

EDUARDO SOARES DA CRUZ

**ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA
EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS ELÉTRICOS EM OBRAS
DE EDIFÍCIOS CORPORATIVOS**

**SÃO PAULO
2022**

EDUARDO SOARES DA CRUZ

**ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM
EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS ELÉTRICOS EM OBRAS
DE EDIFÍCIOS CORPORATIVOS**

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. Dr. Ubiraci Espinelli
Lemes de Souza.

SÃO PAULO
2022

EDUARDO SOARES DA CRUZ

**ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM
EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS ELÉTRICOS EM OBRAS
DE EDIFÍCIOS CORPORATIVOS**

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

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Ubiraci Espinelli
Lemes de Souza.

SÃO PAULO
2022

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.

Catálogo-na-publicação

Cruz, Eduardo

Estudo da produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos em obras de edifícios corporativos / E. Cruz -- São Paulo, 2022.

84 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. Mão de obra 3. Sistemas prediais elétricos
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todo dia me permitir superar as dificuldades do caminho e não deixar me entregar ao desânimo diante das minhas fraquezas.

Agradeço também à minha esposa, família e amigos por todo o apoio e incentivo durante todos os dias.

Agradeço aos professores Dr. Francisco Ferreira Cardoso e Dra Mércia Maria Sememsato Bottura de Barros pelo brilhante trabalho à frente da Coordenação do Curso, na ministração das disciplinas e no enorme apoio e incentivo no desenvolvimento da monografia.

E, de forma especial, agradeço ao Professor Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza por aceitar me orientar, ensinar e direcionar os esforços para o entendimento, desenvolvimento, avaliação e conclusão do trabalho de pesquisa.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos em obras de edifício corporativos, incluindo, além da apropriação e análise de dados coletados em campo, a realização de uma revisão bibliográfica sobre os temas abordados no trabalho. A pesquisa aplicou um método padronizado de coleta no estudo de duas obras de edifícios corporativos, em cinco tarefas diferentes: infraestrutura elétrica; enfição elétrica; adequação de quadros de disjuntores, instalação de pontos de utilização; e instalação de luminárias. Os dados foram coletados, processados e apresentados de forma a que fossem identificados alguns fatores de conteúdo ou contexto responsáveis pela variabilidade da produtividade. Pode-se citar alguns aspectos importante, do estudo da produtividade da mão de obra, neste trabalho, para utilização na tomada de decisões, como: descrever as partes que compõem a execução dos sistemas prediais elétricos, tanto as partes relacionadas ao produto, quanto as relacionadas ao processo; criar banco de indicadores de produtividade associados aos fatores que a influenciam; e fazer análise dos principais fatores influenciadores e de suas presenças nas diferentes obras de escritórios corporativos.

Palavras-Chave: Produtividade. Sistemas Prediais Elétricos. Edifícios Corporativos.

ABSTRACT

This paper presents a study of labor productivity in the execution of electrical building systems in corporate building works, including, in addition to the appropriation and analysis of data collected in the field, the realization of a bibliographic review on the topics addressed at work. The research applied a standardized method of collection in the study of two works of corporate buildings, in five different tasks: electrical infrastructure; electrical threading; adequacy of circuit breaker frames, installation of points of use; and installation of luminaires. Data were collected, processed and presented in such a way that some content or context factors responsible for productivity variability were identified. It can be mentioned some important aspects, from the study of labor productivity, in this work, for use in decision-making, such as: describing the parts that make up the execution of electrical systems, both the parts related to the product, and those related to the process; create bank of productivity indicators associated with the factors that influence it; and analyze the main influencing factors and their presence in the different works of corporate offices.

Keywords: Productivity. Electrical System. Corporate Buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração genérica de produtividade.	16
Figura 2 - Fontes de dados disponíveis: antes ou depois do início da obra.....	20
Figura 3 - Fluxograma de Serviços em Sistemas Prediais Elétricos.....	23
Figura 4 – Fotos de Eletrodutos embutidos em parede de drywall e Eletrodutos aparentes no teto;.....	24
Figura 5 – Fotos de Caixas de derivação embutidos em parede de drywall e Caixas aparente no teto;.....	25
Figura 6 - Quadro de distribuição.....	26
Figura 7 - Condutores Elétricos	27
Figura 8 - Pontos de utilização em ambiente corporativo.	28
Figura 9 - Iluminação em um ambiente corporativo.....	29
Figura 10 - Fluxograma de Atividades.	33
Figura 11 - Razão Unitária de Produção.....	34
Figura 12 - Tarefas executadas para mensuração da produtividade.....	34
Figura 13 - Fluxograma das atividades do sistema predial elétrico.	35
Figura 14 - Layout do 3º Andar.....	37
Figura 15 - Layout do 4º Andar.....	38
Figura 16 - 3D do 4º Andar - Lado Pacaembu.....	38
Figura 17 - 3D do 4º Andar – Lado Paulista.	38
Figura 18 – Layout do 5º Andar.....	39
Figura 19 - 3D do 5º Andar - Lado Pacaembu.....	39
Figura 20 - 3D do 5º Andar – Lado Paulista.	39
Figura 21 - Layout do 6º Andar.....	40
Figura 22 - 3D do 6º Andar - Lado Pacaembu.....	40
Figura 23 - 3D do 6º Andar – Lado Paulista.	40
Figura 24 - Layout do 7º Andar.....	41
Figura 25 - 3D do 7º Andar – Sala de Reunião.....	41
Figura 26 - 3D do 7º Andar – Hall de Espera.	41
Figura 27 - Fluxograma dos Serviços do Sistema Predial Elétrico da obra A.	42
Figura 28 - Diagrama Unifilar Geral Lado Paulista.	42
Figura 29 - Diagrama Unifilar Geral Lado Paulista.	43
Figura 30 - Diagrama Unifilar Geral Lado Pacaembu.	43
Figura 31 - Diagrama Unifilar Geral Lado Pacaembu.	43
Figura 32 - Planta Baixa de Elétrica do Piso do 4º Pavimento.....	44
Figura 33 - Planta Baixa de Elétrica do Forro do 4º Pavimento.....	44
Figura 34 - Foto de Infraestrutura elétrica em parede de alvenaria.....	45
Figura 35 - Gráfico das RUP diário, RUP cumulativo e RUP potencial da Obra A.	46
Figura 36 - Instalação de condutor elétrico no piso.....	48
Figura 37 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.....	49
Figura 38 - Gráfico da RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.	51
Figura 39 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.....	53
Figura 40 - Gráfico dos RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.....	55
Figura 41 - Layout do pavimento.	56

Figura 42 - Planta de Forro do pavimento.	57
Figura 43 - 3D do pavimento.....	57
Figura 44 - 3D do pavimento.....	57
Figura 45 - 3D do pavimento.....	58
Figura 46 - 3D do pavimento.....	58
Figura 47 - Fluxograma dos Serviços do Sistema Predial Elétrico da obra B.....	59
Figura 48 - Diagrama Unifilar Geral.....	59
Figura 49 - Diagrama Unifilar Geral.....	60
Figura 50 - Planta Baixa de Elétrica do Piso.	60
Figura 51 - Planta Baixa de Elétrica do Forro.	61
Figura 52 - Planta Baixa de Elétrica da Iluminação	62
Figura 53 - Infraestrutura de Piso e Parede.	63
Figura 54 - Infraestrutura de Teto.....	63
Figura 55 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.	64
Figura 56 - Instalação de condutor elétrico no piso.....	65
Figura 57 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.	67
Figura 58 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.	67
Figura 59 - Quadros de distribuição da obra B.....	69
Figura 60 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.	70
Figura 61 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.	71
Figura 62 - Caixa de pontos de tomadas em mesa.	71
Figura 63 - Instalação de tomadas na parede.....	72
Figura 64 - Instalação de Interruptores.....	72
Figura 65 - Luminárias de perfis led.	73
Figura 66 - Luminária Plafon.	73
Figura 67 - Luminária Led com lona tensionada.	73
Figura 68 - Luminárias Pendentes.	74
Figura 69 - Luminária Pendente.	74
Figura 70 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.	75
Figura 71 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de Infraestrutura para cabeamento elétrico entre as duas obras.....	76
Figura 72 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de cabeamento elétrico entre as duas obras.	77
Figura 73 -Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de quadro elétrico entre as duas obras.	78
Figura 74 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de interruptores e tomadas entre as duas obras.	78
Figura 75 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de luminárias entre as duas obras.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços e coeficientes do SINAPI.....	30
Tabela 2 - Análise de qual serviço priorizar para escopo do trabalho	Erro! Indicador não definido.
Tabela 3 - Coleta de Dados.....	35
Tabela 4 - Processamento e Apresentação dos Dados	36
Tabela 5 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	46
Tabela 6 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	49
Tabela 7 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	51
Tabela 8 - Informações da obra A: Hh, QS, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.....	53
Tabela 9 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	55
Tabela 10 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	64
Tabela 11 - Informações de cabeamento elétrico no piso da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.....	66
Tabela 12 - Informações de cabeamento elétrico no teto da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.....	67
Tabela 13 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	69
Tabela 14 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	70
Tabela 15 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.	75
Tabela 16 – RUPpot e RUPcum. Por serviço. Obra A.	80
Tabela 17 – RUPpot e RUPcum. Por serviço. Obra B.....	80

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Objetivos Gerais e Específicos.....	14
1.3 Metodologia Adotada	14
1.4 Estrutura do Texto.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA	16
2.1 Produtividade da Mão de Obra.....	16
2.1.1 Definição.....	16
2.1.2 Importância do estudo de produtividade da mão de obra	16
2.1.3 Mensurando a Produtividade da mão de obra	17
2.1.3.1 A RUP como indicador.....	17
2.1.3.2 Quantificação das Entradas.....	17
2.1.3.3 Quantificação das Saídas.....	18
2.1.3.4 Período de tempo associado à quantificação das entradas e saídas.....	18
2.1.4 Fatores que Influencia a Variabilidade da Produtividade	18
2.1.5 Avaliação da Produtividade da Mão de obra	19
2.1.5.1 Escopo da avaliação	20
2.1.5.2 O levantamento de dados	20
2.1.5.3 O processamento dos dados e a apresentação dos resultados	21
2.1.5.4 A análise dos resultados.....	21
2.2 Sistemas Prediais Elétricos	22
2.2.1 Eletrodutos.....	24
2.2.2 Caixas de Derivação.....	25
2.2.3 Quadros de Distribuição.....	25
2.2.4 Condutores Elétrico.....	26
2.2.5 Pontos de Utilização	28
2.2.6 Iluminação	29
2.3 Dados de Produtividade da Mão de Obra em Execução de Sistemas Prediais Elétricos em Obras de Edifícios.....	30
3. MÉTODO PARA ESTUDO DA PRODUTIVIDADE	33
3.1 Revisão Bibliográfica	33
3.2 Definição do Escopo do Estudo da Produtividade	33
3.3 Mensuração da Produtividade da Mão de obra	34

4. ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	37
4.1 Obra A	37
4.1.1 Caracterização da Obra	37
4.1.2 Caracterização dos Serviços e Indicadores de Produtividade.....	42
4.1.2.1 Infraestrutura elétrica de piso, parede e teto.....	45
4.1.2.2 Cabos e fios Elétricos.....	47
4.1.2.3 Quadro Elétrico	50
4.1.2.4 Interruptores e Tomadas.....	52
4.1.2.5 Luminárias	54
4.2 Obra B.....	56
4.2.1 Caracterização da Obra	56
4.2.2 Caracterização dos Serviços	58
4.2.2.1 Infraestrutura Elétrica de piso, parede e teto.....	62
4.2.2.2 Cabos e fios Elétricos.....	65
4.2.2.3 Quadro Elétrico	68
4.2.2.4 Interruptores e Tomadas.....	70
4.2.2.5 Luminárias	72
4.3 Análise dos Dados	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção de edificações após o “boom imobiliário”, vivido entre os anos de 2009 à 2015, sofreu uma grande redução nos seus negócios a partir de 2016, resultado da grande crise econômica que o país atravessou. Muitas empresas direta e indiretamente ligadas àquele mercado reduziram drasticamente o lançamento de novos produtos e, em consequência, reduziu-se a demanda por serviços. Em 2019, a economia do país e o mercado da construção de edificações começaram a demonstrar sinais de retomada de crescimento, principalmente no que se refere à construção de obras em edifícios corporativos.

Porém, não muito tempo depois, o mercado de escritórios passou a viver onda de devoluções. Em julho do ano de 2020, o Estadão fez uma reportagem com o título “Devolver ou não escritórios, eis a questão”. “Na época, as empresas já haviam percebido que era possível manter a operação normal de um negócio com o trabalhador remoto. A pergunta que não queria calar era: como ficariam os prédios corporativos em meio à emergência do home office? Se antes essa era uma questão em aberto, oito meses depois – e quase 12 desde o início da pandemia de covid-19 -, a resposta está clara: a redução de espaços corporativos é uma realidade”.

Com esse novo cenário, redução de obras em prédios corporativos, as empresas atuantes neste setor tiveram que rever suas estratégias de atuação e suas estruturas organizacionais para se manterem competitivas e lucrativas.

“Quanto mais detalhadas as decisões a serem tomadas, provavelmente mais detalhado deva ser o sistema de informações que lhes dá apoio. Na medida em que as decisões quanto à natureza física dos empreendimentos de construção têm ganhado uma importância cada vez maior, torna-se cada vez mais importante a percepção de que a produtividade física da mão-de-obra pode ser estudada de uma maneira bastante analítica e, mesmo, que a produtividade física pode ser conjugada com a financeira. Tudo isso pode ser bastante útil para a tomada de várias decisões relativas às várias etapas do empreendimento: da sua concepção a sua utilização”.

Este trabalho, apresenta o estudo da produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos em obras de edifícios corporativos visando fundamentar e aperfeiçoar as tomadas de decisões que possibilitem uma melhor competitividade das empresas em relação ao mercado.

1.1 Justificativa

As características de obras em edifícios corporativos são de projetos complexos e que devem ser atendidos no prazo, com qualidade e custo. Na gestão destes projetos, as empresas já trabalham com diversos conceitos e ferramentas de gerenciamento da produção. Porém, o que se observa, em função das características singulares que os projetos corporativos apresentam, é que muitas construtoras deste setor não tem um procedimento bem definido para gestão dos índices de produtividade da mão de obra dos serviços realizados em seus canteiros.

No que diz respeito aos indicadores de produtividade de mão de obra, a cultura predominante nas construtoras está baseada na experiência dos seus gestores e de empresas terceirizadas. Porém, diante do cenário de redução de demanda e recursos financeiros para obras de edifícios corporativos, que reflete o momento atual neste mercado, tomar decisões baseadas somente na experiência dos gestores e não considerar uma gestão da produção baseada em índices de produtividade da mão de obra dos serviços realizados nos canteiros de obra, pode comprometer a competitividade da empresa no mercado de atuação.

“O estudo da produtividade (contemplando um lado mais de explicação e outro mais de prognóstico) representa um sistema de informações muito útil para subsidiar as tomadas de decisões”. (Souza, 2006)

No período de desenvolvimento da monografia, o autor ficou como responsável pela Gestão da Produção de duas obras de edifícios corporativos. Em virtude disso, os dados relativos à produtividade de mão de obra destas obras poderiam ser bastante úteis para o estudo de caso da monografia. Porém, faltava a definição para quais serviços os dados de produtividade da mão de obra seriam interessantes coletar, processar e analisar para fazerem parte do escopo do estudo.

Dois critérios foram utilizados para priorizar os serviços aos quais se poderia dar maior atenção em termos de estudo da produtividade. Os dois critérios são citados por Souza (2006):

- “Seria interessante analisar os serviços que demandam maiores quantidades de mão de obra, uma vez que a melhoria da produtividade teria um efeito mais significativo em termos gerais”;
- “Serviços mais longos permitem oportunidade maiores de intervenção durante sua ocorrência, o que incentiva o diagnóstico, que pode subsidiar a própria condução dos mesmos”.

Na tabela a seguir, listamos os serviços que seriam executados nas obras corporativas, incluímos os critérios em duas colunas e relacionamos de forma qualitativa os serviços com os critérios para chegarmos à conclusão de qual serviço seria mais interessante priorizar para o escopo do trabalho. No critério sobre demanda de quantidades de mão de obra optamos por classificar como alta, média e baixa demanda. E para o critério de período de execução do serviço optamos por classificar como longo, médio ou curto período.

Tabela 1 - Análise de qual serviço priorizar para escopo do trabalho. (Fonte: Autor)

SERVIÇOS	CRITÉRIOS	
	Quantidades de mão de obra	Período de Execução do Serviço
SISTEMAS HIDRÁULICOS	BAIXA	MÉDIO
SISTEMAS ELÉTRICOS	ALTA	LONGO
AR CONDICIONADO	BAIXA	MÉDIO
PORTAS	BAIXA	CURTO
DRYWALL (PAREDES)	ALTA	MÉDIO
MARCENARIA	ALTA	CURTO
PAISAGISMO	BAIXA	CURTO
CIVIL	MÉDIA	MÉDIO
PISO ELEVADO	BAIXA	CURTO
SERRALHERIA	BAIXA	CURTO
FORROS	BAIXA	MÉDIO
PINTURA	ALTA	MÉDIO
REVESTIMENTOS DE PAREDE	BAIXA	CURTO
PEDRAS (MÁRMORES E GRANITOS)	BAIXA	CURTO
VIDROS E ESPELHOS	BAIXA	CURTO
SISTEMAS DE INCÊNDIO (Sprinklers e Detectores)	BAIXA	MÉDIO
MULTIMÍDIA (Cabos HDMI e Suportes TVs)	BAIXA	CURTO
LIMPEZA	ALTA	CURTO

Conforme Tabela 2, tem por base os dois critérios citados anteriormente, ficou definido que estudar os indicadores da produtividade da mão de obra dos serviços executados para entregar o sistema predial elétrico funcionando seriam os mais interessantes para mensurar a produtividade e detectar os seus respectivos fatores associados as suas ocorrências.

1.2 Objetivos Gerais e Específicos

Como objetivo geral o trabalho pretende-se entender como a produtividade da mão-de-obra na execução de sistemas prediais elétricos se comporta em edificações de escritórios corporativos.

E, por objetivos específicos, tem-se:

- Desenvolver método de coleta;
- Desenvolver método de processamento e apresentação dos dados;
- Criar banco de indicadores de produtividade associados aos fatores que a influenciam;
- Fazer análise dos principais fatores influenciadores e de suas presenças nas diferentes obras de escritórios corporativos.

1.3 Metodologia Adotada

A pesquisa, de caráter exploratório, realizará uma revisão bibliográfica dos conceitos, filosofias e ferramentas associados ao tema escolhido. E, para complementar a base de informações para o desenvolvimento do trabalho, realiza-se estudos de caso em projetos de empresas especializadas em sistemas prediais elétricos que atuam principalmente na região metropolitana de São Paulo.

No que diz respeito ao estudo de caso, sob uma visão mais ampla, imagina-se passar pelas seguintes atividades:

- Definir e descrever os materiais e método de trabalho para a empresa estudo de caso;
- Selecionar os projetos que participarão da pesquisa;
- Mensurar a produtividade da mão de obra através de coleta, processamento e análise de dados de obras das empresas do estudo de caso. Os conceitos de produtividade e de sistemas prediais elétricos servirão de base para esta fase.

De um ponto de vista mais focado, vislumbra-se que as etapas que serão desenvolvidas no estudo envolverão:

- Descrever as partes que compõem a execução dos sistemas prediais elétricos, tanto as partes relacionadas ao produto, quanto as relacionadas ao processo;
- Definir os fatores relevantes para a RUP pot of;
- Determinar, com base na expectativa quanto aos fatores presentes, o valor da RUP pot of;
- Formalizar e apresentar os resultados para o Gestor dos Projetos.

1.4 Estrutura do Texto

Esta monografia tem sua estrutura desenvolvida em cinco capítulos. No Capítulo 1 são apresentadas as informações referentes ao objetivo do trabalho e à metodologia que foi utilizada para alcançá-lo, além da justificativa e sua contextualização.

No Capítulo 2 é feita a revisão bibliográfica sobre sistemas prediais elétricos e o estudo da produtividade. Discute-se o estudo da produtividade, iniciando com a sua definição e os principais termos utilizados. A seguir explica-se como é feita a mensuração da produtividade e a padronização das entradas e saídas. Partindo desse conhecimento são apresentados os principais fatores que influenciam a produtividade. Finaliza-se o capítulo com uma explanação dos elementos do sistema predial de energia e iluminação para edifícios corporativos de múltiplos pavimentos, com a finalidade de apresentar termos e elementos, que possam auxiliar na leitura e interpretação do estudo de produtividade de sistema predial elétrico em edifícios corporativos.

Os Capítulo 3 e Capítulo 4 tratam a apresentação do método proposto e a sua implementação em um estudo de caso realizado em duas obras localizadas na cidade de São Paulo. São apresentadas as diretrizes que regeram a implantação do método proposto e quais dados deveriam ser obtidos nas obras estudadas. Além disso, é feita a exposição desses dados e a apresentação dos resultados obtidos. De posse destes resultados (produtividade dos serviços de sistemas elétricos e de iluminação), analisam-se os fatores que contribuíram para os resultados apresentados.

No Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais sobre esta pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

2.1 Produtividade da Mão de Obra

Nesta parte do trabalho, apresentam-se conceitos gerais de produtividade que foram aplicados e aproveitados em diversas situações do trabalho. Os conceitos e definições são baseados nas diversas publicações do Professor Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza.

2.1.1 Definição

“Produtividade é a eficiência/eficácia na transformação de recursos (entradas ou esforços) em produtos (saídas ou resultados) que cumpram com os objetivos previstos”. (Figura 1).

Figura 1 - Ilustração genérica de produtividade.



“No processo de construção de edifícios podem-se distinguir entradas e saídas de diferentes naturezas: físicas, financeiras e sociais”.

“Dentre as possíveis entradas físicas, podem-se distinguir: o esforço da mão de obra, os materiais demandados e as horas disponíveis de equipamentos. As saídas físicas dizem respeito ao edifício como um todo ou as suas partes”.

“Dentro de uma abordagem analítica, a produtividade da mão de obra pode ser vista, além de globalmente para o edifício, parcialmente para cada uma de suas partes. Assim é que se pode analisar a produtividade nos vários serviços que compõem a transformação global; portanto, além de analisar a eficiência na produção do edifício como um todo, é possível discutir a produtividade nos serviços de fôrmas, armação, concretagem, assentamento de alvenaria, revestimentos, execução de sistemas prediais etc”. (Souza, 2006).

2.1.2 Importância do estudo de produtividade da mão de obra

Entender a produtividade significa, na opinião de Souza (2006), conhecer sua grandeza e as razões para seu estabelecimento, envolvendo tanto a capacidade de explicação de uma produtividade verificada quanto o prognóstico da produtividade para futuros serviços a executar.

“O entendimento da produtividade é também útil em outras Etapas do empreendimento além da produção: Permite maior precisão nas avaliações de custo pertinentes ao Estudo da Viabilidade; Quantifica os benefícios trazidos por certas posturas de projetos, favorecendo a criação de diretrizes de concepção favoráveis ao estabelecimento de uma boa produtividade da mão de obra; Torna mais justas e pró-ativas as decisões quanto ao fornecimento de Mão de obra, Materiais e Componentes e Equipamentos para a Construção; Permite melhor discussão dos custos ao longo da vida útil”.

Enfim, a criação de um sistema de gestão da produtividade representa a valorização da tomada de decisões e, portanto, do papel do gestor num empreendimento de Construção Civil.

2.1.3 Mensurando a Produtividade da mão de obra

A discussão da produtividade carece de uma padronização, quanto à forma de mensurá-la, para evitar mal-entendidos que possam prejudicar o uso de tais indicadores como subsídio para tomada de decisão.

Portanto, uma recomendação fundamental para se conseguir discutir produtividade, de uma maneira proveitosa, diz respeito a se definir uma linguagem padronizada para o assunto.

2.1.3.1 A RUP como indicador

Neste trabalho, a razão unitária de produção será adotada como indicador mensurador da produtividade da mão de obra, sendo definida como o esforço humano, avaliado em Homens x hora (Hh), com relação à quantidade de serviço realizado:

$$RUP = Hh / \text{Quantidade de Serviço}$$

Quanto menor o valor da RUP, melhor a produtividade.

A padronização da RUP demanda regras quanto: à definição de quais Homens estão inseridos na avaliação (H); à quantificação das horas de trabalho a considerar (h); à quantificação do serviço (QS); e à definição do período de tempo ao qual as mensurações de entradas e saídas se referem.

2.1.3.2 Quantificação das Entradas

“Para o estudo da produtividade física da mão de obra de produção, em um determinado serviço, interessa detectar quem está alocado ao serviço, se está envolvido no objetivo-fim ou em atividades-meio”.

“Dentro desse contexto, quanto à caracterização da mão de obra existente, preocupe-se com os trabalhadores hierarquicamente abaixo de quaisquer encarregados que não executam pessoalmente o serviço. Existem os oficiais diretamente envolvidos na produção final do serviço, ajudantes que os auxiliam diretamente e operários que dão apoio mais à distância com relação ao grupo direto”.

“Portanto, pode-se mensurar a produtividade com diferentes abrangências de mão de obra de produção. Definem-se os seguintes indicadores”:

- RUP_{of} que avalia a produtividade dos oficiais;
- RUP_{dir} que se associa à produtividade da mão de obra direta; e
- RUP_{glob} que avalia a produtividade da mão de obra global.

"No que diz respeito ao tempo de dedicação, consideram-se as horas disponíveis para o trabalho (h), apropriando-se o tempo total que o operário está presente no canteiro e pronto para trabalhar. Não são, portanto, descontadas horas de paralisação por culpa da gestão; 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 realmente trabalhado”.

