ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

JOSÉ CARLOS PALIARI

**MÉTODO PARA PROGNÓSTICO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-
OBRA E CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS: SISTEMAS
PREDIAIS HIDRÁULICOS**

v. 1

SÃO PAULO

2008

JOSÉ CARLOS PALIARI

**MÉTODO PARA PROGNÓSTICO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-
OBRA E CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS: SISTEMAS
PREDIAIS HIDRÁULICOS**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
título de Doutor em Engenharia

v. 1

SÃO PAULO

2008

JOSÉ CARLOS PALIARI

**MÉTODO PARA PROGNÓSTICO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-
OBRA E CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS: SISTEMAS
PREDIAIS HIDRÁULICOS**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil
e Urbana

Orientador: Prof. Livre-Docente
Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

v. 1

SÃO PAULO

2008

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 18 de janeiro de 2008.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Paliari, José Carlos

Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais : sistemas prediais hidráulicos / J.C. Paliari. -- ed.rev. -- São Paulo, 2008.

2 v.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Consumo unitário de materiais 2. Produtividade da mão-de-obra 3. Orçamento I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

Aos meus pais, Nelson e Iraci, e meus irmãos, Luciano, Paulo e Sandra, por terem sido a base fundamental de toda a minha formação pessoal e por proporcionarem a viabilização desta etapa profissional da minha vida.

A minha esposa Jussara, pelo incentivo nos momentos mais difíceis deste trabalho e pela compreensão da minha ausência em muitos momentos durante o desenvolvimento desta tese.

AGRADECIMENTOS

É com muita satisfação que, ao término de mais este trabalho, venho aqui expressar meus sinceros agradecimentos a inúmeros amigos que, de uma forma ou de outra, contribuíram significativamente para sua conclusão.

Inicialmente, gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza pela amizade, parceria em diversos trabalhos realizados durante este meu amadurecimento como pesquisador e, principalmente, pela orientação nos momentos mais cruciais desta tese.

Ao Prof. Dr. Almir Sales, colega de trabalho do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, pelo apoio e incentivo constante durante o desenvolvimento e etapa de finalização deste trabalho e por ter assumido a turma de Tecnologia de Construção de Edificações, sob minha responsabilidade, durante o período em que precisei me afastar para desenvolver este doutoramento.

Ao Prof. Dr. Simar Viera de Amorim, docente do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, por muitas vezes ter sanado minhas dúvidas com relação aos Sistemas Prediais Hidráulicos.

Ao Prof. Dr. Celso Carlos Novaes e MSc. Itamar Aparecido Lorenzon por terem conduzidos a disciplina Projeto Integrado de Sistemas Construtivos, também de minha responsabilidade, durante a minha ausência da UFSCar.

Às empresas construtoras Tecnum, Zabo Engenharia, Cosil, Tarjab, Sinco, Adolpho Lindenberg, na figura de seus gerentes de obras e diretores, por terem cedidos os projetos de sistemas prediais para a realização deste trabalho e, em particular, à Cyrela, Filippo, Barbara e EBM por terem também disponibilizados seus canteiros de obras para a análise da produtividade da mão-de-obra.

Aos professores Francisco Ferreira Cardoso e Orestes Marracini Gonçalves pelas valiosas contribuições durante o meu Exame de Qualificação.

Ao meu colega de graduação Maurício Milhin pela acolhida em São Paulo junto a sua família. Foram momentos agradáveis, principalmente aos relacionados às lembranças da graduação em São Carlos. Reviver esta história contribuiu para amenizar a saudade da minha família.

Aos meus auxiliares de pesquisa da cidade de São Paulo, Douglas S. Araújo, e da cidade de São Carlos, Marco Polverni Reichert, Thiago Luís Rodrigues da Silva e Victor Greco, pelo auxílio na coleta de dados, processamento das informações e manipulação dos desenhos em Autocad.

Ao amigo Rogério pela resolução de um problema sério em meu computador no momento que imaginava que tudo estava perdido.

A Fátima Regina G.S. Domingues, secretária do PCC, pela presteza no fornecimento de informações e auxílio nos procedimentos administrativos relacionados ao desenvolvimento do doutoramento.

Aos meus colegas de Pós-Graduação, em particular a Artemária, pela amizade e excelente convívio durante os momentos de pesquisa e estudos nos vários trabalhos realizados ao longo da Pós-Graduação.

Ao CNPq pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa.

A DEUS pela família, esposa e amigos que tenho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de um método para se prognosticar a produtividade da mão-de-obra na execução dos sistemas prediais hidráulicos e o consumo unitário de materiais destes sistemas em dois momentos distintos: fase de viabilidade do empreendimento (método simplificado) e na fase de anteprojeto ou projeto de arquitetura (método analítico). São apresentados os fundamentos que nortearam a elaboração do método proposto, envolvendo a conceituação sobre produtividade da mão-de-obra, consumo unitário de materiais e sistemas prediais. Além destes fundamentos teóricos, faz-se o detalhamento do método de coleta e processamento das informações para a obtenção destes indicadores, abordando o planejamento da coleta de dados, a coleta de dados propriamente dita e seu processamento. Os resultados sobre a produtividade da mão-de-obra são relativos a quatro canteiros de obras localizados no Estado de São Paulo, enquanto que os resultados sobre o consumo unitário de materiais são frutos da análise e levantamento de informações de 12 projetos de sistemas prediais hidráulicos de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. Como contribuição desta tese destaca-se a obtenção de indicadores de produtividade da mão-de-obra considerando as tarefas e subtarefas inerentes à execução dos sistemas prediais, com distintos níveis de esforço, diferentemente dos manuais de orçamentação, que trazem estes indicadores apenas por tipo de material empregado e tipo de conexões. Quanto ao consumo unitário de materiais, o método simplificado permite o prognóstico das quantidades de tubos e conexões tendo-se como variáveis de entrada o número de apartamentos-tipo por pavimento e sua respectiva área. O prognóstico destas quantidades, utilizando-se o método analítico, é feito com base no número e tipo de ambientes molháveis existentes no apartamento-tipo e no número de pontos de consumo/captação de água destes, além de equações elaboradas a partir da observação das concepções dos sistemas nos projetos analisados. Os métodos de prognóstico do consumo unitário de materiais foram aplicados a um caso real e a diferença entre as quantidades de tubos e conexões levantadas em projeto e as quantidades prognosticadas foi de 16% (tubos) e 22% (conexões), para o método simplificado, e 1% (tubos) e 4% (conexões), para o método analítico, indicando a aplicabilidade dos métodos propostos, para estes sistemas. A diferença entre a quantidade de mão-de-obra (homens-hora) prognosticada utilizando-se o TCPO (2003) e a prognosticada utilizando o método proposto foi de 71%, indicando a necessidade de um maior aprofundamento na exploração dos indicadores de produtividade da mão-de-obra na execução destes sistemas.

Palavras-chave: Produtividade da mão-de-obra. Consumo unitário de materiais. Orçamento.

ABSTRACT

The objective of this work is to elaborate a method aimed at evaluating the labour productivity in the execution of hydraulic systems and the unitary consumption of materials in these systems in two distinct moments: at the undertaking viability phase (simplified method) and at the architecture project phase (analytical method). The concepts that guided the elaboration of the proposed method involving conceptions on labour productivity, unitary consumption of materials and building systems will be presented. Besides these theoretical concepts, the detailing of the collection method and data processing for the evaluation of these indices will be performed, which include from the data collection planning, the data collection itself to the data processing. The results on labour productivity correspond to the survey of these parameters in four building sites in the state of São Paulo, while those on the unitary consumption of materials are a result of analysis and survey of information from 12 hydraulic systems of multiple-pavement residential buildings. The evaluation of labour productivity indices considering tasks and subtasks inherent to the execution of building systems with different effort levels is one of the contributions of this research, unlike budgeting handbooks that bring these parameters only in terms of the type of material and connections employed. Regarding to the unitary consumption of materials, the simplified method allows estimating the quantity of pipes and connections, considering the type and number of apartments per floor and their respective area as input variables. The prognostic of these quantities using the analytical method is performed based on the number and type of rooms provided with hydraulic building systems in the apartment and on the type, number of water consumption/intake points of these apartments, as well as on equations elaborated from the observation of conceptions in the projects analyzed. The proposed methods for unitary consumption of materials were applied to a real case and the difference between the quantity of pipes and connections measured and predicted was 16% (pipes) and 22% (connections), for the simplified method, and 1% (pipes) and 4% (connections) for the analytical method, validating the proposed methods for these systems. The difference between labour employed (man-hour) predicted using budgeting handbooks and those predicted using the proposed method was 71%, indicating the need of further analysis of labour productivity indices in the hydraulic building systems.

Keywords: Labour productivity. Unitary consumption of materials. Budget.

Lista de Figuras

VOLUME 1

CAPÍTULO 1

Figura 1.1	Etapas da Metodologia de Pesquisa	018
Figura 1.2	Etapas do Método de Pesquisa	029

CAPÍTULO 2

Figura 2.1	Produtividade da mão-de-obra (SOUZA, 2001)	037
Figura 2.2	Representação gráfica do Modelo dos Fatores. Fonte: SOUZA (1996)	039
Figura 2.3	Exemplos das diferentes naturezas das perdas: (a) entulho na execução de sistemas prediais; (b) incorporação de argamassa para embutir as tubulações; (c) material faltante na entrega de areia	045

CAPÍTULO 3

Figura 3.1	Classificação dos sistemas prediais em função do tipo de insumo/serviço requerido pelos usuários	054
Figura 3.2	Classificação do sistema predial de água fria em função do tipo de abastecimento: (a) Sistema direto; (b) sistema indireto (adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)	057
Figura 3.3	Sistema de abastecimento direto: (a) sem bombeamento (SD-S); (b) com bombeamento (SD-B <i>Booster</i>) (adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)	058
Figura 3.4	Sistema indireto: (a) com uso de reservatório superior (SI-G-RS); (b) com bombeamento da água diretamente da rede pública de abastecimento ao reservatório superior (SI-G-RS/B); (c) contendo reservatórios inferior e superior e dispositivo de bombeamento da água entre os mesmos (SI-G-RS/RI) (adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)	060
Figura 3.5	Sistema indireto hidropneumático: (a) sem bombeamento (SI-H); (b) com bombeamento (SI-H-B); (c) com bombeamento e reservatório inferior (SI-H-B/RI) (adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)	061
Figura 3.6	Ramais externo e interno e seus componentes (TESIS, 2003)	064
Figura 3.7	Corte: reservatório inferior (TESIS, 2003)	067

Figura 3.8	Reservatório superior (TESIS, 2003)	067
Figura 3.9	Reservatório inferior e as instalações elevatórias	068
Figura 3.10	Tipos de barrilete: a) concentrado b) ramificado	070
Figura 3.11	Ramal e sub-ramais (GONÇALVES, 2007)	072
Figura 3.12	Esquema vertical de um sistema predial de combate a incêndio: hidrantes (GONÇALVES, 2007)	081
Figura 3.13	SPES convencional dotado de ventilação secundária (Planta e elevação)	084
Figura 3.14	Válvulas de admissão de ar: a) Válvula Max-Vent®; b) Válvula Mini-Vent® (AMORIM, 2006)	085
Figura 3.15	Partes constituintes do sistema predial de esgoto sanitário (GONÇALVES, 2007)	087
Figura 3.16	Zonas de sobrepressão segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999)	089
Figura 3.17	Subsistema de ventilação primária (TESIS, 2007)	090
Figura 3.18	Comparação entre a estrutura molecular do polietileno normal e do polietileno reticulado (PEX) – (PEX do Brasil, 2005)	097

CAPÍTULO 4

Figura 4.1	Etapas da coleta de dados e respectivas atividades	106
Figura 4.2	Planta do sistema predial de esgoto sanitário de um ambiente molhável onde se pode verificar o tipo e número de conexões existentes	108
Figura 4.3	Divisão dos sistemas prediais de suprimento de água fria e água quente	110
Figura 4.4	Divisão dos sistemas prediais de suprimento de gás e de prevenção e combate a incêndios	110
Figura 4.5	Divisão dos sistemas prediais de coleta de esgoto sanitário e águas pluviais	111
Figura 4.6	Exemplo de trecho de tubulação com mais de uma conexão em uma de suas extremidades: (a) tubo de esgoto sanitário delimitado por duas conexões em cada extremidade; (b) registro de gaveta e o uso de adaptadores para junção com o trecho de tubulação	112
Figura 4.7	Exemplo de isométrica com ênfase nas conexões	113
Figura 4.8	Exemplo de planilha eletrônica para a quantificação do comprimento dos trechos de tubulação, número de conexões e diâmetro	115

Figura 4.9	Exemplo de elaboração de planilhas de coleta a partir das planilhas “Fonte”	116
Figura 4.10	Divisão da execução dos sistemas de suprimento de água fria e água quente em tarefas e subtarefas	118
Figura 4.11	Divisão da execução dos sistemas de suprimento gás e prevenção e combate a incêndios em tarefas e subtarefas	119
Figura 4.12	Divisão da execução dos sistemas de esgoto sanitário e águas pluviais em tarefas e subtarefas	119
Figura 4.13	Esquema geral das planilhas para quantificação dos serviços executados no canteiro de obras	123
Figura 4.14	Exemplo de planilha para anotação do serviço ou suas respectivas tarefas e subtarefas durante o dia de trabalho	125
Figura 4.15	Exemplo de utilização de argumentos matriciais no processamento dos dados	132
Figura 4.16	Fluxograma para obtenção do indicador de produtividade da mão-de-obra a partir das planilhas “Fonte”, “Coleta em Obra” e de “Quantitativo de Projeto”	134
Figura 4.17	Fluxograma para a obtenção do consumo unitário a partir das planilhas “Fonte”	135

CAPÍTULO 5

Figura 5.1	Vista Geral da obra SP0101	138
Figura 5.2	Vista Geral da obra SP0201	139
Figura 5.3	Vista Geral da obra SP0301	140
Figura 5.4	Vista Geral da obra SP0601	142
Figura 5.5	Vista Geral da obra SP0701	143
Figura 5.6	Vista Geral da obra SP0801	144
Figura 5.7	Estocagem dos componentes utilizados na execução dos sistemas prediais: (a) Estoque de tubos – SP0101; (b) Estoque de tubos – SP0201; (c) Estoque de tubos – SP0301; (d) Estoque de conexões – SP0401	188
Figura 5.8	Sobras de tubos – SP0101: (a) PVC; (b) Cobre	189
Figura 5.9	Marcação e corte das paredes para embutimento das instalações – SP0101: (a) e (b) execução do risco no prumo; (c) execução do corte das paredes; (d) execução dos rasgos nas paredes	190
Figura 5.10	Produção de kits de instalações – SP0101: (a) operário trabalhando na bancada na produção de kits (b) e (c) kits produzidos e estocados em sala reservada	191

Figura 5.11	Execução das prumadas – SP0101: (a) vista das prumadas do <i>shaft</i> da área de serviço (b) vista das prumadas do <i>shaft</i> do hall de serviço com detalhe para a proteção entre a braçadeira e as tubulações de cobre; (c) Prumadas fixadas e chumbadas no <i>shaft</i>	193
Figura 5.12	Execução dos ramais de distribuição de água fria e água quente – SP0101: (a) tubulações fixadas junto à laje de teto do apartamento (b) tubulações posicionadas sobre a alvenaria para posterior montagem; (c) e (d) detalhe da fixação das tubulações na laje de teto do apartamento	195
Figura 5.13	Execução dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente nos rasgos das paredes (<i>kits</i>) – SP0101; (a) nivelamento e aprumo do <i>kit</i> na parede (b) exemplo de um <i>kit</i> chumbado na parede	197
Figura 5.14	Execução do ramal de esgoto – SP0101: (a) ramal de esgoto embutido na parede; (b) passante para execução do ramal de esgoto junto ao pilar	198
Figura 5.15	Execução dos tubos de queda (esgoto, águas pluviais) e colunas de ventilação – SP0101: (a) tubos de queda fixados junto ao perfil metálico (b) vista das tubulações de esgoto do <i>shaft</i> da área de serviço	199
Figura 5.16	Execução dos ramais de esgoto – SP0101: (a) fixação do pino junto à laje; (b) fita Walsywa já colocada sobre o ralo sifonado; (c) colocação da fita Walsywa junto à tubulação de esgoto; (d) vista geral dos ramais de esgoto já devidamente fixados	200
Figura 5.17	Chumbamento das tubulações nas paredes – SP0201: (a) verificação do nível do trecho de tubulação (b) verificação do prumo do trecho de tubulação	201
Figura 5.18	Produção de <i>kits</i> – SP0201: (a) e (b) bancada improvisada	203
Figura 5.19	Ramais de distribuição de água fria – SP0201: (a) sobre a última fiada de alvenaria; (b) e (c) sob a laje de teto; (d) sob a laje de teto, porém fixadas com braçadeiras	204
Figura 5.20	Ramais e sub-ramais de água fria e água quente – SP0201: (a) e (b) ramais e sub-ramais fixados provisoriamente nos rasgos das paredes; (c) detalhe da fixação provisória da tubulação de água quente; (d) <i>kit</i> de ramal e sub-ramal de água quente e água quente fixado provisoriamente nos rasgos da parede	205
Figura 5.21	Ramais de esgoto sob a laje de teto – SP0201: (a) e (b) ramais de esgoto dos banheiros das suítes	206
Figura 5.22	Ramais de esgoto embutidos nas paredes – SP0201: (a) cozinha; (b) banheiro de suíte	207
Figura 5.23	Produção de <i>kits</i> – SP0301: (a) bancada localizada no 1º subsolo; (b) esboço dos <i>kits</i> a serem produzidos	208
Figura 5.24	Execução das prumadas – SP0301: (a) operário lixando o topo da tubulação; (b) operário colocando o tubo na conexão; (c) operário realizando a solda entre a conexão e o tubo	209
Figura 5.25	Ramais de distribuição de água fria e água quente – SP0301: (a) fixação do piso com rosca para montagem do suporte das tubulações; (b) montagem do ramal de distribuição água fria e água quente, (c) detalhe da solda da tubulação com a conexão, com destaque para o suporte utilizado nesta obra	210

Figura 5.26	Ramais de água fria e água quente – SP0301: (a) ramais destinados à condução de água fria (direita) e água quente (esquerda) do ramal de distribuição aos ramais e sub-ramais que alimentam os pontos de consumo do ambiente; (b) sub-ramais de água fria e água quente de um dos banheiros das suítes	212
Figura 5.27	Abertura da laje e chumbamento dos passantes – SP0401: (a) estoque de tubos passantes; (b) locação e abertura de furo na laje; (c) estoque de anteparo de madeira compensada resinada; (d) tubos passantes chumbados	214
Figura 5.28	Execução dos ramais de distribuição de água fria: (a) ramal fixado por arame junto à laje; (b) ramal sem fixação junto à laje	215
Figura 5.29	Sub-ramal de água fria e ramal de esgoto – SP0401: (a) furo na laje para colocação das tubulações; (b) tubulações fixadas junto aos sarrafos presos à parede; (c) anteparo de madeira compensada para o chumbamento das tubulações; (d) tubulações chumbadas com argamassa de cimento (detalhe: barras de aço utilizada para sustentação do anteparo)	216
Figura 5.30	Execução dos tubos de queda de esgoto, colunas de ventilação e tubos de queda de águas pluviais – SP0401: (a) Posicionamento dos blocos de vermiculita na posição dos <i>shafts</i> antes da concretagem da laje; (b) abertura de furos para passagem das tubulações; (c) tubulações montadas no <i>shaft</i>	217
Figura 5.31	Execução dos ramais de esgoto – SP0401: (a) Ramais de esgoto do banheiro; (b) detalhe da fixação da tubulação na laje	218

VOLUME 2

CAPÍTULO 8

Figura 8.1	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: prumadas de água fria	337
Figura 8.2	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramal de distribuição de água fria	338
Figura 8.3	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramais e sub-ramais de água fria	338
Figura 8.4	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramal de distribuição de água quente	339
Figura 8.5	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramais e sub-ramais de água quente	340
Figura 8.6	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: prumadas de gás	340
Figura 8.7	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramal de distribuição de gás	341
Figura 8.8	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramais e sub-ramais de gás	341

Figura 8.9	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: prumadas de incêndio	342
Figura 8.10	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: tubos de queda de esgoto	343
Figura 8.11	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: colunas de ventilação	343
Figura 8.12	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramais de esgoto	344
Figura 8.13	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: tubos de queda de águas pluviais	344
Figura 8.14	Valores de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo – prognóstico: ramais de águas pluviais	345
Figura 8.15	Exemplo de determinação do número de conjuntos de ambientes molháveis atendidos pelo ramal de distribuição de água fria	353
Figura 8.16	Faixa de valores de número de conexões por metro de tubulação – ramal de distribuição de água fria	353
Figura 8.17	Faixa de valores de número de conexões por metro de tubulação – ramal de distribuição de água quente	362
Figura 8.18	Faixa de valores de número de conexões por metro de tubulação – ramal de retorno de água quente	362
Figura 8.19	Exemplo de faixa de valores para $RUP_{Potencial}$ e $\Delta RUP_{Cumulativa - Potencial}$ – subtarefa “Montagem e Fixação dos Ramais de Esgoto sob a laje	387

Lista de Tabelas

VOLUME 1

CAPÍTULO 1

Tabela 1.1	Classificação da pesquisa desenvolvida nesta tese	026
Tabela 1.2	Relação de obras e projetos de sistemas prediais hidráulicos analisados	032
Tabela 1.3	Apresentação da estruturação dos capítulos	035

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1	Exemplo de cálculo das RUP's: execução de prumadas de cobre	042
------------	---	-----

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1	Tipos de sistemas prediais em função do insumo e/ou serviço requerido pelos usuários (GONÇALVES, 1994)	053
Tabela 3.2	Parâmetros para escolha do tipo de sistema predial de água fria GONÇALVES (2007)	063
Tabela 3.3	Elementos do sistema predial de suprimento de água fria	063
Tabela 3.4	Propriedades do GNP, GLP e gás de nafta (AMORIM, 2006)	079
Tabela 3.5	Vantagens na utilização da cada gás (AMORIM, 2001)	079
Tabela 3.6	Elementos do sistema predial de esgoto sanitário	086
Tabela 3.7	Principais elementos do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário (NBR 8160; ABNT, 1999)	087
Tabela 3.8	Materiais empregados nos tubos e conexões utilizados nos sistemas prediais	093
Tabela 3.9	Classes dos tubos de cobre e seus respectivos usos	096
Tabela 3.10	Tubos de cobre: espessura das paredes e pressão de serviço por Classe	096

CAPÍTULO 5

Tabela 5.1	Características gerais das edificações	146
Tabela 5.2	Características gerais do pavimento-tipo/apartamento-tipo	147
Tabela 5.3	Tipos de sistemas prediais existentes nas obras analisadas e os materiais empregados	150
Tabela 5.4	Resumo das características do sistema predial de suprimento de água fria das obras analisadas	168
Tabela 5.5	Resumo das características do sistema predial de suprimento de água quente das obras analisadas	171
Tabela 5.6	Resumo das características do sistema predial de suprimento de gás das obras analisadas	178
Tabela 5.7	Resumo das características do sistema predial de esgoto sanitário das obras analisadas	181
Tabela 5.8	Resumo das características do sistema predial de escoamento de águas pluviais das obras analisadas	184
Tabela 5.9	Composição da equipe de trabalho – SP0101	219
Tabela 5.10	Composição da equipe de trabalho – SP0201	222
Tabela 5.11	Composição da equipe de trabalho – SP0301	223
Tabela 5.12	Composição da equipe de trabalho – SP0401	225

CAPÍTULO 6

Tabela 6.1	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: prumadas de água específicas a cada apartamento	229
Tabela 6.2	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: prumadas de água fria comuns aos apartamentos	230
Tabela 6.3	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: ramal de distribuição de água fria	231
Tabela 6.4	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: ramais e sub-ramais de água fria	232
Tabela 6.5	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: sistema predial de suprimento de água quente	233
Tabela 6.6	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: sistema predial de suprimento de gás	234

Tabela 6.7	Metros de tubos por área de apartamento-tipo e número de conexões por metro de tubulação: sistema predial de prevenção e combate a incêndios	235
Tabela 6.8	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: tubos de queda e coluna de ventilação	236
Tabela 6.9	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: ramais de esgoto e de ventilação	237
Tabela 6.10	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: tubos de queda	238
Tabela 6.11	Metros de tubos por área de apartamento-tipo: resumo dos tubos de queda e ramais	239
Tabela 6.12	Número de conexões por área de apartamento-tipo: prumadas de água fria específicas a cada apartamento	240
Tabela 6.13	Número de conexões por área de apartamento-tipo: prumadas de água fria comuns aos apartamentos	241
Tabela 6.14	Número de conexões por área de apartamento-tipo: ramal de distribuição de água fria	242
Tabela 6.15	Número de conexões por área de apartamento-tipo: ramais e sub-ramais de água fria	243
Tabela 6.16	Número de conexões por área de apartamento-tipo – sistema predial de suprimento de água quente	244
Tabela 6.17	Número de conexões por por área de apartamento-tipo: sistema predial de suprimento de gás	245
Tabela 6.18	Número de conexões por área de apartamento-tipo: sistema predial de prevenção e combate a incêndios	246
Tabela 6.19	Número de conexões por área de apartamento-tipo: tubos de queda e coluna de ventilação	247
Tabela 6.20	Número de conexões por área de apartamento-tipo: ramais de esgoto e de ventilação	248
Tabela 6.21	Número de conexões por área de apartamento-tipo: tubos de queda	249
Tabela 6.22	Número de conexões por área de apartamento-tipo: resumo dos tubos de queda e ramais	250
Tabela 6.23	Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramal de distribuição de água fria	251
Tabela 6.24	Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – banheiros das suítes e banheiro social	252
Tabela 6.25	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – banheiro de empregada	254

Tabela 6.26	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – lavabo	255
Tabela 6.27	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – área de serviço	256
Tabela 6.28	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – cozinha	257
Tabela 6.29	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – terraços	258
Tabela 6.30	Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramal de distribuição de água quente	259
Tabela 6.31	Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramal de retorno de água quente	260
Tabela 6.32	Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente – banheiros das suítes e banheiro social	261
Tabela 6.33	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente – banheiro de empregada e lavabo	263
Tabela 6.34	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente – cozinha	264
Tabela 6.35	Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramal de distribuição de gás	265
Tabela 6.36	Indicadores de consumo de materiais: ramais e sub-ramais de gás – área de serviço	266
Tabela 6.37	Indicadores de consumo de materiais: ramais e sub-ramais de gás – cozinha	267
Tabela 6.38	Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – banheiros das suítes e banheiro social	268
Tabela 6.39	Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – banheiro de empregada	270
Tabela 6.40	Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – lavabo	271
Tabela 6.41	Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – cozinha	272
Tabela 6.42	Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – área de serviço	273
Tabela 6.43	Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – terraço da sala de estar	274
Tabela 6.44	Indicadores de consumo de materiais: ramais de águas pluviais	275

