

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CAMPUS SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL



**PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE SISTEMAS
PREDIAIS ELÉTRICOS E DE COMUNICAÇÃO**

THOMAZ DE ASSUMPCÃO CORSINI

SÃO CARLOS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CAMPUS SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

**PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE SISTEMAS
PREDIAIS ELÉTRICOS E DE COMUNICAÇÃO**

THOMAZ DE ASSUMPCÃO CORSINI

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Estruturas e Construção Civil.

Área de Concentração: Sistemas Construtivos

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Paliari

São Carlos

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C826p Corsini, Thomaz de Assumpção
Produtividade da mão de obra na execução de
sistemas prediais elétricos e de comunicação /
Thomaz de Assumpção Corsini. -- São Carlos : UFSCar,
2016.
101 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de
São Carlos, 2016.

1. Produtividade da mão de obra. 2. Composição dos
serviços. 3. Sistema predial elétrico e de
comunicação. I. Título.

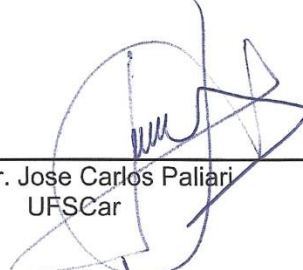


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS


Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Thomaz de Assumpção Corsini, realizada em 24/08/2016:



Prof. Dr. Jose Carlos Paliari
UFSCar



Prof. Dr. Douglas Barreto
UFSCar



P/ Profa. Dra. Artemária Coelho de Andrade
UESPI

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que me sustentou e guiou, permitindo a realização desse trabalho.

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

Agradeço a todos os envolvidos, a cada responsável e funcionários das obras cujos dados foram coletados, aos colegas e amigos do PPGE Civ, que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

Agradeço também à Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra, ao prof. Dr. Douglas Barreto e à Profa. Dra. Artemária Coêlho de Andrade por terem gentilmente aceitado participar do Exame de Qualificação e Defesa dessa dissertação.

E, de forma especial, agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Carlos Paliari, por seus ensinamentos, por seus estímulos e paciência, me auxiliando e orientando durante a construção dessa nova etapa profissional.

RESUMO

Os indicadores de produtividade da mão de obra (PMO) são importantes por vários aspectos, entre os quais podem ser citados: a composição mais precisa dos orçamentos; o estabelecimento de metas de produção; e o correto dimensionamento das equipes de execução. Vários trabalhos foram realizados no sentido de quantificar a produtividade da mão de obra em diversos serviços de construção, e neste contexto, observa-se uma carência de trabalhos voltados para a execução dos sistemas prediais, em particular, os relacionados aos sistemas de eletricidade e de comunicação. Este trabalho tem por objetivo analisar a produtividade da mão de obra na execução destes sistemas tendo como base o Modelo dos Fatores. Para tanto, foram realizadas medições em cinco obras de edifícios residenciais multifamiliares e de múltiplos pavimentos, em três tarefas diferentes: a infraestrutura elétrica nas paredes; a infraestrutura elétrica nas lajes; e a enfição elétrica. Concomitantemente, foram apontados fatores de contexto e conteúdo potencialmente influenciadores da produtividade da mão de obra. Entre as tarefas analisadas, a que apresentou melhor produtividade foi a de enfição elétrica na Obra D (RUP Cumulativa = 0,019 Hh/m); enquanto que o pior valor (RUP cumulativa = 0,080 Hh/m) foi detectado na tarefa relacionada à infraestrutura elétrica nas lajes da Obra B. Dentre os fatores influenciadores levantados, há indícios que o tipo de mão de obra contratada se mostrou influente na PMO, sendo que nos casos em que a mão de obra foi subcontratada, os valores de PMO foram melhores. Os resultados de PMO obtidos estão muito melhores do que os apresentados em manuais de referência, indicando a necessidade de aprofundamento de trabalhos semelhantes e com maior número de casos analisados.

Palavras-chave: Produtividade da mão de obra. Composição dos serviços. Sistema Predial Elétrico e de Comunicação.

ABSTRACT

Labor productivity indicators are important for several reasons, among which can be cited: a more accurate composition of budgets; the establishment of production goals; and to determine the correct work team size. Several works have quantified labor productivity of construction services, and in this context, there is a noticeable lack of works that deal with building systems execution, particularly, the ones related to power and communication systems. This work has the objective of analyzing labor productivity in the execution of those systems and is based in the Factor Model. To accomplish that, three different tasks in five multistory buildings were measured: electrical infrastructure in wall; electrical infrastructure in concrete slab; and electrical wiring. At the same time, some context and content factors that are likely to influence labor productivity were pointed out. Among the analyzed tasks, the one that presented the best productivity was the electrical wiring on site D (Cumulative productivity = 0.019 Wh/m), while the worst value (Cumulative productivity = 0.080 Wh/m) was detected in electrical infrastructure in concrete slab on Site B. Among the influencing factors identified, there are indications that the type of contract firming with workers influenced labor productivity, with better results where the workers were subcontracted. The labor productivity results obtained are much better than those presented in reference manuals, indicating the necessity of additional works with the analysis of a larger number of cases.

Keywords: Labor productivity. Task composition. Electrical and Communication Building Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação trimestral do PIB em relação ao mesmo período do ano anterior	12
Figura 2 - Percentual da construção civil no PIB	12
Figura 3 - Diferentes abrangências da produtividade.....	19
Figura 4 - Gráfico de produtividade.....	23
Figura 5 - Distribuição das atividades ao longo do dia	28
Figura 6 - Produtividade estratificada em vários dias de trabalho	28
Figura 7 - Subdivisão das atividades em níveis	29
Figura 8 - PMO Cumulativa em relação à categoria de ocupação (%): nível ID1	30
Figura 9 – Itens contemplados no SINAPI para a colocação de suportes e espelhos.....	46
Figura 10 – Instalação de módulos contemplados no SINAPI.....	47
Figura 11 - Fluxograma de atividades.....	50
Figura 12 - Visão analítica da execução do serviço de SPEC	51
Figura 13 - Sequência de colocação de caixa de PVC e eletroduto na parede	53
Figura 14 - Montagem da infraestrutura elétrica nas lajes	54
Figura 15 - Sequência da tarefa de Enfição Elétrica	56
Figura 16 - Sequência de montagem de um interruptor	57
Figura 17 - Mapeamento dos ambientes.....	63
Figura 18 - Planilha de coleta de dados – IEP e EE	64
Figura 19 - Planilha de coleta de dados - IEL	65
Figura 20 - Planilha de coleta de dados - SM.....	65
Figura 21 - Planilha de levantamento de dados - IEP e IEL	67
Figura 22 - Planilha de levantamento de dados - EE	67
Figura 23 - Planilha de levantamento de dados - SM.....	67
Figura 24 - Planilha de processamento de dados	68
Figura 25 - Vista da Obra A	71
Figura 26 - Vista da Obra B	72
Figura 27 - Vista da Obra C	73
Figura 28 - Vista da Obra D	74
Figura 29 - Vista da Obra E	75
Figura 30 - Gráfico de produtividade - IEL na Obra B	79
Figura 31 - Gráfico de produtividade – IEL na Obra C	81
Figura 32 - Gráfico de produtividade - EE na Obra A	85
Figura 33 - Gráfico de produtividade – EE na Obra D	87
Figura 34 - Faixa de valor da RUP Cumulativa nas tarefas de IEP e IEL	88
Figura 35- Faixa de valor da RUP Potencial nas tarefas de IEP e IEL	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores de produtividade	21
Quadro 2 - Características das instalações elétricas pela NBR 5410	33
Quadro 3 - Consumo de mão de obra para colocação de eletroduto na parede – TCPO	35
Quadro 4 - Consumo de mão de obra para colocação de caixa de PVC na parede – TCPO.....	36
Quadro 5 - Consumo de mão de obra para colocação de eletroduto na parede - SINAPI	37
Quadro 6 – Variação do consumo de mão de obra para colocação de caixa de PVC na parede - SINAPI	37
Quadro 7 - Consumo de mão de obra para colocação de caixa de PVC na parede - SINAPI.....	38
Quadro 8 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – IEP	38
Quadro 9 - Consumo de mão de obra para a colocação de eletrodutos na laje - TCPO.....	39
Quadro 10 - Consumo de mão de obra para colocação de caixas de PVC na laje - TCPO.....	39
Quadro 11 - Consumo de mão de obra para a colocação de eletrodutos por baixo da laje - SINAPI...	40
Quadro 12 - Consumo de mão de obra para a colocação de eletrodutos na laje - SINAPI	40
Quadro 13 - Consumo de mão de obra para a colocação de caixas de PVC na laje - SINAPI	41
Quadro 14 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – IEL	41
Quadro 15 - Consumo de mão de obra para enfição elétrica - TCPO	42
Quadro 16 - Consumo de mão de obra para enfição elétrica - SINAPI	42
Quadro 17 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – EE	43
Quadro 18 - Consumo de mão de obra para a colocação de interruptores - TCPO.....	44
Quadro 19 - Consumo de mão de obra para a colocação de tomadas - TCPO.....	45
Quadro 20 - Consumo de mão de obra para a colocação de interruptores e tomadas - TCPO	45
Quadro 21 - Consumo de mão de obra para a colocação de placas (espelhos) - TCPO.....	46
Quadro 22 - Consumo de mão de obra para a colocação de suportes e espelhos - SINAPI	47
Quadro 23 - Consumo de mão de obra para a colocação de módulos - SINAPI.....	48
Quadro 24 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – MS	49
Quadro 25 - Fatores de conteúdo	58
Quadro 26 - Fatores de contexto	58
Quadro 27 - Possíveis fatores influenciadores em cada tarefa analisada	59
Quadro 28 – Siglas dos ambientes	62
Quadro 29 - Modalidades de RUP utilizadas em cada tarefa.....	66
Quadro 30 - Resumo das obras analisadas	70
Quadro 31 - Características gerais das obras.....	76
Quadro 32 - Possíveis fatores influenciadores das obras	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação da produtividade obtida na TCPO (2000) e na obra	21
Tabela 2 - Quantidade de serviço e Homens-hora - IEP na Obra C.....	77
Tabela 3 - RUP Diária, Cumulativa e Potencial – IEP na Obra C	77
Tabela 4 - Quantidade de serviço e Homens-hora - IEL na Obra B.....	78
Tabela 5 - RUP Cíclica, Cumulativa e Potencial – IEL na Obra B.....	79
Tabela 6 - Quantidade de serviço e Homens-hora - IEL na Obra C.....	80
Tabela 7 - RUP Cíclica, Cumulativa e Potencial – IEL na Obra C.....	80
Tabela 8 - Quantidade de serviço e Homens-hora – IEL na Obra E.....	81
Tabela 9 - RUP Cíclica, Cumulativa e Potencial – IEL na Obra E.....	82
Tabela 10 - Quantidade de serviço e Homens-hora – EE na Obra A.....	82
Tabela 11 - RUP diária, Cumulativa e Potencial - EE na Obra A.....	83
Tabela 12 - Quantidade de serviço e Homens-hora – EE na Obra D.....	86
Tabela 13 - RUP Diária, Cumulativa e Potencial – EE na Obra D	86
Tabela 14 - Resumo dos valores de RUP e Δ RUP.....	88
Tabela 15 - Comparação entre RUP e fatores influenciadores - IEL	89
Tabela 16 - Comparação entre RUP e fatores influenciadores - EE	90
Tabela 17- Comparação entre a RUP obtida, a TCPO e o SINAPI - IEP	91
Tabela 18 - Cálculo da PMO equivalente na IEL - TCPO	92
Tabela 19 - Cálculo da PMO equivalente na IEL - SINAPI	92
Tabela 20 - Comparação entre a RUP obtida, a TCPO e o SINAPI - IEL.....	92
Tabela 21 - Comparação entre a RUP obtida, a TCPO e o SINAPI - EE	93

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BDI – Benefícios Diretos e Indiretos.

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

EAA – Estrutura Analítica de Atividades.

EE – Enfição Elétrica.

Hh – Homens x hora.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IEL – Infraestrutura Elétrica nas Lajes.

IEP – Infraestrutura Elétrica nas Paredes.

NBR – Norma Brasileira

PAIC – Pesquisa Anual da Indústria da Construção.

PIB – Produto Interno Bruto.

PMO – Produtividade da Mão de Obra.

PVC - Policloreto de Vinila

Qs – Quantidade de Serviço.

Qs Cum – Quantidade de Serviço Cumulativa.

RUP – Razão Unitária de Produção.

RUP Cum – Razão Unitária de Produção Cumulativa.

RUP Pot – Razão Unitária de Produção Potencial.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

SM – Suportes e Módulos.

SPEC – Sistemas Prediais Elétricos e de Comunicação.

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos.

SUMÁRIO

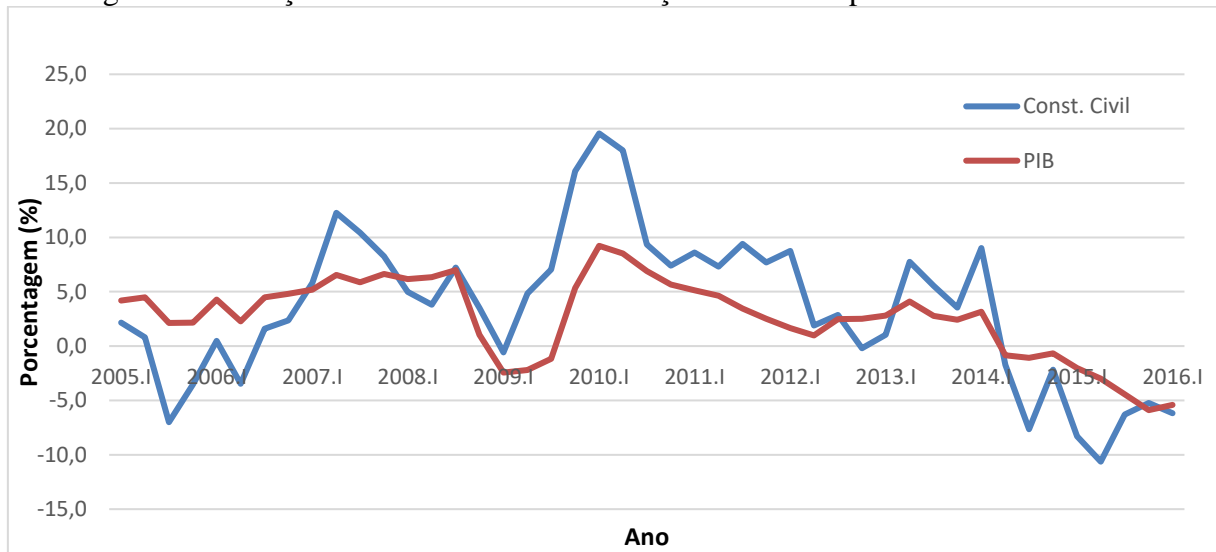
1	INTRODUÇÃO	12
1.1.	Justificativa	14
1.2.	Objetivos	16
1.3.	Delimitação da pesquisa	16
1.4.	Estrutura da dissertação	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1.	Produtividade da mão de obra	18
2.1.1.	Medindo a produtividade da mão de obra	18
2.1.2.	Pesquisas realizadas	20
2.1.3.	Modelos para medição da produtividade	22
2.1.4.	Modelo dos Fatores	22
2.1.5.	Padronização da coleta dos dados	24
2.1.6.	Estratificação da produtividade	25
2.1.6.1	Apresentação do Modelo de Estratificação	25
2.1.6.2	Exemplo de aplicação do Modelo de Estratificação	30
2.1.6.3	Vantagens e desvantagens do Modelo de Estratificação	31
2.2.	Sistemas Prediais Elétricos e de Comunicação	32
2.2.1.	Sistemas Prediais	32
2.2.2.	Normalização brasileira relacionada aos sistemas prediais elétricos	32
2.3.	Produtividade da mão de obra na TCPO e no SINAPI	34
2.3.1.	Infraestrutura elétrica nas paredes	34
2.3.2.	Infraestrutura elétrica nas lajes	38
2.3.3.	Enfição elétrica	41
2.3.4.	Suportes e módulos	43
2.4.	Considerações finais acerca do capítulo	49
3	MÉTODO DE PESQUISA	50
3.1.	Delineamento da pesquisa	50
3.1.1.	Revisão bibliográfica	50
3.1.2.	Visão analítica da execução do serviço de SPEC	51
3.1.2.1	Infraestrutura elétrica nas paredes	51
3.1.2.2	Infraestrutura elétrica nas lajes	53
3.1.2.3	Enfição elétrica	55
3.1.2.4	Suportes e módulos	56
3.1.3.	Fatores Influenciadores	57
3.1.3.1	Fatores de conteúdo	58
3.1.3.2	Fatores de contexto	58
3.1.4.	Método de coleta, processamento e análise	60
3.1.4.1	Padronização dos parâmetros para o cálculo da RUP	60

3.1.4.2	Caracterização do empreendimento.....	60
3.1.4.3	Caracterização do serviço	61
3.1.4.4	Mapeamento dos ambientes.....	62
3.1.4.5	Procedimento de coleta de dados.....	63
3.1.4.6	Processamento e análise dos dados.....	65
3.2.	Considerações finais acerca do capítulo	69
4	RESULTADOS E ANÁLISES	70
4.1.	Obras analisadas.....	70
4.1.1.	Obra A	70
4.1.2.	Obra B	71
4.1.3.	Obra C	72
4.1.4.	Obra D	74
4.1.5.	Obra E.....	74
4.1.6.	Resumo das características das obras	75
4.2.	Indicadores de PMO	77
4.2.1.	Infraestrutura elétrica nas paredes	77
4.2.1.1	Obra C.....	77
4.2.2.	Infraestrutura elétrica nas lajes.....	78
4.2.2.1	Obra B.....	78
4.2.2.2	Obra C.....	80
4.2.2.3	Obra E.....	81
4.2.3.	Enfição Elétrica	82
4.2.3.1	Obra A	82
4.2.3.2	Obra D	85
4.3.	Análise	87
4.3.1.	Entre tarefas e entre obras	87
4.3.2.	Análise dos fatores influenciadores.....	89
4.3.2.1	Infraestrutura Elétrica nas Lajes	89
4.3.2.2	Enfição Elétrica.....	90
4.3.3.	Comparação entre RUPs obtidas e as tabelas especializadas.....	91
4.3.3.1	Infraestrutura elétrica nas paredes	91
4.3.3.2	Infraestrutura elétrica na laje	91
4.3.3.3	Enfição elétrica	93
4.4.	Considerações finais acerca do capítulo	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
5.1.	Em relação aos objetivos propostos	95
5.2.	Em relação a futuros trabalhos	96
	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICES.....	100

1 INTRODUÇÃO

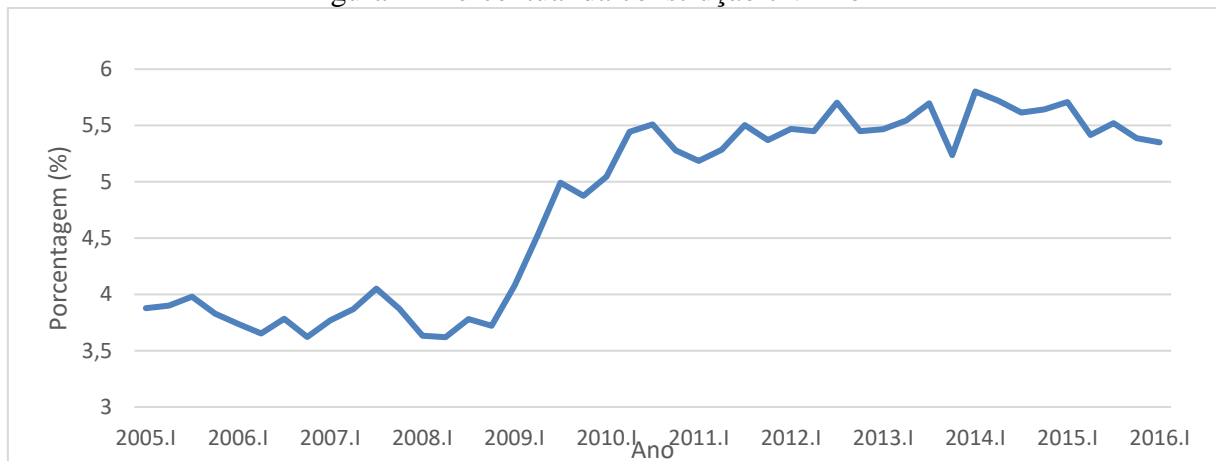
A construção civil representa uma grande parcela dos investimentos no Brasil, atingindo o índice de 5,35% no resultado do PIB (Produto Interno Bruto) no primeiro trimestre do ano de 2016 (IBGE, 2016a). Como se pode verificar na Figura 1 e Figura 2, a seguir, apesar da forte queda no crescimento do PIB e do setor de construção civil nos últimos anos, a participação da construção civil dentro do PIB tem se mantido.

Figura 1 - Variação trimestral do PIB em relação ao mesmo período do ano anterior



Fonte: Adaptado de IBGE (2016a).

Figura 2 - Percentual da construção civil no PIB



Fonte: Adaptado de IBGE (2016a).

A Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE (IBGE, 2016b) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE divide, em sua seção F, a atividade da construção civil em três segmentos:

- Código 41: construção de edifícios;
- Código 42: obras de infraestrutura;
- Código 43: serviços especializados para construção.

Dentro do segmento de construção de edifícios pode-se encontrar ainda a incorporação de empreendimentos imobiliários (código 41.1) e a construção de edifícios (código 41.2). Através da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) feita em 2014 (IBGE, 2016c), o valor da construção de edifícios residenciais naquele ano representou cerca de 57,9% do valor total da construção de edifícios, sendo que parte desse valor é relacionado aos edifícios residenciais multifamiliares de múltiplos pavimentos.

Muitos dos empreendimentos desse tipo que são lançados não têm uma avaliação adequada de custo numa fase inicial. Durante a compra de um terreno para investimento ou durante a concepção do projeto arquitetônico é necessário que o investidor possa ter uma estimativa adequada do custo final do seu empreendimento. Segundo Paliari (2007, p. 10):

A busca pelo correto prognóstico do consumo de recursos na construção civil permite às empresas construtoras adquirirem uma vantagem competitiva na negociação com fornecedores de mão de obra e materiais, assim como maiores probabilidades de sucesso na participação de licitações públicas e privadas.

Segundo Souza (2000) a mão de obra é o recurso mais precioso na construção civil, pois além de representar uma alta porcentagem dos custos totais do empreendimento, têm-se o fato de estar lidando com seres humanos que têm várias necessidades a serem supridas.

Para poder auxiliar no prognóstico da produtividade da mão de obra (PMO) é preciso conhecê-la, tanto para poder orçar esse custo em uma fase inicial como para poder gerenciar essa mão de obra durante o empreendimento identificando eventuais fatores que estejam interferindo no bom rendimento do trabalho realizado pela mão de obra.

Um dos fatores que afeta a PMO de maneira geral é a alta rotatividade da construção civil. Segundo Silva (2001) a alta rotatividade dos funcionários pode influenciar na qualidade e produtividade, pois não permite às empresas a realização de treinamentos adequados. Isso tudo acaba gerando um aumento do custo do empreendimento; além disso, perde-se o efeito

aprendizagem que aumenta a produtividade à medida que algum trabalho é repetido muitas vezes.

Dada a importância do estudo da PMO, este trabalho tem como objeto de pesquisa a execução dos Sistemas Prediais Elétricos e de Comunicação (SPEC) em edifícios residenciais de múltiplos pavimentos.

1.1. Justificativa

A demora na conclusão de obras tem trazido grandes preocupações e perdas, tanto para o cliente como para o construtor. O cliente tem perdas financeiras por causa do atraso na entrega do empreendimento, o que diminui a sua taxa de retorno do investimento, e o construtor diminui o seu lucro pelo maior tempo gasto para concluir a obra (ARAÚJO; FILHO; TELLES, 2012).

Considerando a prática da subcontratação de serviços, em que os supervisores da obra são de fato supervisores de contratos, não focando mais na produção e sim nos prazos pré-estabelecidos por esses contratos, Araújo; Filho; Telles (2013) apontam que os supervisores não estão preocupados com a eficiência da mão de obra, desde que seja feito dentro do prazo.

Em termos gerais a produtividade é a razão entre o número de homens-hora gastos pela quantidade de serviço executado. Sendo assim, existiriam dois caminhos óbvios para se produzir mais: maior eficiência no processo produtivo ou aumentar o número de homens-hora (contratando mais mão de obra ou fazendo horas-extra de trabalho) (ARAÚJO; FILHO; TELLES, 2012). De acordo com estes autores, o melhor seria o aumento da eficiência no processo produtivo, mas, normalmente, o que se adota é a segunda opção e, adotar essa opção não necessariamente reflete em um aumento de produção¹ como o esperado.

Dentre os caminhos existentes para se tornar uma atividade mais eficiente, em se tratando de gestão, há que se priorizar a medição da sua eficiência de forma a se estabelecer um diagnóstico e identificar oportunidades de melhoria. Evidentemente, tal melhoria pode ser obtida com a inserção de ações voltadas a aspectos tecnológicos.

¹ O aumento da quantidade de mão de obra pode acarretar o aumento da produção e não necessariamente da produtividade da mão de obra. Neste caso, a melhoria da produtividade é alcançada desde que o incremento de produção em função da mão de obra adicional seja maior do que o efeito da consideração desta mão de obra no cômputo do indicador de produtividade.

Sob o ponto de vista da gestão, de acordo com Martins (2013), só se pode tornar uma atividade mais eficiente a partir do momento que se tem uma medição sobre a mesma. Sendo assim, a medição da produtividade de diversas atividades torna-se primordial a qualquer intervenção que deva ser feita nos serviços realizados.

Algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de obter índices de produtividades em diversos serviços de uma obra, como os estudos de Gonzalez (2003), Paliari (2007), Souza (1996). Mais especificamente em sistemas prediais elétricos existem os estudos de Romano; Novais (2000) que fizeram um estudo da PMO em sistemas prediais elétricos em um prédio e Lima (2008), que estudou a produtividade em terminais e refinarias de petróleo.

Embora se observe várias das pesquisas sobre PMO em diversos serviços, para Araújo; Filho; Telles (2013) existem algumas barreiras a serem consideradas:

- Insuficiência de bancos de dados acerca da PMO;
- Falta de profissionais com experiência para consolidar esses bancos de dados;
- Falta de tempo para que os supervisores e encarregados colem os dados;
- Inexistência de fóruns para a transmissão de boas práticas;
- Falta de tempo para a disseminação das lições aprendidas.