2.1.3.3 Quantificação das Saídas

A mensuração das saídas diz respeito ao produto realmente executado (medem-se as quantidades reais e não as consideradas equivalentes). Os serviços podem ser quebrados de diferentes maneiras para servir como foco de estudo. Assim, pode-se falar na produtividade na execução de sistemas prediais elétrico dos andares; mas pode-se também discutir a produtividade na execução de eletrodutos de aço galvanizado de diâmetro de 25 mm.

2.1.3.4 Período de tempo associado à quantificação das entradas e saídas

“Os diferentes períodos de tempo associados às mensurações das RUP, das Entradas (H e h) e saídas (QS) são definidos das seguintes formas”:

- RUP_d (RUP diária): quando, a cada dia útil de serviço, medem-se entradas e saídas, calculando-se a RUP de um dia de trabalho.
- RUP_{cum} (RUP cumulativa): quando as quantidades de entradas e saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação. Nesse caso, tem-se a avaliação de um período acumulado.

“Além das RUPs citadas acima, define-se RUP_{pot} como sendo um valor de produtividade diária representativo de um desempenho ao mesmo tempo factível e bom. Matematicamente, a RUP_{pot} é calculada pela mediana dos valores de RUP_d inferiores ao da RUP_{cum} ao final”.

“Cabe ainda comentar que, tendo-se definido matematicamente a RUP_{pot} como um valor a ser buscado de produtividade ao se executar um serviço, poderia ela servir de referência de produtividade teoricamente alcançável e considerar-se que a diferença entre RUP_{cum} e a RUP_{pot} representaria um afastamento da situação real em relação à ideal. Com isso, se poderia definir perda percentual de produtividade da mão de obra (perda mo (%)) como”:

$$\text{Perda mo (\%)} = \frac{\text{RUP}_{\text{cum}} - \text{RUP}_{\text{pot}}}{\text{RUP}_{\text{pot}}} \times 100$$

Fonte: Como aumentar a eficiência da mão de obra (Souza 2006).

2.1.4 Fatores que Influenciam a Variabilidade da Produtividade

“A produtividade nos serviços de construção varia dentro de uma faixa bastante larga de valores, e, portanto, é muito arriscado tomar decisões com base em valores médios de mercado”. (Souza, 2006).

Tal variação é causada por fatores que podem ser detectados e analisados.

Conceitualmente, o Modelo de Fatores (Thomas & Yakoumis, 1987. Apud Souza 2006), “basicamente diz que, se todas as características relativas ao serviço sendo executado se mantivessem uniformes, não existiria razão para a variação da produtividade. Mas, nos processos construtivos em Construção Civil, a estabilidade é muito menor que na Indústria Seriada: existem mudanças, quanto a um determinado serviço, de uma obra em relação à outra

e de um dia em relação a outro na mesma obra. Portanto, a variação das características leva a variações da produtividade. A essas características que influenciam a produtividade se denominam fatores”.

“Tais fatores podem dizer respeito a situações normais e à ocorrência de anormalidades”.

“Dentro da normalidade, distinguem-se fatores ligados ao conteúdo do trabalho que dizem respeito às características dos produtos sendo executados e dos recursos transformados; os fatores ligados ao contexto do trabalho normalmente se associam aos recursos de transformação e às condições de contorno usuais. Em termos de anormalidades, essas dizem respeito a afastamentos acentuados quanto às características regulares do conteúdo e contexto citados. Podem ter um efeito de deterioração da produtividade direto ou indireto”. Abaixo seguem exemplos de fatores:

- Fatores ligados ao conteúdo: peso dos blocos usados para fazer a alvenaria; comprimento das vigas para as quais se estão executando as fôrmas; seção dos pilares sendo concretados; espessura do revestimento de fachada com argamassa;
- Fatores ligados ao contexto: tipo de equipamento de aplicação (jateador ou desempenadeira) do gesso no revestimento de uma parede; o equipamento de acesso à fachada (cadeirinha ou balancim) para aplicação de textura; a temperatura reinante;
- Anormalidades: quebra de uma grua, responsável pelo transporte de grandes painéis de fôrmas, no início da jornada de trabalho.

“A produtividade da mão de obra varia segundo faixas bastante largas; portanto, dominar os fatores que induzem tal variação pode ser um instrumento extremamente interessante para subsidiar a gestão. E o esforço para se detectarem os fatores relevantes pode ser ressarcido pela oportunidade de se tomarem decisões pró-ativas (visando melhorar a produtividade) ou reativas, minimizando problemas devidos a produtividades não tão boas com as quais se imagina ter de conviver num certo serviço ou obra” (Souza 2006).

2.1.5 Avaliação da Produtividade da Mão de obra

“Em função da importância do estudo da produtividade, considera-se bastante necessário o incentivo para que as empresas diagnostiquem os níveis em que se encontram. Essa avaliação da produtividade pode se dar de maneira mais ou menos aprofundada, mas, em todos os casos, sob um espírito mais formal ou mesmo informal, passa-se por alguns estágios, quais sejam”:

- A definição do escopo de avaliação;
- O levantamento de dados;
- O processamento dos mesmos;
- A apresentação dos resultados;
- A análise das informações obtidas.

2.1.5.1 Escopo da avaliação

“Entender a produtividade significa mensurá-la e detectar os fatores que estão associados à sua ocorrência. Assim é que, para entender a produtividade ocorrendo, é necessário coletar dados relativos”:

- À equipe trabalhando (H);
- Às horas disponibilizadas para o trabalho (h);
- À quantidade de serviço realizada (QS);
- Aos fatores relevantes presentes.

"Cabe ainda comentar que se podem ter critérios para a definição de quantos e quais serviços acompanhar. Embora o autor acredite que o controle da produtividade possa ser feito integradamente com várias outras tarefas já presentes no dia-a-dia dos gestores (e, portanto, demandar pouco esforço adicional para sua implementação), é recomendável apontar alguns critérios para priorizar os serviços aos quais se poderia dar maior atenção em termos de avaliação da produtividade". Pode-se citar que:

- Seria interessante analisar os serviços que demandam maiores quantidades de mão-de-obra;
- Embora muitas vezes aconteça o oposto, quanto menos temos domínio sobre um serviço mais deveríamos analisar sua produtividade;
- Os serviços com mão de obra sob a responsabilidade da empresa poderiam ser priorizados;
- Serviços mais longos permitem oportunidades maiores de intervenção durante sua ocorrência, o que incentiva o diagnóstico, que pode subsidiar a própria condução dos mesmos.

2.1.5.2 O levantamento de dados

O levantamento de dados pode se basear em fontes disponíveis “antes” ou “após” o início da execução.

Figura 2 - Fontes de dados disponíveis: antes ou depois do início da obra.

“antes”	“depois”
Projeto do produto e especificações	Partes da obra executadas
Macroprogramação	Materiais, componentes, equipamentos e ferramentas em uso
Microprogramação	Processos/técnicas adotados
Contratos	Controle do andamento dos serviços
Sistema de gestão da empresa	Organização do trabalho vigente
Plano de gestão da obra	Práticas gerenciais em uso

“Os dados relativos a H e h podem vir de documentos usados para compor a folha de pagamentos; podem, alternativamente, ser especificamente coletados por um funcionário. Para registro, podem-se desenvolver planilhas específicas, mais ou menos detalhadas”.

“A quantidade de serviço geralmente nasce de uma apropriação feita tanto com base no projeto quanto no levantamento em campo”.

“Os fatores quantitativos e qualitativos podem também ser levantados antes ou após o início da obra, fazendo-se uso tanto das próprias planilhas de coleta de quantidades quanto de check-lists específicos para registro de características potencialmente influenciadoras da produtividade vigentes”.

2.1.5.3 O processamento dos dados e a apresentação dos resultados

“O processamento de dados e a apresentação dos resultados devem ser coerentes com o destino que as informações geradas terão, isto é, com as decisões que subsidiarão. Assim é que, embora o registro, o processamento e a apresentação eletrônicos sejam sempre desejáveis, simples cálculos no canteiro e apresentações verbais podem subsidiar decisões rápidas quanto a alterações na organização do trabalho”.

2.1.5.4 A análise dos resultados

“Conforme já comentado, diferentes indicadores de produtividade podem ser utilizados; cabe, neste momento, discutir no que cada um deles pode contribuir em termos de análise da produtividade em estudo, para que possam ser adotados coerentemente com a tomada de decisões que visam subsidiar”.

“A RUP pode variar em termos:

- Da abrangência de mão de obra, podendo dizer respeito aos oficiais, à mão de obra direta e à mão de obra global;
- Do período de tempo a que se referem, podendo ser diário, cumulativo ou potencial”.

“Quanto à abrangência da mão de obra, há que se dizer, inicialmente, que os diferentes grupos de operários avaliados se distribuem diferentemente ao longo das etapas do fluxograma dos processos”.

“Portanto a RUPof muitas vezes está associada à avaliação da maior ou menor dificuldade nas operações finais do serviço, isto é, no assentamento propriamente dito dos componentes de alvenaria, na montagem das fôrmas das vigas de um pavimento, na passagem dos cabos elétricos e assim por diante. É quanto a essa RUP principalmente que os fatores de conteúdo do trabalho se fazem sentir. Por exemplo, o trabalho de pedreiro assentador de alvenaria é influenciado pelo tipo de bloco sendo assentado; o pedreiro revestidor de parede tem sua tarefa dificultada ao se deparar com um revestimento de alta espessura”.

“Quanto a RUPdir, esta associa o esforço dos ajudantes diretos ao dos oficiais. Seu valor, ou a diferença entre a RUPdir e a RUPof, representa a demanda por suporte às operações finais. Assim é que, quanto mais se investir na facilitação do trabalho do oficial menos se necessitará de ajuda direta”.

“A RUPglob representa o ônus total de mão de obra do serviço, juntando a mão de obra de apoio à equipe direta. A diferença entre a RUPglob e a RUPdir é fortemente influenciada pela escolha do sistema de fornecimento dos materiais e componentes, que pode induzir grandes variações na dificuldade de descarregamento, movimentação e demanda por processamento

intermediário. Por exemplo, optar pela aquisição de aço pré-cortado e dobrado demanda menos esforço de processamento intermediário no canteiro que a escolha pelo uso de barras de aço”.

“Quanto ao período de tempo a que se referem, podem ser apontadas vantagens e desvantagens quanto à escolha dos diferentes tipos de RUP, isto é, há diferenças quanto ao esforço de coleta demandado, mas também com relação ao detalhamento da informação que cada RUP propicia”.

“A RUPd demanda maior esforço de coleta, na medida em que, a cada dia, ter-se-iam de computar Hh e Qs. Por outro lado, significa uma avaliação constante da produtividade, fomentando o envolvimento dos usuários da informação; assim é que, ao receber, dia-a-dia, um diagnóstico quanto ao seu desempenho, um operário ou gestor preocupa-se mais com o mesmo nesta mesma base temporal, isto é, fica constantemente envolvido com a produtividade”.

“Ganha-se também, mais sensibilidade quanto ao efeito dos vários fatores que podem influenciar a produtividade; isto ocorre, pois, a variação de fatores, numa obra de construção, é muitas vezes um fenômeno de base diária. Por exemplo, anormalidades do tipo “falta de material”, “falta de frente de serviço” etc. se evidenciam num certo dia e deveriam ser resolvidas o mais rapidamente possível; a RUPd permite quantificar o efeito desses fatores”.

“O uso da RUPd dá respostas imediatas e se engaja no contexto de uso rápido, isto é, vale tanto mais a pena se lidar com RUPd quanto mais se estiver comprometido com a tomada de decisões diárias que usem a produtividade como subsídio”.

“A RUPcum “esconde” os efeitos de bons ou maus desempenhos diários na medida em que boas ou más produtividades diárias são atenuadas ao serem juntadas a um conjunto e dias anteriores”.

“A RUPcum, por sua vez, serve para se detectarem tendências quanto à produtividade; é com base em curvas desse tipo de RUP que mais facilmente se vislumbram os níveis finais que serão alcançados pela RUP caso se mantenham as condições vigentes”.

“A RUPpot, representando um valor de produtividade ao mesmo tempo desafiador e factível, pode ser utilizada como referência, no desenrolar de um serviço, para se saber se o valor da RUPd, num certo dia, está aquém daquele viável naquele próprio serviço”.

“É recomendável que cada empresa aproprie seus indicadores de uma maneira continua sendo que a observação de indicadores coletados dentro dos mesmos padrões pode ser bastante útil para balizar decisões”.

2.2 Sistemas Prediais Elétricos

Nesta parte da Monografia serão abordados os elementos do sistema predial de energia e iluminação para edifícios corporativos de múltiplos pavimentos, com a finalidade de apresentar termos e elementos, que possam auxiliar na leitura e interpretação do estudo de produtividade de sistema predial elétrico em edifícios corporativos.

A ISO 6241 (1984) define sistema predial como “a parte de uma edificação que preenche uma ou mais funcionalidades da necessidade do usuário”. Antigamente o termo utilizado para esses sistemas era “instalações” de tal forma que havia instalações prediais hidráulicas, instalações prediais elétricas e assim por diante. Mas, segundo Gonçalves (1994), “as instalações foram promovidas a sistemas de uma edificação para que se pensasse no funcionamento e nas relações entre todos os sistemas, de forma a que as soluções para os problemas sejam pensadas como um todo e não em partes”.

Como se pode observar, não existe habitabilidade em uma edificação sem alguns dos sistemas prediais. Nem todos os sistemas serão executados em todos os empreendimentos, mas o sistema predial elétrico é essencial e deve estar presente desde o primeiro momento de construção.

Os sistemas prediais elétricos vêm prover ao usuário um dos serviços mais essenciais para possibilitar o uso da edificação. Com esse sistema possibilita-se ao usuário o acesso à energia elétrica, tanto nas tomadas como na iluminação de sua unidade. Sem esse sistema seria impossível haver habitabilidade no edifício.

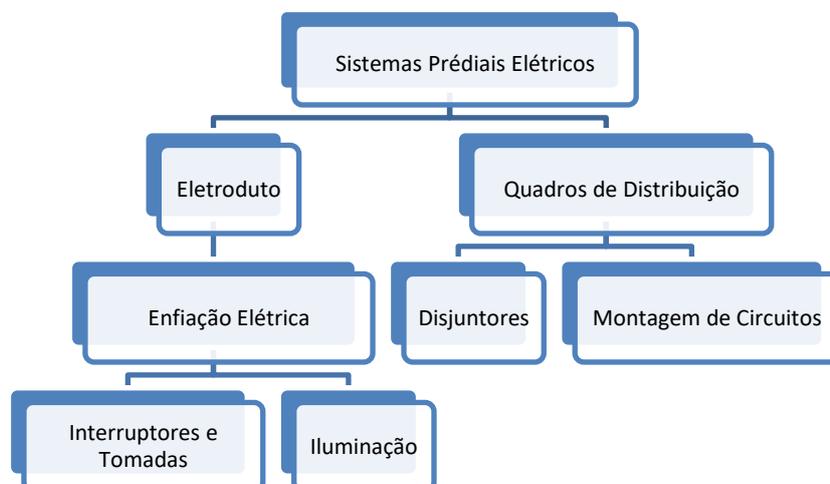
O sistema é normatizado no Brasil por meio da NBR 5410 (ABNT, 2004), cujo título é Instalações Elétricas de Baixa Tensão, e de normas complementares, garantindo assim a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado das instalações e a conservação dos bens.

Creder (2007) apud Orozco (2018) define alimentação elétrica predial de uma edificação em luz e força da seguinte maneira:

- “Chamamos de “luz” a todo circuito destinado unicamente a fins de iluminação ou pequenos motores monofásicos (geladeiras, máquinas de lavar, aparelhos eletrodomésticos, ventiladores etc.). Conforme a carga, pode ser monofásico, bifásico ou trifásico”.
- “Chamamos de “força” a todo circuito destinado à força motriz, aquecimento, solda ou outros fins industriais. Em edifícios, usamos força nas bombas, elevadores, sauna, piscina e tratamento de esgoto etc. É quase sempre trifásica”.

Os sistemas prediais elétricos são divididos em dois trechos, conforme mostrado na Figura 3: o primeiro contempla desde a entrada de energia até o início da distribuição vertical para as unidades; o segundo se refere à parte que vai desde a distribuição vertical até o ponto final de consumo dentro as unidades. No fluxograma a seguir (Figura 3), estão descritos os serviços realizados no segundo trecho dos sistemas prediais elétricos, que fazem parte do escopo do estudo de produtividade da mão de obra.

Figura 3 - Fluxograma de Serviços em Sistemas Prediais Elétricos.



2.2.1 Eletrodutos

“Eletroduto é a canalização de qualquer natureza destinada a conter exclusivamente condutores elétricos”. (Yazigi 2006)

Os eletrodutos podem ser instalados aparentes ou embutidos, seja em laje, alvenaria, parede de concreto ou drywall, conforme Figura 4. De acordo com a NBR 5410 (2004), os eletrodutos embutidos devem ser capazes de suportar os esforços mecânicos a que estarão expostos.

Figura 4 – Fotos de Eletrodutos embutidos em parede de drywall e Eletrodutos aparentes no teto; (Fonte Autor).



Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15m de comprimento para linhas internas às edificações e 30m para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15m e o de 30m devem ser reduzidos em 3m para cada curva de 90°. (NBR 5410, 2004, p. 120).

Os eletrodutos não podem abrigar emendas de cabos, o que deve ocorrer somente nas caixas, conforme determina a NBR 5410 (2004):

- Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas, não se admitindo emendas e derivações senão no interior das caixas.
- Condutores emendados ou cuja isolamento tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos. (NBR 5410, 2004, P. 121).

2.2.2 Caixas de Derivação

As caixas devem ser empregadas em todos os pontos de emenda ou de derivação de condutores, segundo a NBR 5410 (2004). Além disso, a mesma norma também aborda demais características das caixas de derivação, como as apresentadas a seguir.

A localização das caixas deve ser de modo a garantir que elas sejam facilmente acessíveis. Elas devem ser providas de tampas ou, caso alojem interruptores, tomadas de corrente e congêneres, fechadas com os espelhos que completam a instalação desses dispositivos. (NBR 5410, 2004, p.121).

As caixas de derivação podem ser aparentes; embutidas em laje, parede de concreto ou alvenaria; ou fixadas em drywall, conforme exemplos na Figura 5. As caixas podem apresentar uma tampa provisória que visa impedir que detritos, como concreto, gesso, argamassa, entre outros, se alojem na caixa e possam obstruir os eletrodutos.

Figura 5 – Fotos de Caixas de derivação embutidos em parede de drywall e Caixas aparente no teto;



2.2.3 Quadros de Distribuição

A NBR IEC 60439-3 (2004) define os quadros de distribuição como sendo:

- Conjunto contendo dispositivos de manobra ou de proteção (por exemplo, dispositivo-fusível ou mini disjuntor) associados a um ou mais circuitos de saída, alimentados por um ou mais circuitos de entrada juntamente com os bornes

para os condutores neutros e os condutores do circuito de proteção. Pode incluir também dispositivos de sinalização e outros dispositivos de controle. Os dispositivos de seccionamento podem ser incluídos no quadro de distribuição ou podem ser fornecidos separadamente. (NBR IEC 60439-3, 2004, p.01).

Os quadros de distribuição devem ser instalados em local de fácil acesso, com grau de proteção à classificação das influências externas, ter identificação (nomenclatura) do lado externo e dos componentes. A seguir, na Figura 6, exemplo de quadro de acordo com os itens mencionados.

Figura 6 - Quadro de distribuição



A determinação da quantidade de circuitos que uma instalação elétrica deverá possuir é função de diversos fatores que vão desde a potência instalada do circuito, até os critérios de distribuição de pontos e ainda a flexibilidade, conforto e reserva de carga que se deseja dar.

Os circuitos têm de ser separados conforme sua finalidade, ou seja, precisam ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e para tomadas de corrente, sendo certo que, no caso de tomadas de corrente, é necessário haver circuitos para tomadas de uso geral (TUG) e circuitos para tomadas de uso específico (TUE).

2.2.4 Condutores Elétrico

O condutor elétrico transporta a energia elétrica aos vários pontos de utilização. É fabricado em cobre e, eventualmente, em alumínio. Pode ser classificado, quanto à forma, em:

- Fios – constituídos por um sólido de seção circular constante, recoberto por uma camada de material isolante (PVC antichama) termoplástico;
- Cabos – constituídos por um conjunto de condutores trançados de modo que se obtenha um corpo com boa flexibilidade; (Figura 7)
- Cordoalhas – constituídas por um conjunto de vários condutores de diâmetro reduzido, enrolados em forma de hélice ou trançados. Apresentam boa flexibilidade e podem ser utilizadas como condutor de ligação à terra.

Figura 7 - Condutores Elétricos



A NBR 5410 (2004) delimita as seguintes cores para os fios utilizados em unidades prediais de múltiplos pavimentos e outras:

- Os condutores neutros devem ser na coloração azul-claro;
- Os condutores de proteção devem ser na coloração verde ou dupla coloração verde-amarela;
- Os condutores do tipo fase podem ser nas demais colorações, com exceção das citadas anteriormente.

Para o serviço de enfição dos condutores elétricos nos eletrodutos e caixas de derivação, Yazigi (2006) faz as seguintes recomendações:

- Antes da enfição, os condutos deverão ser secados com estopa e limpos pela passagem de bucha embebida em verniz isolante ou parafina;

- Na ocasião da enfição, terão de ser usados guias, fios ou fitas de aço.
- As emendas dos condutores só poderão ser feitas dentro das caixas, não sendo permitida a enfição de condutores emendados.
- O isolamento das emendas deverá ter características equivalentes às dos condutores utilizados;
- Todos os condutores verticais (fição das prumadas) serão fixados por meio de braçadeiras nos perfilados, para aliviar o esforço mecânico devido ao peso dos fios ou cabos.

2.2.5 Pontos de Utilização

O ponto de utilização é o ponto de uma linha elétrica destinada à conexão de equipamento de utilização. Para as unidades de edifícios de múltiplos pavimentos, são pontos de utilização as tomadas de uso geral, as tomadas de uso específico e os interruptores. NBR 5410 (2004). Na Figura 8, exemplo de pontos de utilização em um ambiente corporativo, como tomadas de uso geral em mesas de estações de trabalho, tomadas de uso geral em paredes, interruptores e luminárias.

Figura 8 - Pontos de utilização em ambiente corporativo.



As tomadas de uso geral, de acordo com o caderno de diretrizes da Prysmian (2006), são as que se destinam à ligação de aparelhos móveis e equipamentos portáteis, como por exemplo, aspiradores de pó, televisores, ventiladores, entre outros.

No caso de tomadas de uso específico, observar que devem ser previstos circuitos independentes para equipamentos de corrente nominal superior a 10A. Não se pode alimentar, em um mesmo circuito, pontos de iluminação juntamente com pontos de tomada, nem mesmo pendurar, em um circuito, mais de um equipamento com corrente nominal superior a 10A. Cada equipamento necessita ter seu próprio circuito. (Yazigi 2006).

As tomadas utilizadas para unidades corporativas costumam ser as de 10A e 20A. Entretanto, atualmente no mercado, é possível encontrar inclusive tomadas com conexão USB.

Ao abordar os interruptores, têm-se que:

- Os interruptores podem ser simples, duplos, triplos, intermediários, paralelos, bipolares, “dimmers”, pulsadores etc. Sendo que cada um é próprio para ser usado em uma determinada função específica. Uns tipos proporcionam mais conforto e segurança, economia de energia do que os outros. (CEMIG, 2003, P.54);
- Os interruptores paralelos e intermediários são utilizados quando se deseja que mais de um interruptor controle uma mesma lâmpada, ou um conjunto de lâmpadas;
- Os interruptores do tipo dimmers são aqueles que regulam a intensidade luminosa, proporcionando uma maior gama de opções para a regulação do usuário.

2.2.6 Iluminação

(Yazigi 2006) recomenda, que em cada cômodo ou dependência, deve ser previsto no mínimo um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA, comandado por interruptor de parede. É necessário prever, assim, uma caixa de derivação para colocação de luminária com lâmpadas cuja potência total não ultrapasse a carga. Para a determinação da potência elétrica do ponto de luz, será efetuado o cálculo luminotécnico adequado, ou, então, utilizado o critério simplificado apresentado nas normas técnicas:

- Em compartimentos com área igual ou inferior a 6m^2 , é necessário ser prevista a carga mínima de 100 VA;
- Em compartimentos com área superior a 6m^2 , tem de ser calculada a carga mínima de 100 VA para os primeiros 6m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4m^2 ou fração.

Na Figura 9, diversos tipos de luminárias dimensionadas para atender a demanda de iluminação e estética de um ambiente corporativo.

Figura 9 - Iluminação em um ambiente corporativo



2.3 Dados de Produtividade da Mão de Obra em Execução de Sistemas Prediais Elétricos em Obras de Edifícios

Os coeficientes de produtividade da mão de obra retratados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e na Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) são utilizados como referência para diversos setores em empresas que atuam no mercado da construção civil. Setores de orçamento, planejamento e produção de edifícios são os que mais utilizam os dados de produtividade da mão de obra para tomadas de decisão.

Os dados das tabelas do SINAPI são geridos pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Esses dados são bastante utilizados como referência de custo de obras e serviços de engenharia contratados e executados com dinheiro público (CAIXA, 2016).

As tabelas do TCPO são importantes fontes de informação para o setor da construção civil, principalmente para a composição de orçamento de materiais, equipamentos e mão de obra. A Editora Pini era responsável pela edição e publicação do TCPO que, publicou até a 15ª Edição. A editora também contava com um sistema que disponibilizava os dados via internet, chamado TCPOweb.

