

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AMANDA THAIS DE SEIXAS

**PRODUTIVIDADE DE SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO COM
CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM GALPÃO LOGÍSTICO**

São Paulo

2024

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AMANDA THAIS DE SEIXAS

**PRODUTIVIDADE DE SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO COM
CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM GALPÃO LOGÍSTICO**

Versão original

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Especialista em Tecnologia
e Gestão na Produção de Edifícios

Orientador:

Prof. Camila Seiço Kato

São Paulo

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Seixas, Amanda Thais de

Produtividade de sistemas de combate a incêndio com chuveiros automáticos em galpão logístico / A. T. Seixas -- São Paulo, 2024. 91 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Produtividade 2. Galpão Logístico 3. Sistema de Combate a Incêndio com Chuveiros Automáticos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Referência bibliográfica ao trabalho de monografia: SEIXAS, Amanda Thais de. **Produtividade de Sistemas de Combate a Incêndio com Chuveiros Automáticos em Galpão Logístico.** 2024. 89p.: il. Monografia (Especialidade em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Orientador: Camila Seiço Kato

Instituição: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (*provável*)

Julgamento: _____

Examinador 1:

Instituição:

Julgamento: _____

Examinador 2:

Instituição:

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta Monografia aos meus pais, Marizete Bahia e Rinaldo de Seixas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

Agradeço aos meus pais, Rinaldo e Marizete, por terem me dado a oportunidade de me dedicar aos estudos, não medindo esforços ao priorizar minha educação desde os meus primeiros anos de vida e por tudo que me proporcionam, os valores morais, intelectuais e materiais. Agradeço à minha irmãzinha Gabriela pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

Agradeço a minha família, especialmente meus tios: Zerete, Arlindo, Suzete e Adilson, por terem me acolhido em São Paulo, cedendo espaço de moradia e outros cuidados que foram fundamentais para que fosse possível cursar essa especialização presencialmente.

Agradeço a minha orientadora Camila Kato por toda a paciência e generosidade em compartilhar seu conhecimento, me motivando a concluir esse trabalho.

Agradeço aos professores do curso Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

RESUMO

Esse trabalho propõe o estudo da produtividade na execução de sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos em obras de galpões logísticos. A importância do tema dá-se tanto pelo sistema em si que é essencial para a proteção da vida do usuário após a entrega do empreendimento, quanto pelo tema da produtividade que é uma ferramenta muito útil para o planejamento da mão de obra e está diretamente relacionado ao custo da construção civil. Como método de desenvolvimento de trabalho lançou-se da análise empírica do tipo estudo de caso. De modo geral, os métodos de pesquisa utilizados são revisões bibliográficas, estudo de caso da obra de galpão logístico em Cotia – SP, cálculo da produtividade utilizando informações de diário de obra, avanço semanal, registros fotográficos, coleta de informações com equipe de campo (encarregado e supervisor) e acompanhamento *in loco* da execução. Esse trabalho resultou na obtenção de indicadores de produtividade de sistemas de combate a incêndio em um determinado galpão logístico, que poderão ser utilizados como referência para o planejamento de obras futuras com escopo similar ao apresentado no estudo de caso.

Palavras chaves: Produtividade; Galpão Logístico; Sistema de Combate a Incêndio com Chuveiros automáticos; Mão de Obra.

ABSTRACT

This paper proposes the study of productivity in the implementation of fire protection systems with automatic sprinklers in logistics warehouse construction projects. The importance of this topic arises both from the system itself, which is essential for user safety after the building's handover, and from the concept of productivity, which serves as a useful tool for labor planning and is directly related to construction costs. The method used for developing the work is based on an empirical analysis through a case study. Generally, the research methods employed include bibliographic reviews, a case study of a logistics warehouse construction project in Cotia, SP, productivity calculations based on construction site daily logs, weekly progress reports, photographic records, information gathering with field personnel (foreman and supervisor), and on-site monitoring of the execution process. This study resulted in the identification of productivity indicators for fire protection systems in a specific logistics warehouse, which can serve as a reference for planning future projects with similar scope to the case study presented.

Keywords: Productivity; Logistics Warehouse; Fire Protection System with Automatic Sprinklers; Labor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da Metodologia de Pesquisa (PALIARI, 2008)	5
Figura 2 – Quadro de classificações da dissertação (Fonte: PALIARI, 2008 – Adaptado pela autora).....	7
Figura 3 - Processo de concepção da pesquisa (Fonte: Autora)	8
Figura 4 - Definição de produtividade (SOUZA,2001).....	12
Figura 5 – Indicador de produtividade (SOUZA, 2001)	12
Figura 6 - Definição de RUP (SOUZA,2001)	13
Figura 7 – Equipes envolvidas na execução de um serviço (SINAPI, 2023).....	14
Figura 8 - Gráfico mostrando a RUP diária, cumulativa e potencial (CAIXA,2023)	15
Figura 9 – Exemplo de uso do Modelo dos Fatores (CAIXA,2023)	17
Figura 10 - Tipos de sistemas prediais em função do insumo e/ou serviço requerido pelos usuários (GONÇALVES, 1994).....	20
Figura 11 – Representação esquemática do sistema de hidrantes em uma edificação (Fonte: Autora).....	22
Figura 12 – Ponto de recalque para abastecimento de viatura do Corpo de Bombeiros (Fonte: Autora).....	23
Figura 13 – Representação esquemática do sistema de chuveiros automáticos em uma edificação (Fonte: Autora).....	24
Figura 14 - Reservatório com fundo ao nível do solo (Fonte: Autora)	25
Figura 15 – Exemplo de instalação de bomba principal e bomba jockey de um sistema de combate a incêndio (Fonte: Autora)	26
Figura 16 – Válvula de Governo e Alarme e seus componentes - Tubulação molhada (Fonte: Autora).....	27
Figura 17 - Tubulações de combate a incêndio (Fonte: Autora)	28
Figura 18 – Sprinkler tipo aberto (Disponível em: https://earlyengenharia.com.br/servicos/sistema-de-diluvio/).....	29
Figura 19 – Componentes dos chuveiros automáticos (Fonte: Autora)	30
Figura 20 – Tabela com ponderação das conexões (Fonte: Moura et al. 2016)	32
Figura 21 – Exemplo de Composição de Serviço Analítica (Fonte: SINAPI-CP,2023).....	34
Figura 22 – <i>Print</i> da tela do site ORSE com informações de custo de Sprinkler (Fonte: ORSE, 2024).....	35

Figura 23 – Recorte TCPO com produtividade variável para o serviço de execução dos sistemas prediais de incêndio (Fonte: TCPO, 2008)	36
Figura 24 – Recorte TCPO com valores de tubo de aço galvanizado, com conexões sem costura (Fonte: TCPO, 2008).....	37
Figura 25 – Recorte TCPO: descrição de serviço, critério de medição e procedimento executivo (Fonte: TCPO, 2008).....	38
Figura 26 – Recorte TCPO com valores de tubo de aço galvanizado, com conexões sem costura (Fonte: TCPO, 2008).....	38
Figura 27 - Início da execução dos Galpões em outubro de 2022 (Fonte: Autora).....	39
Figura 28 – Foto aérea condomínio logístico (Fonte: LIBERCON,2024 - alterado pela autora)	40
Figura 29 – Vista externa Bloco 200 (Fonte: LIBERCON,2024)	40
Figura 30 – Quadro de áreas construídas (Fonte: alterado pela Autora)	41
Figura 31 – Fotografia da execução do sistema <i>tilt up</i> (Fonte: Autora)	42
Figura 32 – Fotografia placas de concreto do sistema <i>tilt up</i> (Fonte: Autora)	42
Figura 33 – Fotografia de módulos de cobertura em processo de montagem (Fonte: Autora) 43	43
Figura 34 – Fotografia vista aérea cobertura durante a execução (Fonte: Autora)	43
Figura 35 – Imagem catálogo técnico Roll on (Fonte: MARKO, 2024)	44
Figura 36 Isométrico sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos (Fonte: Autora).....	45
Figura 37 – Detalhamento do ramal da rede de Sprinkler (Fonte: Barbieri, 2022 adaptado pela Autora).....	46
Figura 38 –Pré-montagem de ramais (Fonte: Autora).....	46
Figura 39 – Ramais preparados, organizados e identificados (Fonte: Autora)	47
Figura 40 – Bancada para furação de ramais (Fonte: Autora).....	47
Figura 41 – Abraçadeira em metal galvanizado tipo gota de 2.1/2” (Fonte: Autora)	48
Figura 42 – Suportes para ramais de SPK (Fonte: Autora)	49
Figura 43 – Fotografia do serviço de içamento de ramais de SPK (Fonte: Autora)	50
Figura 44 – Fotografia do serviço de içamento de ramais de SPK (Fonte: Autora)	50
Figura 45 – Fotografia do serviço de fixação e acoplamento de ramais de SPK (Fonte: Autora)	51
Figura 46 – Recorte do projeto de combate a incêndio utilizado na obra estudada (Fonte: Barbieri, 2022).....	52
Figura 47 – Fotografia dos coletores do sistema de SPK (Fonte: Autora)	52

Figura 48 – Fotografia da rede principal de SPK (Fonte: Autora)	53
Figura 49 – Fotografia instalação de colunas de alimentação da rede de SPK (Fonte: Autora)	53
Figura 50 – Recorte da apresentação do Avanço Físico Semanal (Fonte: Autora)	54
Figura 51 – Relação RUP pot com diâmetro dos tubos (Fonte: Autora).....	80
Figura 52 - Gráfico: Relação entre Produtividade x Conexões - Tubos de 8" (Fonte: Autora)81	
Figura 53- Gráfico de comparação entre estudo e SINAPI	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento de pré-fabricação de ramais de SPK	55
Tabela 2: Cálculo de RUP – Serviço de pré-fabricação de ramais de SPK.....	57
Tabela 3 – Levantamento de serviço de instalação de suportes (abraçadeiras) para ramais de SPK.....	57
Tabela 4 – Cálculo de RUP - Serviço de instalação de suportes tipo abraçadeira para ramais de SPK.....	60
Tabela 5 – Levantamento – Serviço de içamento de ramais de SPK	61
Tabela 6 – Cálculo de RUP – Serviço de içamento de ramais de SPK	63
Tabela 7 – Levantamento - Serviço de acoplamento de ramais de SPK	64
Tabela 8 – Cálculo de RUP – Serviço de acoplamento de ramais de SPK	66
Tabela 9 – Levantamento - Serviço de Instalação de chuveiros automáticos	67
Tabela 10 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de chuveiros automáticos	69
Tabela 11 - Levantamento - Serviço de instalação de coletores.....	70
Tabela 12 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de coletores	72
Tabela 13 - Levantamento - Serviço de instalação de rede principal	73
Tabela 14 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de rede principal	75
Tabela 15 - Levantamento - Serviço de instalação de coluna de alimentação	76
Tabela 16 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de coluna de alimentação	77
Tabela 17 – Resumo dos resultados obtidos.....	78
Tabela 18 - Comparação com Manuais SINAPI	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABSPK	Associação Brasileira de Sprinkler
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEHOP	Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas
CUT	Central de Utilidades
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
ORSE	Orçamento de Obras de Sergipe
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCC-EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PVC	Policloreto de Vinila
QS	Quantidade de Serviço
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
RUP	Razão Unitária de Produção
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil de Grandes Estruturas
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SPK	Sprinkler
TCPO	Tabela de Composição e Preços para Orçamentos
VGA	Válvula de Governo e Alarme

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2	OBJETIVOS.....	3
1.2.1	Objetivo principal	3
1.2.2	Objetivos secundários.....	3
1.3	JUSTIFICATIVA	3
1.4	MÉTODOS DE PESQUISA	4
1.4.1	Metodologia.....	5
1.4.2	Tema de pesquisa.....	5
1.4.3	Formulação do problema da pesquisa	6
1.4.4	Hipóteses de pesquisa	6
1.4.5	Objetivos de pesquisa	6
1.4.6	Classificação de pesquisa	6
1.5	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	9
2.	PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	10
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
2.2	CONCEITUAÇÃO DE PRODUTIVIDADE.....	11
2.3	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	13
2.3.1	Equipe	13
2.3.2	Tempo de execução	14
2.3.3	Quantidade de serviço	15
2.4	MODELO DOS FATORES PARA ESTUDO DE PRODUTIVIDADE	16
3.	SISTEMAS PREDIAIS DE COMBATE A INCÊNDIO.....	19
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19

3.2	SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO COM ÁGUA	21
3.2.1	Sistemas de hidrantes	21
3.2.2	Chuveiros automáticos	23
3.2.2.1	Sistema de abastecimento de água.....	24
3.2.2.2	Sistema de Pressurização.....	25
3.2.2.3	Sistema de distribuição.....	26
3.2.2.4	Tubulações.....	27
3.2.2.5	Chuveiros.....	28
4.	ESTUDO DE PRODUTIVIDADE DE SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO COM ÁGUA.....	31
4.1	METODOLOGIAS EXISTENTES PARA MENSURAR PRODUTIVIDADE DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS	31
4.2	DADOS EXISTENTES DE PRODUTIVIDADE PARA SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO	32
4.2.1	SINAPI	32
4.2.2	ORSE	34
4.2.3	TCPO	36
5.	ESTUDO DE CASO DE LEVANTAMENTO DE PRODUTIVIDADE DAS INSTALAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO.....	39
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	39
5.2	CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ACOMPANHADOS PARA COMBATE A INCÊNDIO COM CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	44
5.3	INDICADORES DE PRODUTIVIDADE	54
5.4	COLETA DE DADOS E PROCESSAMENTO DE DADOS	55
5.4.1	Coleta de dados e resultados obtidos para Pré-fabricação de ramais	55
5.4.2	Coleta de dados e resultados obtidos para Suportes para ramais	57
5.4.3	Coleta de dados e resultados obtidos para serviço de içamento de ramais.....	60

5.4.4	Coleta de dados e resultados obtidos para serviço de fixação e acoplamento de ramais	64
5.4.5	Coleta de dados e resultados obtidos para serviço de instalação de chuveiros automáticos	67
5.4.6	Coleta de dados e resultados obtidos para instalação de coletores.....	70
5.4.7	Coleta de dados e resultados obtidos para instalação de tubulação da rede principal	
	73	
5.4.8	Coleta de dados e resultados obtidos para instalação de coluna de alimentação	76
5.5	RESULTADOS OBTIDOS	78
5.6	COMPARAÇÃO COM PRODUTIVIDADES DO SINAPI	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
6.2	QUANTO À CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS	86
6.3	QUANTO AOS RESULTADOS OBTIDOS	86
6.4	PERCEPÇÃO DA EMPRESA E APLICAÇÃO DO ESTUDO	87
6.5	SUGESTÕES DE TEMAS DE PESQUISA A SEREM ESTUDADOS	87
	REFERÊNCIAS	88

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto no qual o presente estudo se insere, seguido dos objetivos, justificativas, a metodologia e a estrutura dessa monografia.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os hábitos de consumo atual incentivam a expansão do mercado imobiliário no setor logístico. Impulsionado pela pandemia do coronavírus, nos anos de 2020 e 2021, e a consequente restrição de mobilidade, empresas que *a priori* utilizavam-se majoritariamente, ou de forma exclusiva, de pontos físicos para comercialização tiveram que mudar estratégias de vendas para que mesmo com as lojas fechadas seus produtos chegassem aos consumidores (BERNIK, 2023).

Todavia, anteriormente a esse período, já podia ser observada uma forte tendência no segmento *e-commerce* de redução do prazo de entrega de produtos como uma estratégia competitiva em um mercado concorrido, potencializando a captação de clientes. Para isso foi necessário a ampliação dos aportes em expansão da operação logística, influenciando em construções de novos galpões logísticos estrategicamente localizados, preferencialmente perto de áreas urbanas densamente povoadas, com o objetivo de reduzir os tempos de deslocamento das mercadorias até os consumidores, além da ampliação de frotas de transporte e sistemas de gerenciamento eficientes (SIILA, 2023).

Para atender as demandas citadas, os empreendimentos logísticos de grande porte, geralmente, possuem como característica principal cronograma de execução de obra com prazos enxutos. Os espaços construídos são multifuncionais com pé-direito alto, a partir de 9 metros de altura, para viabilizar o armazenamento vertical, requerem zonas de carga e descarga rápidos e sistemas de proteção patrimonial avançados (MORA, 2016).

Além disso, tais espaços necessitam de atenção especial no quesito segurança, especificamente na segurança contra incêndio. Registros de incêndios de grandes proporções com cobertura da mídia nacional em galpões logísticos relatam sobre casos de acidentes em que o fogo consumiu rapidamente a edificação, colocando em risco a vida de usuários e gerando prejuízos financeiros pela perda de mercadorias ali armazenadas. Como exemplos de acidentes dessa natureza, pode-se citar o incêndio na Ala 13 da montadora de automóveis Volkswagen, em São Bernardo do Campo, ocorrido em 18 de dezembro de 1970, que consumiu um dos prédios da produção, com uma vítima fatal e com perda total dessa edificação (SEITO, 2008); e o incêndio de um galpão

ocupado por uma empresa que fabrica óleo lubrificantes automotivos, em 03 de janeiro de 2022 na cidade de Guarulhos, região metropolitana de São Paulo, (VEJA, 2022).

Deste modo, verifica-se a importância da correta execução deste sistema, em particular em galpões logísticos, que garanta a qualidade e desempenho de todo o sistema. Ao mesmo tempo, é necessário que a execução da obra conte com sistemas construtivos racionalizados, que viabilizem o cumprimento do cronograma, já que os galpões logísticos requerem execução em prazos enxutos, como visto em informes disponibilizados por construtoras que atuam no segmento. A construtora HTB, por exemplo, concluiu uma obra de condomínio logístico com 138.155,52 m², localizado na Rodovia Anhanguera em Cajamar, São Paulo, em um prazo de obra de 14 meses (HTB, 2023), enquanto outro empreendimento de Galpão Logístico executado pela construtora Ribeiro Caram, com 251.129 m² de área construída, localizado próximo ao aeroporto de Guarulhos, foi viabilizado com o prazo de obra de 11 meses (RIBEIRO CARAM, 2023).

Um modo de mensurar e acompanhar o planejamento de modo a garantir prazos de execução de uma obra é através do estudo de produtividade. A finalidade desses estudos é criar um sistema de planejamento, com informações para subsidiar as tomadas de decisões, auxiliar engenheiros no planejamento e na organização das frentes de trabalho (SOUZA, 2023). Para isso são feitas tarefas de quantificação, avaliação e apresentação de parâmetros que permitam a comparação quantitativa entre diferentes obras. Os meios utilizados para a análise da produtividade são levantamento em campo, acompanhamento de equipes para que haja o entendimento de cada etapa do processo. Ao conhecer a capacidade produtiva da equipe, podem ser evitados problemas como tarefas superdimensionadas, e existência de funcionários subaproveitados (OROZCO, 2018).

Dentro desse contexto, avaliação da produtividade de sistemas de combate ao incêndio é importante para dar subsídios ao planejamento e cumprimento de prazo deste serviço que garante a segurança de obras de galpões logísticos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo principal

Esse estudo tem como objetivo principal entender a produtividade na execução de sistemas de combate a incêndio com chuveiros automáticos em um determinado galpão logístico.

1.2.2 Objetivos secundários

- Sistematizar as soluções de combate a incêndio com água através de revisão bibliográfica;
- Entender as etapas de execução de sistemas de combate a incêndio em galpões;
- Gerar indicadores de produtividade de sistemas de combate a incêndio com chuveiros automáticos em galpões que poderão ser utilizados como referência em obras futuras de mesma natureza.

1.3 JUSTIFICATIVA

Justifica-se esse trabalho, visto que a Autora trabalha na função de arquiteta em uma empresa que executa sistemas hidráulicas, elétricas e de combate a incêndio. Trata-se de uma instaladora com aproximadamente 400 funcionários, fundada no ano de 2006, e atualmente possui a maior parte de seu faturamento proveniente de obras de galpões logísticos. O acompanhamento da produção das instalações é feito pelo engenheiro de campo ou arquiteta, que registram os dados em relatórios denominados diários de obra e avanço semanal. Apesar de haver esse acompanhamento, a empresa não possui indicadores de produtividade, o que prejudica o planejamento de novas obras. Este atualmente é feito pelo diretor fundador da instaladora, baseado apenas em seu conhecimento empírico.

Aliado a isso, justifica-se também, a contribuição para suprir a carência de informações sobre a produtividade de mão de obra e consumo unitário nestes serviços que permitam aos gestores realizarem um planejamento e programação de forma mais eficiente, dimensionar suas equipes de trabalho e definir tarefas com maior precisão. Os indicadores existentes em sua maioria, são focados em edificações do segmento residencial e corporativo (PALLIARI 2008).

Os métodos construtivos rationalizados, característicos da tipologia de galpões logísticos, exigem um planejamento preciso da obra como um todo, já que as atividades, em sua grande parte acontecem de forma simultânea, de modo a atender os prazos reduzidos de execução. Tendo isso em vista, os responsáveis pelo planejamento geral da obra devem ter conhecimento das etapas construtivas desse sistema e a utilização de indicadores corrobora para garantir o cumprimento das expectativas almejadas com o empreendimento.

Justifica-se a escolha de focar o trabalho no sistema de combate a incêndio em obras de galpões logísticos, uma vez que o sistema está diretamente relacionado com a segurança desses espaços. De acordo com a Associação Brasileira de Sprinklers (ABSPK, 2024) um incêndio pode chegar ao momento em que os gases provenientes da queima chegam a temperaturas que levam à ignição espontânea de materiais, mesmo sem contato direto com a chama, fenômeno conhecido como *flashover*. Quando isso acontece, o incêndio se alastrá rapidamente, atingindo áreas adjacentes ao local de onde o fogo teve início, a partir desse momento perde-se então o controle e o combate adequado não é mais possível. Em situações como esta, cabe ao Corpo de Bombeiros apenas controlar o incêndio para que ele não tome maiores proporções e atinja edificações vizinhas.

Tendo isso em vista, justifica-se a relevância nos assuntos estudados nesse trabalho, tanto na questão da produtividade, com o levantamento de dados para embasar planejamento de instalações em construções de prazos enxutos, quanto na importância de garantir o desempenho e funcionamento dos sistemas de combate a incêndio.

1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

O presente trabalho trata-se de uma análise empírica do tipo estudo de caso. O desenvolvimento dessa monografia, segue etapas organizadas de forma lógica. O ponto de partida é a definição de um assunto ou tema, seguido pela delimitação do assunto e posterior estudo explanatório.

De modo geral, os métodos de pesquisa utilizados são revisões bibliográficas, estudo de caso da obra de galpão logístico em Cotia – SP, cálculo da produtividade utilizando informações de diário de obra, avanço semanal, registros fotográficos, coleta de informações com equipe de campo (encarregado e supervisor) e acompanhamento *in loco* da execução.

A seguir, é discorrido de forma mais aprofundada sobre conceitos de metodologia a partir do ponto de vista de outros autores.

