

GABRIEL MALVICINO NOGUEIRA GOULART AIDAR

***BENCHMARKING*: PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA
EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E
SANITÁRIOS**

SÃO CARLOS

2022

GABRIEL MALVICINO NOGUEIRA GOULART AIDAR

***BENCHMARKING: PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA
EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E
SANITÁRIOS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Paliari

SÃO CARLOS

2022

À minha mãe, Maria Carolina e meus avós, Catalina e Fernando que sempre me deram força, acreditaram no meu potencial e me fizeram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao Professor Dr. José Carlos Paliari, pela orientação, pelas reuniões, tempo, paciência e pelos conhecimentos proporcionados durante toda realização deste trabalho.

Aos Professores Dr. Itamar Ap. Lorenzon e Dr. Rodrigo Eduardo Córdoba por aceitarem fazer parte da minha banca e também contribuírem para o trabalho.

À minha mãe, Maria Carolina, mulher guerreira que esteve do meu lado em todos os momentos, me dando apoio e todo amor que sempre me deu. Por todos os ensinamentos e por me ensinar a ter fé mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha família toda, meus avós, Catalina e Fernando, meus tios Maria Fernanda e Daniel, pelo carinho, pela força durante toda minha vida e em especial nesta etapa de graduação.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin.

RESUMO

BENCHMARKING: PRODUTIVIDADE DA MÃO E OBRA NA EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS

A gestão da produtividade da mão de obra por empresas de construção civil é de grande importância quando se considera a necessidade de cumprimento de prazos de execução dos serviços e, conseqüentemente, sua manutenção num mercado competitivo, como é o da construção civil. Este trabalho teve como objetivo a obtenção de indicadores de gestão da produtividade da mão de obra na execução dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários com base em dados primários de indicadores de produtividade da mão de obra (Diária, Cumulativa e $\Delta RUP_{(Cum-Pot)}$) obtidos em bibliografias. Foram calculados os indicadores de gestão da produtividade da mão de obra denominados Índice de Anormalidades e Indicador de Desempenho, assim como o estabelecimento de *benchmarking* de todos os indicadores envolvidos para as tarefas/subtarefas inerentes à execução dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários. Como resultados, destacam-se: a) a excelente correlação entre o Índice de Anormalidade (IA) e o Indicador de Desempenho (ID), na medida em que quanto maior este índice, pior o Indicador de Desempenho, b) em relação ao Índice de Anormalidade, criou-se categorias para classificação quanto a faixa de valor do Indicador, indo de "Aceitável", "Sinal de alerta", "Preocupante" a "Ações corretivas". A maioria das subtarefas se situou na faixa de IA "Aceitável"; seguida da faixa de IA "Sinal de Alerta"; c) em relação ao ID, observou-se que todas as tarefas (duas no total) em que se utilizou *kits* na sua execução apresentaram ID inferior ao ID geral. A principal contribuição deste trabalho consistiu no estabelecimento dos indicadores de gestão da produtividade da mão de obra, aplicado aos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários, cujo procedimento pode ser aplicado a outros serviços de construção.

Palavras-chave: Indicador de anormalidades; indicador de desempenho; produtividade da mão de obra; indicadores; *benchmarking*.

ABSTRACT

BENCHMARKING: HYDRAULIC AND SANITARY SYSTEMS LABOR PRODUCTIVITY

The management of labor productivity by civil construction companies has a great importance when considering the need to meet deadlines for the execution of services and, consequently, their maintenance in a competitive market, such as the construction industry. This work objective was to obtain indicators of labor productivity management in the execution of Hydraulic and Sanitary Building Systems based on primary data of labor productivity indicators (Daily, Cumulative and $\Delta RUP(\text{Cum-Pot})$) obtained from bibliographies. The labor productivity management indicators called Disruption Index and Performance Ratio were calculated, as well as the establishment of benchmarking considering all the indicators involved for the tasks/subtasks inherent to the execution of the Hydraulic and Sanitary Building Systems. As a result, the following stand out: a) the excellent correlation between the Disruption Index (DI) and the Performance Ratio (PR), insofar as the higher this index, the worse the Performance Ratio, b) in relation to the Disruption Index, most of the subtasks were in the "Acceptable" Category; followed by the Category "Warning sign"; c) in relation to PR, it was observed that all tasks (two in total) in which kits were used in their execution had PR lower than the general PR. The main contribution of this work consisted in the establishment of indicators of labor productivity management, applied to Hydraulic and Sanitary Building Systems, whose procedure can be applied to other construction services.

Key words: Disruption Index; Performance Ratio; Labor productivity; Indicators; Benchmarking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA.....	22
FIGURA 2 – CLASSIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA COM EXEMPLO DO SERVIÇO DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA	24
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DOS FATORES PARA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA.....	27
FIGURA 4 – PRODUTIVIDADE DIÁRIA E LINHA DE BASE	30
FIGURA 5 – EXEMPLO DE EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM PEX E PPR	36
FIGURA 6 – DIVISÃO DA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS DE SUPRIMENTO DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE EM TAREFAS E SUBTAREFAS	38
FIGURA 7 – DIVISÃO DA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO E ÁGUA PLUVIAIS EM TAREFAS E SUBTAREFAS	39
FIGURA 8 – ETAPAS DA PESQUISA	42
FIGURA 9 – COMPARATIVO DE ID: PRODUÇÃO DE <i>KITS</i>	65
FIGURA 10 – COMPARATIVO DE ID: PRUMADAS	65
FIGURA 11 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO - MONTAGEM	66
FIGURA 12 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO – FIXAÇÃO E MONTAGEM	66
FIGURA 13 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE DE PAREDE – MONTAGEM	67
FIGURA 14 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE DE PAREDE – COLOCAÇÃO	67
FIGURA 15 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE DE PAREDE – FIXAÇÃO.....	68
FIGURA 16 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE DE PAREDE – MONTAGEM E FIXAÇÃO	68
FIGURA 17 – COMPARATIVO DE ID: TUBOS DE QUEDA – ESGOTO E ÁGUA PLUVIAL	69
FIGURA 18 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS SOB A LAJE – ESGOTO E ÁGUA PLUVIAL/ <i>IN</i> <i>LOCO</i>	69
FIGURA 19 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS SOB A LAJE – ESGOTO E ÁGUA PLUVIAL/ <i>KITS</i> ..	70
FIGURA 20 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE ESGOTO NA PAREDE – MONTAGEM.....	70
FIGURA 21 – COMPARATIVO DE ID: RAMAIS DE ESGOTO NA PAREDE – MONTAGEM.....	77
FIGURA 22 – COMPARATIVO ENTRE ID DAS TAREFAS/SUBTAREFAS E A MEDIANA GERAL DE ID	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EXEMPLO DE CÁLCULO DAS RUP'S PARA EXECUÇÃO DE PRUMADAS EM COBRE	25
TABELA 2 - DADOS COLETADOS DE UMA OBRA ANALISADA.....	30
TABELA 3 – RUP CUMULATIVA, RUP POTENCIAL E Δ RUP (CUM. – POT.)	57
TABELA 4 – ÍNDICE DE ANORMALIDADE (IA).....	60
TABELA 5 – INDICADOR DE DESEMPENHO (ID).....	62
TABELA 6 – INDICADOR DE DESEMPENHO (ID) - CONTINUAÇÃO.....	63
TABELA 7 – INDICADOR DE DESEMPENHO (ID).....	64
TABELA 8 – ÍNDICE DE ANORMALIDADE (IA).....	72
TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO DO IA NAS RESPECTIVAS CATEGORIAS DE ATENÇÃO À GESTÃO DA PMO NA EXECUÇÃO DAS TAREFAS E SUBTAREFAS.....	73
TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DO IA NAS RESPECTIVAS CATEGORIAS DE ATENÇÃO À GESTÃO DA PMO NA EXECUÇÃO DAS TAREFAS E SUBTAREFAS: POR TIPO DE MATERIAL DA TUBULAÇÃO.....	74
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DO IA NAS RESPECTIVAS CATEGORIAS DE ATENÇÃO À GESTÃO DA PMO NA EXECUÇÃO DAS TAREFAS E SUBTAREFAS: POR PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO	75
TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO DO IA NAS RESPECTIVAS CATEGORIAS DE ATENÇÃO À GESTÃO DA PMO NA EXECUÇÃO DAS TAREFAS E SUBTAREFAS: POR OBRA	75
TABELA 13 – ID DAS TAREFAS/SUBTAREFAS E A MEDIANA GERAL DE ID	78
TABELA 14 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “PRODUÇÃO DE KITS - COBRE” – OBRA SP0101	88
TABELA 15 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “PRODUÇÃO DE KITS – COBRE” – OBRA SP0201	88
TABELA 16 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “PRODUÇÃO DE KITS – COBRE” – OBRA SP0301	88
TABELA 17 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE KIT HIDRÁULICO PARA ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE COM PPR – OBRA RP-01	89
TABELA 18 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE KIT HIDRÁULICO PARA ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE COM PPR – OBRA FR-02	89
TABELA 19 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “PRUMADAS - COBRE” – OBRA SP0101	90
TABELA 20 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “PRUMADAS – COBRE” – OBRA SP0301.....	90
TABELA 21 - RUPDIÁRIA; RUPCUMULATIVA; RUPPOTENCIAL PARA EXECUÇÃO DA TAREFA TUBULAÇÃO DE RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE PELO TETO COM PPR – OBRA RP-01	91
TABELA 22 - RUPDIÁRIA; RUPCUMULATIVA; RUPPOTENCIAL PARA EXECUÇÃO DA TAREFA TUBULAÇÃO DE RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE PELO TETO COM PPR – OBRA FR-01	91
TABELA 23 - RUPDIÁRIA; RUPCUMULATIVA; RUPPOTENCIAL PARA EXECUÇÃO DA TAREFA TUBULAÇÃO DE RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE PELO TETO COM PPR – OBRA FR-02	92
TABELA 24 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO - COBRE” – OBRA SP0101	93
TABELA 25 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO – COBRE” – OBRA SP0201.....	93

TABELA 26 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – PAREDES <i>IN LOCO</i> - COBRE" – OBRA SP0101	94
TABELA 27 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – PAREDES <i>IN LOCO</i> – COBRE" – OBRA SP0201	94
TABELA 28 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – PAREDES <i>IN LOCO</i> – COBRE – COZINHA/AS" – OBRA SP0301.....	95
TABELA 29 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – PAREDES <i>IN LOCO</i> – COBRE – SANITÁRIOS" – OBRA SP0301.....	95
TABELA 30 - RUPDIÁRIA; RUPCUMULATIVA; RUPPOTENCIAL PARA EXECUÇÃO DA TAREFA TUBULAÇÃO DE RAMAL E SUB-RAMAL DE ÁGUA FRIA E QUENTE PELA ALVENÁRIA COM PPR – OBRA RP-01	95
TABELA 31 - RUPDIÁRIA; RUPCUMULATIVA; RUPPOTENCIAL PARA EXECUÇÃO DA TAREFA TUBULAÇÃO DE RAMAL E SUB-RAMAL DE ÁGUA FRIA E QUENTE PELA ALVENÁRIA COM PPR – OBRA FR-01	96
TABELA 32 - RUPDIÁRIA; RUPCUMULATIVA; RUPPOTENCIAL PARA EXECUÇÃO DA TAREFA TUBULAÇÃO DE RAMAL E SUB-RAMAL DE ÁGUA FRIA E QUENTE PELA ALVENÁRIA COM PPR – OBRA FR-02	96
TABELA 33 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – PAREDES <i>KITS</i> - COBRE" – OBRA SP0101	97
TABELA 34 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – PAREDES <i>KITS</i> – PVC/COBRE" – OBRA SP0201	97
TABELA 35 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA INSTALAÇÃO DE KIT HIDRÁULICO PARA ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE COM PPR – OBRA FR-02	98
TABELA 36 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA REGULAGEM E FIXAÇÃO DAS TUBULAÇÕES NAS ALVENARIAS OBRA RP-01...99	99
TABELA 37 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA REGULAGEM E FIXAÇÃO DAS TUBULAÇÕES NAS ALVENARIAS - OBRA FR-01.99	99
TABELA 38 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA REGULAGEM E FIXAÇÃO DAS TUBULAÇÕES NAS ALVENARIAS - OBRA FR-02	100
TABELA 39 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – SOB A LAJE - <i>IN LOCO</i> - COBRE" – OBRA SP0101	101
TABELA 40 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS/SUB-RAMAIS – SOB A LAJE - <i>IN LOCO</i> - COBRE" – OBRA SP0301	101
TABELA 41 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "TUBOS DE QUEDA/COLUNAS DE VENTILAÇÃO ESGOTO/TUBOS DE QUEDA - ÁGUAS PLUVIAIS - PVC" – OBRA SP0101	102
TABELA 42 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "TUBOS DE QUEDA/COLUNAS DE VENTILAÇÃO ESGOTO/TUBOS DE QUEDA - ÁGUAS PLUVIAIS - PVC" – OBRA SP0301	102
TABELA 43 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "TUBOS DE QUEDA/COLUNAS DE VENTILAÇÃO ESGOTO/TUBOS DE QUEDA - ÁGUAS PLUVIAIS - PVC" – OBRA SP0401	103
TABELA 44 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA "RAMAIS DE ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS – SOB A LAJE - PVC" – OBRA SP0101	104

TABELA 45 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS – SOB A LAJE DE TETO – PVC” – OBRA SP0201	104
TABELA 46 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS – SOB A LAJE – PVC” – OBRA SP0301	105
TABELA 47 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS – SOB A LAJE – PVC” – OBRA SP0401	105
TABELA 48 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS EM PVC - MÉTODO TRADICIONAL – OBRA BR-01	106
TABELA 49 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS EM PVC – KITS HIDRÁULICOS – OBRA BR-01	107
TABELA 50 - RUPDIÁRIA, RUPCUMULATIVA E RUPPOTENCIAL PARA A PRODUÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS EM PVC – KITS HIDRÁULICOS – OBRA BR-02	107
TABELA 51 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE ESGOTO – PAREDES” – OBRA SP0101	108
TABELA 52 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS – PAREDES – PVC” – OBRA SP0201	108
TABELA 53 - RUP DIÁRIA, RUP CUMULATIVA E RUP POTENCIAL PARA A EXECUÇÃO DA TAREFA “RAMAIS DE ESGOTO/ÁGUAS PLUVIAIS – PAREDES – PVC” – OBRA SP0301	108

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DIVISÃO DOS SPHS	33
QUADRO 2 – MATERIAIS POSSÍVEIS PARA UTILIZAÇÃO EM TUBOS E CONEXÕES DOS SPHS	36
QUADRO 3 – MATERIAIS UTILIZADOS NO TRABALHO E RESPECTIVOS PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS.....	37
QUADRO 4 – RELAÇÃO DE TAREFAS E SUBTAREFAS ANALISADAS	45
QUADRO 5 – CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE ANORMALIDADE EM FUNÇÃO DA FAIXA DE VALORES	48
QUADRO 6 – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	49
QUADRO 7 – CARACTERIZAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVO	20
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	22
2.1.1	Definição	22
2.1.2	Indicadores de Produtividade da mão de obra	23
2.1.3	Classificação dos indicadores de produtividade da mão de obra	23
2.1.4	Modelo dos Fatores	25
2.2	<i>BENCHMARKING</i> DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	27
2.2.1	Indicadores de gestão da produtividade da mão de obra	28
2.3	SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS	32
2.3.1	Definição e características dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	32
2.3.2	Materiais das tubulações	34
2.3.3	Execução dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários	37
3	MÉTODO DE PESQUISA	41
3.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	41
3.2	DETALHAMENTO DAS ETAPAS	41
3.2.1	Revisão bibliográfica	42
3.2.2	Fonte de indicadores primários de Produtividade da Mão de Obra	43
3.2.3	Organização indicadores primários de Produtividade da Mão de Obra	43
3.2.4	Indicadores de Gestão da Produtividade da Mão de Obra	46
3.3	CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS	48
3.4	CARACTERIZAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO	49
3.5	CARACTERIZAÇÃO DAS TAREFAS E SUBTAREFAS	50
3.5.1	Produção de <i>kits</i>	50
3.5.2	Prumadas <i>in loco</i>	51
3.5.3	Ramais de distribuição – montagem – <i>in loco</i>	51
3.5.4	Ramais de distribuição – fixação e montagem – <i>in loco</i>	52
3.5.5	Ramais paredes – <i>kits e in loco</i>	52
3.5.6	Ramais sob a laje – <i>in loco</i>	54
3.5.7	Tubos queda - Esgoto e Águas Pluviais	54
3.5.8	Ramais teto - Esgoto e Águas Pluviais - <i>in loco e kits</i>	54
3.5.9	Ramais parede - Esgoto - <i>in loco</i>	55
4	RESULTADOS	57

4.1	RUP CUMULATIVA, RUP POTENCIAL E Δ RUP (CUM. - POT.)	57
4.2	ÍNDICE DE ANORMALIDADE	59
4.3	INDICADOR DE DESEMPENHO.....	62
5	DISCUSSÃO	72
5.1	RUP CUMULATIVA, RUP POTENCIAL E Δ RUP (CUM. - POT.)	72
5.2	ÍNDICE DE ANORMALIDADE	73
5.2.1	Tipo de Material	74
5.2.2	Procedimento de Execução.....	75
5.2.3	Por obra	75
5.2.4	Relação de IA com RUP Cum./RUP Pot.	76
5.3	INDICADOR DE DESEMPENHO.....	77
5.4	<i>BENCHMARKING</i>	79
6	CONCLUSÕES.....	81
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
	REFERÊNCIAS.....	84
	ANEXO A – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: PRODUÇÃO DE KITS	88
	ANEXO B – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: PRUMADAS <i>IN LOCO</i>.....	90
	ANEXO C – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO – MONTAGEM – <i>IN LOCO</i>	91
	ANEXO D – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO – FIXAÇÃO E MONTAGEM <i>IN LOCO</i>.....	93
	ANEXO E – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDES - <i>IN LOCO</i>.....	94
	ANEXO F – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDES - <i>KITS</i>.....	97
	ANEXO G – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDES – FIXAÇÃO - <i>IN LOCO</i>...99	
	ANEXO H – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS SOB A LAJE – <i>IN LOCO</i>.....	101
	ANEXO I – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: TUBOS DE QUEDA – ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS – <i>IN LOCO</i>.....	102
	ANEXO J – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS SOB O TETO – ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS – <i>IN LOCO</i>.....	104
	ANEXO K – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS SOB O TETO – ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS – <i>KITS</i>	107
	ANEXO L – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDE – ESGOTO – <i>IN LOCO</i>	108

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O cenário econômico atual, agravado em função da pandemia, acentuou os desafios a serem enfrentados pelas empresas construtoras. Dentre estes desafios destaca-se a necessidade de se construir com maior eficiência no que diz respeito aos prazos, utilização de recursos materiais e humanos, e na oferta de produtos de qualidade e custos menores.

Ainda como consequência deste cenário, as empresas estão buscando a redução de seus custos nos empreendimentos, utilizando-se de uma gestão dos seus processos (dentro deles, da sua mão de obra) mais eficiente e com melhorias, para assim, conseguirem sobreviver ao período conturbado da economia brasileira, agravado desde 2014 (ALCANTARA, 2016).

Considerando o canteiro de obras, a utilização eficiente dos recursos humanos pode ser traduzida na melhoria da produtividade da mão de obra¹ na execução dos serviços de construção na medida em que os ganhos de produtividade são obtidos, na sua plenitude, com a redução do uso dos recursos (entradas de um processo) associada ao aumento da produção, ou seja, da quantidade executada de serviços (saídas de um processo).

As atividades da construção civil envolvem uso intensivo da mão de obra; muitas vezes é visto uma falta de treinamento dessa mão de obra por parte dos gestores, além de, em alguns casos, enfrentarem escassez de equipamentos e materiais. Como Lisboa e Castro (2018) afirmam, não é raro que os operários não saibam o que devem executar e não dispõem dos instrumentos adequados e materiais de trabalho ou mesmo de um local em boas condições para executar seus serviços. Assim, é uma atitude simplista culpar a mão de obra da construção visto que existem

² O termo “produtividade da mão de obra” será indicado ao longo deste texto pelo acrônimo PMO, à exceção de algumas situações em que se entender ser melhor optar pela sua escrita por extenso.

diversos estudos que apontam a ausência de planejamento como uma das principais causas desta situação.

É relatado por Ng *et al.* (2017) que a construção residencial envolve o uso de mão de obra intensiva em que, por vezes, os trabalhadores passam por problemas que os levam à desmotivação, afetando diretamente a sua produtividade. A desmotivação pode ser causada por uma série de questões, dentre elas, situações de insatisfação e conseqüentemente desestímulo, reduzindo assim o potencial de produtividade. Dentre os fatores críticos obtidos pela pesquisa, chegou-se nos principais como sendo: horas extras de trabalho e a falta de especificações e requisitos de qualidade.

Assim, é imperativo que as empresas de construção civil busquem conhecer os reais indicadores de produtividade praticados na execução dos serviços de forma a se estabelecer *benchmarking* e promover um processo de melhoria contínua envolvendo os vários entes envolvidos no processo de execução (encarregados, mestres, operários em geral) e até mesmo profissionais de outras áreas da empresa ou contratados (projeto, planejamento, suprimentos, subempreiteiros, etc.).

A implantação do conceito de melhoria contínua na produção aumenta a eficiência dos processos construtivos; isso gera um aumento de produtividade e qualidade, reduzindo custos em desperdícios e retrabalhos. Ao deixar de adotar tais medidas, ignorando essa realidade, pode representar a sobrevivência ou não da empresa no mercado (SOUZA, 2006).

Vários trabalhos sobre PMO, sob enfoque diferentes e em diversos serviços, foram realizados ao longo do tempo no Brasil, tendo um aumento expressivo a partir da década de 90, com a introdução do conceito de produtividade variável. São exemplos de trabalhos desta natureza: Souza; Agopyan (1996) e Souza (2001), pela apresentação da metodologia e diretrizes para a medição da PMO nos serviços; Carraro (1998) que teve como foco a medição da PMO no serviço de alvenaria; Maeda (2002) que teve como objeto o estudo da PMO na execução de revestimentos em pasta de gesso; Paliari (2008) e Monteiro (2017) tiveram como objetivo o estudo da PMO na execução dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários.