A seguir, são apresentados dados dos coeficientes de produtividade relacionadas aos serviços de sistemas prediais elétricos, encontrados na Tabela do SINAPI.

Tabela 2 - Serviços e coeficientes do SINAPI

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO				
ABRANGENCIA: NACIONAL				
REFERÊNCIA DE COLETA: MEDIANO				
DESCRICAO DA COMPOSIÇÃO	UNID	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNID	COEFICIENTE
ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO, (3/4) - TETO	M	Eletricista	H	0,0824
ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO, (3/4) - PAREDE	M	Eletricista	H	0,1944
LUVA DE ELETRODUTO, AÇO GALVANIZADO, (1'') - TETO	UN	Eletricista	H	0,1354
LUVA DE ELETRODUTO, AÇO GALVANIZADO, (1'') - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,2033
CABO COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V	M	Eletricista	H	0,03
CABO COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V	M	Eletricista	H	0,04
CAIXA RETANGULAR 4" X 2" ALTA (2,00 M DO PISO), PVC - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,519
CAIXA RETANGULAR 4" X 2" MÉDIA (1,30 M DO PISO), PVC - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,247
CAIXA RETANGULAR 4" X 2" BAIXA (0,30 M DO PISO), PVC - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,145
CAIXA RETANGULAR 4" X 4" ALTA (2,00 M DO PISO), PVC - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,596
CAIXA RETANGULAR 4" X 4" MÉDIA (1,30 M DO PISO), PVC - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,283
CAIXA RETANGULAR 4" X 4" BAIXA (0,30 M DO PISO), PVC - PAREDE	UN	Eletricista	H	0,166
CONDULETE ALUMÍNIO, TIPO B, ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO (1'')	UN	Eletricista	H	0,357
CONDULETE ALUMÍNIO, TIPO C, ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO (1'')	UN	Eletricista	H	0,357
CONDULETE ALUMÍNIO, TIPO E, ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO (1'')	UN	Eletricista	H	0,357
CONDULETE ALUMÍNIO, TIPO LR, ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO (1'')	UN	Eletricista	H	0,3978
CONDULETE ALUMÍNIO, TIPO T, ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO (1'')	UN	Eletricista	H	0,4682
CONDULETE ALUMÍNIO, TIPO X, ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO (1'')	UN	Eletricista	H	0,5385
DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 10A	UN	Eletricista	H	0,035
DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 16A	UN	Eletricista	H	0,048
DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 20A	UN	Eletricista	H	0,066
SUPORTE E PLACA DE ENCAIXE 4"X2" (2,00 M DO PISO) - PONTO ELÉTRICO	UN	Eletricista	H	0,182

SUPORTE E PLACA DE ENCAIXE 4"X2" (1,30 M DO PISO) - PONTO ELÉTRICO	UN	Eletricista	H	0,124
SUPORTE E PLACA DE ENCAIXE 4"X2" (0,30 M DO PISO) - PONTO ELÉTRICO	UN	Eletricista	H	0,088
SUPORTE E PLACA DE ENCAIXE 4"X4" (2,00 M DO PISO) - PONTO ELÉTRICO	UN	Eletricista	H	0,216
SUPORTE E PLACA DE ENCAIXE 4"X4" (0,30 M DO PISO) - PONTO ELÉTRICO	UN	Eletricista	H	0,104
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	Eletricista	H	0,225
INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	Eletricista	H	0,308
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	Eletricista	H	0,472
INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V	UN	Eletricista	H	0,39
INTERRUPTOR PARALELO (2 MÓDULOS), 10A/250V	UN	Eletricista	H	0,555
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM INTERRUPTOR PARALELO (2 MÓDULOS), 10A/250V, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	Eletricista	H	0,72
INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS) COM INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	Eletricista	H	0,637
INTERRUPTOR PARALELO (3 MÓDULOS), 10A/250V	UN	Eletricista	H	0,802
INTERRUPTOR SIMPLES (4 MÓDULOS), 10A/250V	UN	Eletricista	H	0,726
INTERRUPTOR SIMPLES (6 MÓDULOS), 10A/250V	UN	Eletricista	H	1,058
INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO (1 MÓDULO), 10A/250V	UN	Eletricista	H	0,39
INTERRUPTOR BIPOLAR (1 MÓDULO), 10A/250V	UN	Eletricista	H	0,39
TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A	UN	Eletricista	H	0,496
TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A	UN	Eletricista	H	0,496
TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A	UN	Eletricista	H	0,308
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A	UN	Eletricista	H	0,235
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A	UN	Eletricista	H	0,235
TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A	UN	Eletricista	H	0,555
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A	UN	Eletricista	H	0,409
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A	UN	Eletricista	H	0,409
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO) E 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A	UN	Eletricista	H	0,72
LAMPADA VAPOR METALICO 400W	UN	Eletricista	H	0,3
LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA	UN	Eletricista	H	0,3645
LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS	UN	Eletricista	H	0,4144
LUMINÁRIA TIPO PLAFON EM PLÁSTICO, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA	UN	Eletricista	H	0,5355
LUMINÁRIA TIPO PLAFON REDONDO COM VIDRO FOSCO, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA	UN	Eletricista	H	0,5355
LUMINÁRIA TIPO PLAFON REDONDO COM VIDRO FOSCO, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS	UN	Eletricista	H	0,692
LUMINÁRIA TIPO PLAFON, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA LED DE 12/13 W	UN	Eletricista	H	0,5355
LUMINÁRIA TIPO SPOT, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA	UN	Eletricista	H	0,4518
LUMINÁRIA TIPO SPOT, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS	UN	Eletricista	H	0,5838
LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA, COM 30 LÂMPADAS LED DE 2 W	UN	Eletricista	H	0,1795
LÂMPADA COMPACTA DE LED 6 W, BASE E27	UN	Eletricista	H	0,1655
LÂMPADA COMPACTA DE LED 10 W, BASE E27	UN	Eletricista	H	0,1655
LÂMPADA TUBULAR LED DE 9/10 W, BASE G13	UN	Eletricista	H	0,2478
LÂMPADA TUBULAR LED DE 18/20 W, BASE G13	UN	Eletricista	H	0,2478
LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA	UN	Eletricista	H	0,3645
LÂMPADA FLUORESCENTE ESPIRAL BRANCA 45 W, BASE E27	UN	Eletricista	H	0,1655
LÂMPADA FLUORESCENTE ESPIRAL BRANCA 65 W, BASE E27	UN	Eletricista	H	0,1655
PERFILADO SEÇÃO 38X76 MM - SUPORTE ELETROCALHA PERFURADA AÇO GALV.	M	Eletricista	H	0,161

Conforme se observa na tabela do SINAPI, os coeficientes dos serviços representam a Razão Unitária de Produção específica daquele material/componente instalado individualmente. Por exemplo, são apresentados, separadamente, os coeficientes de produtividade de cabo de cobre flexível para os diâmetros 2,5mm, 4mm, 6mm e 10mm. Nos eletrodutos, apresentam-se, também, de forma separada, os dados por diâmetro também. E no

caso dos disjuntores, os dados de produtividade, são separados pela corrente nominal e pelos tipos de circuitos, mono, bi ou trifásico.

De forma similar, o TCPO apresenta os dados de produtividade separados por material/componente executado.

Porém, neste trabalho, não se separou os dados de produtividade conforme tabelas especializadas. Mas, separou-se os dados por serviço, como: instalação de eletrodutos; colocação de cabos; instalação de disjuntores; instalação de luminárias; e instalação de interruptores e tomadas. Por exemplo, no serviço de instalação de disjuntores das obras estudadas, a quantidade de serviço considerada, para efeito de cálculo da RUP, era a quantidade de disjuntores instaladas, independentemente de o tipo de disjuntor ser mono, bi ou trifásico. Coletou-se desta forma porque, em um dia de trabalho, o eletricista, instalava disjuntores de diversos tipos de corrente nominal e diversos tipos de circuitos. Para os demais serviços, estudados neste trabalho, a coleta e apresentação dos dados seguiram os mesmos raciocínios apresentados anteriormente.

Consequentemente, não foi possível análise comparativa com os dados do SINAPI e do TCPO.

3. MÉTODO PARA ESTUDO DA PRODUTIVIDADE

Neste capítulo discutimos quais atividades foram executadas para o estudo da produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétrico em obras de edifícios corporativos.

O método de estudo da produtividade pode ser dividido em três fases, conforme Figura 10. Primeiro passou-se pela fase de Preparação para o estudo da produtividade com as atividades de Revisão Bibliográfica e Definição do Escopo do Estudo. Em seguida as atividades que representam a realização do estudo, que compreendem a coleta, processamento e apresentação dos dados. E, para concluir, na última fase, tem-se a Análise dos resultados obtidos com o estudo da produtividade da mão de obra.

Figura 10 - Fluxograma de Atividades.



Fonte: Autor

3.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica é uma atividade de pesquisa de publicações relacionadas ao tema da monografia e esteve presente do início ao fim da pesquisa. Constantemente o autor esteve procurando conceitos, ferramentas, normas e outros que pudessem embasar a pesquisa. Diversos livros, artigos, monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado e pós-doutorado, normas e boletins técnicos foram consultados.

3.2 Definição do Escopo do Estudo da Produtividade

Nesta atividade verificou-se a possibilidade de estudar a produtividade da mão de obra em obras de edifícios corporativos porque era onde o autor desta pesquisa estava exercendo a função de Gestor de Engenharia Civil e era de sua responsabilidade a Gestão da Produção de todos os serviços executados nestes tipos de obra. Junte-se a esta oportunidade, a importância de se disponibilizarem informações sobre este tipo de obra e particularmente, sobre os sistemas elétricos.

Entender a produtividade significa mensurá-la e detectar os fatores que estão associados à sua ocorrência. Assim é que, para entender a produtividade ocorrendo, é necessário coletar dados relativos à equipe trabalhando (H), às horas disponibilizadas para o

trabalho (h), à quantidade de serviço realizada (QS) e aos fatores relevantes presentes. (Souza 2006).

No caso dos sistemas prediais elétricos, em obras de edifícios corporativas como prédios (monouso em multipavimentos), para as áreas comuns internas, salas e escritórios, além de pouca informação sobre índices de produtividade, seus custos representam em média 25% dos custos totais do contrato da construtora responsável pela execução dos serviços da obra. Estudar os indicadores da produtividade da mão de obra deste serviço pode proporcionar diversos benefícios para execução do serviço, e conseqüentemente, para o desempenho do projeto.

3.3 Mensuração da Produtividade da Mão de obra

Esta etapa do trabalho é dedicada à apresentação do método de coleta e processamento de dados inerentes à obtenção dos indicadores de produtividade da mão de obra na execução dos sistemas prediais elétricos.

Para mensuração da produtividade foi utilizado o indicador RUP - (Razão Unitária de Produção), apresentado por Souza (2006) conforme Figura 11. Este indicador relaciona a quantidade de horas trabalhadas com a quantidade de serviço realizado, gerando um índice que pode ser utilizado para avaliar a produtividade de diferentes serviços. Chama-se a atenção para o fato de que quanto maior a RUP, pior a produtividade.

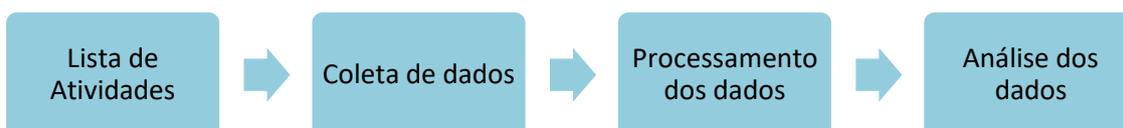
Figura 11 - Razão Unitária de Produção

$$\begin{array}{ccc} \text{RUP} & = & f(\text{fatores}) \\ \downarrow & & \downarrow \\ \frac{H \times h}{\text{QS}} & & \begin{array}{l} \text{Quantitativos} \\ \text{Qualitativos} \end{array} \end{array}$$

Fonte: Como aumentar a eficiência da mão de obra (Souza 2006).

As tarefas executadas para a mensuração da produtividade da mão de obra e seus respectivos fatores na execução de sistemas prediais elétricos estão de acordo com a Figura 12, a seguir.

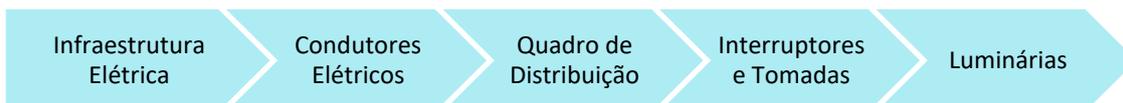
Figura 12 - Tarefas executadas para mensuração da produtividade



Fonte: Autor

A primeira tarefa foi elaborar uma lista de atividades (Figura 13) que iriam ser executadas na obra. As informações para formação da lista foram oriundas de projetos, orçamento, contratos e da experiência dos gestores da produção no que diz respeito às etapas, às ferramentas necessárias, à formação da equipe, aos materiais e a tudo que envolvesse o processo que seria acompanhado. Esta tarefa foi executada pelo coletor dos dados (próprio autor) com participação importantíssima do líder de produção do sistema predial elétrico, que esclareceu todos os questionamentos referentes às atividades.

Figura 13 - Fluxograma das atividades do sistema predial elétrico.



Fonte: Autor

Na etapa de coleta de dados, as informações referentes às atividades foram anotadas diariamente em uma planilha conforme Tabela 3, apresentada a seguir. As informações registradas foram data, local, equipe de execução, horário, quantidade de serviço executado e observações sobre o serviço. O coletor reunia-se com o líder de produção no início do trabalho para saber quais atividades seriam executadas no dia. Ficava a cargo do líder de produção a programação das atividades que seriam executadas.

Tabela 3 - Coleta de Dados

OBRA/TORRE:						
SERVIÇO: INFRAESTRUTURA PARA CABEAMENTO ELÉTRICO						
EMPREITEIRA:						
DATA	EQUIPE	PAVIMENTO	ETAPA DO SERVIÇO	INICIO	FIM	COMENTÁRIOS
14/out	2 oficiais	4º	Infraestrutura elétrica de parede	20:00	05:00	17 metros de eletroduto
15/out	2 oficiais	7º	Infraestrutura elétrica de piso	20:00	05:00	21 metros de eletroduto

Comentários Gerais do Serviço:

--

Fonte: Autor

Na etapa de processamento e apresentação dos dados coletados, os dados foram separados por atividades e pavimento executado devido ao caráter específico do serviço, como sua complexidade, a existência de variedade de subtarefas específica e pela ocorrência de cada subtarefa em momentos distintos do cronograma da obra.

A tabela 4, é utilizada para evidenciar os dados coletados e processados relativos à mensuração da produtividade da mão de obra de uma determinada atividade. Estão presentes nessa tabela os dados do dia da coleta dos dados, da equipe de trabalho, das horas disponibilizadas para o trabalho, da quantidade de serviço realizado e do processamento de dados relativos aos indicadores de produtividade diário, cumulativo e potencial da atividade.

Tabela 4 - Processamento e Apresentação dos Dados

OBRA: **EMPRESA:**
SERVIÇO: COLOCAÇÃO DE CONDUTOR ELÉTRICO

dia	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
							RUP _d (Hh/m)	RUP _{cum} (Hh/m)	RUP _{pot} (Hh/m)
05/08/2021	8	2	16	16	394	394	0,041	0,041	0,039
07/08/2021	8	2	16	32	417	811	0,038	0,039	
09/08/2021	8	2	16	48	330	1141	0,048	0,042	
19/08/2021	8	2	16	64	303	1444	0,053	0,044	
28/08/2021	8	3	24	88	551	1995	0,044	0,044	
29/08/2021	8	3	24	112	618	2613	0,039	0,043	

Fonte: Autor

Para finalizar a etapa, o autor faz uma análise dos indicadores de produtividade da mão de obra e os respectivos fatores associados à sua ocorrência, embasado pelos conceitos sobre produtividade e entendimento dos serviços de um sistema predial elétrico.

4. ESTUDO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Neste capítulo abordar-se o estudo da produtividade da mão de obra realizado em duas obras em edifícios corporativos localizados na região metropolitana de São Paulo. Diversos aspectos e informações serão apresentados neste capítulo. Começando pela caracterização das obras e dos serviços realizados nelas, relacionados a sistema predial elétrico. Posteriormente apresentam-se os indicadores de produtividade mensurados e conclui-se o capítulo com análises dos resultados encontrados.

4.1 Obra A

4.1.1 Caracterização da Obra

A obra é a sede de uma empresa do setor privado com atuação no mercado nacional e está localizada na cidade de São Paulo, na região de Pinheiros. A responsabilidade da execução foi de uma construtora de médio porte com experiência de 15 anos em obras de edifícios corporativos na cidade de São Paulo.

O tipo de contrato utilizado nesta obra, entre o cliente e a construtora, foi o de Empreitada por Preço Global, onde o cliente pagou um preço fixo, determinado no início, e a construtora executou a obra de forma completa dentro de um prazo previamente definido e fechado. No que diz respeito à Gestão e Execução da obra, pode se dizer que a Gestão dos contratos e supervisão da obra foram realizadas por uma equipe própria da Construtora. E a execução dos serviços foi de responsabilidade das empresas terceirizadas. No caso da execução do sistema predial elétrico, esta foi de responsabilidade de uma empresa terceirizada especialista em serviços de sistemas prediais elétricos.

A obra A é constituída por cinco andares de escritórios com um total de 2.185 m² de área construída. Os serviços executados na obra foram: piso elevado em ardósia; parede com placas de drywall tipo standard; forro modular com placa mineral owa T24 16x625x625mm; revestimento de parede em cerâmica; revestimento de piso em cerâmica, vinílico e carpete; emassamento e pintura de paredes; instalação de três máquinas de ar-condicionado; sistema predial hidráulico e esgoto; sistema predial de Multimídia (dados, CFTV e voz); sistema predial elétrico; Louças e Metais; serralheria; vidros e espelhos; Sistema de Incêndio; Bancadas e soleiras em granito; Instalação de portas; paisagismo e limpeza.

O 4°, 5° e o 6° andares foram construídos de forma idênticas e com as mesmas quantidades de estações de trabalho, salas de reuniões, banheiros e copa. O 7° andar foi executado com menos estações de trabalho e mais salas de reuniões, mas com as mesmas quantidades de banheiro e copa dos outros andares. E o 3° Andar ficou com layout sem estações de trabalho, mas com salas de reuniões e um auditório para eventos corporativos. A seguir apresentam-se, imagens de layouts e 3Ds dos andares, da Figura 14 à Figura 26.

Figura 14 - Layout do 3°Andar.



Figura 15 - Layout do 4º Andar.



Figura 16 - 3D do 4º Andar - Lado Pacaembu.

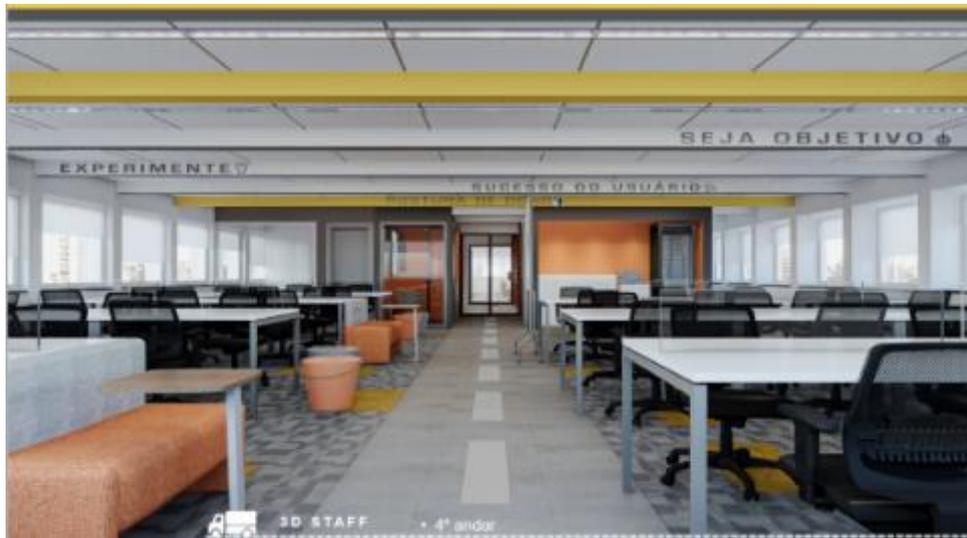


Figura 17 - 3D do 4º Andar – Lado Paulista.

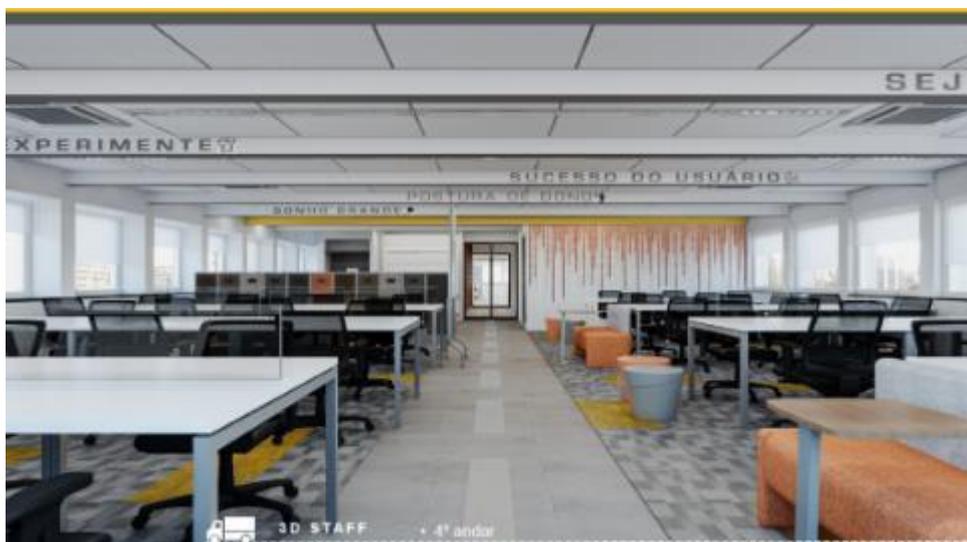


Figura 18 – Layout do 5º Andar.



Figura 19 - 3D do 5º Andar - Lado Pacaembu.

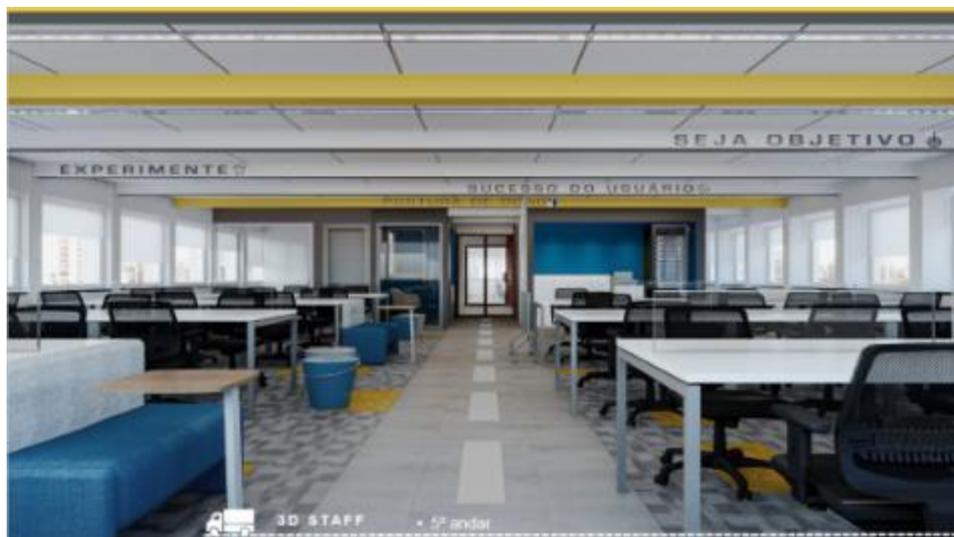


Figura 20 - 3D do 5º Andar – Lado Paulista.



Figura 21 - Layout do 6º Andar.



Figura 22 - 3D do 6º Andar - Lado Pacaembu.

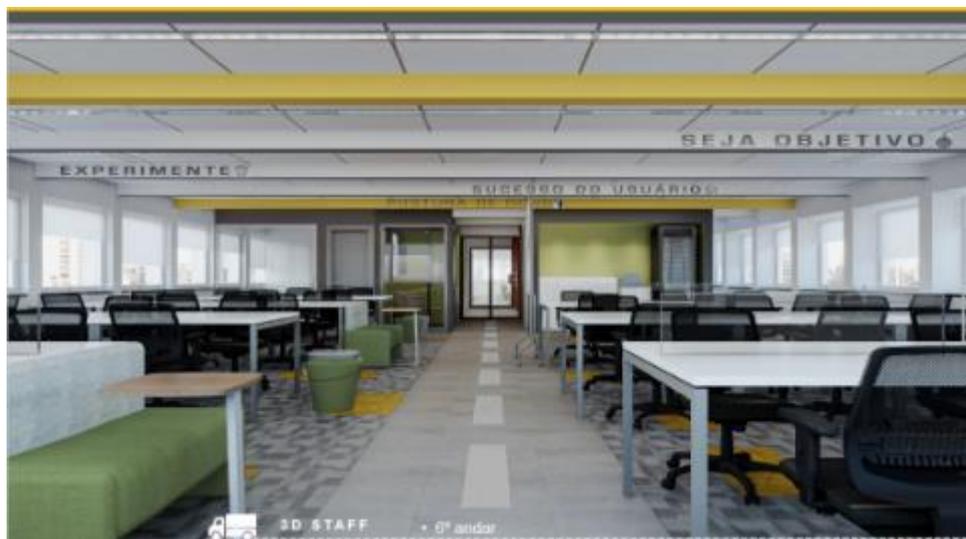


Figura 23 - 3D do 6º Andar – Lado Paulista.