1.4.1 Metodologia

Kato (2013), citando Gil (2008), diz que a definição de pesquisa é “um procedimento racional e sistemático com o objetivo de elaborar respostas aos problemas que são propostos.” A autora continua dizendo que esse procedimento acontece em etapas, que abrangem desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados. As ferramentas usadas são métodos, técnicas e outros procedimentos científicos (KATO, 2013).

A Figura 1 mostra a sequência das etapas da metodologia de pesquisa, apresentada por Paliari (2008):

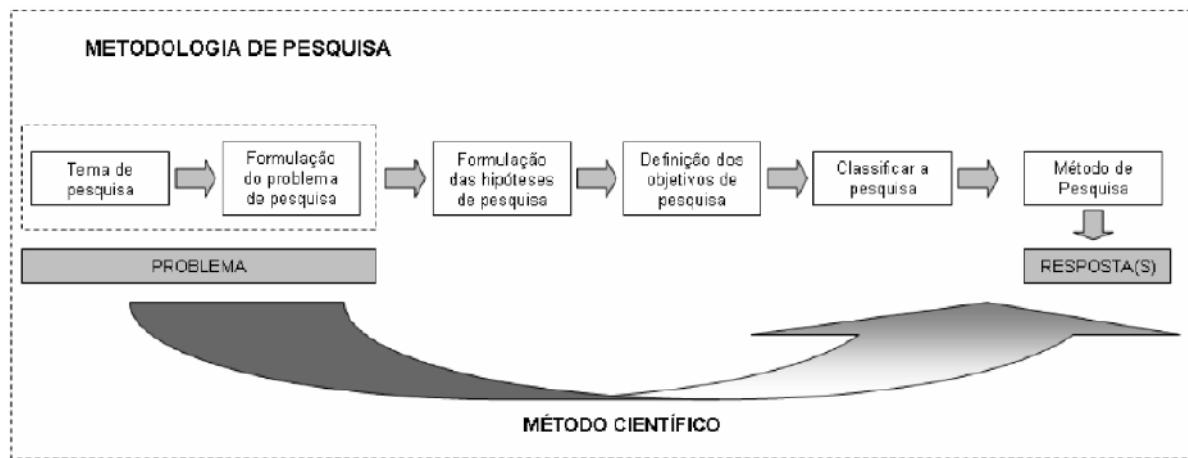


Figura 1 - Etapas da Metodologia de Pesquisa (PALIARI, 2008)

1.4.2 Tema de pesquisa

O tema de pesquisa é o assunto a ser estudado e pesquisado. De modo geral, ele deve ser específico e bem definido. Além disso é importante estabelecer limites para investigação, com isso delimita-se a pesquisa em relação ao assunto ou extensão (KATO, 2013).

O tema de pesquisa do presente trabalho é:

Estudo da produtividade na construção civil.

O tema de pesquisa delimitado em relação ao assunto é:

Estudo da produtividade de sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos em uma determinada obra de galpão logístico.

1.4.3 Formulação do problema da pesquisa

Para Marconi e Lakatos (2008), de acordo com Kato (2013), a definição do problema está relacionada com a dificuldade teórica ou prática no conhecimento de algo, para que se deva encontrar uma solução. Os autores afirmam que a formulação do problema deve ser em forma interrogativa, clara, concisa e objetiva, e ainda citam que seu valor está relacionado à viabilidade, relevância, novidade, exequibilidade e oportunidade em atender interesses.

A partir dessas definições, o problema a ser estudado no presente trabalho é:

Qual é a produtividade da execução do sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos em uma obra de galpão logístico?

1.4.4 Hipóteses de pesquisa

Kato (2013) citando Gil (2008) afirma que “a hipótese é uma proposição para solucionar o problema de pesquisa”. Com a conclusão do estudo pode ser constatada se a hipótese criada pelo pesquisador é verdadeira ou falsa.

A hipótese do presente trabalho é:

É possível prognosticar indicadores de produtividade da atividade de combate a incêndio a partir da observação e análise das frentes de trabalho de uma obra de galpão logístico, e dos fatores de influenciam na quantidade de serviço executado durante um período determinado.

1.4.5 Objetivos de pesquisa

Os objetivos de pesquisa colocam em evidência o problema que deve ser estudado. Através dele é exposto o que a pesquisa se propõe a fazer e que resultados pretende-se alcançar (KATO, 2013).

Os objetivos de pesquisa do presente trabalho foram expostos anteriormente no item “1.2 OBJETIVOS”.

1.4.6 Classificação de pesquisa

Conforme explica Kato (2013), a pesquisa pode ter diferentes formas de classificação que são definidas a partir suas características e tipo. A Figura 2 apresenta o quadro criado por Paliari (2008) onde são detalhadas as possíveis classificações:

Critérios	
Nome	Descrição
Natureza	Quanto à aplicabilidade imediata dos resultados (pesquisa básica ou aplicada)
Forma de abordagem do problema	Se as opiniões e informações obtidas são traduzidas ou não em números para classificá-las e analisá-las (qualitativa e quantitativa, respectivamente)
Sob o ponto de vista dos objetivos a serem alcançados	<p>Se as pesquisas têm um caráter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • exploratório: proporcionar ao pesquisador maior familiaridade com o problema de pesquisa; • descritiva: descrição das características de determinada população ou fenômeno e, em alguns casos, estabelecer relações entre variáveis e; • explicativa: tem como foco central a identificação dos fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos, valendo-se para isto, quase que exclusivamente de métodos experimentais de investigação
Segundo as fontes de informação	Local onde a pesquisa é realizada ou fonte de informação (Pesquisa de Campo, Pesquisa de Laboratório, Pesquisa Bibliográfica)
Sob o ponto de vista dos procedimentos técnicos a serem adotados na condução da pesquisa (Métodos de Pesquisa)	De acordo com este critério, as pesquisas podem ser classificadas em Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental, Pesquisa <i>Ex-post-Facto</i> , Pesquisa Participante, Levantamento (<i>Survey</i>), Estudo de Caso, Pesquisa-Ação e Pesquisa Experimental, Quase-experimental e Não-Experimental.

Figura 2 – Quadro de classificações da dissertação (Fonte: PALIARI, 2008 – Adaptado pela autora)

Com base nesses conceitos, pode-se afirmar que a presente pesquisa possui as classificações descritas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Classificação de pesquisa

TIPO	CARACTERÍSTICAS	CLASSIFICAÇÃO
De acordo com a natureza	Os resultados possuem interesses práticos e podem ser utilizados em problemas reais	Pesquisa aplicada
Forma de abordagem do problema	As informações podem ser traduzidas em números	Pesquisa quantitativa

Caráter sob ponto de vista dos objetivos a serem alcançados	Identifica os fatores que determinam ou contribuem para ocorrência de fenômenos	Pesquisa explicativa
Segundo as fontes de informação	Utiliza pesquisa em documentos e observação em campo	Pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica
Método de pesquisa	Uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou parte dele	Pesquisa bibliográfica e Estudo de Caso

Figura 3 a seguir ilustra de forma esquemática o processo que originou a pesquisa discorrida no presente trabalho. A partir do ingresso no curso de especialização “Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios”, a autora adquiriu conhecimento e primeiro entendimento sobre produtividade, viu-se uma oportunidade de aplicação prática da teoria aprendida na empresa que em que a autora trabalha, após isso foi formulada a pergunta para a monografia. Dessa forma houve a concepção da pesquisa com a revisão bibliográfica, aprofundamento dos temas produtividade e sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos e o desenvolvimento do estudo de caso.



Figura 3 - Processo de concepção da pesquisa (Fonte: Autora)

1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1: é composto pela apresentação da relevância de ser estudado o tema da produtividade em sistemas de combate a incêndio e explica a metodologia utilizada no desenvolvimento da dissertação.
- Capítulo 2: faz a revisão bibliográfica sobre a produtividade na construção civil, discorrendo sobre contexto histórico, conceitos e metodologias de cálculo e análise.
- Capítulo 3: apresenta a revisão bibliográfica sobre sistemas prediais de combate a incêndio. Além de conceitos são apresentadas características construtivas e cita normas vigentes para essa atividade.
- Capítulo 4: discorre sobre o estudo da produtividade aplicada ao sistema de combate a incêndio com água, neste capítulo são mostradas metodologias existentes para obtenção da produtividade de mão de obra além de apresentar referências de indicadores de produtividade para este sistema existentes no Brasil.
- Capítulo 5: estudo de caso, o qual apresenta a coleta de dados, análise e resultados obtidos para produtividade das instalações de combate a incêndio com chuveiros automáticos de um determinado galpão logístico, comparação dos resultados obtidos com manuais do SINAPI.
- Capítulo 6: Considerações finais.

2. PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Esse capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema da produtividade. Partindo de uma breve contextualização histórica e considerações sobre cenário nacional da indústria da construção civil, seguidas pela conceituação de produtividade em seus aspectos gerais e específicos.

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Historicamente, observa-se que os primeiros estudos sobre produtividade tiveram início com o engenheiro Frederick Taylor autor do livro “Os Princípios da Administração Científica”, publicado em 1911 (CARVALHO, 2013). A filosofia proposta por Taylor introduz quatro princípios fundamentais: Princípio de planejamento, onde ocorre a substituição de métodos empíricos por procedimentos científicos, elimina-se o improviso e o julgamento individual, dando lugar ao trabalho planejado e testado, com uso de ferramentas e processos pensados com a finalidade reduzir e racionalizar sua execução. O segundo é o princípio de preparo dos trabalhadores. Os operários são selecionados de acordo com as suas aptidões e então preparados e treinados para produzirem mais e melhor, de acordo com o método planejado para que atinjam a meta estabelecida. O terceiro princípio é o de controle, controlar o desenvolvimento do trabalho afim de certificar de que está sendo realizado de acordo com a metodologia estabelecida e dentro da meta. E por fim o princípio da execução, onde as atribuições e responsabilidades são distribuídas para que o trabalho seja o mais disciplinado possível (FARIA, 2023).

O objetivo de Taylor seria acabar com o desperdício e as perdas, muitas vezes provocadas pela falta de sistematização dos processos. A análise de “tempos e movimentos” evidenciou que a pouca qualificação da mão de obra significava baixa produtividade e lucros decrescentes, forçando as empresas a contratarem mais operários. Com isso, Taylor procurou elevar os níveis de produtividade através da aplicação de métodos e técnicas que davam ênfase ao planejamento das tarefas. Através desse planejamento, conseguiu-se um maior controle e padronização de utensílios e ferramentas de trabalho (TRINDADE, 2004).

A partir desse contexto, nota-se que com o passar dos anos, empresas, independente do segmento de atuação, têm assimilado a melhoria na produtividade como sinônimo de progresso e crescimento econômico. A preocupação com a produtividade aliada com qualidade é recorrente em países desenvolvidos e vem se intensificando nos países em processo de desenvolvimento, uma vez que maior produtividade significa um melhor aproveitamento de

recursos na produção de bens ou serviços (PALIARI, 2008). Este autor citando Maruoka; Souza (1999), ainda reafirma a importância do tema ao dizer que “a produtividade está intrinsecamente relacionada ao lucro, uma vez que empresas com melhores índices de produtividade terão menores custos de produção, podendo, assim, oferecer produtos a preços mais competitivos ou trabalhar com maior margem de lucro.” Em outras palavras: produtividade está diretamente relacionada com a competitividade no mercado de atuação.

Acompanhando essa tendência, a indústria da construção civil também tem buscado a melhoria da produtividade. Alguns agentes motivadores impulsionaram esse processo no setor, dentre os quais se ressalta a competitividade de mercado, acentuado na década de 90, e motivado por ações como: a abertura do mercado nacional ao capital estrangeiro, a implantação do Código de Defesa do Consumidor, que forneceu meios legais aos consumidores de reivindicar seus direitos, garantindo o poder de negociação diretamente relacionada com a qualidade e prazo de execução das obras (PALIARI, 2008).

Ainda segundo este autor, foram criados programas, através de parcerias entre entidades governamentais e patronais, sindicatos e universidades, com o objetivo de incentivar a melhoria da qualidade e produtividade na indústria da construção civil por meio de diretrizes de gerenciamento efetivo do sistema construtivo, da qualidade dos produtos e serviços incluindo também os fornecedores. Entre eles podem ser citados: QUALIHAB (Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo), Programa da Qualidade e da Produtividade na Construção Civil do Rio Grande do Sul, Sistema de Gestão para Empresas Construtoras do SINDUSCON de São Paulo e, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H - que conta, entre outras instituições, com a participação direta do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – PCC-EPUSP. Todavia a atuação desses programas não garante sucesso das ações, uma vez que depende, em grande parte, pelo desempenho e a maturidade dos métodos de coleta e análise de informações pela empresa.

2.2 CONCEITUAÇÃO DE PRODUTIVIDADE

Entende-se que a produtividade é “a eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo” (SOUZA, 2001), conforme ilustrado no esquema da Figura 4.

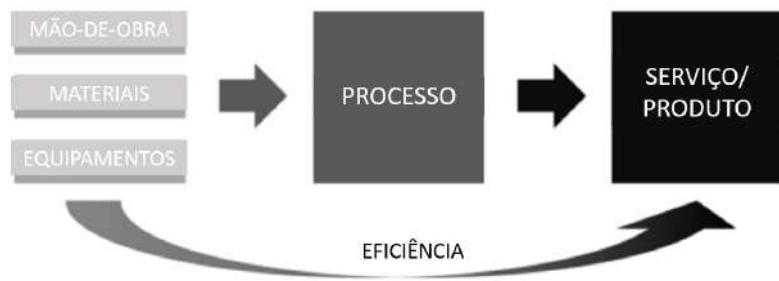


Figura 4 - Definição de produtividade (SOUZA,2001)

Dentro dessa definição, o estudo de produtividade, no processo de produção de obras de construção civil, pode ser ampliado para diferentes abordagens, em função do recurso de entrada a ser transformado. Ao estudar a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão de obra, observa-se a abordagem do ponto de vista físico; quando a análise recai sobre a quantidade de recursos financeiros demandados, dar-se-ia do ponto de vista financeiro; e, por fim, do ponto de vista social, quando o recurso inicial do processo é o esforço da sociedade como um todo (SOUZA, 2000).

A mensuração de indicadores da produtividade, de modo geral, relaciona as entradas e saídas, conforme expresso na Figura 5:

$$IP = \frac{\text{entradas}}{\text{saídas}}, \text{ onde}$$

IP = Indicador de produtividade

Figura 5 – Indicador de produtividade (SOUZA, 2001)

Cada indicador possui características específicas que variam em função do recurso avaliado. Com isso, a eficiência pode ser mensurada de forma variada. Por exemplo, ao juntar à avaliação períodos ou dias em que houve maior ou menor eficiência gera-se um indicador de desempenho cumulativo. Também pode-se partir de um cenário ideal, porém viável, resultando em um desempenho potencial. Ter em conta estes desempenhos torna-se útil na medida em que ajuda a compreender e prever todo o custo de construção ou montagem da equipe de trabalhadores, verificação de equipamentos e correta entrega de quantidades de materiais (SOUZA et al, 2014).

2.3 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Com base no conceito amplo de produtividade, Souza (1996) introduziu um indicador para mensurar a produtividade de mão-de-obra denominado Razão Unitária de Produção (RUP), o qual relaciona os homens-hora (Hh) despendidos (entradas do processo) às quantidades de produtos obtidos (quantidade de serviço), isto é, as saídas do processo. A Figura 6 expressa matematicamente o cálculo da RUP:

$$RUP = Hh/QS$$

Figura 6 - Definição de RUP (SOUZA,2001)

Em que H é o número de homens envolvidos no processo, h é tempo gasto para a execução da atividade e QS é quantidade de serviço executada na atividade.

O autor ainda explica que entender o processo produtivo envolvido na análise em questão é um fator importante para definir mais claramente como se padronizar a mensuração da produtividade da mão de obra, a fim de eliminar dúvidas em relação à maneira como foram obtidos os índices que estão sendo utilizados (SOUZA, 1996). Portanto, é importante se compreender corretamente cada parcela que forma a RUP.

2.3.1 Equipe

A equipe a ser considerada no cálculo da RUP, ou seja, o número de homens H da equação, deve ser especificada para que seja compreendida de forma correta a informação do valor apresentado, por isso, define-se o escopo de funcionários envolvidos no processo que está sendo avaliado (OROZCO, 2018).

Segundo Souza (2006), a RUP pode ser calculada como: RUP Oficial, onde são consideradas as horas trabalhadas apenas dos oficiais envolvidos diretamente com a produção (pedreiros, carpinteiros, meio-oficiais, entre outros); RUP Direta, quando inclui os oficiais e os ajudantes que os auxiliam diretamente; e RUP Global que por sua vez considera a mão de obra direta e a equipe de apoio (produção de material, entre outras).

A Figura 7, a seguir, ilustra as diferentes abrangências quanto a mão de obra contemplada:

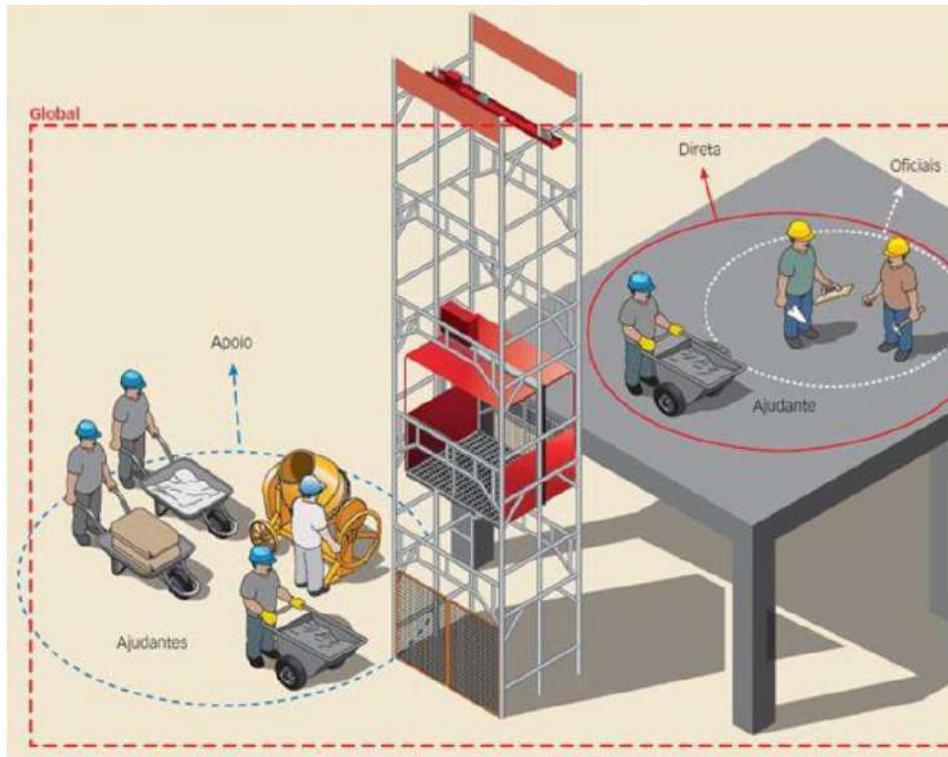


Figura 7 – Equipes envolvidas na execução de um serviço (SINAPI, 2023)

2.3.2 Tempo de execução

No que se diz respeito ao tempo de dedicação (usado na entrada de h), considera-se as horas disponíveis para o trabalho, apropriando-se o tempo total em que a equipe está presente no canteiro e prontos para trabalhar. Não são, portanto, descontadas horas de paralisação, ou tempo gasto em deslocamento dentro do canteiro; não se adota a postura de computar apenas os tempos produtivos e não se consideram as horas prêmio recebidas sem que o operário as tivesse de fato trabalhado (SOUZA, 2001).

Souza (2001) define e classifica RUPs em diferentes tempos de execução aos quais são associadas as mensurações de entradas e saídas:

- RUP Diária, quando em cada dia útil de serviço, mede-se as entradas e saídas;
- RUP Cumulativa, obtida pela acumulação das produtividades durante um período acumulado desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação;
- RUP Cíclica, obtida quando o serviço possui ciclos bem definidos, como é caso da atividade de concretagem de lajes em edifícios múltiplos pavimentos, com andares repetidos, quando o ciclo representaria todo período envolvido na concretagem do pavimento tipo;

- RUP Periódica, obtida por um determinado período ao qual se quer saber a produtividade;
- RUP potencial: produtividade representativa de um desempenho possível de ser repetido várias vezes na obra em que se está realizando o estudo.

Matematicamente, a RUP potencial (RUPpot) é calculada como o valor da mediana das RUP diária (RUPd) inferiores ao valor da RUP cumulativa (RUPcum) ao final do período de estudo (CAIXA, 2023). Na prática, a RUPpot é a produtividade utilizada em planejamento e dimensionamento de equipes, enquanto a RUPcum é utilizada em orçamentos. Para o dimensionamento das equipes, é essencial calibrar a demanda de mão de obra, levando em conta a eficiência comprometida por eventos inesperados. Isso envolve a dedução de um fator 'delta' da RUP cumulativa, resultando na RUP potencial, que é mais apropriada para o cálculo preciso da mão de obra necessária (CBIC, 2017). A Figura 5 representa através do gráfico os valores de RUPd, RUPcum e RUPpot. Neste gráfico há, ainda, a representação do delta (ΔRUP) que é, matematicamente, a diferença entre a RUP cumulativa e a RUP potencial.

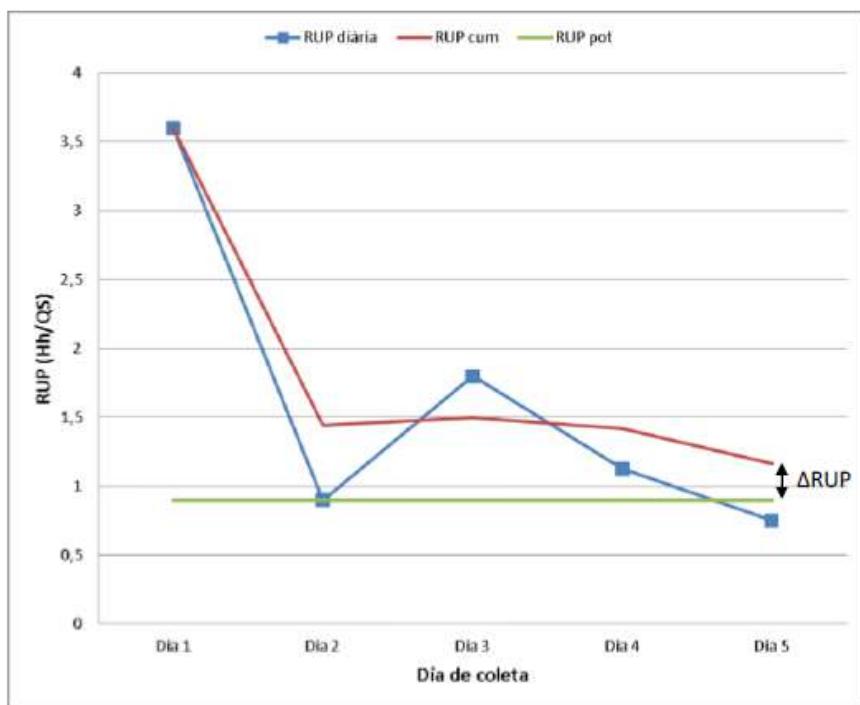


Figura 8 - Gráfico mostrando a RUP diária, cumulativa e potencial (CAIXA,2023)

2.3.3 Quantidade de serviço

Em relação a quantidade de serviço, Orozco (2018) afirma que cada atividade é mensurada através de índices diferentes, conforme suas especificidades e particularidades do processo.