Para que se possam ter parâmetros significativos, no entanto, esses dados precisam ser medidos de forma padronizada, para que se possa compará-los em diversos cenários, resultando assim em métodos para se estimar a produtividade nas diversas atividades e em diversas condições na construção civil (SOUZA, 2000).

Justifica-se, desta maneira, a elaboração de padrões para medição da produtividade em algumas tarefas relacionadas aos SPEC, contribuindo para o avanço do conhecimento nesta área, especificamente, para este serviço visando subsidiar futuras pesquisas e constituição de banco de dados da PMO. Além disso, foram levantados possíveis fatores influenciadores nesse serviço, sem, contudo, medi-los.

Quando uma empresa, tanto para participar de licitações quanto para um empreendimento próprio ou qualquer outro negócio, faz um orçamento, nos valores unitários de cada item de serviço tem-se uma estimativa de PMO. O preço da mão de obra de um serviço será baseado no total de horas gasto para fazer este serviço multiplicado pelo custo de cada um dos envolvidos na atividade, conforme Andrade et al. (2001, p. 1):

Os processos de orçamentação, atualmente utilizados pela Indústria da Construção Civil, têm em sua composição índices de consumo de materiais e mão-de-obra de origem muitas vezes desconhecida e cujos valores são, em muitas ocasiões, contestados pelos usuários.

Como exemplo de tabelas que fornecem índices para elaborar um orçamento, pode-se citar a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO, 2012), que apresenta várias composições de preços, inclusive para o sistema predial elétrico e de comunicação.

Além da etapa de orçamento, usa-se a estimativa da PMO também para o acompanhamento dos prazos previstos e praticados durante a execução dos serviços, de maneira que quando a produtividade estiver abaixo do esperado, as decisões possam ser tomadas o mais rápido possível (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

Portanto, a correta estimativa da produtividade em todas as atividades envolvidas em uma obra é importante mesmo que, em alguns casos, sua medição não seja uma tarefa fácil. Nesse caso, deve-se priorizar a medição das atividades consideradas mais importantes.

Esta pesquisa vem suprir uma lacuna que existe hoje sobre a PMO na execução dos SPEC uma vez que pouco se tem estudado sobre estes e é necessário conhecê-los mais para se ter parâmetros confiáveis para estimação do seu custo e gerenciamento da mão de obra empregada.

1.2. Objetivos

Avaliar a produtividade da mão de obra de sistemas prediais elétricos e de comunicação em obras residenciais multifamiliares de múltiplos pavimentos, com identificação dos possíveis fatores influenciadores.

1.3. Delimitação da pesquisa

Esta pesquisa teve como foco apenas o levantamento de indicadores de PMO na execução dos sistemas prediais elétricos e de comunicação e citação dos possíveis fatores influenciadores. Não é objetivo detectar a intensidade desta influência.

1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta por mais 4 capítulos, além deste introdutório. O capítulo 2 é dividido em 3 partes. Inicialmente faz-se uma revisão bibliográfica sobre o tema da PMO, mostrando pesquisas que originaram os atuais modelos de medição de produtividade e qual o mais adequado para ser utilizado nesse trabalho. Depois disso é feita uma revisão bibliográfica sobre os SPEC. Por último faz-se uma comparação da PMO das tarefas que foram medidas em duas tabelas de preço atualmente utilizadas no mercado da construção civil.

O capítulo 3 é dedicado à metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho, apresentando também as obras em que foram feitas as medições. No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos em cada uma das obras e também uma comparação entre eles. No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais acerca do trabalho desenvolvido.

Além dos capítulos, apresenta-se também um apêndice contendo as planilhas desenvolvidas para a caracterização da obra e do serviço.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo serão abordados os principais trabalhos e conceitos sobre a PMO. Também se realizou revisão sobre a norma brasileira de instalações elétricas de baixa tensão e uma comparação entre a PMO nos SPEC em duas tabelas de preços disponíveis no mercado brasileiro.

2.1. Produtividade da mão de obra

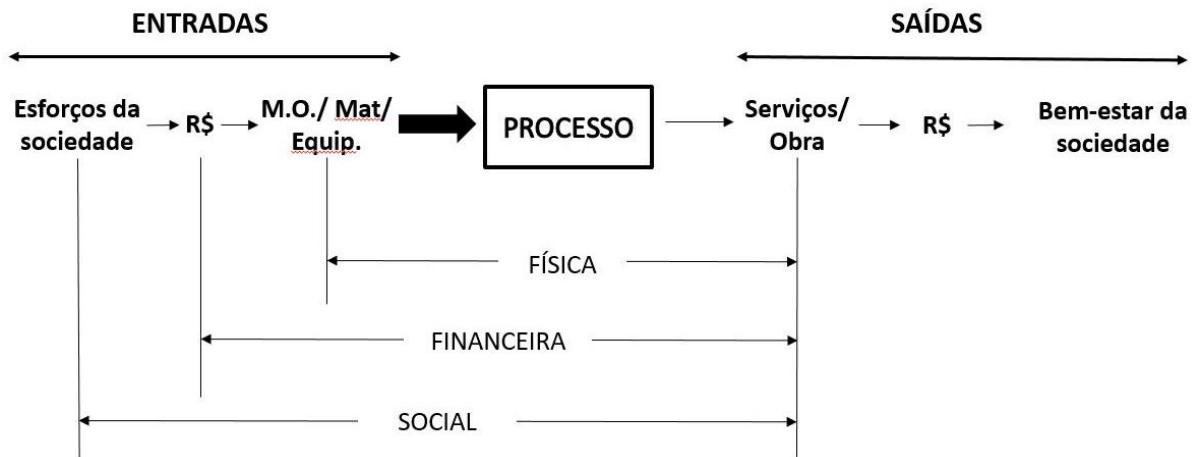
Neste item serão abordados os principais conceitos inerentes ao entendimento da PMO, assim como os principais trabalhos realizados, em particular, com foco nos SPEC.

2.1.1. Medindo a produtividade da mão de obra

Existe muita confusão sobre os termos produção e produtividade. Apesar de se poder relacionar os dois termos, o significado deles é muito diferente. Muitas vezes um aumento de produção é gerado por um aumento do número de funcionários ou por um aumento na carga horária de trabalho, mas isso não quer dizer que exista um aumento de produtividade (MARTINS, 2013).

Souza (2000) diz que produtividade é a eficiência em se transformar entradas em saídas em um processo. Como pode ser visto na Figura 3, a seguir, as entradas em um processo produtivo podem ser sociais, financeiras ou físicas. Já as saídas são os produtos ou processos acabados. No caso do presente trabalho a produtividade será analisada sob o ponto de vista físico, relacionando o esforço da mão de obra na execução dos serviços relacionados aos SPEC.

Figura 3 - Diferentes abrangências da produtividade



Fonte: Adaptado de SOUZA (2000).

Para que haja uma padronização da unidade de medida, Souza; Agopyan (1996) sugerem que seja usado o índice de Razão Unitária de Produção (RUP). Este índice relaciona as entradas (homens disponíveis para o trabalho e o tempo despendido na execução do serviço) e as saídas (por exemplo, metros de eletrodutos).

A RUP é classificada segundo alguns critérios de medição. Se a medição for diária se tem a RUP diária. Além da RUP diária, pode-se usar a RUP Cíclica, que leva em conta o serviço realizado e o tempo gasto durante um ciclo definido como, por exemplo, um apartamento, ou um pavimento entre outros. Para o conjunto de RUPs analisadas durante um certo período ou número de ciclos de execução, tem-se a RUP Cumulativa. Além destas, destaca-se a RUP Potencial que corresponde à mediana dos valores de RUP diária (ou cíclica) inferiores à RUP cumulativa final do período ou conjunto de ciclos analisados.

A PMO será definida utilizando-se a Equação 1:

$$RUP = \frac{Hh}{Qs} \quad (1)$$

Em que:

Hh = Homens-hora utilizados para a realização do serviço;

Qs = Quantidade de serviço realizado.

Desse modo quanto maior a RUP medida pior é a eficiência do processo, pois significa que se precisou maior esforço da mão de obra, traduzida em homens-hora, para se executar certa quantidade de serviço.

2.1.2. Pesquisas realizadas

A medição da produtividade tem despertado o interesse de muitos pesquisadores na área da construção civil. Dentro dessa linha de pesquisa encontram-se alguns pesquisadores que, a partir de estudos sobre PMO, procuraram elaborar métodos de prognóstico da mão de obra a ser empregada em determinadas etapas da obra. Paliari (2007) elaborou um método para estimar a PMO em sistemas prediais hidráulicos. Inouye (2009) propôs um método para prognóstico dos custos de urbanização de conjuntos habitacionais horizontais. Entre estes custos estava incluso a mão de obra. Kato (2013) elaborou um método para estimar custos diretos da execução de edifícios em alvenaria estrutural. Essas pesquisas mostram o quanto é importante poder fazer uma medição correta da produtividade da mão de obra para que se possa estimar este custo em outras obras semelhantes.

Várias outras pesquisas foram feitas para se medir a produtividade da mão de obra. Araújo (2000) pesquisou a produtividade na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria. Librais (2002) escreve sobre a produtividade no assentamento de revestimento cerâmico interno de parede. Souza (1996) fez um estudo sobre a PMO no serviço de formas da estrutura de concreto armado. Maeda (2003) e Oliveira (2014) estudaram sobre a PMO na execução de revestimento interno em gesso, sendo que a primeira autora utilizou do Modelo dos Fatores para a pesquisa e a segunda utilizou o Modelo da Estratificação.

Nos sistemas prediais elétricos destaca-se a pesquisa de Romano; Novais (2000) que avaliaram a PMO na execução de instalações elétricas em um edifício residencial de 8 pavimentos, que relacionaram a PMO em função da área do piso, conforme Equação 2:

$$PMO = \frac{n^{\circ} \text{ de homens } \times \text{ horas trabalhadas}}{\text{Área de piso}} \text{ (Hh/m}^2\text{)} \quad (2)$$

Nesta pesquisa foi feito um levantamento do total de pontos que seriam executados e quanto tempo se gastou para concluir a obra, considerando duas equipes distintas, cada uma com um oficial e um ajudante. Uma das equipes trabalhou por 270 dias e a outra por 247 dias, e a produtividade foi determinada levando-se em consideração somente os oficiais, e que resultou em 1,09Hh/m². Entre as conclusões obtidas neste trabalho ressalta-se a diferença encontrada entre a TCPO (2000) e as medições realizadas. Ainda na mesma pesquisa, conforme mostrado na Tabela 1, a seguir, foi levantado o consumo de horas que seria calculado pela tabela

de preços TCPO (2000) em algumas tarefas dos SPEC e foi comparado com o que foi obtido em obra. Este trabalho foi um dos poucos encontrados que se referem às instalações elétricas em edifícios residenciais.

Tabela 1 - Comparação da produtividade obtida na TCPO (2000) e na obra

Atividade	Quant.	Pela TCPO (2000)		Da Obra
		Consumo médio (h)	Consumo calculado (h)	Consumo verificado (h)
Passagem de fios isolados (fiação)	43.500m	0,12	5.220,00	227,57
Abertura de rasgos para embutir eletrodutos	6.255m	0,45	2.814,75	455,24
Colocação de eletrodutos	6.255m	0,35	3.627,90	2.189,25
Colocação de caixas de passagem	13 un.	0,40	5,20	79,20
Montagem do quadro de distribuição	42 un.	3,00	126,00	202,40
Totais			11.793,85	3.153,66

Fonte: Adaptado de ROMANO; NOVAIS (2000).

Gonzalez (2002) analisou a implantação da programação de obra em um empreendimento habitacional, de interesse social, financiado pela Caixa Econômica Federal, no qual consta um estudo sobre a produtividade das várias etapas da obra, sendo uma relacionada ao sistema predial elétrico. Semelhantemente a Romano; Novais (2000), o autor também obteve a PMO por metro quadrado de área construída, com distinção entre os principais serviços relacionados a este sistema, conforme apresentado no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Valores de produtividade

SERVIÇO	PRODUTIVIDADE
Corte na parede para embutir o eletroduto	0,02 Hh / m ²
Colocação da tubulação elétrica	0,013 Hh / m ²
Chumbar as tubulações	0,08 Hh / m ²
Fiação elétrica	0,08 Hh / m ²
Colocação de espelhos e módulos	0,07 Hh/espelho

Fonte: Adaptado de GONZALEZ (2002).

Como se observa, muitas pesquisas têm sido feitas desde a década de 90 sobre PMO em algumas etapas do empreendimento, mas poucas a respeito dos SPEC. As poucas pesquisas realizadas são recentes e ainda carecem de maior aprofundamento.

2.1.3. Modelos para medição da produtividade

Em 1990, Thomas et al. apresentaram um trabalho no qual analisaram três modelos originados na indústria e que eram aplicados à construção civil: *delay model*, *activity model* e *task model*. Para a análise desses modelos os autores dizem que é preciso aceitar três suposições. Primeira, existe uma relação entre produtividade e tempos improdutivos (ou tempo de atraso). Reduzindo o tempo improdutivo aumenta-se o tempo produtivo. Segunda, o tempo produtivo está relacionado à saída e à produtividade. Conhecendo o tempo produtivo, pode-se calcular o quanto será produzido. E terceira, se as primeiras duas suposições são verdadeiras, então se pode dizer que o tempo improdutivo também está relacionado à produtividade, e esta melhora à medida que se diminui o tempo improdutivo. Os autores, no entanto, ressaltam que isso não é aplicável à construção civil. Após a análise de vários trabalhos os autores mostraram que esse tipo de modelo necessita de processos contínuos, repetitivos e de longa duração para serem representativos. A pesquisa mostra que quando a atividade exige muitos trabalhadores o tempo de espera não está relacionado com o tempo produtivo e este não está relacionado com a produtividade. Como essas técnicas de estudo estão baseadas no tempo produtivo, não servem para avaliar a PMO na construção civil.

Ao final do trabalho os autores propuseram dois modelos que seriam próprios e adaptados para a construção civil: o Modelo dos Fatores e o *Expectancy Model of Work Motivation*. O modelo dos fatores foi o mais promissor dos dois (THOMAS et al., 1990) e tornou-se a base de muitos estudos desenvolvidos no Brasil sobre PMO na construção civil até o momento.

2.1.4. Modelo dos Fatores

Muitas pesquisas fazem uso do Modelo dos Fatores para a medição da PMO, sendo inicialmente proposto por Thomas; Yiakoumis (1987). Tem sido amplamente utilizado para a medição da PMO e foi adaptado em diversas teses e dissertações desenvolvidas no Brasil, preconizada pelo trabalho desenvolvido por Souza (1996). Os proponentes do Modelo dizem que, até aquele momento, pouco se sabia sobre como medir a produtividade e como levar em conta os fatores que a afetavam. Em muitas pesquisas apenas um fator, que em geral eram as condições climáticas, era considerado e sua interação com outros fatores, como por exemplo, a curva de aprendizagem, era ignorada.

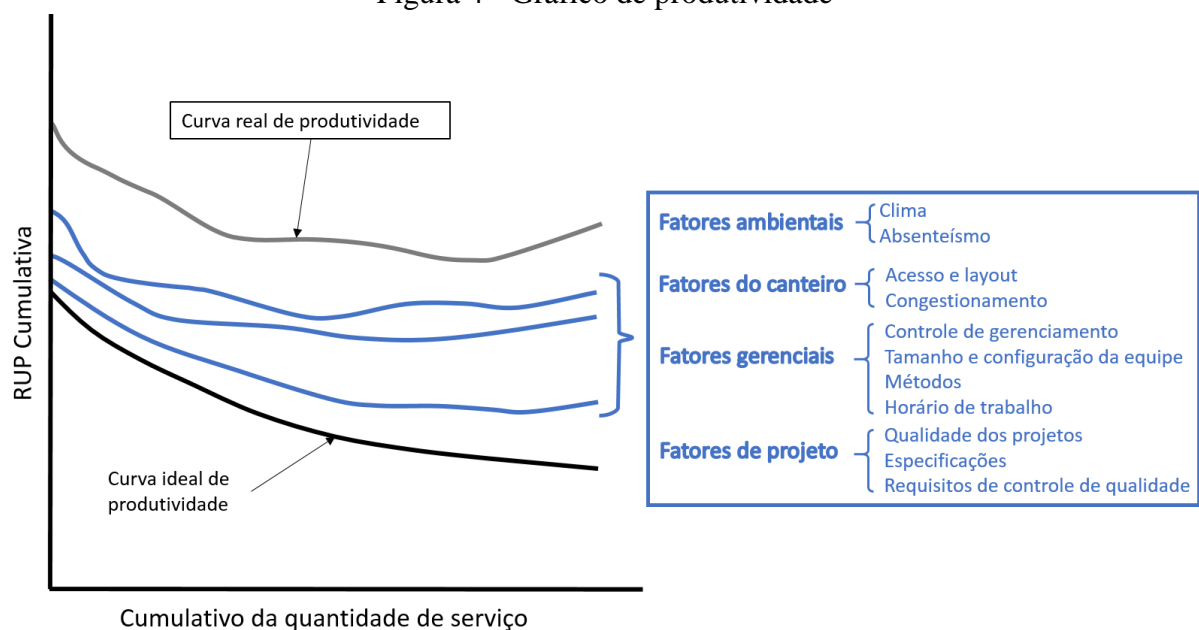
O modelo dos fatores baseia-se na premissa de que o trabalho de um grupo poderia ser afetado por vários fatores que levariam a distúrbios na medição dessa produtividade. Esses fatores podem ser divididos em duas categorias:

- Conteúdo do trabalho: são as características físicas, ou seja, especificações de projeto, detalhes do projeto, materiais utilizados;
- Contexto do trabalho: está relacionado ao ambiente de trabalho e como ele é gerenciado, incluindo condições atmosféricas e disponibilidade de materiais e equipamentos, entre outros.

Entre estes fatores que deveriam ser considerados há também o fator da curva de aprendizagem, em que existe uma melhoria da produtividade quando se repete o mesmo serviço por diversas vezes. Essa melhoria pode ser comprovada em diversas pesquisas. Entre elas pode ser citada a própria pesquisa do Modelo dos Fatores (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

Embora esses distúrbios sejam aleatórios, podem fornecer uma curva de produtividade de formato irregular (Figura 4), que, quando subtraída matematicamente da curva de produtividade obtida através das medições, resulta em uma curva de produtividade ideal, de formato suave e com um componente do efeito de aprendizagem. Com isso poderia ser elaborado um método para que a produtividade fosse estimada antes do início do trabalho (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

Figura 4 - Gráfico de produtividade



Fonte: Adaptado de THOMAS; YIAKOUMIS (1987).

Thomas e Yiakoumis (1987) utilizaram o período de um dia como intervalo de tempo para realizar a sua medição, justificando que um período maior do que esse traria dados imprecisos e um período menor, como por exemplo, medições a cada hora, poderia fazer com que a produtividade tivesse uma variação muito grande, além de exigir um esforço muito maior para se fazer a medição.

Martins (2013) aponta que a PMO pode ser afetada por diversos fatores externos relacionados ao local de trabalho, às ferramentas utilizadas nesse trabalho, à motivação e número de trabalhadores, às condições do tempo, entre outros.

2.1.5. Padronização da coleta dos dados

O Modelo dos Fatores requer a correta identificação das entradas e saídas do processo produtivo. Para a correta medição precisa-se padronizar a equipe de trabalho que será estudada. Souza (2000) mostrou como essa consideração é importante, pois dependendo dos funcionários que serão envolvidos no processo, existe uma variação grande na produtividade final, cujo trabalho apresenta o levantamento das PMO de um serviço de assentamento de blocos, mas com diferentes considerações:

- Quanto à equipe de trabalho:
 - Somente os pedreiros que assentavam os blocos;
 - Pedreiros mais os ajudantes diretos do serviço;
 - Pedreiros e todos os ajudantes envolvidos (inclusive os que faziam a massa de assentamento e o transporte);
 - Pedreiros, todos os ajudantes e o encarregado.
- Quanto à jornada de trabalho:
 - Jornada diária: 9 horas;
 - Jornada diária mais horas-prêmio: 12 horas;
 - Tempo útil de trabalho: 4 horas.
- Quanto à mensuração da área executada:
 - Área líquida: área realmente produzida;
 - Área bruta: área que não se descontam os pequenos vãos existentes e normalmente são usadas para pagamento dos empreiteiros.

Depois de levantados os dados fez-se o cálculo da PMO variando-se entre essas considerações que foram feitas e chegou-se a valores desde 0,27Hh/m² até 2,88 Hh/m², ou seja, uma variação de 967%. Fica demonstrada, então, a importância da padronização dos parâmetros a serem considerados (SOUZA, 2000).

Souza; Agopyan (1996), utilizando um manual elaborado pela Pennsylvania State University apontam que:

- A equipe de trabalho estudada é composta por um encarregado e seus funcionários;
- Horas de absenteísmo não são contadas;
- Os funcionários que fazem o suporte só serão contados quando se dedicarem exclusivamente àquela equipe que está sendo estudada;
- As horas contabilizadas no estudo são as horas pagas (excluindo-se horas-prêmio).

Portanto, observa-se a necessidade de se padronizar as variáveis envolvidas no levantamento e processamento dos dados relativos à PMO.

2.1.6. Estratificação da produtividade

2.1.6.1 Apresentação do Modelo de Estratificação

Para que se possa obter uma melhoria na produtividade, primeiramente precisa-se conseguir uma medida dessa produtividade de forma adequada. Esta medição deve ser feita na obra de uma forma eficiente de modo que os dados possam ser analisados rapidamente e o resultado obtido sirva para se tomar providências adequadas para melhorar a produtividade durante a execução do serviço, evitando que essa produtividade só seja analisada ao fim da obra ou quando esta se encontra atrasada ou fora do orçamento planejado (CALDAS et al., 2010).

Segundo Araújo; Sampaio (2012), o Modelo dos Fatores proposto por Thomas; Yiakoumis (1987) é limitado, pois o esforço necessário para a captação de dados não permite a atualização rápida da produtividade durante o andamento da obra. Esta atualização ocorre a cada uma ou duas semanas, atrapalhando o seu uso no acompanhamento e resolução de problemas da produtividade durante o andamento da obra. Araújo; Sampaio (2012) afirmam que, geralmente, a demora em se analisar os dados, altos custos de operação e informações

insuficientes são alguns dos defeitos dos métodos de medição de produtividade mais comuns, incluindo a medição da PMO.

Um método que complementa o Modelo dos Fatores e pode deixar esta medição ainda mais acurada é a Estratificação da Produtividade. A estratificação teve início quando, para conseguir informações mais detalhadas das atividades, foi criado um novo tipo de modelo de rastreamento das atividades de construção civil em 2007, na parceria da Petrobrás com a Universidade Federal do Rio de Janeiro e com a Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Esse novo modelo permite a estratificação da produtividade, ou seja, a Razão Unitária de Produção (RUP) consiste na soma de frações de várias atividades que foram exercidas durante aquele dia, sejam elas produtivas ou improdutivoas. Isso facilita a interpretação da curva real de PMO do Modelo dos Fatores (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

Para que se possam ter parâmetros para gerenciar a PMO é importante medir não só a produtividade geral de um serviço, mas conhecer todos os tempos gastos para a realização desse serviço separadamente. Neste método são consideradas as horas disponíveis para trabalho. A premissa para a estratificação da produtividade é que dentro das horas disponíveis de trabalho, o funcionário realiza diversas atividades que não correspondem ao serviço que será medido. Essas atividades podem ser atividades auxiliares ao serviço (por exemplo, a marcação dos pontos elétricos) ou atividades improdutivoas, como, por exemplo, espera por material (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

Além disso, é importante a padronização das atividades a serem realizadas e que es sejam subdivididas em outras, de modo a alcançar as atividades terminais de cada uma, facilitando essa medição e deixando todo o processo mais claro. Essas atividades podem ser dispostas em uma Estrutura Analítica de Atividades (EAA) (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012). Todas as atividades e subatividades que poderão ser executadas são listadas para facilitar a identificação pelo observador. Isso é essencial para uma correta medição da PMO através da estratificação.

Para fazer a EAA estabelecida por Araújo; Sampaio (2012) deve-se utilizar os seguintes requisitos:

- Respeitar as atividades de 1º nível que são padrões para qualquer processo de produção a ser monitorado;
- Decompor essas atividades em níveis subsequentes para se chegar a uma atividade final, ou seja, uma atividade específica;

- Facilitar o entendimento da sequência de atividades de um típico dia de trabalho.

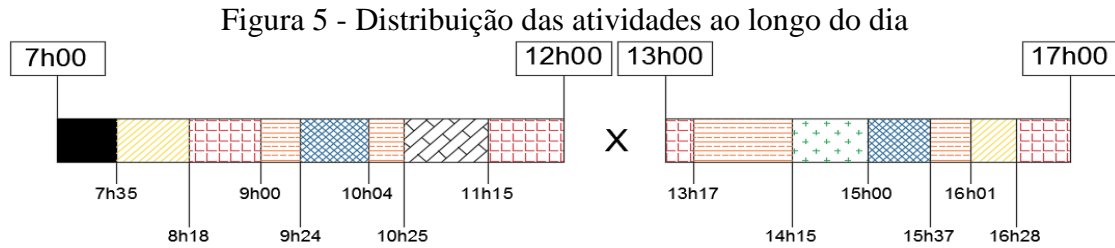
O primeiro nível de atividades (ou categorias de ocupação) definido por Araújo; Sampaio (2012) foi desenvolvido após dois anos de trabalho. Esses autores dizem que isso é padrão para qualquer processo de produção e não deve ser mudado. As categorias são descritas por Martins (2013):

- Suporte: atividades que dão apoio à atividade principal;
- Exigências do cliente: atividades exigidas pelo contratante;
- Viagem: deslocamentos de pessoas realizados dentro do próprio canteiro de obra, excetuando-se o tempo gasto com transporte de ferramentas e equipamentos;
- Espera: qualquer espera para iniciar o trabalho, seja por falta de preparação do local de trabalho, ferramentas e equipamentos, tarefas inacabadas, entre outros;
- Mobilização, ferramentas e equipamentos: transporte de ferramentas e equipamentos;
- Atraso: qualquer tipo de atraso;
- Trabalho direto: atividades para o qual o operário foi efetivamente destacado para fazer.