Figura 24 - Layout do 7º Andar.

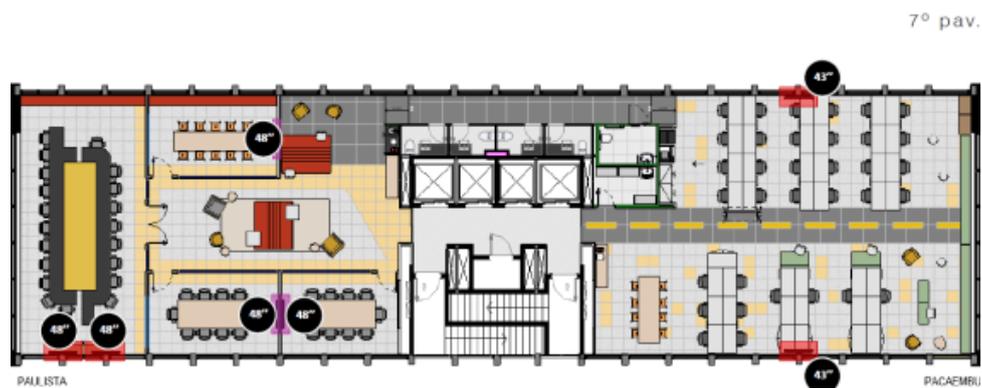


Figura 25 - 3D do 7º Andar – Sala de Reunião.



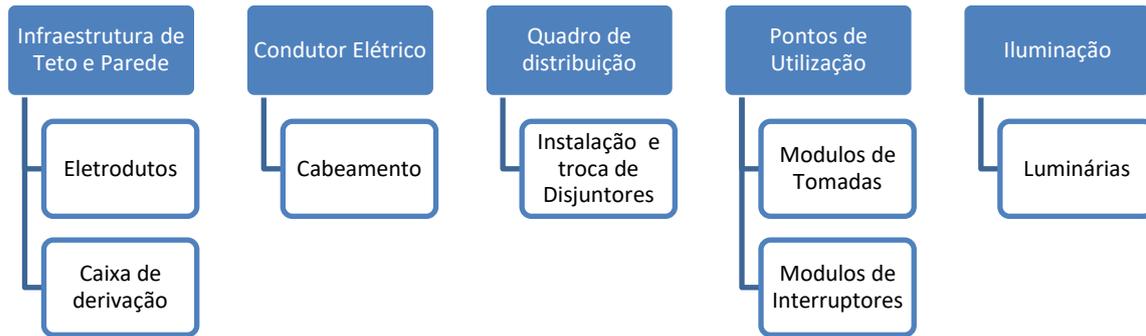
Figura 26 - 3D do 7º Andar – Hall de Espera.



4.1.2 Caracterização dos Serviços e Indicadores de Produtividade

Os cinco andares na obra A encontravam-se com o sistema predial elétrico executado e funcionando, mas para adaptação do sistema aos novos usuários, diversos serviços precisavam ser executados, como: o de execução de infraestrutura elétrica de teto e parede; a colocação de condutores elétricos; a adaptação de quadro de distribuição elétrico; a montagem de módulos de pontos de utilização e instalação de luminárias (Figura 27).

Figura 27 - Fluxograma dos Serviços do Sistema Predial Elétrico da obra A.



Fonte: Autor

As informações para mensuração da produtividade da mão de obra como a equipe mobilizada para o trabalho, as horas disponibilizadas para o trabalho e as quantidades de serviços realizadas, foram coletadas diariamente através de observações dos serviços em execução e de reuniões com gestores da obra, encarregados e eletricitas. Outras fontes de informação, que serviram para coleta de dados, foram cronogramas, orçamentos e projetos de elétrica, arquitetura e outros. A seguir apresentam-se algumas informações dos projetos de elétrica de um dos pavimentos da obra e as respectivas informações que foram extraídas dele. Vale ressaltar que cada pavimento tinha o jogo de pranchas das disciplinas de cada projeto da obra.

Figura 28 - Diagrama Unifilar Geral Lado Paulista.

Nome do Quadro		QT-ESCRITÓRIO 51																		
Tensão		220 / 127																		
Circuito	Cargas	Qt	V	F	Potência unit. (W)	Potência total (W)	Cosφ	Potência total (VA)	F.D.	Demanda (VA)	Corrente (A)	Disjuntor (A)	Cabo (mm²)	Isolação (V)	Distância Média (M)	Real ΔV%	BALANCIAMENTO DAS FASES			
																	R	S	T	
DG C1 / IL1 01	ILUMINAÇÃO 01 - ESCRITÓRIO 51	1	220	FF	900	900	0,92	978	100%	978	4,45	C20	2,5	0,6/1K	30	0,67	489,1	489,1	0,0	
DG C2 / IL1 02	ILUMINAÇÃO 02 - ESCRITÓRIO 51	1	220	FF	700	700	0,92	761	100%	761	3,46	C20	2,5	0,6/1K	30	0,67	380,4	380,4	0,0	
DG C3 / IL1 03	ILUMINAÇÃO 03 - ESCRITÓRIO 51	1	220	FF	840	840	0,92	913	100%	913	4,15	C20	2,5	0,6/1K	30	0,67	456,5	456,5	0,0	
DG C4 / IL1 04	ILUMINAÇÃO 04 - ESCRITÓRIO 51	1	220	FF	350	350	0,92	380	100%	380	1,73	C20	2,5	0,6/1K	30	0,34	0,0	190,2	190,2	
DG C5 / IL1 05	ILUMINAÇÃO 05 - ESCRITÓRIO 51	1	220	FF	630	630	0,92	685	100%	685	3,11	C20	2,5	0,6/1K	30	0,61	342,4	342,4	0,0	
DG C6	RESERVA	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25		0,6/1K			0,0	0,0	0,0	
DG C7	RESERVA	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25		0,6/1K			0,0	0,0	0,0	
IDR C1	IDR GERAL - BARRAMENTO DE TOMADAS	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25		EXISTENTE			0,0	0,0	0,0	
IDR C2	IDR GERAL - BARRAMENTO DE TOMADAS	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25		EXISTENTE			0,0	0,0	0,0	
PF-AC1	PONTO DE FORÇA PARA AR COND.	1	220	T	12.250	12.250	0,92	13.315	100%	13.315	34,94	C40		EXISTENTE			4.438,4	4.438,4	4.438,4	
PF-AC2	COMANDO AR COND.	1	220	FF	300	300	0,92	326	100%	326	1,48	C10		EXISTENTE			163,0	163,0	0,0	
IL1 07	ILUMINAÇÃO AREA COMUM	1	220	FF	630	630	0,92	685	100%	685	3,11	C20		EXISTENTE			342,4	342,4	0,0	
IL1 08	ILUMINAÇÃO AREA COMUM	1	220	FF	300	300	0,92	326	100%	326	1,48	C20		EXISTENTE			0,0	163,0	163,0	
IL1 13	ILUMINAÇÃO AREA COMUM	1	220	FF	300	300	0,92	326	100%	326	1,48	C20		EXISTENTE			0,0	163,0	163,0	
IL EM	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	1	220	FF	200	200	0,92	217	100%	217	0,99	C20	2,5	0,6/1K	30	0,19	108,7	0,0	108,7	
T1 01	ESTAÇÕES DE TRABALHO	8	127	FN	180	1.440	0,92	1.565	100%	1.565	12,32	C25	4,0	0,6/1K	30	2,61	782,6	0,0	782,6	
T1 02	ESTAÇÕES DE TRABALHO	8	127	FN	180	1.440	0,92	1.565	100%	1.565	12,32	C25	2,5	0,6/1K	30	4,16	1.565,2	0,0	0,0	
T1 03	ESTAÇÕES DE TRABALHO	8	127	FN	180	1.440	0,92	1.565	100%	1.565	12,32	C25	2,5	0,6/1K	30	4,16	1.565,2	0,0	0,0	
T1 04	ESTAÇÕES DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	0,0	1.173,9	
T1 05	ESTAÇÕES DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	0,0	1.173,9	
T1 06	ESTAÇÕES DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	0,0	1.173,9	
T1 07	ESTAÇÕES DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	0,0	1.173,9	
T1 08	ESTAÇÕES DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	1.173,9	0,0	0,0	
IL1 01	TUBOS	7	127	FN	120	840	0,92	913	70%	639	5,63	C20	2,5	0,6/1K	20	1,13	0,0	0,0	639,1	
C1 02	FILTRO + DR 30mA	1	127	FN	450	450	0,92	489	70%	342	2,70	C20	2,5	0,6/1K	20	0,61	0,0	0,0	342,4	
C1 03	MÁQUINA DE CAFE + DR 30mA	1	127	FN	1.500	1.500	0,92	1.630	70%	1.141	8,98	C25	4,0	0,6/1K	20	1,27	0,0	0,0	1.141,3	
C1 04	CONTROLE DE ACESSO	2	127	FN	200	400	0,92	435	100%	435	3,42	C20	2,5	0,6/1K	30	1,16	434,8	0,0	0,0	
RES	RESERVA x3		127	FN								C25					0,0	0,0	0,0	
ESP	ESPAÇO x6		220	FF								C20					0,0	0,0	0,0	
						30.310		32.946	80%	26.629							11.786,2	10.116,6	10.134,1	
																			DESVIO PADRAO:	90,60%
DISJUNTOR GERAL:		30	100	A	SITUAÇÃO: (EXISTENTE, À READEQUAR)															
CARGA INSTALADA:		30.310	W	DIMENSÕES: (AxLxP)		XXXX600x200mm														
DEMANDA:		25.629	VA	ALIMENTADOR:		EXISTENTE														
RESERVA:		2.563	10%	ALIMENTADO POR:		CENTRO DE MEDIÇÃO														
CORRENTE		73,98	A	DELTA V(%) Max:		3%														
												Grau de Proteção:		IK:						
												Instalação:		Sobrepôr						
												DISJUNTORES EXIST. E CIRCUITOS NOVOS								
												DISJUNTORES E CIRCUITOS NOVOS								
												DISJUNTORES E CIRCUITOS EXISTENTES								

Figura 29 - Diagrama Unifilar Geral Lado Paulista.

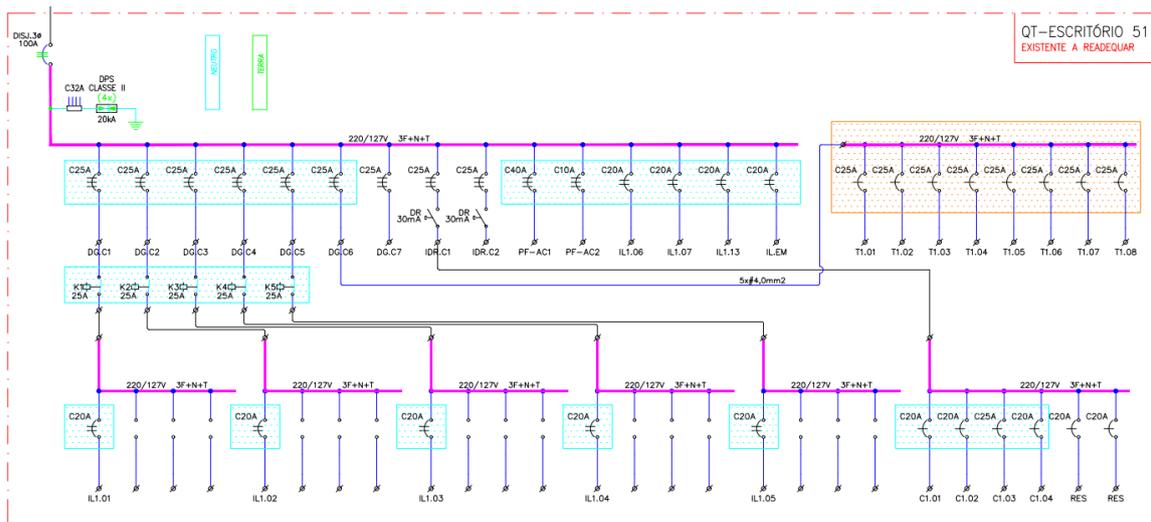


Figura 30 - Diagrama Unifilar Geral Lado Pacaembu.

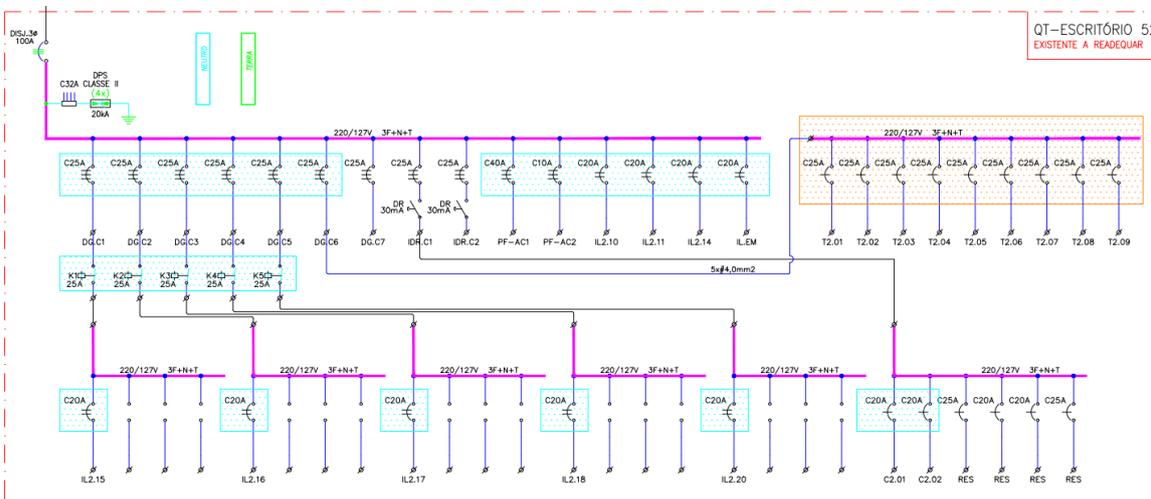
Nome do Quadro		QT-ESCRITÓRIO 52																	
Tensão		220 / 127																	
Circuito	Cargas	Qt	V	F	Potência	Potência	Cosφ	Potência	F.D.	Demanda	Corrente	Disjuntor	Cabo	Isolação	Distância	Real ΔV%	BALANÇAMENTO		
																	R	S	T
DG C1 / IL2.15	ILUMINAÇÃO 01 - ESCRITÓRIO 52	1	220	FF	700	700	0,92	761	100%	300	1,72	C20	2,5	0,6/1K	30	0,67	380,4	0,0	0,0
DG C2 / IL2.16	ILUMINAÇÃO 02 - ESCRITÓRIO 52	1	220	FF	350	350	0,92	380	100%	300	1,72	C20	2,5	0,6/1K	30	0,34	190,2	190,2	0,0
DG C3 / IL2.17	ILUMINAÇÃO 03 - ESCRITÓRIO 52	1	220	FF	450	450	0,92	489	100%	499	2,22	C20	2,5	0,6/1K	30	0,43	0,0	244,6	244,6
DG C4 / IL2.18	ILUMINAÇÃO 04 - ESCRITÓRIO 52	1	220	FF	1.120	1.120	0,92	1.217	100%	1.217	5,53	C20	2,5	0,6/1K	30	1,08	0,0	608,7	608,7
DG C5 / IL2.20	ILUMINAÇÃO 05 - ESCRITÓRIO 52	1	220	FF	700	700	0,92	761	100%	761	3,46	C20	2,5	0,6/1K	30	0,67	380,4	0,0	380,4
DG C6	RESERVA	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25	0,6/1K				0,0	0,0	0,0
DG C7	RESERVA	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25	0,6/1K				0,0	0,0	0,0
IDR C1	IDR GERAL - BARRAMENTO DE TOMADAS	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25	EXISTE				0,0	0,0	0,0
IDR C2	IDR GERAL - BARRAMENTO DE TOMADAS	1	220	T	0	0	0,92	0	100%	0	0,00	C25	EXISTE				0,0	0,0	0,0
PF-AC1	PONTO DE FORÇA PARA AR COND.	1	220	T	12.250	12.250	0,92	13.315	100%	13.315	34,94	C40	EXISTE				4.438,4	4.438,4	4.438,4
PF-AC2	COMANDO AR COND.	1	220	FF	300	300	0,92	326	100%	326	1,48	C10	EXISTE				163,0	163,0	0,0
IL2.10	ILUMINAÇÃO AREA COMUM	1	220	FF	630	630	0,92	685	100%	685	3,11	C20	EXISTE				342,4	342,4	0,0
IL2.11	ILUMINAÇÃO AREA COMUM	1	220	FF	300	300	0,92	326	100%	326	1,48	C20	EXISTE				0,0	163,0	163,0
IL2.14	ILUMINAÇÃO AREA COMUM	1	220	FF	300	300	0,92	326	100%	326	1,48	C20	EXISTE				0,0	163,0	163,0
I.L.E.M	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	1	220	FF	200	200	0,92	217	100%	217	0,99	C20	2,5	0,6/1K	30	0,19	108,7	0,0	108,7
T2.01	ESTAÇÃO DE TRABALHO	8	127	FN	180	1.440	0,92	1.565	100%	1.565	12,32	C25	4,0	0,6/1K	30	2,61	1.565,2	0,0	0,0
T2.02	ESTAÇÃO DE TRABALHO	8	127	FN	180	1.440	0,92	1.565	100%	1.565	12,32	C25	4,0	0,6/1K	30	2,61	1.565,2	0,0	0,0
T2.03	ESTAÇÃO DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	1.173,9	0,0
T2.05	ESTAÇÃO DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	0,0	1.173,9
T2.06	ESTAÇÃO DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	0,0	0,0	1.173,9
T2.07	ESTAÇÃO DE TRABALHO	6	127	FN	180	1.080	0,92	1.174	100%	1.174	9,24	C20	2,5	0,6/1K	30	3,12	1.173,9	0,0	0,0
T2.08	REINÍQ. + ESTAÇÃO	1	127	FN	600	600	0,92	652	100%	652	6,13	C20	2,5	0,6/1K	30	1,73	652,2	0,0	0,0
T2.09	IMPRESSORA	1	127	FN	1.000	1.000	0,92	1.087	100%	1.087	8,66	C20	2,5	0,6/1K	30	2,89	0,0	0,0	1.087,0
C2.01	TUGS	3	127	FN	120	360	0,92	391	70%	274	2,16	C20	2,5	0,6/1K	30	0,73	0,0	273,9	0,0
C2.02	CONTROLE DE ACESSO + REL PONTO	4	127	FN	200	800	0,92	870	70%	609	4,78	C20	2,5	0,6/1K	30	1,62	0,0	606,7	0,0
RES	RESERVA x3		127	FN								C25					0,0	0,0	0,0
ESP	ESPAÇO x8		220	FF								C20					0,0	0,0	0,0
						28.700		31.196	80%	24.654							10.960,1	10.316,6	9.541,7

DESVIO PADRÃO: 93,73%

DISJUNTOR GERAL:	30 100A	SITUAÇÃO: EXISTENTE, À READEQUAR
CARGA INSTALADA:	28.700w	DIMENSÕES: (AxLxP) XXXx800x200mm
DEMANDA:	24.654VA	ENTADOR: EXISTENTE
RESERVA:	4.931,20%	ITADO POR: CENTRO DE MEDIÇÃO
CORRENTE:	77,64A	A (%) Nbx: 3%

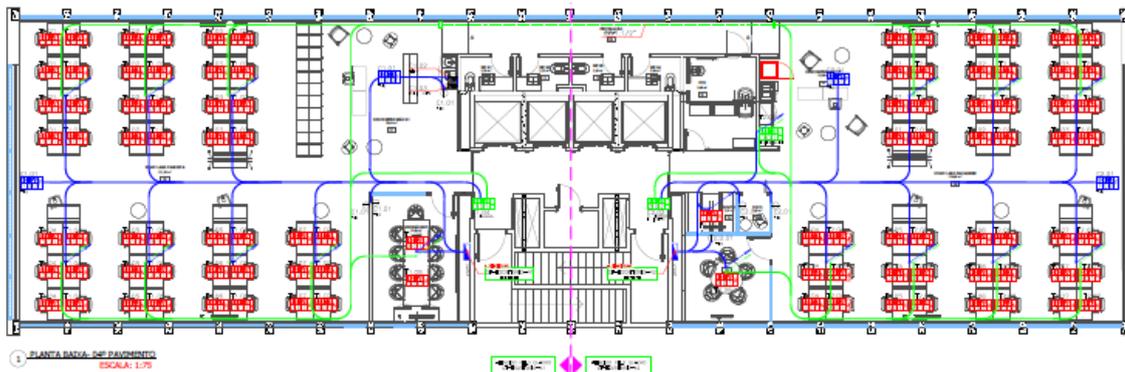
DISJUNTORES EXIST. E CIRCUITOS NOVOS
DISJUNTORES E CIRCUITOS NOVOS
DISJUNTORES E CIRCUITOS EXISTENTES

Figura 31 - Diagrama Unifilar Geral Lado Pacaembu.



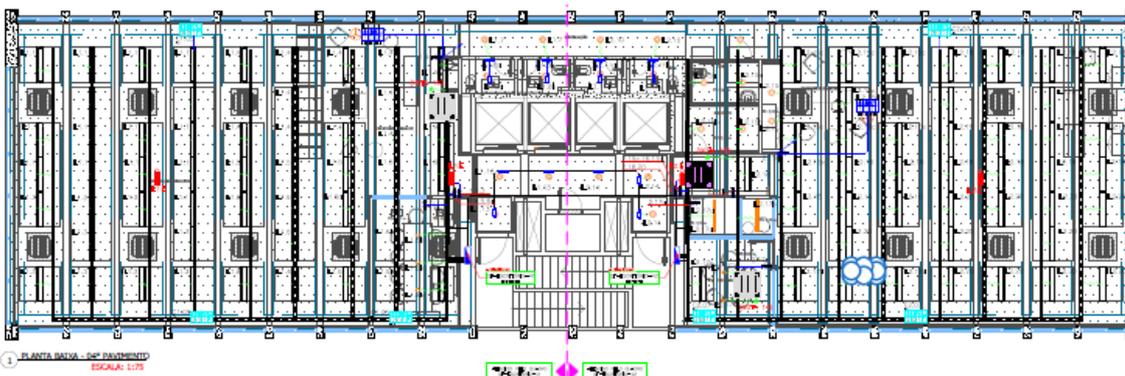
As Figuras 28, 29, 30 e 31 foram extraídas do projeto Instalações Elétricas - 5º Andar – Diagrama Unifilar Geral. Neste projeto, coletávamos informações de quantos disjuntores e quais as especificações dos disjuntores existentes que precisávamos trocar ou manter. Isto quer dizer o seguinte: que a informação sobre a quantidade de serviço usada para mensurar a produtividade da mão de obra, no serviço de instalação de disjuntores, foi extraída destes tipos de projeto.

Figura 32 - Planta Baixa de Elétrica do Piso do 4º Pavimento.



A Figura 32 foi retirada do projeto Instalações Elétricas - 4º Andar – Distribuição de Infraestrutura de Piso. Neste projeto, coletavam-se informações de quantos metros de eletrodutos, unidades de caixas de derivação, metros de condutor elétrico, módulos e suportes de módulos de tomadas e interruptores precisavam ser instalados no pavimento. Isto quer dizer o seguinte: que as informações de quantidades de serviços usadas para mensurar a produtividade da mão de obra nos serviços de instalação de infraestrutura de parede, colocação de condutor elétrico e instalação de pontos de utilização, foram extraídas destes tipos de projeto.

Figura 33 - Planta Baixa de Elétrica do Forro do 4º Pavimento.



A Figura 33 foi retirada do projeto Instalações Elétricas - 4º Andar – Distribuição de Infraestrutura de Forro. Neste projeto, coletavam-se informações de quantos metros de eletrodutos, unidades de caixas de derivação, metros de condutor elétrico e luminárias precisavam ser instalados no pavimento. Isto quer dizer o seguinte: que a informação quantidade de serviço usada para mensurar a produtividade da mão de obra no serviço de instalação de disjuntor era extraída destes tipos de projeto.

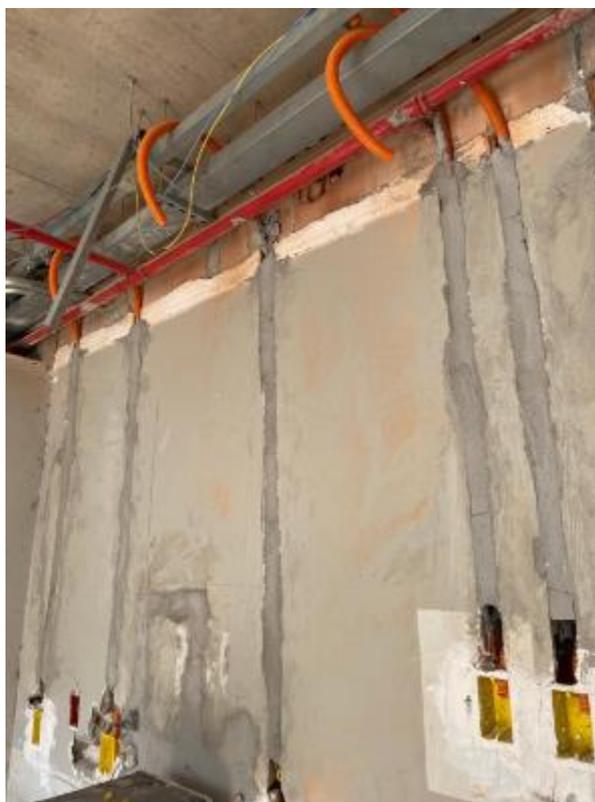
O período de coleta na obra foi de outubro a dezembro de 2019 de todos os serviços executados no 5°, 6°, 7° andar e parte dos serviços do 3° e 4° andar. No período de janeiro e fevereiro de 2020, foram coletadas as informações dos serviços do 3° e 4° andar que faltavam para concluir o sistema predial elétrico.