Tabela 6.45	Estatísticas gerais (por área): sistema predial de suprimento de água fria	277
Tabela 6.46	Estatísticas gerais (por área): sistema predial de suprimento de água quente	277
Tabela 6.47	Estatísticas gerais (por área): sistema predial de suprimento de gás	278
Tabela 6.48	Estatísticas gerais (por área): sistema predial prevenção e combate a incêndios	278
Tabela 6.49	Estatísticas gerais (por área): sistema predial de esgoto sanitário	278
Tabela 6.50	Estatísticas gerais (por área): sistema predial de escoamento de águas pluviais	279
Tabela 6.51	Estatísticas gerais (m/ponto; m/ambiente; conexões/m): sistema predial de suprimento de água fria	279
Tabela 6.52	Estatísticas gerais (m/ponto; m/ambiente; conexões/m): sistema predial de suprimento de água quente	280
Tabela 6.53	Estatísticas gerais (m/ponto; m/ambiente; conexões/m): sistema predial de suprimento de gás	280
Tabela 6.54	Estatísticas gerais (m/ponto; conexões/m): sistema predial de esgoto sanitário – ramais de esgoto e de ventilação	281
Tabela 6.55	Estatísticas gerais (m/ponto; conexões/m): sistema predial de escoamento de águas pluviais – ramais	281

VOLUME 2

CAPÍTULO 7

Tabela 7.1	Resumo das quantidades de Homens-hora e quantidades de serviços – Obra SP0101	284
Tabela 7.2	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Corte de Paredes” – Obra SP0101	285
Tabela 7.3	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Rasgo de Paredes” – Obra SP0101	285
Tabela 7.4	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de <i>kits</i> – cobre” – Obra SP0101	286
Tabela 7.5	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Prumadas – cobre” – Obra SP0101	287
Tabela 7.6	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – cobre” – Obra SP0101	288
Tabela 7.7	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – cobre” – Obra SP0101	289

Tabela 7.8	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>kits</i> – cobre” – Obra SP0101	290
Tabela 7.9	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	291
Tabela 7.10	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	292
Tabela 7.11	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC” – Obra SP0101	294
Tabela 7.12	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto – paredes” – Obra SP0101	295
Tabela 7.13	Resumo das quantidades de Homens-hora e quantidades de serviços – Obra SP0201	296
Tabela 7.14	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Fixação da tubulação nas paredes (argamassa)” – Obra SP0201	297
Tabela 7.15	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de <i>kits</i> – PVC” – Obra SP0201	298
Tabela 7.16	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de <i>kits</i> – Cobre” – Obra SP0201	298
Tabela 7.17	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – PVC” – Obra SP0201	299
Tabela 7.18	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – Cobre” – Obra SP0201	300
Tabela 7.19	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – PVC” – Obra SP0201	301
Tabela 7.20	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – Cobre” – Obra SP0201	301
Tabela 7.21	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>kits</i> – PVC/Cobre” – Obra SP0201	302
Tabela 7.22	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	303
Tabela 7.23	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – paredes – PVC” – Obra SP0201	303
Tabela 7.24	Resumo das quantidades de Homens-hora e quantidades de serviços – Obra SP0301	304
Tabela 7.25	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Corte e rasgo de paredes” – Obra SP0301	305
Tabela 7.26	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Produção de <i>kits</i> – Cobre” – Obra SP0301	306

Tabela 7.27	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Prumadas – cobre” – Obra SP0301	306
Tabela 7.28	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – Fixação” – Obra SP0301	307
Tabela 7.29	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – Montagem – Cobre” – Obra SP0301	308
Tabela 7.30	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – tetos – Cobre” – Obra SP0301	309
Tabela 7.31	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	310
Tabela 7.32	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – Cobre – sanitários” – Obra SP0301	311
Tabela 7.33	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais – paredes <i>kits</i> – Cobre – sanitários” – Obra SP0301	311
Tabela 7.34	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	312
Tabela 7.35	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC” – Obra SP0301	313
Tabela 7.36	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – paredes – PVC” – Obra SP0301	314
Tabela 7.37	Resumo das quantidades de Homens-hora e quantidades de serviços – Obra SP0401	315
Tabela 7.38	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Abertura de passantes” – Obra SP0401	316
Tabela 7.39	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Fixação de passantes” – Obra SP0401	317
Tabela 7.40	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Abertura de <i>shafts</i> ” – Obra SP0401	318
Tabela 7.41	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de distribuição – PVC – Montagem” – Obra SP0401	318
Tabela 7.42	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais/sub-ramais água fria – sob a laje – PVC” – Obra SP0401	319
Tabela 7.43	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	320
Tabela 7.44	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC” – Obra SP0401	321
Tabela 7.45	RUP Diária, RUP Cumulativa e RUP Potencial para a execução da tarefa “Ramais de gás – piso – Cobre” – Obra SP0401	322

Tabela 7.46	Percentual de Homens-hora analisados nas obras	323
Tabela 7.47	RUP: Abertura de <i>shafts</i> e passantes, chumbamento de tubulações, corte e rasgo de paredes	324
Tabela 7.48	RUP: produção de <i>Kits</i>	324
Tabela 7.49	RUP: prumadas	325
Tabela 7.50	ramais de distribuição	325
Tabela 7.51	RUP: ramais e sub-ramais de água fria, água quente e gás embutidos na parede	326
Tabela 7.52	RUP: ramais e sub-ramais de água fria e água quente sob a laje e ramais de gás embutidos no piso	326
Tabela 7.53	RUP: tubos de queda de esgoto e águas pluviais e colunas de ventilação de esgoto	327
Tabela 7.54	RUP: ramais de esgoto e de águas pluviais sob a laje	327
Tabela 7.55	RUP: ramais de esgoto embutidos na parede	327

CAPÍTULO 8

Tabela 8.1	Fatores de conteúdo: metros de tubulação por área de apartamento-tipo	331
Tabela 8.2	Fatores de conteúdo: metros de tubulação pelo número de pontos de consumo	332
Tabela 8.3	Fatores de conteúdo: número de conexões por metro de tubulação	332
Tabela 8.4	Fatores de conteúdo e contexto relacionado à RUP Potencial: execução do sistema de suprimento de água fria	334
Tabela 8.5	Definição do número de prumadas de água fria	350
Tabela 8.6	Metros de tubulação pelo número de ambientes atendidos pelo ramal de distribuição de água fria	352
Tabela 8.7	Número de pontos de consumo mínimo em cada ambiente– ramais e sub-ramais de água fria	354
Tabela 8.8	Cálculo do número de pontos de consumo de água fria por ambiente	355
Tabela 8.9	Indicador de consumo metros de tubulação por número de pontos de consumo de água fria e número de conexões por metro de tubulação	356
Tabela 8.10	Definição do número de prumadas: única zona de pressão	359
Tabela 8.11	Definição do número de prumadas: duas zonas de pressão	359

Tabela 8.12	Metros de tubulação de ramal de distribuição e de ramal de retorno pelo número de ambientes atendidos pelo ramal de distribuição	361
Tabela 8.13	Número de pontos de consumo mínimo em cada ambiente – ramais e sub-ramais de água quente	364
Tabela 8.14	Número de pontos de consumo de água quente por ambientes	364
Tabela 8.15	Indicador de consumo metros de tubulação por número de pontos de consumo de água quente e número de conexões por metro de tubulação	365
Tabela 8.16	Comprimento de tubulação e número de conexões por metro de tubulação – ramal de distribuição de gás	368
Tabela 8.17	Número de pontos de consumo de gás por ambiente	369
Tabela 8.18	Indicador de consumo metros de tubulação por número de pontos de consumo de gás e número de conexões por metro de tubulação	370
Tabela 8.19	Definição do número de tubos de queda de esgoto	374
Tabela 8.20	Definição do número de conexões – tubo de queda	375
Tabela 8.21	Número de pontos de captação – sistema predial de esgoto sanitário	378
Tabela 8.22	Cálculo do número de pontos de captação de esgoto por ambiente	378
Tabela 8.23	Indicador de consumo metros de tubulação por número de pontos de captação de esgoto e número de conexões por metro de tubulação	379
Tabela 8.24	Definição do número de tubos de queda: águas pluviais	381
Tabela 8.25	Definição do número de conexões – tubo de queda de águas pluviais	382
Tabela 8.26	Cálculo do número de pontos de captação de águas pluviais por ambiente	383
Tabela 8.27	Indicador de consumo metros de tubulação por número de pontos de captação de águas pluviais e número de conexões por metro de tubulação	384
Tabela 8.28	Faixas de valores de RUP Potencial e Δ RUP Cumulativa – Potencial para as diversas subtarefas inerentes à execução dos sistemas prediais hidráulicos	389
Tabela 8.29	Características gerais – SP1101	391
Tabela 8.30	Características gerais do pavimento-tipo/apartamento-tipo – SP1101	392
Tabela 8.31	Áreas dos ambientes molháveis – SP1101	393
Tabela 8.32	Características do sistema predial de suprimento de água fria –SP1101	393
Tabela 8.33	características do sistema predial de suprimento de água quente – SP1101	394
Tabela 8.34	Características do sistema predial de suprimento de gás – SP1101	394

Tabela 8.35	Características do sistema predial de esgoto sanitário – SP1101	394
Tabela 8.36	Características do sistema predial de escoamento de águas pluviais – SP1101	395
Tabela 8.37	Número de pontos de consumo e de captação – SP1101	396
Tabela 8.38	Quantidade de tubos e conexões: sistema predial de suprimento de água fria – SP1101	397
Tabela 8.39	Quantidade de tubos e conexões: sistema predial de suprimento de água quente – SP1101	398
Tabela 8.40	Quantidade de tubos e conexões: sistema predial de suprimento de gás – SP1101	398
Tabela 8.41	Quantidade de tubos e conexões: sistema predial de prevenção e combate a incêndios – SP1101	399
Tabela 8.42	Quantidade de tubos e conexões: sistema predial de coleta de esgoto – SP1101	399
Tabela 8.43	Quantidade de tubos e conexões: sistema predial de coleta de águas pluviais – SP1101	400
Tabela 8.44	Comparação entre o comprimento real de tubos e número de conexões e os obtidos utilizando o método de prognóstico simplificado – Sistema predial de suprimento de água fria	401
Tabela 8.45	Comparação entre o comprimento real de tubos e número de conexões e os obtidos utilizando o método de prognóstico simplificado – Sistema predial de suprimento de água quente	401
Tabela 8.46	Comparação entre o comprimento real de tubos e número de conexões e os obtidos utilizando o método de prognóstico simplificado – Sistema predial de suprimento de gás	402
Tabela 8.47	Comparação entre o comprimento real de tubos e número de conexões e os obtidos utilizando o método de prognóstico simplificado – Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	402
Tabela 8.48	Comparação entre o comprimento real de tubos e número de conexões e os obtidos utilizando o método de prognóstico simplificado – Sistema predial de coleta de esgoto	403
Tabela 8.49	Comparação entre o comprimento real de tubos e número de conexões e os obtidos utilizando o método de prognóstico simplificado – Sistema predial de coleta de águas pluviais	403
Tabela 8.50	Comparação entre o comprimento real de tubos e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de água fria	404
Tabela 8.51	Comparação entre o número de conexões real e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de água fria	405

Tabela 8.52	Comparação entre o comprimento real de tubos e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de água quente	406
Tabela 8.53	Comparação entre o número de conexões real e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de água quente	406
Tabela 8.54	Comparação entre o comprimento real de tubos e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de gás	407
Tabela 8.55	Comparação entre o número de conexões real e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de gás	407
Tabela 8.56	Comparação entre o comprimento real de tubos e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	408
Tabela 8.57	Comparação entre o número de conexões real e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	408
Tabela 8.58	Comparação entre o comprimento real de tubos e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de coleta de esgoto	409
Tabela 8.59	Comparação entre o número de conexões real e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de coleta de esgoto	409
Tabela 8.60	Comparação entre o comprimento real de tubos e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de coleta de águas pluviais	410
Tabela 8.61	Comparação entre o número de conexões real e o obtido utilizando o método de prognóstico analítico – Sistema predial de coleta de águas pluviais	410
Tabela 8.62	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – <i>Shafts</i> e passantes	411
Tabela 8.63	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Corte e rasgos de paredes	411
Tabela 8.64	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de água fria	412
Tabela 8.65	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de água quente	412
Tabela 8.66	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Sistema predial de suprimento de gás	413
Tabela 8.67	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	413
Tabela 8.68	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Sistema predial de coleta de esgoto	413

Tabela 8.69	Homens-hora demandados – método de prognóstico analítico – Sistema predial de coleta de águas pluviais	414
Tabela 8.70	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Corte e rasgos de paredes	415
Tabela 8.71	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Sistema predial de suprimento de água fria	415
Tabela 8.72	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Sistema predial de suprimento de água quente	416
Tabela 8.73	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Sistema predial de suprimento de gás	416
Tabela 8.74	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	416
Tabela 8.75	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Sistema predial de coleta de esgoto	417
Tabela 8.76	Homens-hora demandados – TCPO (2003) – Sistema predial de coleta de águas pluviais	417
Tabela 8.77	Metros de tubulação e número de conexões por tipo de sistema: comparação entre a quantidade levantada em projeto e a prognosticada utilizando o método simplificado	418
Tabela 8.78	Metros de tubulação e número de conexões por tipo de sistema: comparação entre quantidade levantada em projeto e a prognosticada utilizando o método analítico	418
Tabela 8.79	Quantidade de Homens-hora demandados por tipo de sistema: comparação entre a quantidade prognosticada utilizando o método proposto e a prognosticada utilizando o TCPO (2003)	420

CAPÍTULO 9

Tabela 9.1	Perdas de tubos de PVC (esgoto) – Obra SP0101	428
Tabela 9.2	Perdas de tubos de PVC (esgoto) – Obra SP0201	428
Tabela 9.3	Perdas de tubos de PVC (água fria) – Obra SP0201	429
Tabela 9.4	Perdas de tubos de cobre – Obra SP0101	429
Tabela 9.5	Perdas de tubos de cobre – Obra SP0201	430

SUMÁRIO

VOLUME 1

CAPÍTULO 1	001
1. INTRODUÇÃO	001
1.1 A importância da melhoria da produtividade no uso dos recursos físicos nos canteiros de obras	001
1.2 A importância do estudo da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais nos sistemas prediais hidráulicos	007
1.3 A necessidade de um método para o prognóstico da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais nos sistemas prediais hidráulicos	011
1.4 Contexto do trabalho	014
1.5 Metodologia da pesquisa	015
1.5.1 Pesquisa científica	016
1.5.2 Método científico	017
1.5.3 Tema e formulação do problema de pesquisa	019
1.5.3.1 Tema de pesquisa	019
1.5.3.2 Problema de pesquisa	020
1.5.4 Hipótese	022
1.5.5 Objetivos	024
1.5.6 Classificação da pesquisa	026
1.5.7 Método de pesquisa	028
1.6 Estrutura do texto	034
CAPÍTULO 2	036
2. PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA E CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS	036
2.1 Aspectos conceituais relacionados à produtividade da mão-de-obra	036
2.1.1 Definição	036
2.1.2 Modelo dos fatores	037
2.1.3 Indicadores para mensuração da produtividade da mão-de-obra	039

2.1.4 Classificação dos indicadores de produtividade da mão-de-obra	040
2.2 Aspectos conceituais relacionados a perdas e consumo unitário	042
2.2.1 Consumo unitário de materiais	042
2.2.2 Perdas de materiais	044
2.2.3 Classificação das perdas	045
2.2.3.1 Segundo sua forma de manifestação	045
2.2.3.2 Segundo o momento de incidência na etapa de Produção	045
2.2.3.3 Segundo suas causas	046
2.2.3.4 Segundo sua origem	047
2.3 Analogia entre os indicadores de produtividade da mão-de-obra e perdas de materiais	047
CAPÍTULO 3	049
3. SISTEMAS PREDIAIS	049
3.1 Definição de sistemas prediais	049
3.2 Classificação dos sistemas prediais	053
3.3 Sistema predial de suprimento de água fria	055
3.3.1 Definição	055
3.3.2 Requisitos de desempenho	056
3.3.3 Classificação	057
3.3.3.1 Sistema de abastecimento direto	058
3.3.3.2 Sistema de abastecimento indireto	059
3.3.4 Escolha do tipo de sistema	062
3.3.5 Partes constituintes	063
3.3.5.1 Alimentação	064
3.3.5.2 Reservatórios	066
3.3.5.3 Distribuição interna	069
3.4 Sistema predial de suprimento de água quente	072
3.4.1 Definição	072
3.4.2 Requisitos de desempenho	073

3.4.3 Classificação	073
3.4.3.1 Quanto à abrangência de pontos de consumo abastecidos simultaneamente	074
3.4.3.2 Quanto à fonte de energia para o aquecimento	074
3.4.3.3 Quanto à acumulação de água quente	075
3.4.3.4 Sistemas integrados de aquecimento	075
3.4.4 Partes constituintes	076
3.5 Sistema predial de suprimento de gás	077
3.5.1 Definição	077
3.5.2 Requisitos	077
3.5.3 Tipo de gás	078
3.6 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	079
3.7 Sistema predial de esgoto sanitário (SPES)	082
3.7.1 Definição	082
3.7.2 Requisitos de desempenho	082
3.7.3 Classificação	083
3.7.3.1 SPES convencional dotado de ventilação primária	083
3.7.3.2 SPES convencional dotado de ventilação primária e secundária	083
3.7.3.3 SPES dotado de válvulas de admissão de ar	084
3.7.4 Partes constituintes	086
3.7.4.1 Subsistema de coleta e transporte do esgoto sanitário	086
3.7.4.2 Subsistema de ventilação	089
3.8 Sistema predial de escoamento de águas pluviais	091
3.8.1 Definição	091
3.8.2 Requisitos de desempenho	091
3.8.3 Partes constituintes	091
3.9 Materiais empregados nos componentes para os sistemas prediais	092
3.9.1 PVC	094

3.9.2 CPVC	095
3.9.3 Cobre	096
3.9.4 PEX	097
CAPÍTULO 4	098
4. MÉTODO DE COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS	098
4.1 Experiências obtidas e diretrizes a serem seguidas a partir do estudo piloto	099
4.1.1 Quantidade de serviço	099
4.1.2 Homens-hora	103
4.2 Etapas do método de coleta e processamento dos dados	105
4.3 Planejamento da coleta de dados	107
4.3.1 Entendimento do projeto	107
4.3.2 Divisão dos sistemas prediais em subsistemas/elementos	109
4.3.3 Subdivisão dos subsistemas/elementos prediais em componentes	111
4.3.4 Caracterização dos trechos quanto ao seu comprimento, número de conexões e diâmetro	113
4.3.5 Elaboração de planilhas de dados eletrônicas primárias (Planilhas “Fonte”)	114
4.3.6 Divisão dos serviços em tarefas e subtarefas	117
4.3.7 Entendimento da forma de organização da produção	121
4.3.8 Elaboração de planilhas de coleta de dados no canteiro de obras	122
4.3.8.1 Quantidade de serviço executado	122
4.3.8.2 Homens-hora demandados para a execução dos serviços	124
4.3.8.3 Caracterização da edificação e dos sistemas prediais	125
4.4 Coleta de dados	126
4.4.1 Relativa ao cálculo da produtividade da mão-de-obra	127
4.4.1.1 Coleta diária	127
4.4.1.2 Mapeamento inicial dos serviços	128
4.4.2 Relativa ao cálculo do consumo unitário de materiais	129
4.4.3 Relativa à caracterização da edificação e dos sistemas prediais	129

4.5 Processamento dos dados	129
4.5.1 Produtividade da mão-de-obra	131
4.5.2 Consumo unitário de materiais	135
4.5.3 Caracterização da edificação e dos sistemas prediais	136
CAPÍTULO 5	137
5. ESTUDOS DE CASO	137
5.1 Características gerais dos Estudos de Caso	138
5.1.1 SP0101	138
5.1.2 SP0201	139
5.1.3 SP0301	140
5.1.4 SP0401	140
5.1.5 SP0501	141
5.1.6 SP0601	141
5.1.7 SP0701	142
5.1.8 SP0702	143
5.1.9 SP0801	143
5.1.10 SP0901	144
5.1.11 SP1001	145
5.1.12 SP1002	145
5.1.13 Resumo	145
5.2 Características dos sistemas prediais	150
5.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria	150
5.2.1.1 SP0101	151
5.2.1.2 SP0201	153
5.2.1.3 SP0301	155
5.2.1.4 SP0401	157
5.2.1.5 SP0501	158
5.2.1.6 SP0601	159

5.2.1.7 SP0701	161
5.2.1.8 SP0702	162
5.2.1.9 SP0801	163
5.2.1.10 SP0901a e SP0901b	164
5.2.1.11 SP1001	165
5.2.1.12 SP1002	166
5.2.1.13 Resumo das características do sistema predial de suprimento de água fria	167
5.2.2 Sistema predial de suprimento de água quente	170
5.2.2.1 SP0101	172
5.2.2.2 SP0201	173
5.2.2.3 SP0301	173
5.2.2.4 SP0501 e SP0801	174
5.2.2.5 SP0601	174
5.2.2.6 SP0701 e SP0702	175
5.2.2.7 SP0901a e SP0901b	176
5.2.2.8 SP1001 e SP1002	176
5.2.3 Sistema predial de suprimento de gás	177
5.2.4 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	179
5.2.5 Sistema predial de coleta de águas pluviais	183
5.2.6 Sistema predial prevenção e combate a incêndios	186
5.3 Caracterização da execução dos serviços	187
5.3.1 Estocagem e transporte	187
5.3.2 Método executivo	189
5.3.2.1 SP0101	189
5.3.2.2 SP0201	201
5.3.2.3 SP0301	207
5.3.2.4 SP0401	213
5.4 Composição das equipes de trabalho	218

5.4.1 SP0101	219
5.4.2 SP0201	222
5.4.3 SP0301	223
5.4.4 SP0401	225
CAPÍTULO 6	227
6. RESULTADOS: CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS	227
6.1 Metros de tubos por área de apartamento-tipo	229
6.1.1 Sistema predial de suprimento de água fria	229
6.1.1.1 Prumadas	229
6.1.1.2 Ramal de distribuição	231
6.1.1.3 Ramais e sub-ramais	232
6.1.2 Sistema predial de suprimento de água quente	233
6.1.3 Sistema predial de suprimento de gás	234
6.1.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	235
6.1.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	236
6.1.5.1 Tubos de queda e colunas de ventilação	236
6.1.5.2 Ramais	237
6.1.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais	238
6.2 Número de conexões por área de apartamento-tipo	240
6.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria	240
6.2.1.1 Prumadas	240
6.2.1.2 Ramal de distribuição	242
6.2.1.3 Ramal e sub-ramais	243
6.2.2 Sistema Predial de suprimento de água quente	244
6.2.3 Sistema Predial de suprimento de gás	245
6.2.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	246
6.2.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	247
6.2.5.1 Tubos de queda e colunas de ventilação	247

6.2.5.2 Ramais	248
6.2.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais	249
6.3 Metros de tubulação por número de pontos de consumo/captação e número de conexões por metro de tubulação	251
6.3.1 Sistema predial de suprimento de água fria	251
6.3.1.1 Ramal de distribuição	251
6.3.1.2 Ramais e sub-ramais	252
6.3.2 Sistema predial de suprimento de água quente	259
6.3.2.1 Ramal de distribuição	259
6.3.2.2 Ramal de retorno	260
6.3.2.3 Ramais e sub-ramais	261
6.3.3 Sistema predial de suprimento de gás	265
6.3.3.1 Ramal de distribuição	265
6.3.3.2 Ramais e sub-ramais	266
6.3.4 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário – ramais	268
6.3.5 Sistema predial de coleta de águas pluviais - ramais	275
6.4 Estatísticas gerais	277
6.4.1 Metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo	277
6.4.1.1 Sistema predial de suprimento de água fria	277
6.4.1.2 Sistema predial de suprimento de água quente	277
6.4.1.3 Sistema predial de suprimento de gás	278
6.4.1.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	278
6.4.1.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	278
6.4.1.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais	279
6.4.2 Metros de tubulação por ponto de consumo/captação e número de conexões por metro de tubulação	279
6.4.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria	279
6.4.2.2 Sistema predial de suprimento de água quente	280
6.4.2.3 Sistema predial de suprimento de gás	280

6.4.2.4 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	281
6.4.2.5 Sistema predial de coleta de águas pluviais	281

VOLUME 2

CAPÍTULO 7	282
7. RESULTADOS: PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA	282
7.1 SP0101	283
7.1.1 Corte e rasgo de paredes	284
7.1.2 Produção de <i>kits</i> – cobre	286
7.1.3 Prumadas – cobre	287
7.1.4 Ramais de distribuição – cobre	288
7.1.5 Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> e <i>kits</i> – cobre	288
7.1.6 Ramais/sub-ramais – sob a laje – cobre	290
7.1.7 Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais – PVC	291
7.1.8 Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC	293
7.1.9 Ramais de esgoto – paredes	294
7.2 SP0201	296
7.2.1 Fixação da tubulação nas paredes (argamassa)	297
7.2.2 Produção de <i>kits</i> – PVC e Cobre	298
7.2.3 Ramais de distribuição – PVC e Cobre	298
7.2.4 Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – PVC e Cobre e <i>kits</i> PVC/Cobre	300
7.2.5 Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC	302
7.2.6 Ramais de esgoto – paredes – PVC	303
7.3 SP0301	304
7.3.1 Corte e rasgo de paredes	305
7.3.2 Produção de <i>kits</i> – Cobre	305
7.3.3 Prumadas – cobre	306
7.3.4 Ramais de distribuição: fixação e montagem – cobre	306

7.3.5 Ramais/sub-ramais – sob a laje – Cobre	308
7.3.6 Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – Cobre – Cozinha/AS; Ramais/sub-ramais – paredes <i>in loco</i> – Cobre – sanitários e Ramais/sub-ramais – paredes <i>kits</i> – Cobre - sanitários	309
7.3.7 Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda -águas pluviais – PVC	312
7.3.8 Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC	312
7.3.9 Ramais de esgoto – paredes – PVC – cozinha e área de serviço	314
7.4 SP0401	314
7.4.1 Abertura e fixação de passantes	315
7.4.2 Abertura de <i>shafts</i>	317
7.4.3 Ramais de distribuição – PVC – Montagem	318
7.4.4 Ramais/sub-ramais água fria – sob a laje – PVC	319
7.4.5 Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais – PVC	320
7.4.6 Ramais de esgoto/águas pluviais – sob a laje – PVC	321
7.4.7 Ramais de gás – piso - Cobre	322
7.5 Considerações acerca dos resultados levantados	316
7.5.1 Distribuição dos Homens-hora	322
7.5.2 Resumo dos indicadores de produtividade da mão-de-obra (RUP)	324

CAPÍTULO 8

8. PROGNÓSTICO DO CONSUMO DE MATERIAIS E PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA	328
8.1 Fatores influenciadores do consumo unitário de materiais e da produtividade da mão-de-obra	329
8.1.1 Relacionados ao consumo unitário de materiais	330
8.1.2 Relacionados à produtividade da mão-de-obra	332
8.2 Prognóstico do consumo de materiais: Método Simplificado	335
8.2.1 Apresentação	335
8.2.2 Valores mínimo, mediano e máximo dos indicadores de consumo de metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo	336
8.2.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria	337
8.2.2.2 Sistema predial de suprimento de água quente	339

8.2.2.3 Sistema predial de suprimento de gás	340
8.2.2.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios	342
8.2.2.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	342
8.2.2.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais	344
8.3 Prognóstico do consumo de materiais: Método Analítico	345
8.3.1 Apresentação	345
8.3.2 Sistema predial de suprimento de água fria	348
8.3.2.1 Prumadas de água fria	349
8.3.2.2 Ramal de distribuição de água fria	351
8.3.2.3 Ramais e sub-ramais de água fria	353
8.3.3 Sistema predial de suprimento de água quente	357
8.3.3.1 Prumadas de água quente	358
8.3.3.2 Ramal de distribuição de água quente	361
8.3.3.3 Ramais e sub-ramais de água quente	363
8.3.4 Sistema predial de suprimento de gás	366
8.3.4.1 Prumadas de gás	367
8.3.4.2 Ramal de distribuição de gás	368
8.3.4.3 Ramais e sub-ramais de gás	368
8.3.5 Sistema predial de suprimento prevenção e combate a incêndios	371
8.3.6 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário	372
8.3.6.1 Tubos de queda de esgoto sanitário	373
8.3.6.2 Colunas de ventilação e alça de ventilação	375
8.3.6.3 Ramais de esgoto sanitário	377
8.3.7 Sistema predial de coleta de água pluvial	380
8.3.7.1 Tubos de queda de águas pluviais	381
8.3.7.2 Ramais de águas pluviais	382
8.4 Prognóstico da produtividade da mão-de-obra	385
8.4.1 Apresentação	385

8.4.2 Etapas do método	385
8.4.3 Faixas de valores de RUP Potencial e de $\Delta RUP_{\text{Cumulativa - Potencial}}$	388
8.5 Aplicação dos métodos de prognóstico	391
8.5.1 Características gerais do edifício	391
8.5.2 Características dos sistemas prediais	393
8.5.3 Número de pontos de consumo e de captação por ambiente	395
8.5.4 Quantidade de tubos e conexões	396
8.5.5 Verificação dos métodos de prognósticos de consumo de materiais	400
8.5.5.1 Prognóstico aplicando o método simplificado	400
8.5.5.2 Prognóstico aplicando o método analítico	404
8.5.6 Verificação do método de prognóstico da produtividade da mão-de-obra	410
8.5.6.1 Prognóstico aplicando o método analítico – SP1101	411
8.5.6.2 Prognóstico aplicando o TCPO (2003)	414
8.5.7 Análise da aplicação dos métodos	418
CAPÍTULO 9	421
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	421
9.1 Cumprimento dos objetivos	423
9.2 Verificação da hipótese básica	424
9.3 Comparação da aplicabilidade dos métodos	426
9.4 Estudo exploratório sobre perdas de tubos	427
9.5 Sugestões para estudos futuros	430
REFERÊNCIAS	433
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	439
APÊNDICES	447
APÊNDICE A – Exemplo de planilha “Fonte”: montagem de ramais de esgoto sanitário/ventilação sob o teto	448
APÊNDICE B – Exemplo de planilha de coleta de dados em obra: montagem de ramais de esgoto sanitário/ventilação sob o teto	450
APÊNDICE C – Planilhas de caracterização da edificação e dos sistemas prediais	456
APÊNDICE D – Quantitativos de projeto	477

ANEXOS		515
ANEXO A –	Projetos dos sistemas prediais das edificações/obras analisadas	516
ANEXO B –	Projetos da obra SP1101 utilizados para a verificação dos métodos de prognósticos elaborados	613

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 A importância da melhoria da produtividade no uso dos recursos físicos nos canteiros de obras

A preocupação com a melhoria da produtividade e qualidade, principalmente na área industrial, tem sido uma constante nos países desenvolvidos e vem se intensificando nos países em processo de desenvolvimento.