Dessa forma, a quantidade de serviço que resulta de um processo produtivo pode ser feita com base na quantidade líquida ou bruta/ equivalente (MINGIONE, 2016).

Paliari (2008), em sua tese, adota como diretriz para coleta de dados dentro dos canteiros de obra, que os sistemas prediais sejam divididos em subsistemas, elementos e componentes. Haja vista que essas atividades nem sempre são executadas na sua totalidade em um dia trabalho, sendo recorrente a execução de trechos incompletos em determinados períodos.

2.4 MODELO DOS FATORES PARA ESTUDO DE PRODUTIVIDADE

O Modelo dos Fatores é um conceito que foi inicialmente proposto por Thomas (1987), e aprimorado na tese de doutorado do Prof. Ubiraci (1996). Além de contribuir para o entendimento da variação do desempenho de processos construtivos, o modelo é amplamente utilizado na avaliação da construção brasileira, incluindo-se a geração de avaliações de custo de serviços de construção para diversos manuais de orçamentação e balizamento de contratantes e contratados na área da Construção (CAIXA, 2023).

Na Figura 9 é representada de forma simplificada o uso do Modelo dos Fatores para definição de um indicador orçamentário genérico. Através da análise dos dados coletados é detectada uma tendência de acontecimentos (representada pela linha diagonal) que é mais próxima da realidade em comparação com a representação dada pela média (linha vertical).

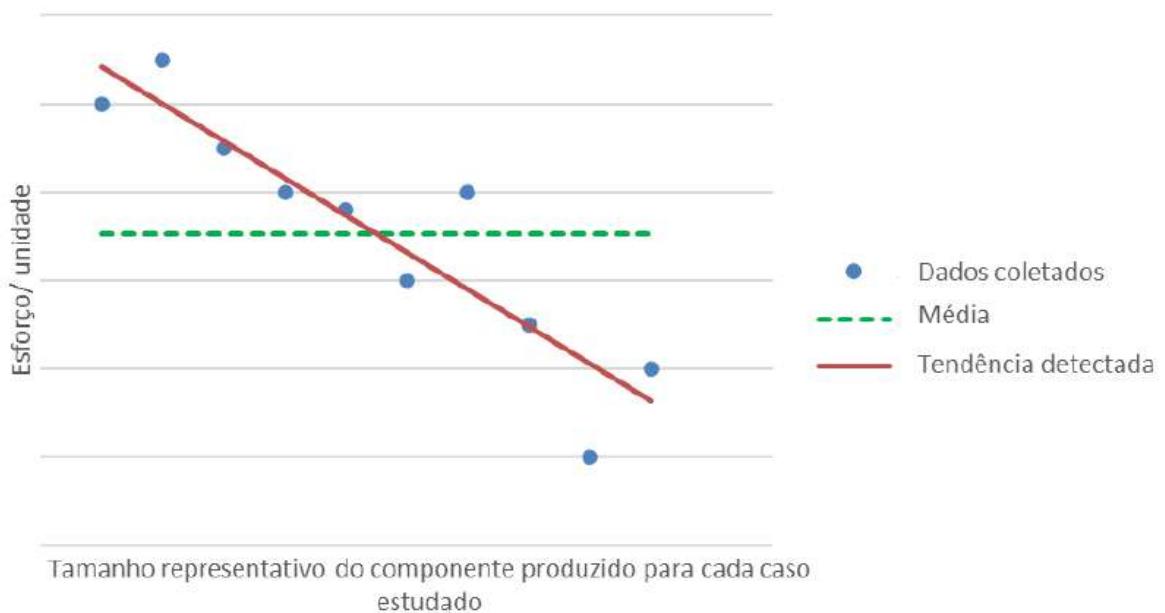


Figura 9 – Exemplo de uso do Modelo dos Fatores (CAIXA,2023)

Souza (2001) explica que, de acordo com o Modelo dos Fatores, se um conteúdo de um serviço e o contexto em que é realizado não se alterasse ao longo do tempo, a produtividade seria constante. A produtividade muda na medida em que ocorre uma variação dos fatores associados ao conteúdo ou ao contexto.

Mingione (2016) citando Souza (2001) afirma que os fatores que influenciam, tanto o consumo de materiais quanto a produtividade da mão de obra e a eficiência dos equipamentos, em condições normais de trabalho, podem ser divididos em dois grupos:

- Fatores de CONTEÚDO: dizem respeito às características do produto sendo executado e dos recursos transformados (materiais) utilizados no processo produtivo.
- Fatores de CONTEXTO: associados às condições de contorno do serviço sendo executado e aos recursos de transformação (mão de obra/ equipamentos) utilizados no processo produtivo.

Podem ser citadas de forma mais detalhada algumas características que influenciam nos fatores (CAIXA, 2023):

- Características do produto – fatores relacionados ao tipo de produto (resultado do serviço executado) a ser medido, às especificações exigidas e detalhes de projeto que influenciam o esforço necessário para sua execução e as perdas a ele associadas. Por

exemplo: no caso de revestimento cerâmico, placas grandes em ambientes pequenos tendem a ocasionar perdas mais significativas devido à necessidade de maior número de cortes nas peças;

- Características do processo – fatores relacionados ao processo de execução de um dado serviço. Por exemplo: no caso de concretagem, o lançamento manual com jericas leva a uma pior produtividade se comparada à concretagem bombeada.
- Características da organização do trabalho – fatores relacionados à definição da equipe de pessoas ou à patrulha de equipamentos para execução do serviço; e mesmo a percepção de condições mais ou menos restritivas ao desenvolvimento de todo o potencial da equipe e equipamentos presentes (por exemplo, um mesmo serviço pode ser executado sem interferências ou em situação em que a presença de carros e pessoas cria limitações para que ele seja feito com a maior eficiência possível).

Além disso, em situações de anormalidades a produtividade pode ser alterada, isso é, quando ocorrem afastamentos acentuados quanto às características regulares de conteúdo e contexto citados (MINGIONE, 2016). São exemplos de anormalidades: a quebra de algum equipamento como a grua ou cremalheira, chuva torrencial durante as etapas iniciais da obra impossibilitando acessos ou a execução de trechos enterrados devido ao encharcamento do solo.

À vista disso, conforme Caixa (2023), a análise de base estatística do banco de informações saneadas permite a detecção:

- Da RUP pot associada aos fatores (produto, processo, organização do trabalho) de ocorrência normal nas obras;
- Do delta, computando o efeito de variação em relação às condições normais de trabalho vigentes para os canteiros estudados.
- De acordo com essa publicação, pode-se adotar como referência de RUP para indicador orçamentário o valor da RUP pot acrescida do delta, o que representaria uma RUP cumulativa.

3. SISTEMAS PREDIAIS DE COMBATE A INCÊNDIO

O objeto de estudo do presente trabalho são sistemas prediais, mais especificamente, sistema de combate a incêndio com chuveiros automático. Portanto é válida a apresentação de conceitos sobre o sistema, conforme será discorrido a seguir.

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Paliari (2008) citando Gonçalves (1994), conceitua os sistemas prediais como “*sistemas físicos, integrados a um edifício e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos*”. Sua complexidade é determinada de acordo com uso e a diversidade de funções que a edificação abriga.

Os sistemas prediais podem ser reunidos em grandes grupos que agregam elementos destinados a uma específica finalidade. De acordo com Paliari (2008) podem ser citados os seguintes subsistemas:

- Sistema Hidráulico e Sanitário: compostos pelos sistemas de abastecimento de água fria e água quente (energia solar, elétrica, a gás); captação de águas pluviais; esgoto sanitário. Está presente em praticamente todos os edifícios. Inserido nele ainda pode-se ter instalações diferenciadas como: fontes, cascatas, espelhos d'água; piscinas, saunas, duchas; drenagem de subsolo; gás combustível. Em edifícios industriais as instalações normalmente crescem de complexidade, podendo conter: água gelada; água salgada; água industrial; sabão líquido; aquecimento ou resfriamento de piso; limpeza a vácuo; gases hospitalares; vapor; ar comprimido, entre outros.
- Sistema Elétrico: esse subsistema possui instalações de iluminação; força; emergência, presentes na grande maioria dos edifícios. Há também instalações de alimentadores de média e baixa tensão; energia estabilizada (no break); sistema de geração de energia; comandos fotoelétricos; sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), entre outros.
- Segurança contra incêndio: Todo edifício deve ser projetado levando-se em consideração o risco de ocorrência de um incêndio. Assim, em grande parte dos projetos pode conter instalações como: hidrantes, extintores, sinalização, iluminação de emergência, porta corta-fogo, chuveiro automático ("sprinkler"), água nebulizada, gases (CO₂, Hallon), espuma, detecção de fumaça e chamas, alarme, exaustão de fumaça.

- Complementares: Outros sistemas complementares podem estar presentes no edifício dependendo de sua complexidade e finalidade. Assim, pode-se citar instalações de comunicação, que compreendem telefonia, interfones, antena de TV, sonorização ambiental, rádio, central de chamadas, segurança contra intrusão, ventilação, condicionamento de ar, de exaustão, entre tantos outros tipos.

“A classificação dos sistemas prediais está relacionada ao tipo de insumo ou serviço requerido pelo usuário da edificação. Desta forma, a cada insumo e/ou serviço necessário, pode-se associar um sistema predial com características próprias (materiais, tipos de conexões, traçados, inserção no cronograma de execução da obra etc.) e com requisitos de desempenho distintos.” (PALIARI, 2008 pg 53)

Na Figura 10, com quadro de autoria de Gonçalves (1994), são apresentados os principais tipos de sistemas prediais relacionando aos seus respectivos serviços e insumos:

Serviços/insumos	Sistemas prediais
Energia	Suprimento de energia elétrica Suprimento de gás
Água	Suprimento de água Coleta de esgotos Coleta de águas pluviais
Segurança	Proteção e combate a incêndio Segurança patrimonial
Conforto	Condicionamento de ar Iluminação
Transporte	Transportes mecanizados
Comunicações	Comunicação interna Telecomunicação
Automação	Automação predial

Figura 10 - Tipos de sistemas prediais em função do insumo e/ou serviço requerido pelos usuários (GONÇALVES, 1994)

O autor destaca que, embora o sistema de proteção e combate a incêndio geralmente utilize a água como insumo, sua classificação é dada em função do serviço ofertado ao usuário, no caso, a segurança contra a ação do fogo, e não especificamente de acordo com o insumo utilizado.

Isso ocorre porque o sistema de combate a incêndio é um conjunto de medidas para detecção e controle de propagação do fogo e sua consequente contenção ou extinção. A Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo (IT-02, 2019) diz que essas medidas se dividem em dois grandes grupos: o primeiro, chamado de medidas ativas de proteção, abrangem a detecção,

alarme e extinção do fogo de forma automática e/ou manual. Neste grupo encontram-se os sistemas de *water mist*, ou de água nebulizada, sistemas de CO₂ ou gases especiais, chuveiros automáticos, hidrantes, extintores, sistema de detecção e alarme de incêndio, entre outros. Já o segundo grupo são medidas passivas de proteção que abrangem o controle dos materiais, meios de escape, compartimentação e proteção da estrutura do edifício.

O presente trabalho tratará sobre medidas ativas de proteção, mais especificadamente, aquelas que utilizam a água para extinção do fogo.

3.2 SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO COM ÁGUA

De acordo com Casto at al (2016), o sistema de combate a incêndio com água atualmente é o mais utilizado para proteção das edificações. Os autores explicam que a água é o agente extintor que proporciona a melhor absorção de calor, sendo que o efeito extintor pode ser aumentado ou diminuído, conforme o estado em que é dirigida sobre o fogo. Pode agir quanto ao método de extinção por: resfriamento, abafamento e emulsificação.

Fazem parte desse sistema: hidrantes e mangotinhos, chuveiros automáticos e *sistema water mist* (CASTRO at al, 2016). O estudo feito no presente trabalho será limitado aos sistemas de hidrantes e chuveiros automáticos apresentados a seguir.

3.2.1 Sistemas de hidrantes

O Corpo de Bombeiros Militar, em sua intervenção a um incêndio, utiliza a rede de hidrantes. Para que isso ocorra, os hidrantes devem ser instalados em todos os andares, em local protegido dos efeitos do incêndio, e nas proximidades das escadas de segurança. A canalização do sistema de hidrante deve ser dotada de um prolongamento até o exterior da edificação de forma que permita, quando necessário, recalcar água para o sistema pelas viaturas do Corpo de Bombeiros Militar (IT-02, 2019).

Os componentes de um sistema de hidrantes são representados de forma esquemática na Figura 11, em seguida são descritos os elementos que o compõe (CASTRO at al, 2016):

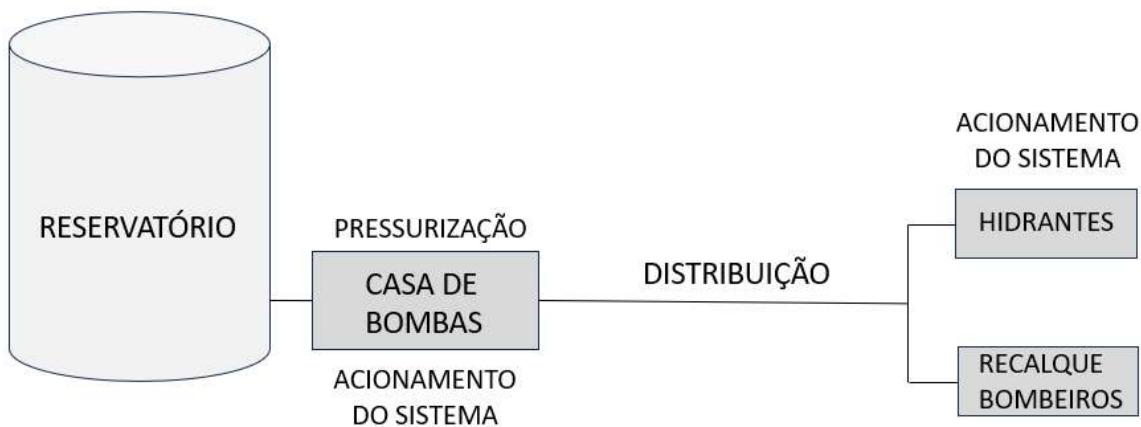


Figura 11 – Representação esquemática do sistema de hidrantes em uma edificação (Fonte: Autora)

- Reservatório de água, que pode ser subterrâneo, e/ou no nível do piso elevado;
- Sistema de pressurização, que consiste normalmente em uma bomba de incêndio, dimensionada a propiciar um reforço de pressão e vazão, conforme o dimensionamento hidráulico de que o sistema possa necessitar. Quando os desníveis geométricos entre o reservatório e os hidrantes são suficientes para propiciar a pressão e vazão mínima requeridas ao sistema, as bombas hidráulicas são dispensadas. Seu volume deve permitir uma autonomia para o funcionamento do sistema, que varia conforme o risco e a área total do edifício.
- Distribuição de água, feito por tubulações, que conduzem a água dos reservatórios até os pontos de hidrantes, cujos diâmetros são determinados por cálculo hidráulico. Normalmente são instalados tubos de aço carbono com conexões também em material metálico, podendo também ser soldadas;
- Acionamento do sistema: as bombas de recalque podem ser acionadas por botoeiras do tipo liga-desliga, pressostatos, chaves de fluxo ou uma bomba auxiliar de pressurização (jockey).
- Pontos de hidrantes com abrigos para mangueiras e ponto de recalque para abastecimento da viatura do corpo de bombeiros (Figura 8);



Figura 12 – Ponto de recalque para abastecimento de viatura do Corpo de Bombeiros (Fonte: Autora)

3.2.2 Chuveiros automáticos

Castro et al. (2016) aponta o sistema de chuveiros automáticos como o mais indicado para a proteção contra o fogo em edifícios de riscos de ocupação médio e grande, haja vista que seu funcionamento se dá de forma automática, através de um sistema de alarme instalado na edificação e possui a característica de atuar sobre o fogo de modo efetivo, independente do calor, da fumaça e da visibilidade no local do incêndio. Os autores ainda explicam que de modo geral, o princípio do sistema de chuveiros automáticos é combater o incêndio na área de operação, haja vista que o componente chuveiro automático detecta, aciona o alarme e combate ao fogo.

Dentre as principais vantagens do sistema de chuveiros automáticos, destacam-se:

- Sistema totalmente automático, não dependendo de ação humana para sua ação;
- Acionamento do alarme acontece simultaneamente com a entrada em operação;
- Ação rápida de aspersão de água sobre o foco do incêndio;
- A água descarregada pelo sistema de chuveiros automáticos produz menos danos que a lançada através de jatos compactos com mangueiras de hidrantes.

“O sistema de chuveiros automáticos é composto por um suprimento d’água em uma rede hidráulica sob pressão, onde são instalados em diversos pontos estratégicos, dispositivos de aspersão d’água (chuveiros automáticos), que podem ser abertos ou conter um elemento termo sensível, que se rompe por ação do calor proveniente do

“foco de incêndio, permitindo a descarga d’água sobre os materiais em chamas. O sistema de chuveiros automáticos para extinção a incêndios possui grande confiabilidade, e se destina a proteger diversos tipos de edifícios.” (IT-02,2019 pg 27)

Os sistemas de chuveiros automáticos podem ser divididos em quatro subsistemas: reservatórios de abastecimento de água, pressurização, válvula de governo (VGA), acionamento do sistema, e ramais de SPK. A Figura 13 representa de forma esquemática a distribuição desses subsistemas em uma edificação genérica.

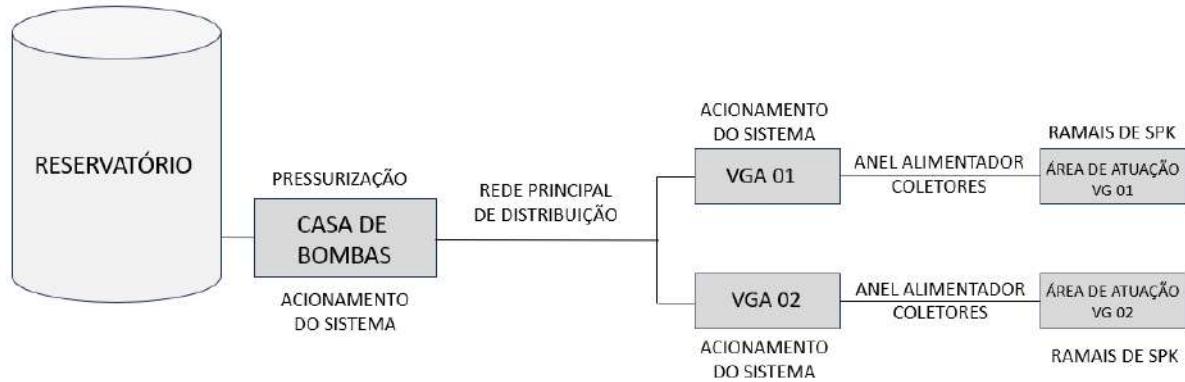


Figura 13 – Representação esquemática do sistema de chuveiros automáticos em uma edificação (Fonte: Autora)

3.2.2.1 Sistema de abastecimento de água

Seito et al., (2018) afirma que todo o sistema de chuveiros automáticos deve possuir pelo menos um abastecimento de água exclusivo e de operação automática. O abastecimento de água para um sistema de chuveiros automáticos pode ser feito a partir das seguintes fontes:

- reservatório elevado;
- reservatório com fundo elevado ou com fundo ao nível do solo (Figura 14), piscinas, açudes, represas, rios, lagos e lagoas, com uma ou mais bombas de incêndio;
- tanque de pressão.



Figura 14 - Reservatório com fundo ao nível do solo (Fonte: Autora)

3.2.2.2 Sistema de Pressurização

Esse sistema tem a função de garantir ao sistema vazão e pressão adequadas ao tipo de risco do sistema e constitui-se do conjunto motor-bomba. As bombas devem seguir as especificações das normas técnicas NBR 10897, podendo ser dos seguintes tipos: centrífuga horizontal de sucção frontal; centrífuga horizontal de carcaça bipartida; centrífuga e/ou turbina. As bombas devem ser diretamente acopladas por meio de luva elástica a motores elétricos ou motores diesel, sem interposição de correias ou correntes. Elas devem ser dotadas de componente para partida automática pela queda de pressão hidráulica da rede do sistema de chuveiros automáticos. O sistema utilizado para automatização da bomba deve ser executado de maneira que, após a partida do motor, o desligamento seja obtido somente por controle manual (SEITO, 2018).

O autor ainda explica que para manter o sistema de chuveiros automáticos sob uma pressão hidráulica de supervisão, em uma faixa preestabelecida, compensando pequenos e eventuais vazamentos na tubulação, e para evitar a operação indevida da bomba principal, deve ser instalada uma bomba de pressurização auxiliar, a bomba jockey. Seu controle de partida deve ser feito através de pressostatos instalados na linha de descarga da bomba principal. A bomba de pressurização deve manter a rede do sistema de chuveiros automáticos sob uma pressão imediatamente superior à pressão máxima da bomba principal, sem vazão e sua demanda nominal não superior a 20 L/min (1,2 m³/h). A Figura 15 a seguir mostra um exemplo de

execução de uma casa de bombas de combate a incêndio, com bomba principal com motor a diesel, bomba jockey com motor elétrico e as instalações de pressostatos da bomba auxiliar.



Figura 15 – Exemplo de instalação de bomba principal e bomba jockey de um sistema de combate a incêndio (Fonte: Autora)

3.2.2.3 Sistema de distribuição

Seito et al. (2018) define que o sistema de distribuição é constituído por uma rede de tubulações compreendida desde a válvula de governo e alarme até os chuveiros automáticos. Para o sistema de tubo molhado, a Válvula de Governo e Alarme (VGA) (Figura 16) é uma válvula de retenção com uma série de orifícios rosados para a ligação de componentes de controle e alarme descritos a seguir:

- Válvula de drenagem de $1\frac{1}{2}''$ ou $2''$ para esvaziar o sistema e reabastecer chuveiros atingidos pelo fogo.
- Manômetros a montante e a jusante de cada válvula. Eles devem ter fundo de escala de no mínimo o dobro da pressão do sistema no ponto em que forem instalados e devem ser instalados de modo a poderem ser removidos.
- Linha de alarme para ligar o pressostato e alarme hidromecânico tendo câmara de retardaçāo, quando necessário. Quando ocorre a abertura de um ou mais chuveiros, durante um incêndio, a pressão hidráulica na rede de distribuição diminui. Deste modo, a pressão da água, abaixo do obturador, por diferencial de pressão, impele-o para cima, fornecendo água para o sistema e provocando a abertura da válvula auxiliar para permitir a passagem de água para acionar o circuito de alarme.