4.1.2.1 Infraestrutura elétrica de piso, parede e teto

O serviço de infraestrutura do condutor elétrico na obra A foi executado com uso de eletroduto corrugado de aço galvanizado de diâmetros de 25 mm e 20 mm. Os eletrodutos no teto foram lançados e fixados na estrutura metálica do forro e, nas extremidades, fixados diretamente nas caixas de derivação de PVC de dimensões de 4"x2" ou 4"x4". Na parede, o eletroduto foi posicionado e travado com anéis fixados na estrutura metálica da divisória de drywall e, nas extremidades, nas caixas de PVC de 4"x2" e 4"x4".

A atividade de instalação das caixas de derivação envolveu três etapas, executadas simultaneamente, que são: a marcação dos pontos, a perfuração ou corte e a fixação das caixas. A marcação era feita por um oficial com o auxílio do nível a laser e a conferência pelo mestre ou engenheiro da obra. A etapa de marcação consistiu em marcar, na altura correta, o ponto central, que serviu de referência para fazer a perfuração na parede de alvenaria (Figura 34) ou corte na parede de drywall. A fixação das caixas era executada após o posicionamento dos eletrodutos. Importante sempre a presença dos projetos de arquitetura e elétrica na hora da execução destas atividades.

Figura 34 - Foto de Infraestrutura elétrica em parede de alvenaria.



Vale ressaltar que, na obra A, não foi executada infraestrutura elétrica no piso. Em virtude de nos pavimentos terem sido executados pisos elevados em ardósia. E os condutores elétricos foram lançados sob o piso elevado de ardósia e diretamente sobre o contrapiso.

Na obra A, a equipe de execução da infraestrutura foi formada por mão de obra de eletricista e somente em alguns pavimentos foi utilizada mão de obra de ajudante para auxiliar e executar o serviço de infraestrutura.

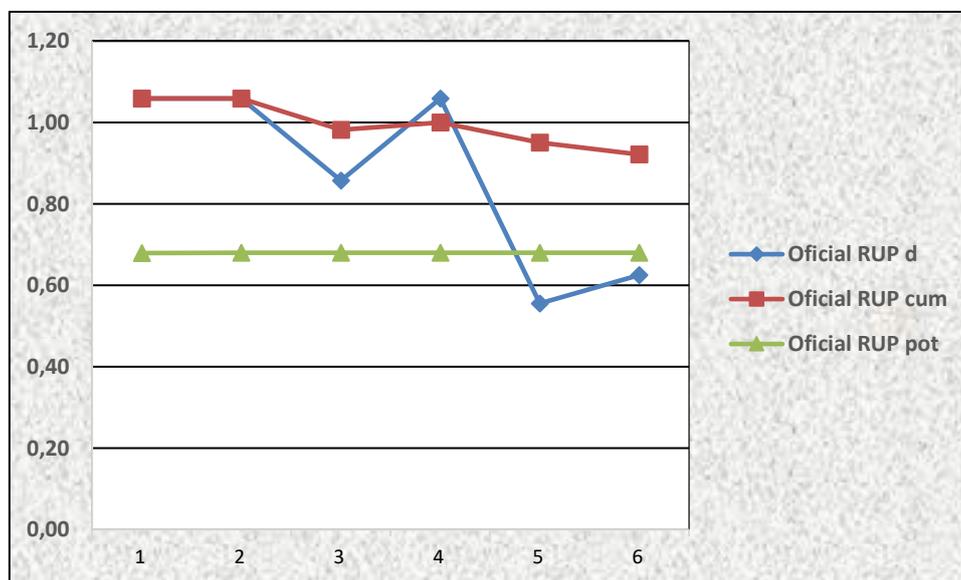
Na obra A, a unidade utilizada para mensurar a RUP de infraestrutura de cabeamento elétrico foi a quantidade de metros de eletrodutos posicionados nas paredes e tetos.

Os dados coletados em campo e as RUPs diárias, cumulativa e potencial das equipes de execução da obra A estão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir.

Tabela 5 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	Pavimento	jornada	oficiais	ajud	Hh of	Hh of cum	Hh Ajud	Hh Ajud cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
											RUP d	RUP cum	RUP pot
14/10/2019	5°	9	2	0	18	18	0	0	17	17	1,06	1,06	0,68
14/10/2019	6°	9	1	1	9	27	9	9	17	34	1,06	1,06	
15/10/2019	7°	9	2	0	18	45	0	9	21	55	0,86	0,98	
15/10/2019	4°	9	1	1	9	54	9	18	17	72	1,06	1,00	
06/01/2020	3°	5	1	0	5	59	0	18	9	81	0,56	0,95	
07/01/2020	3°	5	1	0	5	64	0	18	8	89	0,63	0,92	

Figura 35 - Gráfico das RUP diário, RUP cumulativo e RUP potencial da Obra A.



Os índices de produtividade diária nos andares 4, 5 e 6 da obra A são os piores observado no serviço de infraestrutura de elétrica devido a execução de infraestrutura de elétrica em paredes de alvenaria. Nos andares 3 e 7 não foram executados o serviço de infraestrutura em paredes de alvenaria, só foram executados em paredes de drywall.

As instalações de caixas de tomadas e interruptores em ambas as obras foram executadas em divisórias de estrutura de aço galvanizado com revestimento de placas de drywall e em alvenaria de bloco cerâmico com revestimento argamassado. O rendimento do serviço de instalação de caixa elétrica nas divisórias de drywall foi significativamente maior que nas paredes de blocos cerâmicos. Nas divisórias em drywall, as caixas foram instaladas quando a estrutura de aço galvanizado já estava montada e uma placa de drywall fixada. Nas paredes de alvenaria, antes de fixar as caixas, era necessário demolir um trecho da parede suficiente para embutir totalmente a caixa nesse espaço. O serviço de demolir era feito pela equipe de eletricitistas e consumia bem mais horas trabalhadas do que a instalação das caixas em divisórias de drywall.

4.1.2.2 Cabos e fios Elétricos

O serviço de passagem de cabos e fios elétricos é executado para conectar os pontos e tomadas, iluminação, interruptores e quadros de distribuição de cada pavimento. Os cabos e fios elétricos na obra A foram passados em paredes, piso e teto do pavimento.

Neste serviço, é importante que os fios e cabos de todos os circuitos elétricos sejam passados com uma folga de 1 a 2 metros de cabo, tanto no lado de conexão dos pontos de uso quanto no lado do quadro de distribuição. Esta sobra serve para a instalação de interruptores, tomadas, fechamentos e também para que, caso haja necessidade de qualquer deslocamento de ponto de uso, não se tenha necessidade de remover e passar novamente os fios deste circuito elétrico.

O serviço de passagem de fios no teto e nas paredes foi executado por dentro de eletrodutos rígidos ou flexíveis, com o auxílio de fita guia. Antes de iniciar o serviço, os funcionários separavam e transportavam manualmente todos os materiais, ferramentas, equipamentos e projetos para execução da atividade no pavimento. O serviço iniciava-se com a passagem da fita guia pelo eletroduto. Em seguida, com fita isolante, fixavam-se os fios necessários do trecho em uma das extremidades da fita guia, para depois puxar a outra extremidade da fita guia até que os fios fossem passados dentro do eletroduto. Antes disso, os cabos eram separados e cortados no comprimento necessário para a conexão entre o ponto de uso e o quadro de distribuição. No final do dia de serviço os fios eram separados e deixados identificados por circuito.

Uma característica de sistemas prediais elétricos em obras de edifícios corporativos, é que o serviço de cabeamento elétrico feito pelo piso representa aproximadamente 90% do cabeamento total no pavimento. Isto ocorre porque a maior parte de pontos de uso está localizada nas mesas das estações de trabalho e que são alimentadas pelos circuitos que passam pelo piso. Então, uma boa produtividade do serviço de passagem de fios dependia da eficiência na execução pelo piso.

Os cabos passados no piso ficavam posicionados sob piso elevado. A atividade de remoção do piso elevado, apesar de não ser específica do sistema predial elétrico, era simples de executar e foi realizada pela própria equipe de elétrica. Após os cabos dos circuitos elétricos de piso passados e posicionados, por fim, recolocavam-se os pisos elevados sem comprometer o nivelamento do piso do pavimento. Na Figura 36, segue exemplo de como instalou-se condutor elétrico no piso.

Figura 36 - Instalação de condutor elétrico no piso.



Na execução do cabeamento elétrico dos circuitos que passavam pelas paredes, piso e teto, os fios e cabos foram passados diretamente no piso ou pelos eletrodutos de 1" e 3/4" de acordo com a indicação no projeto dos circuitos. Nas obras foram usados fios e cabos de 2,5mm, 4,0mm, 6,0mm, 8mm e 10mm.

A equipe utilizada na obra A, para este serviço, foi de três oficiais em todos os pavimentos.

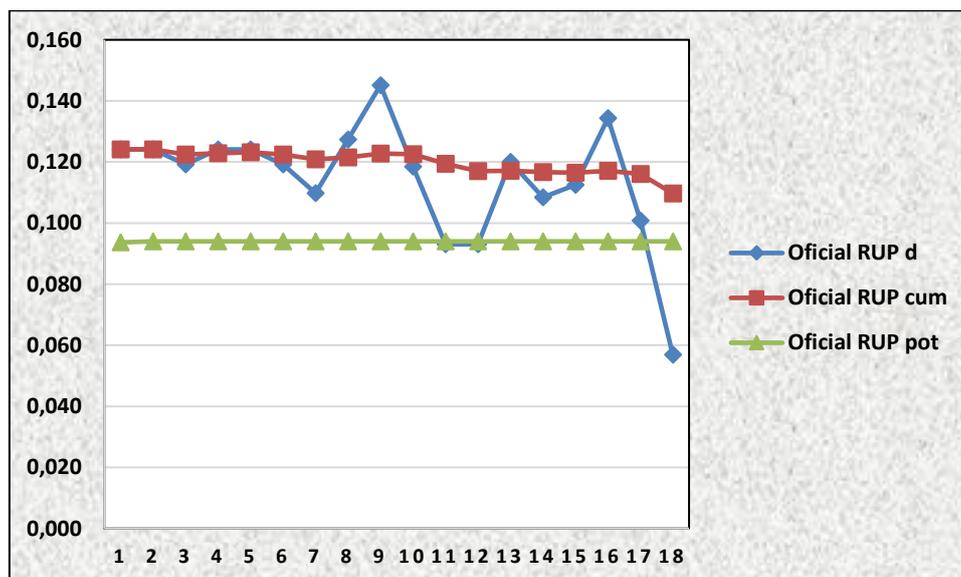
Na atividade de cabeamento elétrico a unidade utilizada para mensurar a RUP foi quantidade em metros de fios que foram passados no piso, nas paredes e tetos.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial das equipes de execução da obra A estão apresentados, a seguir, na Tabela 6 e na Figura 37.

Tabela 6 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	Pavimento	jornada	oficiais	ajud	Hh of	Hh of cum	Hh Ajud	Hh Ajud cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
											RUP d	RUP cum	RUP pot
28/10/2019	5°	9	3	1	27	27	9	9	290	290	0,124	0,124	0,094
29/10/2019	5°	9	3	1	27	54	9	18	290	580	0,124	0,124	
30/10/2019	5°	9	3	1	27	81	9	27	302	882	0,119	0,122	
31/10/2019	6°	9	3	1	27	108	9	36	290	1172	0,124	0,123	
01/11/2019	6°	9	3	1	27	135	9	45	290	1462	0,124	0,123	
04/11/2019	6°	9	3	1	27	162	9	54	302	1764	0,119	0,122	
05/11/2019	7°	9	3	0	27	189	0	54	246	2010	0,110	0,121	
06/11/2019	7°	9	3	0	27	216	0	54	212	2222	0,127	0,122	
07/11/2019	7°	9	2	0	18	234	0	54	124	2346	0,145	0,123	
26/11/2019	4°	9	2	0	18	252	0	54	152	2498	0,118	0,122	
27/11/2019	4°	9	3	0	27	279	0	54	290	2788	0,093	0,119	
28/11/2019	4°	9	3	0	27	306	0	54	290	3078	0,093	0,117	
30/11/2019	4°	9	2	0	18	324	0	54	150	3228	0,120	0,117	
10/01/2020	3°	6	3	0	18	342	0	54	166	3394	0,108	0,117	
11/01/2020	3°	6	3	0	18	360	0	54	160	3554	0,113	0,116	
13/01/2020	3°	6	3	0	18	378	0	54	134	3688	0,134	0,117	
14/01/2020	3°	9	3	0	27	405	0	54	268	3956	0,101	0,116	
15/01/2020	3°	9	3	0	27	432	0	54	475	4431	0,057	0,110	

Figura 37 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.



Conforme se observa na Tabela 6 e Figura 37, o índice de produtividade permanece praticamente o mesmo nos andares 4, 5 e 6, mas nos andares 3 e 7 é perceptível a diferença nos índices de produtividade.

A quantidade em metros de passagem de cabos elétricos nos andares 4, 5 e 6 é igual. Porém, no andar 4, a equipe de eletricitistas foi alterada e o serviço acabou sendo executado em mais dias. Conseqüentemente o índice de produtividade foi melhor do que nos andares 5 e 6. Pode-se inferir que foi melhor executar com uma equipe de três eletricitistas sem ajudante do que com 3 eletricitistas e um ajudante.

Já nos andares 3 e 7, a quantidade em metros de passagem de cabos elétricos altera em relação aos andares 4, 5 e 6, provavelmente criando uma dificuldade a mais de aprendizado no serviço em execução. Logo, fica evidente a razão da variabilidade da produtividade da mão de obra entre esses andares.

Outro índice que chama atenção na Tabela 06 é o do andar 3 do dia 15/01/20. Neste dia foram passados cabos elétricos para alimentação de três máquinas de ar-condicionado, do andar 3 até ao andar 13, por eletrocalha existente no shaft de elétrica. A quantidade de cabo passado neste único local foi bem maior do que a quantidade passada em outros locais da obra. Em razão disto, o índice de produtividade foi melhor do que o dos outros dias.

4.1.2.3 Quadro Elétrico

Os quadros elétricos de distribuição na obra A já se encontravam montados para atender a demanda de uso corporativo. Depois de análise nos diagramas unifilares existentes no quadro da obra, identificou-se que não havia necessidade de troca por completo do diagrama unifilar, somente trocas pontuais de disjuntores e bitola de cabos elétricos em alguns circuitos.

Quanto aos novos disjuntores, antes de serem instalados, os fios eram organizados do lado em que ficassem mais próximos ao ponto de conexão com os elementos do quadro.

A próxima tarefa era de cortar os fios no comprimento adequado para sua conexão, bem como colocar as anilhas com a numeração para identificar a qual circuito pertencia.

Em seguida fixava-se o terminal tubular na extremidade do fio. Os terminais tubulares dos fios fase eram conectados aos disjuntores. Já os terminais dos fios neutro e terra eram conectados às respectivas barras.

Após a realização de todas as conexões, o funcionário colocava a tampa do quadro que era fixada com parafusos e identificada através de etiquetas coladas relativas a todos os circuitos que são abastecidos pelo quadro elétrico.

A equipe utilizada na obra para este serviço foi de um oficial em todos os pavimentos.

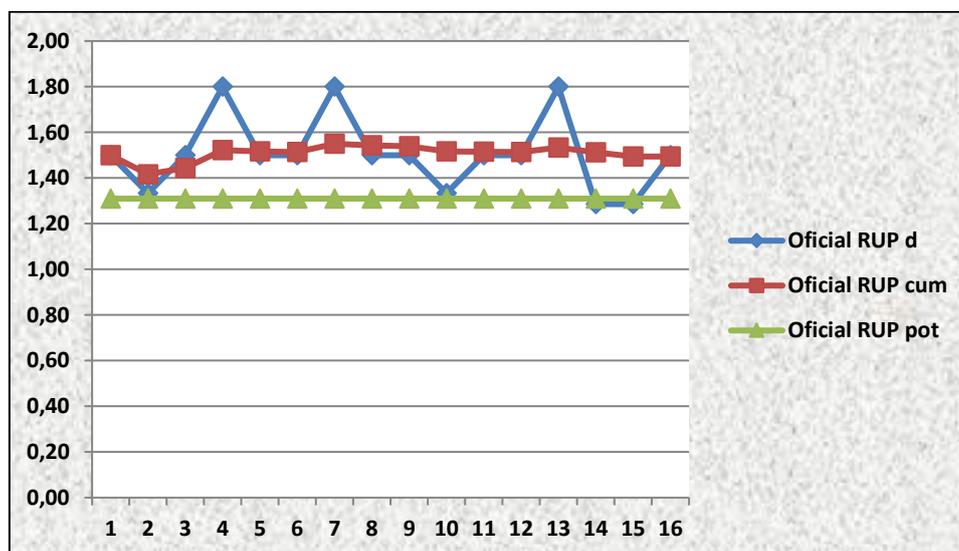
Na atividade de montagem de quadros elétricos a unidade utilizada para mensurar a RUP foi unidade de disjuntores montados por andar.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial da equipe de execução da obra A estão apresentados, a seguir, na Tabela 7 e na Figura 38.

Tabela 7 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	Pavimento	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (unid. Disjuntor)	QS (unid. Disjuntor) cum	Oficial		
								RUP d	RUP cum	RUP pot
08/11/2019	5°	9	1	9	9	6	6	1,50	1,50	1,31
09/11/2019	5°	8	1	8	17	6	12	1,33	1,42	
11/11/2019	5°	9	1	9	26	6	18	1,50	1,44	
12/11/2019	5°	9	1	9	35	5	23	1,80	1,52	
12/11/2019	6°	9	1	9	44	6	29	1,50	1,52	
13/11/2019	6°	9	1	9	53	6	35	1,50	1,51	
14/11/2019	6°	9	1	9	62	5	40	1,80	1,55	
14/11/2019	7°	9	1	9	71	6	46	1,50	1,54	
15/11/2019	7°	9	1	9	80	6	52	1,50	1,54	
16/11/2019	7°	8	1	8	88	6	58	1,33	1,52	
22/01/2019	4°	9	1	9	97	6	64	1,50	1,52	
23/01/2019	4°	9	1	9	106	6	70	1,50	1,51	
24/01/2019	4°	9	1	9	115	5	75	1,80	1,53	
25/01/2019	3°	9	1	9	124	7	82	1,29	1,51	
27/01/2019	3°	9	1	9	133	7	89	1,29	1,49	
29/01/2019	3°	9	1	9	142	6	95	1,50	1,49	

Figura 38 - Gráfico da RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.



O serviço nos quadros de disjuntores da obra A foi realizado pela mesma equipe em todos os andares e o número de disjuntores a serem trocados em cada andar era a mesma para todos os andares. Conseqüentemente, a variabilidade dos índices de produtividade dos pavimentos foi praticamente nula.

4.1.2.4 Interruptores e Tomadas

O serviço de instalação de interruptores e tomadas abrange conectar as teclas de interruptores e os miolos de tomadas com a fiação, fixando-os no suporte e este na caixinha. Para o desenvolvimento da atividade é de suma importância consultar os projetos de elétrica e sistemas.

As peças de miolos de tomadas e interruptores vinham embaladas individualmente; já o suporte vinha embalado junto com o espelho. Os eletricitistas separavam no próprio pavimento os espelhos, guardando-os em uma das caixas porque o espelho não era instalado no mesmo momento dos miolos e teclas. Interruptores e tomadas foram instalados após a primeira demão de pintura e os espelhos foram instalados após a terceira demão de pintura.

O eletricitista iniciava a atividade fixando as tomadas e os interruptores nos fios; para isso ele utilizava uma chave de fenda. Em seguida, o funcionário passava as tomadas e interruptores por dentro do suporte e encaixava-os neste. Os suportes possuem três alturas de encaixe: quando se utiliza um ponto, opta-se pelo central; e, no caso de dois pontos, instala-se nas extremidades.

Por último, o funcionário fixava o suporte na caixinha embutida. Para suporte com tamanho 4"x2" eram utilizados dois parafusos e, para o com tamanho 4"x4", eram utilizados quatro parafusos.

A atividade de instalação de interruptores e tomadas era executada em equipes de dois a três funcionários. Porém, dificilmente eles trabalhavam em conjunto nos mesmos cômodos. Cada um desenvolvia sua atividade independentemente do outro e interagem somente em caso de dúvidas.

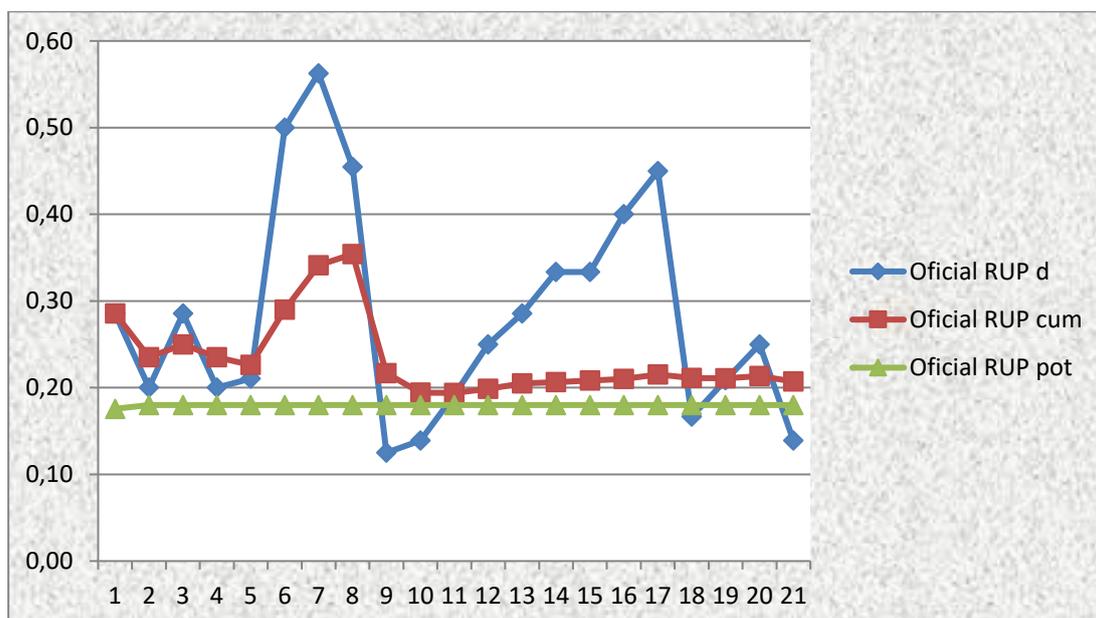
Na atividade de montagem de interruptores e tomadas, a unidade utilizada para mensurar a RUP foi unidade de interruptores e tomadas montadas por andar.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial da equipe de execução da obra A estão apresentados, a seguir, na Tabela 8 e na Figura 39.

Tabela 8 - Informações da obra A: Hh, QS, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	Pavimento	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (unid)	QS (unid) cum	Oficial		
								RUP d	RUP cum	RUP pot
09/11/2019	5°	4	1	4	4	14	14	0,29	0,29	0,18
11/11/2019	5°	4	1	4	8	20	34	0,20	0,24	
12/11/2019	6°	4	1	4	12	14	48	0,29	0,25	
13/11/2019	6°	4	1	4	16	20	68	0,20	0,24	
14/11/2019	7°	4	2	8	24	38	106	0,21	0,23	
18/11/2019	5°	8	2	16	40	32	138	0,50	0,29	
19/11/2019	6°	9	2	18	58	32	170	0,56	0,34	
20/11/2019	7°	5	2	10	68	22	192	0,45	0,35	
21/11/2019	5°	9	4	36	104	288	480	0,13	0,22	
22/11/2019	6°	9	3	27	131	194	674	0,14	0,19	
23/11/2019	6°	9	2	18	149	94	768	0,19	0,19	
25/11/2019	7°	9	2	18	167	72	840	0,25	0,20	
26/11/2019	7°	9	2	18	185	63	903	0,29	0,20	
21/01/2020	4°	4	1	4	189	12	915	0,33	0,21	
22/01/2020	4°	4	1	4	193	12	927	0,33	0,21	
23/01/2020	4°	4	1	4	197	10	937	0,40	0,21	
24/01/2020	3°	4	1	9	206	20	957	0,45	0,22	
25/01/2020	4°	5	3	15	221	90	1047	0,17	0,21	
27/01/2020	4°	8	3	24	245	115	1162	0,21	0,21	
28/01/2020	3°	5	4	20	265	80	1242	0,25	0,21	
29/01/2020	4°	8	2	16	281	115	1357	0,14	0,21	

Figura 39 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.



Na Obra A, observa-se tanto na Tabela 8 quanto no gráfico da Figura 39 uma grande variabilidade nos índices de produtividade. O menor índice de produtividade ficou em 0,13 Hh/un, aproximadamente quatro vezes menor que o maior índice de produtividade, que foi de 0,56 Hh/un. No maior índice de produtividade, a equipe montava os módulos de tomadas na parede, encaixava no suporte, parafusava o suporte na caixa 4"x2" ou 4"x4" e, no final, colocava o espelho. Já no menor índice de produtividade, a equipe de eletricitista conectava os fios nos módulos e acoplava as tomadas nas caixas de conectividade das mesas de estações de trabalho. Nestas caixas de conectividade, as tomadas não eram encaixadas no suporte, parafusadas nos suportes das caixas 4"x2" ou 4"x4" e, não se colocava espelho.