Após a estratificação é realizada a medição em campo, medindo o tempo despendido em cada subatividade, tanto produtivo como improdutivo ou de suporte. Esse processo, atualmente, requer um esforço muito grande por parte de quem está fazendo a medição, pois exige uma dedicação exclusiva do funcionário a este serviço durante vários dias. Alternativamente, têm-se estudado sistemas automatizados que podem fazer a detecção da produtividade sem a necessidade de alocar integralmente um funcionário ao serviço. Estes sistemas fazem parte de uma nova linha de pesquisa para se obter os dados de maneira mais ágil, mas ainda estão em desenvolvimento e talvez nunca consigam chegar no nível de detalhe necessário que se obtém com a intervenção humana, por causa das características de uma obra de construção civil: área de trabalho muito grande e impossibilidade de se delimitar áreas para fazer a medição (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

No Modelo de Estratificação da PMO, com a medição realizada, podem ser elaborados gráficos que expliquem melhor como está distribuído o tempo de cada atividade. Pode-se ver

na Figura 5, a seguir, o resultado da medição de um dia de trabalho. Com esses dados detalhados por vários dias, consegue-se quantificar as horas que realmente são dedicadas ao trabalho e também as horas que são consideradas improdutivas.

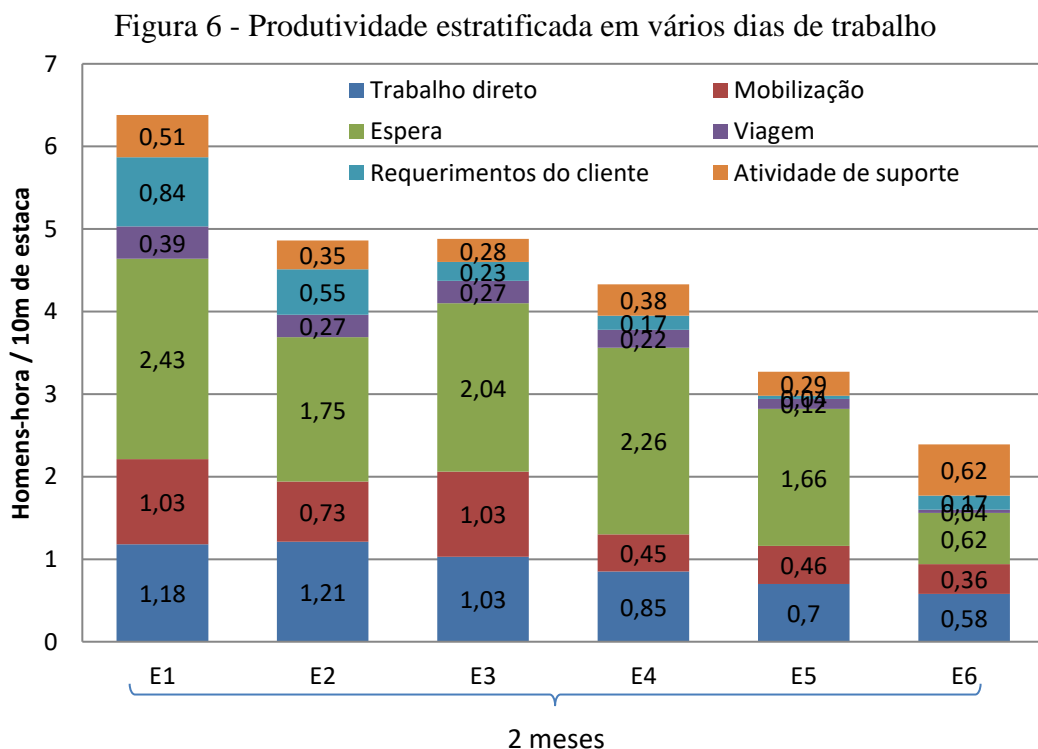


DESCRIÇÃO DO NÍVEL 1

- Suporte
- Exigências do cliente
- Viagem
- Espera
- Mobilização, ferramentas e equipamentos
- Atraso
- Trabalho direto

Fonte: Adaptado de ARAÚJO; SAMPAIO (2012).

Com isso pode-se entender melhor como melhorar a PMO. Na Figura 6 apresenta-se um exemplo de medição da PMO estratificada ao longo de vários dias.

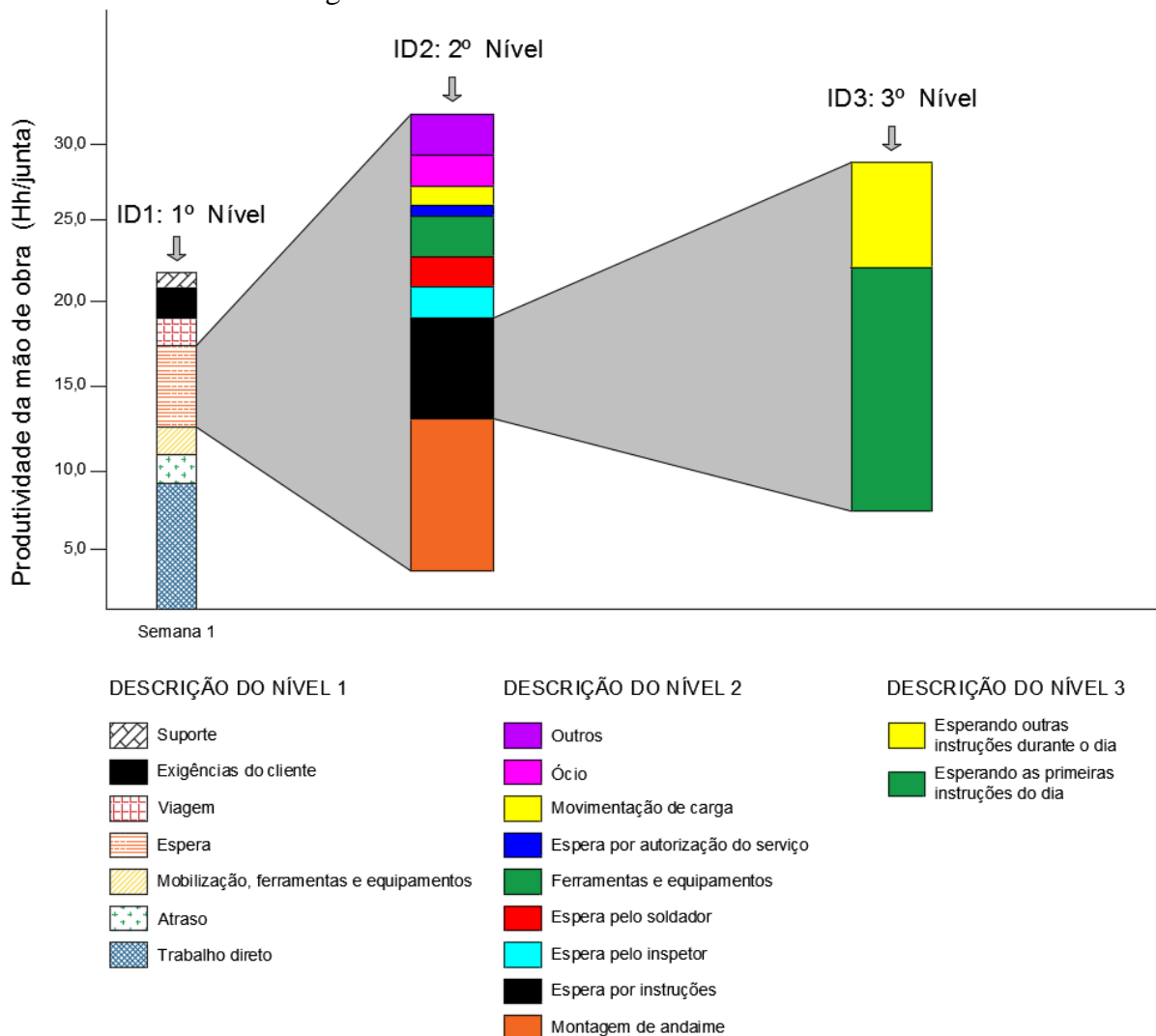


Fonte: Adaptado de ARAÚJO; SAMPAIO (2012).

Nota-se no gráfico o ganho de produtividade conseguido com a gestão da produtividade e também a diminuição de tempo de atividades que não agregam valor, como espera e requerimentos do cliente. Outro fator interessante obtido a partir do gráfico é a diminuição do tempo de trabalho direto para execução da mesma quantidade de serviço. Isso se deve em parte ao efeito de aprendizagem e em parte aos fatores envolvidos.

Essas atividades de 1º nível podem ser subdivididas novamente em atividades de 2º nível e assim por diante, até que se tenham as atividades que devem ser medidas (Figura 7).

Figura 7 - Subdivisão das atividades em níveis



Fonte: Adaptado de ARAÚJO; SAMPAIO (2012).

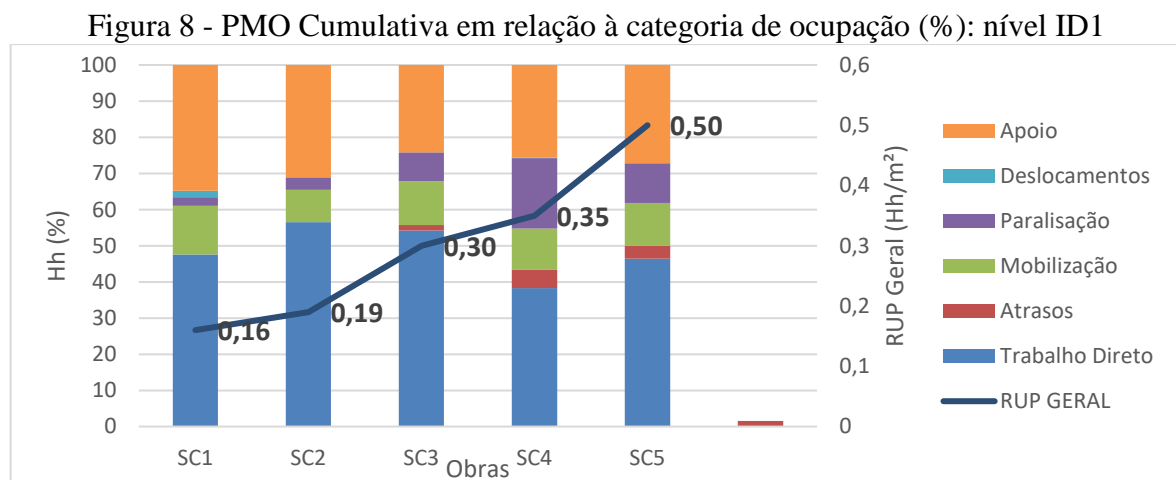
Como se pode ver nesta figura a Espera, no caso deste estudo, foi subdividida em:

- Espera por inspeção;
- Espera pelo soldador;
- Ócio;

- Ferramentas e equipamentos;
- Espera por autorização do serviço;
- Espera por instruções;
- Montagem de Andaimes;
- Outros.

2.1.6.2 Exemplo de aplicação do Modelo de Estratificação

Oliveira (2014) realizou uma pesquisa utilizando este Modelo de Estratificação em que foi analisada a execução de revestimento de gesso em pasta. O estudo foi feito em cinco edifícios com tipologias construtivas diferentes (SC1 a SC5) e os dados foram coletados ao longo de 53 dias úteis. Entre os dados analisados, foi feito um resumo das PMO Cumulativas de cada uma das obras na forma estratificada, conforme mostra a Figura 8, a seguir. Os valores das colunas de cada obra mostram a porcentagem da quantidade de Hh despendida em cada uma das atividades no nível ID1. Tem-se também a linha da RUP Cumulativa obtida em cada uma das obras com os valores destacados.



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2014).

Como se pode observar, por meio da estratificação da PMO é possível visualizar quais categorias consumiram maior tempo dos trabalhadores. A categoria de Trabalho Direto é a que representa efetivamente a execução da tarefa. As categorias de Apoio, Deslocamentos e Mobilização são atividades de suporte, e, portanto, necessárias à execução do serviço. Apesar disso, precisam se tornar mais eficientes para consumir o menor tempo possível. Por fim, as categorias de paralisação e atrasos são atividades improdutivas e deve-se tentar eliminá-las na obra. Pode-se ver que as obras que tiveram atrasos e paralisações maiores (SC3, SC4 e SC5)

também tiveram uma PMO Cumulativa maior, ou seja, são obras com uma produtividade pior do que as obras SC1 e SC2.

Portanto, observa-se que a medição de produtividade com a sua estratificação representa um avanço sobre a medição de produtividade com foco apenas no dia de trabalho. Além disso, a estratificação respeita as premissas do Modelo dos Fatores elaborado por Thomas; Yiakoumis (1987) e facilita a sua interpretação, tornando a aplicação de medidas que melhorem a produtividade muito mais rápida e precisa.

2.1.6.3 Vantagens e desvantagens do Modelo de Estratificação

Segundo Martins (2013) as maiores vantagens do Modelo de Estratificação são:

- Estratificação da produtividade em frações quantificáveis de cada uma das atividades determinadas previamente;
- Identificar os fatores que influenciam na produtividade de e apontar o seu tratamento;
- Mostrar o impacto das atividades não produtivas na RUP, auxiliando nas decisões de ações mitigadoras;
- Identificar a responsabilidade pelas atividades não produtivas, ajudando na identificação dos problemas da obra, possibilitando ações mais rápidas e eficientes.

Como desvantagem destaca-se que o esforço exigido para a coleta dessas informações ainda é muito grande. No Modelo dos Fatores, em uma coleta diária, se gasta pouco tempo no início e final de cada dia de trabalho para a obtenção dos dados. No modelo estratificado exige-se a dedicação integral de uma pessoa para anotar cada tempo gasto nas atividades. No trabalho sobre o Modelo dos Fatores, os autores afirmam que o período ideal de coleta é de um dia de serviço, pois a medição a cada hora exige um esforço muito grande (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

2.2. Sistemas Prediais Elétricos e de Comunicação

Neste item é definido o que são Sistemas Prediais e feita uma revisão sobre a normalização brasileira relacionada aos Sistemas Prediais Elétricos.

2.2.1. Sistemas Prediais

Em um edifício existem vários serviços que devem ser providos ao usuário final para que este possa exercer suas atividades e necessidades básicas dentro do seu espaço. Esses serviços são oferecidos por meio dos sistemas prediais. Dentro dos serviços básicos rapidamente são lembrados os sistemas prediais hidráulicos e elétricos, mas existem muitos outros que compõem um edifício. Entre eles podem ser citados os sistemas de ar-condicionado, proteção contra descargas atmosféricas, proteção e combate ao incêndio, alarmes, gás, comunicações, transportes mecanizados (elevadores), entre outros.

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 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 os sistemas prediais hidráulico e elétrico são essenciais e devem estar presentes desde o primeiro momento de construção.

2.2.2. Normalização brasileira relacionada aos sistemasa prediais elétricos

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. Essa norma tem as seguintes características mostradas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Características das instalações elétricas pela NBR 5410

Aplicações da norma	Instalações elétricas de edificações de qualquer uso; Áreas descobertas, externas às edificações; Canteiros de obras, feiras, exposições, e outras instalações temporárias.
Circuitos elétricos abrangidos	Circuitos de corrente alternada com tensão nominal igual ou inferior a 1000V e frequência inferior a 400Hz, ou a 1500V em corrente contínua; Circuitos elétricos, não internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1000V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1000V em corrente alternada; Toda fiação e toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas ao equipamento de utilização; e Linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos).
Existência da edificação	Instalações novas; e Reforma de instalações existentes.

Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

2.3. Produtividade da mão de obra na TCPO e no SINAPI

Para fazer o orçamento de um empreendimento as empresas podem se utilizar de tabelas de preço próprias ou de tabelas disponíveis no mercado. As tabelas de preço que são feitas pela própria empresa podem utilizar dados que condigam mais com a realidade da empresa e de seus funcionários. Entre as tabelas de preço disponíveis no mercado escolheu-se duas para se analisar a PMO considerada por elas na composição de preços dos serviços escolhidos para serem medidos.

A primeira tabela analisada é a TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamento) da Editora Pini. Essa tabela encontra-se atualmente na 14^a edição e é publicada desde 1955 (PINI, 2015). A editora também conta com um sistema que disponibiliza os custos via internet para facilitar a atualização dos preços, chamado TCPOweb.

A segunda tabela é o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). A tabela é gerida pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e é utilizada como referência de custo de obras e serviços de engenharia contratados e executados com dinheiro público (CAIXA, 2016).

A seguir são analisados os itens de cada uma dessas duas tabelas que correspondem aos serviços do sistema predial elétrico que serão medidos.

2.3.1. Infraestrutura elétrica nas paredes

Como já foi visto, a execução da infraestrutura elétrica nas paredes é composta por dois serviços separados: colocação de eletrodutos e colocação de caixas de PVC.

Tanto na TCPO (2012), como no SINAPI (2016) , encontra-se os dois serviços separadamente e ainda deve-se adicionar um item de abertura de rasgos em alvenaria e enchimento deste rasgo com argamassa.

Para a TCPO (2012), o total de homens-hora para a colocação de eletroduto na parede deve ser calculado como mostrado no Quadro 3, a seguir. Como se pode ver a RUP para este serviço é de 0,90 Hh/m.

Quadro 3 - Consumo de mão de obra para colocação de eletroduto na parede – TCPO

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
04050.8.1.1	ATIVIDADE: EXECUÇÃO DE RASGO em alvenaria para passagem de tubulação - Ø 15 a 25 mm	m	
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,10
01270.0.45.1	Servente	h	0,25
16132.8.3.3	ATIVIDADE: ELETRODUTO de PVC flexível corrugado - Ø 25 mm (3/4")	m	
01270.0.1.13	Ajudante de eletricitista	h	0,15
01270.0.22.1	Eletricista	h	0,15
16132.3.2.2	Eletroduto de PVC flexível corrugado amarelo	m	1,10
04050.8.2.1	ATIVIDADE: ENCHIMENTO DE RASGO em alvenaria com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4 com adição de 150 kg de cimento, para tubulação - Ø 15 a 25 mm	m	
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,15
01270.0.45.1	Servente	h	0,10
04060.8.1.52	Argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com adição de 150 kg de cimento	m3	0,0002
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,900

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

O serviço de infraestrutura elétrica nas paredes compreende também a colocação de caixas de PVC na parede. Como o serviço será medido em relação aos metros de eletrodutos colocados faz-se necessário calcular a relação entre o número de caixas de PVC e o comprimento total dos eletrodutos no ciclo que será medido (apartamentos, por exemplo). Pode-se ver no Quadro 4, a seguir, que a produtividade encontrada para o serviço de colocação de caixas de PVC nas paredes é de 0,43 Hh/unidade.

Quadro 4 - Consumo de mão de obra para colocação de caixa de PVC na parede – TCPO

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
04050.8.1.1	ATIVIDADE: EXECUÇÃO DE RASGO em alvenaria para passagem de tubulação - Ø 65 a 100 mm – comprimento total de 10cm.	m	
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,02
01270.0.45.1	Servente	h	0,06
16132.8.14.1	ATIVIDADE: CAIXA DE LIGAÇÃO de PVC para eletroduto flexível – caixa 4”x2”	un	
01270.0.1.13	Ajudante de eletricista	h	0,15
01270.0.22.1	Eletricista	h	0,15
16132.3.2.2	Caixa de ligação de PVC de 4”x2” para eletroduto flexível corrugado de embutir (profundidade: 46 mm)	un	1,00
04050.8.2.1	ATIVIDADE: ENCHIMENTO DE RASGO em alvenaria com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4 com adição de 150 kg de cimento, para tubulação - Ø 65 a 100 mm – comprimento total de 10cm.	m	
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,03
01270.0.45.1	Servente	h	0,02
04060.8.1.52	Argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com adição de 150 kg de cimento	m3	0,0001
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,430

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

No SINAPI (2016) as regras de composição são semelhantes às da TCPO (2012). Nos cadernos técnicos de composições para instalações elétricas pode-se ver o que foi considerado em cada uma das atividades. A atividade de colocação de eletrodutos nas paredes não contempla a atividade de rasgo na alvenaria e nem a de chumbamento. O Quadro 5 a seguir mostra o consumo de mão de obra para a atividade de colocação de infraestrutura elétrica na parede. A RUP encontrada é de 0,984 Hh/m.

Quadro 5 - Consumo de mão de obra para colocação de eletroduto na parede - SINAPI

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
02.INHL.COFL.012/01	ATIVIDADE: Rasgo em alvenaria para eletrodutos com diâmetros menores ou iguais a 40mm.	m	
88264	Eletricista	h	0,216
88247	Ajudante de eletricista	h	0,034
02.INEL.ELE1.010/01	ATIVIDADE: Eletroduto flexível corrugado, PVC, DN 25 mm (3/4”), para circuitos terminais, instalado em parede – Fornecimento e instalação.	m	
88247	Ajudante de eletricista	h	0,144
88264	Eletricista	h	0,144
2688	Eletroduto de PVC flexível corrugado amarelo	m	1,017
02.INHL.COFL.029/01	ATIVIDADE: Chumbamento linear em alvenaria para ramais / distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40mm.	m	
88267	Encanador ou bombeiro hidráulico	h	0,391
88248	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico	h	0,055
88629	Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual	m3	0,003
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,984

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Já para a atividade de colocação de caixas de PVC na parede, o SINAPI (2016) apresenta um consumo da mão de obra para a instalação de caixas de PVC nas paredes que varia em função da altura de instalação (baixa, média ou alta) e do tamanho da caixa (4x2 ou 4x4), conforme mostra o Quadro 6 a seguir.

Quadro 6 – Variação do consumo de mão de obra para colocação de caixa de PVC na parede - SINAPI

ATIVIDADE: Caixa de PVC instalada em parede								
CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO					
			4”X2”			4”X4”		
			B	M	A	B	M	A
88264	Eletricista	h	0,145	0,247	0,519	0,166	0,283	0,596
88247	Ajudante de eletricista	h	0,145	0,247	0,519	0,166	0,283	0,596
88629	Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual	m3	0,0009	0,0009	0,0009	0,0012	0,0012	0,0012

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

A atividade de colocação de caixas de PVC no SINAPI (2016) já contempla o chumbamento desta caixa, mas não a quebra do local em que será instalada. O Quadro 7 a seguir

mostra o consumo de mão de obra que se obtém no SINAPI (2016). A RUP encontrada varia de 0,457 a 1,359 Hh/unidade. Assim como na TCPO (2012), nesta tabela também se faz necessário utilizar uma relação entre o número de caixas de PVC e o comprimento total dos eletrodutos no ciclo para se obter a RUP Cíclica.

Quadro 7 - Consumo de mão de obra para colocação de caixa de PVC na parede - SINAPI

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
02.INHL.COFI. 021/01	ATIVIDADE: Quebra em alvenaria para instalação de caixa de tomada (4x4 ou 4x2).	un	
88267	Encanador ou bombeiro hidráulico	h	0,144
88248	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico	h	0,023
-	ATIVIDADE: Caixa de PVC instalada em parede	un	
88264	Eletricista	h	0,145 a 0,596
88247	Ajudante de eletricista	h	0,145 a 0,596
-	Caixa de ligação de PVC	un	1,00
88629	Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual	m3	0,0009 a 0,0012
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,457 a 1,359

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Tanto a TCPO (2012) quanto o SINAPI (2016) consideram que o corte das paredes será feito com marreta e talhadeira, ou seja, de forma totalmente manual. No Quadro 8 a seguir pode-se ver uma comparação entre o consumo unitário da mão de obra obtido nas duas tabelas e a diferença das produtividades encontradas no SINAPI (2016) e na TCPO (2012) em relação a TCPO (2012).

Quadro 8 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – IEP

ATIVIDADE	UN.	TCPO	SINAPI	DIFERENÇA (%)
Colocação de eletrodutos nas paredes	Hh/m	0,900	0,984	9,3
Colocação de caixas de PVC nas paredes	Hh/un	0,430	0,457 a 1,359	6,3 a 216,0

Fonte: Autor.

2.3.2. Infraestrutura elétrica nas lajes

Na TCPO (2012) não se encontra esse serviço de maneira específica. O que se encontra para o eletroduto é o mesmo item da execução de infraestrutura elétrica na parede, mas nesse caso não é necessário acrescentar as atividades de execução de rasgo e chumbamento do eletroduto. O Quadro 9 a seguir mostra o consumo de mão de obra para o serviço de colocação de eletrodutos na laje. A RUP obtida é de 0,30 Hh/m.

Quadro 9 - Consumo de mão de obra para a colocação de eletrodutos na laje - TCPO

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
16132.8.3.2	ATIVIDADE: ELETRODUTO de PVC flexível corrugado - Ø 25 mm (3/4")	m	
01270.0.1.13	Ajudante de eletricista	h	0,15
01270.0.22.1	Eletricista	h	0,15
16132.3.2.2	Eletroduto de PVC flexível corrugado amarelo	m	1,10
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,300

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Para a caixa de PVC consegue-se usar o índice das caixas octogonais, que são as utilizadas para instalação de luminárias e caixas de passagem na laje. No levantamento deste serviço, assim como no serviço de infraestrutura elétrica nas paredes, também se faz necessário estabelecer uma relação entre o número de caixas de PVC e o comprimento total de eletrodutos na laje. O Quadro 10 a seguir mostra o consumo de mão de obra para o serviço de colocação de caixas octogonais de PVC na laje. A RUP obtida é de 0,30 Hh/un.

Quadro 10 - Consumo de mão de obra para colocação de caixas de PVC na laje - TCPO

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
16132.8.14.3	ATIVIDADE: CAIXA DE LIGAÇÃO octogonal de PVC para eletroduto flexível	un	
01270.0.1.13	Ajudante de eletricista	h	0,15
01270.0.22.1	Eletricista	h	0,15
16132.3.14.3	Caixa de ligação de PVC para eletroduto flexível corrugado de embutir (formato da seção transversal: octogonal)	un	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,300

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Na tabela SINAPI (2016) tem-se itens separados para instalação de eletrodutos por baixo da laje (após a concretagem) e para eletrodutos instalados na laje antes da concretagem. No primeiro caso também é necessário acrescentar a atividade de fixação da abraçadeira. O Quadro 11 e o Quadro 12, a seguir, mostram as duas atividades.