Tal situação advém do fato de que países e empresas têm adquirido cada vez mais a consciência de que a melhoria na produtividade constitui-se em eficiente atalho para o progresso e crescimento econômico, uma vez que maior produtividade significa um melhor aproveitamento de recursos na produção de bens ou serviços necessários à comunidade (MOREIRA, 1991).

Para Maruoka; Souza (1999) a produtividade está intrinsecamente relacionada ao lucro, uma vez que empresas com melhores índices de produtividade terão menores custos de produção, podendo, assim, oferecer produtos a preços mais competitivos ou trabalhar com maior margem de lucro.

Reforçando a estreita relação entre a competitividade e a produtividade, Marques (1995) complementa que a *competência* constitui-se no **fim** pretendido pelas empresas, enquanto que um dos **meios** para atingi-la consiste na melhoria da *produtividade*.

No âmbito da Indústria da Construção Civil, podem-se enumerar vários fatores indutores da necessidade da melhoria da produtividade, dentre os quais se ressalta o atual cenário de competição, acentuado na década de 90, e motivado por ações ocorridas nos últimos anos, tais como: a abertura do mercado nacional ao capital estrangeiro, a implantação do Código de Defesa do Consumidor entre outros (PICCHI, 1993).

De acordo com Cardoso (1996), o Código de Defesa do Consumidor forneceu meios legais aos consumidores para reivindicar seus direitos, garantindo-lhes seu poder de negociação e, conseqüentemente, a possibilidade de exigir qualidade dos produtos ofertados assim como o respeito ao prazo de execução das obras. Assim, o mercado consumidor tornou-se mais exigente em relação aos bens que está adquirindo, contribuindo para o aumento da competição entre as empresas construtoras e incorporadoras.

Por outro lado, a participação no Mercosul e a diminuição de barreiras à entrada de vários produtos importados no mercado interno também contribuíram para o aumento da competição entre as empresas, fazendo com que as mesmas, neste novo cenário, busquem incessantemente a melhoria da produtividade dos seus processos e qualidade dos seus produtos (BORNIA, 1995).

Embora se reconheçam as vantagens da melhoria da produtividade no uso dos recursos físicos e, conseqüentemente, dos recursos financeiros, a produtividade de alguns segmentos da cadeia produtiva do Brasil está aquém do nível que pode alcançar quando comparada com a produtividade dos mesmos segmentos da cadeia produtiva de países desenvolvidos.

De acordo com o estudo realizado pelo *Mckinsey Global Institute*, em se tratando da Indústria da Construção Civil no Brasil, mais especificamente no que diz respeito à mão-de-obra, a sua produtividade é de apenas 32% quando comparada à Indústria de

Construção Civil dos Estados Unidos, sendo que, no subsetor de edificações, esta porcentagem atinge 35% (McKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 1998).

No que diz respeito aos materiais e componentes, não é comum utilizar o termo produtividade para expressar a eficiência na transformação dos materiais em produtos de construção civil, e sim o termo consumo unitário, que expressa a quantidade de material utilizada por unidade de serviço executado (kg de aço por m³ de estrutura) ou por área de construção (m³ de concreto por m² de pavimento-tipo).

Por sua vez, o consumo unitário pode ser dividido em duas parcelas: a relativa ao projeto, que expressa o consumo de material de acordo com sua concepção e especificação; e a relativa ao canteiro de obras, que expressa a quantidade excedente de material utilizada na execução dos serviços, quantidade esta denominada perda.

Assim, melhorar a eficiência (ou reduzir a ineficiência) no uso dos materiais implica em ações adotadas tanto no âmbito da etapa de projeto quanto na etapa de execução, ou seja, no canteiro de obras.

No que diz respeito ao canteiro de obras, em uma pesquisa nacional realizada na segunda metade da década de 90 sobre perdas de materiais, envolvendo quase uma centena de canteiros de obras, esta ineficiência, traduzida nos valores de perdas detectados, representou de 3 a 8% do custo total da obra e 20% da massa prevista para o edifício (SOUZA et al. , 2000)¹.

¹ Trata-se da pesquisa financiada pela FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia, intitulada "**Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**", envolvendo pesquisadores de mais 16 universidades nacionais, sob a coordenação do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, cujos objetivos principais foram: levantar índices de perdas de materiais/componentes nos canteiros de obras, identificar suas causas e, com base nos resultados obtidos, subsidiar alternativas para a redução das mesmas.

Além do aspecto financeiro envolvido, as implicações de tal ocorrência extrapolam o âmbito dos canteiros de obras, pois ao se desperdiçarem materiais e componentes, estar-se-á incorrendo em desperdício de recursos naturais, prejudicando toda a sociedade (PALIARI, 1999).

Assim, sob o ponto de vista ambiental, a redução das perdas de materiais traz como benefício a redução do consumo desses recursos naturais, além da redução do entulho gerado, cujas áreas para sua deposição estão se esgotando, principalmente nos grandes centros urbanos. Este fato é extremamente desejável uma vez que, segundo Sjöström (1996)² citado por John (2000), 14% a 50% de todos os recursos extraídos da natureza são destinados à indústria da construção civil.

Quanto a este último aspecto, Andrade *et al.* (2001a), utilizando os valores medianos de perdas de materiais obtidos na pesquisa nacional anteriormente citada, chegaram ao valor de 49,6 kg/m² de entulho gerado por unidade de área construída, representando aproximadamente 5% da massa do edifício³.

Por todos estes aspectos, evidencia-se a deficiência existente nos processos produtivos na indústria da construção civil nacional quanto ao uso dos recursos físicos; por outro lado, detecta-se *a existência de um grande potencial para a melhoria da sua produtividade com base em métodos adequados de prognóstico e controle.*

Esta melhoria pode ser alcançada através da elaboração de políticas voltadas para o aumento da produtividade, sejam elas no âmbito de toda a cadeia produtiva ou apenas no âmbito do canteiro de obras, envolvendo tanto aspectos gerenciais quanto tecnológicos.

² SJÖSTRÖM, C. Service life of the building. In: Applications of the performance concept in building. **Proceedings...** CIB: Tel Aviv, 1996 v.2, p.6-11.

³ Para calcular este percentual, os autores consideraram a massa total do edifício igual a 1.000 kg/m².

Devido à necessidade de se ter mais eficiência na administração dos recursos físicos, vários programas direcionados para a melhoria da qualidade e produtividade foram articulados entre o setor produtivo, entidades governamentais e patronais, sindicatos e universidades. Podem ser citados, por exemplo, o Programa da Qualidade e da Produtividade na Construção Civil do Rio Grande do Sul e Sistema de Gestão para Empresas Construtoras do SINDUSCON de São Paulo. Em 1996 foi lançado o QUALIHAB (Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo⁴) e, em novembro de 1997, foi lançado o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H - que conta, entre outras instituições, com a participação direta do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – PCC-EPUSP.

As diretrizes destes programas indicam que as empresas construtoras devem gerenciar melhor seu sistema produtivo, a qualidade dos seus produtos e serviços, assim como a de seus fornecedores.

No entanto, um maior sucesso destas ações depende, em grande parte, do conhecimento do atual desempenho praticado pela empresa e, neste sentido, em se tratando da melhoria da produtividade no uso dos recursos físicos nos canteiros de obras, há a necessidade de métodos de coleta e análise de informações que subsidiem propostas consistentes para esta melhoria desejada, através de dados confiáveis, representativos e que levem em consideração o atual patamar de desenvolvimento tecnológico e gerencial existente nas empresas (PALIARI, 1999).

⁴ O QUALIHAB tem como objetivo a certificação da qualidade dos materiais e componentes e empresas construtoras e fornecedoras de serviços e produtos para a participação dos processos de licitação da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo).

Segundo este autor, insere-se ainda a necessidade de um método que permita realizar o prognóstico da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais de uma forma sistêmica, considerando os fatores que interferem na produtividade da mão-de-obra e/ou no consumo de materiais.

Trabalhos neste sentido vêm sendo desenvolvidos recentemente, destacando-se, em se tratando de materiais e componentes, os realizados por Paliari (1999) e Andrade (1999)⁵. Em se tratando da mão-de-obra, destacam-se os trabalhos realizados por Souza (1996), Carraro (1998), Araújo (2000) e Librais (2001), todos eles desenvolvidos no âmbito do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Tais pesquisas procuraram avaliar, de forma sistemática, os valores das perdas de materiais e componentes e a produtividade da mão-de-obra, colocando atenção não apenas em sua medição, mas também nos aspectos relacionados ao controle e ao prognóstico destes recursos, levando em consideração a especificidade dos serviços avaliados e sua complexidade.

Embora se percebam avanços significativos em tais pesquisas, as mesmas foram focadas em serviços relacionados à execução de estrutura, vedação e revestimentos internos.

No que diz respeito a trabalhos internacionais, verifica-se também o foco nos serviços de estrutura, vedação e acabamentos. Como exemplo, cita-se o trabalho desenvolvido por Enshassi *et. al* (2007) para a avaliação da produtividade da mão-de-obra na

⁵ Estas pesquisas tratam da questão das perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras e não especificamente da produtividade. No entanto, fica clara a relação entre estes dois conceitos à medida que, ao se produzir com menores perdas, estar-se-á melhorando a produtividade.

execução da alvenaria de vedação, utilizando os mesmos conceitos dos trabalhos nacionais citados anteriormente.

Quanto aos sistemas prediais, foram identificados dois trabalhos semelhantes nacionais sobre produtividade da mão-de-obra na execução de redes coletoras de esgotos sanitários, realizados e publicados por Sautchúk *et al.* (2001) e Rezende Neto *et al.* (2002), que, embora tratem de sistemas prediais, não abrangem os sistemas prediais hidráulicos no âmbito do edifício. Além destes, pode-se citar outro trabalho, com participação deste autor, ainda que pouco aprofundado, sobre a avaliação da produtividade na execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários realizado em uma obra localizada na cidade de São Paulo, cujo detalhamento pode ser visto em Paliari *et. al* (2003).

No âmbito internacional, identificou-se um trabalho realizado por Han; Thomas (2003) no âmbito do *11th Joint CIB International Symposium*, realizado em Singapura, a respeito do levantamento da perda da produtividade da mão-de-obra na execução de dutos de ar condicionado em um edifício do *State College, Pennsylvania* - USA.

Há, portanto, uma carência de informações sobre a produtividade da mão-de-obra e consumo unitário nestes serviços que permitam aos seus gestores realizar um planejamento e programação de forma mais eficiente, dimensionar suas equipes de trabalho e definir tarefas com maior precisão.

1.2 A importância do estudo da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais nos sistemas prediais hidráulicos

Os sistemas prediais podem ser definidos como “sistemas físicos integrados a um edifício e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos” (GONÇALVES, 1994).

Segundo Peixoto (2000), ao se considerar sua finalidade, os sistemas prediais podem ser divididos em: energia elétrica, gás combustível, comunicações (telefonia e interfonia), transporte mecanizado (elevadores e escadas rolantes), segurança e proteção contra incêndio, automação predial, suprimento, coleta e disposição de água (água fria, água quente, esgoto e águas pluviais) entre outros.

A sua importância reside não só no fato de proporcionar condições de higiene e conforto aos usuários, mas também, pelo seu alto grau de interferência com os demais sistemas, abrangendo desde a etapa de estrutura até a etapa de acabamento final do edifício, exigindo a prestação de serviços de operários especializados na obra (GONÇALVES, 1994).

Em termos de custos, a análise da Tabela de Estimativas de Custos por Etapa da Obra (CONSTRUÇÃO MERCADO, 2005) permite concluir que os sistemas prediais hidráulicos e sanitários podem representar de 5% a 14%⁶ do custo total da obra, dependendo do tipo de construção.

Além desta representatividade, pelo fato de praticamente estarem relacionados a vários subsistemas de uma edificação, atrasos na sua execução implicam em custos adicionais consideráveis, justificando assim a necessidade de um maior controle na sua execução e, para isto, a utilização de indicadores de produtividade da mão-de-obra mais realistas servem a este propósito.

Soma-se a isto o fato de ser muito comum a falta de planejamento da execução destes sistemas, seja pela ausência de indicadores de produtividade da mão-de-obra mais confiáveis, seja pelo desinteresse do construtor em controlar de forma mais eficiente sua execução, repassando tal responsabilidade a terceiros que, muitas vezes, não dispõem de ferramentas gerenciais adequadas a este propósito.

⁶ O índice de 5% refere-se a um galpão industrial de porte médio (1.550 m²) enquanto que o índice de 14% diz respeito a um edifício residencial de 29 pavimentos (18.900 m²).

Em pesquisa realizada por Serra (2001) em 15 empresas do estado de São Paulo, 13 empresas, ou seja, 86,7% das consultadas, terceirizavam a execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, sendo que 8 delas terceirizam somente a mão-de-obra e 5 empresas tanto a mão-de-obra quanto os materiais empregados.

Esta situação de menor controle por parte do contratante resulta, muitas vezes, em elevada incidência de problemas patológicos. A este respeito, Amorim (1997), analisando os gastos com manutenção dos Sistemas Hidráulicos Prediais em 6 edifícios localizados na cidade de São Paulo, aponta que os valores representam aproximadamente 1,28% do custo total da obra.

Segundo Peixoto (2000), os estudos realizados nesta área são direcionados ao desenvolvimento de métodos alternativos de dimensionamento, ao estudo dos fenômenos hidráulicos que ocorrem nas tubulações e normalização dos sistemas prediais, havendo, portanto, poucos estudos significativos relacionados à racionalização destes sistemas. Destaca, entretanto, o realizado por Amorim (1997), que foca a estruturação de um sistema de informações para o desenvolvimento de projetos dos sistemas hidráulicos prediais, e Ilha (1993), que aborda a qualidade nas etapas de projeto e execução destes sistemas.

Ilha *et. al* (2006), tendo-se como base os anais de seis eventos do Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ENTAC), importante evento na área de qualidade e produtividade, além de outros assuntos relacionados ao ambiente construído, evidenciaram um número crescente de artigos técnicos relacionados aos sistemas prediais.

No entanto, segundo o levantamento destes autores, a maioria dos artigos estava relacionada aos temas de conservação e economia de água, gestão da qualidade dos sistemas prediais e inovações tecnológicas nestes sistemas, correspondendo a 89% dos trabalhos publicados nas seis oportunidades em que este evento fora realizado.

Os 11% restantes se relacionavam à conservação/economia de energia no aquecimento de água e outros temas, evidenciando a carência de trabalhos semelhantes ao proposto neste trabalho acerca destes sistemas.

Sob o ponto de vista do consumo de materiais, os primeiros números nacionais a respeito dos sistemas prediais foram obtidos em pesquisa financiada pela FINEP. Num conjunto de 7 obras pesquisadas, os indicadores de perdas variaram de 8% a 56% (AGOPYAN *et al.*, 1998). Dentre os materiais avaliados nesta pesquisa, os relacionados aos sistemas prediais foram os que tiveram seus estudos menos aprofundados devido à dificuldade de se levantar indicadores parciais que pudessem explicar a grande parcela de perdas detectada e proporcionar formas eficazes de combatê-las levando-se em consideração a relação custo/benefício.

Assim, em que pese a importância que tais sistemas assumem na edificação, verifica-se a escassez de números acerca do consumo de materiais relacionados a estes sistemas, sobretudo da produtividade da mão-de-obra.

Esta situação se agrava mais ainda na medida em que vem se intensificando, no setor, a inserção de novas tecnologias como os sistemas hidráulicos flexíveis, cuja distribuição de água pode ser feita ponto a ponto, com tubulações contínuas desde um registro até os pontos de abastecimento, com tubulações independentes para cada atividade, ou pelo método tradicional, através da utilização de “tês” para a distribuição da água (TECHNE, 2000).

No que diz respeito ao consumo unitário teórico, o estabelecimento de um modelo de prognóstico, que permita sua estimativa com base em fatores de concepção dos sistemas prediais e de arquitetura, poderá subsidiar a escolha da concepção destes sistemas ainda na fase do estudo da viabilidade do empreendimento.

Por todos estes aspectos, justifica-se a realização de um estudo sobre a produtividade da mão-de-obra, consumo unitário e perdas de materiais envolvidos na execução dos sistemas prediais, contemplando um método para seu prognóstico.

1.3 A necessidade de um método para o prognóstico da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais nos sistemas prediais hidráulicos

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

De acordo com Proverbs; Olomaye (1999), o conhecimento da produtividade constitui-se numa parte essencial no processo de planejamento e gerenciamento da construção, no processo de orçamento e controle dos custos de produção.

Além do mais, serve para promover também a discussão no âmbito da etapa de projeto, visando uma concepção e especificação que levem em consideração também os aspectos de execução e não somente os de dimensionamento.

No campo do planejamento operacional e programação dos serviços de construção civil, a capacidade de a empresa prognosticar, com maior precisão, a produtividade da mão-de-obra e o consumo unitário de materiais, reverte-se em economia na medida em que poderá ser programada corretamente a compra dos materiais, assim como, a contratação de serviços e/ou mão de obra para execução.

Em que pese estas vantagens, para Andrade *et al.* (2001b), os processos de orçamento utilizados pela Indústria da Construção Civil são compostos por índices de consumo unitário de materiais e produtividade da mão-de-obra de origem muitas

vezes desconhecida, sendo os valores em muitas ocasiões contestados pelos usuários.

Segundo ainda estes autores, a falta de índices que representem a realidade da empresa a leva a adotar índices médios do setor, que podem diferir da realidade presente em seus canteiros de obras, acarretando em um processo de prognóstico falho.

Corroborando com tal afirmação, para Souza (2001), a “busca de informações prévias que permitam o entendimento do consumo dos recursos depende hoje de fontes que não têm sido tão eficazes em transmitir conhecimentos adequados para a redução do consumo indevido de materiais e de mão-de-obra”.

Para este autor, o caminho tradicional para tal busca, tanto no Brasil quanto em outros países, consiste na consulta de manuais de orçamentação. Alternativamente, insere-se a utilização de bancos de dados próprios das empresas construtoras ou informações levantadas por Instituições de Pesquisas.

A utilização de um banco de dados da própria empresa configura-se na alternativa que mais representa seu desempenho, uma vez que reflete as experiências vivenciadas pela mesma no mercado de construção. No entanto, é comum deparar-se com situações onde tais números são extraídos sem uma metodologia específica quanto às características inerentes aos serviços envolvidos, além do fato de a informação obtida representar o desempenho global, não permitindo identificar quais os pontos a serem melhorados.

Com relação à utilização de informações levantadas por Instituições de Pesquisa, Souza (2001) resume que as experiências vivenciadas são em quantidade e abrangência limitadas e a divulgação dos resultados obtidos é restrita. Da mesma forma, ressalta a existência de problemas quanto à nomenclatura e procedimentos

uniformizados para se levantarem indicadores de consumo unitário de materiais e de produtividade da mão-de-obra que permitam a comparação de resultados.

No que diz respeito aos manuais de orçamentação, verifica-se a utilização corrente do TCPO - Tabelas de Composições de Preço para Orçamento, ou de outros manuais derivados destas tabelas.

Embora o TCPO (2000) tenha passado por uma reformulação, introduzindo o conceito de produtividade variável⁷, o mesmo não se aplica aos sistemas prediais, exatamente pela escassez de pesquisas que consolidem esta prática. Assim, persiste uma incoerência na medida em que os valores de produtividade da mão-de-obra são atribuídos em função do diâmetro e material da tubulação, quando, na realidade, deveriam ser associados às partes inerentes à execução dos sistemas, tais como prumadas, ramais e sub-ramais, cada qual com suas especificidades de execução.

Acrescenta-se ainda o fato de não se preverem também opções de organização de produção, como, por exemplo, a confecção de *kits* em centrais de produção, assim como a forma de contratação dos profissionais envolvidos na execução destes sistemas.

No campo do consumo de materiais, o Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) desenvolveu o Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil, com o objetivo de orientar as empresas na coleta de indicadores, assim como no estabelecimento de valores de referência setorial que permitam às mesmas comparar o seu desempenho com outras empresas do setor e estabelecer metas para melhoria contínua.

⁷ O TCPO (2003) traz faixas de valores de consumo unitário de materiais e de produtividade da mão-de-obra para determinados serviços, ao contrário da edição de 2000.

Neste Sistema desenvolvido, mais especificamente no item relacionado ao gerenciamento de projetos, apresenta-se um indicador de qualidade do projeto de sistemas prediais e de arquitetura denominado índice de tubulações hidráulicas, que relaciona o comprimento das tubulações de água fria e água quente com o número de pontos hidráulicos. De acordo com o banco de dados, disponível até o momento, os valores médios para este indicador são de 3,2 metros/ponto para os imóveis residenciais e de 3,3 metros/ponto para os imóveis comerciais, com respectivos valores mínimos de 1,2 metros/pontos e 2,4 metros/pontos⁸.

Em que pese a importância desta informação, a mesma ainda carece de um melhor detalhamento para os propósitos de prognóstico proposto neste trabalho. Desta forma, acredita-se ser possível contribuir significativamente no que diz respeito à melhoria da previsão do consumo destes recursos, gerando subsídios para a melhoria do processo de previsão e planejamento e programação dos serviços relacionados aos sistemas prediais hidráulicos e, conseqüentemente, da contratação e gerenciamento dos operários e subempreiteiros.

1.4 Contexto do trabalho

A preocupação com o uso racional dos recursos físicos na construção civil vem se intensificando nos últimos anos no meio técnico e acadêmico. Procurando contribuir com a discussão a respeito da gestão destes recursos nos canteiros de obras, o Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC-EPUSP) vem desenvolvendo um conjunto de trabalhos de pós-graduação nesta direção, envolvendo várias instituições, como a FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia,

⁸ Este Sistema de Indicadores está disponível no seguinte endereço eletrônico:
<http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/indicadores/topo.htm>. Os valores apresentados são relativos a dezembro de 2007.

diversas universidades distribuídas pelo país, além de várias empresas construtoras localizadas no Estado de São Paulo.

Este trabalho vem somar-se aos outros já desenvolvidos no âmbito do Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios (GEPE-TGP), mais especificamente na linha de pesquisa denominada Gestão da Produção na Construção Civil, cuja ênfase em Produtividade e Perdas na Construção Civil, sob coordenação do Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, visa o desenvolvimento de metodologias e ferramentas para avaliação e incremento da produtividade dos processos e métodos construtivos, como também ao estudo das principais fontes de perdas e ao desenvolvimento de ferramentas para a intervenção em obras.

1.5 Metodologia da pesquisa

O conceito de metodologia de pesquisa está contido nas suas palavras. A palavra *metodologia* é uma combinação de duas outras derivadas do grego – Método (*methodo*) e logia (*logos*). A primeira significa organização; sistematização enquanto que a segunda significa estudo sistemático (BARBOSA FILHO, 1980).

Por sua vez, a palavra *pesquisa* significa procura, investigação ou a busca pelo desconhecido. Portanto, segundo este autor, metodologia de pesquisa significa o estudo ou investigação sistemática, ou seja, um meio racional de se obter o conhecimento.

Para Leopardi (2002), metodologia “é a arte de dirigir o espírito na investigação da verdade, por meio do estudo dos métodos, técnicas e procedimentos capazes de possibilitar o alcance dos objetivos”, sendo variável de acordo com o problema a ser investigado.

Assim, para esta autora, a metodologia deve incluir “o que fazer” (procedimentos gerais de estudo ou o método), o “como” desenvolver a pesquisa, envolvendo as técnicas para coleta de dados, assim como as informações que se pretende obter com a aplicação destas técnicas e os instrumentos de coleta utilizados para tal. Mais do que isto, deve apresentar também os meios para processamento dos dados e a forma de análise dos mesmos para a obtenção da resposta ao problema formulado.

1.5.1 Pesquisa científica

O conhecimento científico⁹ é caracterizado por ser um conhecimento *contingente*, na medida em que suas proposições e hipóteses têm sua veracidade ou falsidade conhecida através de experimentação, e não apenas da razão. É *sistemático*, uma vez que se trata de um saber ordenado logicamente e possui a característica da *verificabilidade*, na medida em que as afirmações (hipóteses) não comprovadas não pertencem ao âmbito da ciência verificável. Da mesma forma, é *falível*, na medida em que não é definitivo, absoluto ou final e, finalmente, por este último motivo, é *aproximadamente exato*, na medida em que o desenvolvimento de novas técnicas pode reformular o acerto de teoria existente (MARCONI; LAKATOS, 1991).