A variabilidade nos índices de produtividade ocorreu porque para montar uma tomada nas estações de trabalho são necessárias menos atividades do que para montar uma tomada na parede. Conseqüentemente, a equipe é mais eficiente porque executa menos atividades nas tomadas das mesas das estações de trabalho.

4.1.2.5 Luminárias

O serviço de instalação de luminária é basicamente a conexão da fiação da luminária ao plug macho e, posteriormente, a tomada de iluminação ou a conexão da fiação diretamente no rabicho de Iluminação. E as luminárias instaladas na obra A foram de vários modelos, como as de embutir, sobrepor, pendentes, plafon e de perfis led.

O serviço inicia com a separação das luminárias específicas de cada ambiente. Depois o funcionário transporta manualmente as luminárias para o ambiente e, com a supervisão do encarregado da obra, e com os projetos de arquitetura e iluminação, marca o ponto exato em que as luminárias devem ser posicionadas. Alguns eletricitistas preferem fazer a marcação dos pontos de todas as luminárias do pavimento para depois iniciar a instalação; e outros eletricitistas optam por marcar somente os pontos das luminárias que serão instaladas no dia.

A próxima atividade é a de fixação dos suportes das luminárias. Em algumas luminárias os suportes foram fixados diretamente nas caixas 4"x2", mas, para alguns suportes de luminárias pendentes, foi necessária furação na laje ou até mesmo uma estrutura auxiliar para suportar o peso da luminária. Vale ressaltar que, nas luminárias de embutir, juntamente com a fixação do suporte, foi necessária a atividade de corte dos forros de gesso ou modular para o embutimento das luminárias.

Na etapa final do serviço, os eletricitistas realizavam a atividade de conexão dos fios elétricos, fixavam as luminárias nos suportes e testavam as lâmpadas e luminosidade do ambiente.

A atividade de instalação de luminária foi executada em equipes de dois a três funcionários. Porém, dificilmente eles trabalhavam em conjunto nos mesmos cômodos. Cada um desenvolvia sua atividade independentemente do outro e interagem somente em caso de dúvidas.

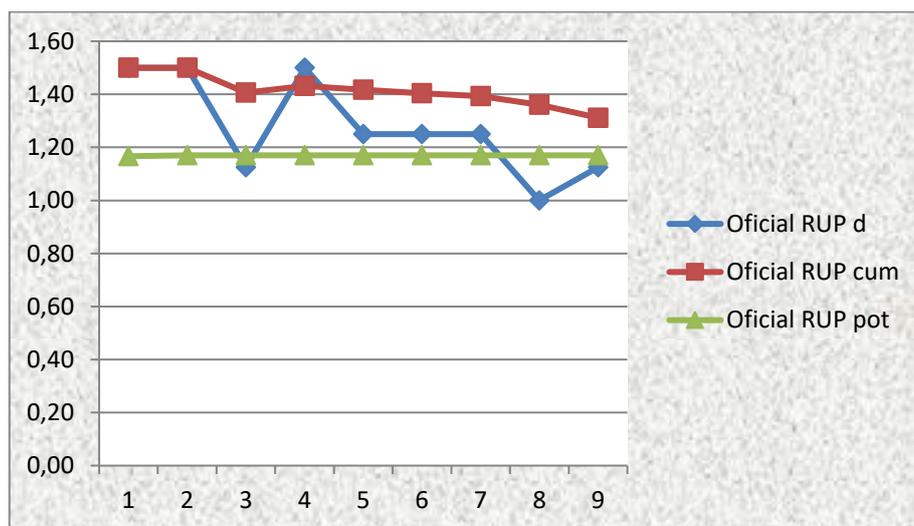
Na atividade de montagem de luminárias, a unidade utilizada para mensurar a RUP foi unidade de luminárias montadas por andar.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial da equipe de execução da obra A estão apresentados, a seguir, na Tabela 9 e na Figura 40.

Tabela 9 - Informações da obra A: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	Pavimento	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
								RUP d	RUP cum	RUP pot
19/11/2019	5°	9	2	18	18	12	12	1,50	1,50	1,17
20/11/2019	6°	9	2	18	36	12	24	1,50	1,50	
26/11/2019	7°	9	1	9	45	8	32	1,13	1,41	
27/11/2019	7°	9	2	18	63	12	44	1,50	1,43	
23/01/2020	4°	5	1	5	68	4	48	1,25	1,42	
24/01/2020	4°	5	1	5	73	4	52	1,25	1,40	
27/01/2020	4°	5	1	5	78	4	56	1,25	1,39	
31/01/2020	3°	5	1	5	83	5	61	1,00	1,36	
01/02/2020	3°	9	2	18	101	16	77	1,13	1,31	

Figura 40 - Gráfico dos RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra A.



Na obra A, conforme dito anteriormente, a quantidade de serviço por andar é igual nos andares 4, 5 e 6. Porém, houve variabilidade do índice de produtividade entre estes andares no serviço de instalação de luminárias.

Nos andares 5 e 6 o serviço foi executado por dois eletricitistas em um dia de trabalho e, no andar 4, o serviço foi executado por um eletricitista em três dias de trabalho. Os índices de produtividade foram melhores no andar 4 e a quantidade de homens hora trabalhada por andar foi menor também no andar 4. Isto quer dizer que foi mais eficiente trabalhar com um eletricitista para executar o serviço de instalação de luminária.

Nos andares 3 e 7 a quantidade de instalação de luminária tipo pendente é maior do que nos andares 4, 5 e 6. Conseqüentemente, os índices de produtividade variaram.

4.2 Obra B

4.2.1 Caracterização da Obra

A obra é da sede de uma empresa do setor privado com atuação no mercado nacional e internacional e está localizada na cidade de São Paulo, na região da Vila Olímpia. A responsabilidade da execução foi de uma construtora de médio porte com experiência de 10 anos em obras de edifícios corporativos na cidade de São Paulo.

O tipo de contrato utilizado foi idêntico ao da obra A, onde o cliente e a construtora, optaram por Empreitada por Preço Global, onde o cliente pagou um preço fixo, determinado no início, e a construtora executou a obra de forma completa dentro de um prazo previamente definido e fechado. Assim como na obra A, a Gestão dos contratos e supervisão da obra foram realizadas por uma equipe própria da Construtora. A execução dos serviços foi de responsabilidade das empresas terceirizadas. No caso da execução dos serviços do sistema predial elétrico, esta foi de responsabilidade de uma empresa terceirizada especialista em serviços de sistemas prediais elétricos.

A obra B é constituída de um andar de escritório com um total de 437 m² de área construída. O andar foi executado no estilo open space para atender estações de trabalho, salas de reuniões, recepção, copa e banheiros. Os serviços executados na obra foram: manutenção em piso elevado existente de placas metálicas; parede com placas de drywall tipo standard; forro modular com placa mineral owa T24 16x625x625mm; revestimento de parede em cerâmica; revestimento de piso em cerâmica, vinílico e carpete; emassamento e pintura de paredes; sistema de exaustão e refrigeração; sistema predial hidráulico e esgoto; sistema predial de multimídia (dados, CFTV e voz); sistema predial elétrico; louças e metais; serralheria; vidros e espelhos; sistema predial de Incêndio; bancadas e soleiras em granito; Instalação de portas; paisagismo e limpeza. A seguir apresentam-se, imagens de layouts, planta de forro e 3Ds do pavimento, da Figura 41 à Figura 46.

Figura 41 - Layout do pavimento.

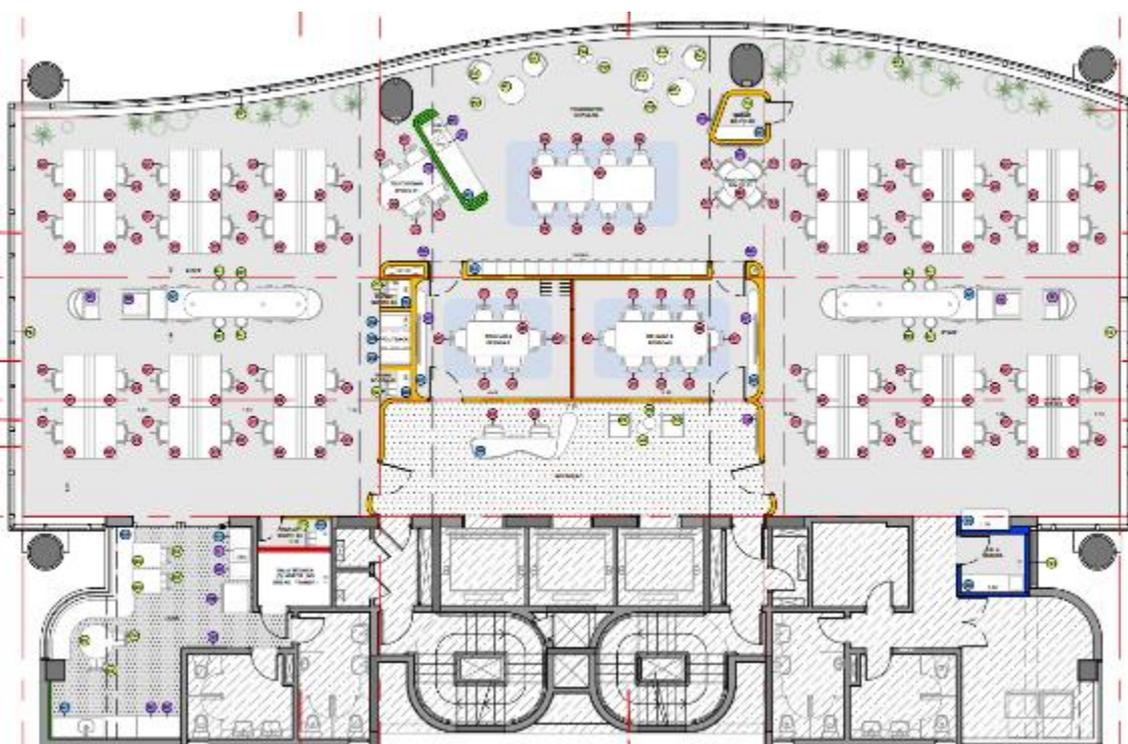


Figura 42 - Planta de Forro do pavimento.

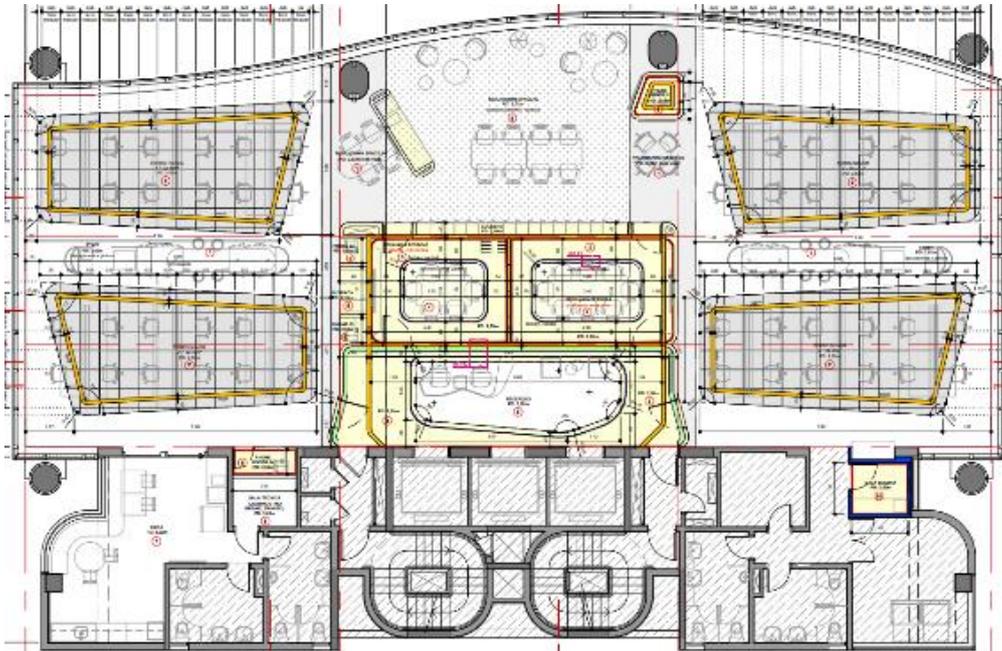


Figura 43 - 3D do pavimento.



Figura 44 - 3D do pavimento.



Figura 45 - 3D do pavimento.



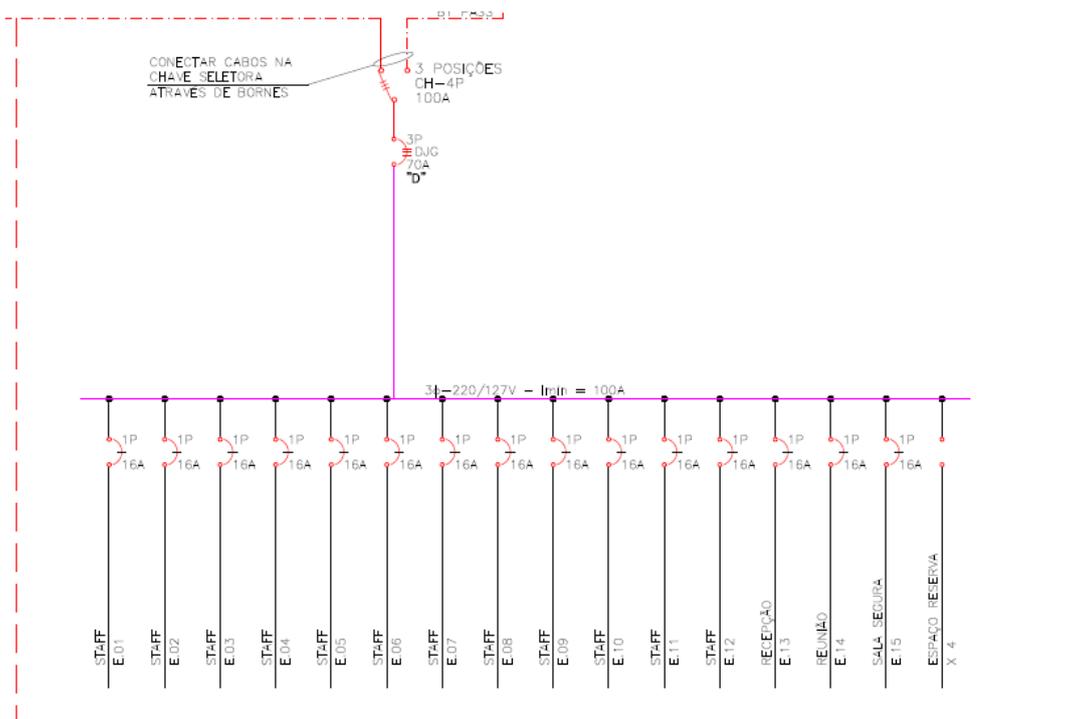
Figura 46 - 3D do pavimento.



4.2.2 Caracterização dos Serviços

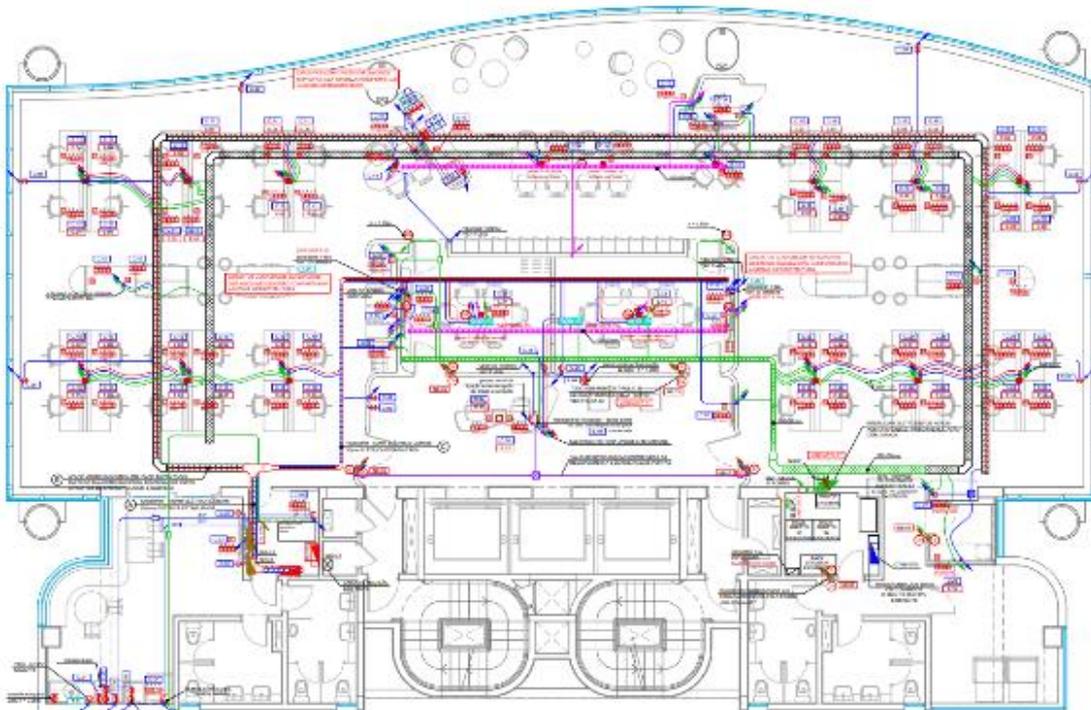
Na obra B, o sistema predial elétrico encontrava-se executado e funcionando, mas, para adaptação do sistema aos novos usuários, diversos serviços precisavam ser executados, como: o de execução de infraestrutura elétrica de teto e parede; a colocação de condutores elétricos; a adaptação de quadro de distribuição elétrico; a montagem de módulos de pontos de utilização e a instalação de luminárias (Figura 47).

Figura 49 - Diagrama Unifilar Geral.



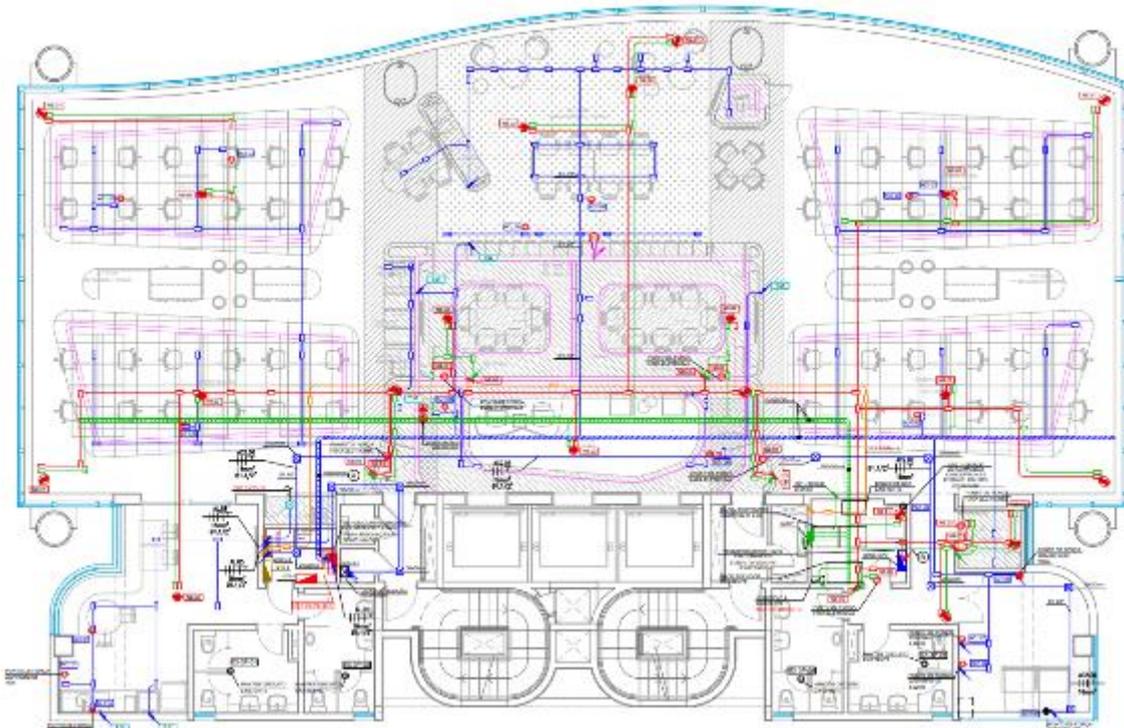
As Figuras 48 e 49 foram retiradas do projeto Instalações Elétricas - 3º Andar – Diagrama Unifilar Geral. Assim como na obra A, neste projeto, coletávamos informações de quantos disjuntores e quais as especificações dos disjuntores existentes que precisávamos trocar ou manter. Isto quer dizer o seguinte: que a informação sobre a quantidade de serviço usada para mensurar a produtividade da mão de obra, no serviço de instalação de disjuntores, foi extraída destes tipos de projeto.

Figura 50 - Planta Baixa de Elétrica do Piso.



A Figura 50 foi retirada do projeto Instalações Elétricas - 3º Andar – Infraestrutura e Distribuição de Elétrica - Piso. Neste projeto, coletavam-se informações de quantos metros de eletrodutos, unidades de caixas de derivação, metros de condutor elétrico, módulos e suportes de módulos de tomadas e interruptores precisavam ser instalados no pavimento. Isto quer dizer o seguinte: que as informações de quantidades de serviços usadas para mensurar a produtividade da mão de obra nos serviços de instalação de infraestrutura de parede, colocação de condutor elétrico e instalação de pontos de utilização, foram extraídas destes tipos de projeto.

Figura 51 - Planta Baixa de Elétrica do Forro.



A Figura 51 foi retirada do projeto Instalações Elétricas - 4º Andar – Infraestrutura e Distribuição Elétrica - Forro. Neste projeto, coletavam-se informações de quantos metros de eletrodutos e eletrocalhas, unidades de caixas de derivação, metros de condutor elétrico, módulos e suportes de módulos de tomadas precisavam ser instalados no pavimento. Isto quer dizer o seguinte: que as informações de quantidades de serviços usadas para mensurar a produtividade da mão de obra nos serviços de instalação de infraestrutura de forro, colocação de condutor elétrico e instalação de pontos de utilização, foram extraídas destes tipos de projeto.

Figura 52 - Planta Baixa de Elétrica da Iluminação



A Figura 52 foi retirada do projeto Instalações Elétricas - 3º Andar – Infraestrutura e Distribuição Elétrica - Iluminação. Neste projeto, coletavam-se informações de quantas luminárias precisavam ser instaladas no pavimento. Isto quer dizer o seguinte: que as informações de quantidades de serviços usadas para mensurar a produtividade da mão de obra nos serviços de instalação de luminárias, foram extraídas destes tipos de projeto.

4.2.2.1 Infraestrutura Elétrica de piso, parede e teto

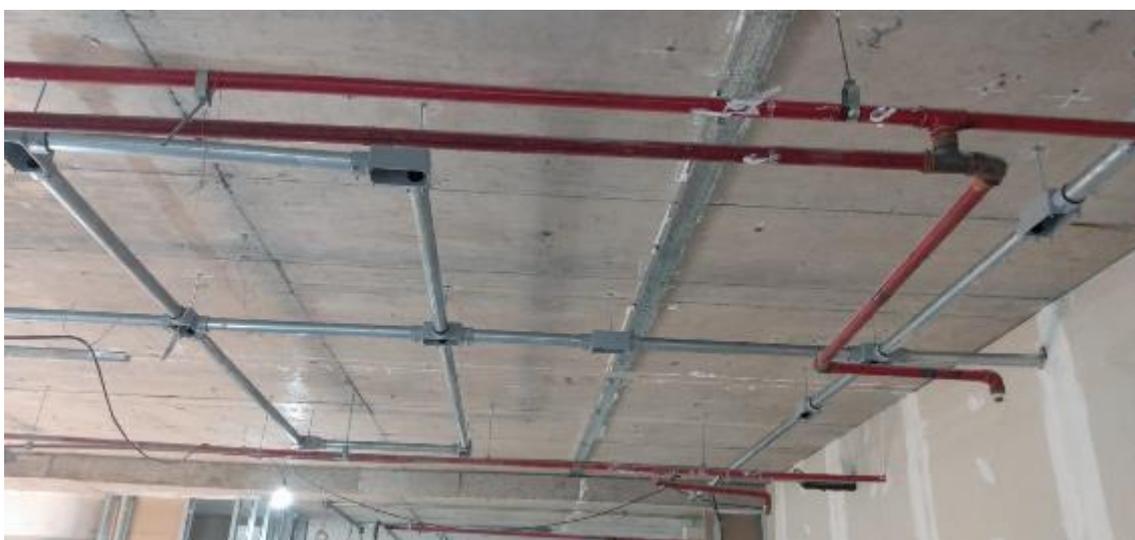
Na obra B, o serviço de infraestrutura do cabeamento elétrico foi executado no piso, parede e teto. Os materiais utilizados foram calhas metálicas de diversas dimensões para infraestrutura do piso e teto, eletrodutos rígidos e conexões de 25mm e 20mm de diâmetro para o teto e eletroduto corrugado de 25mm e 20mm de diâmetro para a parede.