Quadro 11 - Consumo de mão de obra para a colocação de eletrodutos por baixo da laje - SINAPI

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
02.INEL.ELE1 .002/01	ATIVIDADE: Eletroduto flexível corrugado reforçado PVC, DN 25 mm (3/4") para circuitos terminais, instalado em forro – fornecimento e instalação.	m	
88247	Ajudante de eletricista	h	0,070
88264	Eletricista	h	0,070
2688	Eletroduto de PVC flexível corrugado 25mm, tipo Tigreflex ou equivalente.	m	1,100
02.INHL.COFL. 056/01	ATIVIDADE: Fixação de tubos horizontais de PVC, CPVC ou cobre, diâmetros menores ou iguais a 40mm com abraçadeira metálica rígida tipo D 1/2", fixada diretamente na laje.	m	
88267	Encanador ou bombeiro hidráulico	h	0,141
88248	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico	h	0,020
392	Abaçadeira tipo D 1/2" c/ parafuso	un	0,650
**	Vergalhão com rosca total 6,3 mm		0,065
***	Porca zincada sextavada 6,3 mm		0,650
****	Arruela lisa em aço galvanizado 6,3 mm		0,650
11976	Chumbador Omega c/ parafuso		0,650
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,301

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Quadro 12 - Consumo de mão de obra para a colocação de eletrodutos na laje - SINAPI

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
02.INEL.ELE1 .006/02	ATIVIDADE: Eletroduto flexível corrugado reforçado PVC, DN 25 mm (3/4") para circuitos terminais, instalado em laje – fornecimento e instalação.	m	
88247	Ajudante de eletricista	h	0,087
88264	Eletricista	h	0,087
***	Eletroduto de PVC flexível corrugado reforçado 25mm, tipo Tigreflex ou equivalente.	m	1,100
34562	Arame recozido 18 BWG, 1,25 mm (0,010 kg/m)	kg	0,0018
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,174

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Já para a colocação de caixas de PVC nas lajes, o SINAPI (2016) trabalha com caixas embutidas antes da concretagem da laje. No Quadro 13, a seguir, está discriminada essa atividade. A RUP para esse serviço é de 0,286 Hh/un. Deve-se estabelecer a relação entre o número de caixas de PVC e o comprimento total de eletroduto para que a unidade de saída da RUP seja a mesma do serviço de colocação de eletrodutos na laje, e assim, possa-se somar as duas RUPs e obter a produtividade do serviço de infraestrutura elétrica nas lajes.

Quadro 13 - Consumo de mão de obra para a colocação de caixas de PVC na laje - SINAPI

CÓDIGO	COMPONENTES	UN.	CONSUMO
02.INEL.ELE1 .055/01	ATIVIDADE: Caixa octogonal 4" x 4", PVC, instalada em laje – fornecimento e instalação.	un	
88247	Ajudante de eletricista	h	0,143
88264	Eletricista	h	0,143
12001	Caixa PVC octogonal - 4"	un	1,000
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço		h	0,286

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

No Quadro 14, a seguir, pode-se ver uma comparação entre o consumo unitário da mão de obra obtido nas duas tabelas e a diferença das produtividades encontradas no SINAPI (2016) e na TCPO (2012) em relação a TCPO (2012).

Quadro 14 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – IEL

ATIVIDADE	UN.	TCPO	SINAPI	DIFERENÇA (%)
Colocação de eletrodutos nas lajes (sem embutir no concreto)	Hh/m	0,300	0,301	0,0
Colocação de eletrodutos nas lajes (embutido no concreto)	Hh/m	0,300	0,174	-42,0
Colocação de caixas de PVC nas lajes	Hh/un	0,300	0,286	-4,7

Fonte: Autor.

2.3.3. Enfição elétrica

No Quadro 15, a seguir, tem-se uma compilação dos dados da TCPO (2012) referente aos tempos necessários para fazer a enfição elétrica. Pode-se ver que à medida que o diâmetro do cabo elétrico vai aumentando, aumenta-se também o tempo necessário para se passar um metro de cabo. Ou seja, pela tabela TCPO (2012), à medida que aumenta-se o diâmetro do fio, diminui-se a produtividade.

Quadro 15 - Consumo de mão de obra para enfição elétrica - TCPO

COMPONENTES	UN.	CONSUMO	
		Seção (mm ²)	
		1,50	2,50
ATIVIDADE: Cabo isolado em PVC - 750 V - 70°C - flexível (CÓDIGO)	m	16120.8.1.37	16120.8.1.38
Ajudante de eletricista	h	0,10	0,11
Eletricista	h	0,10	0,11
Cabo flexível isolado em PVC 450 V/750 V-70 C baixa tensão	m	1,02	1,02
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,200	0,220
		Seção (mm ²)	
		4,00	6,00
ATIVIDADE: Cabo isolado em PVC - 750 V - 70°C - flexível (CÓDIGO)	m	16120.8.1.39	16120.8.1.40
Ajudante de eletricista	h	0,12	0,13
Eletricista	h	0,12	0,13
Cabo flexível isolado em PVC 450 V/750 V-70 C baixa tensão	m	1,02	1,02
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,240	0,260

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

No SINAPI (2016) também se encontram os itens referentes ao serviço de enfição elétrica. O Quadro 16 a seguir mostra um resumo dos consumos unitários.

Quadro 16 - Consumo de mão de obra para enfição elétrica - SINAPI

COMPONENTES	UN.	CONSUMO	
		Seção (mm ²)	
		1,50	2,50
ATIVIDADE: Cabo de cobre flexível isolado, anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação (CÓDIGO)	m	02.INEL.ELE1.049 /01	02.INEL.ELE1.050 /01
Eletricista	h	0,024	0,030
Ajudante de eletricista	h	0,024	0,030
Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750 V, TP PIRASTIC PIRELLI ou equivalente	m	1,190	1,190
Fita isolante adesiva em rolos 19mm x 5m	un	0,009	0,009
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,048	0,060

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Quadro 18 - Consumo de mão de obra para enfição elétrica – SINAPI (continuação)

COMPONENTES	UN.	CONSUMO	
		Seção (mm ²)	
		4,00	6,00
ATIVIDADE: Cabo de cobre flexível isolado, anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação (CÓDIGO)	m	02.INEL.ELE1.051 /01	16120.8.1.40
Eletricista	h	0,040	0,052
Ajudante de eletricista	h	0,040	0,052
Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750 V, TP PIRASTIC PIRELLI ou equivalente	m	1,190	1,190
Fita isolante adesiva anti-chama em rolos 19mm x 5m	un	0,009	0,009
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,080	0,104

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

No Quadro 17, a seguir, pode-se ver uma comparação entre o consumo unitário da mão de obra obtido nas duas tabelas e a diferença das produtividades encontradas no SINAPI (2016) e na TCPO (2012) em relação a TCPO (2012).

Quadro 17 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – EE

ATIVIDADE	UN.	TCPO	SINAPI	DIFERENÇA (%)
Enfição elétrica: cabo de 1,50 mm ²	Hh/m	0,200	0,048	-76,0
Enfição elétrica: cabo de 2,50 mm ²	Hh/m	0,220	0,060	-72,7
Enfição elétrica: cabo de 4,00 mm ²	Hh/m	0,240	0,080	-66,7
Enfição elétrica: cabo de 6,00 mm ²	Hh/m	0,260	0,104	-60,0

Fonte: Autor.

2.3.4. Suportes e módulos

Este serviço na TCPO (2012) é dividido de acordo com o número e tipo de módulo que será colocado na caixa de PVC. No Quadro 18, a seguir, tem-se um resumo da colocação de módulos de interruptores na TCPO (2012).

Quadro 18 - Consumo de mão de obra para a colocação de interruptores - TCPO

COMPONENTES	UN.	CONSUMO		
		Tipo		
		1 Simples	1 Paralelo	1 Simples e 1 Paralelo
ATIVIDADE: Colocação de interruptor 10A – 250V (CÓDIGO)	un	16143.8.2.9	16143.8.2.8	16143.8.2.12
Ajudante de eletricista	h	0,21	0,29	0,45
Eletricista	h	0,21	0,29	0,45
Interruptor 10A – 250V	un	1,00	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,420	0,580	0,900
		Tipo		
		1 Simples e 2 Paralelos	2 Simples	2 Paralelos
ATIVIDADE: Colocação de interruptor 10A – 250V (CÓDIGO)	un	16143.8.2.10	16143.8.2.1	16143.8.2.3
Ajudante de eletricista	h	0,69	0,37	0,53
Eletricista	h	0,69	0,37	0,53
Interruptor 10A – 250V	un	1,00	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	1,380	0,740	1,060
		Tipo		
		2 Simples e 1 Paralelo	3 Simples	3 Paralelos
ATIVIDADE: Colocação de interruptor 10A – 250V (CÓDIGO)	un	16143.8.2.2	16143.8.2.5	16143.8.2.4
Ajudante de eletricista	h	0,61	0,53	0,77
Eletricista	h	0,61	0,53	0,77
Interruptor 10A – 250V	un	1,00	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	1,220	1,060	1,540

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

No Quadro 19 pode-se ver o consumo da mão de obra para o módulo de tomada e para o módulo de tomada de telefone. Já no Quadro 20 pode-se ver esse consumo para quando se coloca módulos de interruptores e tomadas na mesma caixa de PVC.

Quadro 19 - Consumo de mão de obra para a colocação de tomadas - TCPO

		Tipo	
		1 Tomada 2P+T	1 Tomada Pino Jack 1/4 (telefone)
ATIVIDADE: Colocação de tomada de embutir (CÓDIGO)	un	16143.8.6.1	16143.8.8.1
Ajudante de eletricista	h	0,29	0,29
Eletricista	h	0,29	0,29
Tomada de embutir	un	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,580	0,580

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Quadro 20 - Consumo de mão de obra para a colocação de interruptores e tomadas - TCPO

COMPONENTES	UN.	CONSUMO		
		Tipo		
		1 Simples e 1 Tomada	1 Paralelo e 1 Tomada	1 Simples, 1 Paralelo e 1 Tomada
ATIVIDADE: Colocação de interruptor e tomada 10A – 250V (CÓDIGO)	un	16143.8.3.4	16143.8.3.3	16143.8.3.5
Ajudante de eletricista	h	0,37	0,45	0,61
Eletricista	h	0,37	0,45	0,61
Interruptor e tomada 10A – 250V	un	1,00	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,740	0,900	1,220
		Tipo		
		2 Simples e 1 Tomada	2 Paralelos e 1 Tomada	
ATIVIDADE: Colocação de interruptor e tomada 10A – 250V (CÓDIGO)	un	16143.8.3.1	16143.8.3.2	
Ajudante de eletricista	h	0,53	0,69	
Eletricista	h	0,53	0,69	
Interruptor e tomada 10A – 250V	un	1,00	1,00	
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	1,060	1,380	

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Na TCPO (2012) a colocação dos espelhos é separada dos suporte e módulos já mostradas nos quadros anteriores. No Quadro 21 pode-se ver o consumo da mão de obra que deve ser adicionado ao de cada módulo que será instalado para se obter a produtividade de cada item.

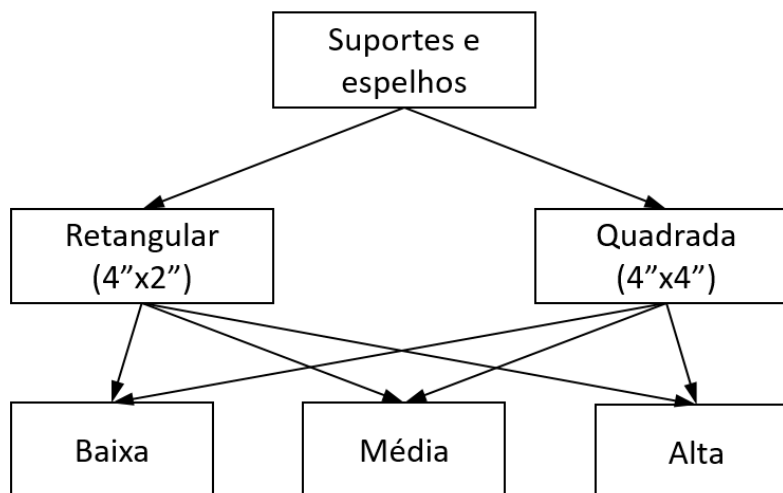
Quadro 21 - Consumo de mão de obra para a colocação de placas (espelhos) - TCPO

COMPONENTES	UN.	CONSUMO	
		Tamanho (pol)	
		4"x2"	4"x4"
ATIVIDADE: Colocação de espelho para caixa (CÓDIGO)	un	16143.8.5.2	16143.8.5.3
Ajudante de eletricista	h	0,05	0,06
Eletricista	h	0,05	0,06
Placa (espelho) para caixa	un	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,100	0,120

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Já no SINAPI (2016) existe uma variedade muito grande de itens para a colocação de suportes e módulos. Inicialmente deve-se contemplar a produtividade da colocação dos suportes e espelhos. Como pode ser visto na Figura 9 a seguir, a produtividade foi feita para as caixas 4"x2" e 4"x4" e varia conforme a sua altura de colocação (baixa, média e alta).

Figura 9 – Itens contemplados no SINAPI para a colocação de suportes e espelhos



Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

O consumo de mão de obra para colocação de suportes e espelhos varia, sendo o menor valor da colocação em caixas 4"x2" na categoria "baixa" e o valor maior da caixa 4"x4" na categoria "alta". O Quadro 22 a seguir mostra esses valores.

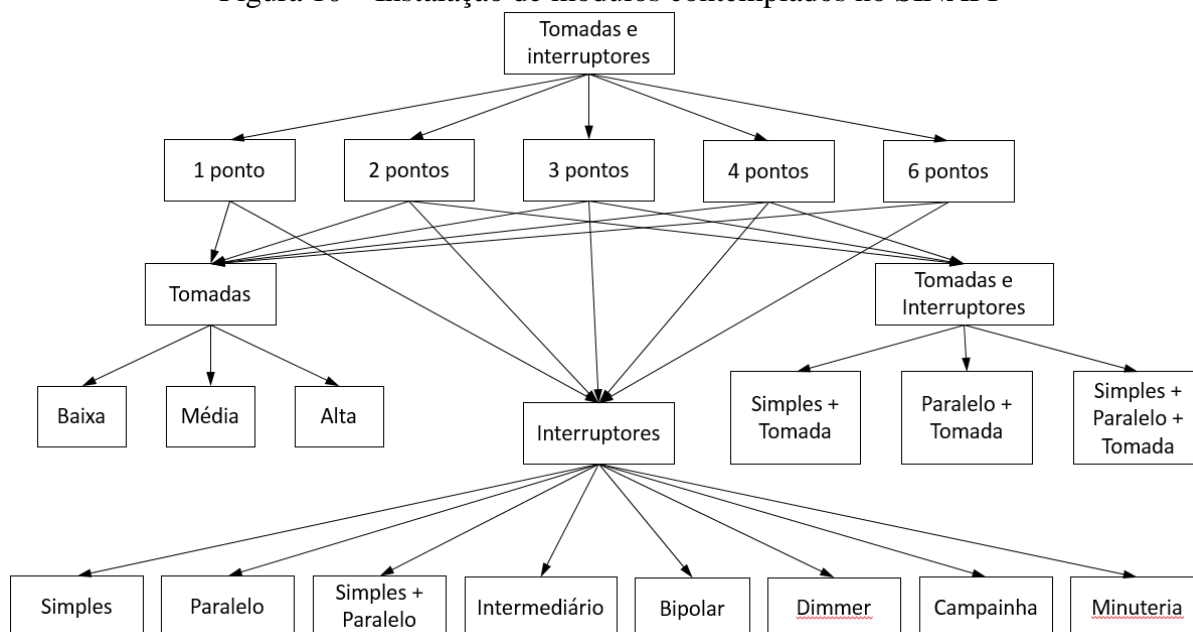
Quadro 22 - Consumo de mão de obra para a colocação de suportes e espelhos - SINAPI

COMPONENTES	UN.	CONSUMO	
		4"x2" (Baixa)	4"x4" (Alta)
ATIVIDADE: Suporte parafusado com placa de encaixe para ponto elétrico – fornecimento e instalação (CÓDIGO)	un	02.INEL.ELE1.064/0 1	02.INEL.ELE1.065 /01
Eletricista	h	0,088	0,216
Suporte de fixação de espelho	un	1,00	1,00
Espelho/placa para instalação de interruptores e tomadas	un	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,088	0,216

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Depois de escolhido qual o tamanho e altura da caixa, deve-se escolher os módulos que serão instalados. Cada um dos itens tem a sua produtividade. Na Figura 10, a seguir, pode-se ver para quais itens são encontradas informações sobre o consumo da mão de obra.

Figura 10 – Instalação de módulos contemplados no SINAPI



Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

Por se ter um número elevado de combinações, fez-se o Quadro 23 a seguir com um resumo dos valores mínimos e máximos encontrados para colocação de tomadas e interruptores.

Quadro 23 - Consumo de mão de obra para a colocação de módulos - SINAPI

COMPONENTES	UN.	CONSUMO	
		Mínimo	Máximo
		1 Módulo Simples	6 Módulos Simples
ATIVIDADE: Interruptor, sem suporte e sem placa – fornecimento e instalação (CÓDIGO)	un	02.INEL.ELE1.06 8/01	02.INEL.ELE1.08 0/01
Eletricista	h	0,225	1,058
Ajudante de eletricista	h	0,225	1,058
Interruptor simples 10A, (apenas módulo)	un	1,00	6,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,450	2,116
		1 Módulo - Baixa	6 Módulos - Baixa
ATIVIDADE: Tomada, 2P+T 10A, sem suporte e sem placa – fornecimento e instalação (CÓDIGO)	un	02.INEL.ELE1.08 9/01	02.INEL.ELE1.09 5/01
Eletricista	h	0,235	1,120
Ajudante de eletricista	h	0,235	1,120
Tomada, 2P+T 10A (apenas módulo)	un	1,00	6,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,470	2,240
		1 Interruptor Simples e 1 Tomada	2 Interruptores Paralelos e 1 Tomada
ATIVIDADE: Interruptor e tomada, 2P+T 10A, sem suporte e sem placa – fornecimento e instalação (CÓDIGO)	un	02.INEL.ELE1.09 6/01	02.INEL.ELE1.10 1/01
Eletricista	h	0,472	0,802
Ajudante de eletricista	h	0,472	0,802
Interruptor simples 10A, (apenas módulo)	un	1,00	2,00
Tomada, 2P+T 10A (apenas módulo)	un	1,00	1,00
TOTAL de mão de obra utilizada no serviço	h	0,944	1,604

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

A tabela SINAPI (2016) mostra, portanto, que o consumo de mão de obra por módulo é menor à medida que se aumenta o número de módulos no conjunto. Por exemplo, nos interruptores simples gasta-se 0,450 Hh para colocar um módulo em um conjunto e 2,116 Hh para colocar 6 módulos em um conjunto (aproximadamente 0,353 Hh por módulo no conjunto de 6 módulos). O mesmo ocorreu também na TCPO (2012), quando se tinha o consumo de 0,420 Hh para colocar 1 interruptor simples em uma caixa com um módulo e 1,060 Hh para colocar 3 interruptores simples em uma caixa com 3 módulos (0,353 Hh por módulo). No Quadro 24 a seguir faz-se uma comparação entre as duas tabelas contemplando os serviços de menor consumo de mão de obra, já com a colocação de espelhos e módulos, e a diferença das produtividades encontradas no SINAPI (2016) e na TCPO (2012) em relação a TCPO (2012).

Quadro 24 - Diferença de produtividade entre TCPO e SINAPI – MS

ATIVIDADE	UN.	TCPO	SINAPI	DIFERENÇA (%)
Colocação de 1 módulo de interruptor simples – inclusive suporte e espelho	Hh/m	0,520	0,538	3,5
Colocação de 1 módulo de tomada – inclusive suporte e espelho	Hh/m	0,680	0,558	-17,9
Colocação de 1 módulo de interruptor simples e 1 módulo de tomada – inclusive suporte e espelho ²	Hh/m	0,840	1,032	22,9

Fonte: Autor.

2.4. Considerações finais acerca do capítulo

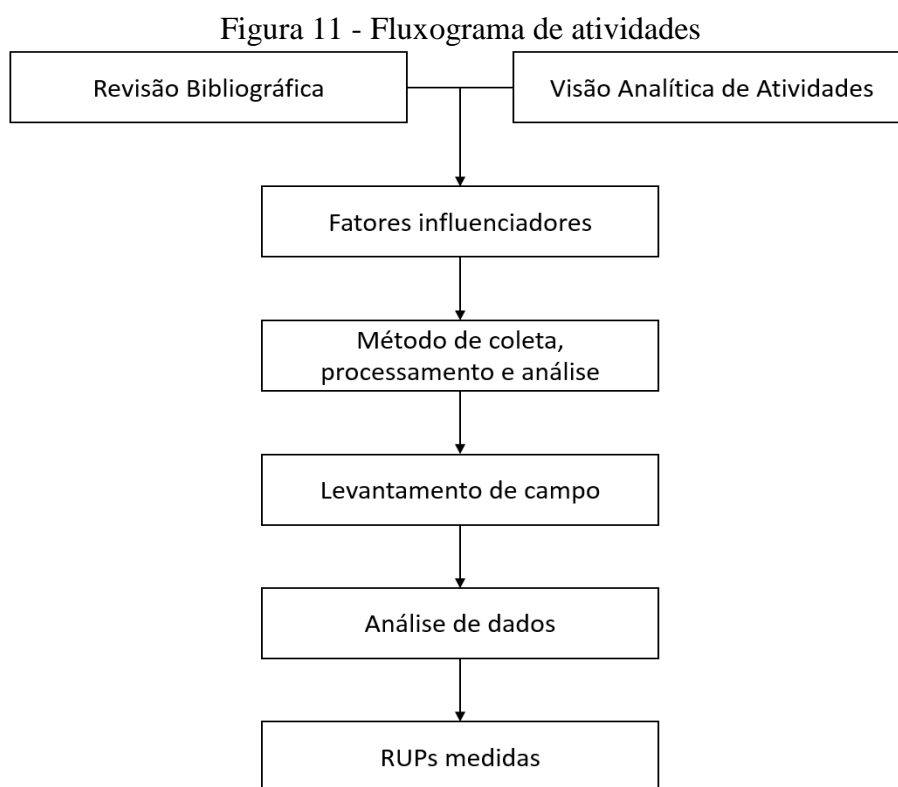
Neste capítulo foram abordados os dois temas principais deste trabalho: PMO e SPEC. No caso da PMO foram apresentados os principais conceitos, teorias, indicadores e procedimentos padronizados para sua medição e análise, assim como os principais trabalhos realizados. Quanto aos SPEC foi abordada a norma brasileira de instalações elétricas de baixa tensão, e também se fez uma descrição da execução de algumas tarefas do SPEC que seriam medidas nesse trabalho. Finalmente, este capítulo se encerra com a apresentação dos principais indicadores de PMO associados ao SPEC tendo como base as principais referências adotadas no país (SINAPI e TCPO). A partir deste referencial teórico parte-se para a apresentação do método de pesquisa.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Nesse capítulo aborda-se como fazer a medição da PMO nas atividades necessárias para a execução do sistema predial elétrico e de comunicação.

3.1. Delineamento da pesquisa

Na Figura 11, a seguir, apresenta-se o fluxograma de atividades realizadas. As atividades realizadas até atingir o método de coleta, processamento e análise são detalhadas neste capítulo. No Capítulo 4 são detalhadas as demais atividades.



Fonte: Autor.

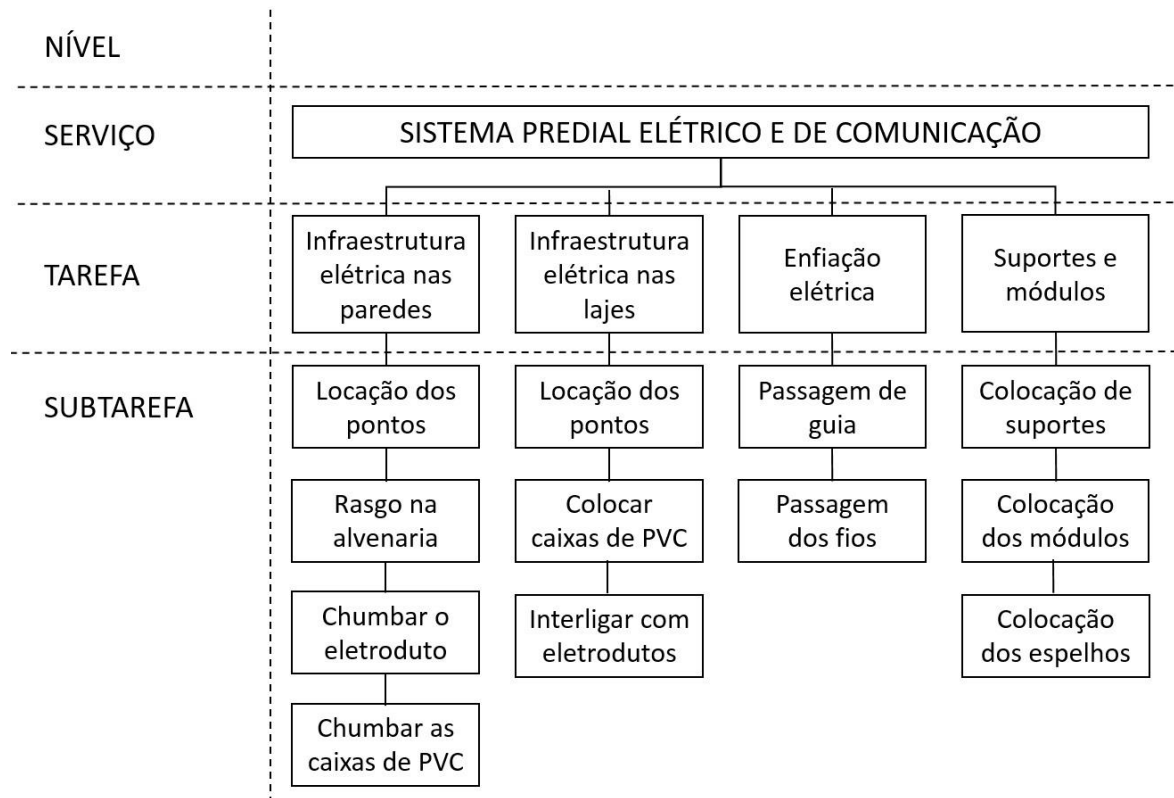
3.1.1. Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica é uma etapa que se estendeu ao longo de todo o período de pesquisa dessa dissertação. Desde o início do trabalho foram procurados artigos, teses, dissertações e normas tanto nacionais quanto internacionais que pudessem embasar essa dissertação. A revisão bibliográfica esteve em constante atualização para contemplar também os trabalhos mais recentes.