A mensuração da PMO por parte da empresa construtora é importante; porém, a questão maior reside no uso desta informação em seu benefício durante suas atividades. Conhecer seus números de PMO permite planejar a execução dos

serviços de forma mais assertiva, controlar os prazos e, conseqüentemente, os custos vinculados aos trabalhadores, maior previsibilidade orçamentária e maior previsibilidade e assertividade na eventual necessidade de atribuição de tarefas à mão de obra para atendimento de prazos, entre outros benefícios.

Este conjunto de benefícios é alcançado na medida em que a empresa construtora enxerga os indicadores de forma comparativa entre serviços de obras diferentes, formas de contratação distintas e, principalmente, quando são associados a estes indicadores seus fatores influenciadores.

Assim, o estudo e gestão da produtividade da mão de obra mostra-se importante instrumento para auxiliar empresas construtoras na identificação de possíveis processos e subprocessos que são passíveis de melhoria.

Para tanto, a empresa construtora precisa investir na gestão da PMO, sendo que a gestão, tendo como foco os recursos físicos, pode ser definida como “conjunto sistemático e padronizado de ações e posturas envolvendo toda a empresa com o intuito de aumentar a eficiência no uso dos recursos físicos” (SOUZA, 2006).

No que tange aos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários², a obtenção de informações e indicadores são ainda mais desafiadores, principalmente pela fragmentação dos serviços em vários subprocessos. Dessa maneira, o que ocorre muitas vezes, com o desconhecimento da PMO nas instalações, são atrasos para execução comprometendo todo o cronograma da obra.

Neste contexto, justifica o foco na gestão da PMO na execução destes sistemas e, para tanto, será apresentado um conjunto de indicadores visando o estabelecimento de *benchmarking* como estratégia da gestão da PMO.

² O termo “sistemas prediais hidráulicos e sanitários” será indicado ao longo deste texto pelo acrônimo SPHS, à exceção de algumas situações em que se entender ser melhor optar pela sua escrita por extenso.

1.2 OBJETIVO

Propor indicadores de gestão da produtividade da mão de obra na execução dos serviços relacionados aos Sistemas Prediais hidráulicos e Sanitários com base na avaliação comparativa denominada *benchmarking*.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além deste capítulo introdutório, este trabalho é composto por mais 5 capítulos:

- Capítulo 2: aborda a revisão bibliográfica com foco em dois temas pertinentes ao trabalho: produtividade da mão de obra e execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários;
- Capítulo 3: aborda a metodologia de pesquisa no que diz respeito à estratégia de pesquisa adota e seu delineamento;
- Capítulo 4: traz os resultados dos indicadores gerados com foco nas tarefas e subtarefas dos SPHS;
- Capítulo 5: apresenta-se a discussão dos resultados apresentados no capítulo anterior
- Capítulo 6: são apresentadas as considerações finais acerca do trabalho realizado.

Além destes capítulos, este trabalho é composto por mais doze anexos, nos quais são apresentados os indicadores de PMO (dados primários de PMO) obtidos por Paliari (2008) e Monteiro (2017)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, para uma melhor compreensão dos temas abordados, elaborou-se uma revisão bibliográfica a respeito dos principais temas abordados no trabalho. Desse modo, dividiu-se a revisão em três partes de grande importância: PMO, *benchmarking* e SPHS.

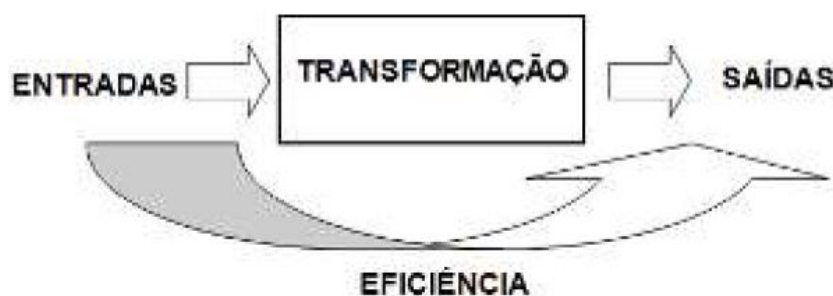
2.1 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

2.1.1 Definição

Dentre inúmeras definições, Maeda (2001) define PMO como sendo a combinação entre a eficiência (o quão bem se consegue utilizar recursos para obter os resultados desejados) e efetividade (quão bem os resultados são alcançados) para determinado processo.

Souza (2006) afirma que a PMO avalia a eficiência dos processos de execução de serviços em obra de maneira a transformar entradas (materiais, mão de obra) em saídas (metro de tubulações, m² de alvenaria). Como é exposto na Figura 1, a produtividade está intrinsecamente ligada a eficiência da transformação do esforço humano em serviços.

Figura 1 – Produtividade da mão de obra



Fonte: Souza, 2006.

Com a produtividade é possível se obter a quantidade de homens-hora necessárias para a execução de um determinado serviço, ou seja, representa o índice de consumo de mão de obra. Ao ser calculado é possível se tomar decisões quanto

ao número de operários e equipes necessárias, fazendo parte de um cronograma bem planejado.

2.1.2 Indicadores de Produtividade da mão de obra

Para que se consiga estudar e relacionar a produtividade deve-se utilizar meios para que seja possível mensurá-la. Assim, o indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP), introduzido como indicador em trabalhos por Souza; Agopyan (1996), relaciona as entradas (homens-hora (Hh)) com as saídas, sendo estas a quantidade de produtos obtidos. Assim, a RUP pode ser calculada pela Equação 1:

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

- Hh = Homens-hora presente na execução do serviço
- QS = Quantidade executada de serviço pela mão de obra em determinado tempo

Souza (2006) afirma que é necessário seguir regras para a correta mensuração dos homens-hora (entradas), bem como a quantidade de serviço produzida (saídas). Para o número de homens-hora é estipulado o número de homens presentes multiplicado pelo de horas envolvidas na execução da tarefa, levando em conta horas produtivas e improdutivas, ou seja, o tempo em que a mão de obra esteja disponível para a execução dos serviços, sem excluir deste valor as horas improdutivas.

Em relação às saídas, para o cálculo da RUP são utilizados valores “líquidos” de serviço executado, ou seja, no caso da alvenaria, mede-se a área total e descontam-se aberturas; já para os SPHS onde o serviço é medido em metros de tubulação, ignora-se qualquer tipo de perdas que ocorrem no trabalho, sendo considerados apenas os metros instalados na edificação em construção.

2.1.3 Classificação dos indicadores de produtividade da mão de obra

Na construção civil existe a divisão das funções dos operários em obra, seguindo uma hierarquização. Portanto, é necessário que se leve isso em

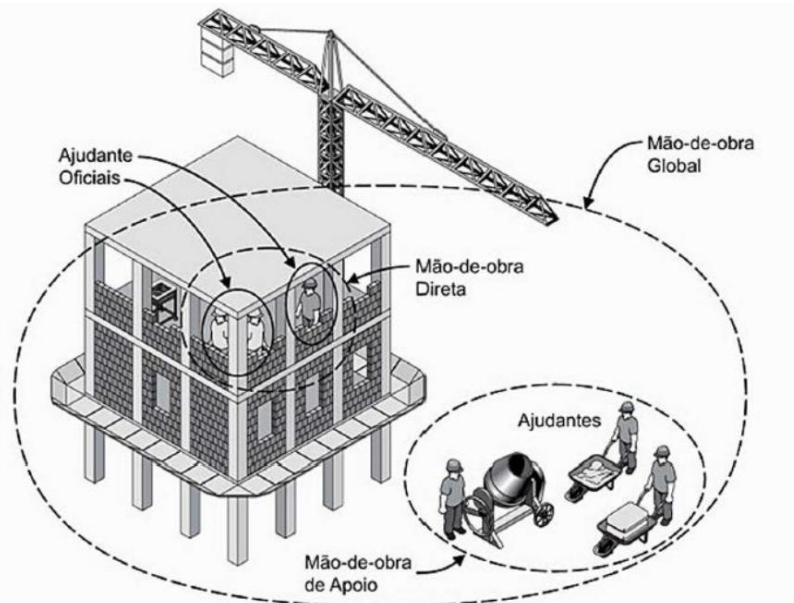
consideração. Assim, além da quantidade de homens, define-se seu cargo e qualificação, basicamente entre oficiais e ajudantes, trabalhando diretamente ou indiretamente em funções de apoio. Destas variações, originam-se RUP's distintas.

Assim, segundo Souza (2000), em função do tipo de mão de obra envolvida no cômputo da PMO, a RUP é classificada em:

- RUP oficial: avalia a produtividade dos oficiais responsáveis pela produção;
- RUP direta: avalia a produtividade da mão de obra demandada na produção, ou seja, além dos oficiais, também dos ajudantes envolvidos diretamente na execução do serviço e suas partes;
- RUP global: adiciona-se a equipe de apoio à de mão de obra direta, avaliando todos os esforços envolvidos na execução do serviço ou suas partes.

A Figura 2, a seguir, ilustra os diferentes tipos RUP.

Figura 2 – Classificação da mão de obra com exemplo do serviço de elevação da alvenaria



Fonte: Souza, 2006.

Ainda, quanto à classificação das RUP's, pode-se relacioná-las quanto ao intervalo de tempo. A RUP diária se refere à PMO referente ao dia de trabalho, calculada a partir das entradas e saídas neste dia, indicando os efeitos dos fatores no dia de trabalho (PALIARI, 2008). A RUP cumulativa se refere a mensuração da PMO

em um determinado período acumulado que, segundo o mesmo autor, indica o desempenho do serviço, de forma a atenuar dias com produtividade discrepantes (dias anormais).

Por fim, a RUP potencial é resultado do valor da mediana (a mediana, como número estatístico de posição é utilizada porque a construção civil é tão variável que caso fosse utilizado o valor da média, esta seria influenciada por valores eventualmente discrepantes) das RUP's diárias inferiores ao da RUP acumulada final. Explana a característica de bom desempenho atrelada a valores atingíveis desse indicador de maneira que se aproxima valores de RUP diária constatados.

Além de se associar a RUP ao dia de trabalho, a medição da PMO pode ser realizada com base num período diferente ao dia de trabalho (semana, por exemplo). Neste caso, se obtém a RUP periódica. Finalmente, destaca-se a RUP cíclica que é calculada a partir da mensuração de atividades que ocorrem seguindo um ciclo definido ou porção da edificação (pavimento, apartamento, ambiente, por exemplo).

Para estes tipos de RUP (periódica, cíclica) também são calculadas as RUP's cumulativa e potencial. Na Tabela 1, a seguir, se apresenta um exemplo de cálculo de RUP's para um serviço de execução de prumadas em cobre, tendo o dia de trabalho como base de mensuração da PMO.

Tabela 1 - Exemplo de cálculo das RUP's para execução de prumadas em cobre

Dia	Diário		Cumulativo		Produtividade (Hh/m)			
	Hh	QS	Hh	QS	RUP Diária	RUP Cum	RUP Diária < RUP Cum	Rup Pot
1	9,00	41,98	9,00	41,98	0,21	0,21		
2	8,00	41,98	17,00	83,96	0,19	0,20	0,19	
3	9,00	41,98	26,00	125,94	0,21	0,21	0,21	0,19
4	3,60	27,64	29,60	153,58	0,13	0,19	0,13	
5	9,00	14,34	38,60	167,92	0,63	0,23		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

2.1.4 Modelo dos Fatores

Segundo Souza (2006), apenas um número não consegue caracterizar a produtividade de um serviço e isso se ocorre porque diversos fatores podem influenciar a PMO. Inicialmente, eram realizadas análises dos fatores individualmente

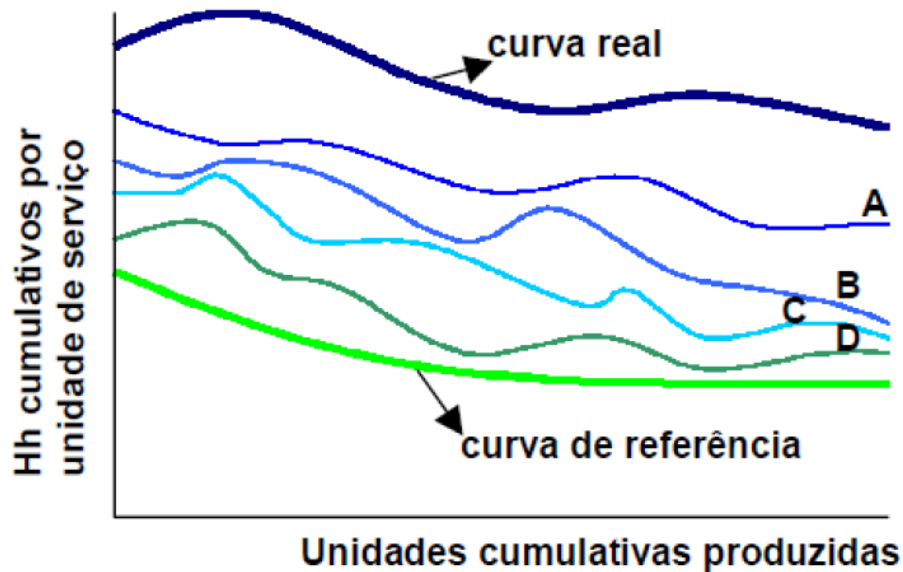
e seus respectivos resultados da produtividade; no entanto, com o passar do tempo o estudo passou-se a analisar os fatores de forma sistêmica.

Para Araujo (2000) os fatores são divididos em dois grupos: relacionado ao **conteúdo** do trabalho, ou seja, que precisa ser feito e inclui componentes físicos do trabalho, especificações exigidas e detalhes do projeto, como, por exemplo, o peso e as dimensões a ser assentada; o outro relacionado ao **contexto** no qual ele é realizado, relacionando-se ao ambiente de trabalho, como o serviço é organizado e gerenciado. Esse último ainda é caracterizado pelas circunstâncias genéricas como disponibilidade de materiais e equipamentos, condições atmosféricas, etc.

Em resumo, o trabalho realizado por uma determinada equipe é ligado a vários fatores que afetam o seu desempenho aleatória ou sistematicamente (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987). O somatório dessas interferências, de forma cumulativa ou não, gera uma curva da produtividade real, podendo ser de forma muito irregular e de difícil interpretação.

Ressalta-se que, segundo os mesmos autores, retirando matematicamente os efeitos dessa curva, irá obter uma curva que representará a produtividade de referência. Essa curva representa o desempenho básico do trabalho avaliado em questão, dentro daquelas condições de referências, incluindo a curva de aprendizagem, resultante de possíveis melhorias por operações repetidas. Dessa maneira, o comportamento da curva real de produtividade irá depender do número de fatores relacionados às condições do canteiro de obras, métodos construtivos e aspectos relacionados à construtibilidade (Figura 3).

Figura 3 – Representação gráfica do modelo dos fatores para produtividade da mão de obra



Fonte: Thomas; Yiakoumis (1987).

Nesta figura observa-se a curva de referência (curva teórica de produtividade), a curva da produtividade real bem como algumas outras que irão variar conforme os fatores associados a ela.

2.2 BENCHMARKING DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Dias (2008) evidencia razões para a realização do *Benchmarking*, o colocando como uma forma prática para a busca de melhorias; uma boa alternativa em relação ao processo de aprendizagem da “tentativa e erro” e uma forma de utilizar processos já aprovados por outros.

Punniyammoorthy; Murali (2008) resumem o *Benchmarking* como sendo uma medida de avaliação para comparação de objetivos estabelecidos pela empresa; dessa maneira, pode gerar medidas reais visadas em cada um dos fatores considerados no julgamento desejado entre as empresas comparadas.

Costa (2008) menciona a crescente utilização de práticas de *Benchmarking* na construção civil, bem como em diferentes partes do mundo, indicando uma crescente tendência no desenvolvimento de iniciativas voltadas ao tema.

Nos dias atuais, a medição da PMO através dos indicadores é uma tendência entre empresas de construção civil; a partir deles consegue-se diagnosticar o

desempenho e o comportamento de uma série de processos de determinadas atividades. Para que se consiga determinar estratégias de melhoria da PMO, é possível, após a avaliação, realizar uma análise comparativa dos resultados obtidos.

Em particular, uma metodologia para medição de produtividade de uma empresa de construção civil permite avaliar estratégias de gestão otimizadas. A adoção de técnicas de produção enxuta é exemplo dessas estratégias, que apesar de proporcionarem melhoria na produtividade, não há metodologia definida que possa relacionar a atividade e desempenho de nível de projeto para o desempenho das empresas (EL-MASHALEH *et al.*, 2001).

Thomas e Zavrski (1999) desenvolveram um conceito para *benchmarking* internacional de produtividade do trabalho para atividades de construção.

Enshassi *et al.* (2007) reiteram, a partir de um trabalho com base no modelo para *benchmarking* da mão de obra na construção civil na Palestina, o êxito na obtenção e comparação de dados.

2.2.1 Indicadores de gestão da produtividade da mão de obra

Tendo em vista a importância da mão de obra na construção civil, os autores Enshassi *et al.* (2007) propuseram indicadores para realização de um *benchmarking* como forma de melhorar a produtividade da mão de obra e facilitar sua medição com uma frequência regular. Os autores então utilizam de três indicadores: *Disruption Index*, *Performance Ratio* e *Project Management Index* que serão explorados a seguir. No entanto, vale ressaltar que o último indicador, *Project Management Index*, é utilizado como forma de comparação entre projetos e suas gestões. Para o caso deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), a comparação ocorreu entre as tarefas e subtarefas dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, gerando assim, uma semelhança dos valores desse indicador e do *Performance Ratio*. Por este motivo, este último indicador não será abordado.

Disruption index

O primeiro indicador para medir a PMO, segundo Enshassi *et al.* (2007) é o *Disruption index* (Indicador de anormalidades, tradução livre) que mede os dias com anormalidades. A Equação 2, a seguir, ilustra o cálculo deste indicador.

$$DI = \frac{\text{Number of Abnormal Work Days}}{\text{Total Number of Work Days}} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

- Number of Abnormal Work Days = Dias de trabalho com anormalidades
- Total Number of Work Days = Total de dias de trabalho analisados para determinado serviço

Para o autor, dias com anormalidades são aqueles em que a produtividade diária é maior que duas vezes a *average baseline productivity* (produtividade da linha de base média) dos projetos analisados. Por sua vez, a produtividade da linha de base média é a melhor performance que um empreiteiro pode conseguir em um serviço específico. Para ser calculada Abdel-Hamid *et al.*, (2004); Thomas *et al.*, (2002) propõem os seguintes passos:

- Determinar o número de dias de trabalho que representem 10% do total analisado.
- Arredondar esse número para o próximo número ímpar mais alto, não devendo ser inferior a 5. Este número (n) irá definir o tamanho do subconjunto que irá ser analisado para determinação da linha de base.
- Assim, deve-se pegar os n dias com maior produtividade do total analisado.
- Calcular a soma das horas e da quantidade de trabalho para os n dias.
- A produtividade da linha de base será a divisão da soma das horas pela soma da quantidade de trabalho.

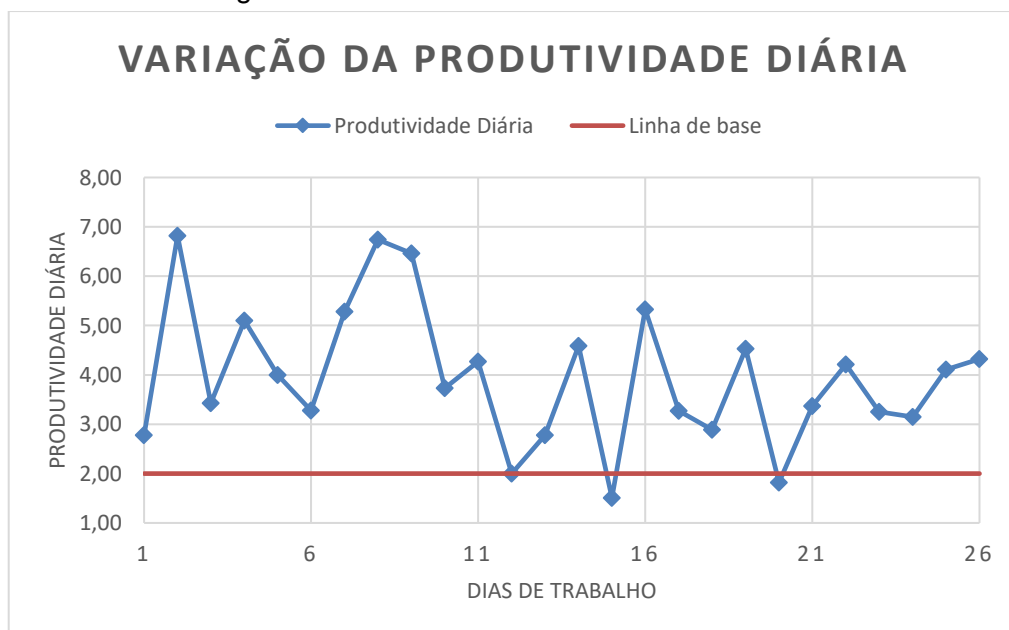
Como exemplo, suponha uma determinada atividade com vários indicadores coletados (Tabela 2). Os cinco melhores indicadores, de acordo com esta Figura, foram: 2,78; 2,00; 2,78; 1,51; 1,82. Portanto, a mediana calculada para os números será 2,00 (THOMAS *et al.*, 2002). Os dados desta tabela são representados graficamente na Figura 4.

Tabela 2 - Dados coletados de uma obra analisada

Dias de Trabalho	Peso da estrutura levantada (ton)		Quantidade total (padronizado como vigas) Toneladas	Horas de trabalho	Produtividade diária hr/ton	Levantamento da linha de base *
	No.	Colunas				
1	11	25	30,21	84	2,78	*
2	10	7	11,73	80	6,82	
3	26	11	23,31	80	3,43	
4	9	13	17,26	88	5,10	
5	20	19	28,47	114	4,00	
6	0	25	25,00	82	3,28	
7	18	7	15,52	82	5,28	
8	17	5	13,05	88	6,74	
9	0	13	13,00	84	6,46	
10	0	15	15,00	56	3,73	
11	14	14	20,63	88	4,27	
12	55	18	44,04	88	2,00	*
13	27	16	28,78	80	2,78	*
14	10	14	18,73	86	4,59	
15	0	57	57,00	86	1,51	*
16	0	15	15,00	80	5,33	
17	19	13	21,99	72	3,27	
18	0	27	27,00	78	2,89	
19	11	12	17,21	78	4,53	
20	42	24	43,88	80	1,82	*
21	10	19	23,73	80	3,37	
22	0	19	19,00	80	4,21	
23	0	24	24,00	78	3,25	
24	0	26	26,00	82	3,15	
25	0	19	19,00	78	4,11	
26	0	19	19,00	82	4,32	
Baseline					2,00	

Fonte: Adaptado de Ghoddousi *et al.*, (2014).

