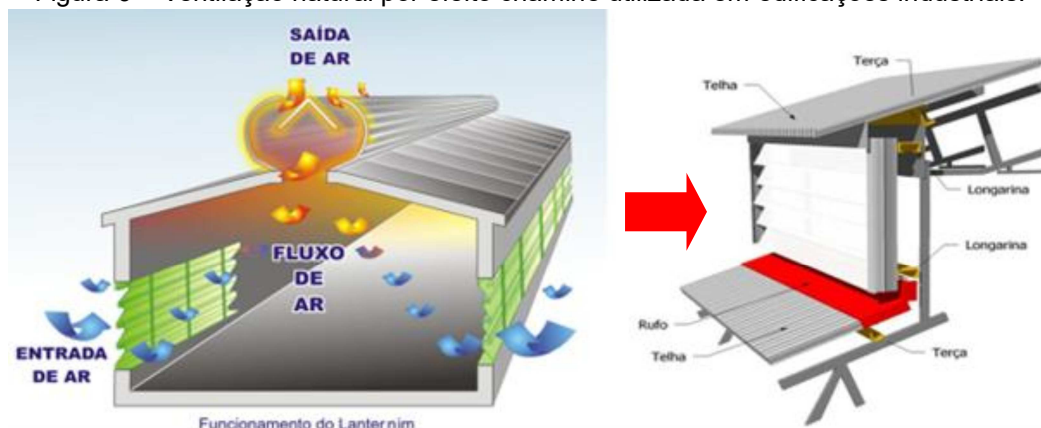


Fonte: <https://www.weg.net/tomadas/blog/wp-content/uploads/2019/01/claraboias-6.jpg> (2020).

2.8.3 Ventilação e qualidade do ar

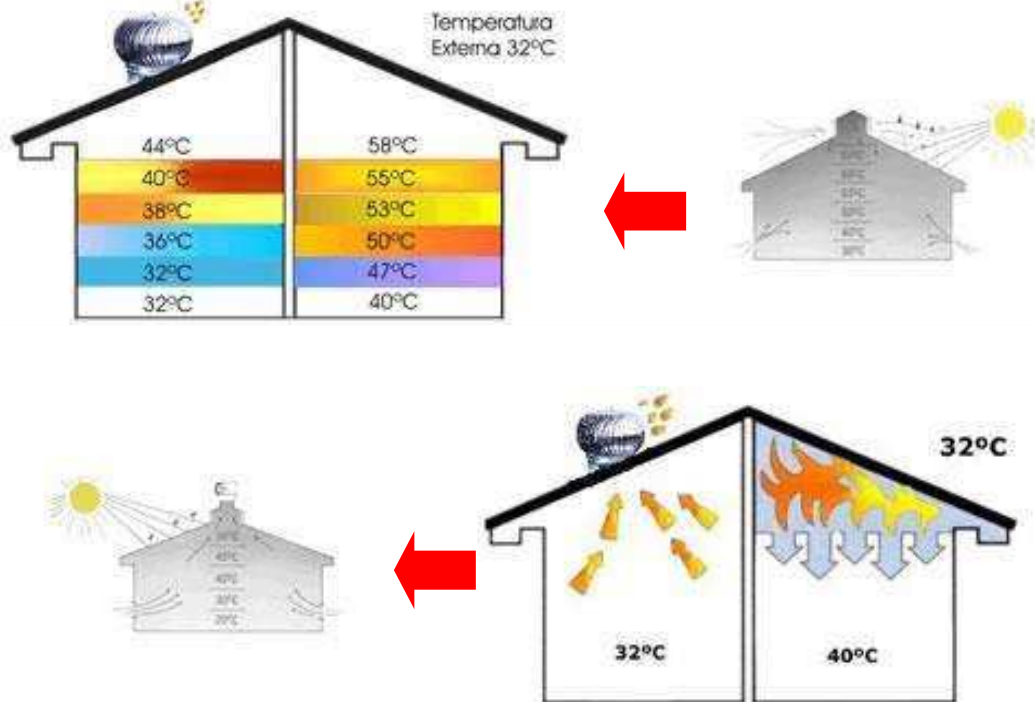
Concentração de odores, íons e compostos de carbono, enxofre ou nitrogênio, por exemplo, podem afetar a qualidade do ar e prejudicar a saúde e o desempenho dos trabalhadores no local de trabalho. Um fator que afeta a qualidade do ar em ambientes de trabalho é a ventilação, na forma de trocas térmicas e renovação do ar do ambiente interno (MAZON, 2005). Níveis e condições pré-determinados no projeto para a ventilação das edificações industriais normalmente são adotados como requisitos mínimos para dispositivos de ventilação natural e ou mecânica, como nos exemplos mostrados nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 – Ventilação natural por efeito chaminé utilizada em edificações industriais.



Fonte: <https://sergionobre.files.wordpress.com/2013/07/lanternim.jpg?w=768&h=310> (2020).

Figura 10 – Estratificação térmica com e sem uso de exaustor eólico em edificações industriais.



Fonte: http://www.exaustoreseolicos.com.br/imagem/img/exaustor_eolico_14.jpg (2020).

2.8.4 Acústica

Espalhamento de ruído e reverberação são fenômenos vibracionais de natureza acústica constatáveis em ambientes fabris (BISTAFA, 2006), sendo máquinas e equipamentos industriais os que mais geram ruídos, geralmente acima das referências normativas para conforto. Esta condição requer o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), para evitar perdas auditivas induzidas por ruídos. Para mitigar a propagação sonora por via aérea, um modo de controlar os ruídos dentro do ambiente fabril é instalar internamente placas de material absorvente acústico, coladas ou suspensas no teto.

Outro fator em espaços industriais é a ocorrência contínua de vibrações que podem causar, por exemplo, redução da visão e falta de concentração no trabalho.

2.9 Avaliação de desempenho em uso (ADU)

Avaliações podem se configurar em procedimentos para a gestão da qualidade no processo de projeto, construção, uso, operação e manutenção de ambientes construídos. Entre elas, são particularmente relevantes aos projetistas a Avaliação Pré-Projeto (APP) e a Avaliação Pós-Ocupação (APO).

A Avaliação de Desempenho em Uso (ADU), segundo os arquitetos e

engenheiros, ou Avaliação Pós-Ocupação (APO), é definida como uma abordagem multimétodos que busca mensurar e correlacionar funções técnicas de elementos do ambiente fabril à satisfação das necessidades dos trabalhadores nas edificações industriais, com base em critérios de desempenho e pontos de vista de especialistas avaliadores, frente às necessidades, percepções e expectativas dos usuários (ORNSTEIN, 2018). O amplo conjunto de informações obtido pode ter variados enfoques, como: funcional, estético, ambiental, técnico-construtivo, econômico-financeiro, comportamental-sociológico e contextual-sociocultural. Dentre os métodos utilizados, destacam-se: vistorias técnicas/*walkthrough* com lista de verificação dos aspectos construtivos e funcionais; medições das condições de conforto ambiental, funcional e ergonômicas; registros visuais; observações de atividades, de comportamentos dos usuários e de ambientes; elaboração de mapas comportamentais; entrevistas semiestruturadas com pessoas de referência dos processos de produção, uso, operação e manutenção; entrevistas estruturadas com usuários chaves; questionários para aferição da satisfação dos usuários, abrangendo questões com respostas de múltipla escolha, escalas de valores e respostas abertas; grupos focais; e desenhos representativos da percepção ambiental (idem, 2004).

A ADU no processo projetual-construtivo conduz a retroalimentação sistêmica e regular para a melhoria contínua das etapas anteriores ao uso, a saber: planejamento, projeto e construção/produção.

2.9.1 Aplicações da ADU em indústrias

A diversidade, o dinamismo e a importância econômica da empresa industrial requerem da sua administração superior, dos trabalhadores e dos profissionais responsáveis pelo projeto arquitetônico atenção ao arranjo físico do seu ambiente fabril, das variáveis ambientais e das condições de manutenção, além da adequação das instalações da edificação.

Grizanti (2010) salienta que constatações de falhas são frequentes nas construções, especialmente no que diz respeito ao ajuste função-forma. Acrescenta que o grande desafio em estudos na arquitetura industrial, como contribuição conceitual ao processo criativo, encontra-se na introdução sistemática de fatores com profundo conteúdo humanista e científico. Porém, ainda que não existam questões concretas sobre a maneira de aplicá-los, há critérios já estabelecidos que orientam na condução investigativa.

Ornstein (2018) afirma que a ADU aplicada para edificações industriais em uso pode ser compreendida em suas partes, a saber: eficácia aumentada (produtividade); atenuação e eliminação das problemáticas ambientais; maior satisfação dos trabalhadores; imagem positiva como organização profissional contemporânea. Acrescenta, quanto à intencionalidade, a necessidade de uma postura mais crítica diante das tomadas de decisões, para execução e definição do espaço físico para ganho de qualidade de vida no trabalho.

França (2018) afirma que melhorias nas instalações após a realização de uma ADU num ambiente fabril torna-o mais eficiente e saudável para os trabalhadores, induz aumento na produtividade, melhora o atendimento ao cliente e gera retornos para a empresa em função do trabalho prestado.

2.10 Aspectos normativos

2.10.1 ISO 6241

A ISO 6241 (norma de desempenho para edifícios) descreve os princípios de sua preparação e fatores a serem considerados. Para o caso desta dissertação, apresentam-se os requisitos de desempenho voltados para edificações industriais (Quadro 2).

Quadro 2 – Requisitos de desempenho da ISO 6241.

Categoria de requisitos	Exemplos
Estabilidade estrutural	Resistência mecânica às ações estáticas e dinâmicas, ambas em combinação ou individuais. Resistência ao impacto, de causa intencional ou acidental. Efeitos de fadiga.
Segurança contra fogo	Riscos de eclosão de fogo e propagação de chamas. Efeitos fisiológicos da fumaça e do calor. Tempos de alarme (detecção e sistema de alarme), de evacuação (rotas de fuga) e de sobrevivência (compartimentação do fogo).
Segurança em uso	Segurança aos agentes agressivos (proteção contra explosões, combustão, pontas e arestas cortantes, mecanismos móveis, eletrocussão, radioatividade, inalação ou contato com substâncias tóxicas, infecção). Segurança durante movimentações e circulações (limitação de pisos escorregadios, passagens desobstruídas, guarda-corpos e outros).
Estanqueidade	Água (chuva, terreno encharcado, água potável, água servida e outros). Ar e gases condutores. Fumaça e poeira.
Higrotermia	Controle de temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar (limitação de variação no tempo e no espaço, por meio de controladores). Controle das condensações.
Pureza do ar e qualidade	Ventilação adequada do ar e cuidados com a pureza do ar.

Quadro 2 – Requisitos de desempenho da ISO 6241.

Categoria de requisitos	Exemplos
do ar	Controle de odores.
Acústica	Controle de ruídos (contínuos e intermitentes) internos (condicionamento) e externos (isolamento). Inteligibilidade do som. Tempo de reverberação.
Visual	Iluminação natural e artificial (requisitos de iluminação, ofuscamento, contraste e estabilidade) Luz solar (insolação). Possibilidade de escurecimento. Aspectos de espaços e superfícies (cor, textura, regularidade, homogeneidade, verticalidade, horizontalidade, perpendicularidade etc.).
Táctil	Propriedade de superfícies, aspereza, lisura, calor, maciez, flexibilidade. Possibilidade de dissipação de eletricidade estática.
Conforto antropodinâmico	Limitação de aceleração ou vibração de objetos (transitório e contínuo). Conforto de uso do espaço em áreas com vento intenso. Aspectos do desenho relativos à resistência humana, agilidade, maneabilidade e ergonomia. Facilidade de movimentos. Habilidade manual na operação de portas, janelas e controle de equipamentos.
Higiene	Facilidade, cuidado com a limpeza do ambiente. Cuidado com a higiene pessoal. Abastecimento de água. Purificação da água e do ar. Evacuação de água servida, lixo e fumaça. Limitação de materiais e substâncias contaminantes.
Conveniência de espaços para usos específicos	Número, dimensões, geometria, subdivisão e inter-relação de espaços. Facilidade de mobiliário, flexibilidade.
Durabilidade	Conservação de desempenho de requisitos de vida útil, para uma manutenção regular.
Econômicos	Capital, manutenção e andamento dos custos. Custo de demolição.

Fonte: ISO 6241 (2019).

A ISO 6241 é uma importante ferramenta (SALGADO, 2006), por favorecer o desempenho de diversas tipologias e apresentar critérios para a avaliação do desempenho (segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, conforto higrotérmico, conforto acústico, durabilidade etc.). Nesse contexto, a ISO 6241 encontra-se classificada em dois aspectos diferentes: a seleção do sistema construtivo adequado e a avaliação do desempenho técnico da proposta construtiva;

Esses aspectos são confrontados entre a seleção do sistema construtivo e a avaliação do desempenho. Além disso, existe a classificação de caráter consistente (os que colocam em risco a segurança dos trabalhadores, o sistema estrutural da edificação industrial, o risco contra incêndio, a estanqueidade etc.) e outros fatores (térmico, acústico e adaptabilidade ao uso). Para tanto, esses critérios são estabelecidos para a seleção do sistema construtivo, por meio da avaliação quanto ao

desempenho do produto e do processo, por meio da seleção do sistema construtivo e dos pesos relativos atribuídos aos requisitos.

Diante disso, a ISO 6241 especifica os requisitos necessários para o desempenho satisfatório das edificações industriais sujeitas a uma determinada avaliação, isto é:

- a identificação das necessidades dos trabalhadores, permitindo uma caracterização da própria edificação industrial;
- a concepção e o projeto da edificação industrial com base em critérios de desempenho, permitindo a implantação de sistemas construtivos inovadores em estruturas, vedações, revestimentos, instalações, coberturas e outros;
- a avaliação de componentes inovadores, fornecendo subsídios para a especificação e implementação de novos produtos, contribuindo para as atividades de planejamento e suprimentos da edificação industrial;
- a retroalimentação do ciclo de vida e a qualidade por meio da Avaliação em Desempenho em Uso (ADU), visando verificar a edificação industrial e permitindo novas posturas para a realização de *retrofits* e futuros projetos semelhantes.

2.10.2 NBR 5674

A NBR 5674 (ABNT, 2012) é definida por um conjunto de procedimentos organizados para gerenciar os serviços de manutenção, tendo como princípio a intervenção em diversas tipologias e seus sistemas, elementos ou componentes constituintes. O conceito de manutenção está relacionado à facilidade de fornecer manutenibilidade em diversas tipologias, como no caso dos arranjos físicos de edificações industriais. Além disso, a manutenção parte das fases de concepção e projeto dos arranjos físicos de ambientes fabris (GOMIDE, 2011), no presente caso destinados a atividades produtivas dos setores químico e metalomecânico.

O grau de importância da manutenção em edificações industriais é uma preocupação pertinente aos trabalhadores que permanentemente utilizam seus ambientes de trabalho. Este tipo de norma trata de vários tipos de manutenções quanto:

- à viabilidade dos serviços de manutenção (viáveis ou inviáveis);
- às falhas e as patologias existentes (serviços corrigíveis ou incorrigíveis);
- às estratégias de manutenção adotada (atividades corretivas, preventivas etc.);
- ao tipo de intervenção realizada (conservação, reparação, restauração etc.);

- à periodicidade de realização das atividades ou rotinas no plano de manutenção (atividade rotineiras, periódicas e emergenciais).

A NBR 5674 (ABNT, 2012) aborda como tipos de manutenção necessárias:

- 1) a manutenção rotineira, caracterizada por um fluxo consistente de serviços, ou seja, por seu ciclo de vida entre limpeza geral e lavagem nos ambientes de trabalho, engloba serviços contínuos e criteriosos para os quais sejam necessários máquinas, equipamentos e os trabalhadores que utilizam os ambientes de trabalho;
- 2) a manutenção corretiva, caracterizada por serviços que atenuem ações ou intervenções de forma imediata, no intuito de permitir a sequência do uso dos sistemas, elementos ou componentes que integram as edificações industriais, evitando riscos ou danos aos trabalhadores no ambiente de trabalho; a manutenção corretiva executa as ações de forma imediata, sob as condições críticas para a manutenção da edificação industrial;
- 3) a manutenção preventiva é caracterizada por serviços programados com antecedência, com estimativas e verificação dos sistemas construtivos das edificações industriais em uso, por meio de relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação; a manutenção preventiva permite melhores condições de aquisição de materiais e serviços, além de promover a execução de forma eficiente visando a redução de impactos negativos da edificação industrial.

Portanto, as atividades de manutenção devem estar sempre vinculadas à estratégia de manutenção, planejamento das ações, visando às necessidades de confiabilidade, vida útil e o desempenho a partir dos projetos dos ambientes industriais.