É neste contexto que se insere a pesquisa científica, que pode ser definida como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas, ou seja, é requerida quando não se dispõe de informações suficientes para responder ao problema, ou, então, quando as informações disponíveis

⁹ Metodologicamente, o conhecimento pode ser dividido em 4 categorias: conhecimento popular, conhecimento filosófico, conhecimento religioso e, finalmente, o conhecimento científico (MARCONI; LAKATOS, 1991). Embora se reconheça a contribuição dos outros conhecimentos para o avanço da ciência e, muitas vezes os mesmos coexistam em determinadas situações, é através do conhecimento científico que a Humanidade tem conseguido sucessos consideráveis.

se encontram desordenadas, não podendo ser adequadamente relacionadas ao problema (GIL, 1991).

De uma forma mais analítica, os objetivos a serem atingidos por uma pesquisa científica são a demonstração da existência (ou ausência) de relações entre diferentes fenômenos; o estabelecimento da consistência interna entre conceitos dentro de uma dada teoria; o desenvolvimento de novas tecnologias ou demonstração de novas aplicações de tecnologias conhecidas; o aumento da generalidade do conhecimento; e, finalmente, a descrição das condições sob as quais um fenômeno ocorre (LUNA, 2002).

O caminho entre um problema formulado ou uma questão a ser investigada dentro de uma pesquisa científica é delineado através do Método Científico.

1.5.2 Método científico

Em seu sentido mais geral, um método consiste na ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim ou um resultado desejado, ou seja, um conjunto ordenado de procedimentos que se mostraram eficientes, ao longo da História, na busca do saber (CERVO; BERVIAN, 1996).

De acordo com Leopardi (2002), o método científico caracteriza-se como um conjunto de operações empíricas ou lógicas desenvolvidas pelo pesquisador na busca da comprovação da tese ou de hipóteses sobre fatos, representações ou fenômenos.

Em outras palavras, trata-se do caminho pelo qual os pesquisadores produzem o conhecimento científico, caminho este que não é único uma vez que está ligado diretamente ao tipo de pesquisa que se deseja desenvolver.

Segundo a autora, o método científico apresenta, em geral, quatro momentos distintos e inter-relacionados: formulação do problema de pesquisa, delineamento da pesquisa (classificação), coleta de dados e análise de dados e, desta forma, a chegada a conclusões plausíveis.

Do Método Científico deriva-se o Método de Pesquisa que, por sua vez, está ligado diretamente ao tipo de pesquisa que se deseja realizar (ou seja, a resposta que se deseja) e, como consequência, terá etapas distintas no que diz respeito a sua natureza e quantidade.

Reunindo estes conceitos, na Figura 1.1 apresenta-se um fluxograma envolvendo a Metodologia de Pesquisa, Método Científico e Método de Pesquisa

Figura 1.1 – Etapas da Metodologia de Pesquisa

1.5.3 Tema e formulação do problema de pesquisa

1.5.3.1 Tema de pesquisa

Todo tipo de pesquisa se inicia com algum tipo de problema, seja de ordem prática ou de ordem intelectual a ser resolvido, cabendo ressaltar que nem todo o problema formulado é passível de tratamento científico (GIL, 1991).

No entanto, antes da formulação do problema de pesquisa é necessário identificar o tema de pesquisa no qual o mesmo está inserido, para, em seguida, recortar o tema de pesquisa em termos de um problema específico.

Neste sentido, o tema de uma pesquisa é o assunto que se deseja provar ou desenvolver, de caráter abrangente, enquanto que o problema assume um caráter mais específico, indicando exatamente qual a dificuldade que se pretende resolver (LAKATOS; MARCONI, 1991).

A escolha do assunto ou tema costuma ser previamente determinada institucionalmente, a partir de linhas de pesquisa e contratos de pesquisa ou parte da decisão pessoal do pesquisador, ou de uma dificuldade prática enfrentada, da sua curiosidade científica, dos desafios encontrados em alguns assuntos ou teorias (LEOPARDI, 2002).

Além de verificar o próprio interesse sobre o assunto da pesquisa e das condições para sua execução, o tema de pesquisa deve ser delimitado e, para isto, algumas regras podem se seguidas. A primeira regra consiste em distinguir o sujeito e o objeto da questão (MARCONI; LAKATOS, 2001).

Segundo estes autores, o *sujeito* pode ser entendido como sendo a realidade sobre a qual se deseja saber alguma coisa e pode ser constituído por objetos, fatos,

fenômenos ou pessoas (deseja-se melhor aprendê-los ou tem-se a intenção de agir sobre eles), enquanto que o *objeto* é tema propriamente dito; ou seja, corresponde àquilo que se deseja saber ou realizar a respeito do sujeito.

Seguindo estas definições e nomenclaturas, podem-se distinguir, para a presente tese, dois sujeitos e dois objetos de pesquisa:

Produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais na Indústria da Construção Civil.

Evidentemente, tais temas encontram-se abrangentes e precisam ser delimitados. Para esta delimitação, utilizam-se alguns limites de extensão do tema, tanto do sujeito quanto do objeto (MARCONI; LAKATOS, 2001). Segundo estes autores, para a delimitação do tema podem ser utilizados adjetivos explicativos ou restritivos na formulação do tema, complemento nominal de especificação e determinação de circunstâncias de tempo e espaço.

Assim, apresenta-se para a presente tese o seguinte tema de pesquisa delimitado:

Produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais na execução de sistemas prediais hidráulicos de obras residenciais de múltiplos pavimentos, com foco no pavimento-tipo.

1.5.3.2 Problema de pesquisa

A pesquisa deve ser fundamentada e metodologicamente construída objetivando a resolução ou esclarecimento de um problema, que consiste, portanto, no ponto de partida da pesquisa (SILVA; MENEZES, 2001).

O problema, portanto, consiste “em um enunciado explicitado de forma clara, compreensível e operacional, cujo melhor modo de solução ou é uma pesquisa ou pode ser resolvido por meio de processos científicos já existentes” (LAKATOS; MARCONI, 1991).

A clareza da formulação do problema também é destacada por Luna (2002), uma vez que tornará mais fácil e adequado o processo de decisões posteriores. No entanto, o autor enfatiza que essa clareza não significa que o pesquisador, ao longo da sua pesquisa, não precise reformular o problema, uma vez que o processo de pesquisa é essencialmente dinâmico.

Assim, formular um problema científico não é uma tarefa fácil e depende muito da experiência do pesquisador sobre determinado assunto (GIL, 1991). Além do mais, outros fatores devem ser considerados na sua escolha, tais como sua originalidade e relevância e as possibilidades reais de realização da pesquisa (recursos financeiros, tempo e motivação pessoal para a realização da pesquisa) (MARCONI; LAKATOS, 2001).

No que diz respeito especificamente à formulação do problema, Gil (1991) apresenta alguns requisitos ou regras que devem ser seguidos:

- deve ser formulado como pergunta: na medida que se constitui a forma mais fácil e direta de se formulá-lo;
- deve ser claro e preciso: sob pena de não se conseguir solucioná-lo;
- deve ser empírico: na medida em que não deve se referir a valores e, quando se referir, deve se referir a fatos empíricos e não a percepções pessoais;
- deve ser suscetível de solução: ser possível coletar dados para a solução;

- deve ser delimitado a uma dimensão viável: não ser formulado em termos muito amplos.

Com base no exposto, formula-se o presente problema de pesquisa:

Para os sistemas prediais hidráulicos, é possível elaborar métodos de prognóstico, tanto para a produtividade da mão-de-obra quanto para o consumo unitário de materiais levando-se em consideração seus fatores potencialmente influenciadores?

1.5.4 Hipótese

Uma vez formulado o problema de pesquisa, com a certeza de ser cientificamente válido, o passo seguinte consiste em se propor uma resposta “suposta, provável e provisória” para o mesmo, ou seja, uma hipótese (LAKATOS; MARCONI, 1991).

Segundo Pádua (1996), etimologicamente, a palavra hipótese significa o que está e surge com a formulação do problema levantado pelo pesquisador, que poderá ou não ser confirmada pela pesquisa.

Para Lakatos; Marconi (1991), ambos (problema e hipótese) são enunciados de relações entre variáveis (fatos, fenômenos); no entanto, diferem no fato de que o problema constitui uma sentença interrogativa, enquanto que a hipótese constitui uma sentença afirmativa.

Leopardi (2002) afirma que a função da hipótese é “fixar a diretriz da pesquisa, tanto no sentido prático, orientado pela coleta de dados, quanto no sentido teórico, coordenando os resultados em relação a um sistema explicativo ou teoria”.

Silva; Menezes (2001) indicam também que, para um mesmo problema, poderá haver várias hipóteses, ou seja, possíveis soluções para a resolução do problema formulado, e esta(s) irá(ão) orientar o planejamento dos procedimentos metodológicos necessários à execução da pesquisa que irão comprová-la(s), sustentá-la(s) ou, até mesmo, refutá-la(s).

Diante do exposto, formula-se a seguinte hipótese básica:

Os indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais variam com a presença ou não de alguns fatores, que podem ser identificados e cuja influência pode ser quantificada.

Resultando na seguinte tese:

É possível desenvolver um método de prognóstico do consumo unitário de materiais¹⁰ simplificado aplicável à etapa de viabilidade do empreendimento e outro, de forma analítica, aplicável à etapa de anteprojeto ou projeto de arquitetura com base em fatores influenciadores deste consumo.

O mesmo se aplica à produtividade da mão-de-obra, com a elaboração de um método de prognóstico levando-se em consideração seus fatores influenciadores nas várias etapas construtivas inerentes à execução dos sistemas prediais hidráulicos.

¹⁰ Embora se utilize o termo “consumo unitário de materiais”, sob a luz da divisão do sistema “edifício” em suas respectivas partes, a rigor se está focando o consumo unitário dos componentes utilizados nos sistemas prediais, ou seja, os tubos e as conexões. Preferiu-se utilizar o termo mais genérico por ser este o comumente utilizado no meio técnico.

1.5.5 Objetivos

O objetivo deve indicar claramente o que o pesquisador pretende fazer ou o que pretende alcançar em sua pesquisa. Para tanto, os objetivos podem ser divididos em: principal e específicos (SILVA; MENEZES, 2001).

Para estes autores, o objetivo geral consiste na síntese do que se pretende alcançar ou realizar, ou seja, a expressão genérica do objetivo a ser alcançado, enquanto que os objetivos específicos explicitam os detalhes, ou seja, são o desdobramento do objetivo geral.

O objetivo principal da tese de doutorado a ser desenvolvida consiste em:

Elaborar um método para o prognóstico da produtividade da mão-de-obra associados à execução dos sistemas prediais hidráulicos considerando suas tarefas e subtarefas e do consumo unitário de materiais aplicáveis em dois momentos distintos em função do nível de informações disponível: na etapa de viabilidade do empreendimento e na etapa do anteprojeto ou projeto de arquitetura.

No que diz respeito ao método relacionado à produtividade da mão-de-obra, o mesmo pode ser aplicado também no momento em que os profissionais tenham em mãos o projeto executivo dos sistemas prediais hidráulicos.

Destacam-se, ainda, como objetivos específicos:

- (a) elaboração do método de coleta e processamento de dados para a obtenção de indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais nestes;
- (b) elaboração de um Banco de Dados sobre indicadores de produtividade da mão-de-obra, consumo unitário de materiais e fatores potencialmente influenciadores, cuja

utilização permita realizar o prognóstico destes indicadores com base nestes fatores.

1.5.6 Classificação da pesquisa

Dada a diversidade de situações e opções a se pesquisar nas diversas áreas do conhecimento, as pesquisas podem ser classificadas segundo diversos critérios.

Segundo Pádua (1996) a classificação (ou tipologias de pesquisas) surgiu para auxiliar no desenvolvimento das atividades de pesquisa; no entanto, além do formalismo que uma tipologia de pesquisa requer, deve-se reconhecer que o fundamental é compreender a realidade em seus múltiplos aspectos no que diz respeito aos diferentes enfoques, níveis de aprofundamento, tipos de recursos em função dos objetivos a serem alcançados e a capacidade do próprio pesquisador para desenvolvê-los.

Gil (1991) enfatiza também que, embora se faça esta classificação, a mesma não é estanque, ou seja, as pesquisas podem assumir, ao longo do seu desenvolvimento, mais de um atributo que, somados, permitem a solução do problema de pesquisa.

Não é objetivo deste autor descrever e discutir, mesmo que de forma sucinta, as principais classificações das pesquisas. O que se pretende neste momento é apenas localizar a pesquisa objeto desta tese (Tabela 1.1) nos moldes das classificações propostas por diversos autores que tratam desta questão de forma mais aprofundada, dentre os quais se destacam Gil (1991); Marconi; Lakatos (2001); Silva; Menezes (2001) e Leopardi (2002).

Tabela 1.1 – Classificação da pesquisa desenvolvida nesta tese

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

Assim, a pesquisa a ser desenvolvida na presente tese de doutorado tem um caráter de Pesquisa Aplicada, na medida em que os resultados a serem obtidos poderão ser aplicados para efeito de prognóstico rápido quanto ao consumo unitário de materiais e produtividade da mão-de-obra na fase de viabilidade do empreendimento e na etapa de anteprojeto de arquitetura e, no que diz respeito à produtividade da mão-de-obra, no controle da execução dos sistemas prediais¹¹.

¹¹ Entende-se que na etapa de execução os profissionais já tenham em mãos o projeto executivo dos sistemas prediais, o que permite uma quantificação exata das quantidades de materiais. De posse destas quantidades, pode-se prognosticar e controlar a produtividade da mão-de-obra.

Por se tratar de levantamento de indicadores e com possibilidades de se ter como base fundamentos estatísticos na análise dos resultados, justifica-se sua classificação em *Pesquisa Quantitativa*.

A pesquisa sobre produtividade da mão-de-obra será realizada durante a execução dos serviços no canteiro de obras. Portanto, trata-se de uma *Pesquisa de Campo*. Quanto aos indicadores de consumo unitário de materiais, estes serão obtidos pesquisando-se documentos (no, caso, os projetos dos sistemas prediais). Assim, embora se faça alguma consulta diretamente no canteiro de obras com o objetivo de se esclarecerem eventuais dúvidas, seja observando os serviços (registro fotográfico), seja consultando os envolvidos neste processo (encarregado da execução, engenheiro responsável), para esta informação em particular, a pesquisa pode ser classificada como sendo uma *Pesquisa Bibliográfica*, porém, com base em documentos, no caso, os projetos dos sistemas prediais.

Com relação do último critério, Gil (1991) expõe que a pesquisa experimental ocorre quando se determina um objeto de estudo e selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo.

No entanto, Leopardi (2002) salienta que a Pesquisa experimental exige a manipulação e controle destas variáveis, além da utilização uma amostra aleatória no experimento. Para esta autora a pesquisa Quase-experimental é caracterizada pela existência de variáveis não controláveis ou pelo fato de a amostra não ser aleatória, enfraquecendo a possibilidade do pesquisar em fazer inferências causais. Finalmente, a pesquisa Não-experimental ocorre quando não se podem controlar as variáveis independentes.

Diante do exposto, esta pesquisa assume um caráter *Não-experimental*, com ênfase no prognóstico dos indicadores tanto de consumo unitário de materiais quanto dos indicadores de produtividade da mão-de-obra com base na influência de determinados

fatores, fatores estes a serem detectados durante o desenvolvimento da pesquisa documental e de campo, respectivamente na medida em que os resultados são influenciados por fatores não controláveis pelo pesquisador e pelo fato de a amostra não ser aleatória.

1.5.7 Método de pesquisa

A partir do problema de pesquisa formulado e dos objetivos a serem alcançados, parte-se para o detalhamento do *Método de Pesquisa*, cujas etapas estão relacionadas à caracterização da pesquisa, conforme detalhamento feito no item anterior.

O Método de Pesquisa foi dividido em 3 Macro-Etapas: (A) Planejamento, (B) Coleta e Processamento e (C) Análise e Validação. Estas Macro-Etapas, assim como as etapas que as compõem, estão apresentadas na Figura 1.2, enquanto que seu detalhamento é feito na sequência.

Figura 1.2 – Etapas do Método de Pesquisa

(A) Planejamento

A Macro-Etapa Planejamento foi dedicada ao maior aprofundamento do pesquisador sobre o assunto, visando o desenvolvimento dos instrumentos de coleta, assim como o embasamento teórico que permita alcançar com sucesso os objetivos propostos nesta tese.

Este conhecimento foi inicialmente alcançado através das etapas de Revisão Bibliográfica (A1) e Visita a Canteiros de Obras (A2) para, em seguida, se aplicar o Método de Coleta preliminar em um Estudo Piloto (A3).

(A1) Revisão bibliográfica

Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre os conceitos e definições de produtividade da mão-de-obra, consumo unitário e perdas de materiais, assim como sobre os principais trabalhos realizados no país e no exterior sobre estes assuntos. Além da conceituação, focou-se também os métodos de coleta, processamento e análise utilizados nestes trabalhos. Insere-se aqui, ainda, uma revisão bibliográfica sobre os sistemas prediais, no que se refere ao suprimento de água fria, água quente e gás, captação e escoamento de esgoto e águas pluviais, e prevenção e combate a incêndios, principalmente no que diz respeito à terminologia empregada nestes sistemas, classificação e definições, assim como os métodos executivos levando-se em consideração as tecnologias empregadas em cada sistema.

(A2) Visita a canteiro de obras

Além do conhecimento advindo da Revisão Bibliográfica, é muito importante conhecer, na prática, a execução dos sistemas prediais, principalmente no que diz respeito ao entendimento da seqüência de execução, aos procedimentos e ferramentas adotados e, principalmente, à organização da mão-de-obra. Assim, durante a estada deste pesquisador em São Paulo, teve-se a oportunidade de visitar alguns canteiros de obras nos quais os sistemas prediais se encontravam em execução.

(A3) Elaboração preliminar do método de coleta e processamento dos dados e realização, para o caso da produtividade da mão-de-obra, do Estudo Piloto

Através das observações realizadas nas visitas em alguns canteiros de obras, sendo alguns deles, inclusive, objeto de pesquisa de campo desta tese, estruturou-se o método de coleta preliminar contendo os instrumentos de coleta de dados, assim como se investigou a melhor forma de se organizarem as informações visando tanto a facilidade de coleta de dados quanto o seu processamento.

A partir deste “Método Preliminar”, o mesmo foi aplicado em um Estudo Piloto que permitiu identificar as dificuldades na aplicação dos instrumentos de coleta e da própria coleta propriamente dita, subsidiando correções necessárias para aplicação do método durante a Macro-Etapa “Coleta e Processamento dos Dados”.

(B) Coleta e processamento dos dados

Esta Macro-Etapa consistiu na aplicação do método em um conjunto de obras localizadas na cidade de São Paulo e suas imediações, com o intuito de se obterem valores de produtividade da mão-de-obra, consumo unitário e perdas de materiais na execução dos sistemas prediais hidráulicos para subsidiar o Método de Prognóstico.

(B1) Coleta de dados

A coleta de dados relativa à produtividade da mão-de-obra foi realizada em 4 canteiros de obras, sendo 3 localizados na Grande São Paulo e 1 no interior deste Estado, mais especificamente na cidade de São Carlos. Quanto ao consumo unitário, tomou-se como fonte de consulta 12 projetos. Finalmente, as perdas de materiais foram analisadas, de forma exploratória, em dois canteiros de obras.

Na Tabela 1.2, na seqüência, são identificadas as obras estudadas nesta tese e os respectivos indicadores coletados em cada uma.

Tabela 1.2 – Relação de obras e projetos de sistemas prediais hidráulicos analisados

Obra	Indicadores		
	Produtividade da mão-de-obra (Hh/m)	Consumo unitário de material (m/m ²)	Perdas de material
SP0101	Sim	Sim	Sim
SP0201	Sim	Sim	Sim
SP0301	Sim	Sim	Não
SP0401	Sim	Sim	Não
SP0501	Não	Sim	Não
SP0502	Não	Sim	Não
SP0601	Não	Sim	Não
SP0701	Não	Sim	Não
SP0801	Não	Sim	Não
SP0901a	Não	Sim	Não
SP0901B	Não	Sim	Não
SP1001	Não	Sim	Não
SP1002	Não	Sim	Não

(B2) Banco de dados

Os dados foram organizados em um banco de dados utilizando-se o programa Microsoft Excel® para sua elaboração. Na escolha deste programa levou-se em consideração a maior familiaridade deste pesquisador com o mesmo, além do fato de seus recursos permitirem, além da organização dos dados visando o seu processamento, a impressão de planilhas em um formato adequado à coleta de dados.

O processamento de dados se resume à obtenção das variáveis envolvidas no cálculo dos indicadores, conforme segue:

- Produtividade da mão-de-obra = Homens-hora / metro de tubulação;
- Consumo unitário de tubos = Metros de tubos / Área do apartamento-tipo ou metros de tubos / ponto de consumo ou captação (depende do tipo de sistema

predial; se for de esgoto, por exemplo, é captação, se for água quente, por exemplo, é consumo);

- Consumo unitário de conexões = conexões / metro de tubulação ou conexões / área do apartamento-tipo.

Evidentemente, outras informações serão necessárias e processadas, como as que se relacionam aos fatores influenciadores destes indicadores.

Finalmente, há que se destacar que os resultados a serem obtidos não se referem aos sistemas prediais como um todo e sim as suas partes (tarefas e subtarefas, para o caso da produtividade da mão-de-obra, e subsistemas, para o caso do consumo unitário teórico de materiais).

(C) Análise e verificação

Nesta Macro-Etapa, de posse das informações contidas no banco de dados, partiu-se para a elaboração do método de prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais e sua verificação.

(C1) Método para o prognóstico do consumo unitário de materiais e produtividade da mão-de-obra

Nesta etapa, através de recursos estatísticos aplicados aos valores de produtividade e consumo obtidos na etapa anterior, levando-se em consideração os fatores de contexto e conteúdo detectados, faz-se a elaboração dos modelos de prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais nestes sistemas prediais.

(C2) Verificação dos Métodos para o Prognóstico

Os métodos de prognóstico do consumo de materiais (simplificado e analítico) e produtividade da mão-de-obra serão aplicados a um caso real. Os resultados prognosticados de consumo de materiais (quantidade de tubos e conexões) utilizando-se os métodos simplificado e analítico serão comparados com o consumo de materiais levantado com base no projeto específico de sistemas prediais elaborados para o caso real em questão.

No que se refere à mão-de-obra, com base nas quantidades de serviços a serem executadas de acordo com o levantamento feito nos projetos específicos do caso real, será feita uma comparação entre a quantidade de homens-hora demandada, obtida aplicando-se o método proposto, e quantidade demandada, obtida utilizando-se os indicadores de produtividade da mão-de-obra apresentados no TCPO (2003).

1.6 Estrutura do texto

O desenvolvimento da tese se dá ao longo de 9 capítulos, contando com este, conforme ilustrado na Tabela 1.3.

Além dos capítulos apresentados nesta tabela, este texto é complementado por 4 apêndices e por 2 anexos:

APÊNDICE A - Exemplo de Planilha “Fonte”: montagem de ramais de esgoto sanitário/ventilação sob o teto – comprimento de tubulação;

APÊNDICE B - Exemplo de planilha de coleta de dados em obra: montagem de ramais de esgoto sanitário/ventilação sob o teto;

APÊNDICE C - Planilhas de caracterização da edificação e dos sistemas prediais;

APÊNDICE D - Quantitativos de projeto.

ANEXO A - Projetos dos Sistemas Prediais das edificações/obras analisadas;

ANEXO B - Projeto dos Sistemas Prediais da obra SP1101 utilizados para a verificação do Método de Prognóstico elaborado.

Tabela 1.3 – Apresentação da estruturação dos capítulos

Capítulo	Conteúdo	Etapa do método de pesquisa
Capítulo 1	Justificativa, objetivo e metodologia de pesquisa para atingi-lo.	-
Capítulo 2	Conceituação sobre produtividade da mão-de-obra, consumo unitário de materiais e perdas de materiais.	A1, A2
Capítulo 3	Conceituação sobre sistemas prediais de suprimento de água fria, água quente, gás, esgoto sanitário e águas pluviais e prevenção e combate a incêndios.	A1, A2
Capítulo 4	Discussão do Método de Coleta de dados para o cálculo dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais.	A4, B1
Capítulo 5	Caracterização dos estudos de caso quanto ao tipo de edificação, tipos de sistemas prediais e método executivo e composição das equipes de trabalho na execução dos sistemas prediais hidráulicos.	B1, B2
Capítulo 6	Resultados sobre indicadores de consumo unitário de materiais.	B2
Capítulo 7	Resultados sobre indicadores de produtividade da mão-de-obra.	B2
Capítulo 8	Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais.	C1
Capítulo 9	Considerações finais, validação do modelo proposto e sugestões para futuros trabalhos.	C2

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA E CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos e fundamentos sobre produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais. É dada ênfase nas definições, classificações e nomenclatura.

2.1 Aspectos conceituais relacionados à produtividade da mão-de-obra

2.1.1 Definição

Associando as várias interpretações do termo, Maeda (2002) define produtividade como sendo a combinação entre a efetividade (quão bem os resultados são alcançados) e a eficiência (quão bem os recursos são utilizados na busca dos resultados) de um determinado sistema produtivo.

Numa forma mais direta, a produtividade consiste na relação entre as entradas de um processo (materiais, mão-de-obra etc.) e as saídas do mesmo (m^2 de alvenaria, metros de tubulações etc.).

Restringindo esta conceituação para a mão-de-obra, a produtividade consiste na eficiência da transformação do esforço humano em serviços de construção, conforme ilustrado na Figura 2.1 (SOUZA, 2001).

FIGURA 2.1 – Produtividade da mão-de-obra (SOUZA, 2001)

2.1.2 Modelo dos Fatores

Entendendo-se produtividade como sendo a eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo (SOUZA, 1998), o método para a sua medição e previsão será baseado no modelo proposto por Thomas; Yiakoumis (1987), denominado “Modelo dos Fatores”, adaptado e aperfeiçoado para a situação brasileira em diversas dissertações elaboradas no âmbito do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Construção Civil e Urbana da USP.¹²

De acordo com este modelo, a produtividade da mão-de-obra é avaliada no âmbito da equipe de trabalho levando-se em consideração o efeito da curva de aprendizagem de atividades repetitivas, assim como os outros fatores que interferem no seu valor.

¹² Embora tenha sido desenvolvido para a avaliação da produtividade da mão-de-obra, o mesmo será estendido à avaliação e prognóstico do consumo unitário de materiais, por entender que as variações de consumo, da mesma forma que a produtividade da mão-de-obra, são decorrentes da ação de determinados fatores.

Tais fatores são divididos em duas categorias: uma relacionada ao **conteúdo** do trabalho e outra relacionada ao **contexto** no qual o trabalho está sendo realizado (THOMAS; SMITH, 1990). Segundo estes autores, a primeira categoria abrange as características físicas do trabalho, ou seja, a especificação dos materiais, os detalhes de projeto; enquanto que a segunda categoria diz respeito ao ambiente de trabalho, aos aspectos organizacionais e gerenciais, além de incluir também as condições atmosféricas, disponibilidade de materiais e equipamentos, entre outros aspectos.

Em outras palavras, a realização do trabalho por uma equipe sofre interferência de certa quantidade de fatores que, por sua vez, afetam o seu desempenho aleatória ou sistematicamente (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987). Assim, o somatório ou o efeito cumulativo das interferências causadas por estes fatores gera uma curva que exprime a produtividade real, cuja forma pode ser muito irregular, de difícil interpretação.