Figura 4 – Produtividade diária e linha de base



Fonte: Adaptado de Ghoddousi *et al.*, (2014)

Pela sua definição, é a medida da interrupção da atividade diária dentro de um único projeto, os dias que isso ocorre, chamam-se dias anormais. No canteiro de obras, a variabilidade na produtividade está associada ao baixo desempenho do trabalho, portanto, uma medida importante de desempenho é o número de dias anormais ou com interrupções

Assim, para o caso desse indicador, os valores podem variar de 0 (nenhum dia considerado dia com anormalidades) até 1 (todos os dias foram considerados com anormalidades).

Performance ratio

O segundo indicador proposto por Enshassi *et al.* (2007) é o *Performance ratio* (Indicador de desempenho). O indicador de desempenho é o cumulativo real da produtividade, ou seja, produtividade acumulada em todos os dias analisados do serviço, dividida pela produtividade de linha de base esperada (valores médios de linha de base para todos os projetos). É dado pela seguinte equação:

$$PR = \frac{\text{Cumulative Productivity}}{\text{Expected Baseline Productivity}} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

- Cumulative Productivity = Produtividade acumulada
- Expected Baseline Productivity = Linha de base esperada para a produtividade

Para isso, é importante o cálculo da linha de base esperada para a produtividade, da maneira similiar a supracitada para o caso do Indicador de anormalidades proposto por Thomas; Zavrski (1999). No entanto, para esse caso específico, deve-se utilizar a linha de base esperada para a produtividade, ou seja, é utilizada a média de todas as linhas de base dos projetos analisados.

Project management index

Por fim, o último indicador proposto é o *Project management index* (Indicador de Gerenciamento de Projeto). Caracteriza-se como parâmetro adimensional que reflete a contribuição do gerenciamento de projeto na produtividade da mão de obra

do empreendimento em questão. A fórmula para determinação do indicador está representada a seguir.

$$PMI = \frac{\text{Cumulative Productivity} - \text{Baseline Productivity}}{\text{Expected Baseline Productivity}} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

- Cumulative Productivity = Produtividade acumulada
- Baseline Productivity = Produtividade da linha de base
- Expected Baseline Productivity = Linha de base esperada para a produtividade

Segundo Abdel-Hamid *et al.* (2004), quanto menor o IGP melhor é a influência e qualidade do gerenciamento do gestor de obras.

No entanto, para este trabalho a comparação está sendo feita entre serviços e não entre projetos, gerando um valor muito próximo do que é dado pelo Indicador de Desempenho, portanto, não será utilizado e fica mencionado neste capítulo apenas para conhecimento.

2.3 SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS

Neste subitem serão abordados os SPHS, com ênfase na sua definição e nos métodos de execução. O entendimento é de grande importância para que assim, consiga-se compreender a determinação de seus índices de produtividade da mão de obra bem como fatores que irão influenciá-la.

2.3.1 Definição e características dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários

Segundo Gonçalves (1994) os SPHS compreendem os sistemas da edificação que tem por objetivo conduzir, armazenar e distribuir água potável, coletar águas utilizadas para que possa ser feita a sua correta destinação para um sistema público de coleta ou local apropriado. É ainda composto pelas águas pluviais que incidam na edificação, com sua respectiva captação, transporte e disposição.

Para Amorim (1989) os SPHS abrangem os sistemas prediais de água fria, água quente, esgoto sanitário e água pluvial, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Divisão dos SPS

Sistema Predial	Subsistema
Água Fria	Sistema de abastecimento Sistema de distribuição Sistema de reservação
Água Quente	Sistema de aquecimento/reservação Sistema de distribuição
Esgoto Sanitário	Sistema de coleta Sistema de transporte Sistemas complementares (fossa, caixa de inspeção, etc)
Água Pluvial	Sistema de coleta Sistema de transporte Sistemas complementares (caixa areia, de inspeção, etc)
Água não potável	Sistema de captação/coleta das águas provenientes de fontes alternativas de água não potável Sistema de reservação de água não potável Sistema de distribuição de água não potável Sistemas complementares (filtros, equipamentos de desinfecção, etc.)

Fonte: Adaptado de Amorim (1989).

Ressalta-se que algumas características são intrínsecas à existência dos SPS. Ilha (2009) destaca a complexidade funcional e inter-relação com seus diversos subsistemas, materiais utilizados, componentes e equipamentos. Aro (2004) reafirma tal constatação à medida que expõe a interação e vínculo com outros subsistemas construtivos da edificação. O espaço necessário para as passagens, equipamentos como bombas e reservatórios também é algo do qual deve ser pensado desde o início da concepção do empreendimento, visto que interfere de maneira direta na execução de outras atividades, como a própria estrutura.

Em acréscimo dos sistemas supramencionados, a conjuntura atual reitera a crescente preocupação pelo uso racional da água nas edificações, levando ao surgimento de sistemas relacionados ao reuso de águas servidas e ao aproveitamento das águas pluviais (PALIARI, 2008).

O uso de água não potável é outro sistema que vem crescendo nas obras e empreendimentos residenciais e comerciais no Brasil. Para que isso seja possível, é

necessário um acréscimo de tarefas e sistemas para o reuso da água, tornando a execução das instalações prediais hidráulicas e sanitárias ainda mais complexa.

2.3.2 Materiais das tubulações

A oferta de materiais para a realização dos serviços de instalações prediais hidráulicas e sanitárias é grande, possuindo uma gama de possibilidades e variações. Sua escolha deve ser feita de maneira a atender as necessidades de cada projeto em específico. O material que será escolhido para constituir a execução é um fator relevante que irá afetar diretamente a PMO. A explicação para tal é, além de suas características físicas como peso, o método construtivo necessário de cada tecnologia.

O PVC é o mais utilizado no Brasil para a produção de tubos e conexões, resultado da união de vários monômeros (moléculas que são a unidade básica de um polímero) de hidrocarbonetos que contém um átomo de cloro no lugar de um dos hidrogênios ligados aos carbonos. Segundo Rodolfo *et al.*, (2006) o cloro constitui 57% de sua massa, proveniente do sal marinho e o restante, provenientes do petróleo e gás natural (43%) consumindo cerca de 0,25% do suprimento mundial de petróleo e gás. Destaca-se pelas suas características com resistência a maioria dos reagentes químicos, resistente a choques, impermeável a gases e líquidos e resistência a intempéries (INSTITUTO DO PVC, 2021). Deve-se notar que esse material é utilizado para condução de água fria bem como a sua exposição à radiação ultravioleta (proveniente dos raios solares) pode causar a liberação de cloreto de hidrogênio, resultando em um rápido processo de degradação (RODOLFO *et al.*, 2006).

As tubulações em CPVC são fabricadas a partir poli cloreto de vinila clorado que possui alta resistência, semelhante ao PVC, porém, com a adição de cloro na fórmula, podendo chegar a um teor máximo de 73,2%. Comparando os dois, ganha-se em resistência e maleabilidade, garantindo um aumento de suas propriedades térmicas, resistência química a agentes diversos e resistência ao fogo, sendo assim uma solução barata para substituição do cobre (RODOLFO *et al.*, 2006).

Outro material disponível é o cobre; porém, vem perdendo espaço no mercado com o surgimento de novos materiais, principalmente os produtos de base polimérica. Apesar disso, possui grande vantagem com relação à sua vida útil, sendo mais

elevada, mesmo que sua utilização seja mais complexa. Suas conexões são soldadas por chama e a tubulação exige isolamento térmico visto sua alta condutividade térmica.

No mercado atual, além dos materiais supracitados, alguns outros vêm ganhando espaço na utilização pelas empresas construtoras que buscam a melhoria contínua de seus processos bem como da PMO. Nesse meio, o PPR e o PEX são os que mais apresentam esse aumento significativo nas construções prediais.

O PPR se caracteriza por ser um polímero, suas tubulações são flexíveis e aplicadas para condução de água fria e água quente, além de ser empregado em outros sistemas prediais. Por ser material polimérico, são resistentes à corrosão, mas, são sensíveis ao impacto solar, portanto, sua instalação deve ser realizada de forma a proteger a incidência solar direta. Suas conexões são realizadas por termofusão, garantindo uma redução muito significativa no aparecimento e ocorrência de vazamentos. Portanto, ao se comparar, principalmente com o cobre, que também é utilizado para instalações de água quente, encontra-se uma grande quantidade de vantagens visto que não apresente problemas como corrosões, perda de calor e vazamentos (TIGRE, 2012).

O PEX também é um polímero que, segundo Gonçalves (1994), é fabricado a partir de uma matéria-prima plástica de elevado peso molecular. A sigla PEX vem da união de “PE” que significa polietileno e “X” que indica a presença de ligações químicas cruzadas. Suas tubulações são maleáveis, parecidas com mangueiras, indicadas para instalações de água fria, água quente, bem como fluidos sob pressão como é o caso do GLP. Sua tubulação pode ser multicamada ou monocamada. A primeira possui uma camada externa e outra interna em PEX com a presença de uma intermediária em alumínio. Já a segunda, possui apenas uma camada de PEX. Dentre suas vantagens destacam-se a flexibilidade, que permite a realização de curvas sem utilizar conexões; não é passível de corrosão; reduz o risco de vazamentos e ainda é fornecida em rolos, podendo ser cortada conforme necessidade, evitando desperdícios (TIGRE, 2015).

Na Figura 5, a seguir, é possível ver uma obra na qual foi utilizado tanto o PPR quanto o PEX para os subramais embutidos na parede, sendo apresentado neste trabalho apenas para exemplificação visual do material. Isso porque a utilização de vários materiais pode inclusive gerar impactos negativos no quesito de produtividade,

visto que gera uma não padronização dos sistemas e a necessidade de várias equipes (que geralmente se especializam em um material específico). Enquanto no Quadro 2 são expostos os materiais mais comuns para cada sistema predial hidráulico-sanitário.

Figura 5 – Exemplo de execução das instalações hidráulicas em PEX e PPR



Fonte: Blog Astra (2018).

Quadro 2 – Materiais possíveis para utilização em tubos e conexões dos SPS

Sistema Predial	Materiais Possíveis
Suprimento de água fria	Cloreto de Polivinila (PVC) Polietileno de Alta Densidade (PEAD) Polipropileno Copolímero Randon (PPR) Polietileno Reticulado (PEX)
Suprimento de água quente	Policloreto de Vinila Clorado (CPVC) Cobre Polipropileno Copolímero Randon (PPR) Polietileno Reticulado (PEX)
Esgoto	Cloreto de Polivinila (PVC)
Águas Pluviais	Cloreto de Polivinila (PVC)

Fonte: Adaptado de Gonçalves *et al.* (2000).

No Quadro 3, a seguir, é apresentado o procedimento executivo dos materiais que foram utilizados nas obras analisadas para este trabalho em questão: o Cobre, PVC e PPR.

Quadro 3 – Materiais utilizados no trabalho e respectivos procedimentos executivos

Material	Procedimento Executivo
Cobre	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cortar o tubo 2) Rebarbar e escarear 3) Limpar 4) Aplicar o fluxo 5) Conectar e fixar as partes 6) Aquecer e aplicar a solda 7) Resfriar e limpar
PVC	<ol style="list-style-type: none"> 1) Lixamento da ponta do tubo e limpeza do interior da bolsa da conexão 2) Limpeza da superfície lixada com solução limpadora adequada 3) Aplicação do adesivo, primeiro na bolsa e logo após, na ponta do tubo 4) Encaixar as extremidades das peças e logo após, retirar o excesso do adesivo
PPR	<ol style="list-style-type: none"> 1) Corte dos tubos com tesoura específica (evita rebarbas) 2) Limpeza das superfícies 3) União das peças com aparelho termofusor elétrico

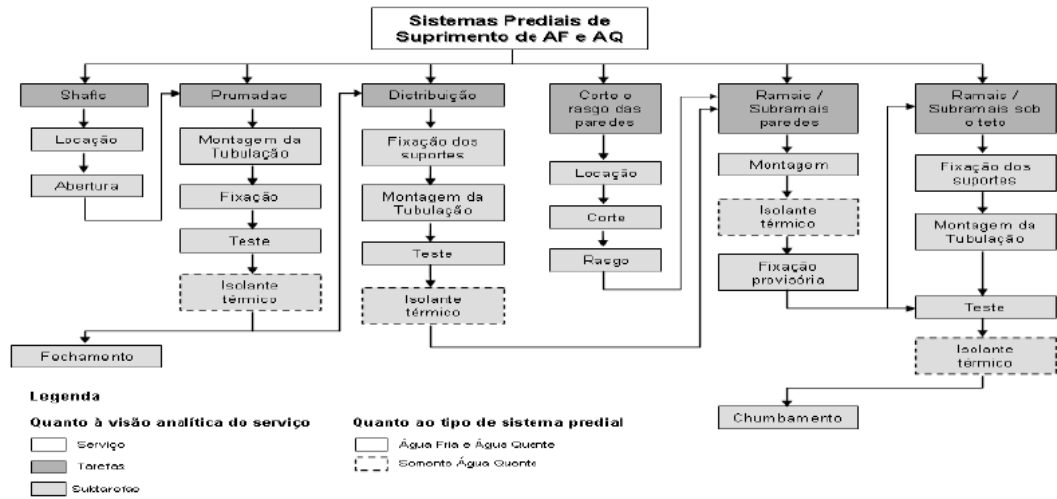
Fonte: Autoria Própria

2.3.3 Execução dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

A execução dos SPHS é fragmentada em várias etapas na construção da edificação, indo desde a execução da estrutura com a marcação prévia e subsequente execução das aberturas de passagens nas lajes até a finalização dos acabamentos, com as instalações de louças e metais sanitários (ARO, 2004).

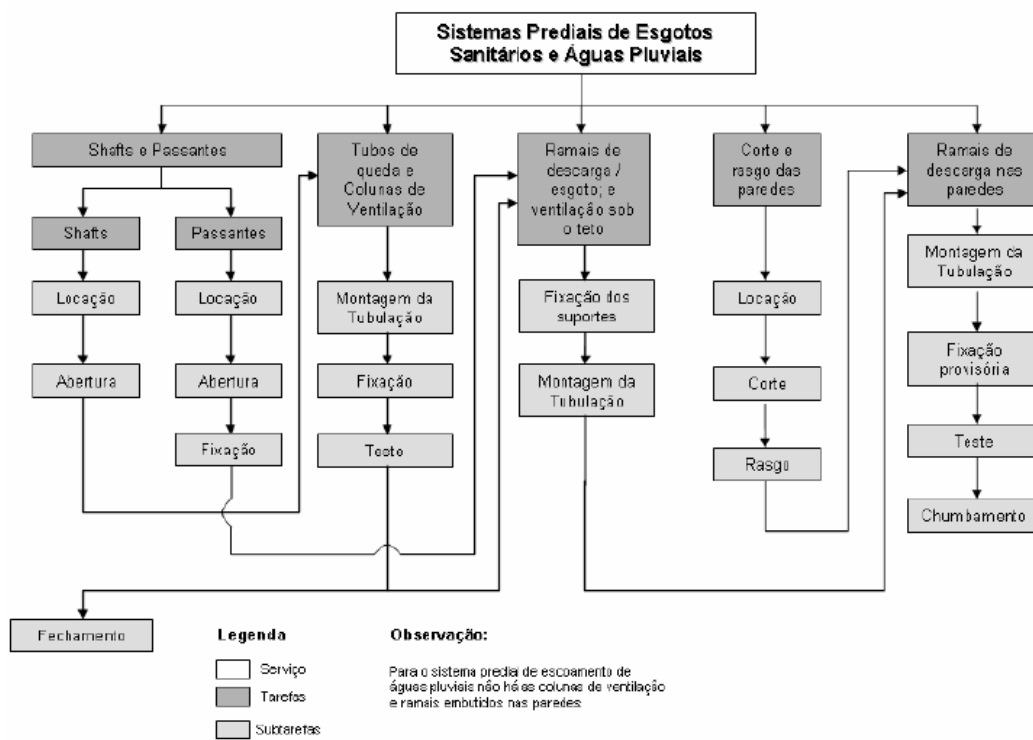
A fragmentação das etapas acarreta uma quantidade grande de tarefas e subtarefas que são executadas ao longo da construção da edificação. Nas Figuras 6 e 7, a seguir, são apresentados os métodos de execução dos SPHS, para o fornecimento de de água fria e água quente e para escoamento de esgoto e águas pluviais, respectivamente.

Figura 6 – Divisão da execução dos sistemas de suprimento de água fria e água quente em tarefas e subtarefas



Fonte: Paliari (2008).

Figura 7 – Divisão da execução dos sistemas de esgoto sanitário e águas pluviais em tarefas e subtarefas



Fonte: Paliari (2008).

Ressalta-se o detalhe das aberturas para as tubulações que são realizadas quando essas estão embutidas na alvenaria, caso mais comum no Brasil. Isso gera desperdício de material sob a forma de entulho, bem como um maior gasto com mão de obra para execução dos cortes com máquinas de disco diamantado e posterior abertura com talhadeiras e marretes.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo descrever como foi realizada a pesquisa para obtenção dos dados de análise, atingindo assim os objetivos previamente descritos. O sucesso de um trabalho está atrelado a correta determinação de sua metodologia, compatível com o caso em questão. Da mesma forma, para se conseguir um perfeito entendimento do conteúdo e seus resultados é necessário que se discorra, de forma precisa, os seus métodos.

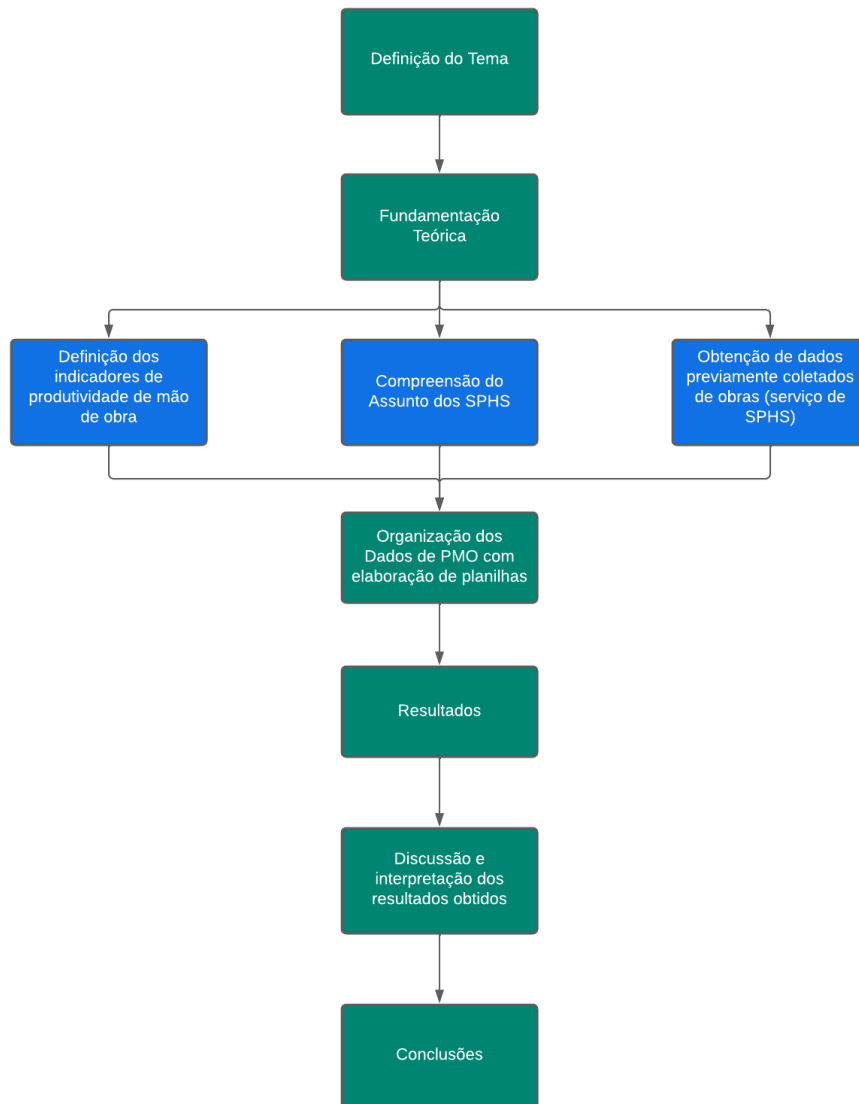
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O trabalho tem caráter quantitativo, com ênfase na análise dos dados primários de PMO, via planilhas eletrônicas, obtidos por Paliari (2008) e Monteiro (2017), para posterior cálculo de indicadores da sua gestão e realização do *benchmarking*.

3.2 DETALHAMENTO DAS ETAPAS

Para atingir os objetivos propostos, o delineamento da pesquisa é composto pelas seguintes etapas, apresentadas no fluxograma da Figura 8.

Figura 8 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria.

3.2.1 Revisão bibliográfica

A pesquisa se iniciou com a realização de uma revisão bibliográfica de modo a obter um maior conhecimento a respeito dos principais temas envolvidos neste trabalho: PMO, SPHS e *Benchmarking*. Os temas foram pesquisados no Google Acadêmico; muitos documentos foram encontrados e, então, prosseguiu-se para um refinamento das pesquisas, selecionando os que mais tinham afinidade com o trabalho. Esses mesmos temas ainda foram pesquisados na BDTD (Biblioteca Digital

Brasileira de Teses e Dissertações). Além destas bases, utilizou-se também o portal de banco de dados científicos *Scopus* com temas como: *Labor Productivity*, *Labor management* e *Civil Construction Benchmarking*.