O posicionamento e travamento da infraestrutura na obra B aconteceram de maneiras diferentes da obra A, principalmente no teto e no piso. Na infraestrutura do teto, foram utilizadas barras rosqueadas fixadas e atirantadas, na laje, para fixar e travar os eletrodutos e conexões rígidas de 25mm e 20mm de diâmetro em anéis metálicos de mesmo diâmetro. As caixas metálicas nos tamanhos 4"x2" ou 4"x4" também eram fixadas e travadas por barras rosqueadas. Na parede, o eletroduto foi posicionado e travado com anéis fixados nos perfis das divisórias de drywall e, quando a parede era em bloco cerâmico, a infraestrutura era fixada com argamassa de cimento, tanto ao longo do percurso quanto nas caixas de PVC de 4"x2" e 4"x4". E no piso, as calhas foram parafusadas diretamente no contrapiso. A seguir, nas Figuras 53 e 54, exemplos de infraestrutura executadas no teto, na parede e no piso da obra B.

Figura 53 - Infraestrutura de Piso e Parede.



Figura 54 - Infraestrutura de Teto.



Assim como na obra A, a atividade de instalação das caixas de derivação envolveu três etapas, executadas simultaneamente, que são: a marcação dos pontos, a perfuração ou corte e a fixação das caixas. A marcação era feita por um oficial com o auxílio do nível a laser e a conferência pelo mestre ou engenheiro da obra. A etapa de marcação consistiu em marcar, na altura correta, o ponto central, que serviu de referência para fazer a perfuração na parede de alvenaria ou corte na parede de drywall. A fixação das caixas era executada após o posicionamento dos eletrodutos. Importante sempre a presença dos projetos de arquitetura e elétrica na hora da execução destas atividades.

Na obra B, a equipe foi formada somente por mão de obra de eletricitista. Não havia ajudante na obra.

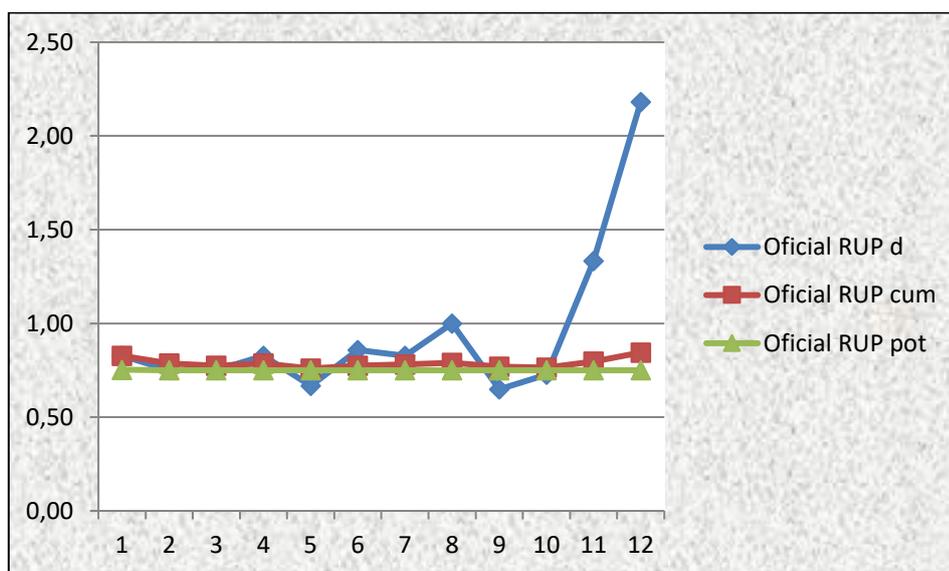
Nas duas obras, a unidade utilizada para mensurar a RUP de infraestrutura de cabeamento elétrico foi a quantidade de metros de eletrodutos ou calhas metálicas posicionados nas paredes, tetos e pisos.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial das equipes de execução da obra B estão apresentados na Tabela 10 e Figura 55, a seguir.

Tabela 10 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
							RUP d	RUP cum	RUP pot
10/08/2021	8	3	24	24	29	29	0,83	0,83	0,75
11/08/2021	8	3	24	48	32	61	0,75	0,79	
12/08/2021	8	3	24	72	32	93	0,75	0,77	
14/08/2021	8	3	24	96	29	122	0,83	0,79	
16/08/2021	8	3	24	120	36	158	0,67	0,76	
17/08/2021	8	3	24	144	28	186	0,86	0,77	
18/08/2021	8	3	24	168	29	215	0,83	0,78	
19/08/2021	8	1	8	176	8	223	1,00	0,79	
21/08/2021	8	3	24	200	37	260	0,65	0,77	
23/08/2021	8	3	24	224	33	293	0,73	0,76	
24/08/2021	8	3	24	248	18	311	1,33	0,80	
25/08/2021	8	3	24	272	11	322	2,18	0,84	

Figura 55 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.



Na obra B, a quantidade de infraestrutura de teto, maior que no piso e parede, influenciou e teve impacto maior na produtividade do serviço. Já a infra de piso, foi mantida boa parte do que já existia no local, exceto alguns trechos, onde instalou-se nova infraestrutura de acordo com o novo projeto. E a quantidade de infraestrutura de parede foi inferior à do piso, com baixo impacto na produtividade do serviço.

Um fator que influenciou para pior, na produtividade do serviço, foi a execução de infraestrutura de teto antes dos serviços de dutos de insuflamento de ar, dutos de exaustão, rede frigorígena e drenos das máquinas de ar-condicionado. Por razões técnicas e de limitações de pé direito, que no pavimento não tinha altura suficiente para permitir sobreposição de infraestrutura entre os sistemas do edifício. Precisou, após a execução do sistema de ar e exaustão do pavimento, alterar alguns trechos de infraestrutura de teto. Nos dias 24 e 25 de agosto de 2021, a equipe de eletricitas, além de desfazer serviço já executado, precisou instalar, em uma nova posição, infraestrutura de condutor elétrico. Este fator, contribuiu para que, nestes dias, ocorressem os piores índices de produtividade do serviço.

4.2.2.2 Cabos e fios Elétricos

O serviço de passagem de fios no piso, no teto e nas paredes foram executados por dentro de eletrocalhas, de eletrodutos rígidos ou flexíveis com o auxílio de fita guia. Antes de iniciar o serviço, os funcionários separavam e transportavam manualmente todos os materiais, ferramentas, equipamentos e projetos para execução da atividade no pavimento. No teto e nas paredes, o serviço iniciava-se com a passagem da fita guia pelo eletroduto. Em seguida, com fita isolante, fixavam-se os fios necessários do trecho em uma das extremidades da fita guia para depois puxar a outra extremidade da fita guia até que, os fios fossem passados dentro do eletroduto. No final do serviço os fios eram separados e deixados identificados por circuito. A seguir, na Figura 56, exemplo de como instalou-se condutor elétrico no piso, na obra B.

Figura 56 - Instalação de condutor elétrico no piso.



Assim como na obra A, o serviço de cabeamento elétrico feito pelo piso representou aproximadamente 85% do cabeamento total no pavimento. Isto ocorreu porque a maior parte de pontos de utilização estão localizados em mesas de estações de trabalho e, que são alimentados pelos circuitos passados pelo piso. Então, uma boa produtividade do serviço de passagem de fios dependia da execução pelo piso.

Os materiais, ferramentas, equipamentos e projetos utilizados para passagem dos cabos no piso, assim como no teto e parede, foram separados e levados para o pavimento antes de iniciar as atividades. Após isto, os cabos eram separados e cortados no comprimento necessário para a conexão entre o ponto de utilização e o quadro de distribuição. A atividade de remoção do piso elevado, apesar de não ser específica do sistema predial elétrico, era simples de executar e foi realizada pela própria equipe de elétrica. Após os cabos dos circuitos elétricos de piso passados e posicionados, por fim, recolocavam-se os pisos elevados sem comprometer o nivelamento do piso do pavimento.

Na execução do cabeamento elétrico dos circuitos que passavam pelas paredes, piso e teto, os fios e cabos foram passados, dentro de eletrocalhas, no piso ou por dentro de eletrodutos de 1" e 3/4" de acordo com a indicação no projeto dos circuitos. Na obra foram usados fios e cabos de 2,5mm, 4,0mm, 6,0mm, 8mm e 10mm.

A equipe utilizada na obra B, para este serviço, foi de dois a três oficiais na maior parte do serviço.

Na atividade de cabeamento elétrico a unidade utilizada para mensurar a RUP foi quantidade em metros de fios que foram passados no piso, nas paredes e tetos.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial das equipes de execução do serviço de cabeamento elétrico pelo piso estão apresentados na Tabela 11 e Figura 57. E os dados coletados do serviço de cabeamento elétrico pelo teto, estão apresentados na Tabela 12 e Figura 58, a seguir.

Tabela 11 - Informações de cabeamento elétrico no piso da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

dia	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
							RUP d	RUP cum	RUP pot
05/08/2021	8	2	16	16	394	394	0,041	0,041	0,039
07/08/2021	8	2	16	32	417	811	0,038	0,039	
09/08/2021	8	2	16	48	330	1141	0,048	0,042	
19/08/2021	8	2	16	64	303	1444	0,053	0,044	
28/08/2021	8	3	24	88	551	1995	0,044	0,044	
29/08/2021	8	3	24	112	618	2613	0,039	0,043	

Figura 57 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.

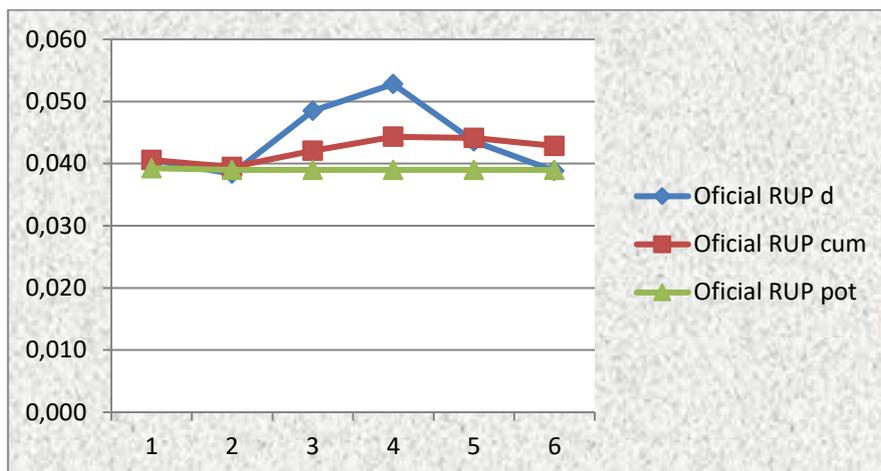
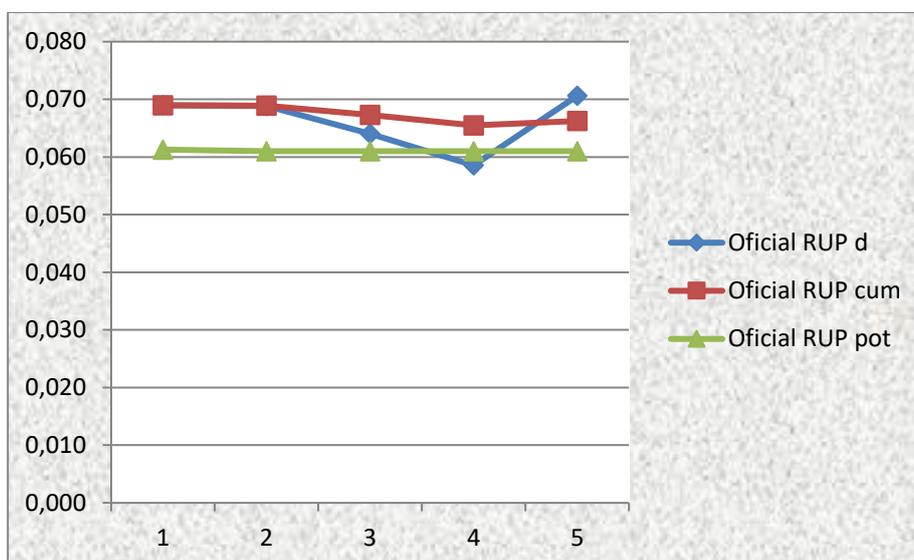


Tabela 12 - Informações de cabeamento elétrico no teto da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

dia	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (m)	QS (m) cum	Oficial		
							RUP d	RUP cum	RUP pot
05/09/2021	8	5	40	40	580	580	0,069	0,069	0,061
06/09/2021	8	4	32	72	465	1045	0,069	0,069	
07/09/2021	8	4	32	104	500	1545	0,064	0,067	
08/09/2021	8	3	24	128	410	1955	0,059	0,065	
09/09/2021	8	3	24	152	340	2295	0,071	0,066	

Figura 58 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.



Na obra B foi possível levantar, separadamente, os dados de passagem de cabos elétricos pelo piso e pelo teto. E observamos que foram necessários 152 homens hora de trabalho de eletricista para instalar a quantidade total de 2295 metros de cabo no teto. Em média o índice de produtividade ficou em 0,066. No piso, foram necessários 112 homens hora de trabalho de eletricista para instalar a quantidade total de 2613 metros. Em média o índice de produtividade ficou em 0,043.

Baseado nas informações levantadas e observadas “in loco”, podemos dizer, que no teto os cabos e fios foram passados por eletrodutos e no piso foram passados por eletrocalhas. Então isto quer dizer que a equipe foi mais eficiente em passar cabos por eletrocalhas no piso do que por eletrodutos no teto que precisava do auxílio de escadas e também por colocação de menos cabos.

4.2.2.3 Quadro Elétrico

Assim como na obra A, os quadros elétricos de distribuição já se encontravam montados para atender a demanda de uso corporativo. Depois de análise nos diagramas unifilares existentes nos quadros das obras, identificou-se que na obra B havia necessidade de troca por completo do diagrama unifilar de três quadros de disjuntores.

Os três quadros de disjuntores da obra B foram todos refeitos e executados com as seguintes tarefas: Início com o funcionário retirando os disjuntores e a estrutura em perfis metálicos onde eles estavam fixados, mas mantendo as caixas metálicas e proteções de madeira.

Os novos disjuntores vieram montados em perfis metálicos e a obra optou por comprar a estrutura com os disjuntores já fixados. E antes de instalar os disjuntores, os fios eram organizados do lado que ficasse mais próximo ao ponto de conexão com os elementos do quadro.

A próxima tarefa era de cortar os fios no comprimento adequado para sua conexão, bem como colocar as anilhas com a numeração para identificar a qual circuito pertencia.

Em seguida fixava-se o terminal tubular na extremidade do fio. Os terminais tubulares dos fios fases eram conectados aos disjuntores. Já os terminais dos fios neutros e terra eram conectadas às respectivas barras.

Após a realização de todas as conexões, o funcionário colocava a tampa do quadro, que era fixada com parafusos e identificada através de etiquetas coladas relativas a todos os circuitos que são abastecidos pelo quadro elétrico. A seguir, na Figura 59, exemplos dos quadros instalados e identificados.

Figura 59 - Quadros de distribuição da obra B.



A equipe utilizada na obra B para este serviço foi de um oficial por quadro.

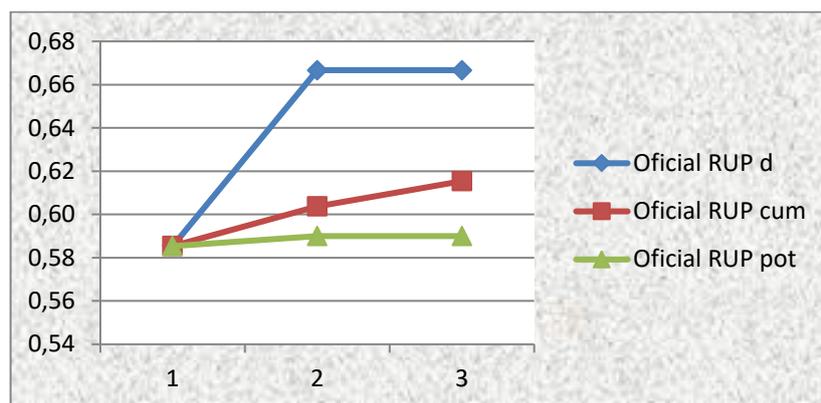
Na atividade de montagem de quadros elétricos, a unidade utilizada para mensurar a RUP foi unidade de disjuntores montados por andar.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial das equipes de execução da obra B estão apresentados na Tabela 13 e Figura 60.

Tabela 13 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (unid. Disjuntor)	QS (unid. Disjuntor) cum	Oficial		
							RUP d	RUP cum	RUP pot
11/09/2021	8	3	24	24	41	41	0,59	0,59	0,59
12/09/2021	8	1	8	32	12	53	0,67	0,60	
13/09/2021	8	1	8	40	12	65	0,67	0,62	

Figura 60 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.



Na montagem dos quadros de disjuntores, três oficiais trabalharam no primeiro dia e conseguiram concluir dois quadros, já nos dias seguintes, só um electricista continuou na atividade para concluir o que faltava. Os outros dois oficiais foram deslocados para outros serviços.

4.2.2.4 Interruptores e Tomadas

Assim como na obra A, o serviço de instalação de interruptores e tomadas na obra B abrange conectar as teclas de interruptores e os miolos de tomadas com a fiação, fixando-os no suporte e este na caixinha.

A atividade de instalação de interruptores e tomadas era executada em equipes de dois a três funcionários. Porém, dificilmente eles trabalhavam em conjunto nos mesmos cômodos. Cada um desenvolvia sua atividade independentemente do outro e interagiam somente em caso de dúvidas.

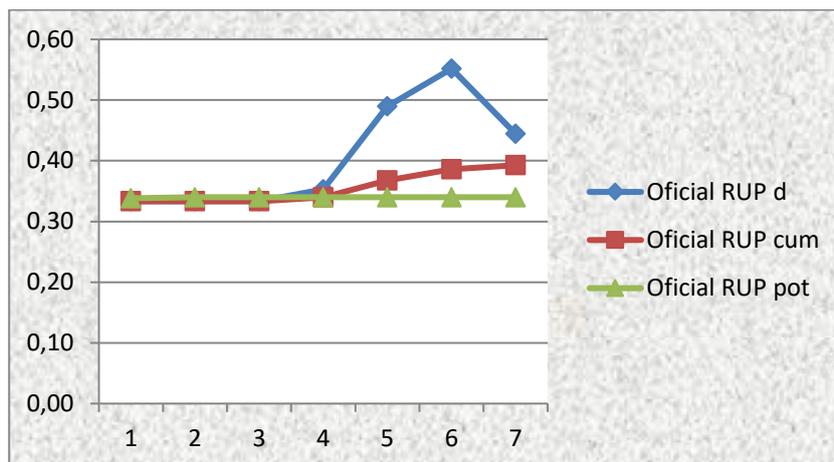
Na atividade de montagem de interruptores e tomadas, a unidade utilizada para mensurar a RUP foi unidade de interruptores e tomadas montadas no andar.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial das equipes de execução da obra B estão apresentados na Tabela 14 e Figura 61, a seguir.

Tabela 14 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	Jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (unid)	QS (unid) cum	Oficial		
							RUP d	RUP cum	RUP pot
14/09/2021	8	2	16	16	48	48	0,33	0,33	0,34
15/09/2021	8	2	16	32	48	96	0,33	0,33	
16/09/2021	8	2	16	48	48	144	0,33	0,33	
17/09/2021	8	3	24	72	68	212	0,35	0,34	
18/09/2021	8	3	24	96	49	261	0,49	0,37	
20/09/2021	8	2	16	112	29	290	0,55	0,39	
21/09/2021	8	2	16	128	36	326	0,44	0,39	

Figura 61 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.



Na Obra B, a situação foi similar ao da obra A. Os melhores índices de produtividade da equipe de electricista ocorreram quando, montava-se e posicionava-se os módulos nas caixas de conectividade das mesas de estações de trabalho. Já os piores índices de produtividade da equipe aconteceram quando se montava os módulos e tomadas na parede. A seguir, nas Figuras 62, 63 e 64, exemplos de caixas de tomadas e módulos instaladas em mesas de estações de trabalho e nas paredes.

Figura 62 - Caixa de pontos de tomadas em mesa.



Figura 63 - Instalação de tomadas na parede.



Figura 64 - Instalação de Interruptores.



4.2.2.5 Luminárias

O serviço de instalação de luminária é basicamente a conexão da fiação da luminária ao plug macho e, posteriormente, a tomada de iluminação ou a conexão da fiação diretamente no rabicho de iluminação. E as luminárias instaladas na obra B foram de vários modelos, como as de embutir, sobrepôr, pendentes, plafon e de perfis led. Conforme Figuras a seguir.

Figura 65 - Luminárias de perfis led.

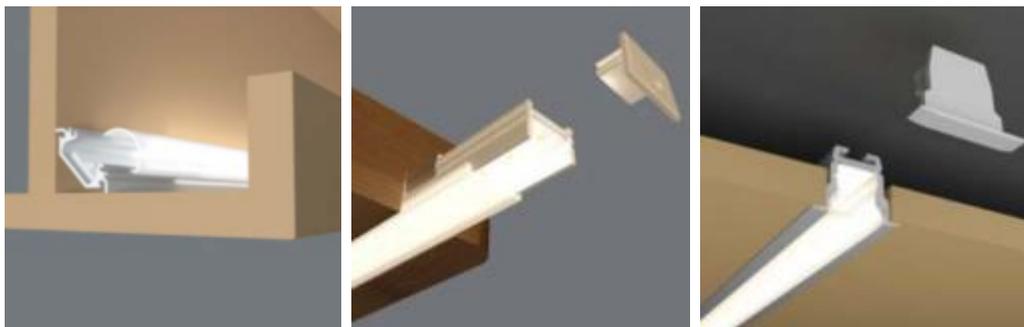


Figura 66 - Luminária Plafon.

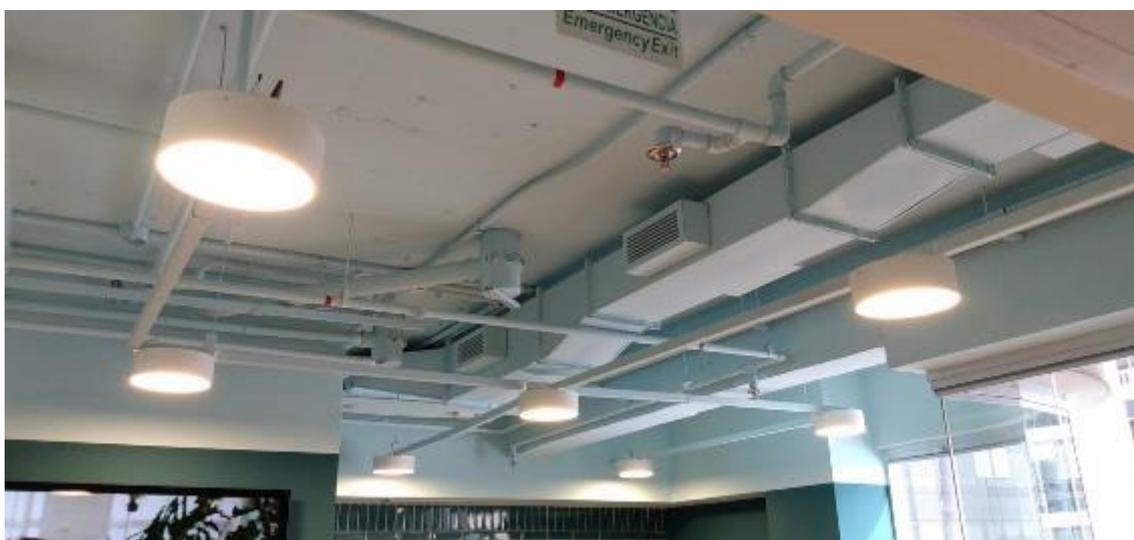


Figura 67 - Luminária Led com lona tensionada.

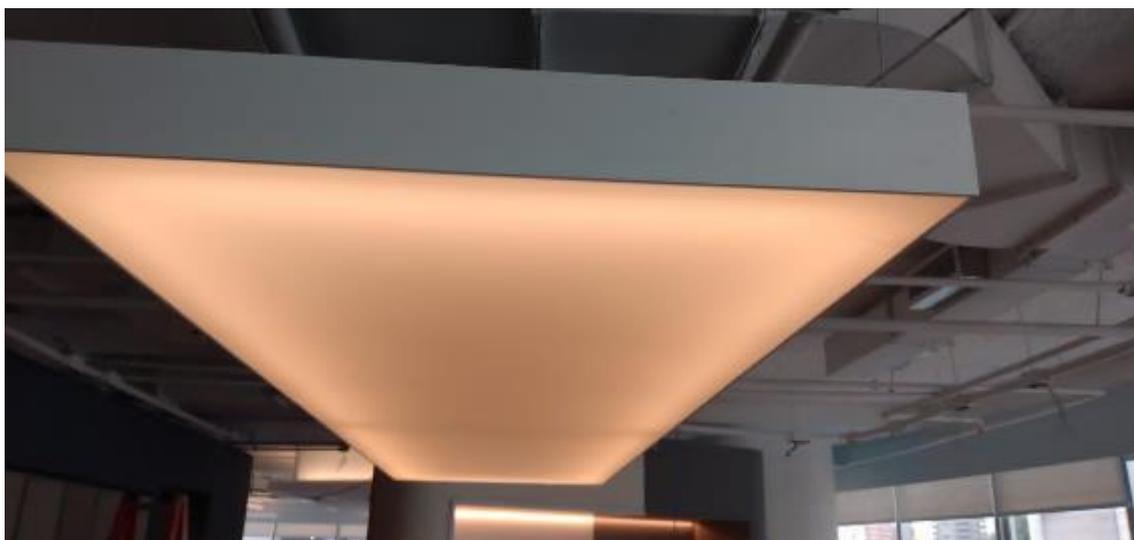


Figura 68 - Luminárias Pendentes.