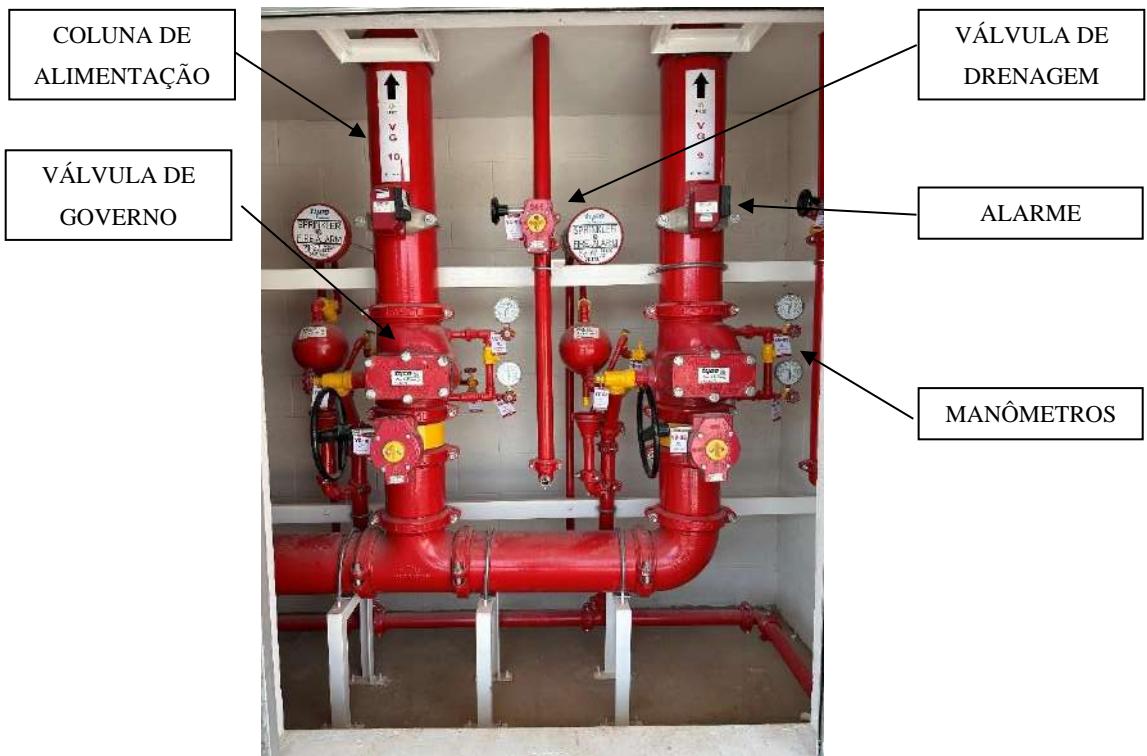


Figura 16 – Válvula de Governo e Alarme e seus componentes - Tubulação molhada (Fonte: Autora)

3.2.2.4 Tubulações

São elementos do sistema e podem ser especificados com os seguintes materiais: tubos de aço (com ou sem costura), tubos de aço unidos por solda ou por acoplamento mecânico, tubos de aço unidos por conexões rosqueadas, tubos de cobre (sem costura). A NBR 10897 (ABNT, 2014) também aprova a utilização de tubos de outros tipos de materiais, desde que comprovadamente testados por laboratórios de entidades ou instituições de reconhecida competência técnica, atendendo aos requisitos quanto à sua aplicabilidade em sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos, incluindo, mas não se limitando a tubos de CPVC – poli (cloreto de vinila) clorado unidos por conexões soldadas.

As tubulações (Figura 17) recebem as seguintes denominações: ramais, coletores, rede principal, subidas ou descidas e subida principal, cujas funções são descritas a seguir.

- Ramais - São as ramificações onde os chuveiros automáticos são instalados diretamente ou utilizando-se tubos auxiliares.
- Coletores - É a tubulação que interliga a rede principal aos ramais e tem a função de alimentar os ramais.
- Rede principal - É a tubulação que interliga a subida principal aos coletores e tem a função de alimentar tanto os coletores quanto os ramais.

- d) Subidas ou descidas - São as tubulações em posição vertical, de subidas ou descidas, conforme o sentido de escoamento da água. Essas tubulações fazem as ligações entre as redes de chuveiros dos diversos níveis ou pavimentos.
- e) Coluna de alimentação - É a tubulação que interliga a rede do sistema de abastecimento com a rede do sistema de distribuição e onde é instalada a válvula de governo e alarme (VGA) que controla e indica a operação do sistema. Também denominada subida principal.



Figura 17 - Tubulações de combate a incêndio (Fonte: Autora)

3.2.2.5 Chuveiros

Também denominados sprinklers podem ser do tipo aberto ou automático. Seito et al. (2018), explica que os abertos (Figura 18), são aqueles que não dispõem de componente termo sensível ou qualquer outro componente que obstrua a passagem de água, o fluxo do agente extintor é controlado manual ou automaticamente por válvulas que são acionadas através de detecção de incêndio mecânica ou elétrica. Normalmente este sistema é executado locais que abrigam equipamentos e em áreas de alto risco como locais de armazenamento de produtos químicos, combustíveis ou inflamáveis.

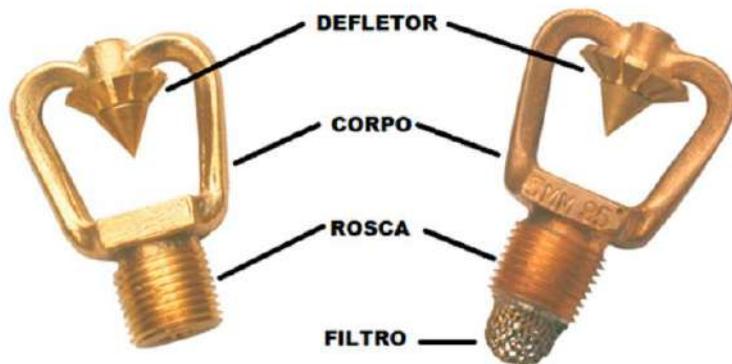


Figura 18 – Sprinkler tipo aberto (Disponível em: <https://earlyengenharia.com.br/servicos/sistema-de-diluvio/>)

Os sprinklers são componentes termo sensíveis projetados para reagir a uma temperatura predeterminada, liberando de modo automático uma descarga de água na forma e quantidade adequada sobre uma área preestabelecida ou apropriada. São providos de um mecanismo comandado por um elemento termo sensível como, por exemplo, bulbo de vidro, solda eutética etc., que os mantêm hermeticamente fechados. Sob a ação do calor de um incêndio, automaticamente entram em operação. Os autores também descrevem a forma de operação dos modelos de sprinklers:

- Chuveiro automático com elemento termo sensível tipo solda eutética - Opera a partir da fusão de uma liga de metal com ponto de fusão predefinido. Entende-se por solda eutética a mistura de dois ou mais metais que dá ponto de fusão na temperatura mais baixa possível. Em geral, as soldas utilizadas em chuveiros automáticos são ligas de um ótimo grau de fusibilidade, compostas principalmente de estanho, chumbo, cádmio e bismuto, pois têm pontos de fusão bem definidos.
- Chuveiro automático com elemento termo sensível tipo ampola - Possui como elemento termo sensível uma ampola de vidro especial que contém um líquido expansível e uma bolha de ar em seu interior. Assim que o líquido é expandido pela ação do calor, a bolha de ar é comprimida e absorvida pelo líquido aumentando rapidamente a pressão e rompendo o bulbo, liberando a válvula ou tampão.

A Figura 19 a seguir indica os componentes dos chuveiros automáticos.

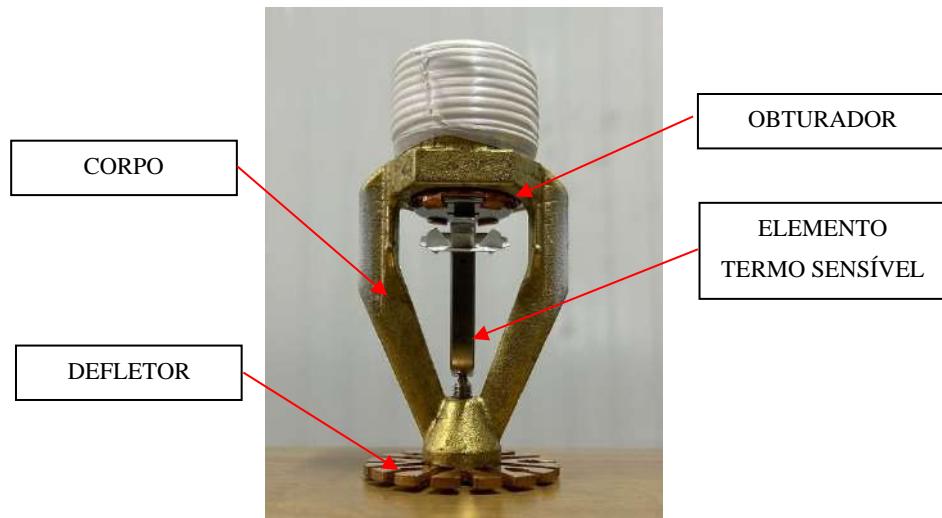


Figura 19 – Componentes dos chuveiros automáticos (Fonte: Autora)

SEITO et al. (2018) descreve os componentes dos chuveiros automáticos da seguinte forma:

- corpo: é a parte dos chuveiros que contém a rosca para a sua fixação na canalização de água, braços e orifícios de descarga e serve como suporte para os demais componentes.
- obturador: é constituído de um pequeno disco metálico que veda o orifício de descarga de água do chuveiro automático.
- elemento termo sensível: é o componente destinado a liberar o obturador e permitir a passagem da água quando o local da instalação do chuveiro automático atingir a temperatura de seu acionamento.
- defletor: é a peça presa à estrutura do chuveiro automático, sobre o qual incide com bastante força o jato sólido de água após removido o obturador, formando um cone de aspersão sobre toda a área de proteção do chuveiro automático.

4. ESTUDO DE PRODUTIVIDADE DE SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO COM ÁGUA

Neste item, são mostradas metodologias existentes para obtenção da produtividade de mão de obra que podem ser utilizadas em sistemas de combate a incêndio com água. Além disso, pretende-se apresentar referências de indicadores de produtividade para este sistema existentes no Brasil.

4.1 METODOLOGIAS EXISTENTES PARA MENSURAR PRODUTIVIDADE DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS

Paliari (2008) apresenta uma metodologia para medir produtividade de tubulações. Através dela, pode-se determinar a quantidade de serviço medindo o comprimento de tubulações instaladas, a partir da contagem do metro linear de tubos e quantidade de conexões instaladas. Tendo-se a equipe de execução e o tempo referente a quantidade medida, pode-se obter a RUP deste serviço. Como fatores influenciadores na produtividade, o autor elencou a variação do número de conexões por metro linear de instalação, a acessibilidade, a posição de montagem e os diâmetros de tubos.

Já Moura et al. (2016) expõe a metodologia de produtividade de tubulações utilizada no SINAPI, esta, apesar de utilizar o mesmo raciocínio do Paliari (2008) no que diz respeito a levantar Hh/ m de tubulações, apresenta as produtividades de tubos separadas das conexões. Para tanto, os autores sugerem uma análise feita separadamente em subgrupos de prumadas, trechos de instalações verticais, e ramais, demais trechos de tubos. Além disso, é proposta a análise das dificuldades de instalação para cada grupo de conexão, sendo eles: dois acessos alinhados (2AA, por exemplo: luva), dois acessos inclinados (2AI, por exemplo: cotovelo 90°) e conexões com três acessos (3A, por exemplo: tê). Estas classificações resultam em pesos, que demonstram a relação diretamente proporcional entre a dificuldade e o peso, ou seja, quanto maior o peso significa mais difícil ou mais esforço para execução, como mostra a Figura 20 através da tabela criada por Moura et al. (2016) com a ponderação das conexões com o peso da dificuldade de instalação.

Conexão	Encaixe inicial	Encaixes posteriores	Direções diferentes para os encaixes posteriores	Peso conexão
2AA	1	1	0	2
2AI	1	1	1	3
3A	1	2	1	4

Figura 20 – Tabela com ponderação das conexões (Fonte: Moura et al. 2016)

4.2 DADOS EXISTENTES DE PRODUTIVIDADE PARA SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Existem publicações com dados de produtividade que foram concebidos com o objetivo de serem referenciais para a composição de orçamentos e planejamento no setor da construção civil. A seguir são apresentadas algumas dessas publicações. Posteriormente esse trabalho utilizar-se-á dos dados publicados nos manuais do SINAPI para comparação com os dados obtidos através do estudo de caso.

4.2.1 SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) possui dados gerenciados pela Caixa Econômica Federal e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O SINAPI é utilizado como referência de custos para orçamentos em obras e serviços de engenharia, que são executados com recursos da União, todavia seus índices também podem e são utilizados por empresas privadas na composição de seus orçamentos (OROZCO, 2018).

Os cadernos técnicos publicados pelo SINAPI são específicos para cada atividade, neles são apresentadas referências em composições e insumos que são especificadas de maneira detalhada para que possam ser adequadamente adotadas em orçamentos ou análises de custo (SINAPI, 2023).

A produtividade para sistemas de combate a incêndio pode ser consultada no “Caderno técnico de composições para Instalações de Gás em Incêndio em Aço e Ferro Galvanizado”. Nele são descritas composições para os seguintes itens:

- Tubos e conexões instalados em prumada;
- Tubos e conexões instalados em rede de alimentação para hidrante;
- Tubos e conexões instalados em rede de alimentação para sprinkler;
- Tubos e conexões instalados em ramal de gás;
- Sprinkler;
- Abrigo para hidrante, com registro globo angular, adaptador, mangueira e esguicho;
- Caixa de incêndio;
- Conjunto de mangueira de incêndio;
- Extintores;
- Hidrante subterrâneo predial;
- Manômetro;
- Centro de medição para edifício residencial, com 4 pavimentos, 16 unidades habitacionais.

De modo geral, nas composições de serviço (Figura 21) são apresentadas descrição, que é caracterização do serviço, explicitando os fatores que impactam na formação de seus coeficientes e que diferenciam a composição unitária das demais; codificação e quantificação dos insumos e/ou de composições auxiliares empregados para se executar uma unidade de serviço; Unidade de medida, unidade física de mensuração do serviço representado; Itens de formação, elementos necessários à execução de um serviço, podendo ser insumos (materiais, equipamentos ou mão de obra) e/ou composições auxiliares; Coeficientes de consumo e produtividade, quantificação dos itens de formação considerados na composição de custo de um determinado serviço (SINAPI, 2023).

CADERNO TÉCNICO

Classe: INHI - INSTALACOES HIDRO SANITARIAS

Tipo: 0179 - FORNEC. E ASSENTAMENTO DE TUBOS P/INSTALACAO DOMIC

1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
02.INHI.IGAC.001/01	TUBO DE AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MÉDIA, CONEXÃO RANHURADA, DN 50 (2"), INSTALADO EM PRUMADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	M
Código SPCI		Situação
92335		ATIVO
Vigência: 10/2020 Última Atualização: 10/2020		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	7696	TUBO AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MEDIA, DN 2", E = "3,65" MM, PESO "5,10" KG/M (NBR 5580)	ATIVO	M	1,03910
C	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,26530
C	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,26530

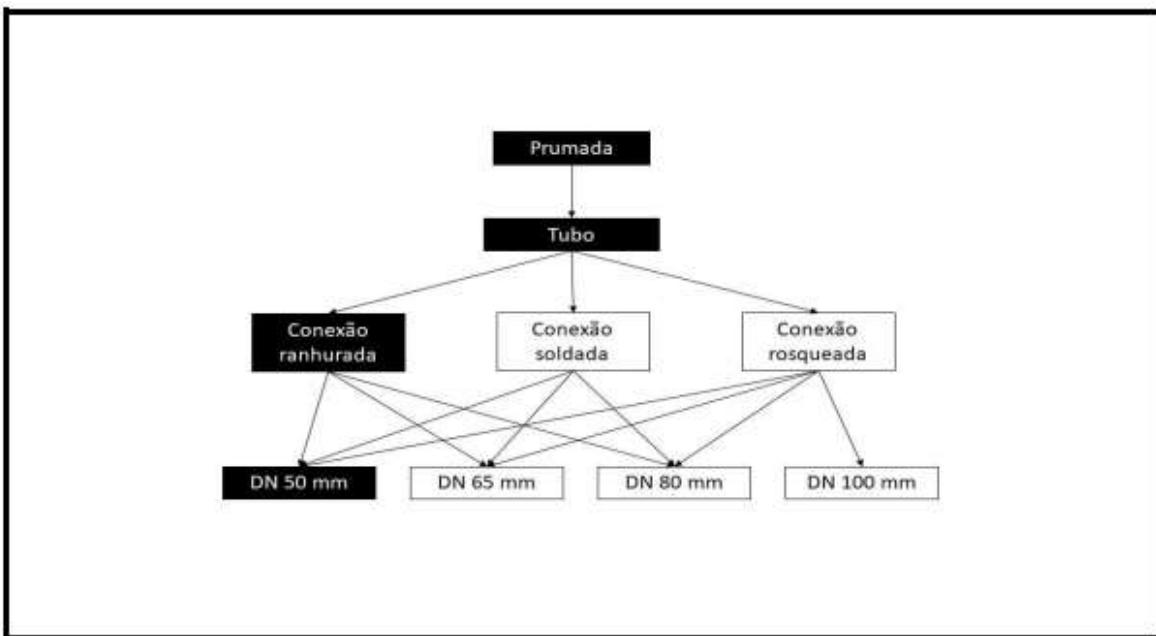


Figura 21 – Exemplo de Composição de Serviço Analítica (Fonte: SINAPI-CP,2023)

4.2.2 ORSE

ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe) é um software desenvolvido pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe – CEHOP. Sua função principal é fornecer valores de referência para os serviços e materiais utilizados na construção civil. Nele é possível ter

acesso, de forma gratuita, a um banco de dados com insumos e composições de preços unitários (ORSE, 2024). Os itens presentes na tabela são categorizados e passam por atualizações mensais realizadas pela CEHOP (SIENGE, 2024). Com essa ferramenta é possível encontrar o custo unitário do serviço de instalação de Sprinkler tipo quartzoidal para temperatura de 68°C (Figura 22).

Composição de Preço de Serviço						Junho/2024-1	
Código	Serviço			Descrição do Serviço		Unidade	
01494/ORSE	Sprinkler tipo quartzoidal para temperatura de 68°C					un	
Composição de Preço							
*	Código	Descrição da Composição		Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
	02047/ORSE	Sprinkler tipo quartzoidal para temperatura de 68°C		un	1	33,43	33,43
	06111/SINAPI	Servente de obras (horista)		h	2	6,42	12,84
	34761/SINAPI	Montador de eletroeletronicos (horista)		h	2	7,62	15,24
	10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente		h	2	3,89	7,78
	10605/ORSE	Encargos Complementares - Montador		h	2	4,49	8,98
Totais							
	Equipamento	Material	Mão-de-Obra	Enc. Social	Terceiros	Valor Total	
	0,00	47,42	28,08	31,60	2,75	109,85	
Relação Detalhada de Insumos							
*	Código	Descrição do insumo		Unid	Quant	Custo Unit.	Custo Total
M 11272/ORSE	Alicate Climpador (cripador)		un	0,0002	102,60	0,02	
M 11275/ORSE	Alicate de pressão 11"		un	0,0004	62,08	0,02	
M 11277/ORSE	Alicate de pressão para solda de chapa 18" (460mm), Ref.138 Z Gedore		un	0,0004	110,32	0,04	
M 11276/ORSE	Alicate de pressão para solda tipo U, para apertar chapas, tiras e qualquer tipo de perfil. Niquelado, mordentes reforçados em aço laminado. Corpo em chapa dobrada extra-reforçada e rebites de aço, 11" (280mm). Ref. 138 Gedore.		un	0,0004	68,31	0,03	
M 11278/ORSE	Alicate diagonal para corte reto 5" a 8"		un	0,0004	37,60	0,01	
M 11279/ORSE	Alicate para anéis de pistão capacidade 50-100mm. ref.44044101		un	0,0004	88,71	0,04	
M 00158/ORSE	Almoço (Participação do empregador)		un	0,4072	14,00	5,70	
M 11281/ORSE	Bolsa de lona para ferramentas 40 x 30 x 20cm		un	0,0016	357,49	0,57	
M 12893/SINAPI	Bota de segurança com biqueira de aço e colarinho acolchoado		par	0,0032	64,80	0,21	
M 12894/SINAPI	Capa para chuva em pvc com forro de poliéster, com capuz (amarela ou azul)		un	0,0008	17,55	0,01	
M 12895/SINAPI	Capacete de segurança aba frontal com suspensão de polietileno, sem jugular (classe b)		un	0,0024	13,50	0,03	
M 02711/SINAPI	Carrinho de mao de aço capacidade 50 a 60 l, pneu com camara		un	0,0004	180,00	0,07	
M 11284/ORSE	Cavalete de ferro nº 1		un	0,0004	120,51	0,05	
M 10492/ORSE	Cesta Básica		un	0,018	190,00	3,42	
M 11280/ORSE	Chave Inglesa 15" ref. 012418012 carbografite		un	0,0004	60,50	0,02	
M 11282/ORSE	Esmerilhadeira angular elétrica portátil 4 1/2" - 1000 watts - ref. G1000KB2 Black e Decker		un	0,0004	362,00	0,14	
M 11273/ORSE	Esquadro de alumínio para soldagem de peças, com duas morsas, 35 x 35 x 4,5cm, marca Black Jack		un	0,0004	218,54	0,09	
S 10517/ORSE	Exames admissionais/demissionais (checkup)		cj	0,0016	300,00	0,48	
M 00941/ORSE	Fardamento com mangas curta		un	0,006	190,35	1,14	
M 11285/ORSE	Fonte inversora de solda WMI 140ED 220V - BAMBOZZI - WMI- 140ED		un	0,0002	899,90	0,18	
M 11274/ORSE	Grampo de de aperto rápido 16" Ref. 60987 Beltools		un	0,0006	18,75	0,01	
M 12892/SINAPI	Luva raspa de couro, cano curto (punho *7* cm)		par	0,0092	12,15	0,11	
M 11286/ORSE	Macarigo de solda Ref. CG201 código 010414410 carbografite		un	0,0006	397,98	0,24	
M 04729/ORSE	Marreta 1 kg com cabo		un	0,0002	31,50	0,01	
M 11270/ORSE	Martelo de solda do tipo picareta, cabo de madeira, 300x0,4x0,5mm		un	0,0006	28,65	0,02	
P 34761/SINAPI	Montador de eletroeletronicos (horista)		h	2	16,20	32,39	
M 01651/ORSE	Óculos branco proteção		pr	0,0032	6,35	0,02	
M 10788/ORSE	Pá quadrada		un	0,0004	36,90	0,01	
M 10596/ORSE	Protetor auricular		un	0,018	4,90	0,09	
M 10599/ORSE	Protetor solar ffp 30 com 120ml		un	0,0072	18,00	0,13	
S 10761/ORSE	Refeição - café da manhã (café com leite e dois pães com manteiga)		un	0,4072	5,00	2,04	
S 10362/ORSE	Seguro de vida e acidente em grupo		un	0,018	12,54	0,23	
M 11283/ORSE	Selador horizontal para fita de aço 1"		un	0,0002	483,81	0,10	
P 06111/SINAPI	Servente de obras (horista)		h	2	13,65	27,29	
M 02047/ORSE	Sprinkler tipo quartzoidal para temperatura de 68°C		un	1	33,43	33,43	
M 04728/ORSE	Talhadeira chata 10"		un	0,0006	18,58	0,01	
M 11271/ORSE	Talhadeira com punho de proteção 22 x225mm ref.207206BR Belzer		un	0,0002	29,21	0,01	
M 02378/ORSE	Vale transporte		un	0,319	4,50	1,44	

Figura 22 – Print da tela do site ORSE com informações de custo de Sprinkler (Fonte: ORSE, 2024)

4.2.3 TCP0

A Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), tem sua primeira edição datada no ano de 1955 e a partir de então, torna-se uma importante referência para elaboração de orçamento de materiais, equipamentos e mão de obra para a indústria da construção civil. No site da editora, é informado que atualmente a TCPO conta com mais de 8.500 composições de serviços, e os valores são calculados pelo departamento de Engenharia da PINI e Composições de Empresas da indústria de materiais e serviços de construção civil (PINI, 2024).