Com o primeiro filtro foram selecionados cerca de 20 trabalhos, envolvendo artigo de revista, tese, dissertação e artigo de periódicos. Realizou-se uma leitura rápida do resumo de cada trabalho com o objetivo de identificar a conexão com o tema proposto, resultando em 12 documentos para realizar leitura completa e subsídio para o embasamento teórico deste TCC.

A partir deste entendimento, o próximo passo consistiu na obtenção dos dados sobre PMO das tarefas e subtarefas envolvidas na execução dos serviços de SPHS, para posterior cálculo dos indicadores para o estabelecimento de *benchmarking*.

3.2.2 Fonte de indicadores primários de Produtividade da Mão de Obra

Foram utilizados resultados primários de PMO (RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial) na execução dos SPHS obtidos por Paliari (2008) para as obras: SP0101; SP0201; SP0301 e SP0401.

Monteiro (2017), da mesma forma, apresentou os resultados primários de PMO para as obras RP-01; FR-01; FR-02; BR-01 e BR-02.

Portanto, não houve a necessidade de coleta dos dados em campo. Paliari (2008) apresentou indicadores de PMO relacionados aos SPHS de quatro obras de empresas distintas, com destaque para o fato destes indicadores de PMO terem sido obtidos e apresentados para a execução das partes destes SPHS, ou seja, ao nível das suas tarefas e subtarefas. Monteiro (2017), de maneira similar, apresentou indicadores de PMO de cinco obras de empresas distintas ao nível de suas tarefas e subtarefas.

3.2.3 Organização indicadores primários de Produtividade da Mão de Obra

Para o estabelecimento de *benchmark* é necessário garantir que haja, no mínimo duas obras que possuam valores da subtarefa específica analisada.

No Quadro 3 é apresentado o resumo das tarefas e subtarefas referentes à execução dos SPHS que apresentaram, ao menos, dois resultados de indicadores primários de PMO. Os indicadores primários de PMO para cada tarefa/subtarefa relacionada neste quadro são apresentados nos Anexos.

Quadro 4 – Relação de tarefas e subtarefas analisadas

Tarefas/Subtarefas	ANEXO	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	RP-01	FR-01	FR-02	BR-01	BR-02
Produção de <i>kits</i>	A	Cobre	Cobre	Cobre		PPR		PPR		
Prumadas – <i>in loco</i>	B	Cobre		Cobre						
Ramais de distribuição – montagem - <i>in loco</i>	C					PPR	PPR	PPR		
Ramais de distribuição - fixação e montagem - <i>in loco</i>	D	Cobre	Cobre							
Ramais paredes - <i>in loco</i>	E	Cobre	Cobre	Cobre (*)		PPR	PPR	PPR		
Ramais paredes - <i>kits</i>	F	Cobre	PVC/Cobre					PPR		
Ramais paredes – fixação - <i>in loco</i>	G					Fixação	Fixação	Fixação		
Ramais sob a laje - <i>in loco</i>	H	Cobre		Cobre						
Tubos queda - Esgoto e Águas Pluviais - <i>in loco</i>	I	PVC		PVC	PVC					
Ramais teto - Esgoto e Águas Pluviais - <i>in loco</i>	J	PVC	PVC	PVC	PVC				PVC	
Ramais teto - Esgoto e Águas Pluviais - <i>Kits</i>	K								PVC	PVC
Ramais paredes – Esgoto – <i>in loco</i>	L	PVC	PVC	PVC						

(*) Dois levantamentos: 1) ramais sanitários; 2) ramais cozinha/Área de serviço

Fonte: Autoria própria.

3.2.4 Indicadores de Gestão da Produtividade da Mão de Obra

Na sequência são apresentados os indicadores de gestão da PMO contemplados neste trabalho.

RUP Cumulativa

Diz respeito ao valor médio da PMO em um período de tempo ou ciclo de produção. No caso deste trabalho, como a PMO foi obtida com base diária, a RUP Cumulativa será relacionada ao período correspondente da realização da coleta e processamento dos dados. A Equação 5 estabelece o cálculo deste indicador:

$$RUP_{Cum.} = \frac{\sum Hh}{\sum QS} \quad \text{Equação 5}$$

Em que:

- $RUP_{Cum.}$ = PMO acumulada da tarefa/subtarefa no período analisado;
- $\sum Hh$ = Somatório de Homens-hora demandados no período para execução da tarefa/subtarefa;
- $\sum QS$ = Somatório da quantidade executada de serviço (tarefa/subtarefa) no período considerado.

O menor o valor da RUP Cum. obtido em uma tarefa/subtarefa em relação a outra tarefa/subtarefa indica menor esforço da mão de obra na sua execução. Um exemplo do cálculo deste indicador foi apresentado na Tabela 1 do Capítulo 2 deste trabalho.

RUP Potencial

Conforme definição no subitem 2.1.3 deste trabalho, a RUP potencial se configura na PMO factível de ser alcançada em função dos valores de RUP diária (ou periódica ou cíclica) obtidos. A Equação 6 estabelece o cálculo deste indicador:

$$RUP_{Pot} = \text{Mediana} (RUP_{Diária} < RUP_{Cum.}) \quad \text{Equação 6}$$

Em que:

- $RUP_{Pot.}$ = PMO potencial no período analisado;
- $RUP_{Diária}$ = PMO diária da tarefa/subtarefa;
- $RUP_{Cum.}$ = último valor da PMO da tarefa/subtarefa do período analisado.

Quanto menor o valor da RUP Potencial, melhor será o resultado da PMO na execução dos serviços. Um exemplo do cálculo deste indicador foi apresentado na Tabela 1 do Capítulo 2 deste trabalho.

Diferença entre a RUP Cum e a RUP Pot.

Quanto menor a diferença entre a RUP Cumulativa e a RUP Potencial melhor é a gestão da execução da tarefa/subtarefa, ou seja, houve menos eventos de anormalidades no período analisado. A Equação 7 estabelece o cálculo deste indicador:

$$\Delta RUP = RUP_{Cum.} - RUP_{Pot.} \quad \text{Equação 7}$$

Em que:

- ΔRUP = diferença entre a PMO cumulativa e a PMO potencial da tarefa/subtarefa do período analisado;
- $RUP_{Pot.}$ = PMO potencial da tarefa/subtarefa do período analisado;
- $RUP_{Cum.}$ = último valor da PMO da tarefa/subtarefa do período analisado.

Índice de Anormalidade (IA)

Este indicador relaciona a quantidade de dias categorizados com ocorrência de eventual anormalidade na execução das tarefas/subtarefas com o total de dias analisados. A anormalidade é caracterizada para valor de RUP Diária maior do que duas vezes o valor da RUP Potencial calculada para a tarefa/subtarefa. Deriva no **Disruption index** apresentado no subitem 2.2.1 deste trabalho, porém apresentado de forma percentual. A Equação 8 estabelece o cálculo deste indicador:

$$IA = \frac{\text{Dias anormais}}{\text{Total de dias}} \times 100 \quad \text{Equação 8}$$

Em que:

- *Dias anormais* = *RUP diária* > duas vezes o valor da *RUP potencial* da tarefa/subtarefa;
- *Total de dias* = total de dias analisados na tarefa/subtarefa.

Os valores do Índice de anormalidade foram categorizados de acordo com as faixas de valores apresentadas no Quadro 4.

Quadro 5 – Classificação do Índice de Anormalidade em função da faixa de valores

Categoria	Faixa
Aceitável	$IA \leq 25\%$
Sinal de alerta	$25\% < IA \leq 50\%$
Preocupante	$50\% < IA \leq 75\%$
Ações corretivas	$75\% < IA \leq 100\%$

Fonte: Autoria própria.

Indicador de Desempenho (ID)

Para uma determinada tarefa/subtarefa, o indicador de desempenho (*Performance ratio* apresentado no subitem 2.2.1 deste trabalho) é calculado de acordo com a seguinte Equação:

$$ID = \frac{RUP_{Cum.}}{Mediana_{RUP Pot.}} \quad \text{Equação 9}$$

Em que:

- *RUP Cum.* = último valor de RUP Cumulativa da tarefa em questão;
- *Mediana RUP Pot.* = *Mediana* de todas as *RUP Potenciais* do conjunto de obras analisadas para cada tarefa/subtarefa.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

A fim de conseguir um melhor entendimento dos indicadores produzidos para as obras que serão utilizadas, é interessante ter como base algumas características do canteiro, afinal como foi mencionado, são grandes o número de fatores que podem ocasionar uma influência na PMO. As características estão dispostas na tabela a seguir e dão a dimensão das obras

Quadro 6 – Características das obras

Código da obra	Núm. de Pav.	Aparts. por pav.	Padrão da obra	Área pav.-tipo	Cidade	Tipo da Estrutura
SP0101	22	2	Alto	374,09	São Paulo	Concreto armado
SP0201	19	2	Alto	304,19	São Paulo	Concreto armado
SP0301	31	1	Alto	231,25	São Paulo	Concreto armado
SP0401	23	4	Médio	361,86	São Paulo	Concreto armado
RP-01	31	2	Alto	-	Ribeirão Preto	Concreto armado
FR-01	20	4	Alto	-	Franca	Concreto armado
FR-02	26	4	Médio-alto	-	Franca	Concreto armado
BR-01	2	2	Econômico	-	Barretos	Alvenaria estrutural
BR-02	2	2	Econômico	-	Barretos	Alvenaria estrutural

Fonte: Autoria própria.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO

No Quadro 6 apresenta-se a caracterização das equipes de trabalho das obras consideradas neste trabalho.

Quadro 7 – Caracterização das equipes de trabalho

Código da obra	Número de Operários	Oficiais	Meio-oficial	Ajudantes
SP0101	19	9	3	7
SP0201	4	2	0	2
SP0301	7	5	0	2
SP0401	4	3	0	1
RP-01	8	6	1	1
FR-01	6	4	1	1
FR-02	7	5	0	2
BR-01	2	1	0	1
BR-02	2	2	0	0

Fonte: Autoria própria.

Nota-se uma grande variação na quantidade e proporção dos operários. O número de funcionários variou de dezenove (SP0101) até dois para (BR-01 e BR-02). Já a proporção de oficiais para ajudantes também apresentou grande variação, enquanto algumas obras tinham 9 oficiais para 7 ajudantes, outras contavam com uma proporção de 1 oficial para 1 ajudante ou, no caso da BR-02, sem nenhum ajudante.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DAS TAREFAS E SUBTAREFAS

Neste subitem se realiza a caracterização das tarefas e subtarefas contempladas neste trabalho de acordo com o apresentado no Quadro 3.

3.5.1 Produção de *kits*

De acordo com Paliari (2008), na SP0101 os *kits* foram realizados em cobre, com algumas das partes, principalmente aquelas com componentes roscáveis (por exemplo: misturadores e registro de pressão). Foram produzidos em uma central de produção localizada próxima ao local de estocagem dos materiais. A partir do projeto o encarregado determinava quais *kits* deveriam ser produzidos, em sua maioria, ramais de água fria, água quente, principalmente os que derivam do ramal de distribuição.

Ainda de acordo com Paliari (2008), na SP0201 utilizava-se cobre e PVC, sendo que a montagem dos *kits* era realizada na sala reservada à subempreiteira responsável pelos SPHS, que também abrigava o estoque dos materiais. De forma mais precária do que a SP0101, não existia uma bancada específica para a execução.

Na SP0103 existia uma bancada, com o esboço do *kit* feito pelo encarregado, para a realização dos *kits* dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente nas proximidades da sala da subempreiteira responsável pelos SPHS. As partes montadas aqui se resumiam aquelas que possuíam conexões por meio de roscas (PALIARI, 2008).

Nas obras analisadas por Monteiro (2017) a execução das tarefas não foi especificada em cada obra e, portanto, abrangem todas analisadas pelo autor. De acordo com este autor “a produção dos *kits* foi realizada em uma central de produção no canteiro de obras ou fora dele, quando a tarefa é realizada por empresa especializada que os fornece prontos”. As obras RP-01 e FR-02 “possuíam sistema de gestão da produção do SPHS com a produção e pré-montagem de diferentes *kits*, todos destinados aos ramais de interligação de água fria e água quente por tubos de PPR” (MONTEIRO, 2017). Ainda segundo este autor:

A tarefa normalmente se inicia com a preparação dos registros utilizados nos *kits*, consistindo basicamente em fazer a união dos registros com um adaptador PPR. As tubulações eram cortadas na medida do projeto com

tesouras de corte. Após esta etapa, os operários separavam todas as conexões necessárias e iniciava-se o processo de montagem dos *kits* em si nas bancadas de trabalho. A união de todas as peças foi feita com termofusores fixados nas bancadas.

3.5.2 Prumadas *in loco*

De acordo com Paliari (2008), na SP0101 a execução iniciava pela retirada da peça de isopor colocada na região prevista para os *shafts*. Nesta obra, as tubulações de cobre se localizavam apenas no *shaft* entre a área de serviço e cozinha de cada apartamento e no *shaft* do *hall* de serviço. Em específico para esse canteiro, constatou-se que as prumadas de água quente tinham juntas de expansão em determinados pontos. Terminada a montagem, ou no final do dia, a equipe executora fixava, com braçadeiras, as tubulações junto a um perfil metálico fixado na parede de fundo do *shaft*. Após a montagem em um certo conjunto de pavimentos, a equipe retornava para a realização da vedação horizontal dos *shafts*, preenchendo-os com argamassa.

Ainda segundo este autor, na SP0301 foi acompanhada a execução das prumadas dos últimos pavimentos do edifício, observando apenas a sua montagem, sem fixação ou chumbamento. As tubulações eram transportadas para o pavimento e os acessórios, como o botijão de gás, se encontravam no mesmo local. Em alguns casos, as prumadas de cobre foram executadas em *shafts* nos quais as tubulações de PVC já estavam presentes.

3.5.3 Ramais de distribuição – montagem – *in loco*

Segundo Monteiro (2017):

todos os ramais de distribuição, tanto de água fria quanto o de água quente, ficavam posicionados sob a laje, fixados em perfil metálico, quando existiam dois ou mais tubos, ou por fitas metálicas quando a tubulação corria isolada ou com níveis diferentes. Nas obras RP-01 e FR-02 os dois sistemas de suporte eram presos na laje por meio de pinos de aço fixados com pistolas acionadas à pólvora. Na FR-01 as tubulações eram ancoradas utilizando peças de eletrocalhas fixadas na laje por meio de fitas metálicas parafusadas com furadeira e bucha.

3.5.4 Ramais de distribuição – fixação e montagem – *in loco*

Segundo Paliari (2008), os ramais de distribuição de água fria e água quente foram fixados na laje de teto na obra SP0101 com fita Walsywa com um pino e revolver de pressão. Os operários iniciavam por prender todas as fitas e depois voltavam para a colocação e montagem da tubulação, conforme especificado em projeto. Antes de colocarem a tubulação de água quente, esta já era revestida com isolante térmico, deixando de fora apenas as pontas para posterior soldagem. Nos momentos que trabalhavam sob tarefa, os operários adotavam a estratégia de distribuir as tubulações ao longo do trajeto e em seguida voltavam realizando a montagem (conectando os tubos).

Ainda segundo Paliari (2008), na SP0201 os ramais de distribuição de água quente (Cobre) eram executados seguindo o mesmo procedimento adotado na SP0101; no entanto, ao invés de fixarem os pinos em toda a extensão para depois realizarem a montagem e fixação, a execução era feita em trechos. Assim, para cada trecho a equipe fincava o pino, montava a tubulação e a fixava com braçadeiras metálicas.

3.5.5 Ramais paredes – *kits e in loco*

Após o corte e rasgo de paredes na obra SP0101, os operários iniciavam a montagem dos ramais e sub-ramais que também se estendiam sob a laje de piso até os pontos de consumo. Havia uma divisão das equipes que faziam os ramais nas paredes, enquanto a outra realizava sob a laje. Para a execução nas paredes, existia uma diferenciação quanto à colocação de *kits* ou montagem da tubulação *in loco*. Antes da montagem, os ambientes já deveriam estar taliscados de forma a oferecer uma referência ao operário executor, evitando problemas posteriores com o acabamento dos registros. Assim, o funcionário fixava os *kits* com o auxílio de sarrafos para prender no local e, após a conferência do nível e prumo, era realizado o chumbamento com argamassa preparada no próprio pavimento. Os ramais montados *in loco* eram executados da mesma forma, porém, sem sarrafos, fixados com arame e posteriormente chumbados com argamassa (PALIARI, 2008).

Os ramais e sub-ramais na SP0201 embutidos nas paredes foram divididos, em sua maioria, em *kits*; portanto, sua execução consistia em posicioná-los nos rasgos previamente executados. Em alguns casos, a interligação entre diferentes *kits* era feita *in loco* pela mesma equipe. Assim, eram fixados provisoriamente com arames para que seu nível e prumo fossem conferidos; logo após a conferência, eram chumbados com argamassa de cimento por outra equipe responsável pela tarefa (PALIARI, 2008).

Na SP0301 ocorriam duas situações, ambientes com ramais e sub-ramais embutidos na parede e sob a laje de piso (banheiros e lavabos) e ramais e sub-ramais embutidos nas paredes (cozinha e área de serviço). No que diz respeito à última situação, o processo se assemelha às obras SP0101 e SP0201. Já para o primeiro caso, a diferença estava na presença de apenas uma tubulação vertical embutida no rasgo da alvenaria, atravessando a laje de piso e conectando-se aos ramais localizados sob a laje de piso. Nestes locais, antes da concretagem foram fixados blocos de isopor para posterior retirada e chumbamento das tubulações. Destaca-se que os ramais de água fria e água quente que os interligam aos ramais de distribuição de água fria e água quente foram produzidos em uma central de produção de *kits*, com sua execução consistindo em chumbá-los no nível e prumo corretos (PALIARI, 2008).

Nas obras analisadas por Monteiro (2017) “os ramais e sub-ramais nos ambientes molháveis abasteciam os pontos de água fria e quente percorrendo as alvenarias que foram cortadas e rasgadas previamente”. Todavia, o autor:

descartou a coleta de dados das subtarefas típicas, como a marcação, o corte e rasgo de alvenaria. A caracterização desta subtarefa consiste em travar provisoriamente a tubulação com pedaços de madeira ou outro material, tendo como referência as taliscas fixadas. Com a regulagem garantida, o oficial chumba definitivamente a tubulação na alvenaria com argamassa de cimento e areia. Na obra RP-01 esta subtarefa era realizada seguindo as mestras existentes; na obra FR-02 o oficial que executou esta tarefa podia se referenciar apenas pelas taliscas, pois as mestras não estavam prontas, tornando sua execução mais lenta. Já na obra FR-01 os revestimentos primários argamassados estavam concluídos, facilitando a execução. Na instalação dos ramais nas paredes feita por meio de *kits*, tinha-se a regulagem dos pontos, nível, prumo e profundidade dos pontos e acabamentos, conforme referências prontas: as taliscas. Assim, prosseguia-se com o mesmo procedimento descrito para a montagem *in loco* dos ramais.

3.5.6 Ramais sob a laje – *in loco*

A execução dos ramais de água fria e água quente sob a laje que interligam, respectivamente, os ramais de distribuição de água fria e água quente consistiu apenas em conectá-los, tanto na obra SP0101 quanto na obra SP0301 (PALIARI, 2008). Consistia, portanto, na finalização destas instalações nos pavimentos observado.

3.5.7 Tubos queda - Esgoto e Águas Pluviais

De acordo com Paliari (2008), na SP0101 a realização da tarefa iniciava-se por retirar o bloco de isopor da laje no local destinado ao shaft para fixar um perfil metálico responsável por segurar as tubulações de PVC. Esse procedimento era realizado em todos os shafts do pavimento e de um grupo de pavimentos. Após esta fixação a equipe fazia a montagem *in loco* e encaminhava-se para o próximo somente ao finalizar a montagem de todas as tubulações do pavimento. Imediatamente após a montagem as tubulações já eram presas no perfil metálico. Segundo este autor, a montagem dos tubos de queda na SP0301 seguiu os mesmos procedimentos da SP0101.

Para a SP0401, a execução dos tubos de queda de esgoto, colunas de ventilação e tubos de queda de águas pluviais se deu montagem *in loco* das tubulações nos shafts distribuídos pelo pavimento-tipo. Os locais onde eram previstos *shafts* foram posicionados blocos de vermiculita antes da concretagem das lajes. Assim, antes da montagem das tubulações, as equipes realizavam a abertura dos pontos nos quais as tubulações iriam ser montadas e posteriormente fixadas com arame junto às paredes (PALIARI, 2008).

3.5.8 Ramais teto - Esgoto e Águas Pluviais - *in loco* e *kits*

A execução dos ramais de esgoto na SP0201 iniciou-se após os serviços dos tubos de queda e colunas de ventilação. O processo era iniciado pela tubulação de maior diâmetro, ou seja, pelo ramal de esgoto ligando o tubo passante da bacia sanitária ao tubo de queda. Os outros trechos eram executados em seguida

completando o esgoto sob a laje de teto de um ambiente molhável. Destaca-se que, diferentemente da SP0101, as tubulações não eram fixadas (PALIARI, 2008).

Na SP0301 e SP0401, a execução dos ramais de esgoto e águas pluviais localizados sob a laje de teto seguiu os procedimentos adotados na SP0201, com as tubulações não sendo fixadas (PALIARI, 2008).

Nas obras analisadas por Monteiro (2017) o sistema de esgoto e águas pluviais era realizado com pré-montagem de *kits*. Assim, de acordo com este autor, a tarefa foi dividida em dois momentos diferentes: o da produção dos *kits* e da sua instalação. O autor indica que não houve produção de vários *kits* em uma data específica, utilizando-se uma quantidade máxima de 2 ou 4 imediatamente instalados em seu local definitivo. Nas obras onde tal serviço foi analisado, as equipes responsáveis não haviam, até aquele momento, realizado tais tarefas por este modelo de produção. De maneira genérica o serviço da instalação dos *kits* é descrito pela inicial abertura dos passantes seguida da fixação de suporte metálico, fixação e soldagem dos *kits* e teste (MONTEIRO, 2017).

Na BR-01 os ramais de esgoto inicialmente foram executados de maneira convencional, sem o uso de *kits*. O seu uso se deu num segundo momento (MONTEIRO, 2017).