3.1.2. Visão analítica da execução do serviço de SPEC

A execução do serviço de SPEC medido nesse trabalho envolve as seguintes tarefas e subtarefas apresentadas na Figura 12. Seu detalhamento é feito na sequência.

Figura 12 - Visão analítica da execução do serviço de SPEC



Fonte: Autor.

3.1.2.1 Infraestrutura elétrica nas paredes

A tarefa de infraestrutura elétrica nas paredes inicia-se com a locação das caixas de PVC dos pontos elétricos e de comunicação do local onde se vai trabalhar. Usa-se o projeto elétrico fornecido para se fazer essa marcação e em seguida estuda-se o melhor caminho a ser feito pelos eletrodutos para que não haja interferências com os outros sistemas e para que seja utilizada a menor quantidade possível de material.

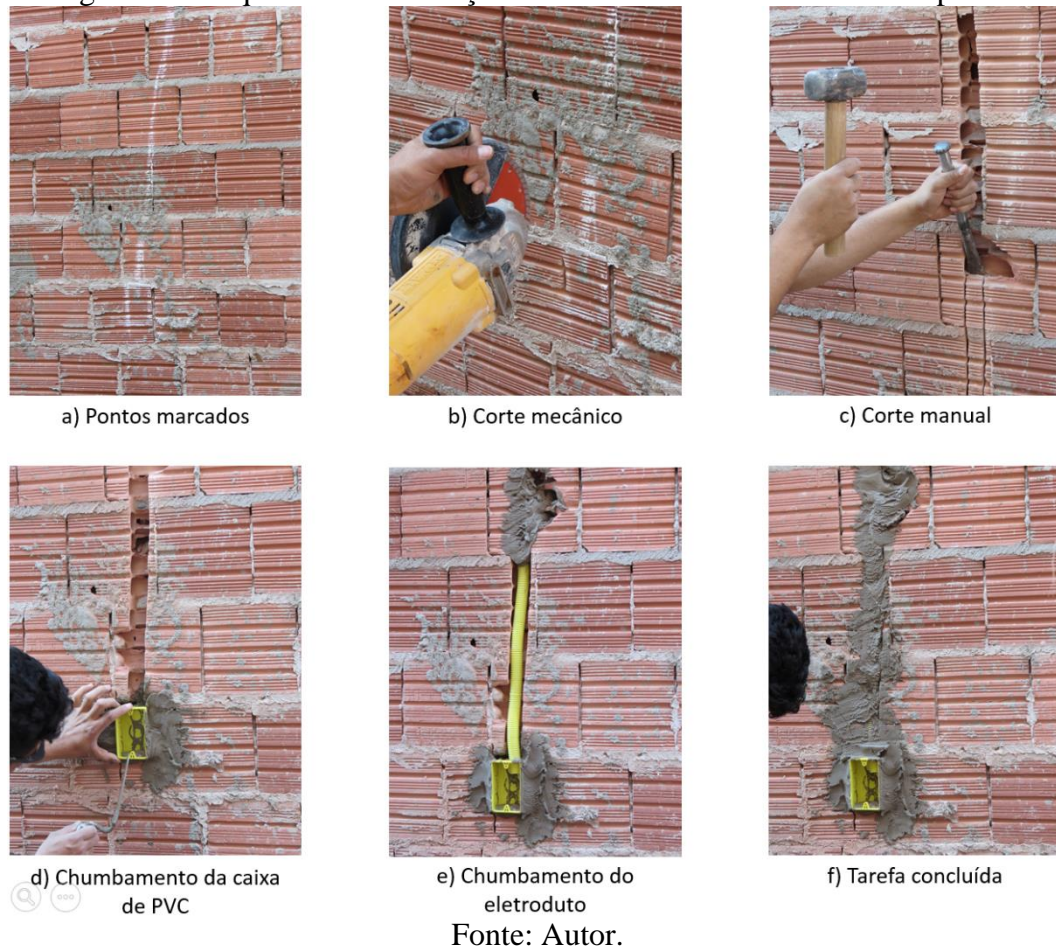
Feito isso, deve ser aberto o rasgo para colocação de caixas de PVC. Todos os pontos elétricos e de comunicação passam pelas caixas de PVC. Nelas deverão ser feitas as emendas de fios, colocação de interruptores, tomadas e demais módulos, colocação de luminárias, entre outros usos. Faz-se, portanto, a colocação das caixas de PVC no ponto locado anteriormente e em seguida procede-se ao chumbamento dessas caixas de PVC com argamassa de cimento e areia.

Feito o chumbamento das caixas de PVC, procede-se para colocação dos eletrodutos que interligam essas caixas. A subatividade de colocação dos eletrodutos nas paredes é muito semelhante e complementar ao serviço de colocação das caixas de PVC. Inicia-se pela execução do rasgo na alvenaria onde vai passar o eletroduto. Esse rasgo pode ser aberto totalmente com o uso de uma ferramenta elétrica, parcialmente com o uso de ferramenta elétrica ou totalmente manual.

Para a execução do rasgo apenas com a ferramenta elétrica, deve-se utilizar máquinas chamadas de cortadoras de parede, que ao serem passadas na parede já deixam o rasgo aberto na dimensão pré-estabelecida. Caso se opte pela utilização parcial de ferramenta elétrica, pode-se utilizar esmerilhadeiras com disco próprio em que se faz cortes na parede e depois abre-se esses cortes com a ajuda de ponteiros, talhadeiras e marretas. Por último também existe a opção de usar somente as ferramentas manuais como o ponteiro, talhadeira e marreta. À medida que se aumenta os gastos com o ferramental, diminui-se os gastos com a mão de obra, pois isto melhora a produtividade.

Depois de aberto o rasgo, coloca-se o eletroduto na parede prendendo suas extremidades e onde mais for necessário para que não solte. Em seguida, deve-se fazer uma argamassa de cimento e areia e chumbar esse eletroduto. A Figura 13, a seguir, mostra uma sequência de fotos que ilustram essa tarefa.

Figura 13 - Sequência de colocação de caixa de PVC e eletroduto na parede



A unidade de saída da RUP nesse serviço é homens-hora necessários dividido pelo comprimento total dos eletrodutos passados. As principais subtarefas desse serviço são:

- Locação dos pontos;
- Rasgo do eletroduto;
- Rasgo da caixa de PVC;
- Chumbamento do eletroduto;
- Chumbamento da caixa de PVC.

3.1.2.2 Infraestrutura elétrica nas lajes

A execução da infraestrutura elétrica nas lajes pode ser feita de duas formas. A primeira maneira é fazer essa tubulação sob a laje depois que esta estiver concretada. Deve-se primeiro parafusar as caixas de PVC nas lajes nos locais desejados e depois prender o eletroduto na laje por meio de abraçadeiras.

A segunda maneira é fazer a tubulação antes da concretagem da laje, o que é comumente chamado de tubular a laje. O serviço se inicia com a fixação das caixas de PVC nos locais determinados em projeto. No caso das lajes maciças essa fixação é feita pregando-se as caixas de PVC nas formas que já devem estar colocadas e escoradas. As armaduras positivas da laje também devem estar colocadas. No caso das lajes pré-moldadas existem duas opções de colocação: com elementos pré-moldados de concreto em que se tem uma caixa de PVC chumbada ou com um pedaço de forma com uma caixa de PVC pregada. Nos dois casos essa peça é colocada no lugar de uma lajota cerâmica ou do isopor. Os trilhos de concreto da laje pré-moldada já devem estar com o escoramento (quando for o caso) concluído. Caso as caixas de PVC sejam do tipo que tem o fundo móvel, deve-se enchê-la também com areia ou serragem. Depois de fixadas as caixas de PVC, é feita a interligação dessas caixas com os eletrodutos. Também devem ser colocados os eletrodutos que são passados para baixo da forma para serem emendados para, em seguida, ligá-los às caixas de parede. Existem, também, eletrodutos que vão passar pela laje para fazer a interligação de caixas que estão na parede. Estes são passados entre os pontos desejados e deixados com a ponta virada para cima. Depois de todos os eletrodutos colocados os armadores terminam de fazer a armadura a ser posicionada acima dos eletrodutos e a laje é, então, concretada. A Figura 14, a seguir, mostra a montagem de algumas tubulações em lajes.

Figura 14 - Montagem da infraestrutura elétrica nas lajes



a) Colocação dos eletrodutos nas caixas de PVC



b) Caixas de PVC e eletrodutos colocados e fixados



c) Laje pronta pra concretagem – laje maciça



d) Laje pronta pra concretagem – laje pré-moldada

Fonte: Autor.

A RUP nesse serviço é calculada em termos de homens-hora necessários dividido pelo comprimento total dos eletrodutos passados. Para as duas maneiras as sutarefas necessárias são as mesmas, apenas sendo executadas de maneiras diferentes:

- Locação dos pontos;
- Colocação de caixas de PVC;
- Interligação com eletrodutos.

3.1.2.3 Enfição elétrica

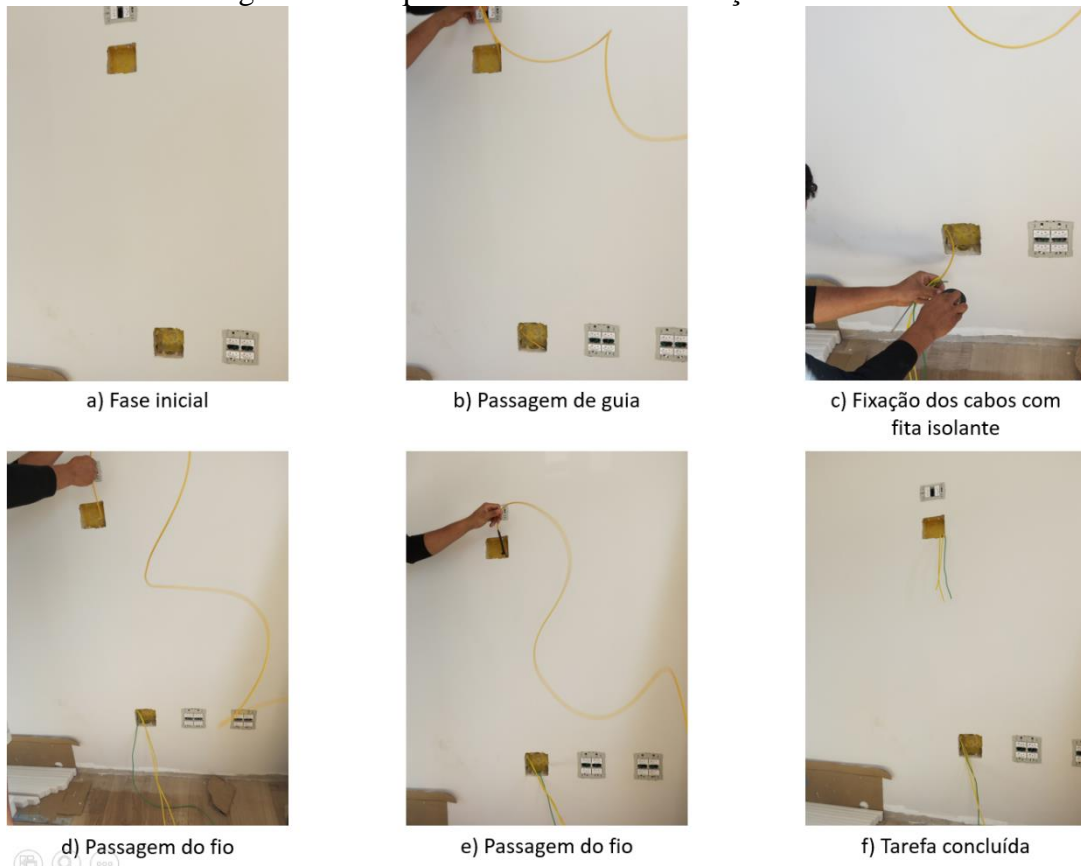
Depois de feitas as infraestruturas elétricas nas paredes e na laje, faz-se o serviço de enfição elétrica. Os cabos encontrados nesse trabalho variaram de 1,5 a 6,0 mm². Os cabos maiores do que 6,0mm² são usados, geralmente, para a alimentação do quadro de força geral do apartamento.

Para ser feita essa tarefa, em primeiro lugar, utiliza-se uma fita guia, que é um fio de aço, revestido de uma capa de PVC e com uma mola em uma das extremidades para auxiliar nas curvas dos eletrodutos. Passa-se essa fita guia entre duas caixas de PVC. Em seguida separa-se o número de fios que precisarão ser passados pelo eletroduto e prende-se esses cabos à fita guia através de fita isolante, tomando o cuidado de prender um bom comprimento de cabo para que este não solte durante a passagem dos fios. Feito isso, utiliza-se vaselina líquida para lubrificar a ponta coberta pela fita isolante para que os fios possam deslizar mais facilmente por dentro do eletroduto. A partir daí puxa-se os fios até que cheguem na outra caixa. O maior problema que pode-se ter nesta tarefa é não conseguir passar o fio, seja por excesso de fios elétricos no eletroduto ou por algum problema no próprio eletroduto (entupimento ou curva muito fechada, por exemplo). A Figura 15, a seguir, mostra uma sequência de fios sendo passados entre duas caixas de PVC.

A RUP, nessa tarefa, é calculada dividindo-se os homens-hora necessários pelo comprimento total dos fios. O comprimento total dos fios é calculado multiplicando-se a quantidade de fios passados e o comprimento do eletroduto levantado nas primeiras tarefas. As subtarefas deste serviço são:

- Passagem de guia;
- Passagem dos fios.

Figura 15 - Sequência da tarefa de Enfição Elétrica

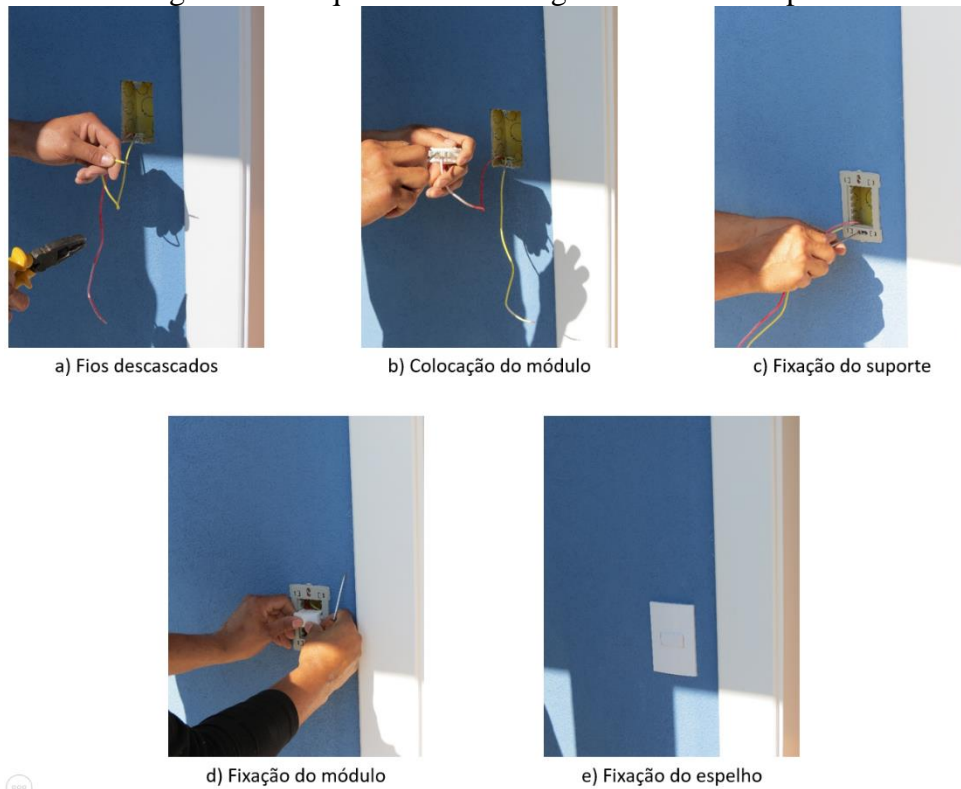


Fonte: Autor.

3.1.2.4 Suportes e módulos

Depois de embutidos os eletrodutos e as caixas de PVC e passada a fiação elétrica ou telefônica, chega a hora de se fixar os módulos e suportes. Apesar de uma grande variedade de modelos no mercado, o serviço é basicamente o mesmo para todas as linhas. Primeiramente deve-se montar os módulos que podem ser de tomada (de 10 ou 20A), interruptor (simple, intermediário, paralelo), RJ11 (telefone), RJ45 (cabos de rede), antenas de televisão, campainha, entre outros. Algumas marcas oferecem muitas opções de módulos, com peças que vão desde sensor de presença até alto-falantes. Em seguida, são fixados os suportes plásticos nas caixas de PVC por meio de parafusos. Os suportes são peças com encaixes que permitem a colocação de até 3 módulos em caixas de PVC de 4x2" ou até 6 módulos em caixas de PVC de 4x4". Depois disso, os módulos são encaixados no suporte e encaixa-se o espelho, finalizando este serviço. Na Figura 16, a seguir, pode-se ver uma sequência da colocação de um interruptor em uma caixa de PVC 4x2".

Figura 16 - Sequência de montagem de um interruptor



Fonte: Autor.

A RUP, nessa tarefa é calculada dividindo-se os homens-hora necessários pelo número de módulos instalados. As subtarefas desta tarefa são:

- Colocação dos suportes;
- Colocação dos módulos;
- Colocação dos espelhos.

3.1.3. Fatores Influenciadores

Uma das etapas mais importantes durante o estudo preliminar do tema foi decidir quais são os possíveis fatores influenciadores no serviço. Como já foi visto no Capítulo 2, na metodologia proposta por Thomas; Yiakoumis (1987), o Modelo dos Fatores, é dito que existem vários fatores que podem influenciar na PMO. Estes fatores devem ser medidos e relacionados de modo a se poder separar a produtividade ideal, ou seja, aquela que não é afetada pelos fatores, da produtividade real. A produtividade real pode ser afetada por dois tipos de fatores, conforme dito anteriormente: fatores de conteúdo, que são relativos às características físicas, e fatores de contexto, relacionados com o ambiente de trabalho.

3.1.3.1 Fatores de conteúdo

O Quadro 25, a seguir, mostra os fatores de conteúdo gerais para o serviço dos SPEC.

Quadro 25 - Fatores de conteúdo

FATOR	JUSTIFICATIVA
Qualidade do projeto	Um projeto bem elaborado pode reduzir o tempo de realização do serviço, aumentando a produtividade. Como consequência ainda se tem um menor desperdício de material. Os projetos ruins ou inexistentes, por outro lado, geram dúvidas no momento da execução do serviço, e geram um tempo improdutivo que afeta a produtividade geral do serviço.
Ferramentas	O desenvolvimento de novas tecnologias tem gerado uma melhora significativa na produtividade. Muitos processos que eram feitos de forma artesanal, hoje estão automatizados e com isso economiza-se muito tempo. Além disso ganha-se também com a padronização do serviço e, conseqüentemente, existe um aumento na qualidade geral. No entanto vale ressaltar que o trabalhador deve ser treinado para a correta utilização desses equipamentos.

Fonte: Autor.

3.1.3.2 Fatores de contexto

O Quadro 26 a seguir, mostra os fatores de contexto gerais para o serviço do SPEC.

Quadro 26 - Fatores de contexto

Capacidade e treinamento	Cada trabalhador tem a sua capacidade de executar determinada tarefa. Alguns podem ser mais eficientes do que outros, mas além da capacidade inata de cada um, a produtividade deste trabalhador pode vir melhorar através de treinamentos e cursos realizados pela empresa para capacitação deste funcionário. Esses cursos devem visar não só a melhora da produtividade na tarefa, mas também a melhora na qualidade do serviço executado. Devido à rotatividade de mão de obra, uma característica deste ramo de atividade, muitas empresas não oferecem esse tipo de treinamento, deixando o trabalhador executar o serviço do modo que ele está mais acostumado, trazendo assim, diversas vezes, problemas na produtividade e qualidade do serviço.
Condições do tempo	Muitos serviços dentro da construção civil dependem das condições climáticas, especialmente no começo da obra quando o serviço é realizado em campo aberto. Apesar de ser um fator que não nos compete controlar, pode-se tomar determinadas providências que minimizem o impacto deste fator na produtividade geral da obra, como, por exemplo, separar algumas tarefas para serem feitas em dias chuvosos evitando que os trabalhadores fiquem parados.
Condições de trabalho	Um ambiente de trabalho limpo e organizado, uma remuneração adequada e paga sem atrasos e uma estrutura organizacional na empresa que não gere conflitos na obra dão as condições que o trabalhador necessita para que a tarefa seja executada com mais qualidade e de maneira mais produtiva.
Disposição do canteiro	O tempo de espera é um dos maiores vilões da produtividade. Toda atividade tem tempos improdutivos, mas podemos minimizar o tempo improdutivo (entre eles o tempo de espera de material) de maneira significativa quando temos um canteiro de obra bem organizado e equipamentos de transporte adequados.

Fonte: Autor.

O Quadro 27, a seguir, mostra os fatores de contexto gerais relacionados às tarefas vinculadas ao SPEC. Esses fatores foram avaliados nas obras pesquisadas.

Quadro 27 - Possíveis fatores influenciadores em cada tarefa analisada

Tarefas	Fatores
Infraestrutura elétrica nas paredes:	Tipo de ferramenta utilizada para o corte da parede: o corte pode ser manual, parcialmente mecânico ou totalmente mecânico. Deve-se analisar qual o impacto da mecanização na produtividade.
	Relação entre comprimento do eletroduto e número de caixas de PVC: quanto menor essa relação significa mais caixas de PVC e consequentemente um maior número de pontos a serem locados. Isso deve diminuir a produtividade.
Infraestrutura elétrica nas lajes	Modo de execução: existem duas maneiras de se fazer a infraestrutura elétrica na laje: tubulando a laje antes da concretagem ou executando a infraestrutura depois da concretagem, parafusando as caixas de PVC nas lajes e colocando abraçadeiras para prender o eletroduto.
	Relação entre comprimento do eletroduto e número de caixas de PVC: assim como nas paredes, acredita-se que essa relação interfira na produtividade.
	Tipo de laje: pode-se estudar também a influência da tipologia construtiva da laje (maciça, pré-moldada ou outra) sobre a produtividade.
Enfição Elétrica	Relação entre área dos fios elétricos e área do eletroduto: acredita-se que quanto maior essa relação mais difícil será passar essa fiação por dentro do eletroduto, e, portanto, menos produtivo.
	Comprimento do eletroduto: também na subatividade de passagem dos fios elétricos, pode-se ainda relacionar o comprimento do eletroduto com a produtividade da mão de obra.
Módulos e suportes	Número de módulos por caixa de PVC: deve-se checar se esta relação interfere na produtividade pois a RUP dos módulos é dada pela relação entre a quantidade de tempo para ser fechado cada módulo. Dessa forma acredita-se que quanto mais módulos tiverem em uma caixa de PVC, melhor será a produtividade.
Geral	Tipo de mão de obra: Funcionário da empresa (mão de obra própria): o eletricitista e o ajudante são registrados na empresa. Podem ganhar bonificações por produtividade. Empreiteiro: o eletricitista é contratado pela empresa, estabelecendo-se um valor para a execução de uma ou mais tarefas específicas. Desse modo, ele receberá o mesmo valor independentemente do tempo gasto para a execução da tarefa.
	Configuração da equipe de trabalho: deve-se caracterizar cada uma das equipes estudadas para se poder encontrar uma relação entre o número de oficiais e o número de ajudantes que gere uma maior produtividade.

Fonte: Autor.

Com os possíveis fatores elencados deve-se proceder à elaboração do método de coleta dos dados.

3.1.4. Método de coleta, processamento e análise

Neste item descreve-se como foi feita a coleta de dados, contemplando a padronização das medidas e as planilhas que caracterizaram as obras e as tarefas medidas. Além disso, mostra-se as planilhas utilizadas para o processamento e a análise dos dados obtidos.

3.1.4.1 Padronização dos parâmetros para o cálculo da RUP

Após a definição das tarefas inerentes à execução dos SPEC e os possíveis fatores influenciadores caracterizados conforme item anterior, partiu-se para a elaboração do método de coleta, processamento e análise dos dados. Para isso foram definidos, nessa etapa, os procedimentos seguidos e os parâmetros utilizados para que houvesse uma padronização na coleta.

Esses parâmetros referem-se à equipe de trabalho (mão de obra) considerada e ao tempo de trabalho (horas) considerado na execução das respectivas tarefas.

Em termos de mão de obra, foi considerada a equipe diretamente envolvida com sua execução (oficiais, meio oficiais e ajudantes) enquanto que em termos de tempo, foram consideradas as horas nas quais a mão de obra esteve disponível para a execução (ou seja, sem contabilizar as horas de almoço e eventuais intervalos obrigatórios de descanso).

3.1.4.2 Caracterização do empreendimento

A caracterização do empreendimento foi realizada através de uma planilha, que encontra-se no Apêndice A, considerando, principalmente, os seguintes parâmetros:

- Área total do empreendimento;
- Área privativa da unidade autônoma;
- Área comum do empreendimento;
- Quantidade e tipo de unidades;
- Altura entre pavimentos;
- Outras características.

Após foi definido qual tarefa seria coletada em cada obra. Cada uma das tarefas é realizada em uma etapa distinta da obra e nem sempre são feitas imediatamente após a conclusão de outra tarefa. Algumas obras analisadas permitiram a coleta de mais de um tipo de

tarefa, mas a maior parte só permitiu a coleta de dados para um tipo de tarefa por uma questão de tempo de medição.

3.1.4.3 Caracterização do serviço

A caracterização do serviço é realizada por meio da caracterização das tarefas e subtarefas envolvidas na execução dos SPEC, e também da equipe de trabalho. Os parâmetros que caracterizam o serviço são, em parte, compostos pelos fatores influenciadores de cada tarefa. Sendo assim, os seguintes parâmetros fizeram parte desta caracterização:

- Tipo de mão de obra (própria com ou sem bonificação ou empreitada);
- Relação dos funcionários;
- Tipologia estrutural;
- Tipologia estrutural da laje;
- Tipo de vedação utilizada.