Figura 69 - Luminária Pendente.



Na obra B, a iluminação do pavimento foi trocada 100%, diferente da obra A, que manteve toda a iluminação existente na área de Staff e só acrescentou luminárias novas nos ambientes de depósitos, banheiros e salas de reuniões. Em virtude disto, a quantidade de serviço foi maior no pavimento da obra B.

As atividades de instalação de luminárias executaram-se de forma similar nas duas obras, então, o passo a passo das atividades descritos na obra A foram os mesmos executados na obra B.

A atividade de instalação de luminária foi executada em equipes de dois a três funcionários. Porém, dificilmente eles trabalhavam em conjunto nos mesmos cômodos. Cada um desenvolvia sua atividade independentemente do outro e interagiam somente em caso de dúvidas.

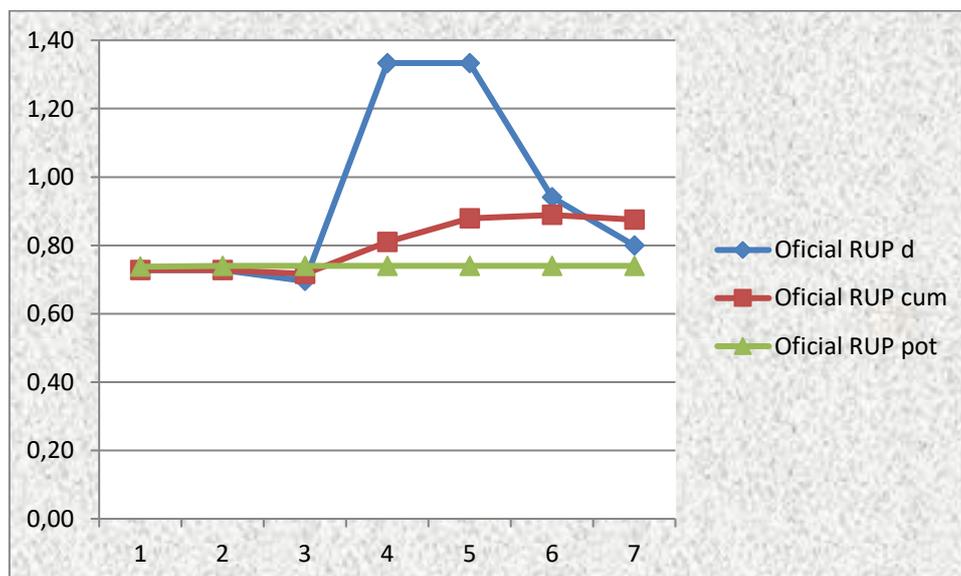
Na atividade de montagem de luminárias a unidade utilizada para mensurar a RUP foi unidade de luminárias montadas por andar.

Os dados coletados em campo e as RUPs diária, cumulativa e potencial da equipe de execução da obra B estão apresentados na Tabela 15 e Figura 70. A seguir.

Tabela 15 - Informações da obra B: Homens Hora, Quantidades do Serviço, RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial.

Data	jornada	oficiais	Hh of	Hh of cum	QS (UN)	QS (UN) cum	Oficial		
							RUP d	RUP cum	RUP pot
23/09/2021	8	2	16	16	22	22	0,73	0,73	0,74
24/09/2021	8	2	16	32	22	44	0,73	0,73	
25/09/2021	8	2	16	48	23	67	0,70	0,72	
27/09/2021	8	2	16	64	12	79	1,33	0,81	
28/09/2021	8	2	16	80	12	91	1,33	0,88	
29/09/2021	8	2	16	96	17	108	0,94	0,89	
30/09/2021	8	2	16	112	20	128	0,80	0,88	

Figura 70 - Gráfico das RUP diária, RUP cumulativa e RUP potencial da Obra B.



4.3 Análise dos Dados

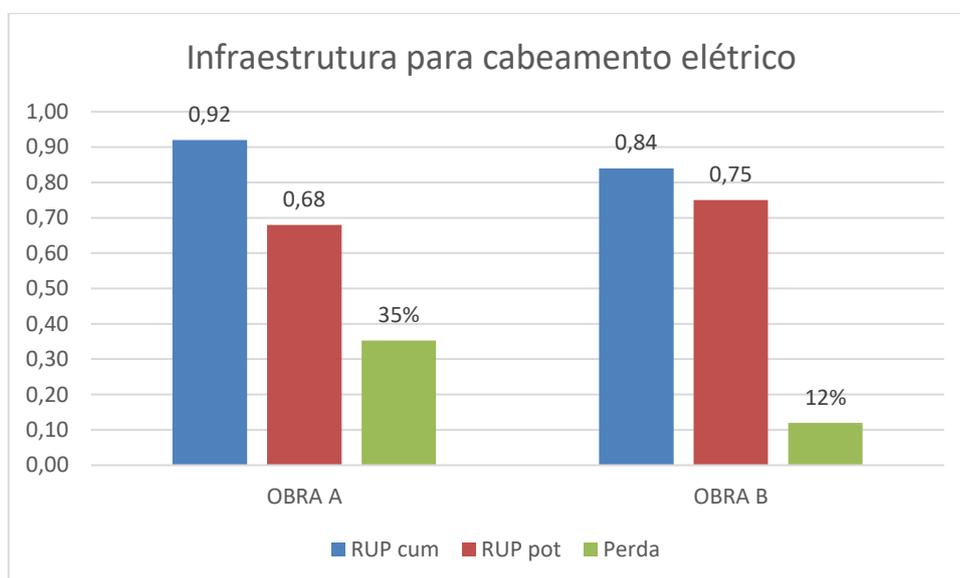
Nesta parte do trabalho apresentam-se diversas análises referentes à RUP em termos da abrangência da mão de obra e do período de tempo a que se referem. Tecem-se comparações entre os dados das obras estudadas e aos fatores que influenciaram a produtividade da mão de obra.

Os serviços do sistema predial elétrico realizados nas obras estudadas foram todos realizados exclusivamente por eletricitas. Somente na obra A, em uns poucos dias, a mão de obra de servente trabalhou junto com os eletricitas. Os dados dessa mão de obra de ajudante foram coletados, processados e estão apresentados no trabalho.

No que diz respeito ao período de tempo a que se referem as RUP, apesar de demandar mais esforço para coletar dados, optou-se por computar Homens hora e quantidade de serviço de forma diária. Isto permitiu que o autor observador ficasse mais envolvido com a produtividade da mão de obra e, também, ter mais sensibilidade quanto ao efeito dos vários fatores que influenciaram a produtividade.

As RUPcum e RUPpot foram processadas e apresentadas anteriormente. No entanto, com o intuito de evidenciar os níveis finais alcançados dentro das condições vigentes e o valor desafiador de cada obra, a seguir, são apresentados gráficos comparando entre as duas obras as RUPcum, RUPpot e as perdas percentuais de produtividade da mão de obra.

Figura 71 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de Infraestrutura para cabeamento elétrico entre as duas obras.

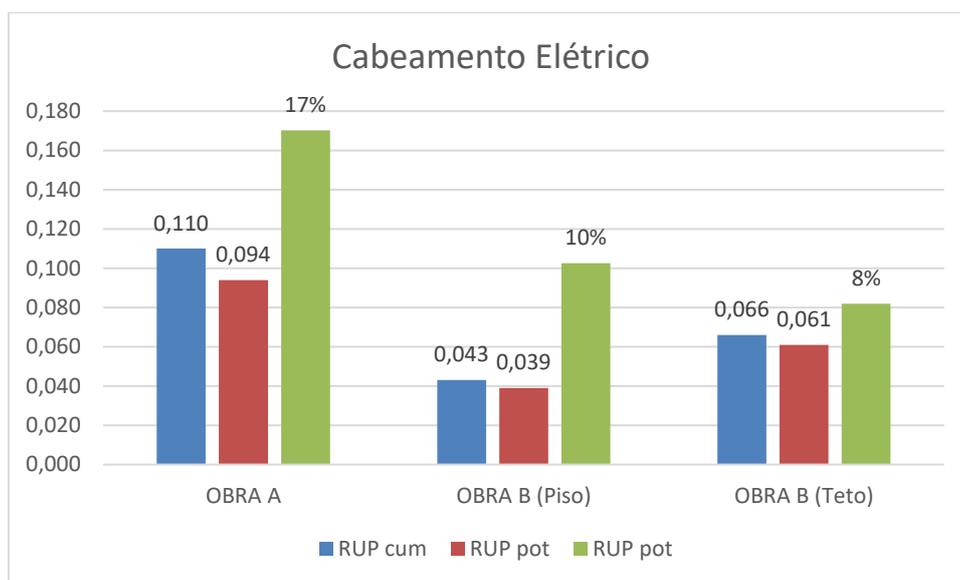


A quantidade de serviço de infraestrutura elétrica em paredes de drywall maior na obra A explica o melhor resultado da RUP potencial, porém a quantidade de serviço de infraestrutura elétrica em paredes de alvenaria maior também na obra A, explica o resultado pior da RUP cumulativa. Conforme visto anteriormente, a execução de infraestrutura em paredes de drywall consome menos homem hora do que execução de infraestrutura em parede de alvenaria, por não precisar executar as tarefas de demolição de parede antes da colocação do eletroduto e revestimento em argamassa após a colocação dos eletrodutos e caixas de derivação.

O fator de contexto que influenciou na variabilidade da produtividade da mão de obra entre as obras está relacionado à maneira de execução da Infraestrutura no forro, que na obra A foi executada com eletroduto flexível, lançamento e fixação de forma simples na estrutura do forro e sem necessidade de fixar na laje. Já na obra B, a infraestrutura do teto foi executada com eletroduto rígido e caixas de derivação em aço galvanizado, fixadas na laje e ficavam aparente.

No que diz respeito a fatores de conteúdo, na obra B, foram executadas infraestrutura de piso, parede e do teto que foi toda trocada em virtude do não reaproveitamento da iluminação existente.

Figura 72 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de cabeamento elétrico entre as duas obras.

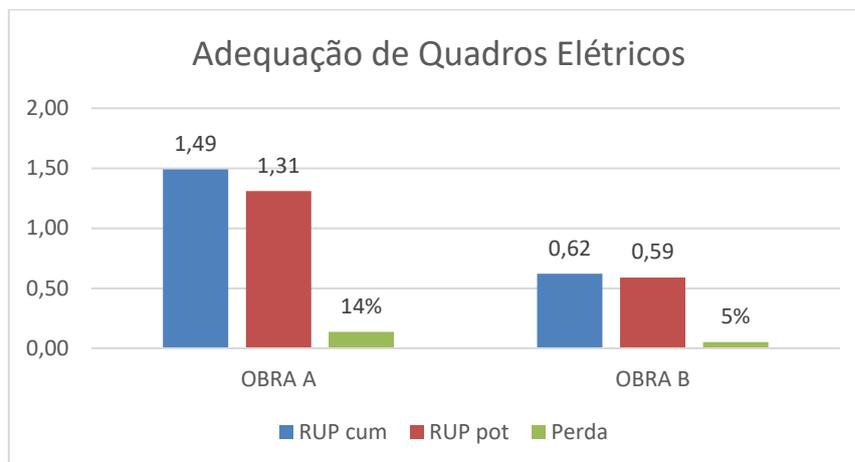


O responsável principal pela variabilidade da produtividade da mão de obra no serviço de cabeamento elétrico foi o fator conteúdo. Na obra A, em três pavimentos foram passadas as mesmas quantidades de cabos; porém, nos outros dois pavimentos da obra A e no pavimento da obra B, as quantidades de cabos passados foram diferentes. Consequentemente, os índices de produtividade apresentaram variabilidade.

No gráfico acima pode-se observar, também, que os dados de produtividade da obra B foram coletados separadamente de passagem de cabos no piso e no teto. Coletando desta forma, foi possível observar que as RUPs foram melhores no cabeamento elétrico do piso e que o fator de contexto foi responsável pela variabilidade da produtividade. O método executivo do cabeamento no piso, além de área maior para trabalhar, tem área para passagem de cabos maior também, possibilitando a instalação de uma quantidade bem maior de cabo de uma só vez no piso do que a passagem de menos cabos por mais vezes pelos eletrodutos nas paredes e teto.

Outro dado relevante no gráfico é o de perda da mão de obra que estão próximos na obra A e na obra B. Esta informação reforça que a execução de cabeamento elétrico no piso tem maior contribuição no resultado da produtividade da mão de obra.

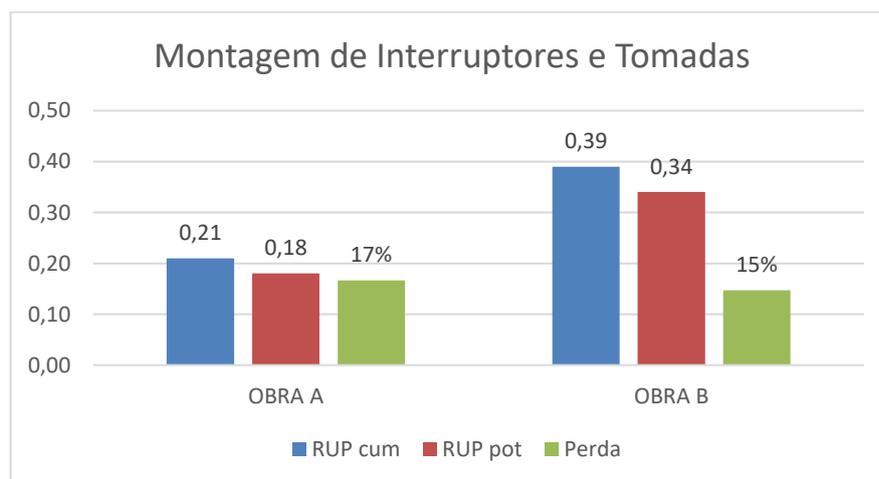
Figura 73 -Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de quadro elétrico entre as duas obras.



A variabilidade dos índices de produtividade das obras A e B é resultado de fator de conteúdo e contexto. No que diz respeito ao fator de conteúdo, a quantidade de quadros de disjuntores nos andares da obra A eram 2 e na obra B eram 3. Além disso, na obra B os quadros de disjuntores foram substituídos por um novo e não a troca somente de alguns disjuntores como na obra A. Os eletricitas na obra B tiveram tarefas de conectar os cabos em seus respectivos disjuntores. Já na obra A, os eletricitas, antes de conectar os cabos em seus respectivos disjuntores, precisavam remover o existente e substituir por o novo disjuntor individualmente. Estas tarefas a mais contribuíram para a variabilidade da produtividade.

Em relação ao fator de contexto, um eletricitista executava a adequação nos quadros da obra A e três eletricitistas executaram a adequação nos quadros elétricos da obra B.

Figura 74 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de interruptores e tomadas entre as duas obras.

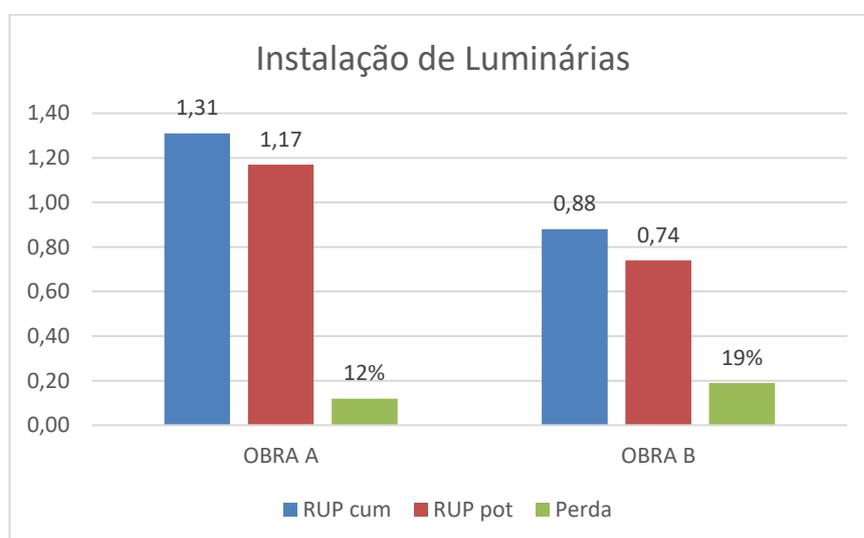


O resultado “RUPcum” e o valor desafiador “RUPpot” da obra A estão menores que os da obra B. Quanto a este resultado, pode-se considerar que o fator aprendizado contribuiu para que a equipe da obra fosse mais eficiente. A obra B era composta apenas pela execução do sistema elétrico de um pavimento, enquanto, na obra A, teve-se a execução de cinco pavimentos, dos quais três pavimentos tinham a mesma quantidade de serviço a ser executada.

O fator conteúdo contribuiu também para a diferença entre os resultados das duas obras. A quantidade de tomadas instaladas nas caixas de conectividade das mesas de estações de trabalho na obra B foram de 200 unidades e, na obra A, foram 966 unidades. Conforme informado anteriormente, os melhores índices de produtividade da equipe de eletricitas ocorreram quando montavam os módulos e posicionavam nas caixas de conectividade das mesas de estações de trabalho. Já os piores índices de produtividade da equipe aconteceram quando montaram na parede os módulos e tomadas.

Como na obra A o número de tomadas instaladas nas caixas de conectividade das mesas de estações de trabalho foi maior, os índices de produtividade foram proporcionalmente maiores.

Figura 75 - Gráfico Comparativo dos dados das RUPCum e RUPpot de luminárias entre as duas obras.



Na obra B, a iluminação do pavimento não reaproveitou nada das luminárias existentes e instalou-se tudo novo. Já na obra A, somente parte da iluminação foi de instalação de novas luminárias e cerca de 80% das luminárias existentes foram reaproveitadas com a devida manutenção, como troca somente de peças danificadas ou as com estado precário.

Este fator de conteúdo contribuiu para a variabilidade da produtividade. Tanto no que diz respeito à quantidade de serviço de instalação de luminárias, que na obra B ficou maior, quanto no que se refere à quantidade de luminárias para fazer a manutenção, que na obra A ficou maior.

No gráfico da Figura 75 observa-se que a obra A está com o pior resultado devido à adoção da estratégia de fazer a manutenção de luminárias ao invés de instalar novas, o fez com que o consumo de homens hora trabalhados de mão de obra de eletricitas, fosse maior que o consumo da obra B.

A seguir, nas Tabelas 16 e 17, apresentam-se os dados da RUP potencial e da RUP cumulativa, por obra, dos serviços executados no sistema predial elétrico.

Esses dados, embora baseados em apenas 2 obras, são coerentes entre si e permitem que as empresas em estudo e outras empresas fazendo serviços similares possam utilizá-los como referência para tomadas de decisão relacionadas a gestão da mão de obra.

No caso de uma obra em edifícios corporativos onde, parte dos itens existentes do sistema predial elétrico será aproveitado, recomenda-se utilizar os dados da obra A para tomadas de decisão relacionadas a gestão da mão de obra. Mas caso a obra tenha que trocar, por novo, todos os itens do sistema predial elétrico, recomenda-se utilizar os dados da obra B para tomada de decisão.

Tabela 16 – RUPpot e RUPcum. Por serviço. Obra A.

OBRA A		OFICIAL	
SERVIÇOS	UNID.	RUP _{pot}	RUP _{cum}
INFRAESTRUTURA PARA CABEAMENTO ELÉTRICO	Hh/m	0,68	0,92
CABEAMENTO ELÉTRICO	Hh/m	0,094	0,11
ADEQUAÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS	Hh/un	1,31	1,49
MONTAGEM DE INTERRUPTORES E TOMADAS	Hh/un	0,18	0,21
INSTALAÇÃO DE LUMINÁRIAS	Hh/un	1,17	1,31

Tabela 17 – RUPpot e RUPcum. Por serviço. Obra B.

OBRA B		OFICIAL	
SERVIÇOS	UNID.	RUP _{pot}	RUP _{cum}
INFRAESTRUTURA PARA CABEAMENTO ELÉTRICO	Hh/m	0,75	0,84
CABEAMENTO ELÉTRICO (PISO)	Hh/m	0,039	0,043
CABEAMENTO ELÉTRICO (TETO)	Hh/m	0,061	0,066
ADEQUAÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS	Hh/un	0,59	0,62
MONTAGEM DE INTERRUPTORES E TOMADAS	Hh/un	0,34	0,39
INSTALAÇÃO DE LUMINÁRIAS	Hh/un	0,74	0,88

No que diz respeito a projetos, discutem-se, a seguir, duas situações observadas nas obras do estudo de caso que, se melhoradas e sendo bem informadas antes de o serviço iniciar, podem contribuir para resultados melhores de produtividade da mão de obra.

Nos projetos de sistema predial elétrico da obra A, as especificações e detalhes da infraestrutura elétrica do teto estavam informadas, mas as informações de peças estruturais existentes no local não estavam informadas em nem um dos projetos fornecidos para obra. Como o forro existente, em placa mineral com estrutura de aço galvanizada, não foi substituído, a distância entre a laje e o forro se manteve, e quando iniciada a execução da infraestrutura elétrica do teto, observou-se que diversos trechos de infraestrutura não poderiam ser executados conforme o projeto porque vigas estruturais não permitiam a passagem pelo local indicado em projeto.

Na obra B, os projetos dos sistemas prediais não estavam compatibilizados. Diversos trechos de infraestrutura de elétrica precisaram ser removidos e instalados em outra posição para que não coincidisse com infraestruturas de sistemas de incêndio, exaustão e ar-condicionado. A sobreposição de infraestruturas compromete, na cota do forro de gesso instalado, em alguns locais do pavimento.

Projetos de obras corporativos compatibilizados e com o máximo de informação possível do local existente, podem contribuir para um resultado melhor da produtividade da mão de obra

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os serviços de construção civil em obras de edifícios corporativos não são repetitivos como em outros tipos de obras, mas isto não impediu o alcance do objetivo do trabalho, que era entender como a produtividade da mão-de-obra na execução de sistemas prediais elétricos se comporta em edificações de escritórios corporativos.

Com o intuito de analisar de uma forma mais detalhada a variabilidade da produtividade da mão de obra neste tipo de obra, que tende a ser maior devido à menor repetitividade dos serviços, o autor coletou, processou e apresentou os dados da produtividade de forma diária e foi possível estudar e entender vários fatores potencialmente responsáveis pela variabilidade da produtividade da mão de obra.

E, com esse tipo de informação, o autor espera ter contribuído com conhecimentos que possam permitir aos gestores terem maior precisão na contratação dos serviços, no processo de orçamentação, no dimensionamento das equipes de execução dentre outros.

Importante ressaltar, que cada empresa deveria apropriar seus indicadores de forma contínua, em um maior número de obras e variedade de tarefas. Para melhorar a gestão de seus serviços.

Em relação a futuros trabalhos, apesar de a execução de sistemas prediais ser predominantemente de responsabilidade de terceiros, situação onde as empresas construtoras transferem a suas contratadas toda a responsabilidade de execução, contratação de mão de obra e encargos trabalhistas, as informações geradas podem ser muito úteis para tais empresas subcontratadas mas também para a contratante, seja pela melhor capacitação para a gestão da produção, pela definição de metas factíveis e para o controle dos serviços.

O autor considera importante que mais trabalhos de pesquisas sejam realizados nesta área, para que se aumente o banco de dados de produtividade nestes serviços e se contribua para com a cultura dos gestores de tomarem decisões com base em dados oriundos de levantamentos suportados por um método e não em dados advindos apenas da experiência não organizada formalmente de um determinado profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIXA – Caixa Econômica Federal. **SINAPI – Índices da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi>> Acesso em: 15 mai. 2020.

CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais. **Manual de instalações elétricas residenciais**. Belo Horizonte, 2003.

CORSINI, T.A. **Produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos e de comunicação**. São Carlos. 2016. 101p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

GONÇALVES, O.M. **Sistemas prediais: avanços conceituais e tecnológicos**. Técnica, Editora PINI, n12, p.30-34. Set./Out., 1994.

_____. NBR 5410:2004. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 60439-3:2004. **Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. Parte 3: Requisitos particulares para montagem de acessórios de baixa tensão destinados a instalação em locais acessíveis a pessoas não qualificadas durante sua utilização – Quadros de distribuição**. Rio de Janeiro, 2004.

OROZCO, D. W. F. J. **Produtividade na execução de instalações elétricas**. São Paulo. 2018. 153p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Prysmian Cables & Systems. **Instalações elétricas residenciais**. Santo André, 2006.

RIVEROS, V.A.O. **Desenvolvimento e utilização de um método simplificado de coleta de dados para entender a variação da produtividade na execução de estruturas de concreto armado**. São Paulo. 2016. 133p. Monografia (Especialização) – Universidade de São Paulo.

Scheller, F.; Benedicto, T. **Mercado de escritórios vive onda de devoluções**. Carreiras & Empregos. Estadão. São Paulo. Disponível em <https://www.estadao.com.br/infográficos/economia,mercado-de-escritorios-vive-onda-de-devolucoes,1152477>. Acesso em 17 fev. 2021.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Instalações elétricas de baixa tensão: Prática SENAI**. São Paulo: SENAI Editora, 2019. 128p.

SOUZA, U.E.L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

SOUZA, U.E.L. **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. São Paulo. 2001. 357p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado.** São Paulo. 1996. 280p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U.E.L; MORASCO, F.G; RIBEIRO, G.N.B. **Manual Básico de indicadores de produtividade na construção civil.** Brasília, DF. CBIC, 2017. 92p: il.

TCPO, **Tabela de composição de preços para orçamentos.** 13ª ed., São Paulo: Editora Pini, 2010

Yazigi, W. **A técnica de edificar.** São Paulo. 7ª ed. Pini, 2006.