3.5.9 Ramais parede - Esgoto - *in loco*

Após o corte e rasgo das paredes, os operários iniciavam a montagem dos ramais e sub-ramais de esgoto nas paredes. Para a montagem destes ramais, os ambientes já deveriam estar taliscados de forma a fornecer uma referência ao operário executor quanto à profundidade em que os mesmos deveriam ser posicionados (PALIARI, 2008).

De acordo com este autor, de posse desta referência, o operário fixava um ou mais sarrafos de madeira junto à parede (parte inferior e superior) de forma a posicionar a tubulação. Ao posicioná-la corretamente, o operário realizava seu chumbamento definitivo com argamassa de cimento produzida no próprio pavimento. Este procedimento foi adotado nas obras SP0101, SP0201 e SP0301.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

4.1 RUP CUMULATIVA, RUP POTENCIAL E Δ RUP (CUM. - POT.)

Na Tabela 3 são apresentados os indicadores primários de PMO (RUP Cumulativa e RUP Potencial), bem com a diferença entre estes dois indicadores (Δ RUP (Cum-pot)).

Tabela 3 – RUP Cumulativa, RUP Potencial e Δ RUP (Cum. – Pot.)

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m		
					RUP Cum	RUP Pot	Rup Cum - RUP Pot
A	SP0201	Produção de Kits	Cobre	Bancada	0,35	0,23	0,12
A	SP0301	Produção de Kits	Cobre	Bancada	0,07	0,06	0,01
A	RP-01	Produção de Kits	PPR	Bancada	0,18	0,15	0,03
A	FR-02	Produção de Kits	PPR	Bancada	0,13	0,12	0,01
B	SP0101	Prumadas	Cobre	<i>In loco</i>	0,35	0,25	0,10
B	SP0301	Prumadas	Cobre	<i>In loco</i>	0,28	0,15	0,13
C	RP-01	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,22	0,15	0,07
C	FR-01	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,29	0,23	0,06
C	FR-02	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,21	0,17	0,04
D	SP0101	Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,13	0,10	0,03
D	SP0201	Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,36	0,24	0,12
E	SP0101	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,51	0,29	0,22
E	SP0201	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,77	0,63	0,14
E	SP0301	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,49	0,41	0,08
E	SP0301	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	1,80	1,25	0,55

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 – RUP Cumulativa, RUP Potencial e Δ RUP (Cum. – Pot.) - Continuação

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m		Rup Cum - RUP Pot
					RUP Cum	RUP Pot	
E	RP-01	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,34	0,24	0,10
E	FR-01	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,33	0,26	0,07
E	FR-02	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,26	0,22	0,04
F	SP0101	Ramais parede - colocação	Cobre	<i>Kits</i>	0,48	0,32	0,16
F	SP0201	Ramais parede - colocação	PVC/Cobre	<i>Kits</i>	0,17	0,11	0,06
F	FR-02	Ramais parede - colocação	PPR	<i>Kits</i>	0,28	0,24	0,04
G	RP-01	Ramais parede - fixação	-	-	0,24	0,16	0,08
G	FR-01	Ramais parede - fixação	-	-	0,26	0,21	0,05
G	FR-02	Ramais parede - fixação	-	-	0,30	0,24	0,06
H	SP0101	Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	<i>In loco</i>	1,10	0,70	0,40
H	SP0301	Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	<i>In loco</i>	0,43	0,31	0,12
I	SP0301	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,14	0,10	0,04
I	SP0401	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,30	0,20	0,10
J	SP0101	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,41	0,36	0,05
J	SP0201	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,41	0,24	0,17
J	SP0301	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,65	0,40	0,25
J	SP0401	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,36	0,23	0,13
J	BR-01	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,61	0,57	0,04
K	BR-01	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>Kits</i>	0,26	0,24	0,02
K	BR-02	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>Kits</i>	0,08	0,07	0,01

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 – RUP Cumulativa, RUP Potencial e Δ RUP (Cum. – Pot.) - Continuação

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m		Rup Cum - RUP Pot
					RUP Cum	RUP Pot	
L	SP0101	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,59	0,36	0,23
L	SP0201	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,72	0,60	0,12
L	SP0301	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,91	0,87	0,04

Fonte: Autoria própria.

4.2 ÍNDICE DE ANORMALIDADE

Na Tabela 4 são apresentados o indicador Índice de Anormalidades (IA) para cada tarefa/subtarefa contemplada neste trabalho. Nesta Tabela o IA para cada tarefa/subtarefa é categorizado segundo Quadro 4, apresentado no subitem 3.2.4 do Capítulo 3.

Tabela 4 – Índice de Anormalidade (IA)

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m			Dias Analisados	Dias Anormalidades	IA
					RUP Cum	RUP Pot	Rup Cum - RUP Pot			
A	SP0201	Produção de Kits	Cobre	<i>Bancada</i>	0,35	0,23	0,12	4	1	25%
A	SP0301	Produção de Kits	Cobre	<i>Bancada</i>	0,07	0,06	0,01	4	0	0%
A	RP-01	Produção de Kits	PPR	<i>Bancada</i>	0,18	0,15	0,03	2	0	0%
A	FR-02	Produção de Kits	PPR	<i>Bancada</i>	0,13	0,12	0,01	4	0	0%
B	SP0101	Prumadas	Cobre	<i>In loco</i>	0,35	0,25	0,10	20	6	30%
B	SP0301	Prumadas	Cobre	<i>In loco</i>	0,28	0,15	0,13	5	3	60%
C	RP-01	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,22	0,15	0,07	5	2	40%
C	FR-01	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,29	0,23	0,06	8	0	0%
C	FR-02	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,21	0,17	0,04	14	3	21%
D	SP0101	Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,13	0,10	0,03	10	2	20%
D	SP0201	Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,36	0,24	0,12	14	4	29%
E	SP0101	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,51	0,29	0,22	14	6	43%
E	SP0201	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,77	0,63	0,14	7	1	14%
E	SP0301	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,49	0,41	0,08	17	1	6%
E	SP0301	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	1,80	1,25	0,55	12	5	42%
E	RP-01	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,34	0,24	0,10	3	0	0%
E	FR-01	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,33	0,26	0,07	10	1	10%
E	FR-02	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,26	0,22	0,04	8	1	13%
F	SP0101	Ramais parede - colocação	Cobre	<i>Kits</i>	0,48	0,32	0,16	22	8	36%
F	SP0201	Ramais parede - colocação	PVC/Cobre	<i>Kits</i>	0,17	0,11	0,06	8	3	38%
F	FR-02	Ramais parede - colocação	PPR	<i>Kits</i>	0,28	0,24	0,04	4	0	0%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Índice de Anormalidade (IA) - Continuação

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m			Dias Analisados	Dias Anormalidades	IA
					RUP Cum	RUP Pot	Rup Cum - RUP Pot			
G	RP-01	Ramais parede - fixação	-	-	0,24	0,16	0,08	3	1	33%
G	FR-01	Ramais parede - fixação	-	-	0,26	0,21	0,05	12	1	8%
G	FR-02	Ramais parede - fixação	-	-	0,30	0,24	0,06	9	2	22%
H	SP0101	Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	<i>In loco</i>	1,10	0,70	0,40	7	1	14%
H	SP0301	Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	<i>In loco</i>	0,43	0,31	0,12	10	3	30%
I	SP0301	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,14	0,10	0,04	5	1	20%
I	SP0401	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,30	0,20	0,10	12	4	33%
J	SP0101	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,41	0,36	0,05	16	4	25%
J	SP0201	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,41	0,24	0,17	11	5	45%
J	SP0301	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,65	0,40	0,25	22	6	27%
J	SP0401	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,36	0,23	0,13	27	11	41%
J	BR-01	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,61	0,57	0,04	3	0	0%
K	BR-01	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>Kits</i>	0,26	0,24	0,02	4	0	0%
K	BR-02	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>Kits</i>	0,08	0,07	0,01	4	0	0%
L	SP0101	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,59	0,36	0,23	17	8	47%
L	SP0201	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,72	0,60	0,12	2	0	0%
L	SP0301	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,91	0,87	0,04	14	2	14%

Fonte: Autoria própria.

4.3 INDICADOR DE DESEMPENHO

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para o Indicador de Desempenho (ID) para cada tarefa/subtarefa contemplada neste trabalho. Para cada tarefa/subtarefa foi calculada a mediana dos Indicadores de Desempenho. A comparação entre o Indicador de Desempenho de cada tarefa/subtarefa em relação ao valor da mediana é apresentada graficamente nas figuras, a seguir.

Tabela 5 – Indicador de Desempenho (ID)

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m			Mediana RUP pot	ID
					RUP Cum	RUP Pot	Rup Cum - RUP Pot		
A	SP0201	Produção de Kits	Cobre	Bancada	0,35	0,23	0,12	0,14	2,59
A	SP0301	Produção de Kits	Cobre	Bancada	0,07	0,06	0,01		0,52
A	RP-01	Produção de Kits	PPR	Bancada	0,18	0,15	0,03		1,33
A	FR-02	Produção de Kits	PPR	Bancada	0,13	0,12	0,01		0,96
B	SP0101	Prumadas	Cobre	<i>In loco</i>	0,35	0,25	0,10	0,20	1,75
B	SP0301	Prumadas	Cobre	<i>In loco</i>	0,28	0,15	0,13		1,40
C	RP-01	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,22	0,15	0,07	0,17	1,29
C	FR-01	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,29	0,23	0,06		1,71
C	FR-02	Ramais de Distribuição - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,21	0,17	0,04		1,24
D	SP0101	Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,13	0,10	0,03	0,17	0,76
D	SP0201	Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,36	0,24	0,12		2,12

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 – Indicador de Desempenho (ID) - Continuação

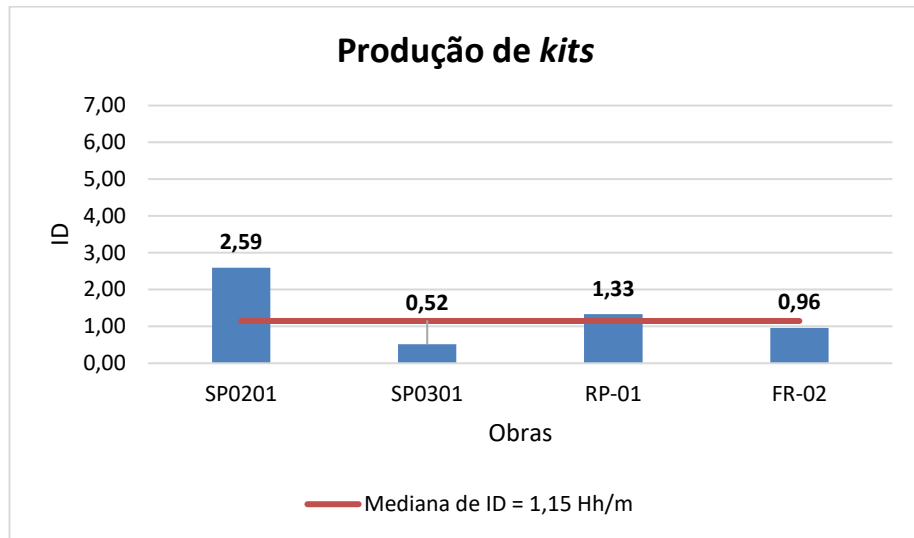
Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m			ID
					RUP Cum	RUP Pot	Rup Cum - RUP Pot	
E	SP0101	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,51	0,29	0,22	1,76
E	SP0201	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,77	0,63	0,14	2,66
E	SP0301	Ramais parede - montagem	Cobre	<i>In loco</i>	0,49	0,41	0,08	1,69
E	SP0301	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	1,80	1,25	0,55	0,29 6,21
E	RP-01	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,34	0,24	0,10	1,17
E	FR-01	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,33	0,26	0,07	1,14
E	FR-02	Ramais parede - montagem	PPR	<i>In loco</i>	0,26	0,22	0,04	0,90
F	SP0101	Ramais parede - colocação	Cobre	<i>Kits</i>	0,48	0,32	0,16	2,00
F	SP0201	Ramais parede - colocação	PVC/Cobre	<i>Kits</i>	0,17	0,11	0,06	0,24 0,71
F	FR-02	Ramais parede - colocação	PPR	<i>Kits</i>	0,28	0,24	0,04	1,17
G	RP-01	Ramais parede - fixação	-	-	0,24	0,16	0,08	1,14
G	FR-01	Ramais parede - fixação	-	-	0,26	0,21	0,05	0,21 1,24
G	FR-02	Ramais parede - fixação	-	-	0,30	0,24	0,06	1,43
H	SP0101	Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	<i>In loco</i>	1,10	0,70	0,40	0,51 2,18
H	SP0301	Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	<i>In loco</i>	0,43	0,31	0,12	0,85
I	SP0301	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,14	0,10	0,04	0,15 0,93
I	SP0401	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,30	0,20	0,10	2,00
J	SP0101	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,41	0,36	0,05	1,14
J	SP0201	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,41	0,24	0,17	1,14
J	SP0301	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,65	0,40	0,25	0,36 1,81
J	SP0401	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,36	0,23	0,13	1,00
J	BR-01	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>In loco</i>	0,61	0,57	0,04	1,69

Tabela 7 – Indicador de Desempenho (ID)

Anexo	Obra	Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	Hh/m			ID	
					RUP Cum	RUP Pot	Rup Cum - RUP Pot		
K	BR-01	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>Kits</i>	0,26	0,24	0,02	0,16	1,68
K	BR-02	Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	<i>Kits</i>	0,08	0,07	0,01		0,52
L	SP0101	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,59	0,36	0,23		0,98
L	SP0201	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,72	0,60	0,12	0,60	1,20
L	SP0301	Ramais esgoto parede - montagem	PVC	<i>In loco</i>	0,91	0,87	0,04		1,52

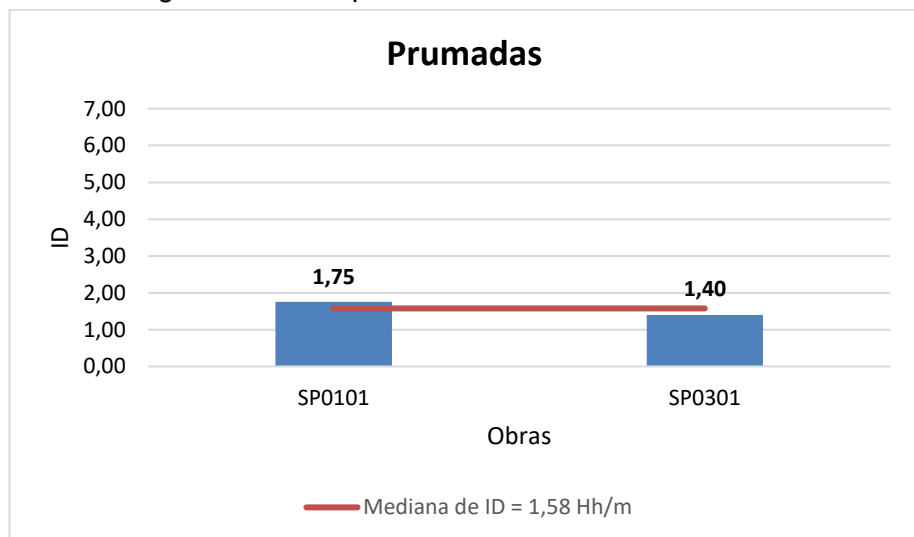
Fonte: Autoria própria.

Figura 9 – Comparativo de ID: Produção de kits



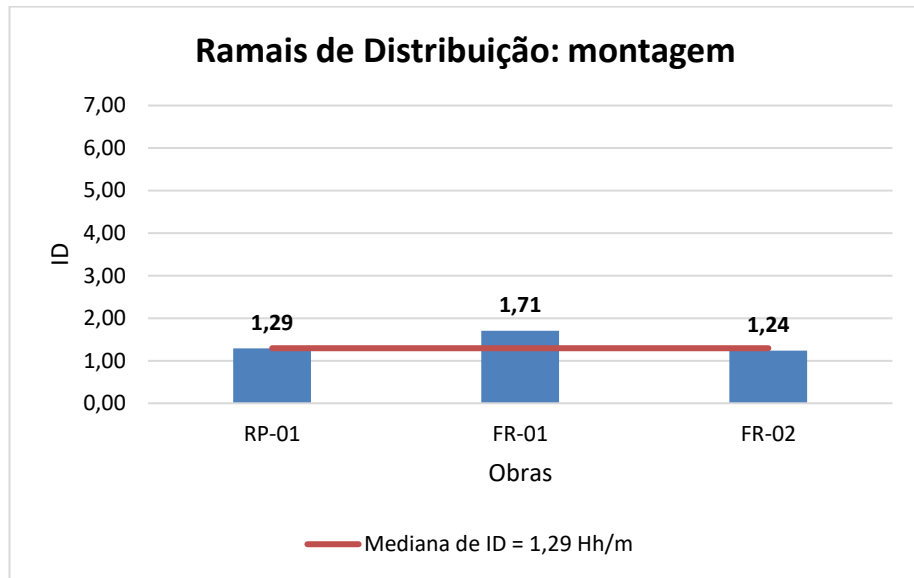
Fonte: Autoria própria.

Figura 10 – Comparativo de ID: Prumadas



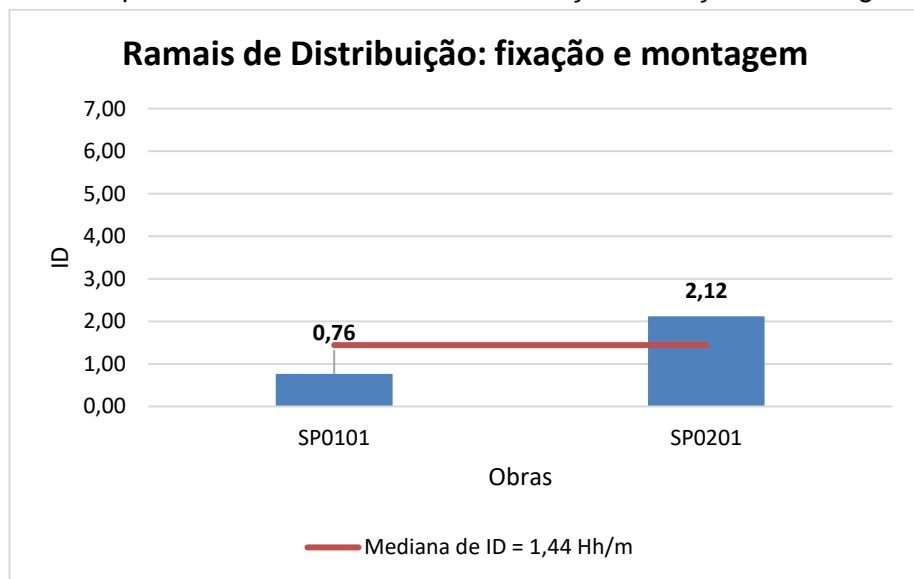
Fonte: Autoria própria.

Figura 11 – Comparativo de ID: Ramais de distribuição - montagem



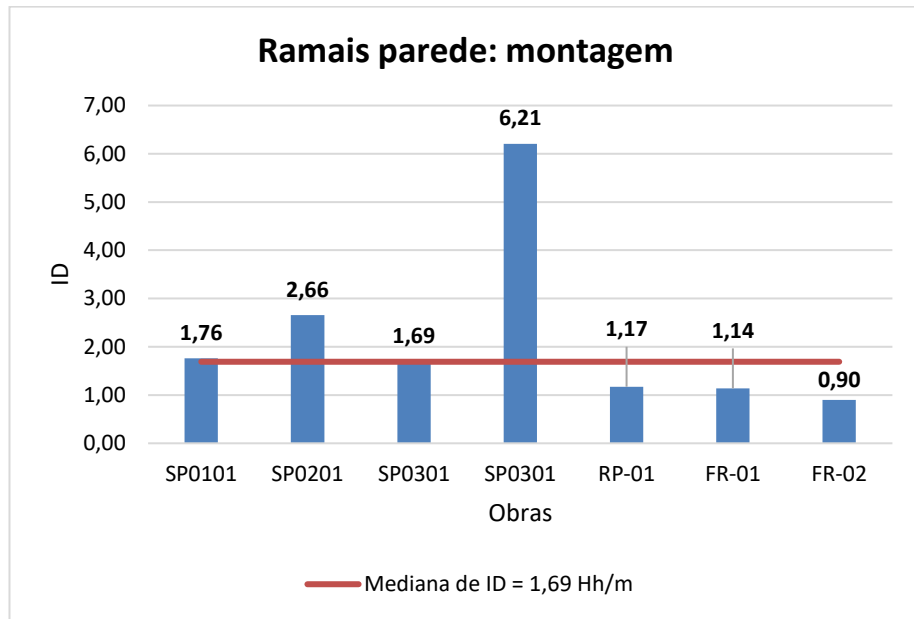
Fonte: Autoria própria.

Figura 12 – Comparativo de ID: Ramais de distribuição – fixação e montagem



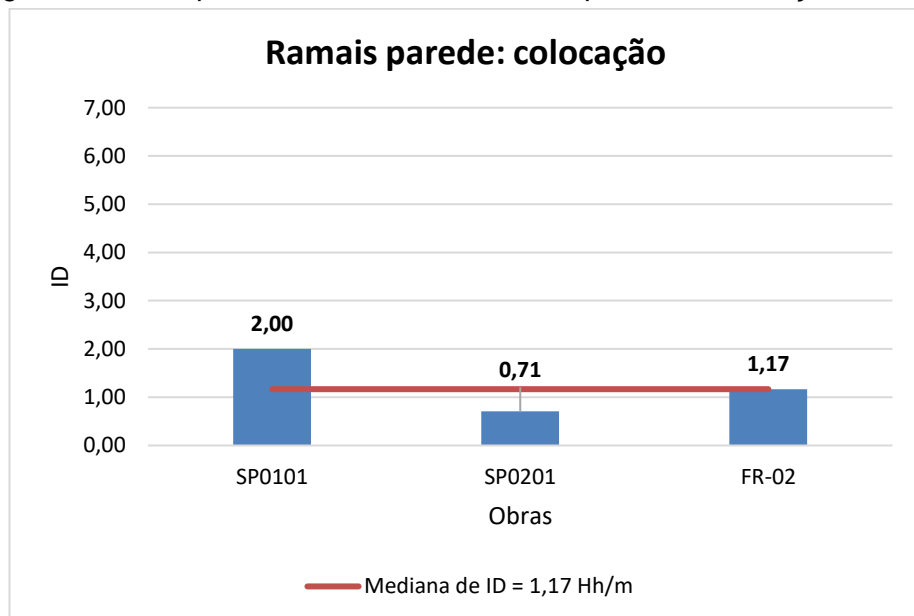
Fonte: Autoria própria.