3. METODOLOGIA

Os procedimentos da pesquisa exploratória foram iniciados com ampla pesquisa bibliográfica e a procura de galpões em indústrias dos setores químico e metalomecânico em Guarulhos-SP, onde se pudesse realizar estudos de caso. Contatos em visitas técnicas preliminares em algumas empresas subsidiaram o preparo de instrumentos para a coleta de dados. Sendo viabilizada a realização de levantamentos em duas empresas, seguiu-se pesquisa de campo para o mapeamento dos arranjos físicos. Na última fase, as informações obtidas foram analisadas e gerados os mapas relacionados com as condições de ocupação dos ambientes fabris.

O levantamento bibliográfico e documental pautou-se na literatura científica e técnica sobre caracterização, planejamento das indústrias e tipos de arranjos físicos, na leitura da legislação municipal de Guarulhos e das normas vigentes: a ISO 6241 e a NBR 5674 e na verificação *in loco* dos documentos disponibilizados pelas empresas que autorizaram a realização da pesquisa. No âmbito técnico, as normas dispõem sobre o instrumento de avaliação de desempenho e gestão de manutenção das edificações industriais e subsidiaram a coleta de dados *in loco* e o mapeamento. Na condição de uma Avaliação de Desempenho em Uso (ADU), a parte técnica da pesquisa se referenciou nas diretrizes da ISO 6241 e da NBR 5674.

A opção por indústrias em Guarulhos se deveu a dois fatos: i) este Município é um destacado polo industrial brasileiro; ii) motivações do autor relativas ao financiamento da parte experimental da pesquisa de campo. Assim, na ausência de financiamento, a seleção das indústrias foi definida com base na facilidade de acesso e na opção por tipos distintos de zoneamento, sendo escolhidas para estudos de caso uma indústria metalomecânica (A) e uma indústria química (B).

A pesquisa de campo consistiu em visitas às indústrias para a realização de observações, registros de imagens, coleta de dados e verificação dos projetos arquitetônicos. As observações durante as visitas possibilitaram mapear e diagnosticar os arranjos físicos, por análise do *walkthrough*, além da aplicação do *checklist* (Apêndice A) elaborado de acordo com as diretrizes e requisitos da ISO 6241 e da NBR 5674.

O *walkthrough*, como primeiro contato para um exame de cada local, consistiu em percorrer cada ambiente do setor para avaliar detalhadamente os espaços dos galpões industriais usando uma percepção da ADU. Em seguida, os espaços

observados foram comparados com as informações dos projetos arquitetônicos dos galpões industriais A e B. Contudo, para fins de análise comparativa, foram gerados croquis esquemáticos e catalogadas anotações e imagens.

As características gerais dos arranjos físicos nos galpões industriais A e B foram categorizadas por meio de relatórios de avaliação de fatores técnicos e funcionais (Apêndice A). No primeiro relatório, foram avaliados os atributos físicos (quantidade de espaço, iluminação artificial, iluminação natural, acústica, temperatura, flexibilidade de uso, aspecto estético, ventilação, cor e distração visual) e ambiente de trabalho (ergonomia, limpeza, segurança, tipo de arranjo físico, projeto de arquitetura da edificação industrial, aspecto físico-ambiental, flexibilidade organizacional, turno de operação). No segundo relatório, foram avaliados aspectos construtivos (pilares, vigas, lajes, vedações, esquadrias, proteções solares, impermeabilização, revestimento/acabamento, instalações prediais, segurança e cobertura).

Os critérios de avaliação aplicados em cada local dos galpões industriais foram baseados na atribuição de notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), correspondendo às seguintes faixas:

- 0,0 ... 2,0 (péssimo);
- 2,1 ... 4,0 (ruim);
- 4,1 ... 6,0 (regular);
- 6,1 ... 8,0 (bom);
- 8,1 ... 10 (muito bom).

A avaliação global do projeto de cada ambiente/setor nos arranjos físicos dos galpões industriais A e B foi baseada num modelo com atribuição e ponderação de notas (0 = péssimo) a 10 = muito bom), além da utilização de cores como recurso para distinguir as faixas resultantes da análise, da seguinte forma:

- 0,0 ... 2,0 (péssimo - cor vermelha);
- 2,1 ... 4,0 (ruim - cor magenta);
- 4,1 ... 6,0 (regular - cor amarela);
- 6,1 ... 8,0 (bom - cor verde);
- 8,1 ... 10 (muito bom - cor azul).

A análise dos resultados consistiu na compilação dos dados relacionados a avaliação global e o projeto/construção do ambiente/setor, segundo sete atributos (físico-ambiental, forma, ambiente de trabalho, estrutura, sistemas de vedação horizontal/vertical, instalações e segurança) e a atual situação dos arranjos físicos dos

galpões industriais pesquisados (Apêndices B e C).

A avaliação de cada ambiente/setor consistiu na obtenção de um valor resultante da ponderação da nota de cada atributo com seu respectivo peso, segundo a Equação 1.

$$\text{Avaliação do ambiente/setor} = \frac{\sum (\text{nota de cada atributo} \times \text{peso do atributo})}{\sum \text{pesos}} \quad (1)$$

A avaliação global de cada galpão industrial consistiu na obtenção de um valor resultante da ponderação de cada ambiente/setor por seu respectivo peso no conjunto projeto/construção, segundo a Equação 2.

$$\text{Avaliação global} = \frac{\sum (\text{avaliação de cada ambiente/setor} \times \text{peso atribuído a cada ambiente/setor})}{\sum \text{pesos atribuídos}} \quad (2)$$

Fatores relacionados a deficiências e conformidades foram apontados nas avaliações dos fatores relacionados a aspectos construtivos e a requisitos de desempenho. A cada avaliação se associou uma qualificação, como forma de expressar, entender e poder atuar em eventuais modos e efeitos de falhas em itens avaliados em cada setor/ambiente de trabalho, e no galpão como um todo, da seguinte forma:

- Péssimo — grandes deficiências e completa ausência de conformidades de desempenho em uso;
- Ruim — significativas deficiências e algumas conformidades de desempenho em uso;
- Regular — algumas deficiências e nível moderado de conformidades de desempenho em uso;
- Bom — boas conformidades e quase sem deficiências de desempenho em uso;
- Muito bom — ótimas conformidades e sem deficiências aparentes de desempenho em uso.

Por fim, foi aplicado o método de mapeamento visual, a partir da identificação das deficiências e dos riscos nos setores/ambientes de trabalho, identificados em cada galpão industrial. Da análise e discussão dos resultados, derivaram recomendações relativas aos arranjos físicos dos ambientes fabris estudados. Os Apêndices D e E contêm os requisitos estipulados pelas normas ISO 6241 e NBR 5674.

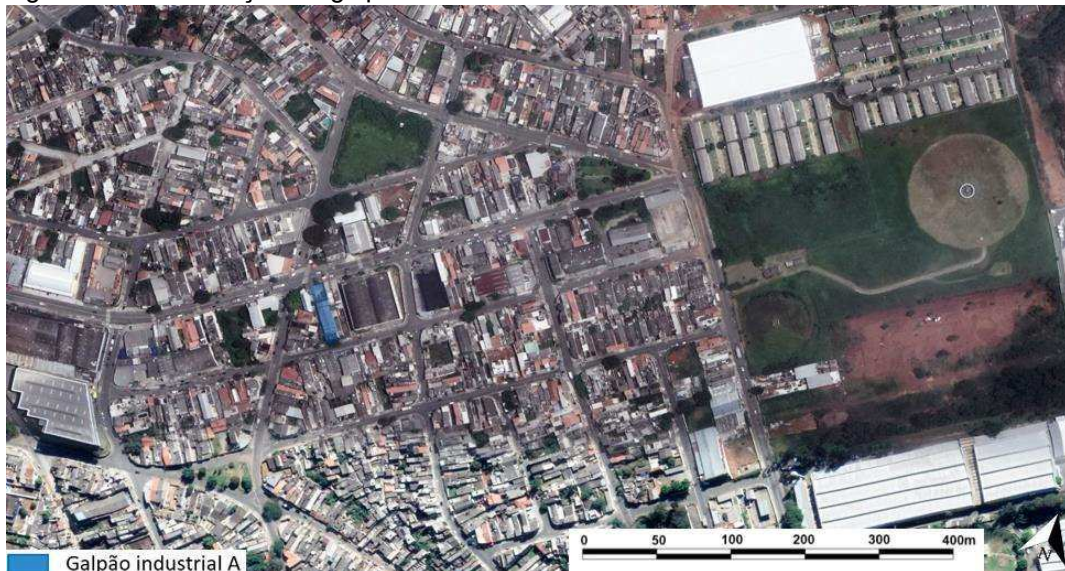
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de campo foi aplicada na região industrial do Município de Guarulhos-SP, mais especificamente numa indústria metalomecânica (galpão industrial A) e numa indústria química (galpão industrial B), ambas de pequeno porte. Atrelado a isso, a análise para a obtenção dos resultados foi baseada no estudo de projetos arquitetônicos para a observação de evoluções feitas nos referidos espaços industriais. Para isso, foram realizadas visitas técnicas *in loco* nos galpões industriais A e B para a aplicação da ADU. Assim, foram observados os arranjos físicos do conjunto do ambiente fabril em termos dos recursos produtivos neles existentes.

4.1 Galpão industrial A

O galpão industrial A (Figura 11), do setor metalomecânico, localiza-se no bairro de Bonsucesso em Guarulhos-SP. Em relação ao zoneamento do município de Guarulhos, o galpão industrial A encontra-se na Zona de Uso Misto C (ZM-C), definido em função do controle de densidade por estar numa região de uso misto (Figura 12).

Figura 11 – Localização do galpão industrial A no bairro de Bonsucesso em Guarulhos-SP.

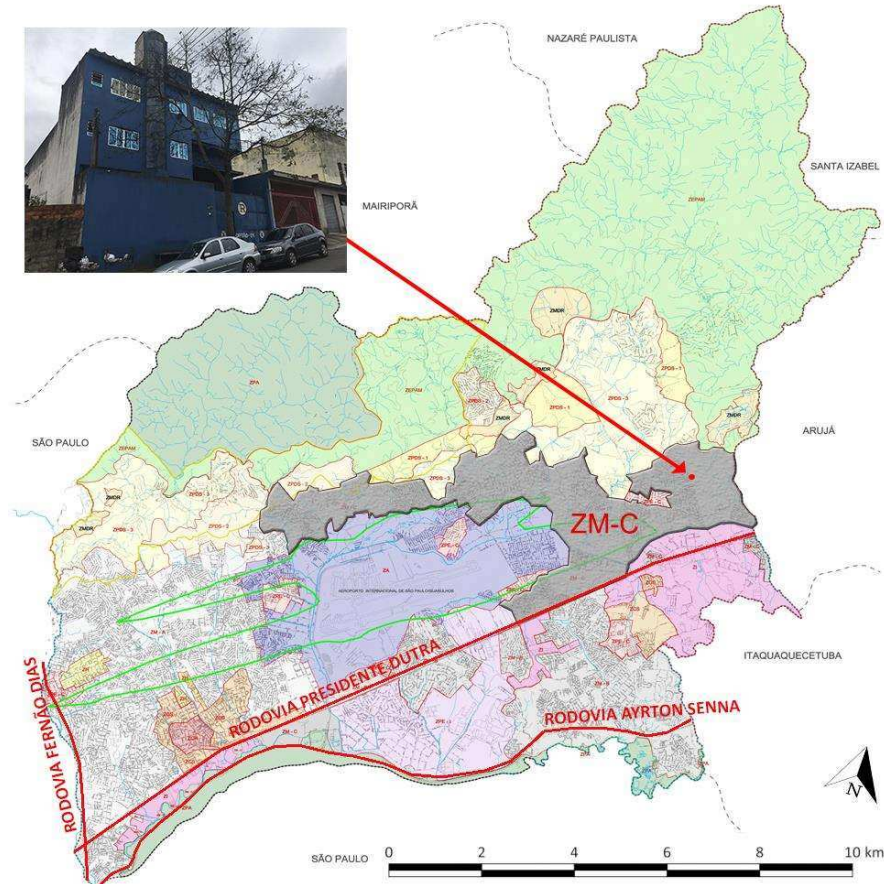


Fonte: Google Earth Pro (2020). Adaptado pelo autor.

O galpão industrial A, construído em 1998, inicialmente era subdividido em dois galpões industriais. Esses galpões foram interligados em 2007, por meio de uma abertura central, para que se pudesse facilitar as operações de toda a estrutura fabril do comércio e da usinagem de peças mecânicas. O terreno desse galpão ocupa uma

área total de 720,00m², sendo as áreas construída e descoberta, respectivamente, de 548,30m² (TO = 0,76) e 171,70m². As atividades do galpão A são desenvolvidas por 25 funcionários (22 na produção e 3 na administração).

Figura 12 –Galpão industrial A na ZM-C do Município de Guarulhos-SP.

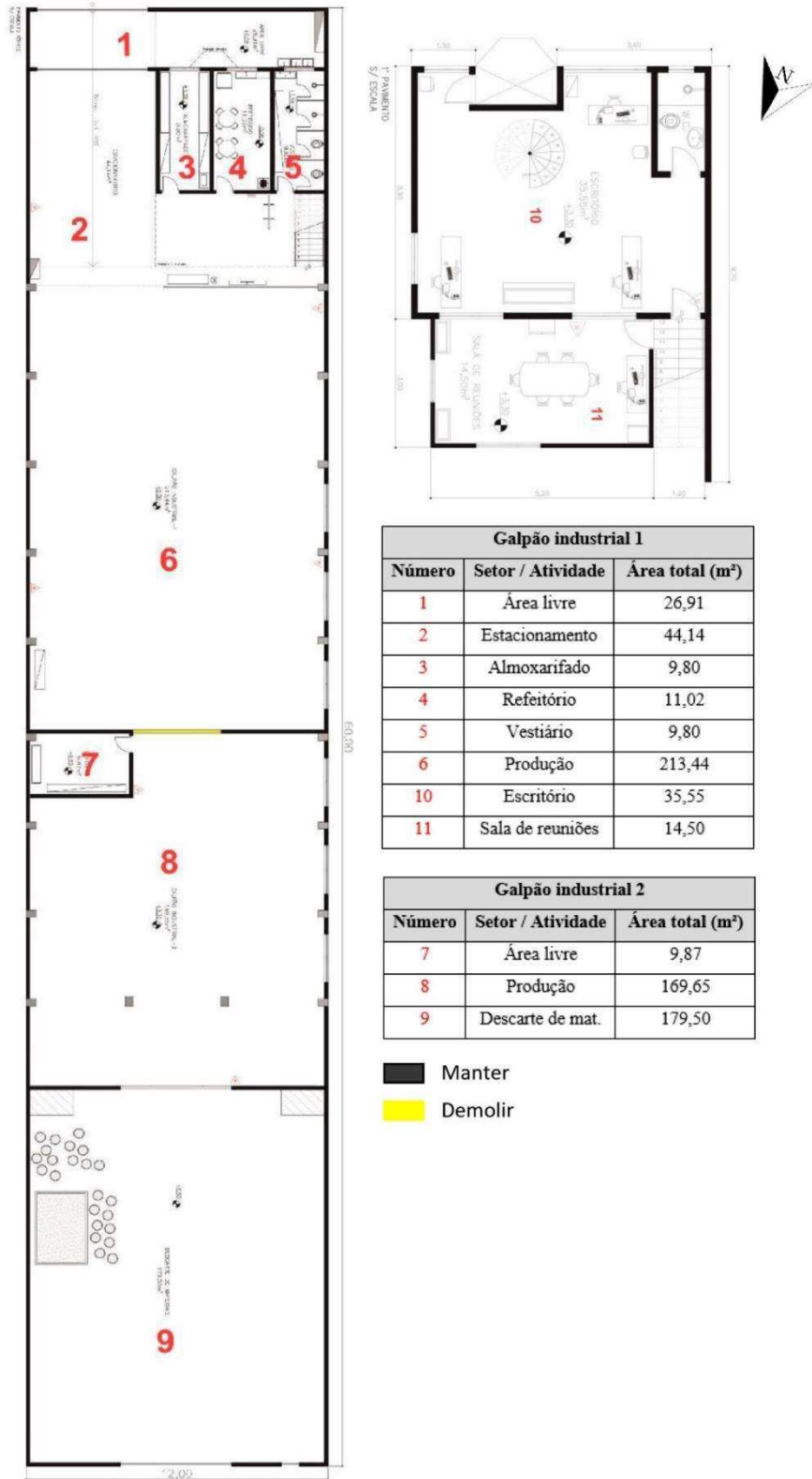


Fonte: a) fotoimagem Google Earth Pro (2019); b) mapa obtido na Prefeitura Municipal de Guarulhos (2019), adaptado pelo autor.

4.1.1 Mapa do primeiro arranjo físico

Na verificação do projeto arquitetônico atual do galpão A (Figura 13), foi possível notar a inclusão de uma abertura central que interliga a estrutura de dois galpões industriais antigos. Essa ampliação do espaço favoreceu a uma melhor disposição do leiaute nos setores e, conseqüentemente, possibilitou melhorar o fluxo das atividades produtivas. Além disso, o setor administrativo passou a gerir toda a estrutura (Figura 14). Para a caracterização dos arranjos físicos, foram observados o setor responsável pelas atividades de processamento de peças, o espaço destinado à usinagem e outros ambientes ocupados por trabalhadores.