A TCPO dispõe também de tabelas de produtividade variável (Figura 23). Nestas são apresentadas variações dos coeficientes de consumo, dependendo da tipologia da obra, do projeto arquitetônico e do treinamento dos profissionais envolvidos na execução. Elas possibilitam refinar o resultado do orçamento, ao convergir esses índices para a realidade da obra a ser orçada (PINI, 2024).

PRODUTIVIDADE VARIÁVEL PARA O SERVIÇO DE EXECUÇÃO DOS SISTEMAS PREDIAIS DE INCÊNDIO

O sistema predial de incêndio é responsável por transportar água a diversos locais do edifício em caso de incêndio.

Para fins do estudo da mão-de-obra necessária para sua execução, o sistema será representado por apenas uma parte: prumada (shaft + tubulação).

As prumadas representam a parte vertical do sistema que liga normalmente o reservatório aos pavimentos em que a água poderá ser utilizada. Todo sistema deve funcionar sobre pressão.

Em termos do estudo dos materiais, serão indicadas faixas de perdas para os tubos e para as conexões.

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA

As faixas de valores de produtividade da mão-de-obra, mostradas a seguir, foram feitas com as seguintes considerações:

- a) o esforço total do serviço foi agrupado em uma única tarefa (Prumada);
 - b) mostra-se uma faixa de valores de produtividade dos operários (encanadores e ajudantes) para a execução de cada uma das tarefas citadas;
 - c) tal faixa vem associada aos fatores que levam a uma expectativa pior ou melhor quanto ao valor do indicador de produtividade, isto é, uma proximidade maior do extremo direito ou esquerdo, respectivamente, da faixa;
 - d) em termos dos ajudantes que dão apoio direto aos encanadores, aqueles que estão nas proximidades da frente de trabalho, seu esforço já está contemplado nas faixas supracitadas, sendo razoável considerar a existência de um ajudante direto para cada oficial.

PRUMADA

Produtividade dos operários (Hh/ml)

Racionalização da execução do shaft	Execução convencional do shaft
Shafts maiores	Shafts menores
Fixação prévia do suporte dos tubos	Fixação posterior do suporte dos tubos
Alvenaria posterior	Alvenaria antes
Diâmetros menores	Diâmetros maiores

PERDAS NO USO DOS MATERIAIS (TUBOS E CONEXÕES)

As faixas de valores de perdas de materiais, mostradas a seguir, foram feitas com as seguintes considerações:

- a) param-se os tubos das conexões;
 - b) cada faixa vem associada aos fatores que levam a uma expectativa maior ou menor quanto ao valor do indicador de perdas, isto é, uma proximidade maior do extremo direito ou esquerdo, respectivamente, da faixa.

TUBOS

Perdas de tubos (%)

Estocagem adequada	Estocagem descuidada
Existência de planos de corte	Corte sem programação
Diâmetros menores	Diâmetros maiores

CONEXÕES

Perdas de conexões (%)

Controle de recebimento	Recebimento não controlado
Estocagem organizada	Estocagem sem cuidado
Operários treinados	Operários sem treinamento apurado

Figura 23 – Recorte TCPO com produtividade variável para o serviço de execução dos sistemas prediais de incêndio (Fonte: TCPO, 2008)

A organização dos dados da TCPO é feita por itens que percorrem todas as etapas e atividades que acontecem em uma obra. Esses são apresentados por meio de tabela composta por: código do item, componentes, unidade e consumo, seguido por uma descrição do conteúdo do serviço, do critério de medição e do procedimento executivo, conforme pode ser visto nas figuras: Figura 24, Figura 25 e Figura 26.

15141.8.27.1 TUBO de aço galvanizado, com conexões sem costura – unidade: m					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			DIÂMETRO (MM)		
			15 (1 1/2")	20 (3/4")	25 (1")
			15141.8.27.11	15141.8.27.12	15141.8.27.13
01270.0.1.14	Ajudante de encanador	h	0,70	0,80	1,10
01270.0.24.1	Encanador	h	0,70	0,80	1,10
15141.3.28.	Tubo de aço galvanizado sem costura para líquidos/gases/vapores/condução em geral	m	1,60	1,60	1,50
15143.3.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	m	0,47	0,56	0,72
			DIÂMETRO (MM)		
			32 (1 1/4")	40 (1 1/2")	50 (2")
			15141.8.27.14	15141.8.27.15	15141.8.27.16
01270.0.1.14	Ajudante de encanador	h	1,20	1,40	1,60
01270.0.24.1	Encanador	h	1,20	1,40	1,60
15141.3.28.	Tubo de aço galvanizado sem costura para líquidos/gases/vapores/condução em geral	m	1,50	1,40	1,40
15143.3.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	m	0,90	1,13	1,36
			DIÂMETRO (MM)		
			65 (2 1/2")	80 (3")	
			15141.8.27.17	15141.8.27.18	
01270.0.1.14	Ajudante de encanador	h	1,80	2,00	
01270.0.24.1	Encanador	h	1,80	2,00	
15141.3.28.	Tubo de aço galvanizado sem costura para líquidos/gases/vapores/condução em geral	m	1,40	1,30	
15143.3.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	m	1,69	1,92	
			DIÂMETRO (MM)		
			100 (4")	150 (6")	
			15141.8.27.19	15141.8.27.20	
01270.0.1.14	Ajudante de encanador	h	2,20	2,65	
01270.0.24.1	Encanador	h	2,20	2,65	
15141.3.28.	Tubo de aço galvanizado sem costura para líquidos/gases/vapores/condução em geral	m	1,30	1,30	
15143.3.5.1	Fita de vedação para tubos e conexões rosqueáveis (largura: 18 mm)	m	2,48	3,40	

Figura 24 – Recorte TCPO com valores de tubo de aço galvanizado, com conexões sem costura (Fonte: TCPO, 2008)

CONTEÚDO DO SERVIÇO

- 1) Considera material e mão-de-obra para cortes, abertura de rosca e instalação de tubos de aço galvanizado e conexões em ferro maleável.
- 2) As conexões foram diluídas no coeficiente de tubo de aço galvanizado, não sendo necessário, para efeito de prego, efetuar o levantamento de quantidades.
- 3) São tubos com garantia de estanqueidade e resistência às pressões internas ou externas, utilizados como condutores de materiais sólidos (granulados ou particulados), líquidos, pastosos ou gasosos. Em geral em meios não corrosivos ou de pouca agressividade e baixa temperatura, muito comum nas instalações hidráulicas prediais e industriais, de água, gás, ar comprimido, redes de combate a incêndio ou outros líquidos.

- 4) Os tubos podem ser fornecidos sem revestimento ou galvanizado por imersão a quente.

CRITÉRIO DE MEDAÇÃO

Por comprimento de tubulação, inclusive conexões, exceto válvulas e registros.

PROCEDIMENTO EXECUTIVO

- 1) Preparados os componentes, limpar a rosca externa dos tubos e a rosca interna das peças e conexões.
- 2) As juntas deverão apresentar perfeita estanqueidade, para isso, serão vedadas com fita vedar-rosca em teflon.
- 3) Os cortes nos tubos deverão ser em seção reta e o rosqueamento deverá ser feito com tarraxa apropriada, alcançando somente a parte coberta pela conexão.
- 4) As extremidades das tubulações deverão ser mantidas tamponadas com "caps" ou "plugs" durante a execução, sendo o tamponamento retirado apenas na ocasião do assentamento das peças.
- 5) As passagens de tubos por furos ou aberturas nas estruturas de concreto armado deverão ser colocadas antes da concretagem, com folga suficiente para que as tubulações não sejam afetadas pela dilatação e outros esforços estruturais.

NORMAS TÉCNICAS

NBR 9256 – Montagem de tubos e conexões galvanizados para instalações prediais de água fria

Para procedimento executivo, consultar também a seguinte literatura:

A Técnica de Edificar, item 7.2.1.1.2.

Figura 25 – Recorte TCPO: descrição de serviço, critério de medição e procedimento executivo (Fonte: TCPO, 2008)

16.2.158	C2543	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D= 15mm (1/2")	M	62,6700
16.2.159	C2544	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D= 20mm (3/4")	M	75,2100
16.2.160	C2545	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D= 25mm (1")	M	104,0000
16.2.161	C2546	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D= 32mm (1 1/4")	M	122,2900
16.2.162	C2547	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D= 40mm(1 1/2")	M	137,3400
16.2.163	C2552	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D=50mm (2")	M	178,1400
16.2.164	C2553	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D=65mm (2 1/2")	M	212,3000
16.2.165	C2548	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D= 80mm (3")	M	253,4400
16.2.166	C2549	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D=100mm (4")	M	322,7500
16.2.167	C2550	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D=125mm (5")	M	440,6600
16.2.168	C2551	TUBO AÇO GALV. C/OU S/COST.INCL.CONEXÕES D=150mm (6")	M	480,2500

Figura 26 – Recorte TCPO com valores de tubo de aço galvanizado, com conexões sem costura (Fonte: TCPO, 2008)

5. ESTUDO DE CASO DE LEVANTAMENTO DE PRODUTIVIDADE DAS INSTALAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso de levantamento de produtividade das instalações de combate a incêndio de um empreendimento de galpões logísticos. A fim de contextualizar o estudo, é apresentada a caracterização da obra estudada, seguida pela caracterização dos serviços referentes ao estudo de produtividade. Após isso serão mostrados os indicadores de produtividade, coleta e processamentos dos dados obtidos no estudo, apresentação dos resultados alcançados, e por fim uma comparação com o manual do SINAPI, com o intuito de verificar se há coerência nos valores obtidos.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

O objeto de estudo deste trabalho trata-se de um empreendimento de tipologia de condomínio logístico. A obra teve início das atividades contratuais em 01/08/2022, sua conclusão deu-se em agosto de 2023 e entrega, após *check list*, em novembro de 2023. A empresa executora foi a Libercon Engenharia, as instalações foram executadas pela Fibra Engenharia de Instalações, esta responsável pelo sistema de combate a incêndio, sistema elétrico e hidráulico, tanto pela reengenharia e emissão de projetos executivos quanto pela execução. A Figura 27 mostra um registro fotográfico do andamento da obra em outubro de 2022.



Figura 27 - Início da execução dos Galpões em outubro de 2022 (Fonte: Autora)

O parque logístico está localizado a 18 km do Rodoanel Mario Covas, próximo à cidade de São Paulo em rota sem pedágio, seu acesso dá-se direto pela Rodovia Raposo Tavares (Figura 28). O bloco 200, é o foco de estudo da produtividade das atividades do sistema de combate a incêndio com água. Esta edificação possui 31.120 m² e é um dos dois galpões do empreendimento (Figura 29).



Figura 28 – Foto aérea condomínio logístico (Fonte: LIBERCON,2024 - alterado pela autora)



Figura 29 – Vista externa Bloco 200 (Fonte: LIBERCON,2024)

Além dos galpões, o empreendimento possui prédios de apoio, sendo eles: Refeitório, Central de Utilidades (CUT) com casa de bombas e estação de tratamento de esgoto, Prédio Administrativo e Portaria, acumulando uma área total construída de 82.490,913m². As áreas parciais podem ser observadas na (Figura 30) com a tabela de áreas construídas, conforme especificado no memorial descritivo.

LOCAL	ÁREA (m ²)
GALPÃO 100	48.198,735 m²
GALPÃO	43.954,755 m ²
MEZANINO ADMINISTRATIVO	1.600,020 m ²
MARQUISE DOCA	2.567,160 m ²
MARQUISE PEDESTRE (ORELHAS)	76,800 m ²
GALPÃO 200	30.097,146 m²
GALPÃO	27.997,408 m ²
MEZANINO ADMINISTRATIVO	444,890 m ²
MARQUISE DOCA	1.579,200 m ²
MARQUISE PEDESTRE (ORELHAS)	75,648 m ²
MARQUISES (PRO RATA)	1.084,325 m²
MARQUISE DOCA REFEITÓRIO	9,180 m ²
MARQUISE PEDESTRE	1.075,145 m ²
APOIO (PRO RATA)	3.110,707 m²
REFEITÓRIO + VESTIÁRIOS	1.888,480 m ²
ABRIGO DE GÁS	15,258 m ²
DEPÓSITO DE LIXO	7,125 m ²
PORTARIA	37,740 m ²
COBERTURA PORTARIA (30x20m)	600,000 m ²
EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO	213,948 m ²
CUT (EDIFICAÇÃO)	111,082 m ²
RESERVATÓRIOS	165,680 m ²
CABINE DE ENTRADA DE ENERGIA	51,094 m ²
ETE (EDIFICAÇÃO)	20,300 m ²
TOTAL À CONSTRUIR	82.490,913 m²

Figura 30 – Quadro de áreas construídas (Fonte: alterado pela Autora)

Os galpões possuem como elementos da superestrutura pilares de concreto pré-fabricados, apoiados em blocos de concretados in loco.

Uma particularidade na construção dessa obra foi a utilização do sistema de vedação denominado *tilt up* (Figura 31), que tem a função de elemento estrutural e de fechamento das

fachadas dos Galpões e prédios de apoio, exceto a edificação da CUT. O processo construtivo *tilt up* consiste em produzir *in loco* paredes de concreto, o piso é concretado e utilizado como forma para a execução dos painéis (Figura 32), que em seguida são içados por guindastes até a posição vertical e escorados. Só após a montagem da cobertura e travamento dos painéis o escoramento pode ser retirado (HARUNA, 2013).



Figura 31 – Fotografia da execução do sistema *tilt up* (Fonte: Autora)



Figura 32 – Fotografia placas de concreto do sistema *tilt up* (Fonte: Autora)

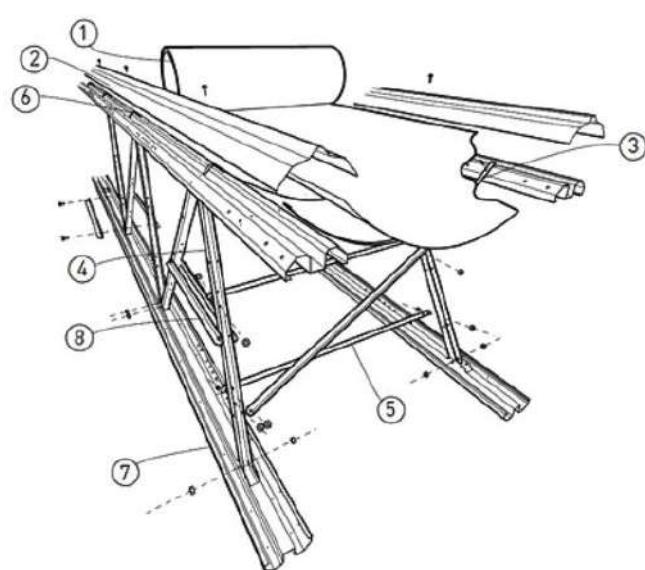
A cobertura foi executada através de um sistema integrado de cobertura metálica que consiste em estrutura e telhado no mesmo produto. No piso próximo à área de instalação são montados módulos, conforme mostra a Figura 33 que consistem em estrutura de treliças paralelamente dispostas e sobre elas são desenroladas bobinas com isolamento termoacústico e chapas metálicas, cujos detalhes pode ser vistos na Figura 34 e Figura 35. Finalizada a montagem, os módulos são içados por guindastes, posicionados e travados lado a lado, obtendo-se canais contínuos de condução da água, formando assim o sistema de cobertura.



Figura 33 – Fotografia de módulos de cobertura em processo de montagem (Fonte: Autora)



Figura 34 – Fotografia vista aérea cobertura durante a execução (Fonte: Autora)



LEGENDA:

- 1- Bobina
- 2- Cobrejunta
- 3- Cinta
- 4- Diagonais
- 5- Travessas
- 6- Suporte do Cobrejuntas
- 7- Banzos
- 8- Contradiagonais

Figura 35 – Imagem catálogo técnico Roll on (Fonte: MARKO, 2024)

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ACOMPANHADOS PARA COMBATE A INCÊNDIO COM CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

O sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos instalado no galpão objeto de estudo é constituído do seguinte modo: pela rede principal de alimentação em forma um anel, que percorre todo o perímetro interno do galpão, essa rede encaminha a água até as VGAs que segmentam o galpão em oito quadrantes. Ao entrar e ao sair das VGAs a água passa pelas colunas de alimentação, segue para os coletores e por fim chega até os ramais de SPK. A Figura 36 mostra um esquema isométrico do sistema descrito, mostrando seus componentes e o sentido do fluxo da água indicado através das setas em vermelho.

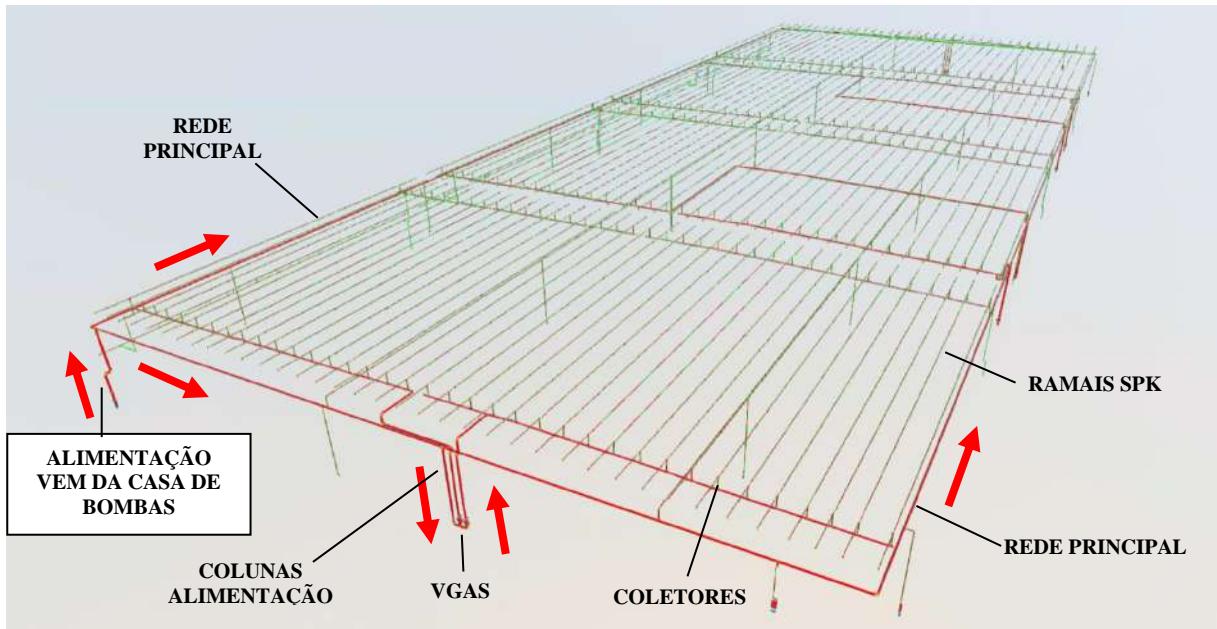


Figura 36 Isométrico sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos (Fonte: Autora)

No estudo de caso, acompanharam-se os seguintes serviços do sistema de chuveiros automáticos:

- Instalação dos ramais;
- Instalação de chuveiros automáticos;
- Instalação de coletores;
- Instalação de tubulação da rede principal;
- Instalação de colunas de alimentação.

Todos estes serviços foram executados na área interna do Galpão 200.

A seguir, os itens serão detalhados.

5.2.1 Instalação dos Ramais

No caso do serviço de instalação dos ramais, o levantamento de dados foi feito estudando-se as seguintes atividades que o compõe:

- pré-montagem de ramais,
- instalação de suportes (abraçadeiras para ramais);
- içamento de ramais;
- fixação e acoplamento de ramais.

5.2.1.1 Pré-montagem de ramais – Sistema de Sprinklers

A instaladora alugou um galpão próximo à obra para armazenamento de materiais e montagem da oficina onde foram preparados os ramais do sistema de Sprinklers. Este serviço consiste em furação dos tubos de aço carbono de 12 metros de comprimento, diâmetro de $2\frac{1}{2}$ " e colocação de *outlet* (saída de sprinkler) para posterior instalação dos chuveiros automáticos. Nessa etapa também é feito o processo de ranhura ou *grooved* nas extremidades dos tubos para a instalação dos acoplamentos e conexões.

A Figura 37 mostra o esquema isométrico do ramal pré-montado.



Figura 37 – Detalhamento do ramal da rede de Sprinkler (Fonte: Barbieri, 2022 adaptado pela Autora)



Figura 38 –Pré-montagem de ramais (Fonte: Autora)

Na última etapa do serviço de pré-fabricação, os ramais foram identificados e organizados conforme cronograma de instalação planejada. Atendendo o cronograma de demanda da obra

os ramais foram transportados, através de caminhão *munk*, até o canteiro de obras, próximo às frentes de trabalho.