A planilha, que se encontra no Apêndice B, contempla ainda características específicas para cada tarefa, não sendo necessário preenchê-la por inteiro, mas apenas o que fizer parte da tarefa a ser medida. O ciclo a ser medido vai variar também em relação à tarefa. Nas tarefas de infraestrutura elétrica nas paredes, enfição elétrica e módulos e suportes pode-se utilizar o ciclo de um apartamento-tipo, enquanto na tarefa de infraestrutura elétrica na laje utiliza-se o ciclo de um pavimento. As características que devem ser preenchidas na planilha são:

- Tipo de corte na alvenaria (infraestrutura elétrica na parede);
- Comprimento total de eletroduto passado no ciclo medido;
- Número de caixas de PVC utilizadas no ciclo medido;
- Modo de execução da infraestrutura elétrica na laje;
- Média da razão entre a área dos fios e a área do eletroduto em cada trecho;
- Comprimento médio dos eletrodutos (comprimento total de eletrodutos dividido pelo número de trechos);
- Número de módulos;
- Razão entre o comprimento total dos eletrodutos e o número de caixas de PVC;
- Razão entre o número de módulos instalados e o total de caixas de PVC.

3.1.4.4 Mapeamento dos ambientes

Ainda antes do início da coleta de dados é muito importante mapear o que será medido. A melhor maneira encontrada para se fazer isso foi elaborar croquis que mostrem as caixas de PVC na parede ou na laje e os seus eletrodutos. Para isso optou-se por padronizar a nomenclatura das caixas de PVC de acordo com o local que está inserida.

As caixas de PVC são nomeadas com letras e números. As primeiras letras indicam o ambiente em que esta caixa foi colocada. A letra que segue indica se é caixa de teto (T) ou parede (P). As caixas de teto e as de parede são numeradas sequencialmente entre si, mas independente uma da outra. Por exemplo, na sala pode-se ter uma caixa de PVC na laje que se chame ST1 e uma na parede que se chame SP1. As letras utilizadas para discriminar os ambientes estão no Quadro 28 a seguir, que mostra também uma sigla utilizada para se designar o Quadro de Força, pois, embora não seja um ambiente, a infraestrutura e a fiação elétrica parte dele para vários pontos do apartamento.

Quadro 28 – Siglas dos ambientes

AMBIENTE	SIGLA
Área comum do prédio	AC
Sala	S
Cozinha	C
Área de serviço	AS
Banheiro de empregada	BE
Hall	H
Varanda	V
Dormitório x	Dx
Banheiro x	Bx
Suíte x	SUx
Banheiro da suíte x	BSx
Quadro de força	QF

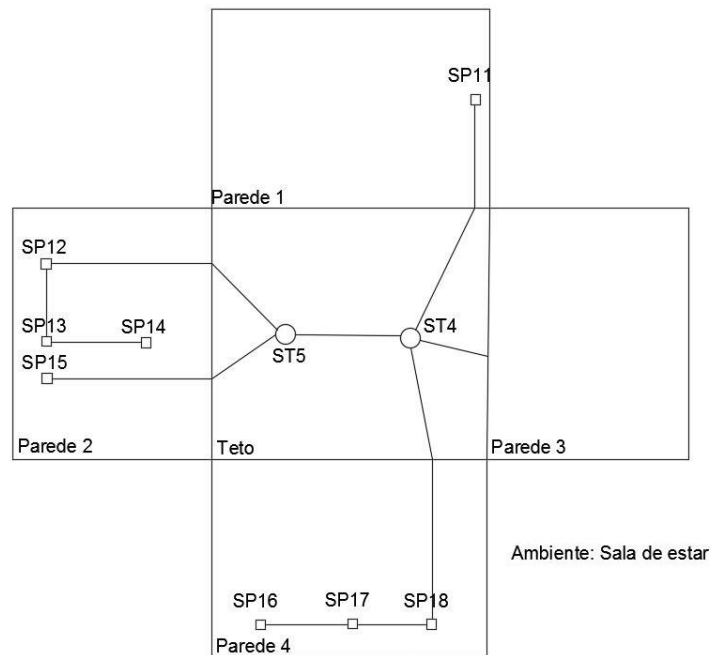
Fonte: Autor.

Com exceção da tarefa de módulos e suportes, em todas as outras os eletrodutos também tem papel fundamental na medição. Por isso, com as caixas de PVC mapeadas e nomeadas, procede-se para o levantamento de informações dos trechos de eletroduto.

Na Figura 17 a seguir pode-se ver o exemplo do mapeamento de um ambiente do apartamento de uma das obras analisadas. Pode-se observar várias caixas de PVC com os seus respectivos nomes e também vários trechos de eletrodutos no ambiente da Sala (S). Esses

trechos devem ser nomeados sempre do número menor para o maior quando forem do mesmo tipo (duas caixas de teto ou de parede) e do teto para a parede quando for o caso. Na mesma figura, pode-se citar como exemplos os trechos ST4-ST5, ST4-SP11, ST5-SP15, SP17-SP18, e assim por diante.

Figura 17 - Mapeamento dos ambientes



Fonte: Autor.

Esse mapeamento mostrando as paredes será utilizado para a medição da tarefa de infraestrutura elétrica nas paredes e também para a enfição elétrica, podendo ser usado depois para a colocação de suportes e módulos (nesse caso será utilizado apenas as caixas de PVC). Também pode ser usado para a tarefa de infraestrutura elétrica nas lajes quando este for executado depois da laje concretada. Caso a opção seja por tubular a laje pode-se fazer um mapeamento mais simplificado, focando-se apenas nas caixas de PVC e eletrodutos que serão colocadas na laje a ser tubulada. A principal função do mapeamento é facilitar a coleta de dados na obra.

3.1.4.5 Procedimento de coleta de dados

Com todas essas informações pode-se analisar o que já está feito em cada um dos apartamentos. A partir daí deve-se marcar todo dia o que foi executado. Para isso deve-se chegar no início do dia de trabalho e marcar tudo que foi feito no dia anterior. Conversando com o

responsável pela instalação elétrica na obra pode-se obter o tempo que foi utilizado no dia anterior para a execução da tarefa, quais funcionários foram alocados e eventuais imprevistos que podem ter ocorrido. Para facilitar esse serviço deve ser feita uma planilha com todos os trechos sendo colocados na primeira coluna e nas próximas colunas deve-se colocar o número de cada apartamento. Essa planilha pode ser impressa e levada para a obra, juntamente com o mapeamento dos ambientes, e então é anotado o dia que cada trecho foi executado. Essa planilha pode ser usada para as tarefas de infraestrutura elétrica na parede (IEP), enfição elétrica (EE). A Figura 18 a seguir mostra a planilha de coleta de dados na obra.

Figura 18 - Planilha de coleta de dados – IEP e EE

COLETA DE DADOS - SPEC									
Construtora:									
Nome da obra:									
Contato:									
Tarefa:									
TRECHO			APARTAMENTOS (Data de execução)						
			64	63	62	61	54	53	52
SALA E VARANDA									
ST1	-	CT1							
ST1	-	SP2							
ST2	-	SP3							
ST2	-	ST3							
ST2	-	QF							
ST2	-	SP15							
ST3	-	HT1							
ST3	-	SP7							
ST3	-	ST4							

Fonte: Autor.

Se a tarefa for de infraestrutura elétrica na laje, pode-se utilizar essa mesma planilha, porém, acrescenta-se em cada andar algumas linhas para a área comum de cada pavimento, pois se deve medir todo o serviço executado, o que vai incluir as áreas comuns do prédio. Essas linhas devem ser preenchidas somente uma vez por andar. A Figura 19 mostra um exemplo dessa planilha.

Figura 19 - Planilha de coleta de dados - IEL

COLETA DE DADOS - SPEC								
Construtora:								
Nome da obra:								
Contato:								
Tarefa:		Infraestrutura elétrica na laje						
TRECHO		ÁREA COMUM - PAVIMENTOS (DATA DE EXECUÇÃO)						
		6º				5º		
ÁREA COMUM								
ACT1	-	ACT2	-	-	-	-	-	-
ACT2	-	ACP1	-	-	-	-	-	-
ACT3	-	ACP1	-	-	-	-	-	-
ACT3	-	ACP2	-	-	-	-	-	-
ACT3	-	ACP3	-	-	-	-	-	-
ACT3	-	ACE	-	-	-	-	-	-
TRECHO		APARTAMENTOS (Data de execução)						
		64	63	62	61	54	53	52
SALA E VARANDA								
ST1	-	CT1						
ST1	-	SP2						

Fonte: Autor.

Caso a tarefa a ser coletada seja a de Suportes e Módulos (SM), deve-se adaptar a planilha para que em vez de trechos de eletrodutos apareçam o nome das caixas de PVC em que serão instalados. A Figura 20 mostra como deve ficar a planilha. Embora as tabelas de mercado mostrem uma produtividade diferente para cada módulo, na prática não se conseguirá medir separadamente essa produtividade. Portanto, deve-se calcular a RUP independentemente do tipo de módulo instalado.

Figura 20 - Planilha de coleta de dados - SM

COLETA DE DADOS - SPEC								
Construtora:								
Nome da obra:								
Contato:								
Tarefa:		Módulos e suportes						
CAIXA		APARTAMENTOS (Data de execução)						
		64	63	62	61	54	53	52
SALA E VARANDA								
SP1								
SP2								
SP3								
SP4								
SP5								
SP6								
SP7								
SP8								
SP9								

Fonte: Autor.

3.1.4.6 Processamento e análise dos dados

O processamento e análise dos dados vai nos mostrar qual o valor da RUP, calculada conforme a equação 1 do item 2.1.1, em cada tarefa. A RUP Cumulativa e Potencial são

calculadas a partir da RUP Diária ou Cíclica. O Quadro 29 a seguir mostra quais tarefas utilizaram cada uma dessas modalidades de RUP.

Quadro 29 - Modalidades de RUP utilizadas em cada tarefa

Tarefa	Tipo de RUP
Infraestrutura elétrica nas paredes	RUP Diária
Infraestrutura elétrica na laje	RUP Cíclica
Enfição elétrica	RUP Diária
Suportes e módulos	RUP Diária

Fonte: Autor.

A opção por se fazer a medição da tarefa de infraestrutura elétrica nas lajes através da RUP Cíclica foi feita após se observar em obra que em alguns dias a única subtarefa executada nesse serviço era a fixação das caixas de PVC. Apesar da subtarefa relacionada à fixação das caixas de PVC ser uma parte importante na execução dessa tarefa, pode-se observar que na planilha a RUP daquele dia fica inexistente, já que o divisor (quantidade de tarefa executada, nesse caso, comprimento do eletroduto) passa a ser zero. Além disso, a coleta de dados de cada pavimento é curta, cerca de um ou dois dias e o intervalo entre as coletas é longo. Portanto, definiu-se que a melhor RUP para ser estudada nesse caso é a RUP Cíclica, sendo que cada ciclo corresponderia a uma laje a ser tubulada com todas as subtarefas executadas.

No caso da tarefa de infraestrutura elétrica nas paredes e nas lajes, após o preenchimento das planilhas de coleta deve-se passar esses dados para o computador em uma planilha que contemple a quantidade de serviço embutida em cada eletroduto (comprimento). As primeiras colunas dessa nova planilha vão ter o nome dos eletrodutos na mesma ordem da que foi levada para a obra. Em seguida se coloca o comprimento desses eletrodutos e na coluna seguinte o seu diâmetro. Nas colunas seguintes colocam-se todos os apartamentos do empreendimento, um em cada coluna. Com os dados da primeira planilha pode-se preencher essa segunda planilha (Figura 21), marcando o dia em que cada eletroduto foi feito em cada apartamento.

Figura 21 - Planilha de levantamento de dados - IEP e IEL

LEVANTAMENTO DE DADOS - SPEC										
Construtora:										
Nome da obra:										
Contato:										
Tarefa:										
TRECHO	Comp. (m)	φ Tubulação	APARTAMENTOS (Data de execução)							
			64	63	62	61	54	53	52	51
SALA E VARANDA										
ST1	-	CT1								
ST1	-	SP2								
ST2	-	SP3								
ST2	-	ST3								
ST2	-	QF								
ST2	-	SP15								
ST3	-	HT1								

Fonte: Autor.

No caso da tarefa de enfição elétrica, a planilha de processamento deve contemplar, além dos parâmetros anteriores, a quantidade e a bitola de fios que passam em cada eletroduto. A Figura 22, a seguir, mostra como deve ser feita essa planilha.

Figura 22 - Planilha de levantamento de dados - EE

LEVANTAMENTO DE DADOS - SPEC											
Construtora:											
Nome da obra:											
Contato:											
Tarefa:											
TRECHO	Comp. (m)	φ Tubulação	Fios elétricos						Comprimento total dos fios	64	63
			Quantidade	φ (mm2)	Quantidade	φ (mm2)	Quantidade	φ (mm2)			
SALA E VARANDA											
ST1	-	CT1									
ST1	-	SP2									
ST2	-	SP3									
ST2	-	ST3									
ST2	-	QF									
ST2	-	SP15									
ST3	-	HT1									

Fonte: Autor.

Por fim, na tarefa de módulos e suportes deve-se levar em consideração o número de módulos instalados e uma descrição dos seus tipos. A Figura 23, a seguir, mostra um exemplo da planilha.

Figura 23 - Planilha de levantamento de dados - SM

LEVANTAMENTO DE DADOS - SPEC										
Construtora:										
Nome da obra:										
Contato:										
Tarefa:										
TRECHO	Número de módulos	Descrição	APARTAMENTOS (Data de execução)							
			64	63	62	61	54	53	52	51
SALA E VARANDA										
ST1	-	CT1								
ST1	-	SP2								
ST2	-	SP3								
ST2	-	ST3								
ST2	-	QF								
ST2	-	SP15								
ST3	-	HT1								

Fonte: Autor.

Feito isso, pode-se montar uma planilha de resumo, que é a mesma para todas as tarefas coletadas, sendo que a única diferença é a unidade da quantidade de serviço (metros de eletroduto para infraestrutura elétrica nas paredes e na laje, metros de fio para enfição elétrica e número de módulos para a tarefa de módulos e suportes). Essa planilha de resumo vai ter a primeira coluna com a data de execução ou ciclo (no caso da RUP Cíclica) que deve ser feita em ordem cronológica, da mais antiga para a mais atual. Em seguida é feita uma coluna que vai somar a quantidade de serviço executada no dia ou ciclo (comprimento de eletrodutos, de fios ou número de módulos). Para se fazer essa soma automaticamente no Microsoft Excel® pode-se usar a fórmula de soma condicional (SOMASE). Essa fórmula faz a soma de todos as células que obedecerem ao critério estabelecido. A fórmula SOMASE deve ser usada uma vez para cada coluna de apartamento da segunda planilha. Ela deve dizer ao programa para fazer a soma apenas das células que especificam a quantidade de serviço (na segunda planilha) cuja data de execução ou ciclo seja igual à colocada na primeira coluna dessa planilha de resumo. Como essa fórmula é feita uma para cada coluna (apartamento), deve-se somar todas elas e assim obter, de forma automática, a quantidade de serviço executada no dia ou ciclo. A Figura 24, a seguir, mostra essa planilha resumo.

Figura 24 - Planilha de processamento de dados

PROCESSAMENTO DE DADOS - SPEC											
Construtora:											
Nome da obra:											
Contato:											
Tarefa:											
Data	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas	Equipe		Hh diária	Hh Cumulativa	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária < RUP Cum	RUP Potencial
				Eletricista	Ajudante						

Fonte: Autor.

A terceira coluna é composta da quantidade de tarefa acumulada. A primeira linha dessa coluna é igual a primeira linha da coluna 2. A partir daí deve-se somar o que foi executado naquele dia com tudo que já estava feito. Com isso obtém-se o quanto foi feito desde o dia inicial das medições até o momento.

Na quarta, quinta e sexta colunas deve-se colocar a quantidade de horas trabalhada e a quantidade de oficiais e ajudantes envolvidos na tarefa naquele dia ou ciclo. Com isso pode-se calcular a sétima coluna que é uma multiplicação do número de funcionários (ignorando o seu

cargo) pela quantidade de horas trabalhadas. A oitava coluna será o número de homens-hora que foram acumulando em todos os dias de trabalho, desde a medição inicial até o momento.

Com todos esses dados pode-se calcular a RUP Diária ou Cíclica que vai ser uma divisão entre a sétima coluna (Hh diária/cíclica) e a segunda coluna (Qs). A coluna seguinte vai ser a RUP Cumulativa que vai ser a divisão da oitava (Hh cumulativa) com a terceira coluna (Qs cumulativa).

A última coluna que é a RUP Potencial deve ser calculada como a mediana dos valores da penúltima coluna (RUP diária < RUP Cum). Para essa penúltima coluna deve-se usar uma fórmula de condicional (SE) no programa. Essa fórmula deve dizer ao programa que se o valor da célula equivalente da RUP diária/cíclica for menor do que a última célula da RUP Cumulativa (que é o valor final da RUP Cumulativa), então o valor dessa célula deve ser o valor da RUP diária/cíclica equivalente. Caso contrário essa célula deve ser deixada em branco. É importante notar que, nesse caso, a célula deve ser deixada em branco e não ser colocado o valor zero, porque a última coluna dessa planilha vai fazer a mediana dos valores obtidos nessa penúltima coluna e, sendo assim, os valores zero influenciariam diretamente nesse número.

Ao final do preenchimento dessa planilha serão obtidas todas as RUP Diárias/Cíclicas, a RUP Cumulativa e a RUP Potencial, assim como a diferença entre a RUP Cumulativa e a RUP Potencial indicando a eficiência da gestão das tarefas inerentes à execução do SPEC analisadas.

3.2. Considerações finais acerca do capítulo

Nesse capítulo expôs-se o método de pesquisa que foi adaptado a partir do Modelo dos Fatores. Foram também descritas as tarefas e subtarefas levantadas a partir de uma visão analítica do serviço de SPEC. Além disso, foram elencados os possíveis fatores influenciadores, tanto de contexto como de conteúdo, de cada uma das tarefas que seria analisada. Mostrou-se, também, a importância da padronização dos parâmetros de coleta.

Em seguida, foram apresentadas as planilhas desenvolvidas especificamente para a coleta, processamento e análise de dados dos serviços referentes ao sistema predial elétrico e de comunicação. Procede-se, então, para a apresentação dos obras medidas, resultados obtidos e análise dos dados.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Nesse capítulo são apresentadas as obras que foram feitas as medições, bem como os resultados obtidos por tarefa e é feita uma análise e comparação desses resultados com as tabelas de preços da TCPO (2012) e do SINAPI (2016) já vistas no Capítulo 2.

4.1. Obras analisadas

No Quadro 30 é apresentado um resumo da abrangência da pesquisa realizada em termos de tarefas analisadas e a quantidade de obras. Em seguida a caracterização das obras é apresentada. Salienta-se que não foi analisada a tarefa Suportes e Módulos (SM) por questões de oportunidade. As análises e resultados apresentados ao longo deste capítulo seguem a ordem disposta neste quadro.

Quadro 30 - Resumo das obras analisadas

TAREFAS ANALISADAS	OBRAS				
	A	B	C	D	E
Infraestrutura elétrica nas paredes (IEP)	Não	Não	Sim	Não	Não
Infraestrutura elétrica nas lajes (IEL)	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Enfição elétrica (EE)	Sim	Não	Não	Sim	Não

Fonte: Autor.

4.1.1. Obra A

O empreendimento é um edifício de 13 andares em estrutura de concreto armado e vedação com blocos cerâmicos, sendo 8 andares com apartamentos-tipo, um andar com apartamento duplex, mais um mezanino, um pavimento térreo com garagem e recepção e um subsolo com garagem. Ao todo o edifício é composto por 32 apartamentos-tipo e mais 4 apartamentos duplex na cobertura. A área total do pavimento tipo é de 564 metros quadrados e cada apartamento-tipo tem 132,5 metros quadrados. A entrada do quadro de força dos apartamentos é trifásica, com medição individualizada. Na Figura 25, a seguir, pode-se ver a fachada deste prédio.

Figura 25 - Vista da Obra A



Fonte: Autor.

O serviço analisado foi o de enfição elétrica. A equipe executora era composta pelo eletricitista e um ajudante e executava um apartamento de cada vez. Tanto o eletricitista como os ajudantes são funcionários registrados na empresa e ganham seu salário independentemente da produção alcançada. O mesmo eletricitista cuidou por um tempo da obra B que está na fase de tubulação de laje, mas depois foi deixado exclusivamente nessa obra.

4.1.2. Obra B

A obra B, executada em alvenaria estrutural, é composta por quatro apartamentos de dois quartos por andar tipo. O prédio tem 16 pavimentos de apartamento-tipo, mais o subsolo e o térreo, totalizando 18 pavimentos, como pode ser visto na Figura 26. O número de apartamentos nesse empreendimento é de 64 unidades com área útil de 63,0 m². A entrada de força no apartamento era bifásica. O foco da medição consistiu na infraestrutura elétrica nas lajes, de área total igual a 287,0 m². Esta foi executada em duas etapas: primeiro os pedreiros levantaram as paredes de dois apartamentos e montavam a laje para ser tubulada e, em seguida, concretada. Enquanto os serviços de fôrma, armação, tubulação, e concretagem da laje eram executados, os pedreiros executavam os apartamentos restantes e a parte da área comum (circulação, escada e elevador). Em seguida executava-se a fôrma, armação, tubulação e concretagem do restante da laje. A laje de concreto era maciça. A primeira parte tem um total de 127,0 m², enquanto a segunda parte tem um total de 160,0 m².

Figura 26 - Vista da Obra B



Fonte: Autor.

O eletricitista, como já foi dito anteriormente, era inicialmente o mesmo da obra A. Depois de certo período foi contratado outro eletricitista para ficar em tempo integral nessa obra. Tanto o primeiro quanto o segundo eletricitista contam com auxílio um ajudante. Todos são registrados na empresa construtora e não recebem por produção.

4.1.3. Obra C

A terceira obra analisada trata-se de um edifício de 14 andares, sendo 11 andares de apartamentos-tipo, mais a cobertura, o andar térreo e um subsolo, e foi concebido em estrutura de concreto armado com vedação em bloco cerâmico. Possui quatro apartamentos de um dormitório por pavimento-tipo, totalizando quarenta e seis apartamentos. Os apartamentos-tipo têm área de 39,0 m² e os da cobertura têm 78,0 m². As instalações elétricas de cada apartamento são formadas por um quadro bifásico, com medição individualizada. As tarefas medidas nesse edifício foram a de infraestrutura elétrica nas paredes e nas lajes. A Figura 27 mostra uma vista deste edifício.

Figura 27 - Vista da Obra C



Fonte: Autor.

A tarefa de infraestrutura elétrica nas paredes foi feita com o corte parcialmente mecânico, ou seja, utilizando uma esmerilhadeira elétrica para fazer a marcação do traçado do eletroduto e aberto o rasgo com marreta e talhadeira. O eletricitista que fez esse serviço era o mesmo que estava tubulando a laje. Além disso, ele também era responsável pela hidráulica, de forma que o serviço foi feito de maneira dispersa, em dias não contínuos, sem que fosse mantida uma sequência. Dessa maneira foram coletados poucos dados nessa tarefa. Os dados que foram coletados referem-se apenas à colocação de eletrodutos pois as caixas de PVC foram marcadas, cortadas e chumbadas em vários apartamentos de uma vez, não se podendo separar a produtividade dessa subtarefa.

A tubulação das lajes foi realizada somente por um eletricitista, sem ajudantes, até a oitava laje. Durante a obra houve a troca do eletricitista e o novo eletricitista, que assumiu a partir da nona laje, tinha um ajudante para auxiliá-lo na execução do serviço. Esse novo eletricitista foi quem fez a infraestrutura elétrica nas paredes. A laje de concreto desse empreendimento era maciça.

Tanto o antigo quanto o novo eletricitista trabalharam por empreitada, o que significa que eles ganham pelo serviço realizado (produção). Vale notar que no serviço por empreitada o ajudante é remunerado por dia de trabalho, independentemente do seu rendimento. Seu pagamento é feito pelo eletricitista e não pela empresa construtora.

4.1.4. Obra D

A obra D é constituída por uma torre de 7 pavimentos, mais o pavimento térreo e o subsolo com garagens. Cada andar-tipo tem 186,0 m², e é composto por 4 apartamentos de 1 dormitório. No total são 28 apartamentos com 38,0 m². Todos os apartamentos são iguais e a entrada de energia nos apartamentos é bifásica. O prédio estava na fase de pintura e foi medida a tarefa de enfição elétrica. A fachada do prédio pode ser vista na Figura 28.

Figura 28 - Vista da Obra D



Fonte: Autor.

O engenheiro responsável definiu a locação de caixas de PVC na parede e na laje para o empreiteiro fazer a colocação. Depois se fez a interligação entre elas. O eletricitista só chegou ao prédio nessa fase de enfição, e então definiu sozinho quais eram os fios que deveriam ser passados em cada eletroduto. O eletricitista trabalha sozinho por regime de empreitada. Como foi mostrado nos resultados, o eletricitista era muito constante, fazendo 2 apartamentos por dia.

4.1.5. Obra E

A obra E é um prédio de apartamentos constituído de 6 pavimentos de apartamentos mais o pavimento térreo. A particularidade nesse projeto é que até o terceiro andar tem-se quatro apartamentos de 2 quartos por andar e nos andares 04, 05 e 06 há 2 apartamentos de 3 quartos por andar. Os primeiros 3 pavimentos-tipo têm área de laje de 286,0 m² e os últimos 3 têm área de 168,0 m². Cada apartamento dos 3 primeiros andares tem 59,4 m² e nos últimos 3 andares passam a ter 72,0 m².

O edifício é de alvenaria estrutural com blocos de concreto e ainda se encontrava na fase de execução das paredes e lajes. O serviço que foi medido, portanto, é o de tubulação de lajes. Na Figura 29 pode-se ver a fachada do edifício.

Figura 29 - Vista da Obra E



Fonte: Autor.

O eletricitista trabalha no regime de empreitada e tem um ajudante. A diferença na execução dessa obra é que, diferentemente das obras B e C, a laje nesse caso é pré-moldada com lajotas de isopor.

Por uma opção do responsável pela obra a equipe de assentamento de blocos contratada inicialmente acabou sendo dispensada e foi contratada uma nova equipe. O intervalo entre essas contratações acabou atrasando a coleta de dados. Além disso, entre a primeira e a segunda coletas houve 10 dias de chuva, o que atrapalhou o andamento da obra e da coleta de dados.

4.1.6. Resumo das características das obras

No Quadro 31 a seguir são apresentadas as características resumidas das obras medidas.