No entanto, segundo estes autores, se os efeitos destes fatores puderem ser extraídos matematicamente da curva real, obter-se-á uma curva que representará a produtividade de referência. Esta curva representará o desempenho básico do serviço avaliado, dentro de certas condições de referência, incluindo uma componente resultante de eventuais melhorias oriundas das operações repetitivas (curva de aprendizagem). Assim, a forma e a magnitude da curva real de produtividade dependerão do número de fatores relacionados às condições ambientais do canteiro de obras, métodos construtivos e aspectos relacionados à construtibilidade.

As idéias preconizadas neste modelo podem ser representadas graficamente na Figura 2.2, na qual se observa a curva teórica de produtividade ao longo do tempo, assim como a curva de produtividade real levando-se em consideração a presença e intensidade de diversos fatores.

Figura 2.2 – Representação gráfica do Modelo dos Fatores. Fonte: SOUZA (1996)

Além destes fatores, destaca-se uma outra categoria relacionada às anormalidades que ocorrem ao longo da execução dos trabalhos que faz com que a produtividade também varie.

Este modelo vem sendo aprimorado e aplicado em diversos serviços através da realização de diversas pesquisas no âmbito do programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia de Construção Civil, pesquisas estas, sob orientação do Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, que trazem a nomenclatura, definições e procedimentos adaptados à construção civil nacional.

2.1.3 Indicadores para mensuração da produtividade da mão-de-obra

Considerando o canteiro de obras como um sistema produtivo, a produtividade consiste na relação entre as entradas de um processo (materiais, mão-de-obra etc.) e as saídas do mesmo, como por exemplo, m² de alvenaria, metros de tubulações etc. e, no que diz respeito especificamente à produtividade da mão-de-obra, esta é mensurada através do indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP), termo introduzido no país através de trabalhos sobre o assunto realizados por Souza (1996) que relaciona os homens-hora (Hh) despendidos (entradas do processo) às

quantidades de produtos obtidos (Quantidade de serviço), ou seja, as saídas do processo. Matematicamente, a RUP é calculada de acordo com a equação 2.1:

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (2.1)$$

Onde:

Hh = Homens-hora despendidos na execução do serviço

QS = Quantidade de serviço executado pela mão-de-obra em determinado tempo

Para o cálculo da RUP considera-se a quantidade “líquida” de serviço executado (para o caso de um revestimento, onde a quantidade de serviço é medida em área, por exemplo, não se considera a área das aberturas; no caso dos sistemas prediais, onde a quantidade de serviço é medida em metros de tubulação, não se considera qualquer expectativa/percentual de perdas embutida nos orçamentos, ou seja, são considerados os metros de tubulação efetivamente instalados na edificação) e o tempo em que os operários estiveram disponíveis para o trabalho, ou seja, são considerados tanto os tempos produtivos quanto improdutivos. Da mesma forma não são consideradas, neste cômputo, as horas-prêmio recebidas pelos operários.

2.1.4 Classificação dos indicadores de produtividade da mão-de-obra

Segundo Souza (2001), o indicador de produtividade pode ser classificado de acordo com a abrangência (tipo de mão-de-obra analisado) e o intervalo de tempo relacionado às entradas e saídas. Com relação ao primeiro critério, a RUP pode ser classificada em **RUP Oficial** (quando é associada à mão-de-obra dos oficiais envolvidos

diretamente na produção), **RUP Direta** (quando, além dos homens-hora correspondentes aos oficiais, incluem-se também as horas correspondentes aos ajudantes envolvidos diretamente com a produção) e finalmente, a **RUP Global**, que envolve toda a mão-de-obra relacionada com o serviço em análise.

Quanto ao intervalo de tempo, tem-se a **RUP Diária** (representa a produtividade diária dos envolvidos no processo), **RUP Cumulativa** (corresponde à produtividade acumulada durante um período de tempo) e **RUP Cíclica**, adotada quando o serviço possui ciclos de produção bem definidos (por exemplo, a cada pavimento, a cada semana etc.). Ainda, segundo este autor, a RUP Diária indica o efeito dos fatores presentes no dia de trabalho, enquanto que a RUP Cumulativa indica a tendência de desempenho do serviço, amenizando, assim, os efeitos ocasionados pelos dias anormais ocorridos durante o período de execução do serviço analisado.

Além destas RUP's, destaca-se também a **RUP Potencial** que corresponde à mediana dos valores de RUP Diária menores ou iguais à RUP Cumulativa final. De acordo com este autor, a RUP Potencial constitui em “um valor de RUP Diária associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP Diária detectados”. Na Tabela 2.1 apresenta-se um exemplo de cálculo dos vários tipos de RUP para o caso da execução das prumadas de cobre.

Tabela 2.1 – Exemplo de cálculo das RUP's: execução de prumadas de 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	0,21	0,20
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	
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		

2.2 Aspectos conceituais relacionados a perdas e consumo unitário

2.2.1 Consumo unitário de materiais

O conceito relativo ao consumo unitário deriva da definição de produtividade no uso de recursos físicos num processo produtivo, isto é, refere-se à eficiência na transformação de certa quantidade de material (por exemplo, a massa de aço realmente utilizada) em certo montante de produtos gerados (por exemplo, a armadura descrita nos projetos). Portanto, o consumo unitário pode ser calculado de acordo com a expressão 2.2, a seguir.

$$CUM = \frac{QMR}{QS} \quad (2.2)$$

onde

QMR = Quantidade de material empregado em determinado serviço ou produto

QS = Quantidade de serviço ou produto executado

No caso dos sistemas prediais, é comum expressar o consumo unitário como sendo a relação entre a quantidade realmente utilizada de material (metros de tubos) e a quantidade de serviço executado (metros de tubos).

Por sua vez, o denominador da expressão 2.2 pode ser desmembrado em duas parcelas: consumo unitário teórico, que se refere à quantidade de serviço medida em projeto e uma parcela relativa ao consumo excedente de material, denominada perdas. Este raciocínio é ilustrado na expressão 2.3.

$$CUM = CUM_{Teórico} \times \left(1 + \frac{Perdas}{100}\right) \quad (2.3)$$

onde:

$CUM_{Teórico}$ = Consumo unitário teórico de material obtido através da medição dos projetos específicos de sistemas prediais

$Perdas$ = Quantidade excedente de material em relação à quantidade especificada nos projetos de sistemas prediais

A segunda parcela está relacionada à execução dos serviços nos canteiros de obras, conforme exposto no item 2.2.2. Nesta tese, porém, foca-se o consumo unitário teórico, ou seja, aquele relacionado ao projeto e não ao canteiro de obras, embora se tenha realizado um estudo exploratório sobre perdas de tubulações em duas obras.

Mais do que isto, adota-se uma postura inovadora no que diz respeito ao denominador do consumo unitário teórico. Enquanto na postura tradicional se adota o metro de tubulação como parâmetro, nesta tese propõe-se utilizar o metro quadrado de apartamento-tipo por ser este o parâmetro de entrada na composição dos orçamentos (área de alvenaria pela área de piso, m³ de concreto por área de piso etc.).

2.2.2 Perdas de materiais

Embora o foco da tese seja o consumo unitário teórico de materiais tendo-se como base os projetos de sistemas prediais, aborda-se, aqui, a conceituação relativa à ocorrência de perdas de materiais nos canteiros de obras, uma vez que se realizou um estudo exploratório em duas obras.

Ao se comparar a quantidade de material teoricamente necessária (QMT) com a quantidade realmente utilizada (QMR) determinam-se as perdas de materiais.

Matematicamente, o seu cálculo percentual é feito de acordo com a expressão 2.4, a seguir.

$$Perda(\%) = \left[\frac{QMR - QMT}{QMT} \times 100 \right] \quad (2.4)$$

Esta quantidade de material utilizada em excesso pode acontecer sob três diferentes naturezas: (a) por furto; (b) incorporação de materiais à edificação; e (c) entulho (Figura 2.3).

O furto, ou extravio, normalmente não é muito elevado em obras de grande porte, uma vez que nestas existem, em geral, procedimentos de controle (qualitativos e quantitativos) de recebimento dos materiais.

A incorporação de materiais em excesso nas edificações ocorre, principalmente, para os materiais utilizados em serviços que exigem a moldagem in loco, como é o caso das estruturas de concreto armado e revestimentos argamassados, por exemplo.

Finalmente, o entulho se constitui no “lixo que sai”, ou seja, é a parcela mais visível das perdas de materiais. Segundo Brito Filho (1999), na cidade de São Paulo, somente a indústria da construção civil gera 90.000 m³ de entulho por mês, considerando-se apenas o material que chega a aterros oficiais.

Figura 2.3 - Exemplos das diferentes naturezas das perdas: (a) entulho na execução de sistemas prediais; (b) incorporação de argamassa para embutir as tubulações; (c) material faltante na entrega de areia

2.2.3 Classificação das perdas

As perdas de materiais podem ser classificadas segundo 4 categorias, quais sejam: a) forma de manifestação; b) momento de incidência na etapa de Produção, c) suas causas e d) sua origem (ANDRADE, 1999).

2.2.3.1 Segundo sua forma de manifestação

Conforme indicado pelo próprio nome, esta classificação preocupa-se com a caracterização quanto à maneira em que as perdas ocorreram. Como exemplos, podem ser citados: argamassa saindo por rasgos na embalagem; cimento empedrado nos sacos; areia carreada do estoque pela chuva; pontas de aço não reaproveitáveis; argamassa endurecida ao pé da parede revestida; gesso endurecido na caixa do gesso entre outros.

2.2.3.2 Segundo o momento de incidência na etapa de produção

Analisando o fluxo dos materiais nos canteiros de obras, percebe-se que os mesmos passam por diversas etapas até chegarem ao destino final, ou seja, são recebidos e

inspecionados, estocados, processados e, por fim, aplicados, sendo que entre cada etapa os mesmos são transportados.

Ao levantamento de todas estas etapas de um serviço em estudo, além da representação do relacionamento entre elas, denomina-se fluxograma dos processos, o qual se constitui numa ferramenta importante para o entendimento das ações necessárias visando a melhoria do seu desempenho (SOUZA, 1997).

Note-se, no entanto, que o número de etapas dependerá do tipo de material analisado. No caso do concreto, por exemplo, identificam-se apenas as etapas de recebimento, transporte e aplicação final, enquanto que, para os blocos, além destas etapas já descritas, insere-se também a etapa de estocagem e processamento intermediário, sendo esta última resultado da necessidade de se realizar o corte dos mesmos para acertos, por exemplo, de modulação da alvenaria.

Em todas estas etapas podem ocorrer perdas cuja intensidade e forma de manifestação dependerá do tipo de material analisado e do serviço no qual o mesmo é utilizado e, evidentemente, da forma através da qual se realiza a sua gestão no canteiro de obras.

2.2.3.3 Segundo suas causas

O entendimento sobre em que etapa do fluxograma dos processos as perdas ocorrem, assim como a sua forma de manifestação, constitui-se no primeiro passo para a implementação de ações voltadas a sua redução. No entanto, este entendimento deve passar também pela identificação da causa da sua ocorrência, ou seja, a razão imediata para sua ocorrência.

Note-se que, para uma determinada forma de manifestação, podem-se supor diferentes causas. Assim é que a presença de entulho de blocos, em um canteiro de obras, pode ter como causas: o transporte inadequado deste material utilizando-se jericas em lugar de carrinhos com base plana; uso de ferramentas impróprias, por exemplo, cortando blocos com a colher de pedreiro em lugar de usar uma serra elétrica com disco correto; desmoronamento de um estoque por choque com um equipamento de transporte etc.

2.2.3.4 Segundo sua origem

Além da causa, interessa também saber a origem do problema, ou seja, uma decisão (ou a falta dela) ocorrida na própria etapa geradora do resíduo ou em etapa anterior, que tenha induzido a causa e, conseqüentemente, a geração das perdas. É importante ressaltar que se podem indicar origens em diferentes etapas do empreendimento.

Assim, a geração de entulho de blocos (uma das naturezas das perdas de materiais) em função do corte inadequado dos mesmos, pode ter como origem a não previsão de coordenação modular entre as dimensões das paredes e dos blocos, o que seria relativo à etapa de Projeto ou a não disponibilização do equipamento adequado para operário, associada à etapa de Produção.

2.3 Analogia entre os indicadores de produtividade da mão-de-obra e perdas de materiais

Conforme destacado anteriormente, os indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais são influenciados por fatores, sejam eles relacionados ao conteúdo do trabalho e ao contexto do trabalho, além da ocorrência de anormalidades.

Para se fazer uma análise mais acurada destes indicadores deve-se desmembrá-los nas suas partes menores com o objetivo de inferir a cada uma destas partes estes fatores. No caso específico da mão-de-obra, o indicador mensurador deste recurso é a RUP, que pode ser diária, cumulativa e potencial e, em particular, estas duas últimas se relacionam através da seguinte expressão:

$$RUP_{Cumulativa} = RUP_{Potencial} + \Delta_{RUP.Cumulativa-RUP.Potencial} \quad (2.5)$$

Os fatores de conteúdo e contexto se aplicam à RUP Potencial, enquanto que a diferença entre a RUP Cumulativa e RUP Potencial é influenciada pela ocorrência de anormalidades, tais como a falta de material, necessidade de retrabalho, entre outras.

Este mesmo raciocínio pode ser feito com relação ao indicador de consumo unitário de materiais, recorrendo-se à expressão 2.5 apresentada anteriormente. Por analogia, a RUP Potencial se equivaleria ao $CUM_{Teórico}$ enquanto que o $\Delta_{RUP.Cumulativa-RUP.Potencial}$ se equivaleria às *Perdas*.

SISTEMAS PREDIAIS

Neste capítulo são apresentados os principais sistemas prediais de uma edificação, com ênfase para aqueles que são objetos de pesquisa para a avaliação da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais. Para cada sistema predial, faz-se a sua definição, são contemplados os principais requisitos de desempenho e sua classificação segundo diversos critérios.

O entendimento destes sistemas é premissa básica para detectar os possíveis fatores influenciadores da produtividade da mão-de-obra, assim como para estabelecer os procedimentos de coleta de informações para o cumprimento dos objetivos propostos. O projeto de sistemas prediais também é tratado neste capítulo, porém de forma qualitativa, não havendo a preocupação com o seu dimensionamento.

3.1 Definição de sistemas prediais

Sendo os sistemas prediais objeto de pesquisa para a avaliação da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais, torna-se necessário defini-los, num primeiro instante, na sua forma mais ampla, para, em seguida, partir-se para a definição de cada sistema predial envolvido neste trabalho, o que será feito na medida em que os mesmos forem apresentados.

Dentre as diversas partes de uma edificação, existem várias que estão intimamente relacionadas às atividades desenvolvidas pelos usuários que, por sua vez, estão relacionadas ao tipo de insumos necessários a sua realização.

Assim, a edificação deve estar provida de diversos serviços que atendam plenamente as funções para as quais foram projetados e às necessidades dos usuários, sendo mais complexos quanto maior for o porte da edificação e a diversidade de funções inseridas na mesma¹³. Este conjunto de serviços recebe a denominação de instalações prediais (FRANCO; BARROS, 1993).

Sob um aspecto amplo, dentre os insumos necessários para a realização destas atividades destacam-se a água e a energia, enquanto que, dentre os serviços requeridos, destacam-se os serviços de segurança ao fogo e patrimonial, conforto térmico, acústico, visual e tátil, transporte e circulação, comunicação e informação e automação (Gonçalves, 1994), resultando, portanto, em instalações de água fria, instalações elétricas e assim sucessivamente.

O termo “instalações prediais” foi amplamente utilizado para designar estes serviços até pouco tempo, podendo-se citar publicações que o utilizaram, tais como Gonçalves (1978); Amorim (1989) e, até mesmo, as normas específicas da ABNT reformuladas recentemente que tratam do assunto, dentre as quais se cita a NBR 5626 (ABNT, 1998).

Embora Gonçalves (1978) não utilizasse à época o termo “sistemas” em detrimento ao de “instalações”, o autor já enfatizava a necessidade da integração entre as partes da edificação ao se elaborar o projeto relacionado ao suprimento de água fria, em uma alusão de tratar esta área do conhecimento de forma sistêmica.

¹³ Soma-se a isto também, as características regionais e culturais nas quais os mesmos estão inseridos (GONÇALVES, 1994).

Esta postura se tornou mais evidente nos vários trabalhos realizados pelo grupo de Ensino e Pesquisa em Engenharia de Sistemas Prediais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, transcendendo os seus limites e permeando este conceito tanto no meio acadêmico quanto fora do mesmo.

A justificativa para tal postura se deve ao aumento da complexidade destas instalações e da necessidade de se abordá-las de forma diferenciada, não analisando somente o seu aspecto físico, mas também o aspecto funcional (GONÇALVES, 1994).

Nesta nova abordagem, as instalações prediais devem ser consideradas como um dos subsistemas da edificação que se relaciona com os outros subsistemas e cujas soluções para os problemas devem ser pensadas e adotadas considerando-se o todo e não somente as partes.

Assim, as instalações são promovidas a sistemas (ou subsistemas) de uma edificação, cuja definição está relacionada a uma hierarquização da edificação levando-se em consideração as suas partes.

Portanto, sob a visão sistêmica proposta por Gonçalves (1994), os sistemas¹⁴ prediais podem ser definidos como sendo “sistemas físicos, integrados a um edifício e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos”.

¹⁴ A utilização dos termos “sistemas” e “subsistemas” está relacionada a uma divisão hierárquica da edificação em suas partes. Sob o ponto de vista amplo, a edificação pode ser considerada como sendo um sistema formado por vários subsistemas interligados entre si, onde se enquadram os serviços de suprimento de água, energia elétrica entre outros. Esta mesma hierarquização pode ser feita ao se analisar especificamente estes serviços, podendo-se atribuir aos mesmos o *status* de “sistemas” e as partes que o compõem de subsistemas. Neste trabalho, como forma de reforçar a necessidade de se entender e tratar os problemas e soluções inerentes a esta área do conhecimento de forma sistêmica, cada um receberá a denominação de sistemas, resultando assim em sistema predial de suprimento de água fria, sistema predial de suprimento de água quente etc.

No entanto, atualmente, a atividade construtiva transcende os esforços empreendidos pelos agentes da cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil no sentido de oferecer um produto com qualidade e a um preço competitivo.

Na visão de Santos (2002), a importância dos sistemas prediais na construção civil não está relacionada apenas às necessidades relativas à higiene e saúde do usuário da edificação e sim, com as evolutivas noções de conforto impostas por um dinâmico comportamento social, assim como com a contribuição para a promoção da sustentabilidade do *habitat*.

Contribuir para a promoção da sustentabilidade do *habitat*, no que diz respeito aos sistemas prediais, significa utilizar racionalmente os insumos abrangidos pelo mesmo e, em particular em relação à água, várias ações podem ser exemplificadas neste sentido, tais como: ações de uso racional da água (utilização de aparelhos economizadores de água, adoção de medição individualizada, maior conscientização do usuário, controle das perdas de água) e utilização de fontes alternativas de água, tais como o uso da água cinza, água da chuva, água subterrânea e água envasada em caminhões pipa [SANTOS (2002), OLIVEIRA (1999)].

Portanto, ao se considerar tanto o conceito de visão sistêmica aplicado aos sistemas prediais, assim como a inserção do conceito de desenvolvimento sustentável, os sistemas prediais podem ser definidos como “sistemas físicos, integrados a um edifício, e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos de forma a contribuir com a sustentabilidade do *habitat*.”

3.2 Classificação dos sistemas prediais

A classificação dos sistemas prediais está relacionada ao tipo de insumo ou serviço requerido pelo usuário da edificação. Desta forma, a cada insumo e/ou serviço necessário, pode-se associar um sistema predial com características próprias (materiais, tipos de conexões, traçados, inserção no cronograma de execução da obra etc.) e com requisitos de desempenho distintos. Na Tabela 3.1 estão reunidos os principais tipos de sistemas prediais em função do tipo de insumo e/ou serviço requerido pelo usuário da edificação.

Tabela 3.1 - Tipos de sistemas prediais em função do insumo e/ou serviço requerido pelos usuários (GONÇALVES, 1994)

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

No que diz respeito aos sistemas prediais relacionados à água, é comum referenciá-los sob a denominação de sistemas prediais hidráulicos e sanitários, envolvendo, inclusive, os aparelhos/equipamentos sanitários¹⁵.

¹⁵ O sistema de aparelhos/equipamentos sanitários tem como finalidade, além de proporcionar o uso da água nos pontos de consumo, coletar os dejetos e a água utilizada. Este sistema abrange, além das louças sanitárias, os metais e demais acessórios que possibilitam a descarga de água, tais como torneiras, válvulas de descarga etc. (YWASHIMA, 2005). O estudo deste sistema não faz parte do escopo deste presente trabalho.

Dentre os sistemas prediais apresentados na Tabela 3.1, neste capítulo são discutidos os sistemas prediais relacionados à utilização da água e da energia, sendo este último insumo delimitado ao gás, seja ele natural ou liquefeito de petróleo (GLP)¹⁶, conforme ilustrado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Classificação dos sistemas prediais em função do tipo de insumo/serviço requerido pelos usuários

¹⁶ Exclui-se do escopo deste trabalho o sistema predial de suprimento de água quente que utiliza como fonte de energia para o aquecimento da água a energia solar, uma vez que a adoção desta modalidade de aquecimento não é comum nos edifícios de múltiplos pavimentos localizados na cidade de São Paulo. Embora não se detalhe esta modalidade neste trabalho, os princípios do método elaborado aplicam-se perfeitamente à mesma, uma vez que a análise da produtividade não foca o sistema, e sim a execução de suas partes, comum aos demais sistemas descritos aqui.

Em particular, embora o sistema de proteção e combate a incêndio utilize a água como insumo, o mesmo é classificado em função do serviço requerido pelo usuário, no caso, a segurança contra a ação do fogo, e não especificamente de acordo com o insumo utilizado, uma vez que a água não é o único insumo utilizado para tal.

O sistema de suprimento de água tem por função prover este insumo nos locais de uso, sejam eles reservatórios (ou aquecedores) ou os aparelhos sanitários (YWASHIMA, 2005). Assim, pode-se subdividi-lo em sistema predial de água fria e sistema predial de água quente, sendo que a configuração deste último é variável em função da fonte de aquecimento utilizada (gás, energia solar etc.).

Além destes sistemas, considerados básicos em uma edificação e de grande difusão no mercado e no meio acadêmico, a crescente preocupação com o uso racional da água nas edificações levou ao surgimento de sistemas relacionados ao reuso de águas servidas e ao aproveitamento das águas pluviais.

Embora se preconize e se enfatize a interação entre os sistemas prediais de uma edificação, para seu melhor entendimento, os mesmos serão apresentados e detalhados, na sequência, separadamente.

3.3 Sistema predial de suprimento de água fria

3.3.1 Definição

O sistema predial de suprimento de água fria se constitui na extremidade do sistema público de abastecimento de água onde concretamente se estabelece o elo de ligação com o usuário final (NBR 5626, ABNT 1998).

Segundo esta norma, este sistema é composto por tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes, destinado a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização.

Sob a ótica do desempenho, o sistema predial de água fria deve prover, quando necessária ao uso, água de boa qualidade, em quantidade e temperatura controláveis pelo usuário, para sua adequada utilização (GONÇALVES, 2007).

3.3.2 Requisitos de desempenho

De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998), os sistemas prediais de água fria devem ser projetados de modo que, durante a vida útil do edifício, atendam aos seguintes requisitos:

- preservar a potabilidade da água¹⁷;
- garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- promover economia de água e de energia;
- possibilitar manutenção fácil e econômica;
- evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- proporcionar conforto aos usuários prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências dos usuários.

¹⁷ Conjunto de valores máximos permissíveis às características de qualidade da água destinada ao consumo humano, conforme determina a Portaria no. 26 do Ministério da Saúde (NBR 5626, ABNT 1998).

O sistema predial de suprimento de água fria deve atender as demandas relativas à vazão, pressão e a qualidade da água nos pontos de consumo (SANTOS, 2002).

3.3.3 Classificação

O sistema predial de suprimento de água fria é classificado em função das pressões e vazões disponíveis do sistema abastecimento (rede pública ou particular), assim como sua continuidade e confiabilidade do abastecimento. Assim, são identificadas duas modalidades de abastecimento (Sistema direto e Sistema indireto), sendo que em cada uma destas modalidades podem existir diversas configurações que visam garantir o desempenho satisfatório destes sistemas quanto a estes requisitos (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Classificação do sistema predial de água fria em função do tipo de abastecimento: (a) Sistema direto; (b) sistema indireto (adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)

3.3.3.1 Sistema de abastecimento direto

O sistema direto é caracterizado pela ligação direta da rede pública de abastecimento aos pontos de utilização, ou seja, aos equipamentos sanitários, não havendo reservação intermediária da água.

Em função das condições de pressão e vazão da rede pública de abastecimento, o sistema direto pode ser provido de bombeamento ou não. Assim, quando a rede pública de abastecimento oferece condições de vazão, pressão e continuidade suficientes ao esperado desempenho do sistema, utiliza-se o sistema direto sem bombeamento (Figura 3.3a). Caso contrário, faz-se o uso de um sistema de bombeamento direto onde a água é recalçada diretamente aos equipamentos sanitários (Figura 3.3b) (ILHA; GONÇALVES, 1996).

Figura 3.3 – Sistema de abastecimento direto: (a) sem bombeamento (SD-S); (b) com bombeamento (SD-B *Booster*)
(adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)

Embora este sistema seja aparentemente mais econômico, uma vez que dispensa o uso de reservatórios, a economia é muito pequena frente à exposição do usuário às

deficiências do sistema de abastecimento da rede pública (BOTELHO; RIBEIRO JR, 1998).

Por outro lado, os autores enfatizam a necessidade da utilização de uma válvula de retenção para evitar a contaminação da rede pública devido a um eventual refluxo (retrossifonagem¹⁸ ou pressão negativa).

3.3.3.2 Sistema de abastecimento indireto

O sistema indireto é caracterizado pela reservação intermediária da água antes de a mesma chegar aos pontos de consumo. Com relação à pressurização, a alimentação do sistema indireto pode ser por gravidade ou hidropneumático.

Sistema indireto por gravidade

Neste tipo de sistema, a rede de distribuição interna é alimentada por um reservatório elevado, podendo este ser alimentado diretamente pela rede pública de abastecimento, com ou sem bombeamento, ou por um reservatório inferior com bombeamento, configurando-se em 3 tipos de sistemas indiretos por gravidade: sistema indireto com uso de reservatório superior (Figura 3.4a), sistema indireto com bombeamento da água diretamente da rede pública de abastecimento ao reservatório superior (Figura 3.4b) e sistema indireto contendo reservatórios inferior e superior, com um sistema de bombeamento entre os mesmos (Figura 3.4c).

¹⁸ Retrossifonagem: refluxo da água usada, proveniente de um reservatório, aparelho sanitário ou de qualquer outro recipiente, para o interior de uma tubulação, devido a sua pressão ser inferior à atmosférica (NBR 5626, ABNT 1998).