Figura 13 – Leiaute inicial do galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

Figura 14 – Interligação entre os dois galpões industriais, formando o galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

4.1.2 Mapeamento do arranjo físico atual

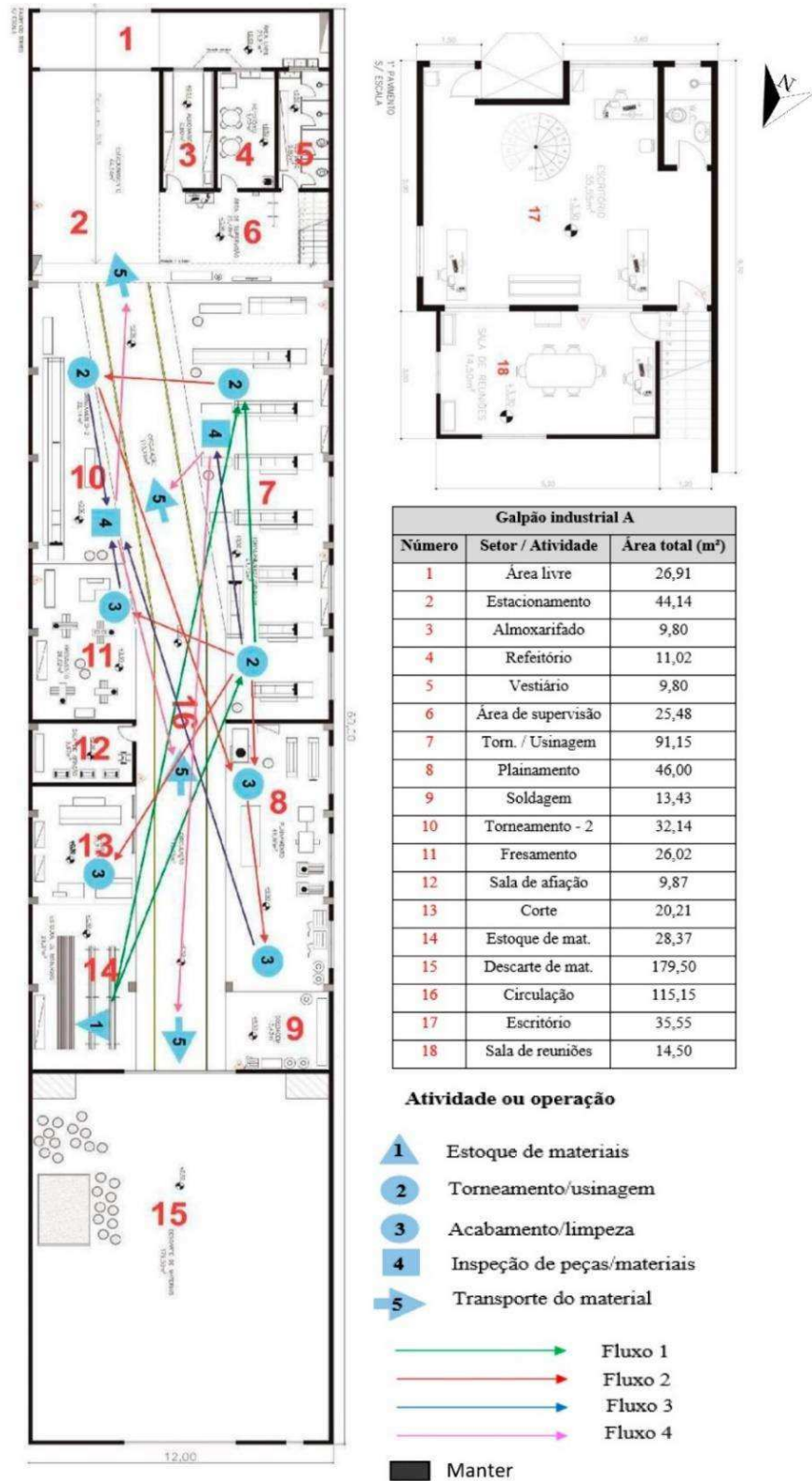
De acordo com as observações *in loco*, algumas limitações referentes ao processo produtivo foram identificadas no galpão industrial A. Um exemplo é a localização do estoque de materiais, cuja interligação com os demais setores valeria ser repensada para que a distância a ser vencida pela matéria-prima utilizada nos processos industriais possa ser otimizada e potencialize a flexibilidade e os acessos entre os setores e ambientes da indústria. Esse processo ocasiona cruzamentos desnecessários de fluxos entre os processos devido à inadequação do leiaute, na disposição de máquinas e equipamentos, o que compromete a produção, a movimentação e a inspeção de peças para usinagem identificadas por meio de fluxos de atividades em cada setor (Figura15).

Para a confecção e usinagem de peças mecânicas, o setor dispõe de tornos, fresas, plainas, furadeira de bancada, máquinas de corte vertical e horizontal, esmerilhadeira, máquinas de solda e guilhotina de mesa.

4.1.3 Diagnóstico do galpão industrial A

Como recurso de ventilação e iluminação natural na área de produção do galpão industrial A, há janelas basculantes com dimensões de 1,50m x 1,00m e 5,00m de peitoril, posicionadas na fachada lateral oeste-sudoeste (OSO), conforme é possível notar nas imagens da Figura 16. No entanto, apenas 50% da área das janelas permite ventilação com a abertura das básculas. Além disso, para abrir totalmente tais janelas é necessário o uso de escadas, uma vez que nelas não existem mecanismos para a movimentação das básculas, a partir do piso, e isso torna-se um fator limitante à efetivação da ventilação natural.

Figura 15 – Fluxo de atividades do galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

Na Figura 16, é possível notar a imagem de um peitoril relativamente alto, que impede a penetração solar, até mesmo no horário da tarde, período de maior incidência de radiação na fachada. Também há iluminação natural zenital, por meio de quatro linhas transversais de telhas de polycarbonato translúcidas na cobertura. A iluminação artificial é constituída por luminárias distribuídas em toda a área de produção, utilizada para a execução de atividades do ambiente fabril (Figura 16). A limitação ocasionada pelas janelas basculantes prejudica a renovação e circulação do ar no ambiente de trabalho, principalmente em períodos quentes.

Figura 16 – Janelas, zenitais e luminárias na área de produção do galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

No setor de produção do galpão industrial A, as paredes (Figura 17), com 25cm de espessura, são constituídas por blocos de concreto e revestidas em argamassa e com pintura branca. Nessas condições, o coeficiente global de transferência de calor é da ordem de $2,5W/(m^2.K)$ e o fator solar é de 7%.

A cobertura do galpão A, em duas águas com cumeeira alinhada a NNO-SSE, é constituída por telhas metálicas galvanizadas ($e=0,65mm$; sujidades externamente) e telhas de polycarbonato translúcido ($e=3mm$; sujidades externamente). Na parte metálica, o coeficiente global de transferência de calor é da ordem de $6,5W/(m^2.K)$ e o fator solar é de aproximadamente 15%. Mesmo com um pé-direito de 9,20m, no galpão (Figura 18) a sensação térmica é de abafado. Possivelmente, isso decorre da presença de calor residual gerado por máquinas e equipamentos.

É importante mencionar que a ausência de ventilação natural influencia diretamente no conforto e bem-estar de todos os ambientes de trabalho. Ademais, foi percebido que as máquinas e equipamentos na área de produção geram ruídos estridentes durante a jornada de trabalho. Sem tratamento adequado do ambiente fabril (Figura 19), os ruídos podem induzir problemas auditivos nos trabalhadores.

Figura 17 – Parede pintada na cor branca do setor de produção do galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

Figura 18 – Cobertura com telha metálica galvanizada e policarbonato translúcido.



Fonte: Autor (2019).

Figura 19 – Máquinas e equipamentos geradores de ruídos no galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

4.2 Galpão industrial B

O galpão industrial B (Figura 20), do setor químico, localiza-se no bairro de Cumbica em Guarulhos-SP. Em relação ao zoneamento do município de Guarulhos, o galpão industrial B encontra-se na Zona de Projeto Especial Estratégico I (ZPE-I), que contém grande quantidade de indústrias (Figura 21).

A construção do galpão industrial B foi concluída em 2012, ano em que teve início as suas atividades fabris de aditivos químicos para múltiplas finalidades. O terreno do galpão industrial B tem área total de 1312,00m², sendo as áreas construída

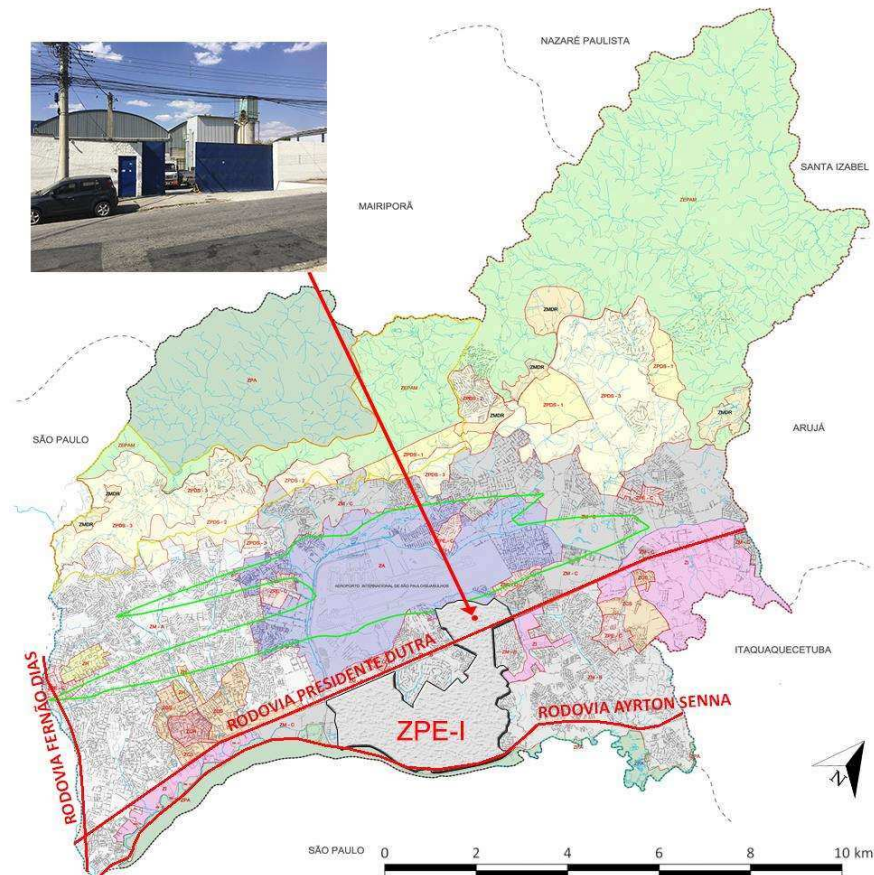
e descoberta, respectivamente, de 989,28m² (TO= 0,75) e 322,72m². As atividades do galpão industrial B são realizadas por 37 funcionários (27 na produção e 10 na administração).

Figura 20 – Localização do galpão industrial B no bairro de Cumbica em Guarulhos-SP.



Fonte: Google Earth Pro (2020). Adaptado pelo autor.

Figura 21 –Galpão industrial B na ZPE-I do Município de Guarulhos-SP.

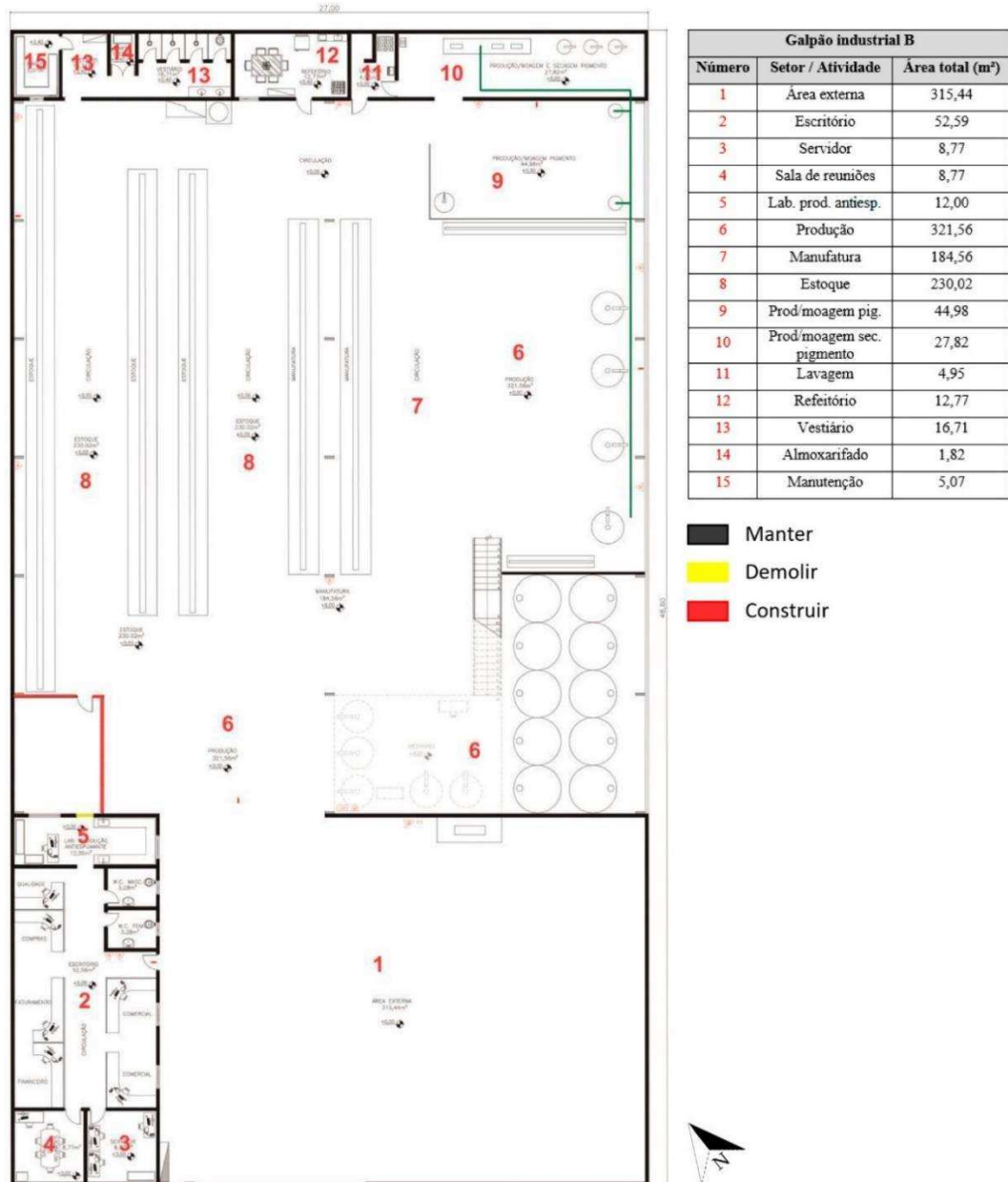


Fonte: a) fotoimagem Google Earth Pro (2019); b) mapa obtido na Prefeitura Municipal de Guarulhos (2019), adaptado pelo autor.

4.2.1 Mapa do primeiro arranjo físico

Ao analisar e comparar o projeto arquitetônico original com os espaços físicos atuais do galpão B, constatou-se que poucas foram as modificações no arranjo físico e desde a entrada em operação da indústria. Dentre elas, a construção em 2014 de um laboratório de pigmentação para as análises químicas de produtos pigmentados de múltiplas finalidades (Figura 22).

Figura 22 – Leiaute inicial do galpão industrial B.



Fonte: Autor (2019).

4.2.2 Mapeamento do arranjo físico atual

Dentre as observações *in loco* e percepções do pesquisador, destaca-se como principal constatação no processo produtivo e no arranjo físico existente a

necessidade de promover ajustes nos setores de produção, de moagem do pigmento e de lavagem (Figura 23 a-b) quanto ao posicionamento de máquinas e equipamentos, para facilitar o roteiro da produção e da movimentação dos materiais, uma vez que foram percebidas incompatibilidades de fluxos durante a realização de atividades em cada setor (Figura 24).

Como o arranjo físico identificado no galpão industrial B é por processo, o sistema produtivo requer maior tempo de operação, pois a fabricação dos produtos químicos é realizada em múltiplos setores. Para as operações, o setor de produção dispõe das seguintes máquinas e equipamentos: misturadores, moinhos, tanques de materiais plásticos, estufa de secagem, dutos de sucção para moagem de pigmento e equipamentos de caracterizações experimentais.

Figura 23 – Setor de produção e moagem do pigmento (a) e setor de lavagem (b).