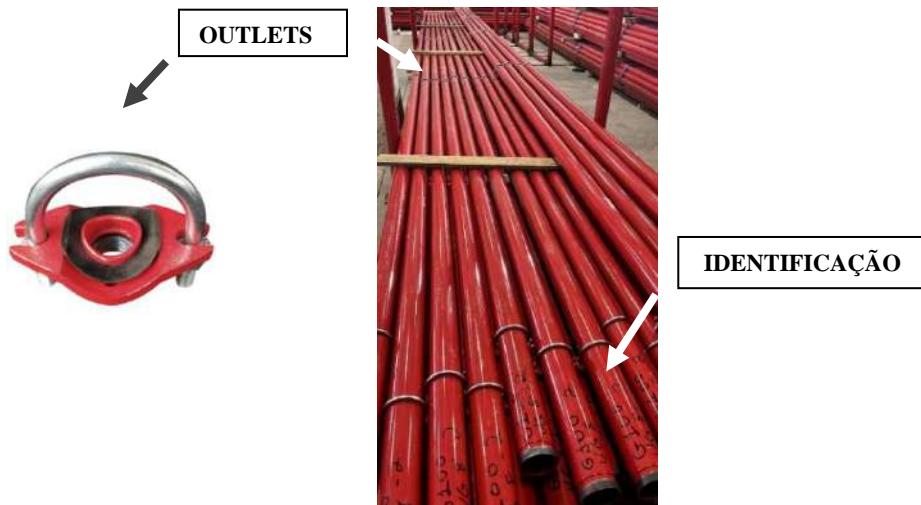


Figura 39 – Ramais preparados, organizados e identificados (Fonte: Autora)

A equipe utilizada para esse serviço foi composta por 4 oficiais encanadores, sendo essa a primeira atividade realizada pela instaladora, em um momento da obra quando ainda não havia frente para trabalhar dentro do canteiro de obras e parte da equipe já estava mobilizada.

Os equipamentos utilizados foram: bancada com 4 furadeiras (Figura 40), parafusadeiras, lixadeira e uma máquina *grooved*.



Figura 40 – Bancada para furação de ramais (Fonte: Autora)

5.2.1.2 Instalação de suportes (abraçadeiras) para ramais – Sistema de Sprinklers

Os suportes (abraçadeiras) para fixação dos ramais na cobertura do galpão são instalados durante a montagem dos módulos da cobertura metálica, quando ainda estão posicionados no piso. Essa atividade foi realizada apenas por ajudantes, variando a quantidade entre 01 e 03 colaboradores, conforme necessário para atender a demanda de serviço, uma vez que depende do cronograma e andamento das atividades da cobertura. O modelo do suporte instalado é tipo abraçadeira em metal galvanizado tipo gota de 2.1/2" (Figura 41), sendo necessário apenas uma parafusadeira para fixar nos furos existentes na estrutura.

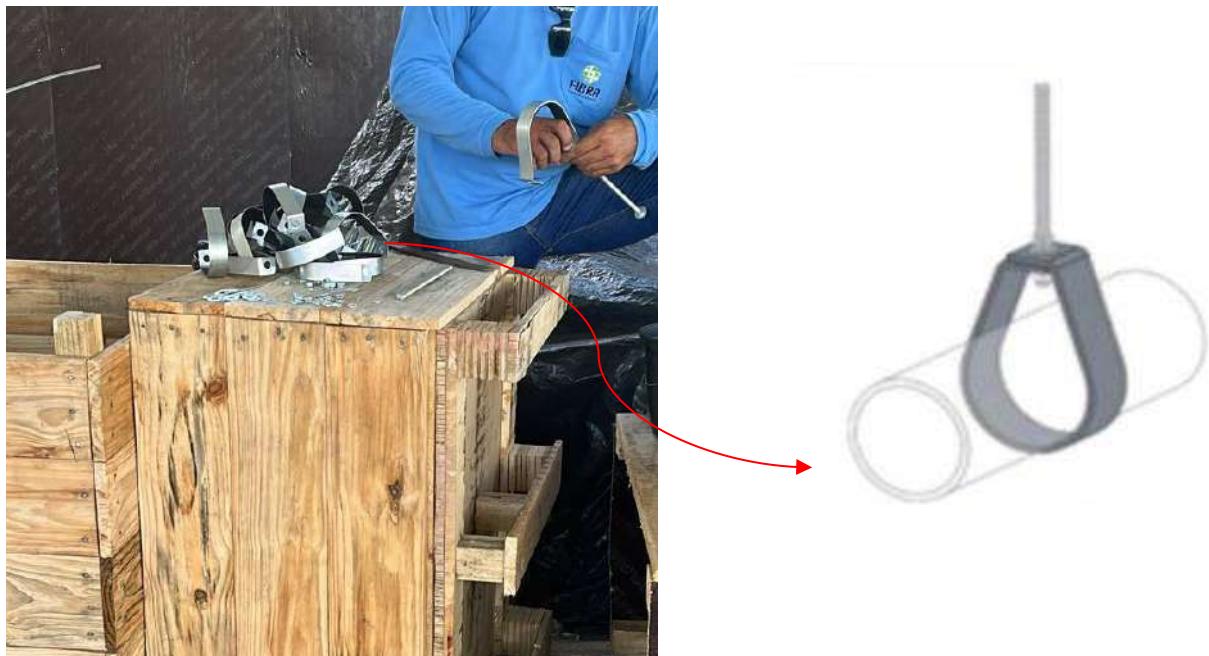


Figura 41 – Abraçadeira em metal galvanizado tipo gota de 2.1/2” (Fonte: Autora)

A Figura 42 mostra os suportes instalados na estrutura da cobertura.

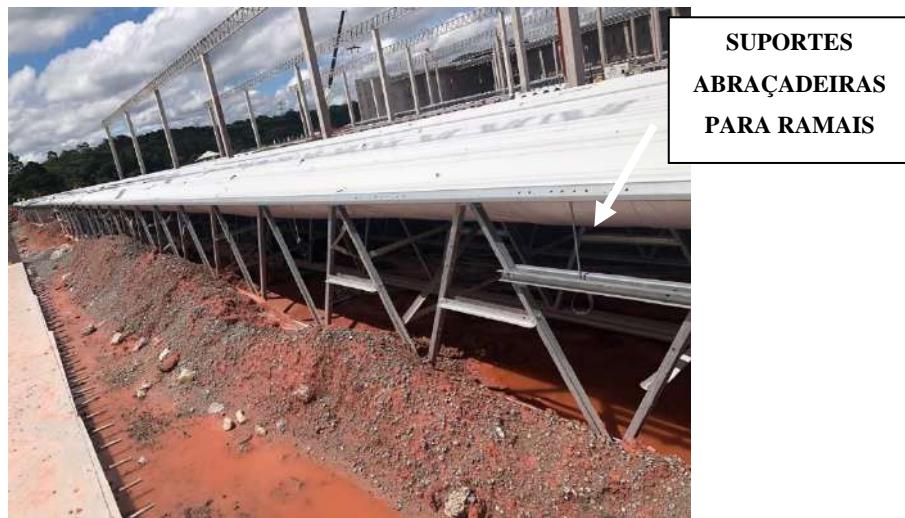


Figura 42 – Suportes para ramais de SPK (Fonte: Autora)

5.2.1.3 Içamento de ramais – Sistema de Sprinklers:

Assim como a instalação de suportes, o serviço de içamento de ramais depende do andamento da montagem do telhado. É necessário que os módulos da cobertura estejam posicionados e fixados em uma área de pelo menos 2/3 entre os eixos do galpão, já que a distância entre pilares é de aproximadamente 22 metros e o comprimento da tubulação é de 12 metros.

A sequência para o serviço de içamento de ramais dá-se da seguinte forma: são colocados pedaços de aproximadamente 50 centímetros de tubo de PVC partidos ao meio nas travessas da cobertura para proteção tanto da estrutura quanto da tubulação. Os tubos que anteriormente foram organizados e colocados próximos à frente de trabalho são apoiados no cesto da plataforma articulada e levados um a um até a altura da estrutura e colocados nos vãos do telhado entre as peças diagonais. Após isso, com o apoio de duas plataformas articuladas, os ramais são arrastados até o local onde serão fixados nas abraçadeiras anteriormente instaladas (Figura 43 e Figura 44).

Há situações, quando a cobertura avança mais do que um vão entre eixos de pilares, em que os acoplamentos para bicos instalados na oficina na etapa de preparação de ramais têm que ser removidos para evitar danos nas peças e facilitar que os ramais sejam posicionados, uma vez que a distância em que serão arrastados será maior.

A organização da equipe depende da quantidade de área de telhado liberado no dia, todavia é necessário que seja disponibilizado pelo menos duas duplas, compostas por um oficial encanador e um ajudante, e cada dupla utiliza uma plataforma elevatória articulada.



Figura 43 – Fotografia do serviço de içamento de ramais de SPK (Fonte: Autora)



Figura 44 – Fotografia do serviço de içamento de ramais de SPK (Fonte: Autora)

5.2.1.4 Fixação e acoplamento de ramais - Sistema de Sprinklers

Depois de içados os ramais são fixados nas abraçadeiras e unidos por acoplamentos (luvas). Esse serviço é feito por uma dupla de oficial encanador e um ajudante (Figura 45), e é necessária uma plataforma elevatória articulada e duas parafusadeiras.



Figura 45 – Fotografia do serviço de fixação e acoplamento de ramais de SPK (Fonte: Autora)

5.2.1.5 Instalação de chuveiros automáticos – Sistema de Sprinklers

Posterior a fixação e acoplamento dos ramais, são instalados os chuveiros automáticos. A equipe utilizada, geralmente, são dois ajudantes, mas pode haver dias em que trabalhe apenas um ajudante ou um oficial encanador, dependendo das frentes de liberadas no dia. Os equipamentos e ferramentas utilizadas são: plataformas elevatórias e chave para fixação de chuveiro automático.

5.2.1.6 Instalação de coletores - Sistema de Sprinklers

Para instalação dos coletores (Figura 47) a primeira coisa que é feita é a instalação de suportes que são barras de aço perfil “U” fixadas por tirantes nas duas extremidades, seus espaçamentos e tamanhos são definidos em projeto (Figura 46). Após isso os tubos de aço carbono com diâmetros que variam de 4”, 6” e 8”, são içados até a cobertura da mesma forma que os ramais de SPK, apoiados no cesto da plataforma elevatória. Esse serviço é executado com uma ou duas duplas de oficial encanador e ajudante, conforme liberação de frente de trabalho, e cada dupla utiliza uma plataforma elevatória articulada.

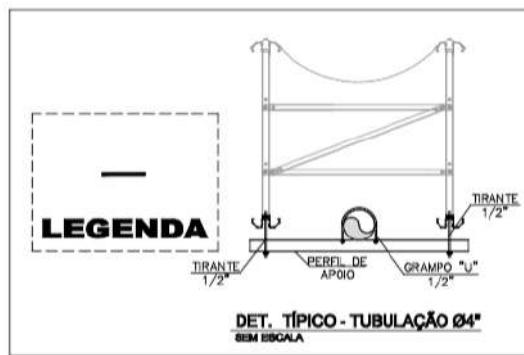


Figura 46 – Recorte do projeto de combate a incêndio utilizado na obra estudada (Fonte: Barbieri, 2022)

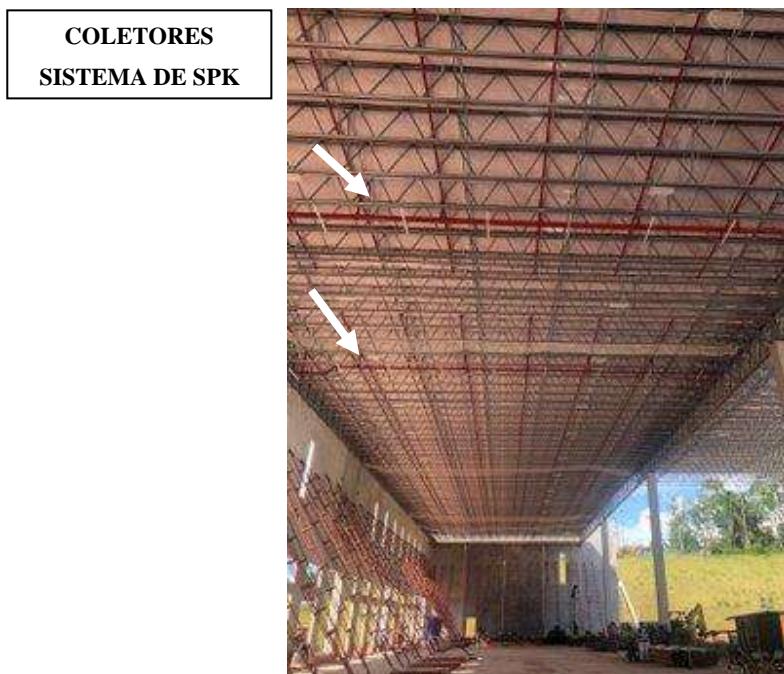


Figura 47 – Fotografia dos coletores do sistema de SPK (Fonte: Autora)

5.2.1.7 Instalação de tubulação da rede principal – Sistema de Sprinklers:

A rede principal é apoiada em suportes fixados nos painéis *tilt up*, por isso sua instalação depende da conclusão do travamento para parede de concreto. O içamento dos tubos de aço carbono com diâmetro de 8" e 6 metros de comprimento, é feito pela plataforma elevatória. Depois de posicionados, os tubos são fixados nos suportes com abraçadeiras (Figura 48) e unidos um ao outro com acoplamentos. Esse serviço é executado com uma dupla de oficial encanador e ajudante.



Figura 48 – Fotografia da rede principal de SPK (Fonte: Autora)

5.2.1.8 Instalação de colunas de alimentação – Sistema de Sprinklers:

As colunas de alimentação do sistema de sprinkler são apoiadas em suportes fixados nos painéis *tilt up*, verticalmente. O içamento dos tubos de aço carbono com diâmetro de 8" e 6 metros de comprimento, é feito por uma dupla de oficial encanador e ajudante com o apoio de uma plataforma elevatória. Depois de posicionados os tubos são fixados nos suportes com abraçadeiras (Figura 49) e unidos um ao outro com acoplamentos (luvas e curvas). Esse serviço é predecessor à atividade de montagem das válvulas de governo.



Figura 49 – Fotografia instalação de colunas de alimentação da rede de SPK (Fonte: Autora)

5.3 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

A coleta de dados que serviu de base para este estudo de caso, se deu através de levantamentos de registros em diários de obra, acompanhamento presencial em campo, consultas ao avanço físico semanal (Figura 50). Este é a ferramenta utilizada pela instaladora para evidenciar o andamento das atividades e está diretamente relacionada ao cronograma da obra. Na apresentação do avanço físico contém registros fotográficos, indicação da área em que os serviços foram executados e é apresentado ao cliente semanalmente durante a reunião de produção.

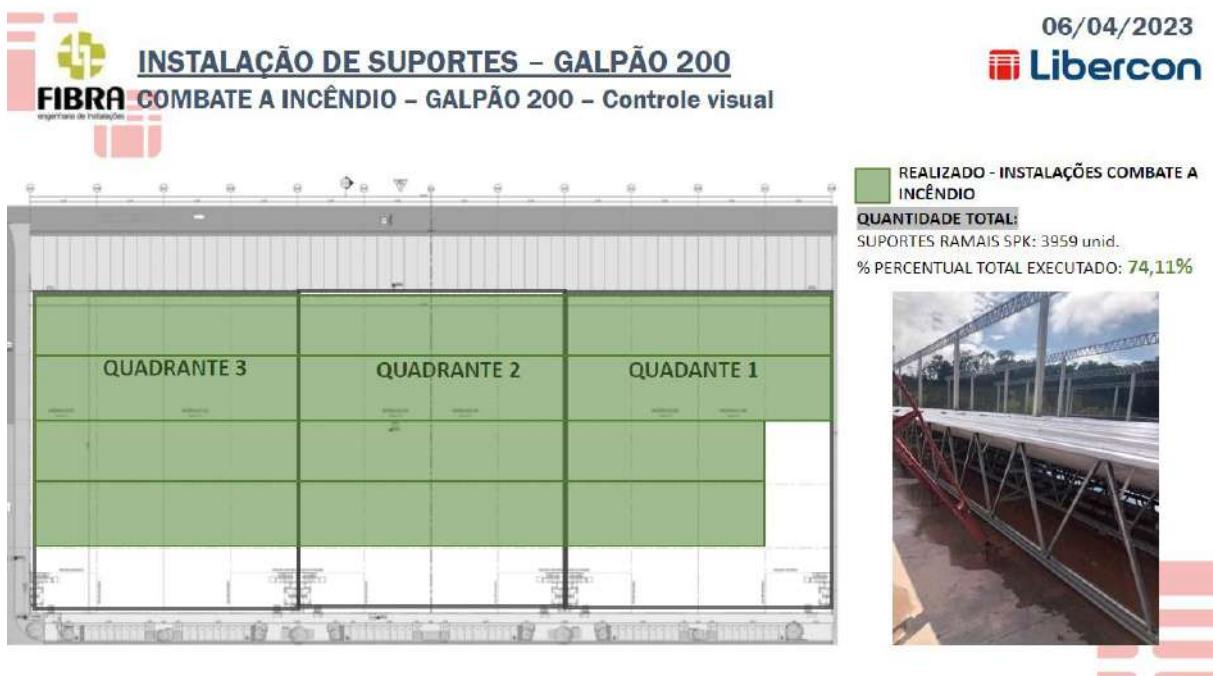


Figura 50 – Recorte da apresentação do Avanço Físico Semanal (Fonte: Autora)

Nos diários de obra são registradas as atividades executadas no dia, nele é indicada a presença ou falta de funcionário e os equipamentos disponíveis para trabalho. Com essas informações foi elaborada uma planilha para compilação dos dados, nela foram apontados os períodos de trabalho das instalações do sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos, conforme dito anteriormente, da área que compreende apenas o interior do Galpão 200, e seus respectivos dados de quantidade de serviço (Qs), horas trabalhadas, quantidade de mão de obra de oficial encanador e de ajudante e quantidade de equipamentos. Nessa planilha foram descrevidas as quantidades de conexões por metro instalado de tubulação, tipo de suporte e especificação da tubulação, de acordo com cada serviço analisado.

5.4 COLETA DE DADOS E PROCESSAMENTO DE DADOS

5.4.1 Coleta de dados e resultados obtidos para Pré-fabricação de ramais

Para o serviço de pré-montagem de ramais do sistema de Sprinkler foram coletados dados diários, tendo em vista que foi uma atividade de curta duração e os registros das quantidades de serviço estavam especificadas no diário de obra. A Tabela 1 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 1 – Levantamento de pré-fabricação de ramais de SPK

DATA	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
25/10/2022	Qs	180	metros	Quantidade de furos / outlets 6 por barra de 12 metros Total de outlets 90 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que interfiram em seu andamento
	Horas trabalhadas (H)	9	horas		
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		
26/10/2022	Qs	168	metros	Quantidade de furos / outlets 6 por barra de 12 metros Total de outlets 84 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que interfiram em seu andamento
	Horas trabalhadas (H)	9	horas		
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		
27/10/2022	Qs	180	metros	Quantidade de furos / outlets 6 por barra de 12 metros Total de outlets 90 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que interfiram em seu andamento
	Horas trabalhadas (H)	9	horas		
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		
28/10/2022	Qs	144	metros	Quantidade de furos / outlets	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que

DATA	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
31/10/2022	Horas trabalhadas (H)	8	horas	6 por barra de 12 metros Total de outlets 72 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	interfiram em seu andamento
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		
01/11/2022	Qs	192	metros	Quantidade de furos / outlets 6 por barra de 12 metros Total de outlets 96 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que interfiram em seu andamento
	Horas trabalhadas (H)	9	horas		
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		
03/11/2022	Qs	168	metros	Quantidade de furos / outlets 6 por barra de 12 metros Total de outlets 84 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que interfiram em seu andamento
	Horas trabalhadas (H)	9	horas		
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		
	Qs	204	metros	Quantidade de furos / outlets 6 por barra de 12 metros Total de outlets 102 TUBULAÇÃO DE Ø 2 ½"	Atividade realizada em ambiente controlado e sem predecessoras que interfiram em seu andamento
	Horas trabalhadas (H)	9	horas		
	Oficial (Hh)	4	homem		
	Ajudante (Hh)	0	homem		
	Equipamentos	0	unidade		

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP diária, RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: Cálculo de RUP – Serviço de pré-fabricação de ramais de SPK

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE PRÉ-FABRICAÇÃO DE RAMAIS DE SPK							
DATA	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP diária (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
25/10/2022	36	180	36	180	0,20	0,20	0,19
26/10/2022	36	168	72	348	0,21	0,21	
27/10/2022	36	180	108	528	0,20	0,20	
28/10/2022	32	144	140	672	0,22	0,21	
31/10/2022	36	192	176	864	0,19	0,20	
01/11/2022	36	168	212	1032	0,21	0,21	
03/11/2022	36	204	248	1236	0,18	0,20	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: em ambiente controlado;
- Diâmetro: $\emptyset 2 \frac{1}{2}$ '';
- Serviço no nível do solo;
- 0,5 conexão por metro (*outlet* - tipo 2 acessos alinhados);
- Relação ajudante/ oficial = 0
- 0,167 groove/m (2 por barra de 12 metros).