Figura 3.4 - Sistema indireto: (a) com uso de reservatório superior (SI-G-RS); (b) com bombeamento da água diretamente da rede pública de abastecimento ao reservatório superior (SI-G-RS/B); (c) contendo reservatórios inferior e superior e dispositivo de bombeamento da água entre os mesmos (SI-G-RS/RI)
(adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)

A necessidade ou não de bombeamento está condicionada à presença de pressão do sistema de abastecimento suficiente para elevar a água ao reservatório superior.

Sistema indireto Hidropneumático

Nesta modalidade, o escoamento da água na rede de distribuição é pressurizado através de um tanque de pressão contendo ar e água, podendo ser sem bombeamento (Figura 3.5a), com bombeamento (Figura 3.5b) ou ainda com bombeamento e reservatório inferior, sendo este último também denominado sistema hidropneumático (Figura 3.5c).

Figura 3.5 - Sistema indireto hidropneumático: (a) sem bombeamento (SI-H); (b) com bombeamento (SI-H-B); (c) com bombeamento e reservatório inferior (SI-H-B/RI) (adaptado de ILHA; GONÇALVES, 1996)

Sistema Misto

O sistema misto caracteriza-se pelo uso conjugado do sistema indireto com o direto. Este sistema é muito comum em edificações unifamiliares térreas. A opção por este sistema proporciona não somente a redução do volume de reservação, como também, a redução do consumo de água do reservatório superior, muito útil em situações de baixa pressão na rede pública de abastecimento (BOTELHO; RIBEIRO JR., 1998).

3.3.4 Escolha do tipo de sistema

A adoção da tipologia do sistema predial de água fria está relacionada às condições oferecidas pela fonte de abastecimento no que diz respeito à continuidade e confiabilidade de fornecimento da água, vazões e pressões disponíveis no sistema de abastecimento.

Segundo Ilha; Gonçalves (1996), se o sistema de abastecimento suprir este insumo de forma contínua e confiável, pode-se adotar tanto o sistema direto quanto o indireto. A sua escolha, portanto, reside nas condições de pressão e vazão disponíveis em relação às necessárias para o desempenho satisfatório do sistema predial de água fria.

Mais objetivamente, segundo estes autores, a escolha resulta da comparação entre a vazão do sistema de abastecimento (Q_A) e a vazão demandada (Q_D) e da comparação entre a pressão disponível do sistema de abastecimento (P_D , A) e a pressão nominal de demanda (P_N , D).

Levando em consideração estes aspectos, Gonçalves (2007) sintetizou em uma tabela o raciocínio a ser seguido na escolha do sistema predial de água fria (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2 – Parâmetros para escolha do tipo de sistema predial de água fria
GONÇALVES (2007)**

Condições			Tipo de sistema
Continuidade de fornecimento	$Q_A \geq Q_D$	$P_{D,A} \geq P_{N,D}$	
Sim (*)	Sim	Sim	Sistema Direto sem bombeamento
	Sim	Não	Sistema Direto com bombeamento
	Não	Sim	Sistema Indireto, por gravidade e com reservatório superior
	Não	Não	Sistema Indireto, por gravidade e com reservatórios superior e inferior; sistema indireto, hidropneumático
Não	Sim	Sim	Sistema indireto, por gravidade e com reservatório superior
	Sim	Não	Sistema Indireto, por gravidade e com reservatórios superior e inferior; sistema indireto, hidropneumático
	Não	Sim	Sistema Indireto, por gravidade e com reservatório superior
	Não	Não	Sistema Indireto, por gravidade e com reservatórios superior e inferior; sistema indireto, hidropneumático

(*) Reservação para atender as vazões de pico (compensação)

(**) Reservação para atender as vazões de pico e o período de falta de fornecimento pelo sistema de abastecimento (compensação + reservação).

3.3.5 Partes constituintes

O sistema predial de água fria pode ser dividido nos subsistemas de alimentação, reservação/pressurização e distribuição interna (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Elementos do sistema predial de suprimento de água fria

Subsistemas	Elementos
Alimentação	ramal predial cavalete, hidrômetro alimentador predial
Reservação/pressurização	Reservatório inferior Estação elevatória Reservatório superior
Distribuição interna	Barrilete Coluna de distribuição Ramal Sub-ramal

3.3.5.1 Alimentação

O subsistema de alimentação compreende o trecho que liga a fonte de abastecimento até o ponto de reservação, seja este o reservatório inferior ou superior, ou até mesmo a rede predial de distribuição, dependendo do tipo de sistema predial adotado: direto ou indireto (BOTELHO; RIBEIRO JR., 1998).

É composto pelo ramal predial (ou ramal externo); cavalete, no qual se instala o aparelho medidor de consumo de água (hidrômetro) e alimentador predial (ou ramal interno) (Figura 3.6).

Figura 3.6 - Ramais externo e interno e seus componentes (TESIS, 2003)

Ramal predial (ramal externo)

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), o ramal predial é a “tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial ou da rede predial de distribuição” e deve ser executado pela concessionária pública.

O ramal predial envolve alguns componentes, tais como: o cavalete e o respectivo dispositivo de medição de consumo de água e registro de fecho ou passeio¹⁹.

Cavalete/hidrômetro

O cavalete é definido pela NBR 10925 (ABNT, 1989) como sendo o “conjunto de tubos, conexões e registros do ramal predial, destinado a instalação do hidrômetro e respectivos tubetes, ou limitador de consumo, em posição afastada do piso” e deve ser projetado obedecendo as exigências estabelecidas pela concessionária.

Pode ser executado em diversos materiais, sempre obedecendo a normas específicas: PVC rígido (NBR 10925; ABNT, 1989), aço galvanizado (NBR 14122; ABNT, 1998) ou em polipropileno (NBR 11304; ABNT, 1990).

Alimentador predial (ramal interno)

Trata-se do trecho compreendido entre o final do ramal predial (cavalete) até a saída de água junto ao reservatório inferior ou superior, dependendo do tipo de sistema adotado, podendo ser enterrado, aparente ou embutido (BOTELHO; RIBEIRO JR, 1998).

Segundo estes autores, o alimentador predial é composto por torneira de bóia na extremidade final, com registro de fechamento localizado fora do reservatório, com a finalidade de facilitar a sua operação e manutenção.

¹⁹ Componente instalado na tubulação e destinado a interromper a passagem da água; geralmente, empregam-se registros de gaveta ou registros de esfera e, em ambos os casos, o registro deve apresentar seção de passagem da água com área igual à da seção interna da tubulação onde está instalado (NBR 5626, ABNT 1998). Geralmente as concessionárias prevêm este registro na calçada externa de modo que se possa interromper o abastecimento de água à edificação (BOTELHO; RIBEIRO JR., 1998)

Deve-se prever também um dispositivo de proteção contra o refluxo de água (retrossifonagem). Para o caso do sistema de abastecimento direto, utiliza-se uma válvula de retenção; no caso do abastecimento indireto com a utilização de reservatório (inferior ou superior), a proteção é feita por separação atmosférica na entrada de água do reservatório e, no caso do sistema misto, as duas medidas devem ser previstas e adotadas (BOTELHO; RIBEIRO JR, 1998).

3.3.5.2 Reservatórios

A previsão de reservação ou não de água, conforme apresentado no item 3.3.3, está relacionada às condições de disponibilidade e confiabilidade, vazão e pressão oferecidas pela fonte de abastecimento. O sistema que utiliza reservatórios, sejam eles inferior ou superior, denomina-se sistema indireto.

Reservatórios (inferior e superior)

Em termos de padrão de potabilidade da água, os reservatórios são considerados um ponto crítico do sistema predial de água fria, devendo haver uma atenção especial no que diz respeito à escolha dos materiais, forma e dimensões, modo de instalação e operação, assim como o sistema de impermeabilização (NBR 5626, ABNT 1998).

Podem ser construídos de concreto armado (figuras 3.7 e 3.8), alvenaria, fibrocimento, PVC, polietileno etc., desde que respeitadas as condições prescritas nas respectivas normas da ABNT²⁰.

²⁰ Concreto armado: NBR 6118 (ABNT, 2003); fibrocimento: NBR 5649 (ABNT, 2006)

VOLUME CONSUMO = 87,10m³

CORTE ESQUEMÁTICO DO RESERVATÓRIO INFERIOR
SEM ESCALA - MEDIDAS EM CENTÍMETROS

Figura 3.7 - Corte: reservatório inferior (TESIS, 2003)

CORTE ESQUEMÁTICO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

Figura 3.8 - Reservatório superior (TESIS, 2003)

Estação elevatória

A estação elevatória consiste no sistema destinado a elevar a pressão da água em uma instalação predial de água fria quando a pressão disponível na fonte de

abastecimento é insuficiente para abastecimento do tipo direto, ou para suprimento do reservatório elevado no caso de abastecimento do tipo indireto. Inclui também o caso onde um equipamento é usado para elevar a pressão em pontos de utilização localizados (NBR 5626, ABNT 1998).

As instalações elevatórias devem possuir no mínimo duas unidades de elevação de pressão, independentes, com vistas a garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades (Figura 3.9).

Nas instalações elevatórias por recalque de água, recomenda-se a utilização de comando liga/desliga automático, condicionado ao nível de água nos reservatórios. Neste caso, este comando deve permitir também o acionamento manual para operações de manutenção.

Figura 3.9 - Reservatório inferior e as instalações elevatórias²¹

²¹ Notas de aulas da disciplina Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários do Curso de Engenharia Civil da UFSCar. Disponível em <http://www.deciv.ufscar.br/~simar/sphs1.htm>.

3.3.5.3 Distribuição interna

A distribuição interna consiste no conjunto de tubulações formado por barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais ou de alguns destes elementos, destinados a levar água aos pontos de utilização (NBR 5626, ABNT 1998).

Barrilete

O barrilete ou colar de distribuição é um conjunto de tubulação originária no reservatório, da qual se derivam as colunas de distribuição quando o tipo de abastecimento é indireto. No caso de tipo de abastecimento direto, pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou diretamente ligada à fonte de abastecimento particular (NBR 5626, ABNT 1998). Em um sistema de abastecimento indireto, segundo Botelho; Ribeiro JR. (1998), o uso de barrilete dispensa a execução de uma série de furos no reservatório que, além de antieconômico, uma vez que haveria a necessidade da utilização de vários registros, poderia comprometer o sistema de impermeabilização. Uma outra questão está relacionada ao fato de que, com a adoção do barrilete, se tem acesso às duas seções do reservatório, o que não acontece se a coluna de distribuição fosse ligada diretamente a ele.

O barrilete pode ser de dois tipos: o concentrado (unificado ou central) e o ramificado (Figura 3.10). O tipo concentrado permite que os registros de operação se localizem em uma área restrita, facilitando o controle e segurança do sistema (BOTELHO; RIBEIRO JR., 1998).

(a)

(b)

Figura 3.10 - Tipos de barrilete: a) concentrado b) ramificado²²

²² Notas de aulas da disciplina Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários do Curso de Engenharia Civil da UFSCar. Disponível em <http://www.deciv.ufscar.br/~simar/sphs1.htm>.

Coluna de distribuição

A coluna de distribuição consiste na tubulação derivada do barrilete destinada a alimentar ramais (NBR 5626, ABNT 1998). Um cuidado adicional deve ser tomado caso a coluna de distribuição alimente ramais, cujos aparelhos sanitários estejam sujeitos a retrossifonagem, como é o caso das bacias sanitárias providas de válvula de descarga.

Nestes casos, a NBR recomenda que se destine uma coluna de distribuição, barrilete e reservatório exclusivos para alimentação destes aparelhos sanitários. No caso da alimentação conjunta com os outros aparelhos sanitários, deve-se adotar um dispositivo quebrador de vácuo no sub-ramal que alimenta os aparelhos sujeitos à retrossifonagem ou uma coluna de ventilação ligada à coluna de distribuição, com diâmetro igual ou superior à mesma, ligada a jusante do registro de passagem existente, com comprimento suficiente que garanta que a extremidade desta coluna de ventilação fique acima do nível máximo de água admitido do reservatório superior.

Ramais e sub-ramais

O ramal é definido como sendo a tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais que, por sua vez, ligam o ramal ao ponto de utilização (NBR 5626, ABNT 1998) (Figura 3.11).

Figura 3.11 - Ramal e sub-ramais (GONÇALVES, 2007)

3.4 Sistema predial de suprimento de água quente

3.4.1 Definição

O sistema predial de suprimento de água quente é definido como sendo um conjunto de equipamentos e acessórios destinados à produção e condução de água quente aos pontos de consumo em uma unidade habitacional.

As exigências técnicas mínimas quanto à higiene, à segurança, à economia e ao conforto dos usuários, assim como aspectos de projetos e execução são determinados pela NBR 7198 (ABNT, 1993).

3.4.2 Requisitos de desempenho

Segundo esta norma, o sistema predial de suprimento de água quente deve ser projetado de modo a:

- (a) garantir o fornecimento de água quente de forma contínua, em quantidade suficiente e temperatura controlável aos usuários e com as pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários e das tubulações;
- (b) preservar a potabilidade da água;
- (c) proporcionar o nível de conforto adequado aos usuários.

3.4.3 Classificação

A classificação do sistema predial de suprimento de água quente está relacionada à forma de produção de água quente, fonte de energia utilizada no aquecimento da água e na necessidade de acumulação ou não da água aquecida.

Cada configuração requer equipamentos distintos e concepções diferentes de projeto no que diz respeito à necessidade ou não de distribuição da água quente por tubulações, tipo de material empregado nas tubulações e tipo de equipamentos destinados ao aquecimento da água.

3.4.3.1 Quanto à abrangência de pontos de consumo abastecidos simultaneamente

Quanto a este critério, o sistema de aquecimento pode ser classificado **em sistema de aquecimento individual e sistema de aquecimento central**, sendo este último classificado ainda em **privado** ou **coletivo**.

O sistema de aquecimento individual caracteriza-se pelo aquecimento junto ao ponto de consumo de água quente, além do fato de a alimentação do aquecedor ser feita através da própria rede que abastece os outros pontos de consumo de água fria. Como o aquecimento é feito junto ao ponto de consumo, não há condução de água quente nas tubulações, não exigindo tubulações específicas para tal. São exemplos desta modalidade de aquecimento: o chuveiro e as torneiras para pias da cozinha.

O sistema central caracteriza-se pela alimentação de mais de um ponto de consumo simultaneamente. O central privado destina-se ao fornecimento de água quente em vários pontos de consumo de uma única unidade habitacional (apartamento) enquanto que o central coletivo abastece vários pontos de consumo em mais de uma unidade habitacional simultaneamente. São exemplos desta modalidade de aquecimento os aquecedores de passagem (central privado) e caldeiras (central coletivo).

3.4.3.2 Quanto à fonte de energia para o aquecimento

Várias são as fontes de energia utilizadas para o aquecimento da água nas edificações, tais como: a energia elétrica, gás combustível, óleo combustível além da energia solar.

No caso do sistema de aquecimento individual, a fonte energética mais utilizada é a elétrica. Já no sistema central privado recorre-se comumente ao gás como fonte de energia, mas também é comum a utilização de gás combustível para tal. Já no sistema

central coletivo pode-se utilizar o gás combustível, a eletricidade ou o óleo combustível como fonte de energia, havendo, inclusive, a possibilidade de se prever a alternância entre mais de uma fonte de energia.

3.4.3.3 Quanto à acumulação de água quente

A água pode ser aquecida e reservada para posterior utilização ou aquecida no instante de sua utilização. No primeiro caso, utilizam-se aquecedores com acumulação e, no segundo, aquecedores de passagem. Os aquecedores com acumulação são utilizados nos sistemas centrais de aquecimento, privado ou coletivo, enquanto que os aquecedores de passagem são utilizados no sistema central privado.

3.4.3.4 Sistemas integrados de aquecimento

Atualmente há uma variedade de tipos de aquecedores de água no mercado, cada qual com suas vantagens e desvantagens. Por exemplo, os aquecedores de passagem são de fácil instalação e são de dimensões reduzidas quando, comparados, por exemplo, aos aquecedores de acumulação, que possuem maiores dimensões (CARVALHO JUNIOR, 2007).

Assim, segundo este autor, potencializando as vantagens de várias alternativas existentes no mercado é comum encontrar-se atualmente um sistema integrado que utiliza aquecedores de passagem projetados para aquecer a água e reservatórios de acumulação para reservar a água aquecida.

3.4.4 Partes constituintes

O sistema predial de suprimento de água quente pode ser dividido em dois subsistemas: o de produção e o de distribuição de água quente.

O subsistema de produção de água quente caracteriza-se pelo tipo de aquecimento adotado e já descrito no item anterior. No que diz respeito ao subsistema de distribuição, como o próprio nome diz, este é encarregado da distribuição de água quente até os pontos de consumo e, logicamente, existe apenas no sistema predial central.

Este subsistema é composto pelos seguintes elementos, dependendo do tipo de aquecimento central adotado:

- (a) **privado**: ramal de distribuição, cuja função é conduzir a água quente do subsistema de produção até os ambientes providos de pontos de consumo de água quente; ramais e sub-ramais, cuja função é alimentar os pontos de consumo de água quente, ou seja, fazem a ligação entre o ramal de distribuição e os pontos de consumo;
- (b) **coletivo**: além de ser subdividido nos elementos listados para o central privado, possui também as prumadas, cuja função é alimentar os pavimentos ou apartamentos de água quente, uma vez que, a produção de água quente é centralizada e ocorre fora dos apartamentos, geralmente no subsolo do edifício.

Além destes elementos, estes sistemas podem ser providos de uma tubulação de retorno que, segundo a NBR 7198 (ABNT, 1993) destina-se à condução da água quente da tubulação de volta ao reservatório de água quente ou aquecedor, permitindo a sua circulação de modo que se tenha a água na temperatura exigida no ponto de consumo no momento do seu uso.

Finalmente, destaca-se que, em função da dilatação térmica linear da tubulação condutora de água quente, deve-se calcular e prever juntas de expansão (ou liras de expansão) para absorção desta dilatação nos ramais de distribuição e tubulação de retorno, além das prumadas de água quente, caso haja a previsão de um sistema de aquecimento central coletivo.

3.5 Sistema predial de suprimento de gás

3.5.1 Definição

O sistema predial de suprimento de gás combustível em residências tem por objetivo a alimentação dos aparelhos, tais como fogões domésticos e aquecedores de água, e, eventualmente, algum outro aparelho que porventura o necessite (AMORIM, 2006).

3.5.2 Requisitos

Os requisitos gerais e específicos para o sistema predial de suprimento de gás em edificações são dispostos na NBR 13932 (ABNT, 1997) e NBR 13933 (ABNT, 1997), dentre os quais, destacam-se:

- (a) tanto o dimensionamento da tubulação de gás quanto a especificação dos reguladores de pressão devem ser feitos de tal forma a manter a pressão nos pontos de consumo (ou utilização) tão próxima quanto possível da pressão nominal estabelecida pelas normas brasileiras para os respectivos aparelhos de utilização de gás ou, na falta destes, da pressão nominal informada pelo fabricante;

- (b) o mesmo se aplica de modo a garantir a vazão necessária para suprir a instalação, levando-se em conta a perda de carga máxima admitida para garantir um perfeito funcionamento dos aparelhos de utilização de gás.

Além destes requisitos, as normas trazem claramente as especificações necessárias no sentido de se evitar o vazamento de gás nas edificações, acarretando riscos à segurança da habitação e dos usuários.

3.5.3 Tipo de gás

Nas edificações podem ser utilizados o gás liquefeito de petróleo (GLP) e o gás natural (GN). O GLP é composto, em sua maior parte, por produtos constituídos de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono, tais como o Propano (C_3H_8) e Butano (C_4H_{10}) e, em mínimas porcentagens, de Etano, Metano e frações mais pesadas do petróleo, como o Pentano (C_5H_{12}), além de produtos insaturados como o Propeno e o Buteno. Já o gás natural é constituído por hidrocarbonetos combustíveis gasosos, essencialmente o metano, cuja produção pode ser associada ou não à produção de petróleo (AMORIM, 2001).

Além destes, o autor cita ainda que se pode utilizar gás de nafta, obtido em operação de craqueamento catalítico da nafta, um subproduto do petróleo e que destila entre 100 e 250 °C. No entanto, este tipo de gás vem sendo substituído pelo gás natural. Na Tabela 3.4, a seguir, são apresentadas as principais propriedades destes gases.

Tabela 3.4 – Propriedades do GNP, GLP e gás de nafta (AMORIM, 2006)

Características	Tipo de gás		
	GLP	GN	Gás de nafta
Densidade (relativa ao ar)	1,835	0,60	0,57
Poder calorífico (Kcal/m ³)	24.000	9.200 a 9400	4750

Em função destas propriedades, podem-se eleger algumas vantagens de um gás em relação ao outro, conforme ilustrado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Vantagens na utilização da cada gás (AMORIM, 2001)

Gás Natural	GLP
<ul style="list-style-type: none">• elimina o manuseio de recipientes pressurizados, portanto aumenta a segurança;• existe ganho de espaço físico pela eliminação de recipientes;• devido a sua densidade ser menor que o ar atmosférico (0,57), ele se dilui rapidamente na atmosfera;• não é tóxico.	<ul style="list-style-type: none">• devido a sua distribuição aos pontos de consumo dar-se a pressões altas, as tubulações possuem menor diâmetro;• o poder calorífico é superior ao do gás de rede pública;• não dá origem a fumaça e a fuligem;

3.6 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios

As medidas de segurança contra incêndio constituem-se de “dispositivos ou sistemas a serem instalados nas edificações e em áreas de riscos, necessários para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio” (CARVALHO JUNIOR, 1997).

Segundo este autor, dentre as medidas existentes que visam à proteção contra incêndio em edifícios, as que se referem mais diretamente à arquitetura podem ser agrupadas em dois sistemas:

(a) **medidas ativas de proteção:** que abrangem a detecção, o alarme, a iluminação de emergência, a extinção do fogo (automática e/ou manual) e os sistemas de sinalização;

(b) **medidas passivas:** que envolvem o controle de materiais, meios de escape, compartimentação e proteção da estrutura.

Dentre as medidas ativas que visam à proteção contra incêndios em edificações destacam-se os sistemas hidráulicos de proteção automática (*sprinkler* ou chuveiro automático) e os sistemas de proteção sob comando (mangotinho e hidrante).

O sistema de hidrantes, de interesse para esta tese, é o mais empregado entre os sistemas sob comando e é regulamentado pela Instrução Técnica nº 22/04 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

Este sistema é composto por tubulações, reservatórios, bombas, hidrantes, mangueiras e requintes. Os hidrantes e as respectivas mangueiras devem ser instalados em abrigos que possuam portas desprovidas de fechadura e serem sinalizados para fácil localização e sem nenhuma obstrução (CARVALHO JUNIOR, 2007).

Poderão ser instalados na parte interna ou externa à edificação, sendo que os instalados na parte interna deverão ser distribuídos de tal forma que se possa alcançar qualquer ponto da área a ser protegida, considerando-se, no máximo, o comprimento de 30 metros de mangueira. Na Figura 3.12 apresenta-se o esquema do sistema de combate por hidrantes.

Figura 3.12 - Esquema vertical de um sistema predial de combate a incêndio: hidrantes (GONÇALVES, 2007)

No prolongamento da rede de incêndio da edificação deverá ser previsto um registro de recalque instalado no passeio ou na parede externa da edificação, de fácil acesso e devidamente identificável para o uso pelo Corpo de Bombeiros em caso de incêndios.

Inicialmente o combate ao incêndio, por este sistema, é feito utilizando-se a água armazenada no reservatório superior, denominada reserva de incêndio, cujo volume é previamente calculado no projeto.

Neste caso, o funcionamento dos hidrantes será por gravidade. Para garantir a pressão mínima exigida nos pontos mais desfavoráveis (geralmente os dois últimos pavimentos) faz-se a instalação de uma bomba de incêndio, que é acionada por botoeiras instaladas nestes pavimentos e, porventura, em outros onde a pressão de funcionamento dos hidrantes não é garantida apenas por gravidade.

3.7 Sistema predial de esgoto sanitário (SPES)

3.7.1 Definição

Os aspectos relacionados ao projeto, execução, teste e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário no Brasil, objetivando o atendimento das exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários, estão dispostos na NBR 8160 (ABNT, 1999).

Segundo esta norma, o sistema predial de esgoto sanitário compreende o conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar e transportar os esgotos sanitários a uma rede pública ou, na ausência desta, a um sistema particular de tratamento, assim como garantir o encaminhamento dos gases para a atmosfera, evitando que os mesmos acessem os ambientes sanitários das edificações.

3.7.2 Requisitos de desempenho

Os principais requisitos de desempenho relacionados ao sistema predial de esgoto sanitário dizem respeito ao seu pleno funcionamento sem a ocorrência de contaminação do sistema de suprimento de água (fria ou quente), comprometendo a qualidade da água deste sistema, além de impedir que os gases provenientes do interior das tubulações acessem a área de utilização dos aparelhos sanitários.

Além destes requisitos, a NBR 8160 (ABNT, 1999) acrescenta que este sistema deve permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos nele introduzidos, sem a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações e, ao mesmo tempo, impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema; permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis e impossibilitar que esgoto acesse o subsistema de ventilação.

3.7.3 Classificação

O critério básico de classificação do sistema predial de esgoto sanitário consiste no tipo de subsistema de ventilação a ser utilizado em função do nível de ventilação requerido no mesmo. A ventilação do subsistema de coleta e transporte do esgoto sanitário é necessária para garantir a integridade dos fechos hídricos²³ existentes, que é comprometida, entre outros fatores, pela variação da pressão pneumática dentro da tubulação de transporte do esgoto sanitário quando da utilização dos aparelhos sanitários.

O sistema predial de esgoto sanitário pode ser classificado ainda, quanto ao dispositivo utilizado na sua ventilação. De acordo com este critério, tem-se o sistema predial de esgoto sanitário com subsistema de ventilação convencional e o sistema predial de esgoto sanitário com sistema de ventilação alternativo, dotado de válvulas de admissão de ar.

3.7.3.1 SPES convencional dotado de ventilação primária

Nesta tipologia, a ventilação do sistema é feita apenas com o prolongamento do tubo de queda na cobertura da edificação, não havendo colunas complementares e paralelas ao mesmo.

3.7.3.2 SPES convencional dotado de ventilação primária e secundária

Nesta tipologia, além da previsão da ventilação primária, conforme exposto anteriormente, há também a adoção de um conjunto de tubulações específicas

²³ Fecho hídrico: camada líquida, de nível constante, que em um desconector veda a passagem dos gases (NBR 8160; ABNT, 1999).

destinadas à condução dos gases à atmosfera e, ao mesmo tempo, a entrada de ar no sistema para manter a integridade dos fechos hídricos (Figura 3.13).

Figura 3.13 - SPES convencional dotado de ventilação secundária (Planta e elevação)

3.7.3.3 SPES dotado de válvulas de admissão de ar

As válvulas de admissão de ar são dispositivos instalados, tanto na ventilação primária quanto na ventilação secundária, que têm por finalidade minimizar a variação das pressões pneumáticas atuantes em um sistema predial de esgotos sanitários quando em uso (MASINI; GONÇALVES, 1999).

Quando instaladas nos ambientes sanitários, ou seja, próximas aos desconectores, dispensam o uso de diversas tubulações existentes no subsistema de ventilação secundária convencional.

Estas válvulas possuem um diafragma que abre ou fecha de acordo com as pressões pneumáticas atuantes no sistema. Com o aumento da pressão pneumática negativa (ou depressão pneumática), este diafragma se abre, permitindo a entrada de ar

exterior para o interior do sistema até o momento em que esta pressão seja reduzida, quando então este diafragma retorna à posição fechada impedindo que o ar interior alcance o ambiente sanitário no qual as mesmas estão instaladas (MASINI; GONÇALVES, 1999).