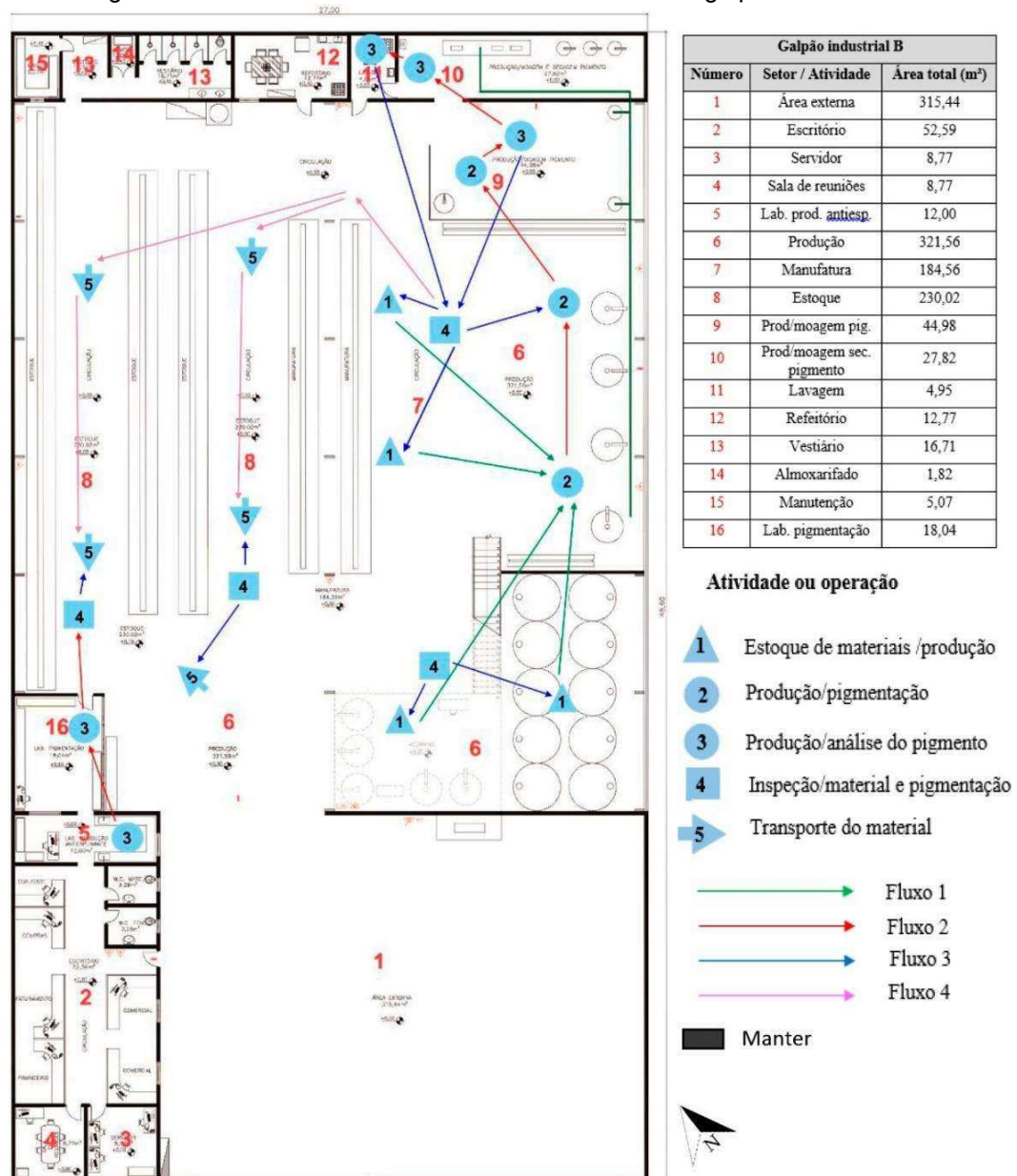
Fonte: Autor (2019).

4.2.3 Diagnóstico do galpão industrial B

Sete zenitais em telhas translúcidas de policarbonato na cobertura contribuem para a iluminação natural na área de produção do galpão B, a qual é complementada lateralmente e combinada com ventilação por meio de janelas basculantes de 1,00m x 1,10m e peitoril de 3,00m; as janelas estão posicionadas na fachada lateral orientada a leste-nordeste (E-NE) (Figura 25). Das análises, inferiu-se que, no máximo, 45% da área das janelas permite ventilação passiva, ou seja, básculas com abertura plena. Essa solução construtiva é fator limitante à renovação e circulação natural de ar no galpão, principalmente em épocas quentes.

No galpão B, há iluminação artificial a partir de luminárias distribuídas ao longo da área de produção, necessárias para as atividades do ambiente fabril. As paredes do galpão industrial B apresentam 20cm de espessura, pintadas na cor branca e na cor cinza. Nessas condições o coeficiente global de transferência de calor é da ordem de $2,4W/(m^2.K)$ e o fator solar é aproximadamente de 6,3%.

Figura 24 – Fluxo de atividades com o leiaute atual do galpão industrial B.



Fonte: Autor (2019).

Figura 25 – Iluminação no galpão industrial B: uso de telhas translúcidas, superfícies brancas e janelas.



Fonte: Autor (2019).

A cobertura do galpão industrial B é composta por telhas metálicas galvanizadas ($e=0,65\text{mm}$; sujidades externamente) e policarbonato translúcido (3mm;

sujidades externamente), em arco, estando o eixo longitudinal alinhado a NNO-SSE. Na seção metálica, o coeficiente global de transferência de calor é da ordem de $6,2W/(m^2.K)$ e o fator solar é cerca de 17%.

O galpão B apresenta pé-direito mínimo de 6,90m e exaustores eólicos distribuídos ao longo da cobertura (Figuras 26 e 27), fatores que favorecem a se ter um ambiente termicamente; todavia, a sensação térmica que se teve durante as visitas é de abafamento, uma vez que a impressão que se tem é que no projeto das aberturas e do sistema de ventilação não foi adequadamente considerado o calor residual gerado pelo processo de produção. Conforme já mencionado, a insuficiência de ventilação natural influencia no bem-estar dos funcionários.

Também houve considerações de que os níveis de ruídos durante a produção geravam incômodos auditivos para alguns usuários do ambiente fabril.

Figura 26 – Vista da cobertura metálica do galpão industrial B.



Fonte: Autor (2019).

Figura 27 – Vista interna de máquinas e equipamentos do galpão industrial B.



Fonte: Autor (2019).

4.3 Considerações adicionais sobre os galpões

No galpão A, a fachada OSO com janelas basculantes (não mais que 50% do seu espaço útil pode ser aberto) recebe insolação vespertina, o que no verão agrava

a situação de desconforto térmico no galpão; há pouca e difícil abertura dessas janelas interfere na sua permeabilidade à passagem do ar, com implicação nos processos de renovação e circulação do ar. A percepção que se teve no local é que a insuficiência de ventilação natural afetava o conforto higrotérmico na área de produção, haja visto que, mesmo com um pé-direito alto, não havia suficiente eliminação do calor residual de máquinas e equipamentos, com destaque durante os períodos quentes. Também foi percebido no galpão A que: i) o processo industrial pode ocasionar riscos à saúde auditiva (incômodos advindos dos níveis de ruídos); ii) a produção é afetada por inadequação do arranjo físico, particularmente no que se refere a estoque e fluxo de materiais. Por outro lado, o setor administrativo apresenta bom leiaute, quanto a fatores de segurança.

No galpão B, foi observado que a incidência solar na fachada leste-nordeste é capaz de produzir eventuais desconfortos resultantes do posicionamento das janelas e de estas terem pouca permeabilidade à circulação do ar. As observações também evidenciaram a necessidade de rever o arranjo físico no que tange aos fluxos de atividades dos setores de lavagem e de produção de moagem de pigmento; os demais setores denotam ter arranjo físico adequado aos processos industriais, para que os trabalhadores possam exercer as atividades com segurança e conforto.

4.4 Observação *in loco*

As observações locais nos galpões industriais A e B permitiram uma avaliação visual dos arranjos físicos por meio dos seguintes aspectos relacionados aos sistemas construtivos: disposição do leiaute, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, sistemas de vedações verticais, sistemas de vedações horizontais, conforto, bem-estar e segurança. Para isso, cada setor/ambiente de trabalho presente nos galpões A e B foi observado por um tempo aproximado de 45 minutos. Durante esse período, foram registrados dados referentes aos aspectos construtivos citados acima. Por fim, foi feita uma comparação entre os dois galpões.

No galpão industrial A, locais como sala de afiação, estoque de materiais, vestiário e descarte de materiais não apresentavam conformidades em relação: a disposição de leiaute, aos sistemas construtivos (piso de concreto e instalações elétricas), aos sistemas de vedação (horizontal e vertical), à segurança, ao conforto e ao bem-estar. Isso prejudica o desempenho em uso dos locais de trabalho.

No galpão industrial B, os setores de produção e moagem do pigmento e de

lavagem apresentavam inconformidades em relação: à disposição do leiaute, aos sistemas construtivos (piso de concreto, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias), aos sistemas de vedação (horizontal e vertical), à segurança, ao conforto e ao bem-estar. Tais locais precisam ser reestudados quanto ao desempenho em uso.

As visitas e observações realizadas nos dois galpões industriais denotaram a existência de situações-problemas, funcionais e operacionais, que demandam investimentos em projetos arquitetônicos. As correções incrementarão positivamente o desempenho de seus arranjos físicos.

4.4.1 Métodos de avaliação técnica

Os métodos de avaliação utilizados para essa pesquisa de campo foram embasados na ADU a partir da aplicação das técnicas *walkthrough* e mapeamento visual, considerando-se os aspectos normativos de conformidade nos seguintes termos:

- conformidade, quando o setor/ambiente de trabalho estudado atende os requisitos pré-estabelecidos com a ISO 6241 e a NBR 5674;
- não conformidade, quando o setor/ambiente de trabalho estudado não atende os requisitos pré-estabelecidos com a ISO 6241 e a NBR 5674.

4.4.2 Análise *walkthrough*

As observações durante as visitas permitiram uma análise das condições de desempenho em uso, destacando os aspectos de avaliação observados em cada ambiente/setor, considerados por meio das notas dos atributos e da ponderação dos resultados (Equações 1 e 2). Os atributos foram avaliados quanto ao atendimento dos critérios no *checklist* do Apêndice A, ou seja, às exigências para desempenho em uso constantes na ISO 6241 e na NBR 5674. Para isso, cada setor/ambiente de trabalho recebeu pesos de 1 a 4, referentes aos seguintes atributos: segurança, instalações, sistema de vedação, físico-ambiental, estrutura e forma (Apêndices B e C). Logo, a avaliação global do projeto e da construção de cada ambiente foi feita com o modelo do Quadro 3.

De acordo os atributos avaliados, para valores a partir de 5,0 o ambiente é considerado em “conformidade” e para os inferiores a 5,0 o ambiente é considerado em “não conformidade”.

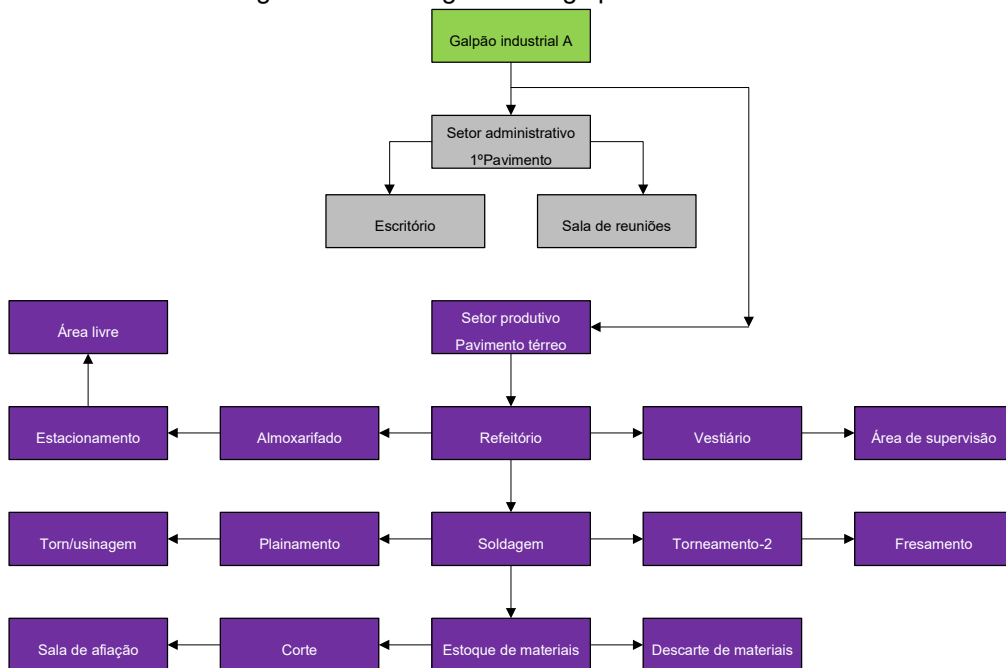
Quadro 3 – Modelo de avaliação global do projeto do ambiente/setor.

Ambiente/Setor:		Peso	Contrib
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor			
Físico-ambiental			
Forma			
Ambiente de trabalho			
Estrutura			
Sistema de vedação (horizontal/vertical)			
Instalações			
Segurança			
	Total		
Avaliação global do ambiente/setor			
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0			Péssimo
2,1 ... 4,0			Ruim
4,1 ... 6,0			Regular
6,1 ... 8,0			Bom
8,1 ... 10			Muito bom
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

A Figura 28 é um fluxograma do galpão industrial A, com seus setores/ambientes de trabalho. O arranjo arquitetônico dos ambientes/setores do galpão A está representado na Figura 29 (planta baixa do primeiro pavimento) e na Figura 30 (planta baixa do pavimento térreo).

Figura 28 – Fluxograma do galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019).

Figura 29 – Planta baixa de setorização do primeiro pavimento do galpão industrial A.



Fonte: Autor (2019)

Para registrar os dados referentes a avaliação do projeto e da construção, foi usado como instrumento geral de coleta de dados o modelo do Quadro 4, no qual constam um dos resultados obtidos para cada setor/ambiente de trabalho no galpão industrial A.

No Quadro 4, os ambientes/setores em conformidade com a ISO 6241 e a NBR 5674 são: sala de reuniões, escritório, almoxarifado, refeitório, área de supervisão, torneamento/usinagem, aplainamento, estacionamento e área livre. Mesmo atendendo alguns atributos avaliados, a avaliação global do galpão A resultou com o conceito “regular”.

Na análise do *walkthrough*, foi constatado que o galpão industrial demanda alterações no arranjo físico do setor produtivo quanto ao posicionamento de máquinas e equipamentos, para não comprometer a produção e as movimentações de materiais. Também requer revisões em partes do piso de concreto, nas instalações elétricas, nos itens relacionados com a não eliminação do calor residual produzido por máquinas e equipamentos, isto em particular devido à insuficiência de ventilação natural nos setores/ambientes de trabalho e sua influência no conforto e no bem-estar.

Verifica-se no Quadro 4 que nove dos dezessete itens avaliados se enquadram em conformidade com o conceito “regular” e oito como não conformidade. No geral, o galpão industrial não atende de forma ampla aos requisitos da ISO 6241 e da NBR 5674.

Quadro 4 – Avaliação global do projeto e da construção (Galpão industrial A).

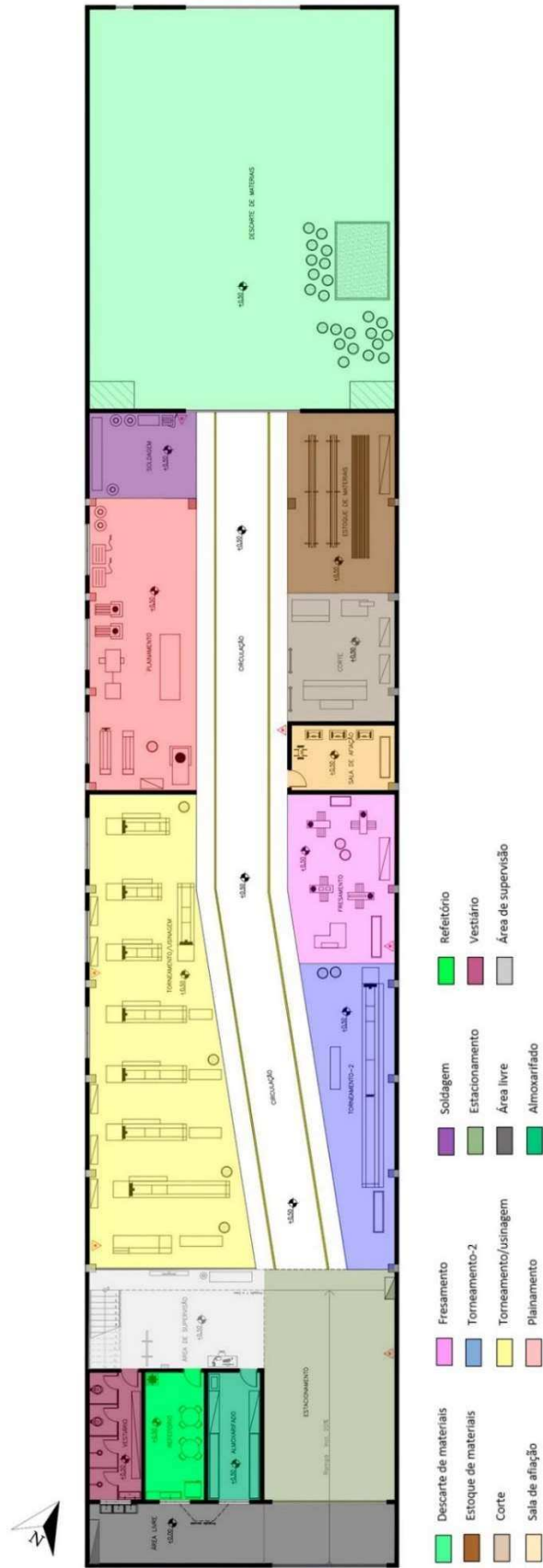
Avaliação global do projeto e da construção (Galpão ind. A)	
Setor/ambiente de trabalho	Avaliação
Escritório	5,9
Sala de reuniões	6,4
Almoxarifado	5,0
Refeitório	5,1
Vestiário	4,6
Área de supervisão	5,0
Torneamento/usinagem	5,1
Plainamento	5,0
Soldagem	4,8
Torneamento - 1	4,8
Fresamento	4,8
Sala de afiação	2,8
Corte	4,9
Estoque de materiais	4,4
Descarte de materiais	4,6
Estacionamento	5,5
Área livre	5,4
Total	84,1
Avaliação global do Galpão ind. A	5,3
Nota explicativa	
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:	
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]	
0,0 ... 2,0	Péssimo
2,1 ... 4,0	Ruim
4,1 ... 6,0	Regular
6,1 ... 8,0	Bom
8,1 ... 10	Muito bom
Nota: *Valor atribuído pelo autor	

Fonte: Autor (2019).