5.4.2 Coleta de dados e resultados obtidos para Suportes para ramais

Para o serviço de instalação de suportes para ramais do sistema de Sprinkler foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 3 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 3 – Levantamento de serviço de instalação de suportes (abraçadeiras) para ramais de SPK

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
30/12/2022 a 05/01/2023	Qs	49	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
20/01/2023 a 26/01/2023	Qs	311	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
	Ajudante	1	homem		da estrutura do telhado
27/01/2023 a 02/02/2023	Qs	270	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
03/02/2023 a 09/02/2023	Qs	851	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
24/02/2023 a 02/03/2023	Qs	265	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
03/03/2023 a 09/03/2023	Qs	630	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
10/03/2023 a 16/03/2023	Qs	144	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
24/03/2023 a 30/03/2023	Qs	72	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
31/03/2023 a 06/04/2023	Qs	207	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente com a montagem da estrutura do telhado
	Horas trabalhadas	40	horas		
	Oficial	0	homem		
	Ajudante	1	homem		
07/04/2023 a 13/04/2023	Qs	135	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros	Atividade realizada no nível do piso, simultaneamente
	Horas trabalhadas	40	horas		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações
	Oficial	0	homem	com a montagem da estrutura do telhado
	Ajudante	1	homem	
21/04/2023 a 27/04/2023	Qs	691	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	40	horas	
	Oficial	0	homem	
	Ajudante	1	homem	
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	135	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	40	horas	
	Oficial	0	homem	
	Ajudante	1	homem	
12/05/2023 a 18/05/2023	Qs	199	peças	Colocação de 1 suporte a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	40	horas	
	Oficial	0	homem	
	Ajudante	1	homem	

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo de RUP - Serviço de instalação de suportes tipo abraçadeira para ramais de SPK

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SUPORTES (ABRAÇADEIRAS)							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP semanal (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
30/12/2022 a 05/01/2023	40	49	40	49	0,82	0,82	0,06
20/01/2023 a 26/01/2023	40	311	80	360	0,13	0,22	
27/01/2023 a 02/02/2023	40	270	120	630	0,15	0,19	
03/02/2023 a 09/02/2023	44	851	164	1481	0,05	0,11	
24/02/2023 a 02/03/2023	40	265	204	1746	0,15	0,12	
03/03/2023 a 09/03/2023	40	630	244	2376	0,06	0,10	
10/03/2023 a 16/03/2023	40	144	284	2520	0,28	0,11	
24/03/2023 a 30/03/2023	40	72	324	2592	0,56	0,13	
31/03/2023 a 06/04/2023	40	207	364	2799	0,19	0,13	
07/04/2023 a 13/04/2023	40	135	404	2934	0,30	0,14	
21/04/2023 a 27/04/2023	40	691	444	3625	0,06	0,12	
05/05/2023 a 11/05/2023	40	135	484	3760	0,30	0,13	
12/05/2023 a 18/05/2023	40	199	564	3959	0,20	0,13	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
- Serviço no nível do solo;
- 0,42 suportes por metro (tipo abraçadeira);
- Relação ajudante/ oficial = 0

5.4.3 Coleta de dados e resultados obtidos para serviço de içamento de ramais

Para o serviço de instalação de suportes para ramais do sistema de Sprinkler foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 5 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 5 – Levantamento – Serviço de içamento de ramais de SPK

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
24/02/2023 a 02/03/2023	Qs	504	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
03/03/2023 a 09/03/2023	Qs	1752	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
10/03/2023 a 16/03/2023	Qs	1224	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
17/03/2023 a 23/03/2023	Qs	324	metros	Aguardando liberação de cobertura para continuidade do serviço	
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
24/03/2023 a 30/03/2023	Qs	1272	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
31/03/2023 a 06/04/2023	Qs	408	metros	Aguardando liberação de cobertura para continuidade do serviço	
	Horas trabalhadas	44	horas		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações
	Oficial	1	homem	
	Ajudante	1	homem	
	Equipamentos	1	unidade	
07/04/2023 a 13/04/2023	Qs	1536	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"
	Horas trabalhadas	44	horas	
	Oficial	2	homem	
	Ajudante	2	homem	
	Equipamentos	2	unidade	
14/04/2023 a 20/04/2023	Qs	372	metros	Aguardando liberação de cobertura para continuidade do serviço
	Horas trabalhadas	44	horas	
	Oficial	2	homem	
	Ajudante	2	homem	
	Equipamentos	2	unidade	
21/04/2023 a 27/04/2023	Qs	1272	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"
	Horas trabalhadas	44	horas	
	Oficial	2	homem	
	Ajudante	2	homem	
	Equipamentos	2	unidade	
28/04/2023 a 04/05/2023	Qs	492	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"
	Horas trabalhadas	44	horas	
	Oficial	2	homem	
	Ajudante	2	homem	
	Equipamentos	2	unidade	
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	1260	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"
	Horas trabalhadas	44	horas	
	Oficial	2	homem	
	Ajudante	2	homem	
	Equipamentos	2	unidade	
	Qs	1920	metros	

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
12/05/2023 a 18/05/2023	Horas trabalhadas	44	horas	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo de RUP – Serviço de içamento de ramais de SPK

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE IÇAMENTO DE RAMAIS DE SPK							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP semanal (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
24/02/2023 a 02/03/2023	88	504	88	504	0,17	0,17	0,14
03/03/2023 a 09/03/2023	176	1752	264	2256	0,10	0,12	
10/03/2023 a 16/03/2023	176	1224	440	3480	0,14	0,13	
17/03/2023 a 23/03/2023	88	324	528	3804	0,27	0,14	
24/03/2023 a 30/03/2023	176	1272	704	5076	0,14	0,14	
31/03/2023 a 06/04/2023	88	408	792	5484	0,22	0,14	
07/04/2023 a 13/04/2023	176	1536	968	7020	0,11	0,14	
14/04/2023 a 20/04/2023	176	372	1144	7392	0,47	0,15	
21/04/2023 a 27/04/2023	176	1272	1320	8664	0,14	0,15	
28/04/2023 a 04/05/2023	176	492	1496	9156	0,36	0,16	
05/05/2023 a 11/05/2023	176	1260	1672	10416	0,14	0,16	
12/05/2023 a 18/05/2023	176	1920	1848	12336	0,09	0,15	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
- Diâmetro: $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ ";
- Comprimento da barra de tubo: 12 metros;
- Altura de içamento: 12 metros;
- Relação ajudante/ oficial = 1

5.4.4 Coleta de dados e resultados obtidos para serviço de fixação e acoplamento de ramais

Para o serviço de instalação de acoplamentos de ramais de Sprinkler foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 7 seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 7 – Levantamento - Serviço de acoplamento de ramais de SPK

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
24/02/2023 a 02/03/2023	Qs	504	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ "	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
03/03/2023 a 09/03/2023	Qs	1752	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ "	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
10/03/2023 a 16/03/2023	Qs	1224	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ "	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
	Qs	324	metros		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações		
17/03/2023 a 23/03/2023	Horas trabalhadas	44	horas	Aguardando liberação de cobertura para continuidade do serviço		
	Oficial	1	homem			
	Ajudante	1	homem			
	Equipamentos	1	unidade			
24/03/2023 a 30/03/2023	Qs	1272	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros	
	Horas trabalhadas	44	horas			
	Oficial	2	homem			
	Ajudante	2	homem			
	Equipamentos	2	unidade			
31/03/2023 a 06/04/2023	Qs	408	metros	Aguardando liberação de cobertura para continuidade do serviço		
	Horas trabalhadas	44	horas			
	Oficial	1	homem			
	Ajudante	1	homem			
	Equipamentos	1	unidade			
07/04/2023 a 13/04/2023	Qs	1536	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros	
	Horas trabalhadas	44	horas			
	Oficial	2	homem			
	Ajudante	2	homem			
	Equipamentos	2	unidade			
14/04/2023 a 20/04/2023	Qs	372	metros	Aguardando liberação de cobertura para continuidade do serviço		
	Horas trabalhadas	44	horas			
	Oficial	2	homem			
	Ajudante	2	homem			
	Equipamentos	2	unidade			
21/04/2023 a 27/04/2023	Qs	1272	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros	
	Horas trabalhadas	44	horas			
	Oficial	2	homem			
	Ajudante	2	homem			
	Equipamentos	2	unidade			
28/04/2023 a 04/05/2023	Qs	492	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37	
	Horas trabalhadas	44	horas			

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
	Oficial	2	homem	DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	1260	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
12/05/2023 a 18/05/2023	Qs	1920	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 12 METROS DE COMPRIMENTO Ø 2 ½"	37 linhas de ramais com 64 metros de comprimento 37 linhas de ramais de 64,4 metros de comprimentos, 37 linhas 61,6 metros e 37 linhas de ramais de 62,5 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Cálculo de RUP – Serviço de acoplamento de ramais de SPK

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE ACOPLAMENTO DE RAMAIS							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP semanal (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
24/02/2023 a 02/03/2023	88	504	88	504	0,17	0,17	0,14
03/03/2023 a 09/03/2023	176	1752	264	2256	0,10	0,12	
10/03/2023 a 16/03/2023	176	1224	440	3480	0,14	0,13	
17/03/2023 a 23/03/2023	88	324	528	3804	0,27	0,14	
24/03/2023 a 30/03/2023	176	1272	704	5076	0,14	0,14	

31/03/2023 a 06/04/2023	88	408	792	5484	0,22	0,14	
07/04/2023 a 13/04/2023	176	1536	968	7020	0,11	0,14	
14/04/2023 a 20/04/2023	176	372	1144	7392	0,47	0,15	
21/04/2023 a 27/04/2023	176	1272	1320	8664	0,14	0,15	
28/04/2023 a 04/05/2023	176	492	1496	9156	0,36	0,16	
05/05/2023 a 11/05/2023	176	1260	1672	10416	0,14	0,16	
12/05/2023 a 18/05/2023	176	1920	1848	12336	0,09	0,15	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
- Diâmetro: $\emptyset 2 \frac{1}{2}$ '';
- Altura de instalação: 12 metros;
- 0,167 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados) + 0,42 conexão por metro (fechamento de abraçadeiras);
- Relação ajudante/ oficial = 1

5.4.5 Coleta de dados e resultados obtidos para serviço de instalação de chuveiros automáticos

Para o serviço de instalação de chuveiros automáticos foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 3 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 9 – Levantamento - Serviço de Instalação de chuveiros automáticos

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
03/03/2023 a 09/03/2023	Qs	144	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré-montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
10/03/2023 a 16/03/2023	Qs	384	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
	Oficial	1	homem	"outlet" instalados na etapa de pré- montagem	
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
17/03/2023 a 23/03/2023	Qs	304	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
31/03/2023 a 06/04/2023	Qs	384	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
07/04/2023 a 13/04/2023	Qs	576	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	2	homem		
	Ajudante	2	homem		
	Equipamentos	2	unidade		
14/04/2023 a 20/04/2023	Qs	260	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
21/04/2023 a 27/04/2023	Qs	192	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
28/04/2023 a 04/05/2023	Qs	340	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	384	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
	Oficial	1	homem	"outlet" instalados na etapa de pré- montagem	
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
12/05/2023 a 18/05/2023	Qs	340	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
19/05/2023 a 26/05/2023	Qs	112	peças	Colocação de bicos de SPK nos acoplamentos "outlet" instalados na etapa de pré- montagem	Quantidade total de bicos no Galpão = 3420 unidades
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de chuveiros automáticos

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (pç)	Hh Cum	QS Cum (pç)	RUP semanal (Hh/pç)	RUP Cum (Hh/pç)	RUP Pot (Hh/pç)
03/03/2023 a 09/03/2023	88	144	88	144	0,61	0,61	0,26
10/03/2023 a 16/03/2023	88	384	176	528	0,23	0,33	
17/03/2023 a 23/03/2023	88	304	264	832	0,29	0,32	
31/03/2023 a 06/04/2023	88	384	352	1216	0,23	0,29	
07/04/2023 a 13/04/2023	176	576	528	1792	0,31	0,29	
14/04/2023 a 20/04/2023	88	260	616	2052	0,34	0,30	
21/04/2023 a 27/04/2023	88	192	704	2244	0,46	0,31	
28/04/2023 a 04/05/2023	88	340	792	2584	0,26	0,31	
05/05/2023 a 11/05/2023	88	384	880	2968	0,23	0,30	

12/05/2023 a 18/05/2023	88	340	968	3308	0,26	0,29	
19/05/2023 a 26/05/2023	88	112	1056	3420	0,79	0,31	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
- Altura de instalação: 12 metros;
- 0,5 bicos por metro (tipo união por rosca);
- Os bicos haviam sido preparados antes de serem instalados, nesse serviço foi contabilizado apenas tempo de instalação, desconsiderando o tempo de preparo com fita vedação rosca.
- Relação ajudante/ oficial = 1

5.4.6 Coleta de dados e resultados obtidos para instalação de coletores

Para o serviço de instalação de coletores do sistema de Sprinkler foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 11 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 11 - Levantamento - Serviço de instalação de coletores

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
03/03/2023 a 09/03/2023	Qs	42	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
10/03/2023 a 16/03/2023	Qs	18	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
				SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	
17/03/2023 a 23/03/2023	Qs	60	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
24/03/2023 a 30/03/2023	Qs	18	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
31/03/2023 a 06/04/2023	Qs	70	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	52	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES -	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
				BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	
12/05/2023 a 18/05/2023	Qs	78	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade	BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	
19/05/2023 a 26/05/2023	Qs	78	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO Ø4" / INCLUI INSTALAÇÃO DE SUPORTES - BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	8 linhas de coletores de 52 metros de comprimento, com conexões tipo "T" a cada 2,40 metros
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade	BARRAS DE PERFIL "U" FIXADAS NA COBERTURA POR 2 TIRANTES	

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de coletores

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE COLETORES							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP semanal (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
03/03/2023 a 09/03/2023	88	42	88	42	2,10	2,10	1,19
10/03/2023 a 16/03/2023	88	18	176	60	4,89	2,93	
17/03/2023 a 23/03/2023	88	60	264	120	1,47	2,20	

24/03/2023 a 30/03/2023	88	18	352	138	4,89	2,55	
31/03/2023 a 06/04/2023	88	70	440	208	1,26	2,12	
05/05/2023 a 11/05/2023	88	52	704	260	1,69	2,03	
12/05/2023 a 18/05/2023	88	78	792	338	1,13	1,82	
19/05/2023 a 26/05/2023	88	78	880	416	1,13	1,69	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
- Diâmetro: Ø 4";
- Altura de instalação: 12 metros;
- 0,167 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados) + 0,42 conexão por metro (tipo 3 acessos alinhados);
- Instalação suportes (composto por cantoneira de aço fixada em 2 tirantes) a cada 2,4 metros;
- Relação ajudante/ oficial = 1

5.4.7 Coleta de dados e resultados obtidos para instalação de tubulação da rede principal

Para o serviço de instalação de tubulação da rede principal do sistema de sprinkler foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 13 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 13 - Levantamento - Serviço de instalação de rede principal

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
03/03/2023 a 09/03/2023	Qs	42	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
	Qs	60	metros		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações																
10/03/2023 a 16/03/2023	Horas trabalhadas	44	horas	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares															
	Oficial	1	homem																	
	Ajudante	1	homem																	
		1	unidade																	
	Equipamentos																			
17/03/2023 a 23/03/2023	Qs	36	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares															
	Horas trabalhadas	44	horas																	
	Oficial	1	homem																	
	Ajudante	1	homem																	
		1	unidade																	
24/03/2023 a 30/03/2023	Qs	60	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares															
	Horas trabalhadas	44	horas																	
	Oficial	1	homem																	
	Ajudante	1	homem																	
		1	unidade																	
31/03/2023 a 06/04/2023	Equipamentos			TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares															
	Qs	42	metros																	
	Horas trabalhadas	44	horas																	
	Oficial	1	homem																	
	Ajudante	1	homem																	
07/04/2023 a 13/04/2023		1	unidade	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares															
	Equipamentos																			
	Qs	60	metros																	
	Horas trabalhadas	44	horas																	
	Oficial	1	homem																	
28/04/2023 a 04/05/2023	Ajudante	1	homem	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO -	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total		1	unidade	Equipamentos			Qs	42	metros	Horas trabalhadas	44	horas	Oficial	1	homem
	Ajudante	1	homem			TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO -	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total													
		1	unidade																	
	Equipamentos																			
	Qs	42	metros																	
	Horas trabalhadas	44	horas																	
	Oficial	1	homem																	

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
	Ajudante	1	homem	Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	instalada = 438 metros lineares
	Equipamentos	1	unidade		
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	60	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
12/05/2023 a 18/05/2023	Qs	36	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8" / INCLUSO INSTALAÇÃO DE SUPORTES FIXADOS NO TILT UP	Conexão tipo luva a cada 6 metros - metragem total instalada = 438 metros lineares
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de rede principal

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE REDE PRINCIPAL							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP semanal (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
03/03/2023 a 09/03/2023	88	42	88	42	2,10	2,10	
10/03/2023 a 16/03/2023	88	60	176	102	1,47	1,73	
17/03/2023 a 23/03/2023	88	36	264	138	2,44	1,91	
24/03/2023 a 30/03/2023	88	60	352	198	1,47	1,78	1,47
31/03/2023 a 06/04/2023	88	42	440	240	2,10	1,83	
07/04/2023 a 13/04/2023	88	60	528	300	1,47	1,76	
28/04/2023 a 04/05/2023	88	42	616	342	2,10	1,80	

05/05/2023 a 11/05/2023	88	60	704	402	1,47	1,75	
12/05/2023 a 18/05/2023	88	36	792	438	2,44	1,81	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente sujeito a intempéries);
- Diâmetro: Ø 8";
- Serviço executado sobre plataforma elevatória com altura máxima de 12 metros;
- 0,167 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados);
- Relação ajudante/ oficial =1

5.4.8 Coleta de dados e resultados obtidos para instalação de coluna de alimentação

Para o serviço de instalação de coluna de alimentação do sistema de Sprinkler foram coletados dados semanais, a partir dos registros da apresentação dos avanços físicos. A Tabela 15 a seguir, mostra o levantamento realizado.

Tabela 15 - Levantamento - Serviço de instalação de coluna de alimentação

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
28/04/2023 a 04/05/2023	Qs	36	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8"	Altura das descidas = 12 metros / conexão a cada 6 metros / curva 90º ou T nas extremidades / Instalação de 8 Válvulas de Governo - TOTAL de 15 colunas
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
05/05/2023 a 11/05/2023	Qs	54	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8"	Altura das descidas = 12 metros / conexão a cada 6 metros / curva 90º ou T nas extremidades / Instalação de 8 Válvulas de Governo - TOTAL de 15 colunas
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		
12/05/2023 a 18/05/2023	Qs	36	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8"	Altura das descidas = 12 metros / conexão a cada 6 metros / curva 90º ou T nas extremidades / Instalação de 8
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		

PERÍODO	DADOS	QUANT.	UNID.	Observações	
				Válvulas de Governo - TOTAL de 15 colunas	
19/05/2023 a 26/05/2023	Qs	54	metros	TUBULAÇÃO DE AÇO CARBONO DE 6 METROS DE COMPRIMENTO - Diâmetro de Ø8"	Altura das descidas = 12 metros / conexão a cada 6 metros / curva 90º ou T nas extremidades / Instalação de 8 Válvulas de Governo - TOTAL de 15 colunas
	Horas trabalhadas	44	horas		
	Oficial	1	homem		
	Ajudante	1	homem		
	Equipamentos	1	unidade		

A partir do levantamento apresentado anteriormente, foi feito o cálculo dos indicadores de produtividade, RUP periódica (semanal), RUP pot e RUP cum, conforme demonstrado na Tabela 16.

Tabela 16 - Cálculo de RUP - Serviço de instalação de coluna de alimentação

CÁLCULO DE RUP - SERVIÇO DE COLUNAS DE ALIMENTAÇÃO							
PERÍODO	Hh Total (Oficial + Ajudante)	QS Total (m)	Hh Cum	QS Cum (m)	RUP semanal (Hh/m)	RUP Cum (Hh/m)	RUP Pot (Hh/m)
28/04/2023 a 04/05/2023	88	36	88	36	2,44	2,44	1,63
05/05/2023 a 11/05/2023	88	54	176	90	1,63	1,96	
12/05/2023 a 18/05/2023	88	36	264	126	2,44	2,10	
19/05/2023 a 26/05/2023	88	54	352	180	1,63	1,96	

Os fatores identificados para esse serviço foram:

- Local do serviço: canteiro de obra (ambiente sujeito a intempéries);
- Diâmetro: Ø 8";
- Serviço executado em plataforma elevatória em uma altura máxima de 12 metros do nível do solo;
- 0,16 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados);
- Relação ajudante/ oficial = 1;
- Foi considerado o tempo de montagem de VGA no levantamento de dados dessa atividade.

5.5 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram compilados na Tabela 17. Nela também podem ser observados os fatores passíveis de impactar na RUP de cada serviço.

Tabela 17 – Resumo dos resultados obtidos

RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS			
SERVIÇO	RUP Cum	RUP Pot	FATORES
Instalação de abraçadeiras	0,13	0,06	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries); Diâmetro: Ø 2 ½" Altura de execução: nível do solo 0,42 suportes por metro (tipo abraçadeira) Relação ajudante/ oficial = 0
Pré-fabricação de ramais	0,20	0,19	Local do serviço: em ambiente controlado Diâmetro: Ø 2 ½"; Comprimento do tubo: 12m Altura de execução: nível do solo 0,5 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados) Relação ajudante/ oficial = 0 0,167 groove/m
Içamento de ramais	0,15	0,14	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries); Altura de execução: 12 metros; Comprimento do tubo: 12 metros Relação ajudante/ oficial = 1
Fixação e acoplamento de ramais	0,15	0,14	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries); Diâmetro: Ø 2 ½"; Comprimento do tubo: 12 m Altura de execução: 12 metros; 0,42 suportes por metro (tipo abraçadeira) + 0,167 conexões por metro (tipo 2 acessos alinhados); Relação ajudante/ oficial = 1
Total - Instalação dos ramais	0,50	0,47	
Instalação de chuveiros automáticos	0,31	0,26	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries); Diâmetro: Ø 2 ½"; Altura de execução: 12 metros; 0,42 bicos por metro (com rosca de Ø1"); Relação ajudante/ oficial = 1

Instalação de coletores	1,69	1,19	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
			Diâmetro: Ø4"; Comprimento do tubo: 6 m
			Altura de execução: 12 metros;
			0,5 conexão por metro (tipo 3 acessos alinhados) + 0,167 conexões metro (tipo 2 acessos alinhados);
			Relação ajudante/ oficial = 1
			0,333 groove/m
Instalação de rede principal	1,81	1,47	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente exposto a intempéries);
			Diâmetro: Ø 8"; Comprimento do tubo: 6 m
			Altura de execução: 12 metros
			0,333 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados);
			Relação ajudante/ oficial = 1
			0,333 groove/m.
Instalação de colunas de alimentação	1,96	1,63	Local do serviço: canteiro de obra (ambiente sujeito a intempéries)
			Diâmetro: Ø 8"; Comprimento do tubo: 6m
			Altura de execução: de 12 metros a 1,2 metros do nível do solo
			0,333 conexão por metro (tipo 2 acessos alinhados)
			Relação ajudante/ oficial = 1
			0,333 groove/m
			Foi considerado o tempo de montagem de VGA para o levantamento de dados dessa atividade.

Observa-se a partir da análise dos resultados que o serviço de instalação de colunas de alimentação é o que apresenta pior produtividade, uma vez que a RUP obtida é a maior na comparação com os demais serviços estudados. O que justifica esse número é que foi considerado dentro desse serviço a instalação de Válvulas de Governo e todos os seus componentes, como manômetros, inspetor de teste, entre outros. Além disso, as colunas de alimentação são compostas por tubulações de 8" de diâmetro e há uma dificuldade maior para içar o tubo na posição vertical, em comparação ao içamento do mesmo material quando é instalado na posição horizontal.

A Figura 51, a seguir, mostra um gráfico com a comparação das RUPs pot encontradas nesse estudo de caso, em função do diâmetro da tubulação.