Segundo estes autores, encontram-se disponíveis no mercado diversas marcas de válvulas de admissão de ar, com variações na sua denominação e dimensões, mas com o mesmo princípio de funcionamento exposto anteriormente.

Como exemplo, destacam-se: as válvulas de admissão de ar produzidas pela STUDOR, OSMAMENT, AYRLETT, DURGO E OATEY, entre outras. Na Figura 3.14 são ilustradas duas marcas de válvulas de admissão de ar fornecidas pela STUDOR.

Figura 3.14 – Válvulas de admissão de ar: a) Válvula Max-Vent®; b) Válvula Mini-Vent® (AMORIM, 2006)

As válvulas de admissão de ar Max-Vent® são instaladas no topo do tubo de queda e possuem dimensões maiores em relação às Mini-Vent®, que são instaladas nos ramais de descarga e de esgoto (AMORIM, 2006).

3.7.4 Partes constituintes

O sistema predial de esgoto sanitário é dividido em dois subsistemas: o de coleta e transporte do esgoto sanitário que consiste no conjunto de aparelhos sanitários, tubulações e acessórios destinados a captá-lo e conduzi-lo a um destino adequado, e o de ventilação, que consiste em um conjunto de tubulações ou dispositivos destinados a encaminhar os gases para a atmosfera e evitar que os mesmos se encaminhem para os ambientes sanitários, sendo que o subsistema de ventilação pode ser dividido em ventilação primária e secundária (NBR 8160, ABNT 1999).

Além destes subsistemas, Amorim (2006) acrescenta a esta subdivisão o subsistema de disposição do esgoto sanitário. Esses subsistemas, assim como os principais elementos são apresentados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Elementos do sistema predial de esgoto sanitário

Subsistemas	Elementos
Coleta e transporte	Aparelhos sanitários Ramais de descarga Ramais de esgoto Tubos de queda Subcoletores Coletores
Ventilação	Barrilete de ventilação Ramal de ventilação Tubo de ventilação
Disposição	Caixas de gordura Poço de águas servidas Instalação elevatória

3.7.4.1 Subsistema de coleta e transporte do esgoto sanitário

O subsistema de coleta e transporte do esgoto sanitário consiste em um conjunto de aparelhos sanitários, tubulações e acessórios destinados a captá-lo e conduzi-lo a um

destino adequado. A Figura 3.15 ilustra as partes constituintes deste subsistema, enquanto que, a definição/função de cada elemento, é descrita na Tabela 3.7.

Figura 3.15 – Partes constituintes do sistema predial de esgoto sanitário (GONÇALVES, 2007)

Tabela 3.7 – Principais elementos do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário (NBR 8160; ABNT, 1999)

Elemento	Descrição/função
Aparelho sanitário	Aparelho ligado à instalação predial e destinado ao uso de água para fins higiênicos ou a receber dejetos ou águas servidas
Ramal de descarga	Tubulação que recebe diretamente os efluentes de aparelhos sanitários
Ramal de esgoto	Tubulação primária que recebe os efluentes dos ramais de descarga, diretamente, ou a partir de um desconector
Tubo de queda	Tubulação vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga
Subcoletor	Tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto
Coletor predial	Trecho de tubulação compreendido entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular

Fonte: NBR 8160 (ABNT, 1999)

Todos os trechos horizontais deste subsistema devem apresentar uma declividade mínima constante de forma a possibilitar o escoamento dos efluentes por gravidade.

Esta recomendação aplica-se tanto aos ramais de descarga quanto aos de esgoto e, inclusive, aos subcoletores e coletores prediais.

Esta declividade é especificada em função do diâmetro da tubulação. De acordo com a norma, para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm o seu valor é 2%, enquanto que para tubulações cujo diâmetro nominal seja igual ou superior a 100 mm o seu valor deve-se adotar 1%.

Recomenda-se, também, que as mudanças de direção nestes trechos devam ser realizadas com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°. No caso dos subcoletores e coletores, estas peças devem vir acompanhadas de elementos que permitam a inspeção destes elementos.

Com relação às tubulações verticais (tubos de queda), estas devem ser preferencialmente projetadas em um único alinhamento. Caso seja necessário realizar desvios, estes devem ser feitos, de preferência com curvas de raio longo²⁴ ou duas curvas de 45°.

Uma atenção especial deve ser dada aos tubos de quedas destinados ao recebimento de efluentes de aparelhos sanitários contendo produtos formadores de espuma (detergente, sabão em pó, por exemplo), como: pias, máquinas de lavar roupas e tanques. Nestes casos, visando evitar o retorno de espuma para os ambientes sanitários não se deve efetuar ligações de tubulações de esgoto ou ventilação nas regiões de ocorrência de sobrepressão (pressão pneumática positiva) (trechos hachurados na cor cinza na Figura 3.16), efetuar o desvio do tubo de queda para a horizontal com dispositivos que atenuem esta sobrepressão (curva de 90° de raio longo ou duas curvas de 45°) ou instalar dispositivo anti-retorno de espuma (Figura 3.16).

²⁴ Curva de raio longo: conexão em forma de curva cujo raio de curvatura é maior ou igual a duas vezes o diâmetro interno da peça (NBR 8160; ABNT 1999).

Figura 3.16 – Zonas de sobrepressão segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999)

3.7.4.2 Subsistema de ventilação

O subsistema de ventilação primária convencional é representado pelo prolongamento do tubo de queda acima do ramal mais alto a ele ligado. Sua extremidade superior é aberta à atmosfera e situa-se acima da cobertura da edificação, a uma distância que impossibilite o encaminhamento à mesma das águas pluviais provenientes da cobertura da edificação (Figura 3.17).

Figura 3.17 – Subsistema de ventilação primária (TESIS, 2007)

Já o subsistema de ventilação secundária convencional é composto pela coluna de ventilação e pelo ramal de ventilação. A coluna de ventilação consiste em um tubo ventilador vertical que se prolonga através de um ou mais andares e, cuja extremidade superior, é aberta à atmosfera ou ligada a tubo ventilador primário ou, ainda, a um barrilete de ventilação.

Já o ramal de ventilação consiste em um tubo que interliga o desconector ou ramal de descarga ou ramal de esgoto, de um ou mais aparelhos sanitários, a uma coluna de ventilação ou a um tubo ventilador primário.

Ao contrário das tubulações horizontais do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário, as tubulações horizontais do subsistema de ventilação secundária devem ser instaladas com a inclinação mínima de 1%, de modo a evitar a entrada do esgoto neste subsistema.

A extremidade inferior da coluna de ventilação deve ser ligada a um subcoletor ou a um tubo de queda em ponto situado abaixo da ligação do primeiro ramal de esgoto ou descarga ou nos mesmos.

3.8 Sistema predial de escoamento de águas pluviais

3.8.1 Definição

O sistema predial de escoamento de águas pluviais se destina à captação, condução e destinação a local adequado das águas de chuvas que se precipitam sobre os edifícios incluindo as coberturas, as paredes inclinadas e verticais, os terraços, marquises, as rampas e pequenas

3.8.2 Requisitos de desempenho

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), o sistema predial de escoamento de águas pluviais deve ser projetado de tal forma que atenda aos seguintes requisitos:

- (a) os condutores de águas pluviais não podem ser utilizados para receber efluentes de esgotos sanitários ou como tubos de ventilação do sistema predial de esgoto sanitários;
- (b) ser estanque e permitir a limpeza e obstrução de qualquer ponto do sistema;
- (c) resistir às solicitações decorrentes das variações térmicas e dos choques mecânicos e não provocar ruídos.

3.8.3 Partes constituintes

O sistema predial de escoamento de águas pluviais é composto pela cobertura (telhados ou pelas próprias lajes estruturais), calhas e rufos, condutores verticais (tubos de queda), condutores horizontais e ralos, caixas de areia, caixas de inspeção e poços de visita.

Os condutores verticais, segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989), são destinados ao recolhimento das águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício. Podem ser colocados tanto na parte externa quanto na interna ao edifício, dependendo das considerações de projeto. Já os condutores horizontais devem ser projetados com declividade uniforme com valor mínimo de 0,5%.

3.9 Materiais empregados nos componentes para os sistemas prediais

O atual mercado de tubos e peças para sistemas prediais oferece aos profissionais ligados ao projeto e execução destes sistemas uma variedade maior de materiais do que em tempos atrás. Basicamente hoje o mercado vive uma disputa entre os materiais metálicos, reduzidos basicamente ao cobre, e os materiais plásticos, reforçados com a inserção de novas opções como o polietileno reticulado e o PPR, utilizados na condução de água fria e quente.

Na Tabela 3.8 são apresentados os principais materiais empregados nos tubos e conexões utilizados nos sistemas prediais abordados no presente trabalho.

Tabela 3.8 – Materiais empregados nos tubos e conexões utilizados nos sistemas prediais

Sistema Predial	Material
Suprimento de água fria	<ul style="list-style-type: none"> • Cloreto de Polivinila (PVC) • Polietileno de alta densidade (PEAD) • Cobre • Aço galvanizado • Polipropileno Copolímero Randon (PPR) • Polietileno Reticulado (PEX)
Suprimento de água quente	<ul style="list-style-type: none"> • Cobre • Policloreto de Vinila Clorado (CPVC) • Polietileno Reticulado (PEX) • Polipropileno Copolímero Randon (PPR)
Esgoto sanitário	<ul style="list-style-type: none"> • Cloreto de Polivinila (PVC) • Ferro fundido • Manilha cerâmica
Águas pluviais	<ul style="list-style-type: none"> • Cloreto de Polivinila (PVC)
Suprimento de gás	<ul style="list-style-type: none"> • Cobre
Combate a incêndio	<ul style="list-style-type: none"> • Cobre • Aço galvanizado

Fonte: Gonçalves *et. al* (2000)

Mas, sem dúvida, a grande revolução em termos de materiais empregados nestes sistemas ocorreu com o advento do policloreto de vinila, mais conhecido como PVC, que veio substituir, em grande parte, a partir dos anos 60, os tubos de ferro fundido e de manilha cerâmica utilizados em sistemas prediais de esgoto sanitário e os de aço galvanizado, utilizados no sistema predial de suprimento de água fria.

Além do PVC, verificou-se também uma substituição gradativa dos tubos e conexões de aço galvanizado pelos de cobre nos sistemas prediais de suprimento de água quente, gás e combate a incêndio. Esta substituição se deu, principalmente, pela leveza dos componentes fabricados com este material, facilitando seu transporte e manuseio e a execução dos serviços.

Concebido originalmente para ser utilizado em aquecimento de ambientes das edificações localizadas em países de clima temperado e frio sob a forma de aquecimento através de piso radiante, o PEX passou a ser utilizado também nos sistemas prediais de suprimento de água fria e água quente das edificações.

No Brasil, a sua inserção iniciou-se na década de 90, através de sua importação e distribuição por empresas nacionais, configurando-se, assim, em uma inovação tecnológica aplicada à indústria de construção civil²⁵.

Por ser um país de clima tropical, o PEX é aplicado quase que na sua totalidade nos sistemas prediais de suprimento de água fria e água quente, em substituição aos materiais tradicionalmente empregados nestes sistemas, como o PVC, CPVC e o cobre.

Atualmente está sendo comum, tanto na Capital quanto em grandes cidades do interior do Estado de São Paulo, o uso do PPR como alternativa aos outros materiais na execução dos sistemas prediais de água fria e água quente.

3.9.1 PVC

O cloreto de polivinila é um material termoplástico obtido através da polimerização do monômero cloreto de vinila (MVC), tendo em sua composição 57% de insumos provenientes do sal marinho ou da terra (salgema) e 43% de insumos provenientes de fontes não renováveis, como o petróleo e o gás natural (RODOLFO JR. *et al.*, 2006).

Segundo estes autores, trata-se de um material muito versátil devido, principalmente, ao seu processo de fabricação, no qual se faz a incorporação de diversos aditivos à

²⁵ Esta década foi marcada pela abertura do mercado nacional ao capital estrangeiro, assim como às tecnologias do primeiro mundo, motivada pela paridade do Real em relação ao Dólar.

resina de PVC e, em parte, por se adequar aos mais diversos processos de moldagem, como a extrusão, injeção, calandragem entre outros.

Dentre os setores da economia brasileira, dados da BRASKEM (Petroquímica Brasileira de Classe Mundial) indicam que o setor de Construção Civil corresponde por 62% do consumo deste material no país sendo, na sua maioria, representado pelos tubos e conexões (45%).

A exposição do polímero PVC, sem a adição de estabilizantes ao calor, à radiação ultravioleta ou, ainda, à radiação gama, pode, dependendo da intensidade e tempo de exposição, causar a liberação de cloreto de hidrogênio (HCl), acompanhado da formação de seqüências poliênicas e ligações cruzadas na cadeia, resultando em um rápido processo de degradação, revelado normalmente pela mudança de coloração para amarelo até o marrom escuro. Este processo é conhecido como desidrocloração (RODOLFO JR. *et al.*, 2006).

3.9.2 CPVC

O CPVC ou Policloreto de Vinila Clorado é o nome dado às resinas termoplásticas produzidas pela pós-cloração da resina de PVC, na qual o gás cloro é forçado a passar em contra-corrente com a lama de resina de PVC, substituindo parte dos átomos de hidrogênio presentes na cadeia do PVC, aumentando, portanto, o teor de cloro do polímero base de 56,7% para valores tipicamente entre 63% e 68%, podendo chegar até 73,2%, valor máximo do teor de cloro teoricamente substituível no PVC (RODOLFO JR, *et al.*, 2006).

Segundo estes autores, o principal efeito decorrente deste processo nas cadeias do PVC é o aumento das forças de atração intermoleculares, proporcionando o aumento

das propriedades térmicas deste material, assim como melhoria da sua resistência química a agentes diversos e a resistência ao fogo.

3.9.3 Cobre

Os tubos de cobre são fabricados por extrusão com 99,9% de cobre recozido e uma quantidade máxima de 0,04% de fósforo (GONÇALVES *et al.*, 2000).

São divididos em 3 classes: E, A e I, conforme Tabela 3.9. As características dos tubos são apresentadas na Tabela 3.10.

Tabela 3.9 – Classes dos tubos de cobre e seus respectivos usos

Classe	Identificação	Uso
E	Presença de tampões plásticos na extremidade da tubulação na cor verde	Para instalações de água fria e água quente, instalações de combate a incêndio por hidrante e <i>sprinklers</i>
A	Presença de tampões plásticos na extremidade da tubulação na cor amarela	São indicados para todas as aplicações de tubos classe E , bem como para instalações de gases combustíveis
I	Presença de tampões plásticos na extremidade da tubulação na cor azul	São indicados para todas as aplicações de tubos classe A , bem como para instalações industriais de alta pressão e vapor.

Fonte: catálogo de produtos da Eluma (ELUMA, 2000)

Tabela 3.10 - Tubos de cobre: espessura das paredes e pressão de serviço por Classe

Diâmetro (mm)	Classe E		Classe A		Classe I	
	Espessura da parede (mm)	Pressão de serviço (kg/cm ²)	Espessura da parede (mm)	Pressão de serviço (kg/cm ²)	Espessura da parede (mm)	Pressão de serviço (kg/cm ²)
15	0,5	41,0	0,7	60,0	1,0	88,0
22	0,6	34,0	0,9	50,0	1,1	60,0
28	0,6	26,0	0,9	40,0	1,2	55,0
35	0,7	25,0	1,1	40,0	1,4	45,0
42	0,8	24,0	1,1	35,0	1,4	42,0
54	0,9	21,0	1,2	28,0	1,5	34,0
66,7	1,0	20,0	1,2	24,0	1,5	28,0
79,4	1,2	19,0	1,5	24,0	1,9	27,0
104,8	1,2	14,0	1,5	18,0	2,0	20,0

Fonte: catálogo de produtos da Eluma (ELUMA, 2000)

3.9.4 PEX

O polietileno reticulado é fabricado a partir de uma matéria-prima plástica com elevado peso molecular (HDPE – polietileno de alta densidade) e é comumente designado pela sigla PEX, onde “PE” significa polietileno e “X” indica que as ligações químicas são cruzadas (GONÇALVES, 1994).

O polietileno é uma resina plástica composta de macromoléculas lineares constituídas de hidrogênio e carbono em ligações alternadas. A reticulação consiste em expulsar o hidrogênio do sistema, através de um processo físico-químico, fazendo com que as novas ligações espaciais formadas de carbono-carbono gerem um produto com qualidades diferenciadas do polietileno normal. Estabelecem-se, então, ligações químicas entre as cadeias do polietileno, formando uma rede tridimensional (PEX do Brasil, 2005).

A Figura 3.18 ilustra a diferença entre a cadeia molecular do polietileno normal e o polietileno reticulado, onde se identifica a ponte molecular entre as moléculas das cadeias de polietileno.

Figura 3.18 - Comparação entre a estrutura molecular do polietileno normal e do polietileno reticulado (PEX) – (PEX do Brasil, 2005)

MÉTODO DE COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

A confiabilidade dos resultados sobre produtividade da mão-de-obra depende de um excelente planejamento da coleta de dados e sua correta implementação depende da elaboração dos instrumentos de coleta de dados que leve em consideração os seus fatores potencialmente influenciadores.

Tais aspectos tornam-se mais importantes ainda em se tratando dos sistemas prediais hidráulicos, uma vez que envolvem um grande número de tarefas e subtarefas, além do fato de haver várias frentes de trabalho acontecendo ao mesmo tempo em locais (pavimentos) distintos, ao contrário, por exemplo, da execução da concretagem, montagem de fôrmas e, até mesmo, da execução da alvenaria.

No que diz respeito ao levantamento do consumo unitário de materiais, por se tratar de uma coleta de dados que tem como fonte básica de informações os projetos dos sistemas prediais, os dados devem ser organizados de tal forma a subsidiar também o cálculo da produtividade da mão-de-obra, uma vez que o levantamento de informações para o cálculo do consumo unitário de materiais é parte comum e intermediária ao cálculo da produtividade.

Estas constatações foram frutos do Estudo Piloto realizado antes do início da coleta de dados no conjunto de obras, além do aprendizado contínuo adquirido ao longo da coleta de dados nas obras de maior complexidade subseqüentes ao mesmo.

Assim, este capítulo é dedicado à apresentação do método de coleta e processamento de dados inerentes à obtenção dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais na execução dos sistemas prediais hidráulicos.

4.1 Experiências obtidas e diretrizes a serem seguidas a partir do estudo piloto

Embora os sistemas prediais deste Estudo Piloto apresentassem pouca complexidade, a experiência obtida serviu para se ter uma idéia dos caminhos a serem seguidos quanto à elaboração dos instrumentos de coleta, ao planejamento da pesquisa e à forma de abordagem dos funcionários para a obtenção das informações e também ressaltou a necessidade de se encontrar uma forma eficiente e simplificada de se realizar o processamento dos dados coletados.

Estas experiências foram traduzidas em diretrizes aplicáveis às principais variáveis necessárias ao cálculo dos indicadores de produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais, conforme serão descritas a seguir.

4.1.1 Quantidade de serviço

Os sistemas prediais nem sempre são executados na sua totalidade em um dia de trabalho, ou seja, é comum encontrar-se, ao final do dia, trechos destes sistemas incompletos como, por exemplo, ramais de descarga, sub-ramais de água fria ou água quente, seja pela ocorrência de alguma anormalidade (falta de material, por exemplo)

ou pela impossibilidade de se finalizar os serviços de um determinado ambiente até o final do expediente.

Assim, não se pode adotar como referência para a quantificação dos serviços um parâmetro que represente um conjunto de componentes (tubulações e conexões) como, por exemplo, pavimento, apartamento ou, até mesmo, o ambiente.

Portando, diante desta constatação, tem-se como diretriz:

Para efeito de quantificação dos serviços e coleta de dados no canteiro de obras, os sistemas prediais deverão ser divididos em partes menores (subsistemas, elementos e componentes).

No entanto, esta divisão deve ser feita de forma a atender as necessidades tanto para o cálculo do consumo unitário de materiais quanto para o cálculo da produtividade da mão-de-obra. Como exemplo, cita-se o caso dos ramais de esgoto sanitário de um determinado ambiente e seu respectivo subsistema de ventilação. Para efeito do cálculo da produtividade da mão-de-obra talvez não seja interessante fazer uma distinção entre o subsistema de escoamento (ramais de descarga e de esgoto) e o subsistema de ventilação secundária (ramais de ventilação), uma vez que o esforço demandado para a execução de ambas as partes pode ser considerado muito parecido e pelo fato de não se conseguir distinguir claramente, durante sua execução, o esforço (homens-hora) demandado em cada um. Já com relação ao consumo unitário de materiais, talvez esta distinção seja interessante e significativa para a realização do seu prognóstico e, neste caso, os sistemas prediais podem ser subdivididos recorrendo-se a sua classificação apresentada no capítulo 3.

Desta forma, tem-se a seguinte diretriz:

Os dados devem ser organizados de tal forma a subsidiar simultaneamente tanto o cálculo da produtividade da mão-de-obra quanto do consumo unitário de materiais.

Como decorrência desta 1ª diretriz, há que se definir um limite mínimo de subdivisão que atenda aos propósitos desta tese. Assim, para cada sistema predial estabelece-se como limite inferior o trecho de tubulação, conforme a seguinte diretriz:

Para efeito de quantificação dos serviços em projeto e coleta de dados no canteiro de obras, institui-se o trecho de tubulação, compreendido entre duas ou mais conexões, como a menor parte mensurável de um determinado serviço.

Cada trecho de tubulação será caracterizado pelo material constituinte do tubo e seu diâmetro. Além destas características, para efeito de análise da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais, será associado a cada trecho o número de conexões, respeitando, para isto, a seqüência de execução das tubulações em cada sistema predial e tendo-se como regra geral a associação do número de conexões existentes a montante de cada trecho.

Assim, no sentido de uniformizar o levantamento desta característica, adotou-se a seguinte diretriz:

Cada trecho de tubulação será caracterizado, além do seu comprimento em metros, pelo material de fabricação, diâmetro comercial e nominal, em milímetros, número de conexões, sendo que esta última característica dependerá do número de conexões existentes a montante de cada trecho.

No caso da análise do consumo unitário de materiais, o número de conexões atende perfeitamente as necessidades propostas nesta tese, uma vez que se utilizará a

totalidade de conexões e metros de tubulação presentes nos sistemas e subsistemas, portanto, de fácil distinção e contabilização.

Além do fato de se encontrarem ao final do dia de trabalho, ambientes com os respectivos sistemas prediais incompletos, o que pode gerar imprecisões durante a coleta de dados, uma particularidade destes sistemas reside no fato de sua execução acontecer em várias frentes de trabalho, com condições de produção específicas (por exemplo, serviço sob o regime de tarefa ou não), e, até mesmo, em diferentes pavimentos.

Assim, é conveniente que o pesquisador, durante a coleta de dados no canteiro de obras, seja direcionado ao pavimento em que os serviços estejam sendo executados. Desta forma, estabelece-se a seguinte diretriz:

Os instrumentos de coleta de dados devem ser elaborados de tal forma a permitir ao pesquisador coletar os dados relativos à quantidade de serviço diretamente nos pavimentos/ambientes cujos serviços foram executados no dia anterior.

Finalmente, além destas diretrizes relacionadas ao processo de coleta de dados, tanto no canteiro de obras quanto em projetos, há que se uniformizar, também, além da unidade de mensuração da quantidade de serviço [metro(s) de tubulação], a consideração do que vem a ser a quantidade de serviço utilizada para o cálculo tanto da produtividade da mão-de-obra quanto do consumo unitário de materiais. No caso desta presente tese e nos outros diversos trabalhos realizados sobre este assunto sob a luz do Modelo dos Fatores, não são considerados os acréscimos no comprimento da tubulação previstos em orçamentos ou listas de materiais, muitas vezes, parte integrante dos projetos destes sistemas. Disto, deriva-se que:

Para o cômputo da quantidade de serviço de sistemas prediais (metros de tubulações) considera-se o comprimento “líquido” de tubos, ou seja, isento de possíveis acréscimos previstos em orçamentos ou outra fonte de consulta (acréscimos devido à previsão de perdas na etapa de execução).

4.1.2 Homens-hora

Nos estudos sobre produtividade da mão-de-obra há o interesse em se saber a influência das características da equipe executora, no que diz respeito ao cargo de seus integrantes, na execução de um determinado serviço (encarregado, oficial, $\frac{1}{2}$ oficial e ajudante). Esta influência pode ser quantificada em termos da relação ajudante/oficial e, mais do que isto, tal informação pode ser útil também para se fazer o dimensionamento desta equipe executora na execução de serviços futuros.

Embora não se tenha ainda identificado claramente nas obras analisadas se esta relação influencia a produtividade da mão-de-obra na execução destes sistemas, há que se fazer esta distinção no momento da coleta de dados, resultando na seguinte diretriz:

No início dos trabalhos de campo, ou previamente aos mesmos, deve-se conhecer a equipe executora e saber o respectivo cargo de cada integrante, de tal forma a se poder relacioná-los aos indicadores de produtividade da mão-de-obra.

Com relação ao tempo demandado na execução de um serviço (ou parte do mesmo), há que se adotar uma postura única quanto ao que se considerar neste cômputo. Durante o dia de trabalho, além do tempo que o operário dedica à execução dos serviços, tem-se também o tempo destinado às refeições e, eventualmente, a outros

eventos de diversas naturezas, como participação em reuniões de segurança ou qualidade entre outras situações. Este trabalho segue a mesma postura adotada em trabalhos semelhantes sob a luz do Modelo dos Fatores, através da seguinte diretriz:

Considera-se, para o cômputo da produtividade da mão-de-obra, o tempo no qual o operário ficou disponível para a execução do serviço, excluindo-se deste montante o tempo dedicado a atividades previamente programadas, como: refeições, reuniões técnicas e outras situações de mesma natureza.

Note-se que não se exclui deste escopo o tempo no qual o operário está disponível para a realização do serviço e que, por questões anormais, como a falta de equipamento/ferramentas, falta de material ou qualquer outro impedimento relacionado à gestão do processo de trabalho, não foi possível sua execução. Estas horas devem ser computadas e os motivos pelos quais não se realizou o serviço constituem explicações para um eventual índice de produtividade ruim.

Finalmente, em trabalhos que envolvem a medição de desempenho da mão-de-obra, os objetivos e a forma pela qual os dados serão coletados devem ser explicitados claramente à equipe executora. Esta postura tem como objetivo não gerar desconfiança entre os operários com relação ao trabalho a ser desenvolvido (deve-se garantir a sua não utilização para fins de controle pessoal ou comparação de desempenhos entre operários) e evitar a obtenção de informações errôneas, uma vez que o cômputo das horas gastas é muito importante para o sucesso da coleta de dados.

4.2 Etapas do método de coleta e processamento dos dados

O método de coleta e processamento dos dados é dividido em 3 etapas gerais: *planejamento da coleta de dados, coleta de dados propriamente dita e processamento dos dados*, cada qual contendo um conjunto de atividades que podem ser comuns ou específicas para a obtenção do consumo unitário de materiais e a produtividade da mão-de-obra.

Na Figura 4.1 são apresentadas estas etapas gerais, assim como o detalhamento das atividades a serem desenvolvidas, as fontes de informações e os produtos obtidos decorrentes de cada ação empreendida.