A Figura 31 é um fluxograma do galpão industrial B, com seus setores/ambientes de trabalho. O arranjo arquitetônico do galpão B está representado na planta baixa da Figura 32. A avaliação global do projeto e da construção do galpão B está sintetizada no Quadro 5.

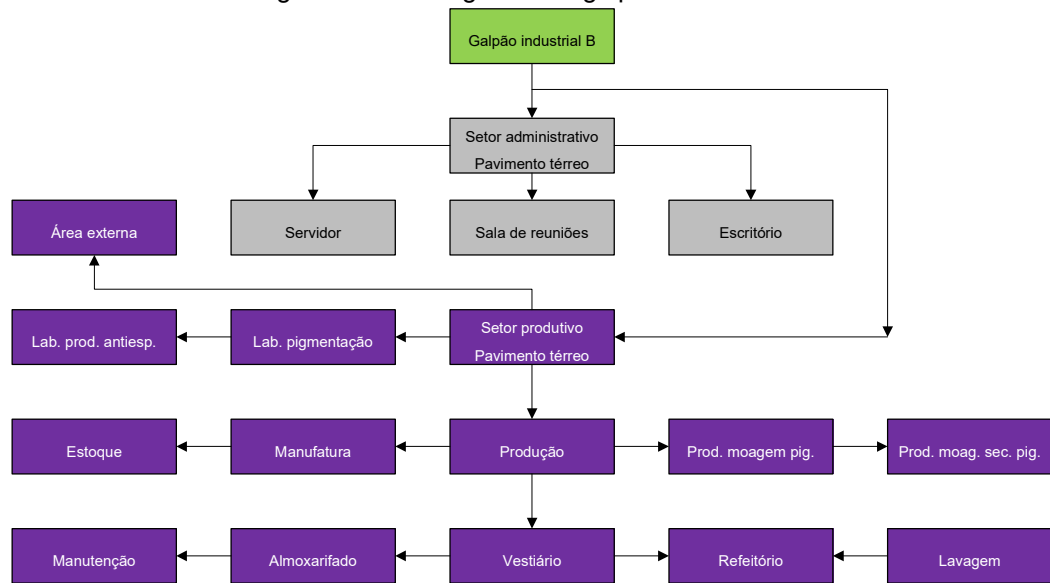
De acordo com os dados mostrados no Quadro 5, os ambientes/setores considerados em conformidade com a ISO 6241 e da NBR 5674 foram: escritório, sala de reuniões, produção, servidor, laboratório de pigmento, estoque de materiais, manufatura, laboratório de produto antiespumante e área externa. Além disso, verificou-se na análise do *walkthrough* que estes setores/ambientes atenderam muitos atributos dos itens avaliados, resultando a avaliação global do galpão industrial B com o conceito “bom”.

Figura 30 – Planta baixa de setorização do pavimento térreo do galpão industrial A



Fonte: Autor (2019).

Figura 31 – Fluxograma do galpão industrial B.



Fonte: Autor (2019).

Quadro 5 – Avaliação global do projeto e da construção (Galpão industrial B).

Avaliação global do projeto e da construção (Galpão ind. B)	
Setor/ambiente de trabalho	Avaliação
Produção	6,6
Manufatura	6,5
Estoque de materiais	6,4
Pig. produção e moagem	4,8
Pig. moagem e sec.	5,3
Lavagem	2,5
Refeitório	5,3
Vestiário	5,8
Almoxarifado	5,4
Manutenção	5,5
Lab. Pigmento	6,5
Lab. prod. antiespumante	6,1
Escritório	7,8
Sala de reuniões	7,5
Servidor	6,4
Área externa	6,3
Total	94,7
Avaliação global do Galpão ind. B	5,9
Nota explicativa	
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:	
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]	
0,0 ... 2,0	Péssimo
2,1 ... 4,0	Ruim
4,1 ... 6,0	Regular
6,1 ... 8,0	Bom
8,1 ... 10	Muito bom
Nota: *Valor atribuído pelo autor	

Fonte: Autor (2019).

Figura 32 – Planta baixa de setorização do pavimento térreo do galpão industrial B.



Fonte: Autor (2019).

Os locais manutenção, almoxarifado, refeitório, vestiário, pigmentação, moagem e secagem também foram considerados em conformidade com a ISO 6241 e a NBR 5674. Entretanto, a análise do *walkthrough* desses locais resultou com o conceito “regular”. Por outro lado, por meio da análise do *walkthrough*, constatou-se que o setor produtivo do galpão industrial necessita de revisão de leiaute para reposicionamento de máquinas e equipamentos, favorecendo a produção e a movimentação de materiais. Também se constataram problemas com calor residual derivado de atividades com máquinas e equipamentos e insuficiência de ventilação natural influenciando no conforto e no bem-estar dos trabalhadores.

Verifica-se no Quadro 5 que nove dos dezesseis itens avaliados no galpão industrial B se enquadram em conformidade com o conceito “bom”, cinco em conformidade com conceito “regular” e dois constam como não conformidade. No geral, o galpão industrial cumpre satisfatoriamente as exigências da ISO 6241 e da NBR 5674.

4.4.3 Considerações sobre os resultados

Da análise do *walkthrough* do galpão industrial A ressaltam-se as seguintes situações: a) o piso do setor produtivo, com partes lisas, rachaduras ou buracos, o qual deveria possuir superfícies com aderência e adequado tratamento superficial para evitar acidentes motivados por essas deficiências; b) a sala de fiação apresenta problemas de manutenção nas instalações elétricas, o que compromete o desempenho de máquinas e equipamentos; c) manifestações patológicas em vedações verticais (principalmente em paredes) e no piso de concreto; d) problemas relacionados à ventilação -insuficiente renovação do ar e sensação de abafamento excessivo- são resultantes da dificuldade de abertura das básculas e ausência de sistemas ativos de ventilação no setor de produção; e) necessidade de revisão do arranjo físico, com atenção aos postos de trabalho que envolvem máquinas e equipamentos e a otimização de fluxos.

Destaca-se no galpão A o arranjo físico do seu setor administrativo, o qual permite realizar satisfatoriamente as atividades no local, além de possuir piso plano e adequadas condições de aderência. Isso torna o setor um local seguro para os trabalhadores.

O galpão industrial B possui boas conformidades com os requisitos da ISO 6241 e da NBR 5674. Das limitações nele identificadas, destacam-se: a) necessidade

de pequenos reposicionamentos de algumas máquinas e equipamentos no setor produtivo para melhorar fluxos de atividades de produção e incrementar segurança, conforto, ergonomia e bem-estar para os trabalhadores; b) manifestações patológicas no piso de concreto (liso, fendas e pequenos buracos) dos setores de lavagem e pigmentação, moagem e secagem do pigmento; c) necessidade de correções na proteção da fiação elétrica, principalmente nos setores de lavagem e pigmentação, moagem e secagem do pigmento; d) necessidade de correções nos sistemas de ventilação passiva (janelas) e ativa (exaustores), em particular a configuração das janelas quanto a sua geometria (circulação de ar) e a eficiência do material para a iluminação; e) revisão da geometria das divisórias do setor administrativo, observando-se as necessidades normativas e dos usuários. É ponto positivo do galpão B a boa disposição do arranjo físico do setor administrativo e suas condições de conforto, segurança e piso conforme, que resulta num bom local para os funcionários.

Os galpões industriais A e B possuem projetos arquitetônicos simples, sem inovações contemporâneas e com setores/ambientes de trabalho distribuídos de modo intuitivo. Os problemas construtivos observados podem ser reparados, observando-se os requisitos da ISO 6241 e da NBR 5674. A análise do *walkthrough* denotou que os galpões A e B possuem adaptações pontuais e paliativas que visaram melhorias no desempenho e no uso dos arranjos físicos.

4.4.4 Mapeamento visual

O mapeamento visual consistiu em percorrer caminhos com o auxílio de plantas baixas humanizadas, para facilitar a identificação e registros dos aspectos físicos-ambientais nos setores/ambientes de trabalho. O uso de plantas baixas humanizadas foi importante para caracterizar que a presença e a disposição de máquinas, equipamentos e mobiliário afetam diretamente as sensações de conforto, bem-estar e segurança dos trabalhadores.

Foram utilizados símbolos para indicar nos mapas os seguintes aspectos: barulho, calor, frio, mau cheiro, ambiente confuso, ambiente agradável, convivência, tranquilidade e ambiente desagradável. Os riscos nos setores/ambientes dos galpões industriais A e B foram caracterizados por meio dos níveis de riscos:

- alto — identifica risco de nível alto relacionado à integridade do setor/ambiente de trabalho, resultando em elevados prejuízos ao conforto, à segurança e ao bem-

estar dos trabalhadores;

- médio — identifica risco de nível médio relacionado à integridade do setor/ambiente de trabalho, resultando em médios prejuízos ao conforto, à segurança e ao bem-estar dos trabalhadores;
- baixo — identifica risco de nível baixo relacionado à integridade do setor/ambiente de trabalho, pouco impactando o conforto, a segurança e o bem-estar dos trabalhadores.

Por se tratar de um método simples e intuitivo, o mapeamento visual foi utilizado de modo ‘informal’ para a obtenção das respostas visuais e favorecer a compreensão e clareza dos mapas.

4.4.5 Apresentação dos resultados do mapeamento visual no galpão industrial A

Os resultados obtidos a partir do mapeamento visual dos setores/ambientes de cada galpão industrial forneceram os registros das deficiências e dos riscos, além de comentários das informações coletadas nos setores/ambientes de trabalho. Para uma melhor observação da disposição dos setores observe a Figura 33 (p. 67), que apresenta a planta baixa do primeiro pavimento do galpão A. Este pavimento possui os seguintes setores/ambientes:

- W.C.: é um recinto sem devassa e incômodos auditivos, nas fissurações no piso cerâmico, o que incomoda os usuários no uso deste ambiente (baixo risco);
- Escritório: é um ambiente tranquilo, agradável e confortável; no entanto, a insuficiência de área da esquadria de alumínio resulta em prejuízo da iluminação natural (risco baixo) ao que se soma uma parede na cor azul escuro; também se detectou a falta de manutenção do elevador (risco médio);
- Sala de reuniões: é um ambiente de convivência, tranquilo e agradável. Chamou atenção os problemas de infiltrações na cobertura e no forro de gesso acartonado (risco baixo); a pintura na cor amarela prejudica a iluminação natural neste ambiente de trabalho (risco baixo).

A Figura 34 (p. 68) mostra a planta baixa do pavimento térreo do galpão A. Este pavimento possui os setores/ambientes relacionados no Quadro 6, onde também são apresentadas informações observadas durante as visitas técnicas. Para tanto, as informações são expressas como favoráveis ou não favoráveis para os funcionários dos referidos ambientes. Foram observados aspectos físico-ambientais de: ruídos,

temperatura, presença de patologias no piso, nas paredes ou em outros lugares, agradável e confortável, odor, iluminação e níveis de risco a segurança dos funcionários.

Quadro 6 – Setores/ambientes de trabalho com registros das deficiências dos riscos observados durante as visitas técnicas no pavimento térreo do galpão A.

Setores/ ambientes	Os ambientes apresentam condições favoráveis (Sim ou Não) de:						Nível de risco
	Ruídos	Temperatura	Manifest. patológica	Agradável e confortável	Odor	Iluminação	
Área livre	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Médio
Estacionamento	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo
Área de supervisão	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Médio
Almoxarifado	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Médio
Refeitório	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Médio
Vestiário	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Médio
Torneamento /usinagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Aplainamento	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Soldagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Torneamento-1	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Fresamento	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Sala de afiação	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Corte	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Estoque de materiais	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Descarte de materiais	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto

Fonte: Autor (2019)

Foi possível notar que a presença de equipamentos nos setores ocasiona elevação na temperatura e geram ruídos nocivos à saúde. O nível de risco refere-se a falta de segurança nos ambientes, sendo determinado pelas condições não favoráveis observadas.

4.4.6 Apresentação dos resultados do mapeamento visual no galpão industrial B

Os resultados a seguir foram organizados de acordo com as análises de cada setor/ambiente de trabalho do galpão industrial B, para facilitar a apresentação e compreensão dos resultados. No Quadro 7 estão relacionados os aspectos físico-ambientais que podem gerar riscos aos funcionários dos referidos setores, conforme apresentado anteriormente (Quadro 6). A planta baixa do pavimento térreo do galpão B é mostrada na imagem da Figura 35 (p 69). Vale ressaltar, que os fortes odores são oriundos dos produtos químicos presentes na indústria.

Quadro 7 – Setores/ambientes de trabalho com registros das deficiências dos riscos observados durante as visitas técnicas no pavimento térreo do galpão B.

Setores/ ambientes	Os ambientes apresentam condições favoráveis (Sim ou Não) de:						Nível de riscos
	Ruídos	Temperatura	Patologias	Agradável e confortável	Odor	Iluminação	
Área externa	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Alto
Escritório	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo
Servidor	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo
Sala de reuniões	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo
Laboratório de pigmentação antiespumante	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Médio
Laboratório de pigmentação	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Alto
Produção	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Alto
Manufatura	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Baixo
Estoque	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Alto
Produção moagem do pigmento	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Produção moagem e secagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Lavagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Alto
Refeitório	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo
Vestiário	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo
Manutenção	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixo

Fonte: Autor (2019)

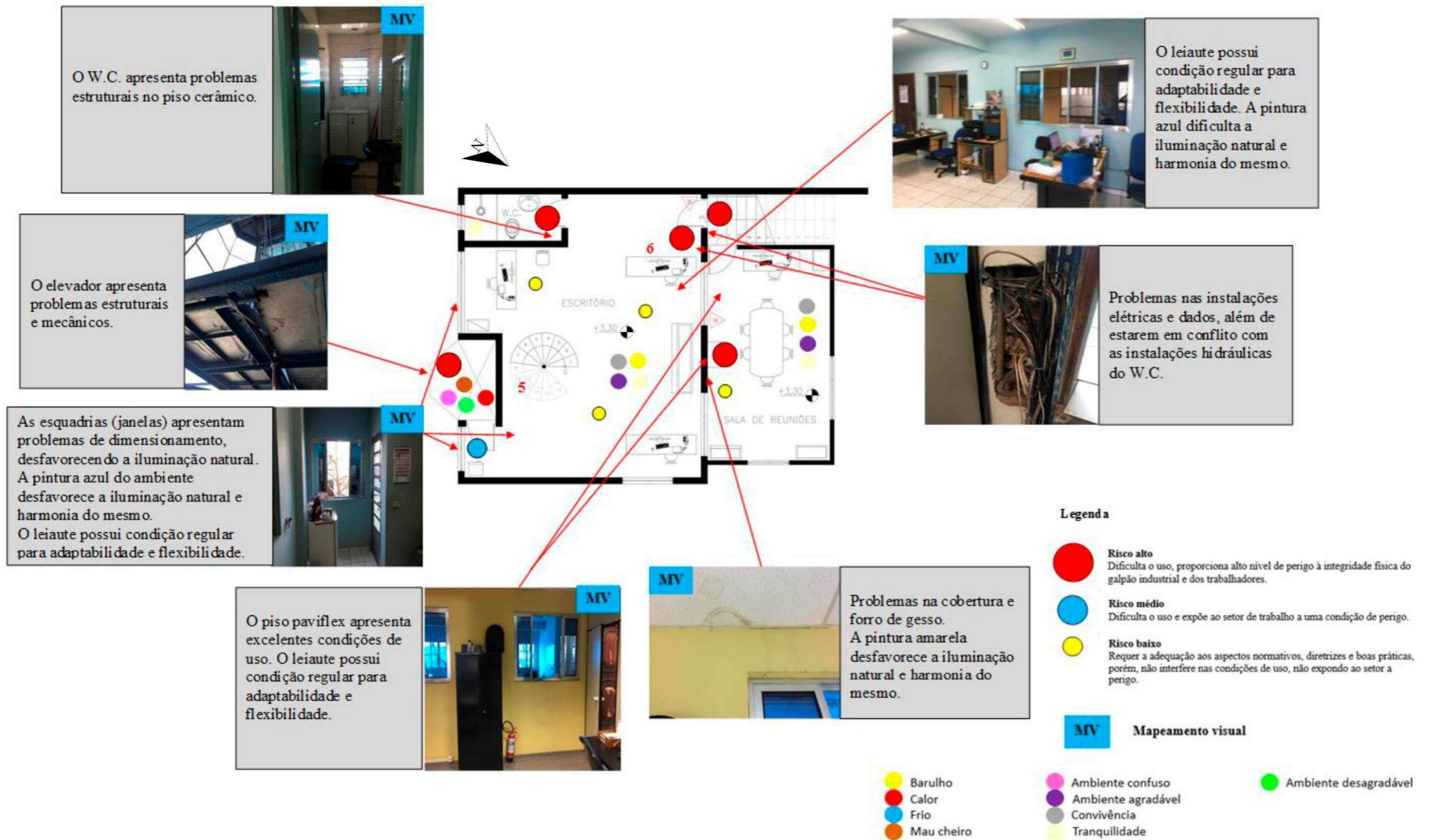
4.5 Considerações sobre os resultados

Os resultados da análise do mapeamento visual dos galpões industriais A e B permitiram gerar informações importantes e individuais para cada setor/ambiente de trabalho e dão indícios para ações de melhorias. O mapeamento visual fundamenta as recomendações projetuais-construtivas.