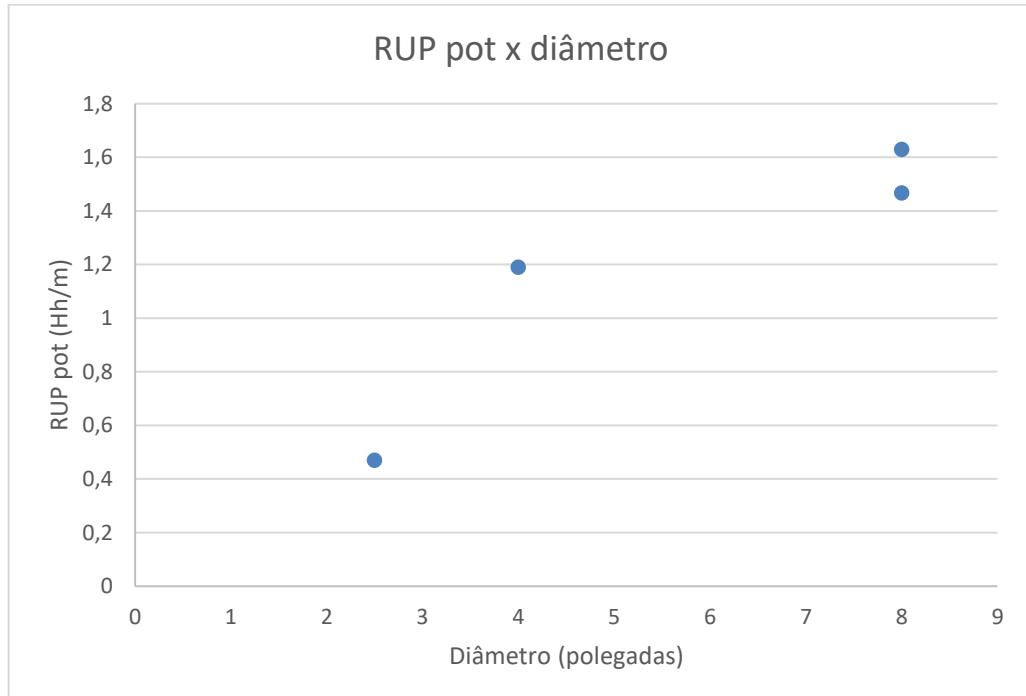


Figura 51 – Relação RUP pot com diâmetro dos tubos (Fonte: Autora)

De acordo com esse gráfico, quanto maior o diâmetro, maior a RUP (pior produtividade). Isso ocorre porque o tubo fica mais pesado e mais difícil de ser instalado. Além disso, na instalação do tubo com diâmetro de 2.1/2" foram içadas barras de 12 metros, ao passo que os tubos com diâmetro maior eram içados com comprimentos de 6 m. A instalação com barras de tubos mais compridas era facilitada, pois se instalava maior comprimento de uma única vez.

Comparando-se os serviços com tubos de 8" de diâmetro, como citado anteriormente, o fator que pode ter influenciado na RUP foi a instalação de VGA, conforme pode ser visto na Figura 52, que mostra a relação entre RUP e conexões para os serviços com tubos de 8" de diâmetro.

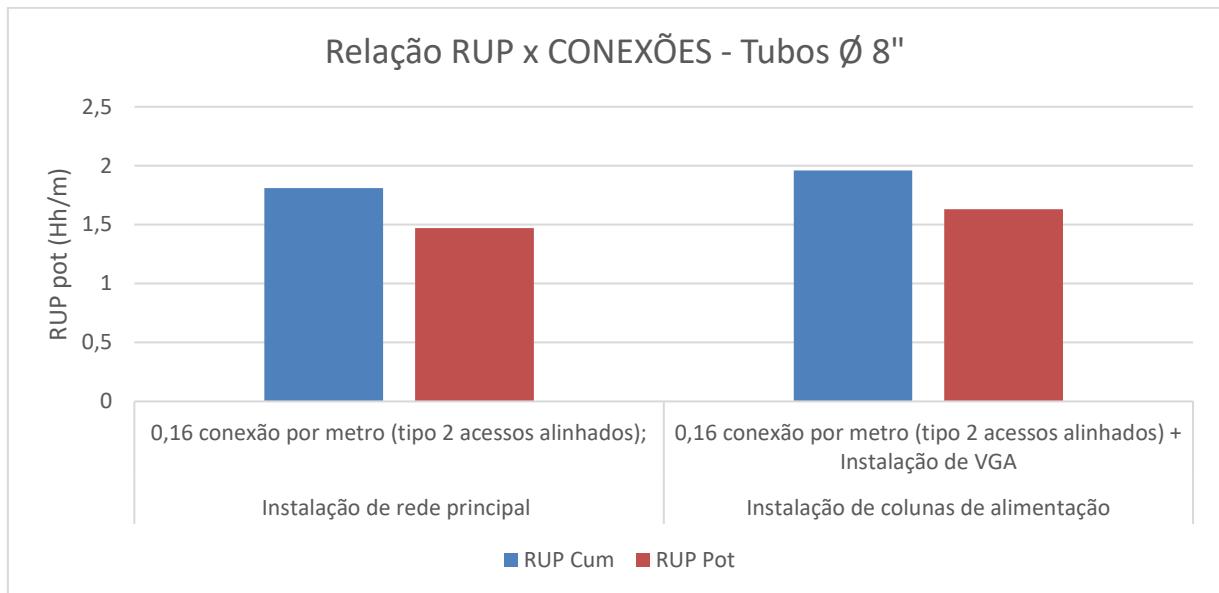


Figura 52 - Gráfico: Relação entre Produtividade x Conexões - Tubos de 8" (Fonte: Autora)

5.6 COMPARAÇÃO COM PRODUTIVIDADES DO SINAPI

A partir dos resultados encontrados no estudo, foi possível fazer comparações entre os coeficientes contidos no SINAPI, conforme pode ser observado na Tabela 18. Importante salientar que se considerou a RUP Cum nessa comparação, uma vez que este é o coeficiente adotado no SINAPI. Essa comparação permite avaliar o desempenho da produtividade na obra em questão.

Tabela 18 - Comparação com Manuais SINAPI

COMPARAÇÃO COM MANUAIS SINAPI				
ESTUDO		SINAPI		
Serviço	RUP Cum (Equipe)	Código	Descrição	Coeficiente (Hh Equipe/m)
Instalação de abraçadeiras	0,13	91180	Fixação de tubos horizontais de pvc água/pvc esgoto/pvc pluvial/cpvc/ppr/cobre ou aço, diâmetros maiores que 40 mm e menores ou iguais a 75 mm, com abraçadeira tipo d com parafuso de fixação 2 1/2", fixada diretamente na laje ou parede. Af_09/2023	0,4618

Pré-fabricação de ramais	0,20			
Içamento de ramais	0,15			
Fixação e acoplamento de ramais	0,15			
TOTAL INSTALAÇÃO DE RAMAIS	0,50	92655	Tubo de aço galvanizado com costura, classe média, conexão rosqueada, dn 65 (2 1/2"), instalado em rede de alimentação para sprinkler - fornecimento e instalação. Af_10/2020	0,69
Instalação de chuveiros automáticos	0,31	95696	Sprinkler tipo pendente, 68 °c, união por rosca dn 15 (1/2") - fornecimento e instalação. Af_10/2020	0,14
Instalação de coletores	1,69	96563	Suporte para eletrocalha lisa ou perfurada em aço galvanizado, largura 800 mm, em perfilado com comprimento de 85 cm fixado em laje, por metro de eletrocalha fixada. Af_09/2023	0,69
		101927	Tubo de aço galvanizado com costura, classe média, dn 100 (4"), conexão rosqueada, instalado em rede de alimentação para hidrante -	0,64

			fornecimento e instalação. Af_10/2020	
		92644	Tê, em ferro galvanizado, conexão rosqueada, dn 80 (3"), instalado em rede de alimentação para hidrante - fornecimento e instalação. Af_10/2020 - *Observação: Converteu-se a composição dada em Hh por conexão para Hh por metro, conforme fatores identificados na obra do estudo de caso.	1,39
		TOTAL		2,72
Instalação de rede principal	1,81	96563	Suporte para eletrocalha lisa ou perfurada em aço galvanizado, largura 800 mm, em perfilado com comprimento de 85 cm fixado em laje, por metro de eletrocalha fixada. Af_09/2023	0,42
		101927	Tubo de aço galvanizado com costura, classe média, dn 100 (4"), conexão rosqueada, instalado em rede de alimentação para hidrante - fornecimento e instalação. Af_10/2020	0,64
		TOTAL		1,05
Instalação de colunas de alimentação	1,96	90463	Suporte para 4 tubos verticais, espaçado a cada 150 cm, em perfilado com comprimento de 42 cm fixado em parede, por metro de tubulação fixada. Af_09/2023	0,20
		101918	Tubo de aço galvanizado com costura, classe média, dn 100 (4"), conexão rosqueada, instalado em prumadas - fornecimento e instalação. Af_10/2020	1,24
		TOTAL		1,44

Através da Figura 53 pode-se visualizar de forma resumida a comparação entre o estudo e os manuais do SINAPI, descrita anteriormente:

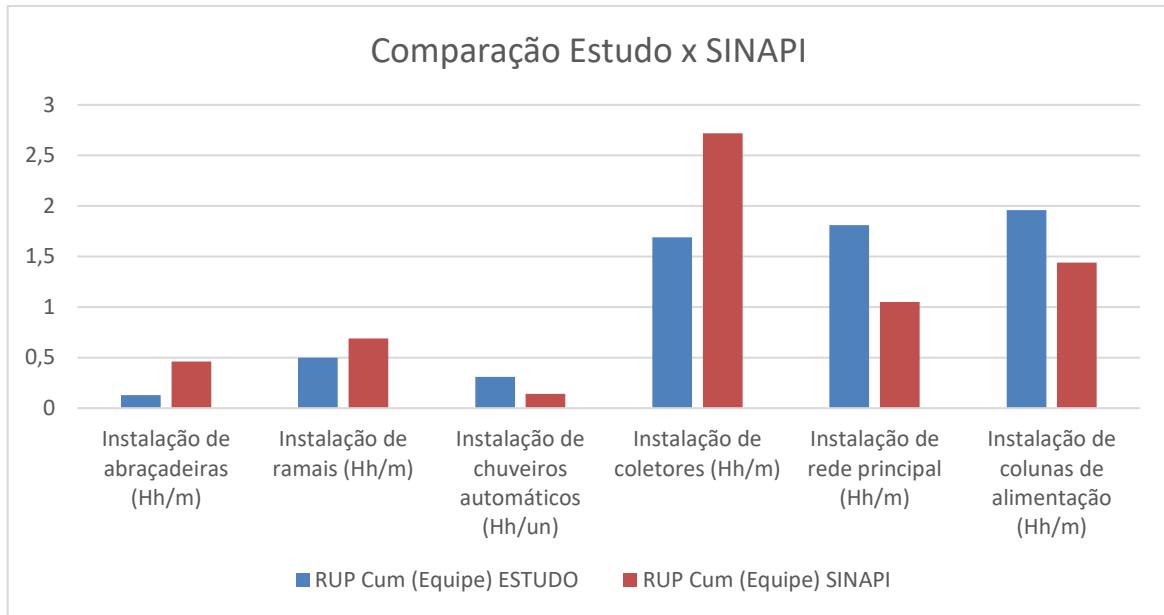


Figura 53- Gráfico de comparação entre estudo e SINAPI

No serviço de instalação de abraçadeiras foi observado que a RUP Cum está menor do que o coeficiente apresentado pelo manual do SINAPI. Os fatores que podem ter interferido nesse resultado são: a fixação do suporte na obra estudada que foi executada no nível do solo, dispensando o uso de escadas ou equipamentos para elevação da mão de obra, a pré-montagem dos suportes em ambiente controlado, antes de levar para a frente de serviço e a instalação do suporte em estrutura metálica, onde já havia os furos para a fixação prontos. Ressalta-se que nos manuais do SINAPI não há a especificação exata do suporte utilizado no estudo, e para fim de comparação foi escolhido o material que mais se aproximou do estudado.

No serviço de instalação de ramais também houve uma diferença favorecendo o desempenho da produtividade apresentada na obra do estudo em relação ao manual do SINAPI. Os fatores que podem ter determinado o valor da RUP Cum nesse serviço são a pré-fabricação de ramais em ambiente controlado, e a tipologia da edificação que permite que a etapa de içamento de ramais aconteça de modo que uma grande quantidade tubos sejam dispostos na cobertura de uma vez só e consequentemente a fixação e acoplamento pode ser realizada posteriormente como uma outra etapa do serviço o que resulta em uma produção em série.

A instalação dos coletores acompanhada no estudo de caso também tiveram produtividade melhor do que a verificada no SINAPI, acredita-se que a forma mais racionalizada da produção

tenha colaborado com isso, porém é importante salientar diferenças que também podem ter influenciados nos valores, como o tipo de junções (a obra utilizou “T” mecânico acoplado, enquanto o SINAPI considera rosqueada), a tipologia estudada de galpões com áreas e comprimentos superiores às tipologias frequentes nos manuais do SINAPI, podem resultar em produtividades melhores.

Para instalação de chuveiros automáticos, o manual do SINAPI apresenta um valor de coeficiente menor do que o constatado no estudo. Acredita-se que o fator principal que determinou esse resultado seja a altura de instalação. No estudo, essa atividade foi realizada a uma altura de 12 metros e para isso foi necessário o uso de plataformas elevatórias.

Por fim, os serviços de instalação da rede principal e das colunas de alimentação tiveram produtividades com valores maiores que os apresentados no SINAPI. O manual indica coeficientes para instalação de tubos com diâmetro máximo de Ø4”, e este foi usado para comparação. Na obra foram instalados tubos de Ø8” de diâmetro, o que justifica a diferença, haja vista que conforme aumenta o diâmetro da tubulação há de se aumentar a dificuldade para realização do serviço.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são expostas considerações em relação ao que pode ser observado durante o desenvolvimento do presente trabalho bem como o resultado da pesquisa. Tais considerações serão apresentadas de forma segmentada no âmbito do atendimento aos objetivos propostos, quanto aos resultados obtidos, a percepção da empresa e aplicação do estudo e por fim a identificação das limitações e sugestões de novos estudos relacionados ao tema abordado.

6.2 QUANTO À CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS

Esse estudo permitiu a análise e entendimento dos serviços relacionados as instalações do sistema de combate a incêndio com chuveiros automáticos de uma obra de galpão logístico, com foco no tempo de execução, recursos e fatores disponíveis para a realização de cada atividade determinada, e com isso pode-se calcular a RUP desses serviços, cumprindo assim o objetivo principal dessa monografia, que era entender a produtividade na execução de sistemas de combate a incêndio em galpões. A comparação com os manuais do SINAPI conferiu ao estudo uma credibilidade nos indicadores obtidos. Dessa forma, o presente trabalho se estabelece como uma importante referência para comparação da produtividade de sistema de combate a incêndio em obras de galpão logístico.

Os objetivos secundários também foram cumpridos: através da realização da revisão bibliográfica das soluções de sistemas de combate a incêndio com água, do entendimento das etapas de execução de sistemas de combate a incêndio com chuveiros automáticos em galpões e dos indicadores de produtividade gerados no estudo de caso de levantamento da produtividade das instalações de combate a incêndio de uma determinada obra de galpão logístico.

6.3 QUANTO AOS RESULTADOS OBTIDOS

Esse trabalho resultou na obtenção de indicadores de produtividade de sistemas de combate a incêndio em um determinado galpão logístico, que poderão ser utilizados como referência para estudos, planejamento, orçamento e organização de equipes de obras futuras com escopo similar ao apresentado no estudo de caso. A comparação com os manuais do SINAPI, juntamente com o Modelo dos Fatores, corrobora para a verificação e entendimento dos valores encontrados nos

cálculos de RUPs que compõe o conteúdo do estudo, além de possibilitar a avaliação da coerência dos dados obtidos.

6.4 PERCEPÇÃO DA EMPRESA E APLICAÇÃO DO ESTUDO

O estudo partiu de uma iniciativa da autora e não de uma demanda da empresa que executou os serviços de instalação do sistema de combate a incêndio. Com isso, até a presente data, esse trabalho não foi aplicado de forma prática na empresa em que a autora atua. Porém, tem-se a pretensão de apresentar aos diretores e gestores de obra, visando o uso dos indicadores obtidos no planejamento e em procedimentos de melhorias para obras futuras.

6.5 SUGESTÕES DE TEMAS DE PESQUISA A SEREM ESTUDADOS

Sugere-se que seja feito levantamentos de dados em outras obras de galpões logísticos da mesma empresa utilizada no estudo de caso, e posterior comparação de resultados para aprimorar os indicadores de produtividade de instalações de sistemas de combate a incêndio em obra dessa tipologia.

Ainda no contexto da empresa estudada, sugere-se que seja ampliado o estudo de produtividade para outros serviços, para embasar as tomadas de decisões da gerência.

Sugere-se também que seja ampliado o estudo de produtividade na instalação de sistemas de combate a incêndio em tipologias de galpões logísticos, em obras executadas por outras empresas.

REFERÊNCIAS

ALFAYA, Taiz Viera. **Teoria geral da Administração.** Disponível em: <<https://www2.unifap.br/glauberpereira/files/2015/12/TGA-EBOOK2.pdf>>. Acesso em: outubro de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos.** 2020.

ABSPK. **Manual de Inspeção, testes e manutenção para sistemas de sprinklers.** Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7867331/mod_resource/content/1/Manual%20ABS_pk.pdf>. Acesso em julho de 2024.

BERNIK, Thais Silveira. **Estruturação de matriz de atributos e sistema de classificação para empreendimentos de base imobiliária voltados à logística last mile no município de São Paulo / T. Bernik** -- São Paulo, 2023. 261 p. Monografia (MBA em Economia setorial e mercados, com ênfase em Real Estate) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal.** – 9^a Ed. – Brasília: CAIXA, 2023.

CARVALHO, Ana Beatriz Luna de. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto.** 2013. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Estruturas e Construção Civil. Fortaleza, Ceará, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/67161/1/2013_dis_ablcarvalho.pdf. Acesso em outubro de 2023.

CASTRO et al. Ana Cecília de Oliveira, Carolina Furlaneto Mendes, Lúcia Helena de Oliveira. **Sistemas de Chuveiros Automáticos.** Texto técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2016. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7867330/mod_resource/content/2/CHUVEIROS%20AUTOMA%CC%81TICOS%202016.pdf> Acesso em: outubro de 2023.

FARIA, Caroline. **Administração científica.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/administracao/_administracao-cientifica/> . Acesso em: Outubro de 2023.

GONÇALVES, O. M. e FEITOSA. E. P. **Sistemas de Chuveiros Automáticos.** Texto Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, São Paulo, 1998

GONÇALVES, O. M. **Sistemas Prediais: Avanços Conceituais e Tecnológicos.** Téchne, São Paulo, ano 2, n.12, p.30 – 34, set./out. 1994.

KATO, Camila Seiço. **Método para estimar custos diretos em execução de edifícios: aplicação à alvenaria estrutural.** / C.S. Kato. – ed. rev. – Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2013. 159 p.

HARUNA, SANDRA. **Sistema convencional e *tilt up* são opções para construção de galpões.** 2013. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/sistema-convencional-e-tilt-up-sao-opcoes-para-construcao-de-galpoes/8251>> . Acesso em janeiro de 2024.

HTB. **Revista Tapume HTB, Out/Nov/Dez 2022.** Publicação interna, Edição 158. 2022. Disponível em: <https://www.htb.eng.br/_files/ugd/24e98d_dceaa5bd83d34b6c881ae10054b7c497.pdf> Acesso em novembro de 2023.

KURZAWA, D. R.; **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto – Estudo de caso.** 2006. 95p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí (RS)

MARKO. **Catálogo Técnico Sistema Roll-on.** Disponível em: <<https://marko.com.br/sistema-roll-on/conteudo-tecnico/>> Acesso em junho de 2024.

MONTEIRO, Marcos. Despacho documental **6022.2024/0002975-3 - Tabela de Custos Unitários de Infraestrutura Urbana e Edificações / JAN24** – São Paulo, 2024. Disponível em: <https://diariooficial.prefeitura.sp.gov.br/md_publi_visualizar.php?ft3erdkj4->

WwrIn_i2Ur-

Ea_Qn72HPxlzUVHWUZLkqLT_FuTd7bzFRbzPZypnNQXQZB7_VuWrqKkWutrBK2XD
Et-VKd-tnfFLC5lZpY4TYXkc4Ar_uG07iyVzgTHdzEW> Acesso em setembro de 2024.

MORA. Maria Jackeline Chaviarra. Sistema de Certificação da Qualidade em Condomínios Logísticos no Brasil. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2016. 108 p. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-20012017-084244/publico/MariaJackelineChavarriaMoraCorr16.pdf>> Acesso em: novembro de 2023.

OROZCO, Débora Wan-Dick Ferreira Jorge. Produtividade na execução de instalações elétricas / D. W. F. J. Orozco – versão corr. – Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2018. 153 p.

ORSE, Orçamento de Obras de Sergipe. Disponível em: <http://orse.cehop.se.gov.br/composicao.asp?font_sg_fonte=ORSE&serv_nr_codigo=9235&peri_nr_ano=2024&peri_nr_mes=6&peri_nr_ordem=1> Acesso em: agosto de 2024.

PALIARI, José Carlos. Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/T.3.2008.tde-01042008-184805. Acesso em: 2023-02-28.

RIBEIRO CARAM. Projeto Logísticos na Ribeiro Caram. Portifólio, 2023. Disponível em: <<https://ribeirocaram.com.br/projetos-centros-logisticos/>> Acesso em: novembro de 2023.

SEITO, A.I. (coord.). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. Disponível em: <https://portalclubedeengenharia.org.br/wp-content/uploads/2018/12/Livro-a_seguranca_contra_incendio_no_brasil-1-Robson-Barradas-1.pdf> Acesso em: outubro de 2023.

SINAPI. Cadernos técnicos de composição para instalações de gás e incêndio em aço e ferro galvanizado. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afeirdas-lote2-instalacoes-hidrossanitarias-eleticas/SINAPI_CT_INSTALACOES_GAS_INCENDIO_10_2022.pdf. Acesso em 09 de agosto de 2023.

SIIA. SiiLA News. **E-commerce: o impacto das entregas no mesmo dia para as cadeias logísticas e o mercado imobiliário.** 2023. Disponível em: <<https://siila.com.br/noticias/e-commerce-impacto-entregas-mesmo-dia-cadeias-logisticas-mercado-imobiliario/6695/lang/pt-br>> Acesso em: novembro de 2023.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** 2001. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil.** 2000, Anais. s.l.: ANTAC, 2000.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de et al. **Unit cost estimation for cold water building systems.** 2014, Anais. s.L.: Cib, 2014.

TCPO, **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos.** -13. ed. - São Paulo: Pini, 2008.

TRINDADE, Fernanda Esmério. **Administração científica de Taylor e as “novas formas” de organização do trabalho: possibilidades de coexistência? Um estudo de caso na indústria têxtil catarinense.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2004.

VEJA, Redação Veja São Paulo. **Galpão industrial pega fogo e mobiliza cerca de 20 viaturas dos bombeiros.** 2022. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/cidades/galpao-industrial-pega-fogo-guarulhos>> Acesso em: outubro de 2023.