Figura 13 – Comparativo de ID: Ramais de de parede – montagem



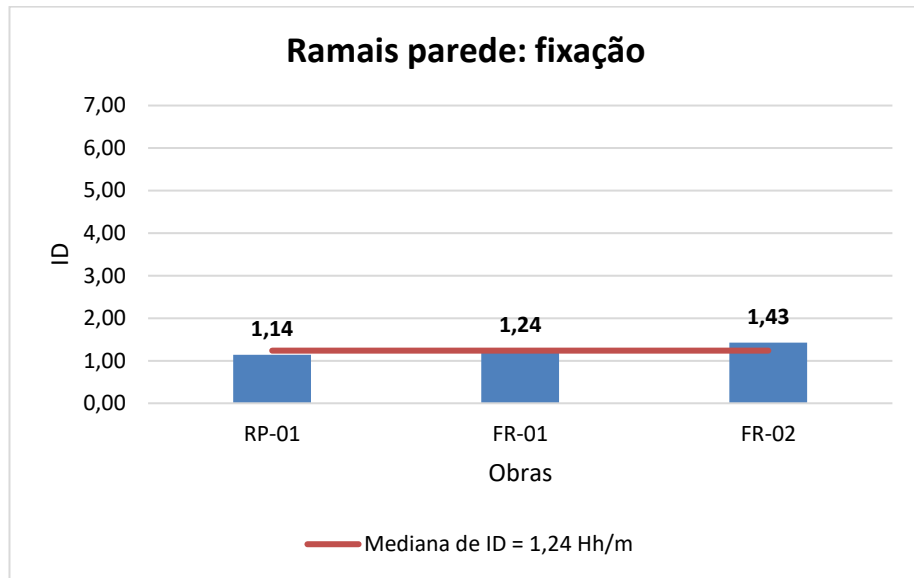
Fonte: Autoria própria.

Figura 14 – Comparativo de ID: Ramais de de parede – colocação



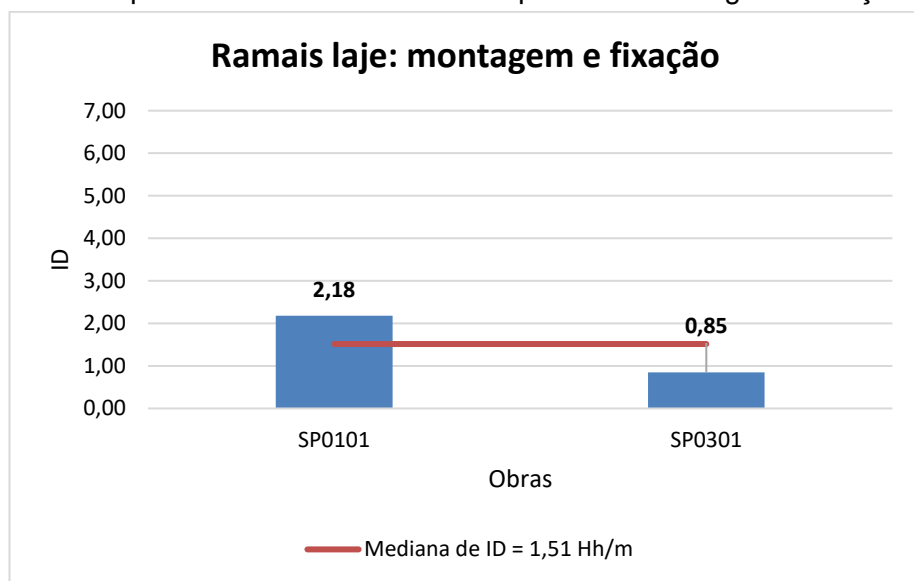
Fonte: Autoria própria.

Figura 15 – Comparativo de ID: Ramais de de parede – fixação



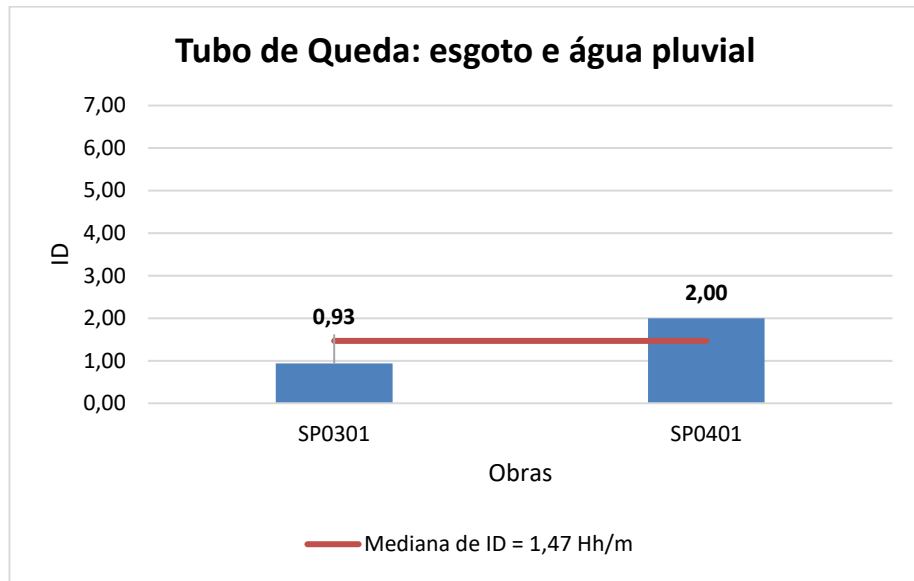
Fonte: Autoria própria.

Figura 16 – Comparativo de ID: Ramais de de parede – montagem e fixação



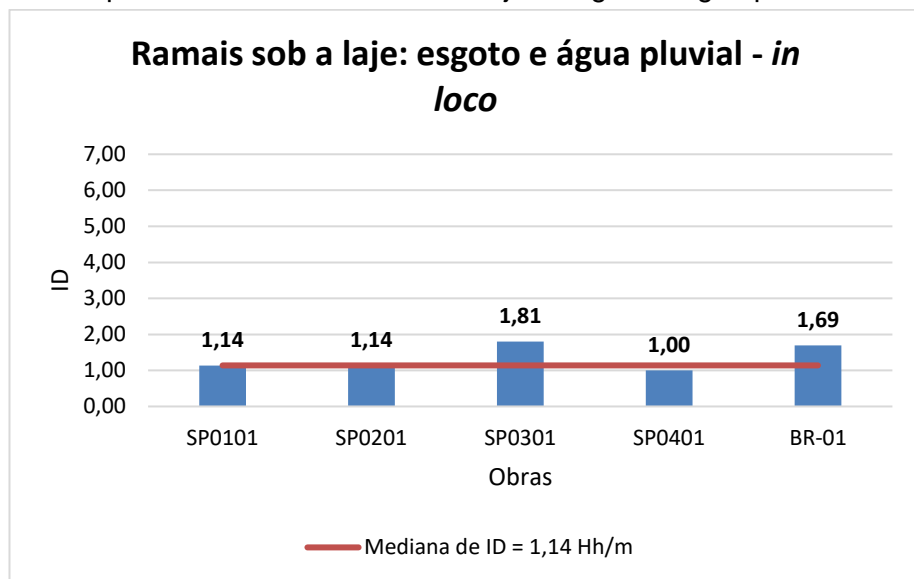
Fonte: Autoria própria.

Figura 17 – Comparativo de ID: tubos de queda – esgoto e água pluvial

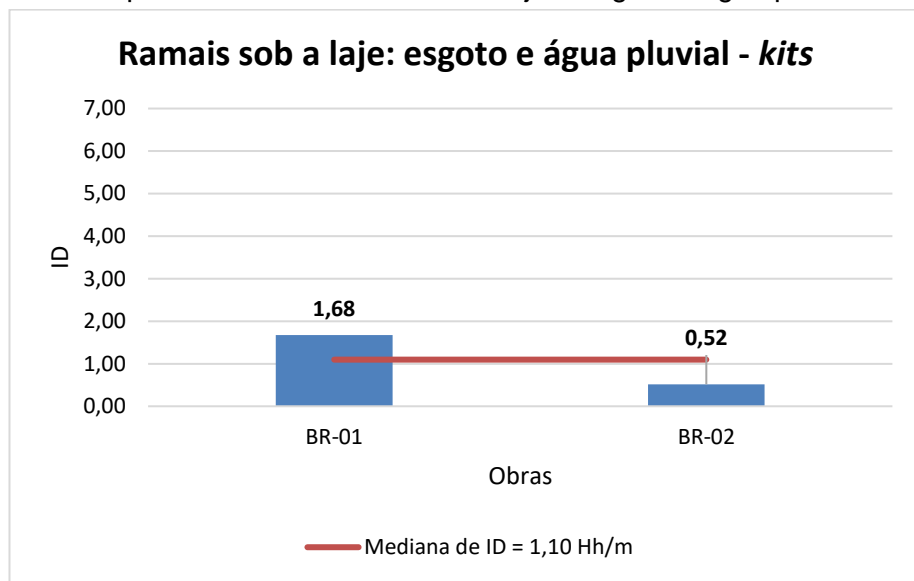


Fonte: Autoria própria.

Figura 18 – Comparativo de ID: ramais sob a laje – esgoto e água pluvial/*in loco*

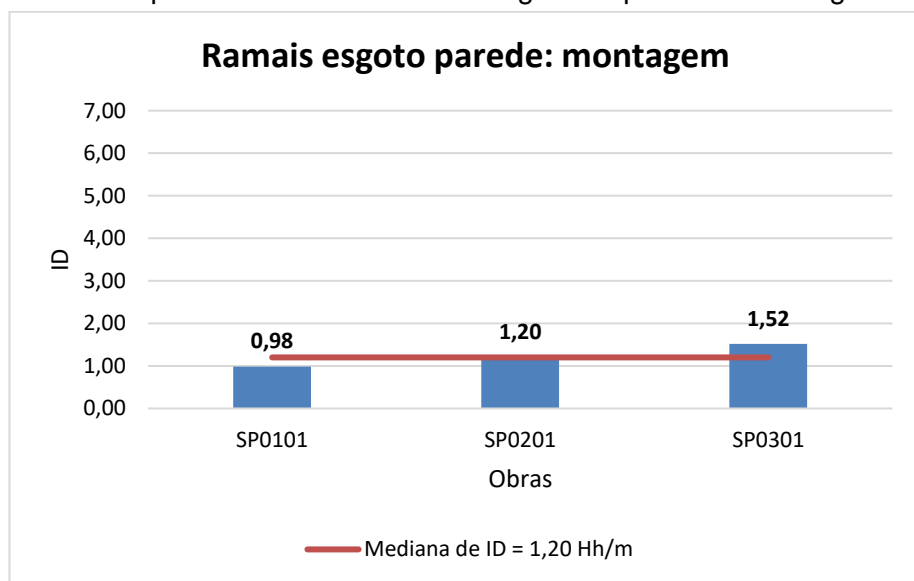


Fonte: Autoria própria.

Figura 19 – Comparativo de ID: ramais sob a laje – esgoto e água pluvial/*kits*

Fonte: Autoria própria.

Figura 20 – Comparativo de ID: ramais de esgoto na parede – montagem



Fonte: Autoria própria.

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

5.1 RUP CUMULATIVA, RUP POTENCIAL E Δ RUP (CUM. - POT.)

Com base nos valores da Tabela 3 é possível realizar uma análise dos valores apresentados para cada uma das tarefas, a tabela a seguir representa justamente os máximos e mínimos para RUP Cumulativa, RUP Potencial e Δ RUP.

Tabela 8 – Índice de Anormalidade (IA)

Tarefa/Subtarefa	RUP Cumulativa		RUP Potencial		Rup Cum - RUP Pot	
	Mín (obra)	Max (obra)	Mín (obra)	Max (obra)	Mín (obra)	Max (obra)
Produção de Kits	0,07	0,35	0,06	0,23	0,01	0,12
Prumadas	0,28	0,35	0,15	0,25	0,10	0,13
Ramais de Distribuição - montagem	0,21	0,29	0,15	0,23	0,04	0,07
Ramais de Distribuição - fixação e montagem	0,36	0,13	0,10	0,24	0,03	0,12
Ramais parede - montagem	0,26	1,80	0,22	1,25	0,04	0,55
Ramais parede - colocação	0,17	0,48	0,11	0,32	0,04	0,16
Ramais parede - fixação	0,24	0,30	0,16	0,24	0,05	0,08
Ramais laje - montagem e fixação	0,43	1,10	0,31	0,70	0,12	0,40
Tubos de queda - esgoto/água pluvial	0,14	0,30	0,10	0,20	0,04	0,10
Ramais laje - esgoto/água pluvial	0,36	0,65	0,23	0,57	0,04	0,25
Ramais laje - esgoto/água pluvial (kits)	0,08	0,26	0,07	0,24	0,01	0,02
Ramais esgoto parede - montagem	0,59	0,91	0,36	0,87	0,04	0,23

Fonte: Autoria própria.

Em algumas tarefas nota-se uma grande diferença entre os valores mínimos e máximos encontrados, como é o caso da montagem dos ramais de paredes. Pela tabela anterior, bem como a Tabela 3 verifica-se que os valores mínimos e máximos pertencem às obras FR-02 e SP0301, respectivamente. Para tentar justificar a diferença acentuada, utilizou-se as informações do Anexo E, no qual estão presentes a quantidade de conexões por metro utilizadas em cada uma das obras. Considerando apenas o trabalho manual é de se esperar que quanto maior o número de conexões por metro, mais tempo se gasta montando as tubulações. No entanto, as quantidades foram muito próximas sendo a SP0301 tendo, inclusive, menos conexões por metro (1,9 conexões/metro) enquanto a FR-02 utilizou 2,3 conexões/metro.

Já em outras, a diferença foi muito pequena. Por exemplo, a fixação dos ramais prediais, na qual os valores mínimos e máximos se referem às obras RP-01 e FR-02, respectivamente. Da mesma forma, pelo Anexo G, tentou-se levantar possíveis fatores que poderiam influenciar e gerar valores das RUP's próximos,

chegando-se à conclusão de que o número de conexões por metro em ambas era semelhante e alto, com uma observação para um dos dias analisados na FR-02 de alto número de conexões por metro.

5.2 ÍNDICE DE ANORMALIDADE

Na Tabela 6 apresenta-se a distribuição do IA para as tarefas/subtarefas em função das categorias apresentadas no Quadro 3.

Tabela 9 – Distribuição do IA nas respectivas categorias de atenção à gestão da PMO na execução das tarefas e subtarefas

Anexo	Tarefa/Subtarefa	Forma	IA <=25%	25% < IA <= 50%	50% < IA <= 75%	75% < IA <= 100%
A	Produção de Kits	Bancada	100%	0%	0%	0%
B	Prumadas	<i>In loco</i>	0%	50%	50%	0%
C	Distribuição - montagem	<i>In loco</i>	67%	33%	0%	0%
D	Distribuição - fixação e montagem	<i>In loco</i>	50%	50%	0%	0%
E	Ramais parede - montagem	<i>In loco</i>	71%	29%	0%	0%
F	Ramais parede - colocação	<i>Kits</i>	33%	67%	0%	0%
G	Ramais parede - fixação	-	67%	33%	0%	0%
H	Ramais laje - montagem e fixação	<i>In loco</i>	50%	50%	0%	0%
I	Tubos de queda - esgoto/água pluvial	<i>In loco</i>	50%	50%	0%	0%
J	Ramais laje - esgoto/água pluvial	<i>In loco</i>	40%	60%	0%	0%
K	Ramais laje - esgoto/água pluvial	<i>Kits</i>	100%	0%	0%	0%
L	Ramais esgoto parede - montagem	<i>In loco</i>	67%	33%	0%	0%
Geral			61%	37%	3%	0%

Fonte: Autoria própria.

De acordo com esta Tabela, conclui-se que:

- A maioria das subtarefas se situou na faixa de IA <= 25%; seguida da faixa de IA entre 26% e 50%
- Apenas a tarefa "Prumadas" apresentou obra situada na faixa de IA entre 51% e 75%
- Nenhuma tarefa apresentou IA dentro da faixa compreendida entre 76% e 100%

- As tarefas "produção de kits" e "Ramais laje - esgoto/água pluvial - kits" apresentaram a totalidade de IA na faixa menor ou igual a 25%

5.2.1 Tipo de Material

Na Tabela 7 apresenta-se a distribuição do IA para as tarefas/subtarefas em função das categorias apresentadas no Quadro 4, discriminada por tipo de material empregado.

Tabela 10 – Distribuição do IA nas respectivas categorias de atenção à gestão da PMO na execução das tarefas e subtarefas: por tipo de material da tubulação

Material	IA <=25%	25% < IA <= 50%	50% < IA <= 75%	75% < IA <= 100%
Cobre	55%	36%	9%	0%
PPR	78%	22%	0%	0%
PVC	50%	50%	0%	0%
Total	60%	37%	3%	0%

(*) não foram consideradas as tarefas "Ramais parede - fixação", pelo fato de o material não interferir, "Ramais paredes -colocação" e "Ramais esgoto sob laje - kits", pelo fato de se tratar da colocação de kits na parede e sob a laje, respectivamente

Fonte: Autoria própria.

De acordo com esta Tabela, observa-se que:

- a maioria das tarefas/subtarefas apresentou IA na faixa de IA <= 25%.
- tarefas/subtarefas que utilizaram tubulações de PPR apresentaram maior porcentagem na faixa de IA <=25% (78%) em detrimento aos outros materiais das tubulações (cobre e PVC);
- tarefas/subtarefas que utilizaram o PVC como material das tubulações apresentaram incidência de 50% para ambas as faixas (IA<=25% e IA entre 26% e 50%);
- Nenhuma tarefa/subtarefa analisada apresentou IA na faixa entre 75% e 100%, inclusive.

5.2.2 Procedimento de Execução

Na Tabela 8 apresenta-se a distribuição do IA para as tarefas/subtarefas em função das categorias apresentadas no Quadro 4.

Tabela 11 – Distribuição do IA nas respectivas categorias de atenção à gestão da PMO na execução das tarefas e subtarefas: por procedimento de execução

Forma	IA <=25%	25% < IA <= 50%	50% < IA <= 75%	75% < IA <= 100%
<i>Kits</i>	60%	40%	0%	0%
<i>In loco</i>	54%	42%	4%	0%
Total	0%	44%	0%	0%

(*) não foram consideradas as tarefas "Produção de kits" e "Ramais parede - fixação"

Fonte: Autoria própria.

Observa-se, de acordo com esta Tabela uma equivalência entre os percentuais de IA sob o ponto de vista da forma de execução, com pequena vantagem para aquelas em que foram empregados kits, para IA ≤ 25%.

5.2.3 Por obra

Na Tabela 9 apresenta-se a distribuição do IA para as tarefas/subtarefas em função das categorias apresentadas no Quadro 5.

Tabela 12 – Distribuição do IA nas respectivas categorias de atenção à gestão da PMO na execução das tarefas e subtarefas: por obra

Obra	IA <=25%	25% < IA <= 50%	50% < IA <= 75%	75% < IA <= 100%
SP0101	43%	57%	0%	0%
SP0201	50%	50%	0%	0%
SP0301	50%	38%	13%	0%
SP0401	0%	100%	0%	0%
RP-01	50%	50%	0%	0%
FR-01	100%	0%	0%	0%
FR-02	100%	0%	0%	0%
BR-01	100%	0%	0%	0%
BR-02	100%	0%	0%	0%
Total	61%	37%	3%	0%

Fonte: Autoria própria.

As obras FR-01, FR-02, BR-01 e BR-02 obtiveram percentuais de IA $\leq 25\%$ em todas as tarefas/subtarefas analisadas. Isso indica um ótimo desempenho com relação ao indicador. A Tabela 9 é resultado de um *benchmarking* geral entre as obras, comparando os valores obtidos de IA para cada uma. Desse modo, conclui-se que os canteiros supracitados obtiveram baixa variabilidade das RUP's diárias, além disso, bons valores das RUP's diárias que garantiram poucos ou nenhum dia de anormalidade (RUP diária > 2 vezes a RUP potencial).

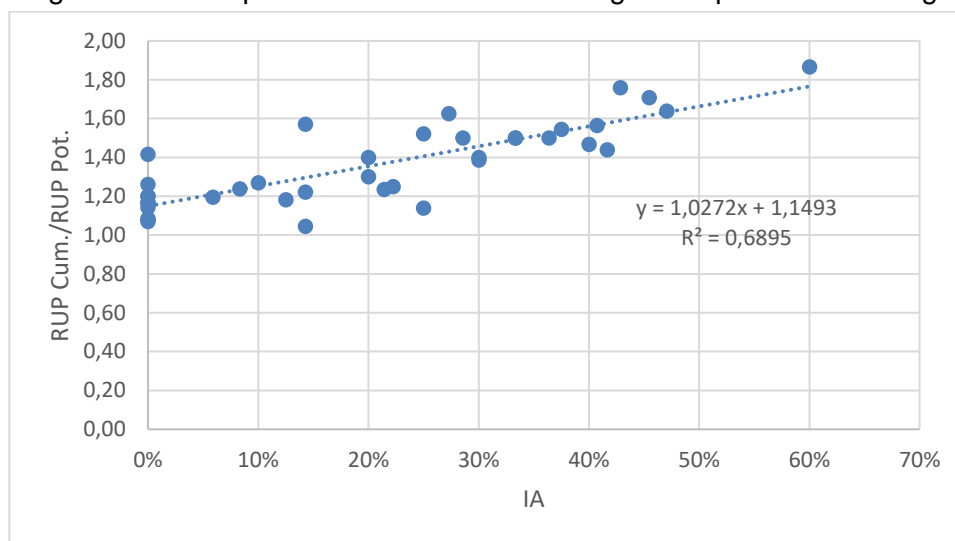
Em contrapartida, a SP0401 obteve o pior resultado no *benchmarking*, mantendo-se 100% das tarefas/subtarefas analisadas na segunda faixa. Ou seja, inserida em sua totalidade na categoria de alerta, indicando um olhar do gestor para que a situação não piore e passe para outra faixa.