4.6 Recomendações gerais para os arranjos físicos estudados

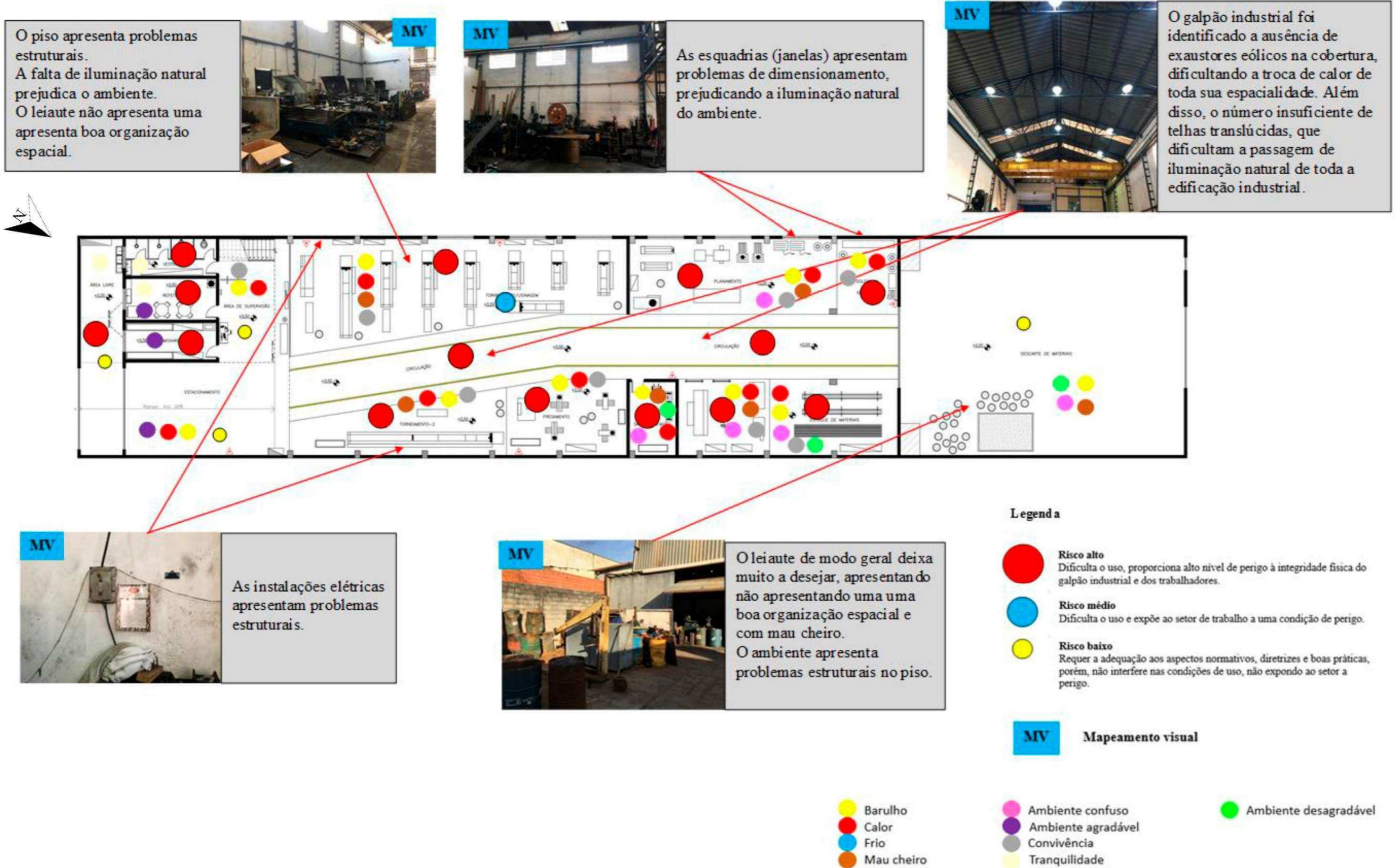
Os quadros apresentados nos Apêndices D e E reúnem recomendações gerais a partir da Avaliação de Desempenho em Uso (ADU) dos galpões industriais A e B, pautadas nos resultados obtidos nesta pesquisa, tendo como referenciais a ISO 6241 e a NBR 5674.

Figura 33 – Mapeamento Visual evidenciado na planta baixa do primeiro pavimento (galpão industrial A).



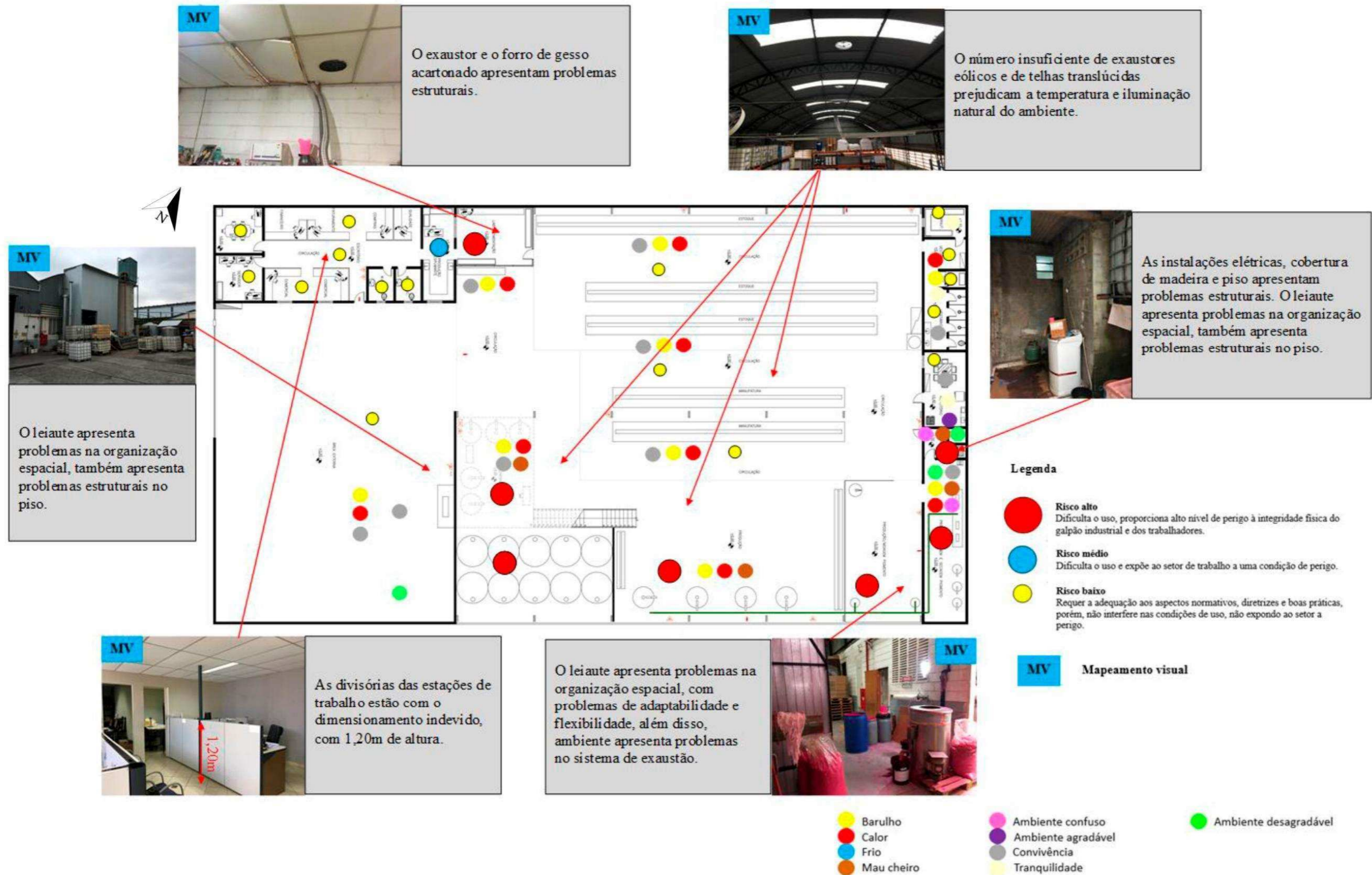
Fonte: Autor (2019).

Figura 34 – Mapeamento Visual evidenciado na planta baixa do pavimento térreo (galpão industrial A).



Fonte: Autor (2019).

Figura 35 – Mapeamento Visual evidenciado na planta baixa do primeiro térreo (galpão industrial B).



Fonte: Autor (2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentadas as principais conclusões da pesquisa, sobretudo no que se refere a pesquisa *in loco* nos dois galpões industriais. É importante mencionar, a aplicação de métodos da ADU foi fundamental para o mapeamento das características dos ambientes fabris e também para a identificação e a análise das áreas ocupadas. Estudar os dois galpões industriais recorrendo a ADU propiciou ao autor explorar os ambientes de produção, compreender melhor os atributos relacionados ao desempenho dos seus arranjos físicos e indicar melhorias para adaptabilidade e flexibilidade dos espaços construídos, importantes para o aprimoramento fabril dos galpões industriais A e B, enquanto objetos de estudo dessa pesquisa.

No geral, os dois galpões industriais investigados passaram por poucas ações de cunho preventivo, corretivo ou modificativo na edificação e nos seus arranjos físicos de produção. A base documental de projetos e construção é praticamente a mesma desde a entrada em uso dos galpões com as operações das duas empresas. Poucas foram as mudanças, atualizações e ou melhorias percebidas tanto nas edificações como na base documental disponibilizada para consulta. Por conseguinte, isto não permitiu que identificassem avanços no processo projetual-construtivo.

Os dois galpões apresentavam condições regulares de uso, sendo observadas inadequações entre as necessidades requeridas para instalações da natureza dessas empresas e o que efetivamente ocorre no cotidiano das operações fabris. Dentre as inadequações, chamou atenção a pouca clareza dos gestores quanto à importância da organização espacial, o que não só expõe os trabalhadores a riscos de acidentes como também as repercussões nos processos industriais em termos de custos, qualidade e perdas na produção. Por outro, as inadequações constatadas podem ser objeto de melhorias, desde que embasadas em projetos responsivos, sustentáveis e investimentos.

Para tornar os processos produtivos mais eficientes, é preciso melhor combinara os recursos produtivos e realizar adaptações no que tange a segurança, conforto e bem-estar dos trabalhadores. As situações e dificuldades identificadas mostraram-se ser independentes da localização do galpão industrial. Além disso, é fundamental para a retroalimentação do processo projetual-construtivo dos galpões industriais e de seus respectivos arranjos físicos, o embasamento dos projetos em

critérios consistentes.

A realização dessa pesquisa também contribuiu para o desenvolvimento e teste de uma forma de qualificar a avaliação dos galpões industriais A e B, com base na análise sistemática dos locais estudados em cada galpão industrial. Isso também pode contribuir para gerar orientações para processos projetuais e construtivos com repercussões nas atividades industriais.

5.1 Limitações da pesquisa

As questões apresentadas sobre os galpões industriais estudados são decorrentes da coleta de dados diretamente nos ambientes fabris, devido a base documental insuficiente nas empresas sobre projeto e construção, ao que se acrescenta que a prefeitura do Município de Guarulhos não possui dados atualizados sobre a quantidade de indústrias e a situação dos seus projetos. Na impossibilidade de obter dados preliminares na prefeitura de Guarulhos, as etapas de realização da pesquisa de campo foram mais longas.

Outro fator limitante da pesquisa foi a insuficiência de tempo para aprofundar o estudo das técnicas e metodologias adotadas em ADU, anteriormente ao desenvolvimento desse projeto. A possibilidade de testar previamente os métodos, poderia contribuir para a obtenção de melhores resultados e certamente agilizaria o tempo dedicado nas análises dos mesmos.

Foi elaborado um *checklist* dos fatores funcionais, entretanto algumas informações documentais sobre os dois galpões não foram repassadas para aferição do pesquisador.

Os recursos financeiros necessários para todo o desenvolvimento da pesquisa foram suportados pelo próprio pesquisador, ou seja, a ausência de auxílio financeiro institucional inviabilizou a realização de pesquisas em um número maior de galpões industriais.

5.2 Contribuições da pesquisa

De um modo geral, a pesquisa baseada na ADU apresentou um conjunto de informações com os principais conceitos relacionados aos processos de desempenho e uso sobre os arranjos físicos. A pesquisa envolveu aspectos técnico-funcionais em dois galpões industriais, cuja realidade apresenta similaridades com muitos outros galpões fabris, podendo-se inferenciar que os problemas identificados são comuns a

muitos outros. Tendo-se isso como uma premissa, a pesquisa aponta para a necessidade de se ter amplitude de conhecimentos sobre processos de produção em projetos arquitetônicos de estabelecimentos fabris, seja para novos projetos e ou *retrofits* de arranjos físico-ambientais nos galpões industriais, e assim superar barreiras decorrentes de não familiaridade com exigências de natureza legal, normativa, técnica e ou econômica.

As recomendações em seções anteriores podem dar direcionamentos para a construção ou melhoria de novos arranjos físicos industriais similares aos estudados.

5.3 Sugestões para trabalhos futuros

Com relação a metodologia, sugere-se que sejam realizados mais estudos de caso e em diferentes tipos de galpões industriais.

A avaliação dos métodos da ADU nos galpões industriais permitiu a identificação de novos enfoques a serem abordados em trabalhos futuros. Sugere-se, portanto, que sejam feitas análises de viabilidade de investimentos dos arranjos físicos propostos e nas melhorias produtivas após a implementação de novos leiautes. Neste contexto, sugerem-se os seguintes tópicos:

- analisar a funcionalidade e a espacialidade dos arranjos físicos nos ambientes disponíveis, para verificar como repercutem no desempenho em uso;
- analisar a flexibilidade dos arranjos físicos em uso, em face de modificações e aplicações feitas pelos gestores dos galpões industriais, como forma de identificar tipos de falhas em projetos e construção e seus efeitos nos ambientes e processos industriais;
- aplicar e analisar criticamente os critérios de desempenho presentes na ISO 6241 e na NBR 5674, considerando a aplicação destes em processos de projeção arquitetônica.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, Gia Elizabeth. **Layout planning or sustainable development:** International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, v.2, n.1, p. 655-665, 2013.