Quadro 31 - Características gerais das obras

Característica	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D	Obra E
Pavimentos-tipo	8	16	11	7	6
Pavimentos especiais	Subsolo Térreo Mezanino Cobertura (Duplex)	Subsolo Térreo	Subsolo Térreo Cobertura	Subsolo Térreo	Térreo
Total de Pavimentos	13	18	14	9	7
Número de apartamentos por pavimento-tipo	4	4	4	4	4 e 2
Total de apartamentos	36	64	46	28	18
Área total do pavimento tipo (m ²)	564,0	287,0	191,0	186,0	286,0 e 168,0
Área do apartamento	132,5	63,0	39,0	38,0	59,4 e 72,0
Entrada de energia	Trifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica
Tipo de estrutura	Concreto armado	Alvenaria estrutural	Concreto armado	Concreto armado	Alvenaria Estrutural
Vedação	Bloco cerâmico	-	Bloco cerâmico	Bloco cerâmico	-

Fonte: Autor.

Os possíveis fatores influenciadores foram levantados e estão no Quadro 32 a seguir, que inclui também o tipo de contrato estabelecido entre o eletricitista e o contratante.

Quadro 32 - Possíveis fatores influenciadores das obras

Fatores influenciadores	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D	Obra E
Tarefa: INFRAESTRUTURA ELÉTRICA NA PAREDE					
Tipo de corte	-	-	Parcialmente mecânico	-	-
Comprimento do eletroduto / Caixas de PVC (m/un.)	-	-	2,5	-	-
Tarefa: INFRAESTRUTURA ELÉTRICA NA LAJE					
Modo de execução	-	Embutida na laje	Embutida na laje	-	Embutida na laje
Tipo de laje	-	Maciça	Maciça	-	Pré-moldada
Comprimento do eletroduto / Caixas de PVC (m/un.)	-	9,1	5,7	-	8,6
Tarefa: ENFIAÇÃO ELÉTRICA					
Área dos fios/ Área dos eletrodutos	0,16	-	-	0,10	-
Comprimento médio do eletroduto (m)	2,27	-	-	2,96	-
CARACTERÍSTICAS GERAIS					
Tipo de mão de obra	Própria	Própria	Empreitada	Empreitada	Empreitada
Configuração da equipe	1 eletricitista e 1 ajudante	1 eletricitista e 1 ajudante	variável	1 eletricitista	1 eletricitista e 1 ajudante

Fonte: Autor.

4.2. Indicadores de PMO

Neste item os resultados obtidos da PMO são apresentados para cada tarefa analisada e para cada obra. Os resultados são apresentados primeiramente em uma tabela resumindo os valores de quantidade de serviço e homens-hora. Em seguida mostra-se outra tabela com o resumo das RUPs Diárias ou Cíclicas, Cumulativa e Potencial. Em alguns casos os resultados também são apresentados graficamente.

4.2.1. Infraestrutura elétrica nas paredes

Essa tarefa só foi encontrada para ser coletada em uma obra e, assim, não foi possível a obtenção de muitos dados.

4.2.1.1 Obra C

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados das medições diárias para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Paredes obtidos na Obra C. Esses dados foram coletados ao longo de três dias de execução.

Tabela 2 - Quantidade de serviço e Homens-hora - IEP na Obra C

Data	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh diário	Hh Cumulativo
				Eletricista	Ajudante		
06/07/2016	44,44	44,44	3,5	1	0	3,5	3,5
07/07/2016	44,44	88,88	3,0	1	0	3,0	6,5
11/07/2016	44,44	133,32	2,0	1	0	2,0	8,5

Fonte: Autor.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Paredes.

Tabela 3 - RUP Diária, Cumulativa e Potencial – IEP na Obra C

Data	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária < RUP Cum	RUP Potencial
06/07/2016	0,079	0,079		
07/07/2016	0,068	0,073		0,045
11/07/2016	0,045	0,064	0,045	

Fonte: Autor.

O eletricista, que trabalhava por empreita, também estava cuidando do sistema predial hidráulico do prédio e, na época da medição, fez apenas alguns apartamentos e começou a priorizar as prumadas de água pluvial na edificação. Por isso, foi possível coletar apenas a execução de três apartamentos nos três dias de trabalho.

4.2.2. Infraestrutura elétrica nas lajes

A infraestrutura elétrica nas lajes foi a tarefa encontrada no maior número de obras nesse trabalho, sendo medida em três das cinco obras analisadas.

4.2.2.1 Obra B

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados das medições por pavimento realizadas para tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes na Obra B. Esses dados foram coletados ao longo de vinte dias de execução.

Tabela 4 - Quantidade de serviço e Homens-hora - IEL na Obra B

Pavimento	Dias de coleta	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh Cíclico	Hh Cumulativo
					Eletricista	Ajudante		
5-1	1	208,70	208,70	7	1	1	14,0	14,0
5-2	1	227,30	436,00	9	1	1	18,0	32,0
6-1	1	208,70	644,70	9	1	1	18,0	50,0
7-2	2	227,30	872,00	11	1	1	22,0	72,0
8-1	1	208,70	1.080,70	9	1	0	9,0	81,0
8-2	1	227,30	1.308,00	9	1	0	9,0	90,0
9-2	4	227,30	1.535,30	22	1	0	22,0	112,0
10-1	2	208,70	1.744,00	18	1	0	18,0	130,0
10-2	2	227,30	1.971,30	18	1	0,5	27,0	157,0
11-1	2	208,70	2.180,00	9	1	1	18,0	175,0
11-2	2	227,30	2.407,30	16	1	1	32,0	207,0
12-1	1	208,70	2.616,00	11	1	1	22,0	229,0

Fonte: Autor.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de RUP Cíclica, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes da Obra B.

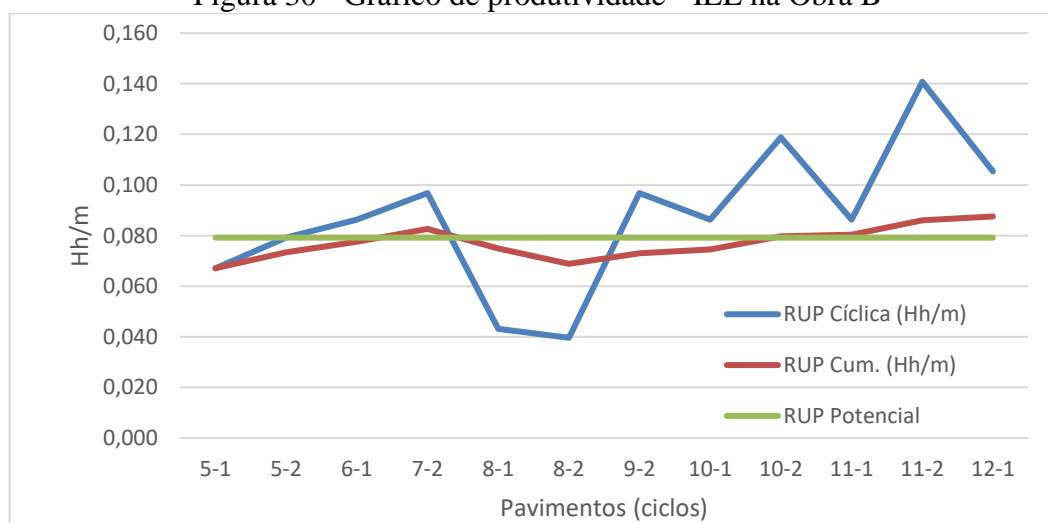
Tabela 5 - RUP Cíclica, Cumulativa e Potencial – IEL na Obra B

Pavimento	RUP Cíclica (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Cíclica < RUP Cum. final	RUP Potencial
5-1	0,067	0,067	0,067	
5-2	0,079	0,073	0,079	
6-1	0,086	0,078	0,086	
7-2	0,097	0,083		
8-1	0,043	0,075	0,043	
8-2	0,040	0,069	0,040	0,079
9-2	0,097	0,073		
10-1	0,086	0,075	0,086	
10-2	0,119	0,080		
11-1	0,086	0,080	0,086	
11-2	0,141	0,086		
12-1	0,105	0,088		

Fonte: Autor.

Na Figura 30, a seguir, esses resultados são apresentados graficamente.

Figura 30 - Gráfico de produtividade - IEL na Obra B



Fonte: Autor.

Durante a obra foi feita a troca do electricista responsável, que era inicialmente o mesmo que cuidava da enfição elétrica na obra A. A equipe era inconstante, sendo que algumas vezes o electricista tinha ajudante, e algumas vezes fez o serviço sozinho, pois os ajudantes, contratados pela construtora do edifício, eram deslocados para alguma outra tarefa. Isso pode explicar, em parte, a variação na RUP Cíclica medida.

4.2.2.2 Obra C

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados das medições por pavimento realizadas para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes na Obra C. Esses resultados referem-se a um total de dez dias de execução.

Tabela 6 - Quantidade de serviço e Homens-hora - IEL na Obra C

Ciclo	Dias de coleta	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh Cíclico	
					Eletricista	Ajudante		
Pav. 7	2	245,80	245,80	12	1	0	12,0	12,0
Pav. 8	1	245,80	491,60	6	1	1	12,0	24,0
Pav. 9	2	245,80	737,40	11	1	1	22,0	46,0
Pav. 10	3	245,80	983,20	8	1	0	8,0	54,0
Pav. 11	2	245,80	1.229,00	9	1	0	9,0	63,0

Fonte: Autor.

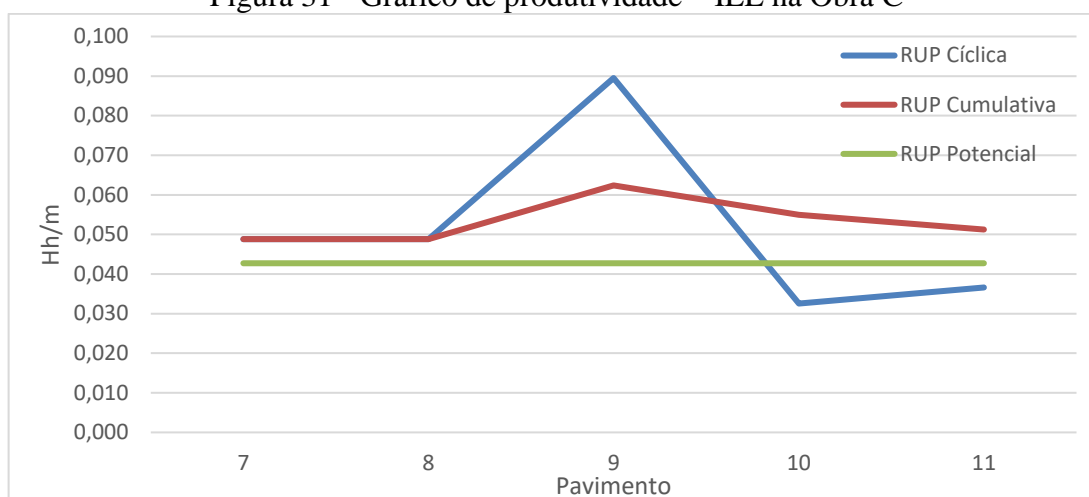
Na Tabela 7 são apresentados os valores de RUP Cíclica, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes da Obra C, e na Figura 31 os resultados são apresentados graficamente.

Tabela 7 - RUP Cíclica, Cumulativa e Potencial – IEL na Obra C

Pavimento	RUP Cíclica (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Cíclico < RUP Cum	RUP Potencial
7	0,049	0,049	0,049	
8	0,049	0,049	0,049	
9	0,090	0,062		0,043
10	0,033	0,055	0,033	
11	0,037	0,051	0,037	

Fonte: Autor.

Figura 31 - Gráfico de produtividade – IEL na Obra C



Fonte: Autor.

Essa tarefa foi realizada por eletricitistas trabalhando em regime de empreitada e a equipe foi trocada na nona laje. Isso explica a piora significativa da produtividade nessa laje, pois a equipe que estava chegando ainda não estava familiarizada com o projeto. Após essa laje, a equipe melhorou a produtividade novamente, atingindo níveis melhores que o da equipe anterior.

4.2.2.3 Obra E

Na Tabela 8 apresentam-se os resultados das medições por pavimento realizadas para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes. Esses resultados referem-se a um total de seis dias de execução. Entre a primeira coleta e a segunda passaram-se mais de 45 dias. Segundo o encarregado da obra, houve problemas com o empreiteiro que estava fazendo o assentamento dos blocos (o edifício é em alvenaria estrutural) e assim tiveram que dispensá-lo e arranjar outro. Além disso, ainda houve um atraso de aproximadamente 10 dias por causa da ocorrência de chuvas o que levou a esse intervalo grande entre uma coleta e outra e impediu uma coleta maior de dados nessa obra. O eletricitista nas duas lajes foi o mesmo.

Tabela 8 - Quantidade de serviço e Homens-hora – IEL na Obra E

Ciclo	Dias de coleta	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh Cíclico	Hh Cumulativo
					Eletricista	Ajudante		
Pav. 3	3	370,00	370,00	10	1	1	20,0	20,0
Pav. 4	3	370,00	740,00	16	1	1	32,0	52,0

Fonte: Autor.

Na Tabela 9 são apresentados os valores de RUP Cíclica, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes da Obra E.

Tabela 9 - RUP Cíclica, Cumulativa e Potencial – IEL na Obra E

Ciclo	RUP Cíclica (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Cíclico < RUP Cum	RUP Potencial
Pav. 3	0,054	0,054	0,054	0,054
Pav. 4	0,086	0,070		

Fonte: Autor.

4.2.3. Enfição Elétrica

Essa tarefa foi coletada em duas obras. Ao todo foram obtidos dados de cinquenta e três dias de medição, sendo que esta tarefa teve a maior quantidade de dias medidos.

4.2.3.1 Obra A

A Tabela 10 a seguir mostra a quantidade de serviço e de homens-hora que foi coletado para a tarefa de Enfição Elétrica da Obra A. Esses dados foram coletados ao longo de quarenta e três dias de medição.

Tabela 10 - Quantidade de serviço e Homens-hora – EE na Obra A

	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh diário	Hh Cumulativo
				Eletricista	Ajudante		
19/03/2016	164,30	164,30	5,0	1	1	10,0	10,0
21/03/2016	287,40	451,70	9,0	1	2	27,0	37,0
25/03/2016	98,60	550,30	2,0	1	2	6,0	43,0
29/03/2016	115,00	665,30	9,0	1	1	18,0	61,0
30/03/2016	57,15	722,45	7,0	1	1	14,0	75,0
31/03/2016	40,90	763,35	2,0	1	2	6,0	81,0
01/04/2016	255,95	1.019,30	9,0	1	1	18,0	99,0
04/04/2016	457,30	1.476,60	9,0	1	1	18,0	117,0
05/04/2016	399,95	1.876,55	9,0	1	2	27,0	144,0
06/04/2016	467,20	2.343,75	9,0	1	2	27,0	171,0
07/04/2016	232,25	2.576,00	4,0	0	2	8,0	179,0
08/04/2016	353,55	2.929,55	9,0	1	2	27,0	206,0
09/04/2016	270,75	3.200,30	9,0	0	2	18,0	224,0
11/04/2016	339,75	3.540,05	9,0	1	2	27,0	251,0
14/04/2016	115,45	3.655,50	5,0	1	2	15,0	266,0

Tabela 10 – Quantidade de serviço e Homens-hora – EE na Obra A (cont.)

Data	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh diário	Hh Cumulativo
				Eletricista	Ajudante		
09/05/2016	235,05	3.890,55	9,0	1	1	18,0	284,0
11/05/2016	372,25	4.262,80	9,0	1	1	18,0	302,0
12/05/2016	87,05	4.349,85	9,0	1	1	18,0	320,0
13/05/2016	33,00	4.382,85	9,0	0	1	9,0	329,0
14/05/2016	302,60	4.685,45	9,0	1	1	18,0	347,0
16/05/2016	430,55	5.116,00	5,5	1	1	11,0	358,0
17/05/2016	431,10	5.547,10	9,0	1	1	18,0	376,0
18/05/2016	580,05	6.127,15	9,0	1	1	18,0	394,0
19/05/2016	421,65	6.548,80	6,0	1	1	12,0	406,0
20/05/2016	203,35	6.752,15	9,0	1	1	18,0	424,0
23/05/2016	271,65	7.023,80	9,0	1	1	18,0	442,0
24/05/2016	135,50	7.159,30	9,0	1	1	18,0	460,0
25/05/2016	172,15	7.331,45	9,0	0	1	9,0	469,0
27/05/2016	117,00	7.448,45	7,0	1	1	14,0	483,0
30/05/2016	203,90	7.652,35	9,0	0	1	9,0	492,0
31/05/2016	426,90	8.079,25	7,0	1	1	14,0	506,0
01/06/2016	366,35	8.445,60	9,0	1	1	18,0	524,0
02/06/2016	422,10	8.867,70	9,0	1	1	18,0	542,0
03/06/2016	366,35	9.234,05	9,0	1	1	18,0	560,0
04/06/2016	110,05	9.344,10	9,0	1	1	18,0	578,0
07/06/2016	341,35	9.685,45	9,0	1	1	18,0	596,0
08/06/2016	110,05	9.795,50	9,0	1	1	18,0	614,0
09/06/2016	299,30	10.094,80	9,0	1	1	18,0	632,0
10/06/2016	382,55	10.477,35	10,0	1	1	20,0	652,0
13/06/2016	122,80	10.600,15	9,0	1	1	18,0	670,0
14/06/2016	313,65	10.913,80	9,0	1	1	18,0	688,0
15/06/2016	226,75	11.140,55	9,0	1	1	18,0	706,0
16/06/2016	204,90	11.345,45	9,0	1	1	18,0	724,0

Fonte: Autor.

Na Tabela 11 são apresentados os valores de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a tarefa de Enfição Elétrica da Obra A.

Tabela 11 - RUP diária, Cumulativa e Potencial - EE na Obra A

Data	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária < RUP Cum	RUP Potencial
19/03/2016	0,061	0,061	0,061	
21/03/2016	0,094	0,082		
25/03/2016	0,061	0,078	0,061	0,049
29/03/2016	0,157	0,092		
30/03/2016	0,245	0,104		

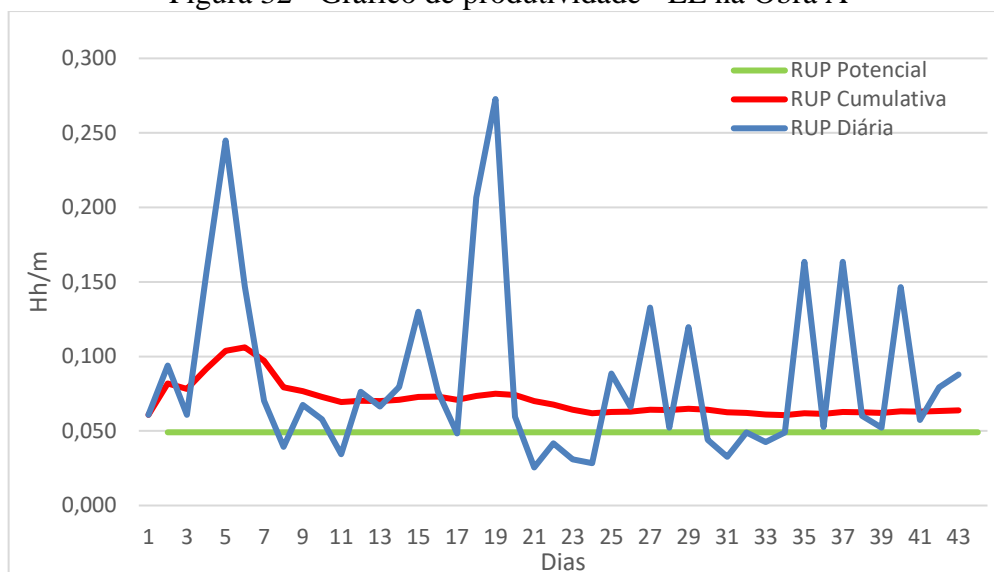
Tabela 11 - RUP diária, Cumulativa e Potencial – EE na Obra A (cont.)

Data	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária < RUP Cum	RUP Potencial
31/03/2016	0,147	0,106		
01/04/2016	0,070	0,097		
04/04/2016	0,039	0,079	0,039	
05/04/2016	0,068	0,077		
06/04/2016	0,058	0,073	0,058	
07/04/2016	0,034	0,069	0,034	
08/04/2016	0,076	0,070		
09/04/2016	0,066	0,070		
11/04/2016	0,079	0,071		
14/04/2016	0,130	0,073		
09/05/2016	0,077	0,073		
11/05/2016	0,048	0,071	0,048	
12/05/2016	0,207	0,074		
13/05/2016	0,273	0,075		
14/05/2016	0,059	0,074	0,059	
16/05/2016	0,026	0,070	0,026	
17/05/2016	0,042	0,068	0,042	
18/05/2016	0,031	0,064	0,031	
19/05/2016	0,028	0,062	0,028	
20/05/2016	0,089	0,063		0,049
23/05/2016	0,066	0,063		
24/05/2016	0,133	0,064		
25/05/2016	0,052	0,064	0,052	
27/05/2016	0,120	0,065		
30/05/2016	0,044	0,064	0,044	
31/05/2016	0,033	0,063	0,033	
01/06/2016	0,049	0,062	0,049	
02/06/2016	0,043	0,061	0,043	
03/06/2016	0,049	0,061	0,049	
04/06/2016	0,164	0,062		
07/06/2016	0,053	0,062	0,053	
08/06/2016	0,164	0,063		
09/06/2016	0,060	0,063	0,060	
10/06/2016	0,052	0,062	0,052	
13/06/2016	0,147	0,063		
14/06/2016	0,057	0,063	0,057	
15/06/2016	0,079	0,063		
16/06/2016	0,088	0,064		

Fonte: Autor.

Na Figura 32 esses resultados são apresentados graficamente.

Figura 32 - Gráfico de produtividade - EE na Obra A



Fonte: Autor.

Nesta obra houve uma grande variação na RUP Diária. Observou-se, durante os dias de coleta de dados, que alguns dias a produtividade piorava devido a problemas encontrados na infraestrutura elétrica nas paredes e nas lajes. A maioria dos problemas era de eletrodutos entupido ou amassados, o que inviabilizava ou dificultava muito a passagem dos fios. Os eletricitistas eram, então, obrigados a substituir a parte amassada ou entupida do eletroduto, o que exigia também a quebra da parede ou do concreto para que fosse feita essa substituição.

Além disso, por se tratar de obra com mão de obra da própria empresa construtora, o eletricitista ou o ajudante eram frequentemente acionados para consertar equipamentos ou fazer alguma outra tarefa, atrapalhando assim o andamento da tarefa de enfição elétrica.

Devido a grande quantidade de dias em que a tarefa foi medida, pode-se observar que a RUP Cumulativa tende a chegar a um número próximo a obtido na RUP Cumulativa Final, que foi de 0,064 Hh/m.

4.2.3.2 Obra D

Na Tabela 12 apresentam-se os resultados das medições diárias realizadas para a tarefa de Enfição Elétrica nesta obra. Esses dados foram coletados ao longo de dez dias de execução.

Tabela 12 - Quantidade de serviço e Homens-hora – EE na Obra D

Data	Qs (m)	Qs Cum. (m)	Horas de trabalho	Equipe		Hh diário	Hh Cumulativo
				Eletricista	Ajudante		
25/04/2016	474,16	474,16	9,0	1	0	9,0	9,0
26/04/2016	474,16	948,32	9,0	1	0	9,0	18,0
27/04/2016	474,16	1.422,48	9,0	1	0	9,0	27,0
28/04/2016	474,16	1.896,64	9,0	1	0	9,0	36,0
29/04/2016	541,73	2.438,37	9,0	1	0	9,0	45,0
02/05/2016	502,01	2.940,38	9,0	1	0	9,0	54,0
03/05/2016	474,16	3.414,54	9,0	1	0	9,0	63,0
04/05/2016	379,16	3.793,70	9,0	1	0	9,0	72,0
05/05/2016	568,74	4.362,44	9,0	1	0	9,0	81,0
06/05/2016	379,16	4.741,60	9,0	1	0	9,0	90,0

Fonte: Autor.

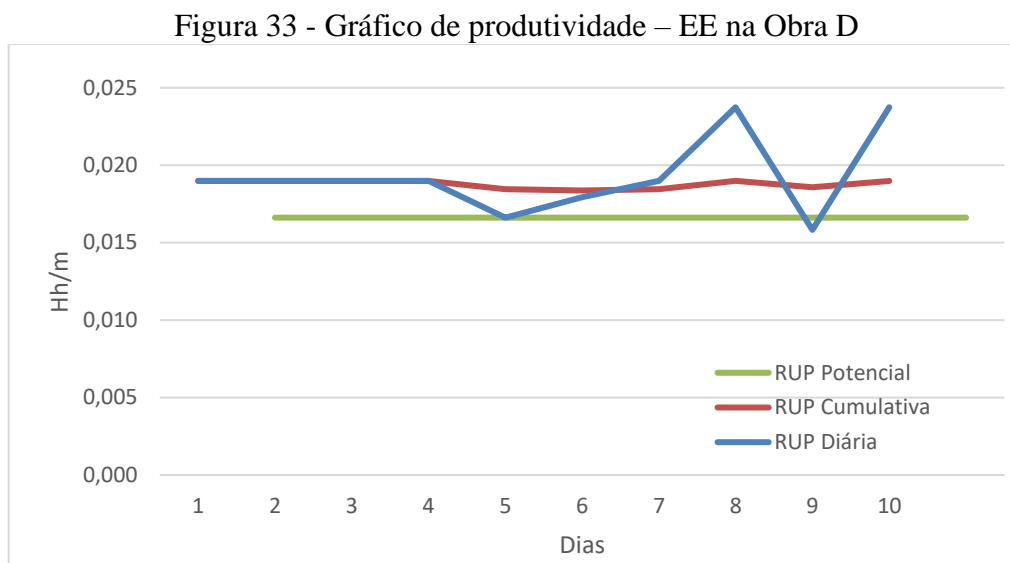
Na Tabela 13 são apresentados os valores de RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a tarefa de Enfição Elétrica da Obra D.

Tabela 13 - RUP Diária, Cumulativa e Potencial – EE na Obra D

Data	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária < RUP Cum	RUP Potencial
25/04/2016	0,019	0,019		
26/04/2016	0,019	0,019		
27/04/2016	0,019	0,019		
28/04/2016	0,019	0,019		
29/04/2016	0,017	0,018	0,017	
02/05/2016	0,018	0,018	0,018	0,017
03/05/2016	0,019	0,018		
04/05/2016	0,024	0,019		
05/05/2016	0,016	0,019	0,016	
06/05/2016	0,024	0,019		

Fonte: Autor.