Apenas uma obra obteve percentuais de IA entre 51% e 75%, mesmo que apenas 13% dos valores do indicador ficaram nesta faixa. Com base no *benchmarking*, chega-se à conclusão de que, por ser a única a apresentar algum percentual na categoria, devem ser implementadas medidas de gestão da PMO de maneira a identificar as causas (baixa qualificação da mão de obra, falta de conhecimento dos gestores, falta de material, etc.) e melhorá-las. Por fim, nenhuma das obras analisadas apresentou valores na categoria de ações corretivas.

5.2.4 Relação de IA com RUP Cum./RUP Pot.

No gráfico da Figura 21 apresenta-se a relação entre a RUP Cum./RUP Pot. e o IA considerando toda as tarefas/subtarefas analisadas neste trabalho.

Figura 21 – Comparativo de ID: ramais de esgoto na parede – montagem



Fonte: Autoria própria.

Observa-se uma relação direta entre o IA e o indicador RUP Cum./RUP Pot., embora o coeficiente de correlação de Pearson (R^2) tenha sido moderado (entre 0,5 e 0,7). De acordo com este gráfico, quanto maior o indicador RUP Cum./RUP Pot., maior o IA. Em outras palavras, o IA está interferindo na diferença entre a RUP Cum. e a RUP Pot., inferindo a importância de se combater a ocorrência das anormalidades na execução dos serviços com a melhoria da gestão como um todo, envolvendo setor de suprimentos, projeto, planejamento, além do treinamento da mão de obra executora.

5.3 INDICADOR DE DESEMPENHO

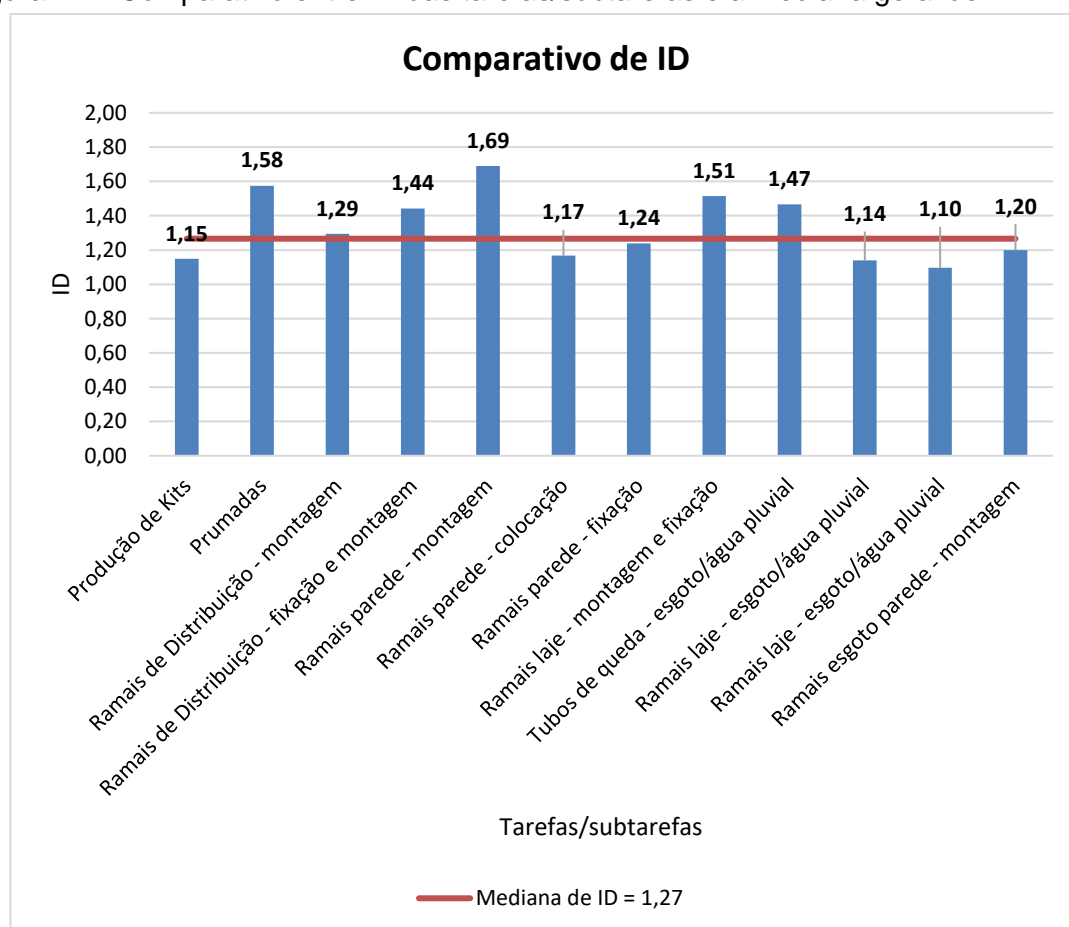
A Tabela 10 apresenta os valores de ID (mediana dos ID para cada tarefa/subtarefa, bem como a mediana dos valores de ID calculados, enquanto estes valores são apresentados graficamente na Figura 22.

Tabela 13 – ID das tarefas/subtarefas e a mediana geral de ID

Tarefa/Subtarefa	Material	Forma	ID	Mediana de ID
Produção de Kits	Cobre	Bancada	1,15	1,27
Prumadas	Cobre	In loco	1,58	
Ramais de Distribuição - montagem	PPR	In loco	1,29	
Ramais de Distribuição - fixação e montagem	Cobre	In loco	1,44	
Ramais parede - montagem	Cobre	In loco	1,69	
Ramais parede - colocação	Cobre	Kits	1,17	
Ramais parede - fixação	-	-	1,24	
Ramais laje - montagem e fixação	Cobre	In loco	1,51	
Tubos de queda - esgoto/água pluvial	PVC	In loco	1,47	
Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	In loco	1,14	
Ramais laje - esgoto/água pluvial	PVC	Kits	1,10	
Ramais esgoto parede - montagem	PVC	In loco	1,20	

Fonte: Autoria própria.

Figura 22 – Comparativo entre ID das tarefas/subtarefas e a mediana geral de ID



Fonte: Autoria própria.

Das doze tarefas/subtarefas analisadas seis apresentaram ID superior ao ID geral e 6 apresentaram ID inferior ao mesmo, com destaque para a tarefa/subtarefa “Ramais parede – montagem” (1,69 *versus* 1,27) e a tarefa/subtarefa “Ramais laje - esgoto/água pluvial – kits” (1,10 *versus* 1,27).

Observa-se que todas as tarefas (duas no total) em que se utilizou *kits* na sua execução apresentaram ID inferior ao ID geral (“Ramais parede – colocação” e “Ramais laje – esgoto/água pluvial”, com ID igual a 1,17 e 1,10, respectivamente).

Por outro lado, chama a atenção o fato de que as tarefas que envolvem execução de tubulações na vertical (prumadas e tubos de queda) apresentaram ID superior ao ID geral (“Prumadas” e “Tubos de queda – esgoto/água pluvial”, com ID igual a 1,58 e 1,47, respectivamente).

5.4 **BENCHMARKING**

É importante ressaltar que o *benchmarking* em relação aos indicadores de PMO (RUP Cum., RUP Pot. e $\Delta RUP_{(Cum - Pot)}$) foi apresentado, para cada tarefa/subtarefa, no item 5.1 deste trabalho, mais especificamente na Tabela 6.

No que se refere ao *benchmarking* para o Índice de Anormalidades, observa-se que para várias tarefas/subtarefas este índice foi nulo.

Por fim, o *benchmarking* para o Indicador de Desempenho retornou o valor de ID igual a 1,10 para a tarefa/subtarefa Ramais sob a laje – esgoto/águas pluviais, com mediana de 1,27, conforme apresentado na Figura 22.

6 CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

No que se refere ao objetivo proposto no início deste trabalho, considera-se que foi alcançado por completo.

Com os indicadores levantados foi possível estabelecer o *benchmarking*. Quanto ao Índice de Anormalidades, se reforça a vantagem observada para execução de tarefas/subtarefas utilizando PPR como material das tubulações em detrimento aos demais. Se observou também valores muito próximos do indicador (IA) para os procedimentos de montagem de tubulações *in loco* e por *kits*.

O resultado possivelmente mais importante alcançado foram os da comparação geral entre as obras analisadas e sua classificação segundo o IA. O *benchmarking* aqui realizado ocorreu entre obras de diferentes empresas e em diferentes cidades. No entanto, esse procedimento pode ser aplicado dentro de uma mesma empresa para suas diferentes obras.

É de grande importância para uma companhia comparar o desempenho de suas obras, que, em muitos casos, são administradas por diferentes gestores. Isso gera uma capacidade de, não só identificar as que pior estão performando, mas também de estabelecer níveis internos aceitáveis para os indicadores. Deste modo é possível não só garantir uma paridade entre os empreendimentos no que diz respeito à PMO, mas também impor uma produtividade mínima a ser mantida.

Canteiros que apresentam uma melhor PMO e que realizam o *benchmarking* por meio de indicadores irão ter uma performance superior em vários quesitos, como na redução de prazos, no melhor controle da produtividade de seus colaboradores, na redução de custos e no ganho de competitividade de mercado, com menos gastos e maiores margens de lucro.

O trabalho não teve como objetivo detectar as vantagens obtidas na utilização de diferentes materiais ou procedimentos de execução, no entanto, acaba por refletir na PMO como um de seus diversos fatores.

A determinação e comparação do Indicador de Desempenho também foi de grande importância. Com ele foi possível, dentro do contexto específico dos SPHS, a identificação das tarefas/subtarefas que mais requerem atenção na hora de sua execução. Dentre elas estão, principalmente a montagem dos ramais nas paredes,

realização das prumadas, montagem e fixação dos ramais nas lajes, tubos de queda para esgoto e água pluvial e, por fim, montagem e fixação dos ramais de distribuição.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do trabalho realizado, ficam algumas sugestões para trabalhos futuros relacionados ao assunto:

- Realização de pesquisa para aplicação dos indicadores e método de *benchmarking* em outras etapas da construção, como para alvenaria, pisos e revestimentos e estrutura;
- Realização de estudo comparativo com diferentes técnicas de construção e posterior realização do *benchmarking* para verificação das vantagens e impactos na PMO;
- Aplicação do método de estabelecimento dos indicadores e *benchmarking* em mais de uma obra para uma mesma empresa e etapas de construção;
- Elaboração de estudo aprofundado para análise específica relacionado ao fator de número de conexões por metro bem como o tipo de conexão utilizado nas tubulações.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABDEL-HAMID, M.; ABD ELSHAKOUR, H.; ABDEL-RAZEK, R. Improving construction labor productivity in Egypt using benchmarking. **Banha Higher Institute of Technology**, Banha, 2004.

ALCANTARA, L.F.B. **Atrasos de obras: Uma correlação com problemas no gerenciamento**. Campo Mourão: UTFPR, 2016.

AMORIM, S. V. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: desempenho e normalização**. 1989. p.167 Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1989.

ARAUJO, L. O. C. de. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ARO, C.R. **A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil. Setor de Construção Civil) Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos - SP, 2004.

CARRARO, F. **Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria**. São Paulo, 1998. 226p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1998.

COSTA, D. B. **Diretrizes para a realização de processo de benchmarking colaborativo visando a implementação de melhorias em empresas da construção civil**. 2008. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DIAS, F. **Benchmarking**. Disponível em: < <http://www.coladaweb.com/administracao/benchmarking> >. 2008. Acesso em: 10 de set. 2021.

EL-MASHALEH, Mohammad; O'BRIEN, William J.; LONDON, Kerry. Envelopment methodology to measure and compare subcontractor productivity at the firm level. In: **IGLC-9: 9th International Group for Lean Construction Conference: Proceeding of the Ninth International Group for Lean Construction Conference**. Professional Activities Centre, Faculty of Engineering, National University of Singapore, 2001. p. 1-17.

ENSHASSI, A. *et al.* Benchmarking masonry labor productivity. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2007.

GHODDOUSI, Parviz *et al.* **Benchmarking Labor Productivity in Performing On-site Activities: Lessons for Construction Project Managers**. Scientific Committee–Editorial Board, p. 43, 2014.

GONÇALVES, O. M. Qualidade na implantação de sistemas prediais. **Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, VII. São Paulo, Escola Politécnica da USP**, p 27-28, 1994.

INSTITUTO DO PVC. Disponível em: < <https://pvc.org.br/o-que-e-pvc/> >. Acesso em: 06 de set. de 2021.

- LISBOA, R. J. S e CASTRO, W. C. C. **Planejamento operacional no canteiro de obras: Estudo de caso no município de Goiânia**. Goiás: Instituto Federal Goiás, 2018.
- MAEDA, F. M. **Produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno de paredes e tetos com argamassa e gesso**. São Paulo, 2002. 177p. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.
- MONTEIRO, Paulo Roberto Moreira. **Produtividade da mão de obra na execução de instalações prediais hidráulicas e sanitárias**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.
- Ng, S. T.; Skitmore, R. M.; Lam, K. C.; Poon, A. W. C. **Demotivating factors influencing the productivity of civil engineering projects**. International Journal of Project Management, 2004.
- PALIARI, J.C. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. 2008. 558p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- PUNNIYAMMOORTHY, M.; MURALI, R. **Balanced score for the balanced scorecard; a benchmarking tool**. Benchmarking: An International Journal, v. 15, n. 4, p. 420-443, 2008.
- RODOLFO, A. Jr., NUNES, L., ORMANJI, W., **Tecnologia do PVC/Braskem**, Segunda Edição, 2006.
- SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Salvador 2000.
- SOUZA, U. E. L. Método para a previsão da produtividade da mão de obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos. 2001. 357p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da Mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: PINI, 1ªedição, 2006.
- SOUZA, U. E. L.; AGOPYAN, V. **Estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. 1996 BT/PCC/165 EPUSP. São Paulo, 1996.
- Thomas, R.H., Horman, M.J., Lemes de Souza, U.E and Zavriski, I. **Benchmarking of Labor-intensive Construction Activities: Lean Construction and Fundamental Principles of Working Management**, CIB, 2002.
- THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. **Factor model of construction productivity**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 113, n. 4, p. 623-639, dec. 1987.
- THOMAS, H. Randolph; ZAVRŠKI, Ivica. Construction baseline productivity: Theory and practice. **Journal of construction engineering and management**, v. 125, n. 5, p. 295-303, 1999.
- TIGRE, **Catálogo Técnico: Orientações Técnicas sobre Instalações de Termofusão**, 2012.

Disponível em: < <https://www.plastolandia.com.br/media/Catalogos/Tigre/ct-ppr-termofusao.pdf> > Acesso em: 04 fev.de 2022.

Técnico: **Predial PEX**, 2015. Disponível em: < https://cfg.com.br/up_catalogos/TIGRE_-_Pex.pdf > Acesso em: 04 fev.de 2022.

TUBOS PEX: VANTAGENS EM RELAÇÃO AOS TUBOS DE PVC E COBRE. **Blog Astra**. Disponível em: <<https://www.astra-sa.com/destaques/tubos-pex-vantagens-em-relacao-aos-tubos-de-pvc-e-cobre/>>. Acesso em: 04 de set. de 2021.

ANEXOS

ANEXO A – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: PRODUÇÃO DE KITS

Tabela 14 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de kits - cobre” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum		Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,05	0,05	0,05	0,27	0,2	66	1	0	Tarefa	
2	0,18	0,1	0,18		0,3	66	1	1	Tarefa	
3	0,33	0,15	0,33		1,2	66	1	1	Tarefa	
4	1,15	0,17			2,9	79	1	1	Tarefa	1
5	0,29	0,23	0,29		3,3	22	2	2	Tarefa	
6	0,26	0,24	0,26		7,9	28	1	1	Tarefa	
7	0,38	0,26			11,2	15	1	1	Tarefa	
8	0,57	0,31			11,2	15	2	2	Tarefa	1
9	0,45	0,32			3	22	1	0	Tarefa	
10	0,74	0,35			7,9	28	1	1	Tarefa	1
11	0,28	0,33	0,28		3,8	28	5	3	Tarefa	
12	1,21	0,34			32,7	66	1	0	Tarefa	1
13	Infinito	0,36			-	-	1	0	Tarefa/Refazer conexões	1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 15 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de kits – Cobre” – Obra SP0201

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum		Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,45	0,45		0,23	3,3	15	1	1		
2	0,25	0,35	0,25		2,6	22	1	1		
3	Infinito	0,38					0	1	Retrabalho	1
4	0,21	0,35	0,21		1,3	15	1	1		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 16 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de kits – Cobre” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum		Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,1	0,1		0,06	2,9	18,5	1	0		
2	0,12	0,1			3,1	22	1	0	Reunião de Qualidade	
3	0,06	0,08	0,06		2,9	18,5	1	0		
4	0,06	0,07	0,06		2,9	18,5	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 17 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a produção de *Kit* hidráulico para água fria e água quente com PPR – Obra RP-01

Dia	RUP (Hh/m)		Fatores			Diâmetro predominante (mm)	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m			
1	0,15	0,15	0,15	0,15	2,4	25		
2	0,22	0,18			3,2	25		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 18 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a produção de *Kit* hidráulico para água fria e água quente com PPR – Obra FR-02

Dia	RUP (Hh/m)		Fatores			Diâmetro predominante (mm)	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m			
1	0,17	0,17		0,12	2,2	25		
2	0,12	0,14	0,12		2,2	25		
3	0,14	0,14			2,2	25		
4	0,12	0,13	0,12		2,2	25		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO B – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: PRUMADAS *IN LOCO*

Tabela 19 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Prumadas - cobre” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Conex./m	Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum			Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,17	0,17	0,17	0,25	0,3	104	1	0		
2	0,41	0,31			0,7	104	1	1		
3	0,32	0,31	0,32		1,4	22	1	1		
4	0,59	0,35			0,6	42	1	1		1
5	0,25	0,31	0,25		0,8	22	2	2		
6	0,14	0,25	0,14		0,7	42	1	1		
7	0,46	0,26			2,6	22	1	1		
8	0,31	0,27	0,31		1	22	2	2		
9	Infinito	0,31			-	-	1	1	Alterar prumada	1
10	0,39	0,31			0,5	42	1	1		
11	0,44	0,32			0,9	66	1	1		
12	Infinito	0,35			-	-	1	1	Alterar prumada	1
13	Infinito	0,36			-	-	2	0	Alterar prumada	1
14	Infinito	0,37			-	-	1	1	Alteração do nível prumada	1
15	0,29	0,37	0,29		0,4	66	1	1		
16	0,39	0,37			0,6	28	1	1		
17	0,24	0,36	0,24		0,4	54	1	1		
18	0,25	0,35	0,25		0,7	42	1	1		
19	0,11	0,34	0,11		0,7	54	1	1		
20	1,38	0,35			0,7	66	1	1		1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 20 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Prumadas – cobre” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Conex./m	Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum			Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	Infinito	Infinito		0,15	-	-	1	0	Rebaixar a prumada	1
2	0,17	0,33	0,17		0,4	48	1	0		
3	0,13	0,23	0,13		0,4	54	1	0		
4	0,52	0,27			0,3	28	1	0	Faltou maçarico	1
5	0,31	0,28			0,3	42	1	0		1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

ANEXO C – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO – MONTAGEM – *IN LOCO*

Tabela 21 - RUPdiária; RUPcumulativa; RUPpotencial para execução da tarefa Tubulação de ramal de distribuição de água fria e água quente pelo teto com PPR – Obra RP-01

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro predominante (mm)		
1	0,31	0,31		0,15	0,31	32	Transporte de material, corte de pré-montagem de trechos	1
2	0,15	0,17	0,15		0,44	32		
3	0,23	0,19			1,46	25		
4	0,38	0,22			1,85	32		1
5	0,22	0,22			1,02	25		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 22 - RUPdiária; RUPcumulativa; RUPpotencial para execução da tarefa Tubulação de ramal de distribuição de água fria e água quente pelo teto com PPR – Obra FR-01

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro predominante (mm)		
1	0,23	0,23	0,23	0,23	0,80	25		
2	0,26	0,25			0,85	25		
3	0,25	0,25	0,25		0,70	32		
4	0,30	0,26			1,42	25	Limpeza da laje; alto número de conexões/m	
5	0,19	0,24	0,19		0,58	32		
6	0,34	0,26			1,11	25		
7	0,31	0,26			0,82	25		
8	0,41	0,29			0,83	25	Limpeza da laje; transporte de material	

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 23 - RUPdiária; RUPcumulativa; RUPpotencial para execução da tarefa Tubulação de ramal de distribuição de água fria e água quente pelo teto com PPR – Obra FR-02

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores		Diâmetro predominante (mm)	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m			
1	0,37	0,37		0,17	0,8	25	Transporte de material	1
2	0,18	0,24	0,18		0,5	25		
3	0,15	0,21	0,15		0,6	25		
4	0,36	0,23			1,2	32		1
5	0,16	0,21	0,16		0,6	25		
6	0,26	0,22			1,0	25		
7	0,17	0,22	0,17		0,5	32		
8	0,18	0,21	0,18		0,9	32		
9	0,17	0,20	0,17		0,6	25		
10	0,49	0,21			0,9	25	Pouco serviço executado	1
11	0,24	0,21			0,7	25		
12	0,19	0,21	0,19		0,5	25		
13	0,27	0,21			1,0	32		
13	0,19	0,21	0,19		0,5	25		
14	0,27	0,21			1,0	32		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO D – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS DE DISTRIBUIÇÃO – FIXAÇÃO E MONTAGEM *IN LOCO*

Tabela 24 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição - cobre” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores				Observações	Dias anormalidades	
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais			Número de ajudantes
1	1,28	1,28		0,10	0,2	28	2	3		1
2	0,11	0,27	0,11		0,6	28	1	1	Tarefa	
3	0,13	0,21			0,5	28	1	1	Tarefa	
4	0,06	0,17	0,06		0,5	28	0	1	Tarefa	
5	0,12	0,16	0,12		0,5	28	1	1	Tarefa	
6	0,14	0,16			0,5	28	1	1	Tarefa	
7	0,1	0,15	0,10		0,5	28	1	1	Tarefa	
8	0,09	0,13	0,09		0,5	28	1	1	Tarefa	
9	0,1	0,13	0,10		0,5	28	1	1	Tarefa	
10	0,24	0,13			0,4	28	1	1	Tarefa	1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 25 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – Cobre” – Obra SP0201