ALMEIDA, Fernanda Barreto de. **Layout:** gestão das operações. São Paulo: Bookman, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674/2012: **Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BISTAFA, Silvio Reynaldo. **Acústica aplicada ao controle de ruído.** São Paulo, Edgar Blucher, 2006.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Edificações.** Norma Regulamentadora 8 – NR 8. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr8.htm>>. Acesso em: 10 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos.** Norma Regulamentadora 9 – NR 9. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr9.htm>>. Acesso em: 14 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Segurança em instalações e serviços de eletricidade.** Norma Regulamentadora 10 – NR 10. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>>. Acesso em: 17 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais.** Norma Regulamentadora 11 – NR 11. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr11.htm>>. Acesso em: 21 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Segurança em máquinas e equipamentos.** Norma Regulamentadora 12 – NR 12. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm>>. Acesso em: 22 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Caldeiras e vasos de pressão.** Norma Regulamentadora 13 – NR 13. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr13.htm>>. Acesso em: 25 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Fornos.** Norma Regulamentadora 14 – NR 14. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr14.htm>>. Acesso em: 29 out. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Atividades e operações insalubres.** Norma Regulamentadora 15 – NR 15. Disponível em:

<<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Atividades e operações perigosas**. Norma Regulamentadora 16 – NR 16. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr16.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Ergonomia**. Norma Regulamentadora 17 – NR 17. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**. Norma Regulamentadora 18 – NR 18. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Explosivos**. Norma Regulamentadora 19 – NR 19. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr19.htm>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis**. Norma Regulamentadora 20 – NR 20. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr20.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Proteção contra incêndios**. Norma Regulamentadora 23 – NR 23. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr23.htm>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Condições de higiene e conforto nos locais de trabalho**. Norma Regulamentadora 24 – NR 24. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr24.htm>>. Acesso em: 01 dez. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Resíduos industriais**. Norma Regulamentadora 25 – NR 25. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr25.htm>>. Acesso em: 04 dez. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Sinalização de segurança**. Norma Regulamentadora 26 – NR 26. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr26.htm>>. Acesso em: 06 dez. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. Norma Regulamentadora 33 – NR 33. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr33.htm>>. Acesso em: 09 dez. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, reparação e desmonte naval**. Norma Regulamentadora 34 – NR 34. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr34.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

_____, Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Trabalho em altura**. Norma Regulamentadora 35 – NR 35. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr35.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2019.

BRUNA, Paulo. **Considerações sobre o projeto de edifícios industriais**. Revista Projeto. São Paulo, ed. 185, p. 35-39, outubro 2011.

CAMARGO, Ana Luiza de Brasil. **A construção industrial: sua posição na sociedade**. Revista Projeto. São Paulo, ed. 234, p. 24-29, maio 2008.

CAMAROTTO, João Alberto. **Estudos das relações entre o projeto de edifícios industriais e a gestão de produção**. Tese de doutorado. São Paulo: FAU-USP, 1996.

CERQUEIRA, Eufrosina de Azevêdo. **Análise da intervenção ambiental de baixo custo do ambiente construído**, Dissertação de mestrado, Porto Alegre, 2001.

CLINE, Greg. **Industry 4.0 and Industrial IoT in Manufacturing: A Sneak Peek**. Boston, 2017.

COGGIOLA, Osvaldo. **Da revolução industrial ao movimento operário. As origens do mundo contemporâneo**. 11ª edição. Porto Alegre. Pradense. 2010.

FONSECA, Pedro Cezar Dutra. **Trajatória e dinâmica tecnológica da indústria de máquinas-ferramenta no Brasil**. Econ. soc., Campinas, 2018.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi. **Avaliação Pós-Ocupação da teoria à prática: Oficina de textos**. São Paulo, 2018.

FROTA, Anésia Barros. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 8ª ed., 2007.

GAITHER, Norman. **Administração da produção e operações**. 8ª ed. São Paulo: Thompson Learning, 2006.

GIFFORD, Robert. **Environmental Psychology: principles and practice**. Boston: Allyn e Bacon, 2000.

GOMIDE, Tito Ferreira. **Check-up inicial**. In: PINI, M. S. (Org.). Manutenção predial. São Paulo, 2011.

GRIZANTI, Vani Fatima. **O ambiente de trabalho em indústrias de transformação: prospecção de parâmetros para o desenvolvimento de uma APO em indústrias**. Dissertação (Mestrado). São Paulo: FAU-USP, 2010.

GUERRERO, Glaison Augusto. **Trajatória e dinâmica tecnológica da indústria de máquinas-ferramenta no Brasil**. Campinas, 2018.

HAGG, Goran Morag. **Corporate initiatives in ergonomics - an introduction**. Applied Ergonomics, 34(1), 3-15, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas de população**: Guarulhos. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2019/estimativa_dou_2019.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Performance standards in buildings**: principles for their preparation and factors to be considered, ISO 6241. London, 1984.

JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

KUBER, Sunil Shreya. **Productivity improvement in plant by using systematic layout planning (SLP) - A case study of medium scale**. IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology. v. 3, n. 4, p. 770-775, 2014.

KUPFER, David. **Perspectivas do investimento no Brasil: síntese final**. Projeto PIB, 2010.

IIDA, Itiro. **Ergonomia, projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MAZON, Ana Amélia Oliveira. **Ventilação natural em galpões utilizando lanternins**. Ouro Preto: Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, UFOP, 2005.

NOHARA, Jouliana Jordan. **Aplicação da gestão do conhecimento em processos de gerenciamento de risco**. Curitiba, 2002.

OLIVEIRA, Elisângela Magela. **Transformações no mundo do trabalho, da revolução industrial aos nossos dias**. Caminhos de Geografia, v. 5, n. 11, 2004.

OMAR, Elmir. **Guarulhos tem história: questões sobre a história industrial**. São Paulo, 2008.

ORNSTEIN, Sheila Walbe. **Avaliação Pós-Ocupação da teoria à prática: Oficina de textos**. São Paulo, 2018.

PADIN, Pablo Aleksitch. **Arquitetura na indústria: estudo da abrangência do trabalho do arquiteto no projeto de edificações industriais**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, 2009.

RAIS-MTE, **Relação Anual de Informações Sociais – Ministério do Trabalho e Emprego**. Disponível em: <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>. Acessado em 02 fev. 2019.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **Avaliação Pós-Ocupação**. São Paulo, 2008.

RIBEIRO, Silvio. **Destino Guarulhos: a história do Trem da Cantareira**. 1. ed. Diadema – SP, São Paulo, 2006.

RIFKIN, Jeremy. **Terceira revolução industrial: como a nova era da informação mudou a energia, a economia e o mundo.** Lisboa, 2014.

SAKA, Mehmet Polat. **Construction site layout planning using multiobjective artificial bee colony algorithm with Levy flights.** Automation in Construction, v. 38, p. 14-29, 2014.

SALGADO, Mônica Santos. **Seleção do sistema construtivo adequado à produção de edificações industriais: pesquisa em tecnologia da arquitetura e urbanismo,** FAU-USP, 2006.

SANTOS, Carlos José Ferreira dos. **A Identidade urbana e globalização: a formação dos múltiplos territórios em Guarulhos-SP.** São Paulo, 2006.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution.** Geneva, Switzerland: World Economic Forum Publishers, 2016.

SIEGEL, Romoaldo. **Administração científica.** UNIFEFE, Santa Catarina, 2003.

SMITH, Phyl. **Creating Workplaces Where People Can Think.** San Francisco, Jossey-Bass Publishers, 1994.

TOMPKINS, James. **Facilities planning.** 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 2010.

VESENTINI, José William. **A industrialização brasileira e suas características.** São Paulo, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE FATORES TÉCNICOS

WALKTHROUGH

CHECKLIST FATORES FUNCIONAIS

Segmento:

Unidade:

Produtos fabricados:

Área da unidade: ____m² Área construída: ____m²

Nº de funcionários da unidade:

Galpão

Setor

Célula

Posto de trabalho

Atributos físicos	Avaliação				
	Péssimo 0-2	Ruim 2-4	Regular 4-6	Bom 6-8	Excelente 8-10
Quantidade do espaço					
Iluminação artificial					
Iluminação natural					
Acústica					
Temperatura					
Flexibilidade de uso					
Aspecto estético					
Ventilação e corrente de ar					
Cor					
Distração visual					
Qualidade do ar					
Ambiente de trabalho	Avaliação				
	Péssimo 0-2	Ruim 2-4	Regular 4-6	Bom 6-8	Excelente 8-10
Ergonomia					
Limpeza					
Segurança					
Leiaute					
Projeto de arquitetura da edificação industrial					
Aspecto físico/ambiental					
Flexibilidade organizacional					
Turno de operação					

APÊNDICE A - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE FATORES TÉCNICOS

WALKTHROUGH

CHECKLIST FATORES FUNCIONAIS

Sistemas construtivos		Avaliação				
		Péssimo 0..2	Ruim 2..4	Regular 4..6	Bom 6..8	Excelente 8..10
Pilares						
Vigas						
Lajes						
Vedação (paredes)						
Proteção para controle solar						
Revestimento/ Acabamento	Piso					
	Parede					
	Teto					
Impermeabilização						
Esquadrias						
Instalações Prediais	Instalações elétricas					
	Instalações hidrossanitárias					
	Instalações de dados					
	Instalações ventilação					
	Instalações de ar condicionado					
	Instalações de exaustão					
	Instalações de gás					
Segurança	Contra incêndio/pânico					
	Uso e operação					
Cobertura						

APÊNDICE A – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE FATORES TÉCNICOS

WALKTHROUGH

CHECKLIST FATORES FUNCIONAIS

Sistemas construtivos		Tipo
Pilares		
Vigas		
Lajes		
Vedação (Paredes)		
Proteção para controle solar		
Revestimento/ Acabamento	Piso	
	Parede	
	Teto	
Impermeabilização		
Esquadrias		
Instalações Prediais	Instalações elétricas	
	Instalações hidrossanitárias	
	Instalações de dados	
	Instalações ventilação	
	Instalações de ar-condicionado	
	Instalações de exaustão	
	Instalações de gás	
Segurança	Contra incêndio e pânico	
	Uso e operação	
Cobertura		

APÊNDICE A – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE FATORES TÉCNICOS

WALKTHROUGH

REQUISITOS QUANTO AO DESEMPENHO: ISO 6241

Requisito		Deficiência	Conformidade
Pilares			
Vigas			
Lajes			
Vedações verticais	Paredes		
	Portas		
	Janelas		
Proteção para controle solar			
Revestimento/ Acabamento	Piso		
	Parede		
	Teto		
Impermeabilização			
Instalações Prediais	Elétricas		
	SPDA		
	Cabeamento estruturado		
	Água fria		
	Água quente		
	Esgoto Sanitário		
	Águas pluviais		
	Refrigeração industrial		
	Fornos e caldeiras		
	Ventilação		
	Exaustão		
	Ar-condicionado		
	Gás		
Segurança	Contra incêndio e pânico		
	Uso e operação		
Cobertura e Forros			

APÊNDICE A – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE FATORES TÉCNICOS

WALKTHROUGH

REQUISITOS QUANTO AO DESEMPENHO: NBR 5674

Requisito		Deficiência	Conformidade
Pilares			
Vigas			
Lajes			
Vedações verticais	Paredes		
	Portas		
	Janelas		
Proteção para controle solar			
Revestimento/ Acabamento	Piso		
	Parede		
	Teto		
Impermeabilização			
Instalações Prediais	Elétricas		
	SPDA		
	Cabeamento estruturado		
	Água fria		
	Água quente		
	Esgoto Sanitário		
	Águas pluviais		
	Refrigeração industrial		
	Fornos e caldeiras		
	Ventilação		
	Exaustão		
	Ar-condicionado		
	Gás		
Segurança	Contra incêndio e pânico		
	Uso e operação		
Cobertura e Forros			

APÊNDICE B – CHECKLIST COM BASE NOS ATRIBUTOS DA ISO 6241 E DA NBR 5674 (GALPÃO INDUSTRIAL A)

Quadro B1 – Avaliação global do projeto e da construção (Escritório)

Ambiente/Setor:	Escritório - 1º pav.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,3	3	16,0
Forma	4,6	2	9,2
Ambiente de trabalho	6,4	2	12,9
Estrutura	7,0	3	21,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,3	3	18,8
Instalações	4,9	2	9,9
Segurança	6,0	3	18,0
	Total	18	105,7
Avaliação global do ambiente/setor	5,9		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B2 – Avaliação global do projeto e da construção (Sala de reuniões).

Ambiente/Setor:	Sala de reuniões - 1º pav.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,3	3	15,8
Forma	4,3	2	8,7
Ambiente de trabalho	6,4	2	12,9
Estrutura	7,0	3	21,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,4	4	25,6
Instalações	9,4	2	18,7
Segurança	6,0	3	18,0
	Total	19	120,7
Avaliação global do ambiente/setor	6,4		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B3 – Avaliação global do projeto e da construção (Almoxarifado)

Ambiente/Setor:	Almoxarifado - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,3	3	12,8
Forma	4,0	2	8,0
Ambiente de trabalho	5,0	2	9,9
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,0	4	20,0
Instalações	5,0	2	10,0
Segurança			
	Total	16	80,3
Avaliação global do ambiente/setor	5,0		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B4 – Avaliação global do projeto e da construção (Refeitório).

Ambiente/Setor:	Refeitório - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,3	3	12,8
Forma	5,0	2	10,0
Ambiente de trabalho	5,0	2	10,1
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,7	4	18,8
Instalações	5,0	2	10,0
Segurança			
	Total	16	81,2
Avaliação global do ambiente/setor	5,1		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B5 – Avaliação global do projeto e da construção (Vestibário).

Ambiente/Setor:	Vestibário - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,4	3	13,1
Forma	4,0	2	8,0
Ambiente de trabalho	4,4	2	8,8
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,7	4	18,8
Instalações	3,0	2	6,0
Segurança			
	Total	16	74,2
Avaliação global do ambiente/setor	4,6		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B6 – Avaliação global do projeto e da construção (Área de supervisão).

Ambiente/Setor:	Área de Supervisão - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,3	3	12,8
Forma	4,5	2	9,0
Ambiente de trabalho	5,1	2	10,2
Estrutura	6,2	3	18,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,0	4	20,0
Instalações	5,0	2	10,0
Segurança			
	Total	16	80,4
Avaliação global do ambiente/setor	5,0		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B7 – Avaliação global do projeto e da construção (Torneamento/usinagem).

Ambiente/Setor:	Torn. usinagem - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,1	3	12,3
Forma	4,8	2	9,6
Ambiente de trabalho	4,8	3	14,3
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,2	4	20,8
Instalações	5,0	3	15,0
Segurança	5,0	3	15,0
	Total	22	112,9
Avaliação global do ambiente/setor	5,1		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B8 – Avaliação global do projeto e da construção (Plainamento).

Ambiente/Setor:	Plainamento - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,1	3	12,3
Forma	4,5	2	9,0
Ambiente de trabalho	4,0	3	12,0
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,1	4	20,4
Instalações	5,0	3	15,0
Segurança			
	Total	19	94,7
Avaliação global do ambiente/setor	5,0		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B9 – Avaliação global do projeto e da construção (Soldagem).

Ambiente/Setor:	Soldagem - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	3,9	3	11,8
Forma	4,1	2	8,3
Ambiente de trabalho	4,2	3	12,6
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,9	4	19,5
Instalações	4,5	3	13,5
Segurança			
	Total	19	91,6
Avaliação global do ambiente/setor		4,8	
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B10 – Avaliação global do projeto e da construção (Torneamento 1).

Ambiente/Setor:	Torneamento 1 - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,0	3	12,0
Forma	4,1	2	8,3
Ambiente de trabalho	3,9	3	11,6
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,5	4	18,0
Instalações	4,2	3	12,6
Segurança	5,5	3	16,5
	Total	22	105,0
Avaliação global do ambiente/setor		4,8	
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B11 – Avaliação global do projeto e da construção (Fresamento).

Ambiente/Setor:	Fresamento - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,0	3	12,0
Forma	4,1	2	8,3
Ambiente de trabalho	3,9	3	11,6
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,5	4	18,0
Instalações	4,2	3	12,6
Segurança	5,5	3	16,5
	Total	22	105,0
Avaliação global do ambiente/setor		4,8	
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B12 – Avaliação global do projeto e da construção (Sala de afiação)

Ambiente/Setor:	Sala de afiação - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	1,8	3	5,5
Forma	2,1	2	4,1
Ambiente de trabalho	2,0	3	6,0
Estrutura	4,0	4	16,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	2,6	4	10,5
Instalações	2,0	3	6,0
Segurança	4,5	3	13,5
	Total	22	61,6
Avaliação global do ambiente/setor	2,8		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B13 – Avaliação global do projeto e da construção (Corte).

Ambiente/Setor:	Corte - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,0	3	12,0
Forma	4,1	2	8,3
Ambiente de trabalho	3,7	3	11,1
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,0	4	20,0
Instalações	5,0	3	15,0
Segurança			
	Total	19	92,3
Avaliação global do ambiente/setor	4,9		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B14 – Avaliação global do projeto e da construção (Estoque de materiais).

Ambiente/Setor:	Estoque de materiais - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,0	3	12,0
Forma	2,8	2	5,6
Ambiente de trabalho	2,3	3	6,9
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,9	4	19,5
Instalações	4,5	3	13,5
Segurança			
	Total	19	83,6
Avaliação global do ambiente/setor	4,4		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B15 – Avaliação global do projeto e da construção (Descarte de materiais).

Ambiente/Setor:	Descarte de materiais - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	6,6	3	19,9
Forma	3,1	2	6,3
Ambiente de trabalho	4,8	3	14,4
Estrutura	5,0	4	20,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	3,3	4	13,0
Instalações			
Segurança			
	Total	16	73,5
Avaliação global do ambiente/setor		4,6	
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B16 – Avaliação global do projeto e da construção (Estacionamento).