Na Figura 33, a seguir, os resultados são apresentados graficamente.



Fonte: Autor.

O eletricitista desta obra era bastante experiente, com mais de 40 anos de profissão, o que pode ter influenciado na pouca variação da RUP Diária. Ele trabalhava sozinho, sem muitas pausas e sem distrações. Dessa maneira procurava concluir dois apartamentos todo dia. Depois de alguns dias do serviço iniciado, foi pedido a ele que fizesse a enfição de todos os banheiros para que o forro de gesso pudesse ser feito (este era o único cômodo que tinha forro de gesso).

4.3. Análise

Neste item é feita uma análise dos dados, inicialmente entre as tarefas e entre as obras, depois são levantados e comentado sobre os possíveis fatores influenciadores de cada tarefa e, finalmente, é feito uma comparação entre as tabelas de preço TCPO (2012) e SINAPI (2016) e os resultados obtidos nas obras.

4.3.1. Entre tarefas e entre obras

Na Tabela 14 apresenta-se um resumo das RUPs obtidas para as cinco obras em questão, separadas por tarefas coletadas, com destaque para a diferença entre a RUP Cumulativa e RUP Potencial em termos absoluto e percentual.

Tabela 14 - Resumo dos valores de RUP e Δ RUP

Tarefa	Tipo de RUP	Obra	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Pot. (Hh/m)	Δ RUP (Cum - RUP Pot.) (Hh/m)	Δ RUP (Cum - RUP Pot.) (%)
IEP	Diária	C	0,064	0,045	0,019	42,2
IEL	Cíclica	B	0,080	0,079	0,001	1,3
IEL	Cíclica	C	0,051	0,043	0,008	18,6
IEL	Cíclica	E	0,070	0,054	0,016	29,6
EE	Diária	A	0,064	0,049	0,015	30,6
EE	Diária	D	0,019	0,017	0,002	11,8

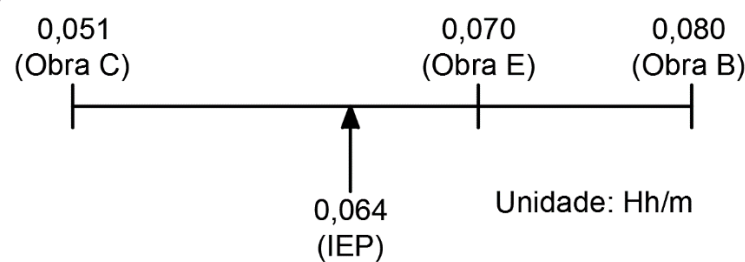
Fonte: Autor.

De acordo com esta tabela, ao longo do período analisado observa-se melhor resultado da PMO na execução do serviço de Enfição Elétrica (EE) da Obra D visto que a RUP Cumulativa foi de 0,019 Hh/m, enquanto que o serviço de Infraestrutura Elétrica (IE) nas Lajes da Obra B apresentou o pior resultado, pois a sua RUP Cumulativa foi de 0,080 Hh/m. Observou-se que o eletricitista da Obra D era o mais experiente de todos os eletricitistas das obras analisadas, o que pode explicar a melhor produtividade para esta obra.

Apesar disso, observa-se que a gestão dos serviços na Obra B foi melhor do que a de outras obras, haja vista a pequena diferença em termos absoluto e percentual entre a RUP Cumulativa e a RUP Potencial (Δ RUP_(Cum - RUP Pot.) = 0,001 Hh/m; 1,3%).

Para se comparar a RUP Cumulativa entre as tarefas de infraestrutura elétrica nas paredes e nas lajes, que podem ser comparadas por terem a mesma unidade, pode-se fazer faixas de valores, como mostra a Figura 34, a seguir. Como se pode observar, o valor da RUP Cumulativa da tarefa da IEP (0,064 Hh/m) está entre o valor mínimo (0,051 Hh/m) e a mediana (0,070 Hh/m) dos valores da tarefa da IEL.

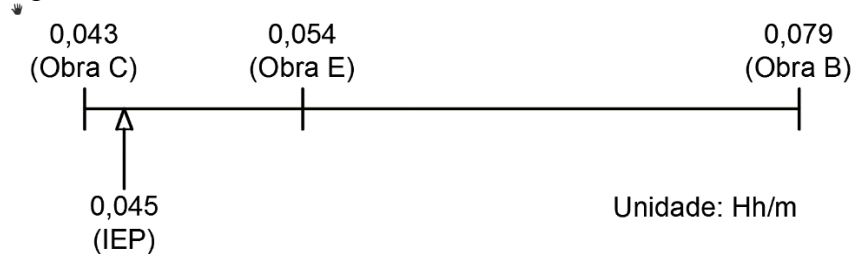
Figura 34 - Faixa de valor da RUP Cumulativa nas tarefas de IEP e IEL



Fonte: Autor.

Na Figura 35 pode-se fazer a mesma faixa de valores para a RUP Potencial. Assim como observado na RUP Cumulativa, o valor da RUP Potencial da IEP (0,045 Hh/m) também está entre o valor mínimo (0,043 Hh/m) e a mediana (0,054 Hh/m) dos valores da IEL.

Figura 35- Faixa de valor da RUP Potencial nas tarefas de IEP e IEL



Fonte: Autor.

Apesar de poucos dados, pode-se inferir que as tarefas de Infraestrutura Elétrica nas Paredes e nas Lajes são da mesma grandeza.

4.3.2. Análise dos fatores influenciadores

Não se pode fazer uma comparação precisa sobre a real influência dos fatores levantados nas tarefas medidas. Contudo, nas tarefas que tiveram mais de uma obra medida podem ser feitas algumas inferências a partir dos dados obtidos.

4.3.2.1 Infraestrutura Elétrica nas Lajes

Na Tabela 15, a seguir, pode-se comparar os valores das RUPs Cumulativa e Potencial e também um levantamento dos fatores influenciadores nas obras que foram medidas a tarefa da IEL.

Tabela 15 - Comparação entre RUP e fatores influenciadores - IEL

Obra	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Pot. (Hh/m)	Fatores influenciadores				
			Tipo de Mão de Obra	Configuração da Equipe	Modo de Execução	Tipo de Laje	Eletroduto / Caixa (m/un)
B	0,080	0,079	Própria	1 eletricista e 1 ajudante	Emb. na laje	Maciça	9,1
C	0,051	0,043	Empreitada	Variável	Emb. na laje	Maciça	5,7
E	0,070	0,054	Empreitada	1 eletricista e 1 ajudante	Emb. na laje	Pré-moldada	8,6

Fonte: Autor.

De acordo com os dados desta tabela observa-se que e nas duas obras em que a mão de obra foi empreitada a PMO foi melhor. Os fatores Modo de Execução e Configuração da Equipe não tiveram variações que permitissem analisá-los. Já para o tipo de laje os dados foram contraditórios, pois a melhor e a pior produtividade foram relacionadas à laje maciça.

O último fator analisado foi a razão entre o comprimento dos eletrodutos colocados e o número de caixas de PVC. Observa-se que os menores valores são os que a PMO foi melhor, quando se esperava o contrário.

O que se observou em obra e nos dados obtidos dão indícios que o tipo de mão de obra (fator de contexto) foi o que mais influenciou na produtividade desta tarefa.

4.3.2.2 Enfição Elétrica

A Tabela 16, a seguir, mostra uma comparação feita entre as RUPs obtidas e os fatores influenciadores levantados na tarefa de Enfição Elétrica nas duas obras em que essa tarefa foi medida.

Tabela 16 - Comparação entre RUP e fatores influenciadores - EE

Obra	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Pot. (Hh/m)	Fatores influenciadores			
			Tipo de Mão de Obra	Configuração da Equipe	Área de fio/ Área de eletroduto	Comp. médio do eletroduto (m)
A	0,064	0,049	Própria	1 eletricista e 1 ajudante	0,16	2,27
D	0,019	0,017	Empreitada	1 eletricista	0,10	2,96

Fonte: Autor.

Assim como na tarefa de Infraestrutura Elétrica nas Lajes, pode-se ver que onde a mão de obra era empreitada obteve-se uma RUP melhor. A diferença foi de quase 237%. Além da mão de obra, pode-se observar que a razão entre a área de fio e a área de eletroduto foi menor na obra que teve a melhor PMO, talvez porque isso gere uma dificuldade menor para se passar os fios. Também se nota que na obra de melhor produtividade teve-se um comprimento médio do eletroduto maior.

Mais uma vez se notou que onde a mão de obra é empreitada a PMO é melhor. Observando a dinâmica de trabalho das duas obras, pode-se notar que onde a mão de obra era registrada na empresa, sempre eram dadas ordens para que o eletricista fosse realizar serviços

extras, como consertar equipamentos, e com isso era retirado da tarefa principal. Isso gerou uma PMO pior na obra.

4.3.3. Comparação entre RUPs obtidas e as tabelas especializadas

Neste item fez-se uma comparação entre os valores obtidos nas tabelas de preço TCPO (2012) e SINAPI (2016) em cada uma das tarefas e já apontados no Capítulo 2 e os dados obtidos nas obras medidas nesse trabalho.

4.3.3.1 Infraestrutura elétrica nas paredes

Essa tarefa foi coletada apenas na Obra C e apenas as subtarefas relativas à colocação de eletrodutos. Dessa forma a comparação a ser feita vai ser em cima dos valores relativos a essa subtarefa.

O valor obtido na obra para a RUP Cumulativa foi de 0,064 Hh/m e para a RUP Potencial foi de 0,045 Hh/m. Já a TCPO (2012) apresenta um valor de 0,900 Hh/m e a SINAPI (2016) de 0,984 Hh/m (Tabela 17). A diferença entre eles foi de 1.447 %.

Tabela 17- Comparação entre a RUP obtida, a TCPO e o SINAPI - IEP

Obra	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Pot. (Hh/m)	TCPO (Hh/m)	SINAPI (Hh/m)
C	0,064	0,045	0,900	0,984

Fonte: Autor.

4.3.3.2 Infraestrutura elétrica na laje

Tanto a TCPO (2012) quanto a SINAPI (2016), dentro da tarefa de Infraestrutura Elétrica na Laje, apresentam uma PMO para a subtarefa de colocação de eletroduto em homens-hora por metro de eletroduto e uma PMO para a subtarefa de colocação de caixas de PVC em homens-hora por unidade. Sendo assim, para fazer a comparação entre esta tarefa e as tabelas especializadas, precisou-se primeiramente achar a PMO equivalente em cada uma das tabelas.

Multiplicou-se a PMO das caixas de PVC pelo número de unidades destas para se estimar o tempo de colocação necessário. O mesmo procedimento se fez para a subtarefa da colocação dos eletrodutos. Feito isso, foram somados os dois tempos e dividiu-se esse resultado pelo comprimento total de eletrodutos, obtendo-se, assim, uma PMO que equivale à que foi

medida na obra. A Tabela 18 mostra os valores da PMO equivalentes na TCPO (2012) e na Tabela 19 têm-se esses valores no SINAPI (2016).

Tabela 18 - Cálculo da PMO equivalente na IEL - TCPO

Parâmetros	Obras		
	B	C	E
Número de caixas de PVC em obra	48	43	43
Colocação de caixas de PVC (Hh/un) - TCPO		0,300	
Colocação de caixas de PVC (Hh) - TCPO	14,4	12,9	12,9
Comprimento total de eletroduto em obra (m)	436,0	245,8	370,0
Colocação de eletroduto (Hh/m) - TCPO		0,300	
Total de tempo gasto com eletroduto (Hh) - TCPO	130,8	73,7	111,0
Tempo total gasto com eletrodutos e caixas de PVC (Hh)	145,2	86,6	123,9
PMO equivalente (Hh/m)	0,333	0,352	0,335

Fonte: Autor.

Tabela 19 - Cálculo da PMO equivalente na IEL - SINAPI

Parâmetros	Obras		
	B	C	E
Número de caixas de PVC em obra	48	43	43
Colocação de caixas de PVC (Hh/un) - SINAPI		0,286	
Colocação de caixas de PVC (Hh) - SINAPI	13,7	12,3	12,3
Comprimento total de eletroduto em obra (m)	436,0	245,8	370,0
Colocação de eletroduto (Hh/m) - SINAPI		0,174	
Total de tempo gasto com eletroduto (Hh) - SINAPI	75,9	42,8	64,4
Tempo total gasto com eletrodutos e caixas de PVC (Hh)	89,6	55,1	76,7
PMO equivalente (Hh/m)	0,206	0,224	0,208

Fonte: Autor.

Com estes números pode-se proceder à comparação entre os dados obtidos em obra e as tabelas de preço TCPO (2012) e SINAPI (2016). Esta tarefa, que teve o maior número de obras coletadas, tem seus resultados apresentados na Tabela 20, a seguir. Todas as obras eram de tubular a laje, não sendo possível conseguir dados sobre a PMO da infraestrutura elétrica na laje quando esta é feita após a concretagem.

Tabela 20 - Comparação entre a RUP obtida, a TCPO e o SINAPI - IEL

Obra	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Pot. (Hh/m)	TCPO (Hh/m)	SINAPI (Hh/m)
B	0,080	0,079	0,333	0,206
C	0,051	0,043	0,352	0,224
E	0,070	0,054	0,335	0,208

Fonte: Autor.

Nessa tarefa também é possível observar uma diferença grande entre o valor obtido em obra e os valores das tabelas especializadas. Os valores obtidos em obra chegaram a ser mais baixos em quase 86% no caso da TCPO (2012) e 78% no caso do SINAPI (2016).

4.3.3.3 Enfição elétrica

Para enfição a TCPO (2012) e o SINAPI (2016) trazem valores de PMO em função das bitolas dos fios. No caso da medição realizada em obra seria impossível separar a produtividade de acordo com a bitola, pois em muitos eletrodutos existem bitolas diferentes de fio. Sendo assim, fez-se a Tabela 21 abaixo com os valores obtidos em obra e também os valores mínimos e máximos obtidos em cada uma das tabelas especializadas.

Tabela 21 - Comparação entre a RUP obtida, a TCPO e o SINAPI - EE

Obra	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Pot. (Hh/m)	TCPO mínimo (Hh/m)	TCPO máximo (Hh/m)	SINAPI mínimo	SINAPI máximo
A	0,064	0,049	0,200	0,260	0,048	0,104
D	0,019	0,017	0,200	0,260	0,048	0,104

Fonte: Autor.

Como se pode observar, a obra B teve a RUP entre valores mínimo e o máximo de PMO obtidos no SINAPI (2016). Já a obra C apresentou valores de RUP abaixo das duas tabelas.

4.4. Considerações finais acerca do capítulo

Os edifícios focados nesse trabalho eram os residenciais. Para o serviço de infraestrutura elétrica nas paredes a pesquisa se restringia apenas aos edifícios em estrutura de concreto armado com vedação em alvenaria. Já para os outros serviços coletados a tipologia construtiva não interfere nos dados.

O acesso às obras não apresentou problemas. Em geral as obras estão bem abertas e os engenheiros responsáveis permitem que seja feita a coleta dos dados. Os eletricitistas são bem receptivos e respondem as perguntas. Apenas um eletricitista não quis colaborar inicialmente com a coleta dos dados, mas após alguns dias na obra ele também se dispôs a ajudar.

Uma das dificuldades encontradas foi conseguir um número de obras grande. Muitas obras em andamento não tinham tarefas a serem medidas. A tarefa que foi encontrada em um

maior número de obras foi o de tubular a laje. Esse serviço é medido a cada uma ou duas semanas e tem a duração de dois a três dias em cada laje

Após a análise dos resultados mostrou-se necessário a coleta de dados em um maior número de obras e variedade de tarefas. Os dados obtidos em alguns serviços puderam ser comparados e algumas suposições feitas em relação aos fatores influenciadores.

Outra análise feita mostrou quais tarefas têm uma melhor PMO e quais tem uma melhor gestão de serviços, e observou-se que as tarefas de Infraestrutura Elétrica nas Paredes e nas Lajes têm a mesma ordem de grandeza.

Por último, pode-se ver que os valores obtidos em obra ficaram melhores dos que se obtém por meio das tabelas especializadas. Isso comprova a necessidade de mais estudos nessa área para que se possam averiguar quais dados são mais próximos da realidade: os obtidos nesse trabalho ou os das tabelas especializadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Em relação aos objetivos propostos

O conhecimento sobre a PMO na indústria da Construção Civil reveste-se de extrema importância, principalmente em função das suas características quando comparadas as outras indústrias, dentre as quais se destaca o caráter quase artesanal da execução dos serviços nos canteiros de obras, com predominância do uso intensivo de mão de obra.

Por outro lado, os benefícios advindos deste conhecimento permitem aos gestores maior precisão na contratação dos serviços, no processo de orçamentação, no dimensionamento das equipes de execução entre outros.

Vários são os trabalhos realizados neste sentido; porém, poucos são os relacionados à execução dos sistemas prediais, dentre os quais, os de sistemas elétricos e de comunicação. Talvez tal situação esteja relacionada ao fato destes serviços assumirem um caráter quase que de total subcontratação, em que as empresas construtoras transferem às suas contratadas toda a responsabilidade de execução, contratação de mão de obra, encargos trabalhistas.

No entanto, tal postura se mostra preocupante, uma vez que tais contratações, em muitos casos, se dão mediante a disponibilidade de verbas muitas vezes, baseada em experiências anteriores, porém sem uma visão analítica do real desempenho das empresas contratadas.

Assim, este trabalho veio contribuir para mitigar esta situação na medida em que são apresentados números sobre PMO na execução dos SPEC, com foco nas tarefas inerentes à execução destes serviços. Além dos indicadores de PMO, também foram relacionados alguns fatores potencialmente influenciadores deste serviço sem, no entanto, mensurar esta influência.

Dentre os modelos de medição de produtividade analisados, concluiu-se que o Modelo dos Fatores, pela sua facilidade de implantação e precisão nas medições era o mais indicado. Foi utilizado o índice de Razão Unitária de Produção (RUP), como proposto por SOUZA (1996) para padronizar a unidade de medida. Em termos metodológicos, o levantamento dos indicadores de PMO foi realizado com base cíclica, ou seja, em relação à uma porção definida de serviço, associando a esta porção, os fatores relacionados.

Em termos de resultados, foram obtidos indicadores de PMO em nível das tarefas, em que se detectou a tarefa com maior e menor esforço empreendido pela mão de obra. Como resultado também se ressalta a diferença significativa entre a PMO encontrada nesse trabalho e

a proposta por duas das principais tabelas de preço disponíveis no mercado da construção civil: TCPO e SINAPI. Isto mostra a importância de se realizar mais pesquisas nessa área, especificamente nos Sistemas Prediais Elétricos e de Comunicação.

Diante do exposto, acredita-se ter cumprido os objetivos propostos, contribuindo para o avanço do conhecimento para a gestão da mão de obra neste serviço, embora se reconheça a necessidade de aprofundamento de estudos desta natureza, aumentando o escopo de medições e detecção da influência dos fatores por meio de uma relação de causa-efeito, culminando com um método de prognóstico que retrate melhor as condições de conteúdo e contexto presentes em obras futuras.

5.2. Em relação a futuros trabalhos

Evidentemente muito ainda há que ser feito no que diz respeito à avaliação da PMO nos serviços relacionados aos SPEC. Como trabalhos futuros, são sugeridos:

- Aumentar a base de dados sobre PMO nos SPEC com ênfase na proposição e detecção da influência de fatores, dentro da teoria do Modelo dos Fatores proposto por Thomas; Yiakoumis (1987);
- Aumentar o conhecimento relacionado ao tema tendo como base a produtividade estratificada;
- Obter indicadores de PMO ao nível das subtarefas (este trabalho avançou ao nível das tarefas);
- Finalmente, compor as sugestões acima no sentido de se elaborar um método de prognóstico da PMO na execução dos SPEC.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. et al. Subsídios para o processo de orçamentação de revestimento cerâmicos. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, 2001, Fortaleza. 1 CD..
- ARAÚJO, L. O. C.; FILHO, M. C.; TELLES, C. H. A new model of productivity management as an aid to deadline management. In: International CIB World Building Congress, 19., 2013, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane, Queensland.
- ARAÚJO, L. O. C.; FILHO, M. C.; TELLES, C. H. Introducing a new methodology to mitigate schedule delay damages. In: 2012 RICS COBRA, 2012, Las Vegas, Nevada, EUA. **Proceedings...** Las Vegas, set. 2012.
- ARAÚJO, L. O. C.; SAMPAIO, P. E. How to measure productivity: a real possibility. In: 2012 RICS COBRA, 2012, Las Vegas, Nevada, EUA. **Proceedings...** Las Vegas, set. 2012.
- ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação concretagem e alvenaria.** 2000. 385 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. 209 p.
- CAIXA – Caixa Econômica Federal. **SINAPI – Índices da Construção Civil.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi>> Acesso em: 21 jul. 2016.
- CALDAS, C. H.; et al. Effortless Productivity Tracking. **BTSC121.** Construction Industry Institute (CII). 2010.
- GONÇALVES, O. M. Sistemas prediais: avanços conceituais e tecnológicos. **Téchne**, Editora PINI, n12, p.30-34. Set./Out., 1994.
- GONZALEZ, E. F. **Análise da implantação da programação de obra e do 5S em um empreendimento habitacional.** 2002. 202 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- GONZALEZ, E. F.; JUNGLES, A. E. Análise de Produtividade em uma Obra Planejada e Controlada de Forma Sistêmica. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 3, 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos - SP, 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas nacionais trimestrais. Tabelas Completas.** Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaulttabelas.shtm>>. Acessado em: 09 jul. 2016a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. . Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae_2_2_subclasses>. Acesso em: 05 jul. 2016b.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. . Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2014>>. Acesso em: 05 jul. 2016c.

INOUYE, K. P. **Proposição de um método para subsidiar o prognóstico de custos de urbanização de conjuntos habitacionais horizontais com base em indicadores físicos.** 2009. 313 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241 Performance Standards in building** – Principles for their preparation and factors to be considered. Suíça, 1984. 10 p.

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

LIBRAIS, C. F., SOUZA, U. E. L. Produtividade da mão de obra no revestimento cerâmico interno de parede. **Boletim Técnico BT/PCC**, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LIMA, J. C. C. Produtividade nas obras elétricas nos terminais e refinarias de petróleo da Petrobrás. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2008.

MAEDA, F. M.; SOUZA, U. E. L. Previsão da produtividade da mão de obra na execução de revestimento interno em gesso. **Boletim Técnico BT/PCC**, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MARTINS, P. M. L. **Avaliação da produtividade na construção no Brasil** - O modelo de estratificação. 2013. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2013.

OLIVEIRA, K. **Produtividade estratificada da mão de obra na execução do revestimento de gesso em pasta.** 2014. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais:** sistemas prediais hidráulicos. 2007. 558p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PINI. **Versão 12 traz réguas variáveis de produtividade e consumo de materiais e torna mais precisa a composição de preços para orçamentos.** 2003. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/tcpo-2003-80533-1.aspx>>. Acessado em: 26 de junho de 2015.

ROMANO, F. V., NOVAIS, S. G.. Estudo da Produtividade na Execução de Instalações Elétricas. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 20., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2000.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **SINAPI – Composições Aferidas – Lote 2 – Instalações hidrossanitárias e elétricas.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_556>. Acesso em: 21 jul. 2016.

SILVA, A. A. **Planejamento e controle de múltiplos empreendimentos em edificações.** 2001. 160p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil. In: ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8., 2000, Salvador. **Anais...**, Salvador, 2000, v.1 p. 421-428

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

SOUZA, U. E. L.; AGOPYAN, V. Estudo da Produtividade da Mão de Obra no Serviço de Fôrmas para Estruturas de Concreto Armado. **Boletim Técnico BT/PCC**, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 13. ed. São Paulo: PINI, 2012.

THOMAS, H. R.; et al. Modeling construction labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management** v.116 n.4, p. 705-726, 1990.

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.4, p. 623-39, 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANILHA DE CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO			
Nome da obra:			
Construtora:			
Endereço da obra:			
Bairro:		Município:	
Data:		Pesquisador:	
Contato:			
Características gerais			
Tipo:		<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Misto	
Área da unidade padrão:		Área total:	
Número de torres:		Número de unidades:	
Apartamentos/pavimento tipo:		Elevadores:	
Altura entre pavimentos:			
Número de pavimentos			
Subsolo:		Térreo:	
Mezanino:		Pavimentos-tipo:	
Duplex:		Barrilete:	
Casa de máquinas:		Total de Pavimentos:	
Área dos pavimentos (m²)			
Subsolo 2:		Subsolo 1:	
Térreo:		Mezanino:	
Pavimento-tipo:		Outros pavimentos:	
Duplex inferior:		Duplex superior:	
Barrilete:		Casa de máquinas:	
Quantidade de cômodos do apartamento padrão:			
Quartos:		Banheiros:	
Suítes:		Closet:	
Copa:		Cozinha:	
Sala de TV:		Sala de estar:	
Sala de jantar:		Área de Serviço:	
Varanda:		Circulação interna:	
Outros:			
Observações:			

APÊNDICE B – PLANILHA DE CARACTERIZAÇÃO DO SERVIÇO.

CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO		
Nome da obra:		
Construtora:		
Contato:		
Características da equipe		
Tipo de mão de obra:	<input type="checkbox"/> Própria <input type="checkbox"/> Empreitada	
Recebe bonificação extra (especificar)?		
Relação de Funcionários		
Nome	Cargo	
Características do serviço		
Tipo de estrutura:		
Tipo de vedação:		
Tipo de laje:		
Características das tarefas		
Infraestrutura elétrica nas paredes (IEP) - Apartamento-tipo		
Tipo de corte da alvenaria:		
Número de caixas de PVC nas paredes:		un
Comprimento total de eletrodutos:		m
Eletrodutos / Caixas de PVC:		m/un
Infraestrutura elétrica nas lajes (IEL) - Pavimento		
Modo de execução:		
Número de caixas de PVC:		un
Comprimento total de eletrodutos:		m
Eletrodutos / Caixas de PVC:		m/un
Enfição elétrica (EE) - Apartamento-tipo		
Área dos fios / Área do eletroduto:		(média)
Comprimento médio dos eletrodutos:		m
Comprimento total de eletrodutos:		m
Eletrodutos / Caixas de PVC		m/un
Módulos e suportes (MS) - Apartamento-tipo		
Número de módulos (total):		mod
Número de caixas de PVC com módulos instalados:		un
Módulos / Caixas de PVC:		mod/un
Observações:		