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores				Observações	Dias anormalidades	
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais			Número de ajudantes
1	0,66	0,66		0,24	0,7	28	1	0		1
2	0,23	0,44	0,23		0,8	35	1	0		
3	0,17	0,34	0,17		1,3	28	1	0		
4	0,62	0,39			0,7	35	1	0		1
5	0,27	0,35	0,27		1,3	28	1	0		
6	0,4	0,36			1,8	28	1	0		
7	0,32	0,36	0,32		1,5	28	1	0		
8	0,24	0,34	0,24		1,5	28	1	0		
9	0,57	0,36			1,5	28	1	0	Funcionário doente	1
10	0,41	0,36			1,5	28	1	0		
11	0,27	0,35	0,27		0,7	35	1	0		
12	0,23	0,34	0,23		0,7	35	1	0		
13	0,42	0,35			0,7	35	1	0		
14	0,54	0,36			0,7	35	1	0		1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

ANEXO E – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDES - *IN LOCO*

Tabela 26 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes *in loco* - cobre” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	1,00	1,00		0,29	2,4	22	1	1		1
2	0,89	0,94			2,3	15	1	2	Tarefa	1
3	0,79	0,88			2,9	22	1	1	Tarefa	1
4	0,26	0,66	0,26		1,9	22	1	0	Tarefa	
5	0,32	0,57	0,32		2,7	22	1	1	Tarefa	
6	0,38	0,49	0,38		2,8	22	1	2	Tarefa	
7	0,24	0,45	0,24		3,0	22	1	0		
8	0,78	0,51			2,6	22	3	2		1
9	0,26	0,48	0,26		2,9	15	1	0		
10	0,58	0,49			2,4	15	1	1		
11	0,64	0,50			2,6	22	1	0		1
12	0,55	0,50			2,8	15	2	3		
13	0,63	0,51			2,2	22	1	2		1
14	0,45	0,51	0,45		2,8	22	1	1		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 27 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes *in loco* – Cobre” – Obra SP0201

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	1,25	1,25		0,63	2,5	22	1	0		
2	0,63	0,83	0,63		2,5	22	1	0		
3	1,25	1			2,5	22	1	1		
4	1,88	1,25			2,5	22	1	1		1
5	0,47	0,65	0,47		1,5	22	1	0		
6	0,63	0,65	0,63		2,5	22	1	1		
7	0,92	0,77			1,5	22	2	2		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 28 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes *in loco* – Cobre – Cozinha/AS” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,42	0,42	0,42	0,41	2,4	22	1	0		
2	Infinito	0,8			-	-	1	0	Retrabalho	1
3	0,41	0,6	0,41		2,8	22	1	0		
4	0,6	0,6			2,4	22	1	0		
5	0,51	0,58			2,8	22	1	0		
6	0,26	0,48	0,26		2,6	22	1	0		
7	0,41	0,47	0,41		2,8	22	1	0		
8	0,36	0,46	0,36		2,4	22	1	0	Reunião de Qualidade	
9	0,41	0,45	0,41		2,8	22	1	0		
10	0,44	0,45	0,44		2,4	22	1	0		
11	0,54	0,46			2,4	22	1	0		
12	0,3	0,44	0,30		2,7	22	1	0		
13	0,38	0,44	0,38		2,4	22	1	0		
14	0,54	0,44			2,4	22	1	0		
15	0,69	0,47			3,0	22	1	2		
16	0,66	0,48			2,1	22	1	0		
17	0,68	0,49			2,4	22	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 29 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes *in loco* – Cobre – sanitários” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	1,49	1,49	1,49	1,25	1,8	15	1	2		
2	1,03	1,26	1,03		1,8	15	0	2		
3	1,82	1,37			1,9	15	0	2	Reunião de Qualidade	
4	0,83	1,19	0,83		1,9	15	0	2		
5	2,50	1,52			1,9	15	2	2		
6	1,67	1,55	1,67		1,9	15	0	2		
7	1,25	1,50	1,25		1,9	15	1	2		
8	Infinito	1,56			-	-	1	0	Retrabalho	1
9	Infinito	1,62			-	-	1	0	Retrabalho	1
10	Infinito	1,69			-	-	1	0	Retrabalho	1
11	Infinito	1,76			-	-	1	0	Retrabalho	1
12	Infinito	1,80			-	-	1	0	Retrabalho	1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 30 - RUPdiária; RUPcumulativa; RUPpotencial para execução da tarefa tubulação de ramal e sub-ramal de água fria e quente pela alvenaria com PPR – Obra RP-01

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores		Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro predominante (mm)		
1	0,41	0,41		0,24	2,9	25		
2	0,24	0,33	0,24		2,6	25		
3	0,36	0,34			2,5	25	Pouco serviço executado	

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 31 - RUPdiária; RUPcumulativa; RUPpotencial para execução da tarefa tubulação de ramal e sub-ramal de água fria e quente pela alvenaria com PPR – Obra FR-01

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores		Diâmetro predominante (mm)	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m			
1	0,34	0,34		0,26	2,4	25		
2	0,65	0,35			1,5	25	Pouco serviço executado	1
3	0,34	0,35			2,2	25		
4	0,35	0,35			1,8	25		
5	0,35	0,35			2,1	25	Alto número de conexões/m	
6	0,21	0,33	0,21		1,8	25		
7	0,34	0,33			2,3	25	Transporte de material	
8	0,36	0,34			2,0	25		
9	0,42	0,34			1,5	25	Pouco serviço executado	
10	0,3	0,33	0,30		2,1	25		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 32 - RUPdiária; RUPcumulativa; RUPpotencial para execução da tarefa tubulação de ramal e sub-ramal de água fria e quente pela alvenaria com PPR – Obra FR-02

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores		Diâmetro predominante (mm)	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m			
1	0,40	0,40		0,22	2,4	20		
2	0,20	0,26	0,20		1,9	20		
3	1,05	0,30			2,7	20	Pouco serviço executado	1
4	0,21	0,27	0,21		2,0	20		
5	0,36	0,27			2,6	20	Pouco serviço executado	
6	0,28	0,27			2,4	20		
7	0,22	0,27	0,22		2,0	20		
8	0,24	0,26	0,24		2,1	20		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO F – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDES - KITS

Tabela 33 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes *kits* - cobre” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores				Observações	Dias anormalidades	
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais			Número de ajudantes
1	Infinito	Infinito		0,32	-	-	0	2	Retrabalho	1
2	Infinito	Infinito			-	-	0	2	Retrabalho	1
3	0,69	1,67			-	22	2	2	Tarefa	1
4	0,46	0,99	0,46		-	22	1	2	Tarefa	
5	0,29	0,91	0,29		-	18,5	0	1	Tarefa	
6	0,30	0,74	0,30		-	22	0	1	Tarefa	
7	0,33	0,57	0,33		-	22	3	2	Tarefa/ Retrabalho	
8	0,16	0,50	0,16		-	22	0	1	Tarefa	
9	0,27	0,47	0,27		-	25	1	1	Tarefa	
10	0,23	0,45	0,23		-	22	0	1	Tarefa	
11	0,50	0,46	0,50		-	22	1	0	Tarefa	
12	0,15	0,39	0,15		-	22	1	0	Tarefa	
13	Infinito	0,43			-	-	1	1	Retrabalho	1
14	0,26	0,41	0,26		-	22	1	0		
15	Infinito	0,44			-	-	1	0	Retrabalho	1
16	Infinito	0,47			-	-	1	0	Retrabalho	1
17	0,90	0,52			-	22	2	2		1
18	0,33	0,51	0,33		-	22	0	1		
19	0,49	0,51	0,49		-	22	2	1		
20	0,37	0,50	0,37		-	22	2	1		
21	0,74	0,51			-	22	2	0		1
22	0,48	0,51	0,48		-	22	2	1		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 34 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes *kits* – PVC/Cobre” – Obra SP0201

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores				Observações	Dias anormalidades	
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais			Número de ajudantes
1	0,10	0,10	0,10	0,11	-	22	1	0		
2	0,06	0,08	0,06		-	22	1	0		
3	0,40	0,16			-	20	1	1		1
4	0,25	0,19			-	22	1	1		1
5	0,21	0,19			-	20	1	1		
6	0,26	0,20			-	25	1	1		1
7	0,11	0,17	0,11		-	22	1	1		
8	0,11	0,17	0,11		-	25	1	1		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 35 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para instalação de kit hidráulico para água fria e água quente com PPR – Obra FR-02

Dia	RUP (Hh/m)		Fatores			Diâmetro predominante (mm)	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m			
1	0,41	0,41		0,24	-	25		
2	0,24	0,30	0,24		-	25		
3	0,28	0,29			-	25		
4	0,24	0,28	0,24		-	25		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO G – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDES – FIXAÇÃO - IN LOCO

Tabela 36 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a execução da regulagem e fixação das tubulações nas alvenarias Obra RP-01

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores		Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m		
1	0,16	0,16	0,16	0,16	3,3		
2	0,29	0,22			2,74	Espera excessiva por argamassa	
3	0,33	0,24			2,07		1

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 37 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a execução da regulagem e fixação das tubulações nas alvenarias - Obra FR-01

Dia	RUP (Hh/m)			Fatores		Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m		
1	0,19	0,19	0,19	0,21	1,52		
2	0,30	0,23			1,97		
3	0,23	0,23	0,23		1,88		
4	0,28	0,24			2,31	Espera excessiva por argamassa	
5	0,32	0,25			2,07		
6	0,20	0,24	0,20		1,59		
7	0,36	0,25			2,23		
8	0,43	0,27			2,16		1
9	0,25	0,26	0,25		1,86		
10	0,21	0,26	0,21		1,76		
11	0,26	0,26			2,19		
12	0,27	0,26			1,78		

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 38 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a execução da regulagem e fixação das tubulações nas alvenarias - Obra FR-02

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Fatores	Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum		Conex./m		
1	0,27	0,27	0,27	0,24	1,45		
2	0,51	0,35			2,52	Alto número de conexões/m	1
3	0,32	0,34			2,47		
4	0,22	0,30	0,22		1,22		
5	0,25	0,29	0,25		1,8		
6	0,23	0,28	0,23		2,04		
7	0,41	0,29			2,3		
8	0,32	0,29			1,95		
9	0,64	0,30			2,65	Pouco serviço executado	1

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO H – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS SOB A LAJE – *IN LOCO*

Tabela 39 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – sob a laje - *in loco* - cobre” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	1,40	1,40		0,70	1,2	15	1	1	Tarefa	
2	0,36	1,07	0,36		1,1	15	1	0	Tarefa	
3	0,70	0,82	0,70		1,2	15	1	2	Tarefa	
4	1,84	1,07			1,2	15	2	2	Tarefa	1
5	0,79	1,03	0,79		1,2	15	0	1	Tarefa	
6	1,40	1,08			1,2	15	1	1	Tarefa	
7	1,23	1,10			1,2	15	1	1	Tarefa	

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 40 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – sob a laje - *in loco* - cobre” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,52	0,52		0,31	1,9	15	0	1		
2	0,36	0,41	0,36		2,2	15	1	0		
3	0,70	0,49			2,4	15	1	0		1
4	0,28	0,40	0,28		2,1	15	1	0		
5	0,28	0,38	0,28		2	15	1	0		
6	0,62	0,40			2,6	15	1	0		
7	0,31	0,38	0,31		2,2	15	1	0		
8	0,40	0,39	0,40		2,2	15	1	0		
9	0,65	0,41			4,4	15	0	1	Usando duas conexões ao invés de uma	1
10	0,93	0,43			4,4	15	0	1	Usando duas conexões ao invés de uma	1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

ANEXO I – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: TUBOS DE QUEDA – ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS – *IN LOCO*

Tabela 41 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais - PVC” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,73	0,73		0,26	0,9	75	3	1	Faltou conexão	1
2	0,19	0,3	0,19		0,8	100	3	1		
3	0,35	0,32			1,1	100	3	1	Interferência com escoramento da laje	
4	0,26	0,31	0,26		1,0	87,5	0	1	Não havia mais lajes com shafts abertos	
5	Infinito	0,33			-	-	1	1	Retrabalho	1
6	0,19	0,32	0,19		0,7	75	2	0		
7	0,26	0,31	0,26		0,7	75	3	0	Somente águas pluviais	
8	0,43	0,31			0,7	75	1	0	Somente águas pluviais	
9	0,3	0,31	0,30		1,0	87,5	1	1		
10	0,34	0,31			0,7	75	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 42 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais - PVC” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,31	0,31		0,10	0,5	100	0	1	Executado pelo ajudante	1
2	0,1	0,14	0,10		0,5	100	2	0		
3	0,14	0,14			0,4	100	1	0	Reunião de Qualidade	
4	0,16	0,14			0,4	100	2	0		
5	0,14	0,14			0,3	100	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 43 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais - PVC” – Obra SP0401

Dia	RUP (Hh/m)			Pot.	Conex./m	Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP diária < RUP Cum			Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,84	0,84		0,20	1,5	100	1	0		1
2	0,25	0,34	0,25		1,4	100	1	0		
3	0,30	0,32			2,1	100	1	0		
4	0,34	0,32			1,4	100	1	0		
5	0,76	0,38			0,9	100	1	0		1
6	0,20	0,32	0,20		0,6	100	1	0		
7	1,01	0,37			0,3	100	1	0		1
8	0,38	0,37			0,8	100	1	0		
9	0,38	0,37			0,8	100	1	0		
10	0,43	0,38			0,8	100	1	0		1
11	0,34	0,37			0,8	100	2	0		
12	0,16	0,30	0,16		0,8	100	2	0	Ritmo acelerado	

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

ANEXO J – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS SOB O TETO – ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS – *IN LOCO*

Tabela 44 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje - PVC” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,77	0,77		0,36	2,1	40	3	0		1
2	0,67	0,71			1,9	40	3	0		
3	0,75	0,73			2,3	40	3	0		1
4	0,58	0,68			2,1	40	3	0		
5	0,52	0,65			2,2	40	2	0		
6	0,36	0,59	0,36		2,0	40	2	0		
7	0,27	0,52	0,27		2,3	40	2	0	Tarefa	
8	0,36	0,51	0,36		2,5	40	2	0	Tarefa	
9	0,18	0,44	0,18		2,0	40	2	0	Tarefa	
10	0,37	0,43	0,37		2,4	40	2	0	Tarefa	
11	0,38	0,43	0,38		2,3	40	2	0	Tarefa	
12	0,33	0,42	0,33		2,2	40	2	1	Tarefa	
13	0,21	0,4	0,21		2,2	40	2	0	Tarefa	
14	0,39	0,39	0,39		1,8	40	2	0	Andaime	
15	1	0,4			3,0	50	2	0	Andaime	1
16	2,13	0,41			3,0	50	1	0	Andaime	1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 45 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje de teto – PVC” – Obra SP0201

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,36	0,36	0,36	0,24	2,3	50	2	1		
2	0,22	0,35	0,22		2,4	50	1	0		
3	0,24	0,31	0,24		2,3	50	1	0		
4	0,54	0,37			2,3	50	1	1	Primeira vez que funcionário realiza esta tarefa	1
5	0,54	0,4			2,3	50	1	1		1
6	0,54	0,43			2,3	50	1	1		1
7	0,54	0,44			2,3	50	1	1		1
8	0,22	0,4	0,22		2,3	50	1	1	Tarefado	
9	0,34	0,39	0,34		2,3	50	1	1	Tarefado	
10	1,21	0,41			2,6	50	1	0	Faltou material	1
11	0,44	0,41			2,2	50	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 46 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa
 “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,87	0,87		0,40	2,5	50	1	1	Faltou material	1
2	1,25	1,05			1,7	50	1	2	Faltou material	1
3	1,99	1,29			1,9	40	2	1	Faltou material	1
4	0,65	1,07			1,9	40	2	0		
5	0,76	1,04			2,3	40	1	0		
6	0,96	1,03			2,1	45	1	0		1
7	0,6	0,96	0,60		1,9	40	1	1		
8	Infinito	1,02			-	-	0	2	Acertos nos ralos	1
9	0,52	0,96	0,52		2,3	50	1	0		
10	0,66	0,94			1,9	40	1	0	Perda de tempo com transporte	
11	0,38	0,86	0,38		2,2	40	1	0		
12	0,38	0,8	0,38		1,8	40	1	0		
13	0,53	0,79	0,53		1,9	50	1	0	Faltou material	
14	0,38	0,74	0,38		1,5	50	2	0		
15	0,78	0,74			1,4	50	1	1		
16	0,44	0,72	0,44		2,2	40	1	0		
17	0,68	0,72			2,3	40	1	0		
18	0,4	0,69	0,40		1,9	40	1	0		
19	0,28	0,66	0,28		2,1	40	1	0		
20	0,55	0,65	0,55		1,8	40	1	0		
21	0,4	0,64	0,40		2,4	40	1	0		
22	0,96	0,65			2,1	40	1	1		1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 47 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa
 “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC” – Obra SP0401

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,29	0,29	0,29	0,23	2,5	40	1	0		
2	0,29	0,29	0,29		2,5	40	1	0		
3	0,47	0,33			2,8	50	1	0		1
4	0,22	0,3	0,22		2,2	50	1	0		
5	0,39	0,32			1,9	40	2	0		
6	0,61	0,36			2,3	40	2	0		1
7	0,07	0,26	0,07		2,0	40	1	0		
8	0,08	0,21	0,08		2,0	40	1	0		
9	0,12	0,19	0,12		2,1	50	2	0		
10	0,14	0,18	0,14		2,0	40	2	0		
11	0,28	0,19	0,28		2,0	40	2	0		
12	0,16	0,18	0,16		2,0	40	1	0		
13	0,25	0,19	0,25		2,0	40	1	0		
14	0,66	0,2			2,2	40	1	0		1
15	0,71	0,25			2,0	40	2	0		1
16	0,43	0,27			2,1	40	2	1		
17	0,54	0,29			2,0	50	2	0		1
18	0,29	0,29	0,29		2,2	40	1	0		
19	2,94	0,31			1,0	50	1	0		1
20	0,41	0,31			2,0	40	1	0		
21	0,23	0,31	0,23		2,0	40	1	0		
22	0,42	0,32			2,0	40	2	0		
23	0,46	0,33			2,1	40	2	0		1
24	0,53	0,33			2,0	40	1	0		1
25	0,53	0,34			2,0	40	1	0		1
26	0,5	0,34			2,3	40	1	0		1
27	2,59	0,36			2,6	100	1	0		1

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 48 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a produção de sistemas de esgoto e águas pluviais em PVC - Método tradicional – Obra BR-01

Dia	RUP (Hh/m)		Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m		
1	0,71	0,71		0,57	1,7	50	
2	0,55	0,63	0,55		1,7	50	
3	0,59	0,61	0,59		1,7	50	

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO K – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS SOB O TETO – ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS – KITS

Tabela 49 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a produção de sistemas de esgoto e águas pluviais em PVC – Kits hidráulicos – Obra BR-01

Dia	RUP (Hh/m)		Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m		
1	0,31	0,31		0,24	1,73	50	
2	0,27	0,29			1,73	50	
3	0,24	0,27	0,24		1,73	50	
4	0,24	0,26	0,24		1,73	50	

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

Tabela 50 - RUPdiária, RUPcumulativa e RUPpotencial para a produção de sistemas de esgoto e águas pluviais em PVC – Kits hidráulicos – Obra BR-02

Dia	RUP (Hh/m)		Fatores			Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m		
1	0,09	0,09		0,07	1,73	50	
2	0,08	0,08			1,73	50	
3	0,07	0,08	0,07		1,73	50	
4	0,08	0,08			1,73	50	

Fonte: Adaptado de Monteiro (2017).

ANEXO L – INDICADORES PRIMÁRIOS DE PMO: RAMAIS PAREDE – ESGOTO – IN LOCO

Tabela 51 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto – paredes” – Obra SP0101

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,8	0,8		0,36	3,0	40	0	1		1
2	Infinito	1,6			-	-	0	1	Retrabalho	1
3	0,71	1,16			3,0	40	0	1		
4	0,8	1,04			3,0	40	0	1		1
5	0,71	0,99			3,0	40	0	1		
6	0,8	0,95			3,0	40	0	1		1
7	0,36	0,7	0,36		3,0	40	2	0	Tarefa	
8	1,11	0,78			3,0	40	2	1	Tarefa	1
9	0,36	0,65	0,36		3,0	40	2	0	Tarefa	
10	0,24	0,58	0,24		3,1	40	2	0	Tarefa	
11	Infinito	0,63			-	-	0	1	Tarefa/ Retrabalho	1
12	0,36	0,61	0,36		3,0	40	2	0	Tarefa	
13	0,27	0,59	0,27		3,0	40	1	0	Tarefa	
14	0,71	0,6			1,4	40	1	0		
15	0,76	0,6			3,0	50	1	0		1
16	0,84	0,61			3,0	40	1	0		1
17	0,43	0,59	0,43		1,4	40	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 52 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – paredes – PVC” – Obra SP0201

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	0,60	0,60	0,60	0,60	2,1	50	1	0		
2	0,98	0,72			2,0	50	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).

Tabela 53 - RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – paredes – PVC” – Obra SP0301

Dia	RUP (Hh/m)				Fatores				Observações	Dias anormalidades
	Diária	Cum.	RUP Diária < RUP Cum	Pot.	Conex./m	Diâmetro mediano (mm)	Número de oficiais	Número de ajudantes		
1	2,03	2,03		0,63	4,5	50	1	0		1
2	5,13	2,83			5,8	50	1	0		1
3	0,56	1,17	0,56		4,4	50	1	0		
4	1,15	1,17			5,8	50	1	0		
5	0,52	1,10	0,52		3,8	50	1	0	Reunião de Qualidade	
6	0,45	1,01	0,45		4,5	50	1	0		
7	1,15	1,01			5,8	50	1	0		
8	0,63	0,98	0,63		3,8	50	1	0		
9	0,63	0,96	0,63		3,8	50	1	0		
10	1,03	0,96			5,8	50	1	0		
11	0,63	0,94	0,63		3,8	50	1	0		
12	0,81	0,92	0,81		4,5	50	0	2		
13	0,80	0,92	0,80		5,8	50	1	0		
14	0,87	0,91	0,87		3,8	50	1	0		

Fonte: Adaptado de Paliari (2008).