Ambiente/Setor:	Estacionamento - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,8	3	14,5
Forma	5,7	2	11,3
Ambiente de trabalho	5,4	3	16,2
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,1	4	20,5
Instalações	5,5	3	16,5
Segurança	5,5	3	16,5
	Total	22	121,5
Avaliação global do ambiente/setor		5,5	
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro B17 – Avaliação global do projeto e da construção (Área livre).

Ambiente/Setor:	Área livre - Pav. Térreo		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,9	3	17,8
Forma	5,2	2	10,3
Ambiente de trabalho	5,0	3	15,0
Estrutura	6,5	4	26,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,5	4	22,0
Instalações	4,0	3	12
Segurança			
	Total	19	103,1
Avaliação global do ambiente/setor		5,4	
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

APÊNDICE C – CHECKLIST COM BASE NOS ATRIBUTOS DA ISO 6241 E DA NBR 5674 (GALPÃO INDUSTRIAL B)

Quadro C1 – Avaliação global do projeto e da construção (Produção).

Ambiente/Setor:	Produção - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,5	3	16,5
Forma	6,5	2	13,0
Ambiente de trabalho	6,4	2	12,8
Estrutura	7,0	3	21,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,5	3	19,5
Instalações	8,7	2	17,3
Segurança	6,5	3	19,5
	Total	18	119,6
Avaliação global do ambiente/setor	6,6		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C2 – Avaliação global do projeto e da construção (Manufatura).

Ambiente/Setor:	Manufatura - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,5	3	16,5
Forma	6,5	2	13,0
Ambiente de trabalho	6,4	2	12,8
Estrutura	7,0	3	21,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,5	3	19,5
Instalações	7,2	2	14,3
Segurança	6,5	3	19,5
	Total	18	116,6
Avaliação global do ambiente/setor	6,5		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C3 – Avaliação global do projeto e da construção (Estoque de materiais).

Ambiente/Setor:	Estoque de materiais - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,5	3	16,5
Forma	6,2	2	12,3
Ambiente de trabalho	6,4	2	12,8
Estrutura	7,0	3	21,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,5	3	19,5
Instalações	7,2	2	14,3
Segurança			
	Total	15	96,5
Avaliação global do ambiente/setor	6,4		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C4 – Avaliação global do projeto e da construção (Produção/moagem de pigmento).

Ambiente/Setor:	Prod. moagem pig. - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	2,9	3	8,8
Forma	3,0	2	6,0
Ambiente de trabalho	3,8	2	7,6
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,2	3	15,7
Instalações	7,0	2	14,0
Segurança			
	Total	15	71,6
Avaliação global do ambiente/setor	4,8		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C5 – Avaliação global do projeto e da construção (Produção/ moagem e secagem de pigmento).

Ambiente/Setor:	Prod.moagem.sec.pig. - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,6	3	13,8
Forma	4,5	2	9,0
Ambiente de trabalho	4,3	2	8,6
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,0	3	15,0
Instalações	7,2	2	14,3
Segurança			
	Total	15	80,2
Avaliação global do ambiente/setor	5,3		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C6 – Avaliação global do projeto e da construção (Lavagem).

Ambiente/Setor:	Lavagem - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	2,4	3	7,3
Forma	1,7	2	3,3
Ambiente de trabalho	1,6	2	3,1
Estrutura	3,8	3	11,3
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	2,3	3	7,0
Instalações	2,5	2	5,0
Segurança			
	Total	15	36,9
Avaliação global do ambiente/setor	2,5		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C7 – Avaliação global do projeto e da construção (Refeitório).

Ambiente/Setor:	Refeitório - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,1	3	12,3
Forma	5,5	2	11,0
Ambiente de trabalho	5,4	2	10,9
Estrutura	6,0	3	18,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,2	3	15,6
Instalações	6,0	2	12,0
Segurança	5,5	3	16,5
	Total	18	96,2
Avaliação global do ambiente/setor	5,3		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C8 – Avaliação global do projeto e da construção (Vestiário).

Ambiente/Setor:	Vestiário - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,3	3	13,0
Forma	6,5	2	13,0
Ambiente de trabalho	5,6	2	11,2
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,0	3	18,1
Instalações	6,5	2	13,0
Segurança	5,5	3	16,5
	Total	18	104,3
Avaliação global do ambiente/setor	5,8		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C9 – Avaliação global do projeto e da construção (Almoxarifado)

Ambiente/Setor:	Almoxarifado - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,2	3	12,5
Forma	4,5	2	9,0
Ambiente de trabalho	4,4	2	8,7
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,1	3	18,3
Instalações	6,5	2	13,0
Segurança			
	Total	15	81,0
Avaliação global do ambiente/setor	5,4		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C10 – Avaliação global do projeto e da construção (Manutenção).

Ambiente/Setor:	Manutenção - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,2	3	12,5
Forma	5,0	2	10,0
Ambiente de trabalho	4,7	2	9,3
Estrutura	6,5	3	19,5
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,1	3	18,3
Instalações	6,5	2	13,0
Segurança			
	Total	15	82,6
Avaliação global do ambiente/setor	5,5		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C11 – Avaliação global do projeto e da construção (Laboratório de pigmentação).

Ambiente/Setor:	Lab. pigmentação - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,6	3	13,8
Forma	6,3	2	12,7
Ambiente de trabalho	6,0	3	18,1
Estrutura			
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	5,8	3	17,5
Instalações	9,8	3	29,4
Segurança			
	Total	14	91,4
Avaliação global do ambiente/setor	6,5		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C12 – Avaliação global do projeto e da construção (Laboratório/produção de antiespumante).

Ambiente/Setor:	Lab.prod.ant. - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	4,8	3	14,3
Forma	6,5	2	13,0
Ambiente de trabalho	6,1	3	18,3
Estrutura			
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,7	3	20,2
Instalações	6,5	3	19,5
Segurança			
	Total	14	85,3
Avaliação global do ambiente/setor	6,1		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C13 – Avaliação global do projeto e da construção (Escritório).

Ambiente/Setor:	Escritório - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	6,3	3	18,8
Forma	8,5	2	17,0
Ambiente de trabalho	7,4	3	22,1
Estrutura	7,0	4	28,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	7,5	3	22,5
Instalações	9,8	3	29,3
Segurança	8,5	3	25,5
	Total	21	163,1
Avaliação global do ambiente/setor	7,8		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C14 – Avaliação global do projeto e da construção (Sala de reuniões).

Ambiente/Setor:	Sala de reuniões - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,7	3	17,0
Forma	8,5	2	17,0
Ambiente de trabalho	7,4	3	22,1
Estrutura	7,0	4	28,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	7,5	3	22,5
Instalações	9,8	3	29,3
Segurança			
	Total	18	135,8
Avaliação global do ambiente/setor	7,5		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			

Fonte: Autor (2019).

Quadro C15 – Avaliação global do projeto e da construção (Servidor).

Ambiente/Setor:	Servidor - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	5,7	3	17,0
Forma	6,5	2	13,0
Ambiente de trabalho	5,7	3	17,2
Estrutura	7,0	4	28,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	6,7	3	20,1
Instalações	6,5	3	19,5
Segurança			
	Total	18	114,8
Avaliação global do ambiente/setor	6,4		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			



Fonte: Autor (2019).



Quadro C16 – Avaliação global do projeto e da construção (Área externa).



Ambiente/Setor:	Área externa - Pav. térreo.		
Avaliação global do projeto e da construção do ambiente/setor	Peso	Contrib	
Físico-ambiental	6,3	3	19,0
Forma	5,3	2	10,7
Ambiente de trabalho	5,8	3	17,3
Estrutura	5,5	4	22,0
Sistema de vedação (horizontal/vertical)	4,6	3	13,7
Instalações	9,8	3	29,3
Segurança	7,0	3	21
	Total	21	132,9
Avaliação global do ambiente/setor	6,3		
Nota explicativa			
Para a avaliação foram atribuídas notas de 0 (péssimo) a 10 (muito bom), considerando-se neste intervalo as seguintes cinco faixas e cores:			
0...2 [péssimo]; >2...4 [ruim]; >4...6 [regular]; >6...8 [bom]; >8...10 [muito bom]			
0,0 ... 2,0	Péssimo		
2,1 ... 4,0	Ruim		
4,1 ... 6,0	Regular		
6,1 ... 8,0	Bom		
8,1 ... 10	Muito bom		
Nota: *Valor atribuído pelo autor			



Fonte: Autor (2019).



APÊNDICE D – RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA ARRANJOS FÍSICOS



ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Escritório	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 2. Necessita da troca do piso cerâmico; 3. Necessita de manutenção de elevador; 4. Necessidade de melhor dimensionamento nas esquadrias (janelas), para melhor condição de ventilação e iluminação natural; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; <p>Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute.</p>	<p style="text-align: center;">Figura D1 – Escritório.</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Autor (2019).</p>
Sala de reuniões	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de troca de forro de gesso acartonado; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p style="text-align: center;">Figura D2 – Sala de reuniões.</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Autor (2019).</p>




ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Almoxarifado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso cerâmico; 2. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1585 316 1890 341">Figura D3 – Almoxarifado</p>  <p data-bbox="1621 683 1859 708">Fonte: Autor (2019).</p>
Refeitório	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso cerâmico; 2. Necessita da troca do azulejo cerâmico; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1603 718 1872 743">Figura D4 – Refeitório.</p>  <p data-bbox="1621 1075 1859 1101">Fonte: Autor (2019).</p>



ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Vestiário	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso cerâmico; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1608 316 1870 343">Figura D5 – Vestiário.</p>  <p data-bbox="1619 770 1865 798">Fonte: Autor (2019).</p>
Área de supervisão	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso cerâmico; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1547 802 1928 829">Figura D6 – Área de supervisão.</p>  <p data-bbox="1619 1129 1865 1157">Fonte: Autor (2019).</p>

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Torneamento/ Usinagem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1518 316 1957 344">Figura D7 – Torneamento/usinagem.</p>  <p data-bbox="1621 689 1859 718">Fonte: Autor (2019).</p>
Aplainamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1581 726 1899 754">Figura D8 – Aplainamento.</p>  <p data-bbox="1621 1099 1859 1128">Fonte: Autor (2019).</p>



ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Soldagem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1599 316 1877 341">Figura D9 – Soldagem.</p>  <p data-bbox="1621 676 1854 702">Fonte: Autor (2019).</p>
Torneamento-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1563 715 1912 740">Figura D10 – Torneamento-1.</p>  <p data-bbox="1621 1070 1854 1096">Fonte: Autor (2019).</p>




ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Fresamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1579 316 1892 343">Figura D11 – Fresamento.</p>  <p data-bbox="1612 667 1859 694">Fonte: Autor (2019).</p>
Área livre	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de manutenção do elevador; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1590 710 1881 737">Figura D12 – Área livre.</p>  <p data-bbox="1612 1106 1859 1133">Fonte: Autor (2019).</p>




ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Sala de afiação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de troca de forro de madeira; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura D13 – Sala de afiação.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>
Corte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura D14 – Corte.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>
Estoque de materiais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de instalações de exaustores eólicos; 4. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura D15 – Estoque de materiais.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>


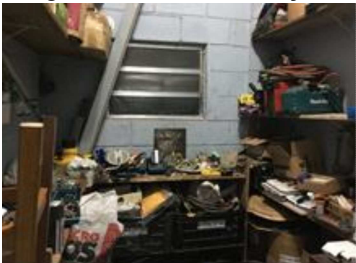
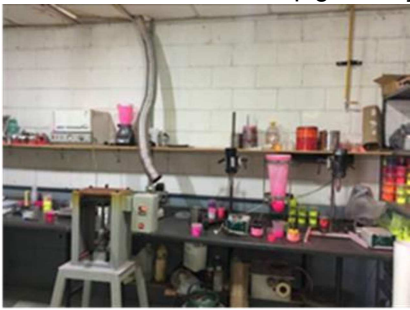
ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL A
Descarte de materiais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1523 316 1960 343">Figura D16 – Descarte de materiais.</p>  <p data-bbox="1624 683 1859 710">Fonte: Autor (2019).</p>
Estacionamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de troca e maior número de telhas translúcidas; 4. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 5. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1556 718 1926 745">Figura D17 – Estacionamento.</p>  <p data-bbox="1624 1117 1859 1144">Fonte: Autor (2019).</p>

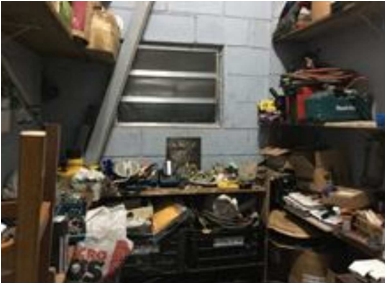


APÊNDICE E – RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA ARRANJOS FÍSICOS

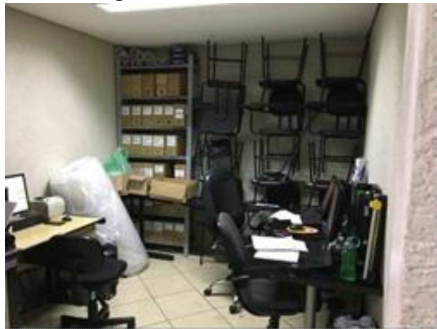

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL B
Produção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de instalações de um maior número de exaustores eólicos; 2. Necessita de um maior número de telhas translúcidas; 3. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p style="text-align: center;">Figura E1 – Produção.</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Autor (2019).</p>
Manufatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de instalações de um maior número de exaustores eólicos; 2. Necessita de um maior número de telhas translúcidas; 3. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p style="text-align: center;">Figura E2 – Manufatura.</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Autor (2019).</p>

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL B
<p>Estoque de materiais</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de instalações de um maior número de exaustores eólicos; 2. Necessita de um maior número de telhas translúcidas; 3. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura E3 – Estoque de materiais.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>
<p>Produção/moagem pigmento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de instalações de um maior número de exaustores eólicos; 2. Necessita de um maior número de telhas translúcidas; 3. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura E4 – Produção/moagem pigmento.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>
<p>Produção/moagem pigmento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura E5 – Prod/moagem e secagem pigmento.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL B
Lavagem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso de alto tráfego; 2. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 3. Necessita de reparo na cobertura de madeira com telhas translúcidas; 4. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 5. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1608 316 1877 343">Figura E6 – Lavagem.</p>  <p data-bbox="1621 646 1863 673">Fonte: Autor (2019).</p>
Refeitório	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de troca de forro de gesso acartonado; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1608 687 1877 715">Figura E7 – Refeitório.</p>  <p data-bbox="1621 986 1863 1013">Fonte: Autor (2019).</p>
Vestiário	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de troca da cobertura de madeira com telhas de fibrocimento; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1608 1027 1877 1054">Figura E8 – Vestiário.</p>  <p data-bbox="1621 1380 1863 1407">Fonte: Autor (2019).</p>

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL B
Almoxarifado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de troca da cobertura de madeira com telhas de fibrocimento; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1585 316 1892 343">Figura E9 – Almoxarifado</p>  <p data-bbox="1621 671 1861 699">Fonte: Autor (2019).</p>
Manutenção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de troca da cobertura de madeira com telhas de fibrocimento; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1585 707 1892 734">Figura E10 – Manutenção.</p>  <p data-bbox="1621 1007 1861 1034">Fonte: Autor (2019).</p>
Laboratório de pigmentação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de manutenção nas instalações elétricas; 2. Necessita da troca do piso cerâmico; 3. Necessita de manutenção de forro de gesso acartonado; 4. Necessidade de reparo dos exaustores eólicos; 5. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 6. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1491 1042 1989 1069">Figura E11 – Laboratório de pigmentação.</p>  <p data-bbox="1621 1390 1861 1417">Fonte: Autor (2019).</p>

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL B
Laboratório de pigmentação e antiespumante	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de troca da cobertura; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura E12 – Laboratório de pigmentação e antiespumante.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>
Escritório	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de melhor dimensionamento das esquadrias (janelas), no mínimo de 1,00mx1,20m; 3. As estações de trabalhos necessitam de melhor disposição de altura das divisórias de madeira, pois apresentam altura inadequada de 1,20m; as mesmas devem conter a altura de 1,00m; 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura E13 – Escritório.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>
Sala de reuniões	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de manutenção de forro de gesso acartonado; 3. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p>Figura E14 – Sala de reuniões.</p>  <p>Fonte: Autor (2019).</p>

ITEM	RECOMENDAÇÕES	SITUAÇÃO ATUAL GALPÃO INDUSTRIAL B
Servidor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de pintura clara na cor branca para melhor condição de iluminação natural; 2. Necessita de manutenção de forro de gesso acartonado; 3. Necessita de manutenção de instalação de dados (servidor); 4. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1601 311 1870 343">Figura E15 – Servidor.</p>  <p data-bbox="1624 678 1848 710">Fonte: Autor (2019).</p>
Área externa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita da troca do piso alto tráfego; 2. Necessita de uma melhor organização espacial na disposição de leiaute. 	<p data-bbox="1579 710 1892 742">Figura E16 – Área externa.</p>  <p data-bbox="1624 1050 1848 1082">Fonte: Autor (2019).</p>