Ressalta-se que tais atividades não precisam obrigatoriamente ser realizadas na ordem apresentada e nos momentos propostos, podendo haver variações em função do grau de conhecimento da obra por parte do pesquisador.

Na seqüência faz-se o detalhamento destas atividades, contemplando, principalmente, as especificidades de cada sistema predial.

Figura 4.1 – Etapas da coleta de dados e respectivas atividades

4.3 Planejamento da coleta de dados

O planejamento da coleta de dados compreende as seguintes atividades, cujo detalhamento será feito na sequência: entendimento do projeto; divisão dos sistemas prediais em subsistemas/elementos; subdivisão dos subsistemas/elementos prediais em componentes; caracterização dos trechos quanto ao seu comprimento, número de conexões e diâmetro; elaboração de planilhas de dados eletrônicas primárias (Planilhas “Fonte”); subdivisão dos serviços em tarefas e subtarefas; entendimento da forma de organização da produção e elaboração de planilhas de coleta de dados no canteiro de obras.

4.3.1 Entendimento do projeto

De posse dos projetos específicos dos sistemas prediais, o primeiro passo consiste em analisar as várias pranchas com o objetivo de se entender sua concepção (classificação dos sistemas prediais conforme capítulo 3), traçado das tubulações quanto a sua posição (verticais e horizontais), interferência com outros subsistemas (embutimento ou não nas vedações verticais e horizontais, abertura em vigas e lajes da estrutura), o tipo de material empregado nas tubulações e conexões de cada sistema entre outros aspectos.

Neste processo é muito comum surgirem dúvidas a partir do primeiro contato do pesquisador com os projetos de uma determinada obra, principalmente em ambientes onde há maior concentração destes sistemas, como é o caso da área de serviço, que pode abrigar tanto os sistemas prediais de esgoto sanitário e água fria (os básicos) como também os sistemas prediais de suprimento de água quente e gás, sendo estes últimos associados a outros equipamentos, tais como os de medição de consumo e aquecimento.

Outro aspecto importante diz respeito à adequação dos desenhos existentes nas pranchas à precisão da medição necessária para o desenvolvimento deste trabalho. É muito comum o detalhamento dos sistemas prediais ser feito sob a forma de desenhos isométricos, principalmente dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente dos ambientes molháveis. A medição direta do comprimento das tubulações destes, utilizando-se apenas estes desenhos como fonte de consulta, será imprecisa, uma vez que há claramente uma distorção no comprimento das tubulações quando se utiliza este recurso gráfico de apresentação²⁶.

Em se tratando do sistema predial de esgoto sanitário, por exemplo, além de haver em alguns casos a sobreposição de tubulações, destaca-se também o grande número de conexões empregadas neste sistema, sendo comum, inclusive, ligações entre duas ou mais conexões em determinados trechos (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Planta do sistema predial de esgoto sanitário de um ambiente molhável onde se pode verificar o tipo e número de conexões existentes

²⁶ Obviamente esta preocupação se refere à medição do comprimento do trecho de tubulação utilizando-se um escalímetro. No caso de se obter esta informação utilizando-se recursos do AUTOCAD®, esta preocupação não é pertinente.

Finalmente, há que se ressaltar também que, durante a execução destes sistemas prediais, pode haver mudanças de traçados de tubulações, com a anuência ou não do projetista, em função da identificação de uma incompatibilidade entre estes sistemas e os de estrutura e de vedação.

Nestes casos, e em outras situações não perfeitamente claras no projeto, o pesquisador deverá complementar as informações necessárias diretamente na obra, através de consulta ao encarregado ou à mão-de-obra executora ou, até mesmo, fazer medições *in loco* de trechos já executados em determinados pavimentos. Um outro recurso muito útil reside na utilização de registros fotográficos de determinados pontos dos sistemas/subsistemas que necessite de um melhor esclarecimento.

4.3.2 Divisão dos sistemas prediais em subsistemas/elementos

Após o pleno entendimento do projeto, parte-se para a quantificação das “partes” dos sistemas prediais. Como primeiro passo, deve-se fazer a divisão destes sistemas levando-se em consideração os seus subsistemas e suas partes.

Esta divisão atende mais aos propósitos do prognóstico do consumo unitário de materiais do que aos da produtividade da mão-de-obra, uma vez que, ao longo da coleta de dados no canteiro de obras, estas partes são executadas simultaneamente, sendo muito impreciso e subjetivo alocar os homens-hora a cada uma delas.

No caso da produtividade da mão-de-obra, prioriza-se a divisão dos serviços em termos das atividades necessárias a sua execução, conforme será descrito no item 4.3.6.

Nas figuras 4.3, 4.4 e 4.5 ilustram-se a subdivisão dos sistemas prediais em suas partes menores para efeito do cálculo do consumo unitário de materiais.

Figura 4.3 – Divisão dos sistemas prediais de suprimento de água fria e água quente

Figura 4.4 – Divisão dos sistemas prediais de suprimento de gás e de prevenção e combate a incêndios

Figura 4.5 – Divisão dos sistemas prediais de coleta de esgoto sanitário e águas pluviais

4.3.3 Subdivisão dos subsistemas/elementos prediais em componentes

Após a divisão dos sistemas em seus respectivos subsistemas, procede-se ao detalhamento de cada um subdividindo-os em componentes (tubos e conexões). Em outras palavras, divide-se o conjunto tubos/conexões de um determinado subsistema/elemento em trechos de tubulações tendo-se como premissa a definição de que o trecho de tubulação consiste no comprimento de tubo delimitado pelas conexões localizadas em suas extremidades (Figura 4.6a), conforme diretriz apresentada anteriormente. Há casos em que em uma extremidade do trecho há mais de uma conexão, como é o caso, por exemplo, de trechos delimitados por registro de gaveta (Figura 4.6b).

(a)

(b)

Figura 4.6 – Exemplo de trecho de tubulação com mais de uma conexão em uma de suas extremidades: (a) tubo de esgoto sanitário delimitado por duas conexões em cada extremidade; (b) registro de gaveta e o uso de adaptadores para junção com o trecho de tubulação

A representação destes elementos pode ser feita em planta, vistas ou até mesmo em esquema isométrico. O importante é ressaltar as conexões existentes entre cada trecho de tubulação (Figura 4.7).

Figura 4.7 - Exemplo de isométrica com ênfase nas conexões

Este procedimento será muito útil, principalmente para a quantificação do número de conexões entre cada trecho e do número total de conexões por subsistema.

4.3.4 Caracterização dos trechos quanto ao seu comprimento, número de conexões e diâmetro

Após definição dos trechos de um determinado subsistema/elemento, parte-se para o levantamento das suas características, ou seja, o seu comprimento (em metros), número de conexões e diâmetro (comercial e nominal) da tubulação (em milímetros). O número de conexões é definido como o somatório de conexões presentes a montante de cada trecho de tubulação. Assim, para o exemplo ilustrado na Figura 4.7, especificamente para os ramais e sub-ramais de suprimento de água fria, obtêm-se as informações apresentadas na própria figura.

4.3.5 Elaboração de planilhas de dados eletrônicas primárias (Planilhas “Fonte”)

Conforme ressaltado anteriormente, a coleta de dados deve ser feita levando-se em consideração os resultados a serem alcançados e os meios de processamento destes dados.

Destaca-se aqui uma distinção na formatação destas planilhas. No primeiro conjunto de planilhas os dados são organizados em uma matriz, sendo cada linha desta matriz um registro contendo como campos (colunas), o código da obra, sistema predial, subsistema, tipo de material, forma de execução (*kits* ou *in loco*), número do trecho de tubulação, comprimento do trecho, número de conexões, diâmetro comercial e diâmetro nominal (Apêndice A).

Este conjunto servirá de base para os propósitos do levantamento do consumo unitário e produtividade da mão-de-obra. No primeiro caso, sua formatação permite que se trabalhe diretamente com recursos de Tabela Dinâmica do Excel® no sentido de se obterem os indicadores de consumo unitário de materiais. No entanto, em se tratando do levantamento da produtividade da mão-de-obra, há ainda que se reorganizar os dados de tal forma a permitir que o pesquisador consiga, em campo, ser direcionado ao local da execução dos serviços.

Para isto, destas planilhas foram obtidas outras planilhas, aqui também denominadas de fontes quanto aos propósitos do levantamento da produtividade da mão-de-obra, onde as informações características dos trechos, ou seja, as variáveis de interesse (comprimento da tubulação, número de conexões e diâmetro) foram reorganizadas formando uma matriz, na qual as linhas correspondem ao pavimento da edificação, enquanto que as colunas correspondem à identificação dos locais no pavimento-tipo em que os sistemas prediais ocorrem, partindo-se de uma identificação mais ampla (apartamento, por exemplo) até a mais específica (como a identificação de um

Desta forma são elaboradas 3 planilhas “Fonte” (ou Primárias), sendo uma associada ao comprimento do trecho, outra ao número de conexões existentes neste trecho e, finalmente, a última que diz respeito ao diâmetro nominal (Figura 4.8).

Obra: _____
Serviço: _____

[illegible]

Figura 4.8 – Exemplo de planilha eletrônica para a quantificação do comprimento dos trechos de tubulação, número de conexões e diâmetro

Partindo destas planilhas o pesquisador poderá organizar outras de acordo com suas necessidades de coleta. Por exemplo, ele poderá selecionar e compor um conjunto de planilhas de coleta e processamento considerando apenas os trechos que serão embutidos na parede do apartamento-tipo, com a finalidade de se obter a produtividade da mão-de-obra no corte e rasgo das paredes. O mesmo se aplica a outras situações, como a distinção entre ramais que são executados com *kits* ou *in loco*, entre outras. Na Figura 4.9 ilustra-se este procedimento.

Figura 4.9 – Exemplo de elaboração de planilhas de coleta a partir das planilhas “Fonte”

Além de cumprirem o papel de fonte primária de referência de informações para a confecção de outras planilhas, elas já se constituem também em fonte de informação para o cálculo do consumo unitário de materiais, cuja associação a outros indicadores de projeto (fatores influenciadores de conteúdo) permitirá o estabelecimento dos modelos de prognóstico deste consumo.

Mais do que isto, este formato de planilha foi proposto pensando tanto no processamento das informações coletadas quanto na coleta de dados propriamente dita, na medida em que o pesquisador, ao anotar a data em que determinado trecho de determinado pavimento-tipo foi executado, automaticamente estará realizando um mapeamento dos trechos já executados em todos os pavimentos e os que ainda terão que ser executados ao longo da coleta.

Note-se que a primeira coluna destas planilhas (Figura 4.9) representa o número dos pavimentos-tipo da edificação e, propositalmente, optou-se em representá-los na ordem em que os pavimentos são identificados no edifício, ou seja, utilizando-se uma numeração crescente dos pavimentos inferiores aos superiores.

No caso dos elementos posicionados horizontalmente (sob a laje, como é o caso dos ramais de esgoto sanitário, ramais de distribuição de água fria/quente entre outros) utilizou-se uma nomenclatura um pouco diferente para representar os pavimentos de forma a não gerar confusão no momento da coleta de dados no canteiro de obras. Na coluna relativa aos pavimentos são representados dois números separados por um hífen. O primeiro número indica o pavimento em que o pesquisador está pisando (piso) e o segundo o pavimento cuja laje de piso encontra-se imediatamente acima da tubulação.

Por exemplo, a notação “3 – 4” nesta coluna indica que o pesquisador está coletando dados dos ramais de esgoto sanitário relativo ao 4º pavimento-tipo, ou seja, cujas tubulações passam sob a laje de teto do 3º pavimento ou sob o piso do 4º pavimento.

No Apêndice B apresenta-se um exemplo de Planilha de coleta de dados derivada de uma planilha “Fonte” para o caso da montagem de tubulações de ramais de esgoto sanitário sob o teto.

4.3.6 Divisão dos serviços em tarefas e subtarefas

Além da divisão dos sistemas prediais em suas partes (subsistemas, elementos e componentes), o que atende perfeitamente ao estudo do consumo unitário de materiais, em se tratando do estudo da produtividade da mão-de-obra há que se pensar também no processo de execução destes sistemas. Tomando-se como exemplo a execução das prumadas de água quente (para o caso de se ter um sistema

de aquecimento central coletivo), além da atividade de montagem da tubulação, outras atividades devem ser executadas para sua finalização, como, por exemplo, a fixação destas tubulações e a colocação de isolante térmico.

Este procedimento consiste em dividir o serviço em diversos níveis, ou seja, em suas respectivas tarefas e subtarefas. Assim, os indicadores de produtividade são preferencialmente atrelados às subtarefas, considerando-se que, a partir do entendimento das partes estar-se-á entendendo o todo. Esta divisão foi baseada no método executivo destes sistemas prediais e que pode ser resumido nas figuras 4.10, 4.11 e 4.12, apresentadas na seqüência. Salienta-se que estas figuras representam um esquema genérico da execução destes sistemas prediais, podendo haver diferenças, dependendo da postura adotada em cada obra e de detalhes particulares de concepção de cada um (por exemplo, há casos em que os ramais nas paredes não são embutidos nas mesmas, ficando rente as mesmas e encobertos posteriormente por carenagens; não necessitando do corte e rasgos das paredes).

Figura 4.10 – Divisão da execução dos sistemas de suprimento de água fria e água quente em tarefas e subtarefas

Figura 4.11 – Divisão da execução dos sistemas de suprimento gás e prevenção e combate a incêndios em tarefas e subtarefas

Figura 4.12 – Divisão da execução dos sistemas de esgoto sanitário e águas pluviais em tarefas e subtarefas

Embora a obtenção dos indicadores de produtividade da mão-de-obra ao nível das subtarefas seja mais interessante, nem sempre é possível realizar este procedimento com precisão, pois isto depende da forma como a execução dos serviços está organizada.

Tomando-se como exemplo a execução dos ramais de esgoto sanitário, que podem ser decompostos nas subtarefas “Montagem das tubulações” e “Fixação das tubulações”, os indicadores de produtividade da mão-de-obra para estas subtarefas são de fácil obtenção quando estas forem executadas em momentos distintos (primeiro faz-se a montagem da tubulação e, somente num segundo momento, faz-se a fixação desta na laje), ao contrário da situação em que as duas subtarefas são executadas simultaneamente (faz-se a fixação da tubulação imediatamente após sua montagem).

Em não se tendo a distinção do tempo demandado pelo operário em cada subtarefa, obtém-se, então, o indicador de produtividade relacionado a um nível superior, no caso, a tarefa, com a indicação de que tal número abrange tanto a montagem da tubulação quanto sua fixação.

Esta é a grande dificuldade em se obterem indicadores de produtividade da mão-de-obra no nível das tarefas e subtarefas ou, na sua forma mais específica, ao nível das operações (Por exemplo: produtividade da mão-de-obra no corte dos tubos *versus* produtividade da mão-de-obra na montagem da tubulação).

Portanto, deve-se estabelecer um limite mínimo de subdivisão aceitável que atenda, ao mesmo tempo, aos propósitos de orçamentação e aos propósitos de controle da produtividade da mão-de-obra durante a execução de um determinado serviço.

4.3.7 Entendimento da forma de organização da produção

Outro aspecto importante relacionado ao planejamento da coleta, que de certa forma deriva do item apresentado anteriormente, consiste em saber com o encarregado da execução dos sistemas prediais como a equipe será organizada e como cada parte dos sistemas prediais será executada.

Esta informação é muito importante, pois a partir dela, e somada às outras informações de projeto, podem-se elaborar planilhas de coleta de dados relativas à quantificação dos serviços no canteiro de obras, conforme já exemplificado no item 4.3.5.

Mais do que confeccionar estes instrumentos de coleta, o pesquisador deverá estabelecer um procedimento de coleta de informações de acordo com a estratégia de execução adotada, principalmente no que diz respeito à quantidade de homens-hora demandada na execução das tarefas e subtarefas.

Na medida em que se busca relacionar os homens-hora demandados na execução destas tarefas/subtarefas, isto se torna mais fácil quando o encarregado designar um operário ou uma equipe de operários para realizar uma única tarefa/subtarefa durante o dia de trabalho ou com duração definida através de marcos significativos (até a hora do almoço ou após o almoço etc.).

No entanto, pode-se deparar com uma situação muito desfavorável à obtenção destas informações como, por exemplo, a adoção da estratégia na qual os operários, durante o dia de trabalho, executam, simultaneamente ou seqüencialmente, todos os sistemas prediais de um ambiente somado ao agravante de que os componentes empregados no sistema de suprimento de água fria e quente, por exemplo, sejam de materiais diferentes (cobre para água quente e PVC para água fria).

Nestes casos, o pesquisador deve utilizar-se de artifícios para obter as informações da forma mais precisa possível, como solicitar à mão-de-obra para anotar com giz, nas próprias vedações dos ambientes, os horários de início e fim de cada tarefa ou subsistema executado ou, até mesmo, em formulários específicos para tal.

Por todos estes aspectos justifica-se a preocupação em se conhecer previamente as condições de execução destes sistemas, além da constituição e funções de cada integrante da equipe executora, de acordo com a primeira diretriz apresentada no item 4.1.2.

4.3.8 Elaboração de planilhas de coleta de dados no canteiro de obras

De posse das planilhas “Fonte” e conhecida a forma como os sistemas prediais serão executados, parte-se para a elaboração dos instrumentos de coleta de dados que, no caso, serão representados por planilhas eletrônicas impressas e procedimentos (roteiro) para registro fotográfico no canteiro de obras.

4.3.8.1 Quantidade de serviço executado

As planilhas relacionadas às quantidades de serviços deverão ser elaboradas de acordo com a relação de serviços que estão e serão executados no período previsto de coleta.

A partir das planilhas “Fonte”, o pesquisador deverá elaborar as planilhas de coleta, divididas em duas categorias: *Quantitativo de Projeto* e *Coleta em Obra* (Figura 4.13). A primeira categoria é composta por 3 planilhas, de mesmo formato, diferindo apenas na informação a ser inserida em cada uma: comprimento do trecho, número de conexões e diâmetro. A segunda categoria de planilhas se resume apenas a uma,

também de mesmo formato das planilhas da categoria anterior, na qual o pesquisador deverá anotar na coluna correspondente ao trecho executado e na linha correspondente ao pavimento em execução a data de execução deste. Um exemplo destas planilhas pode ser visualizado no Apêndice B, para o caso dos ramais de esgoto sanitário sob o teto (montagem).

Figura 4.13 – Esquema geral das planilhas para quantificação dos serviços executados no canteiro de obras

Evidentemente, a necessidade ou não das planilhas relativas ao número de conexões e ao diâmetro associados aos trechos de tubulações dependerá do tipo de tarefa/subtarefa analisada. Assim, haverá situações em que tais informações não serão necessárias, como é o caso da tarefa “Cortar paredes”.

Para facilitar a coleta de dados, no verso de cada planilha de coleta deve ser impresso o desenho (planta, vista ou perspectiva) referente à tarefa/subtarefa em questão (vide verso da planilha de *Coleta em obra* apresentada no Apêndice B).

Finalmente, o pesquisador não necessita levar para o canteiro de obras todo o conjunto de planilhas relacionadas a uma tarefa ou subtarefa, sendo essencial apenas a planilha na qual se deve anotar a data em que determinado trecho de determinada tarefa/subtarefa foi executado, ou seja, a planilha de Coleta em Obra, além da relacionada à coleta dos homens-hora demandados, objeto de discussão do próximo item.

Ressalta-se novamente que, por questões de processamento de dados, as planilhas elaboradas para cada tarefa/subtarefa deverão ter o mesmo formato (mesmo número de colunas e linhas) e as colunas deverão possuir o mesmo cabeçalho. Caso contrário haverá erro no processamento das informações para o cálculo da produtividade da mão-de-obra.

4.3.8.2 Homens-hora demandados para a execução dos serviços

Os valores de produtividade da mão-de-obra serão calculados diariamente. Portanto, há várias possibilidades de composição de planilha com o objetivo de coletar a quantidade de homens demandada na execução de determinado serviço, conforme divisão deste em suas respectivas tarefas e subtarefas, durante o dia de trabalho, assim como a quantidade de horas demandadas nesta execução.

Optou-se por elaborar uma planilha que privilegiasse a facilidade de preenchimento e, ao mesmo tempo, que representasse as várias atividades executadas pelos operários durante o dia de trabalho.

Para atender a estes requisitos a planilha traz em seu corpo as subdivisões dos serviços nas suas respectivas tarefas e subtarefas, restando ao pesquisador apenas a marcação diária das horas (marcação com “X” nas respectivas colunas) em que cada operário se ocupou com a sua execução (Figura 4.14).

Obra: _____ Data: _____ Funcionários: _____			HOMENS-HORA															
SERVIÇO	TAREFA	SUBTAREFA	HORAS															
			6-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18			
01 SHAFTS E PASSANTES	01 SHAFTS	01 LOCAÇÃO SHAFT																
	02 PASSANTES	02 ABERTURA SHAFT																
02 PRODUÇÃO DE KITS	10 CORTE KITS	05 LOCAÇÃO PASSANTES																
	11 MONTAGEM KITS	06 ABERTURA LAJE PASSANTES																
03 ABERTURA RASGOS PAREDES	15 CORTE PAREDES	07 FIXAÇÃO PASSANTES																
	16 RASGOS PAREDES	10 CORTE TUBOS KITS																
04 SUPRIMENTO DE ÁGUA FRIA	20 PRUMADAS ÁGUA FRIA	11 MONTAGEM TUBOS KITS																
	21 CIRCULAÇÃO ÁGUA FRIA	15 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO PRUMADAS ÁGUA FRIA																
	22 RAMAIS PAREDES ÁGUA FRIA	16 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO PRUMADAS ÁGUA FRIA																
	23 RAMAIS SOB LAJE ÁGUA FRIA	17 FIXAÇÃO DOS TIRANTES CIRCULAÇÃO ÁGUA FRIA																
	24 TESTE ÁGUA FRIA	18 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO CIRCULAÇÃO ÁGUA FRIA																
		19 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO RAMAIS PAREDE ÁGUA FRIA																
		20 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO RAMAIS PAREDE ÁGUA FRIA																
		21 FIXAÇÃO TIRANTES RAMAIS SOB LAJE ÁGUA FRIA																
		22 MONTAGEM TUBULAÇÃO SOB LAJE ÁGUA FRIA																
		23 TESTE ÁGUA FRIA																
05 SUPRIMENTO DE ÁGUA QUENTE	30 PRUMADAS ÁGUA QUENTE	25 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO PRUMADAS ÁGUA QUENTE																
	31 CIRCULAÇÃO ÁGUA QUENTE	26 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO PRUMADAS ÁGUA QUENTE																
		27 COLOCAÇÃO ISOLANTE TÉRMICO PRUMADAS ÁGUA QUENTE																
		28 FIXAÇÃO DOS TIRANTES CIRCULAÇÃO ÁGUA QUENTE																
		29 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO CIRCULAÇÃO ÁGUA QUENTE																
		30 COLOCAÇÃO ISOLANTE TÉRMICO CIRCULAÇÃO ÁGUA QUENTE																
		31 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO RAMAIS PAREDE ÁGUA QUENTE																
		32 COLOCAÇÃO ISOLANTE TÉRMICO RAMAIS PAREDES ÁGUA QUENTE																
		33 FIXAÇÃO TIRANTES RAMAIS SOB LAJE ÁGUA QUENTE																
		34 MONTAGEM TUBULAÇÃO SOB LAJE ÁGUA QUENTE																
		35 COLOCAÇÃO ISOLANTE TÉRMICO RAMAIS SOB LAJE ÁGUA QUENTE																
		36 TESTE ÁGUA QUENTE																
06 SUPRIMENTO DE GÁS	40 PRUMADAS GÁS	37 TESTE ÁGUA QUENTE																
	41 RAMAIS PAREDES GÁS	40 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO PRUMADAS GÁS																
	42 RAMAIS LAJE GÁS	41 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO PRUMADAS GÁS																
	43 TESTE GÁS	42 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO RAMAIS PAREDE GÁS																
07 COMBATE A INCÊNDIO	50 PRUMADAS INCÊNDIO	43 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO LAJE GÁS																
	51 TESTE INCÊNDIO	44 TESTE GÁS																
08 ESGOTO SANITÁRIO	60 TUBOS DE QUEDA E VENTILAÇÃO ESGOTO	50 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO PRUMADAS INCÊNDIO																
	61 RAMAIS PAREDES ESGOTO	51 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO PRUMADAS INCÊNDIO																
	62 RAMAIS SOB LAJE ESGOTO	60 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO TUBO QUEDA E VENTILAÇÃO ESGOTO																
	63 TESTES ESGOTO	61 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO TUBO QUEDA E VENTILAÇÃO ESGOTO																
09 ÁGUAS PLUVIAIS	70 TUBOS DE QUEDA ÁGUAS PLUVIAIS	62 MONTAGEM TUBULAÇÃO RAMAIS ESGOTO PAREDES																
	71 RAMAIS PAREDES ÁGUAS PLUVIAIS	63 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO RAMAIS ESGOTO SOB PAREDES																
	72 RAMAIS SOB LAJES ÁGUAS PLUVIAIS	64 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO RAMAIS ESGOTO SOB LAJE																
	73 TESTE ÁGUAS PLUVIAIS	65 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO RAMAIS ESGOTO SOB LAJE																
		66 TESTES ESGOTO																
		70 MONTAGEM DA TUBULAÇÃO TUBO QUEDA ÁGUAS PLUVIAIS																
		71 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO TUBO QUEDA ÁGUAS PLUVIAIS																
		72 MONTAGEM TUBULAÇÃO RAMAIS ÁGUAS PLUVIAIS PAREDES																
		73 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO RAMAIS ÁGUAS PLUVIAIS SOB PAREDES																
		74 TESTE ÁGUAS PLUVIAIS																

Figura 4.14 – Exemplo de planilha para anotação do serviço ou suas respectivas tarefas e subtarefas durante o dia de trabalho

Nesta planilha também há um campo destinado às observações importantes de ordem de organização do trabalho como, por exemplo, a execução de determinada atividade sob o regime de tarefa; ou relacionadas à maior ou menor dificuldade de realização dos serviços (dia chuvoso; operário adoecido, descontente entre outros aspectos). Tais informações são importantes para a explicação de possíveis variações da produtividade da mão-de-obra entre os dias observados.

4.3.8.3 Caracterização da edificação e dos sistemas prediais

Além das informações necessárias ao cálculo dos indicadores, há que se coletar também informações relativas aos possíveis indicadores influenciadores destes indicadores.

Estes fatores estão relacionados tanto às condições de execução dos serviços quanto a questões de concepção de projeto dos sistemas (tipo de material, por exemplo) e até mesmo a questões de arquitetura da edificação (número de ambientes molháveis, por exemplo).

Alguns dos fatores já estão contemplados nas planilhas de quantificação dos serviços, como é o caso do número de conexões e diâmetro mediano, restando, portanto, abordar os outros fatores, relacionados, principalmente, às características destes sistemas e à arquitetura da edificação.

Visando esta caracterização, elaborou-se um conjunto de planilhas, as quais podem ser encontradas no Apêndice C.

4.4 Coleta de dados

Cabe, neste momento, uma distinção entre a coleta de dados para o cálculo do consumo unitário e a coleta de dados para o cálculo da produtividade da mão-de-obra. No primeiro caso, a coleta de dados terá como principal fonte de informação o projeto e, eventualmente, o encarregado da execução ou engenheiro responsável pela obra quando houver dúvidas.

Já a coleta de dados para o cálculo da produtividade da mão-de-obra abrange não só a coleta de dados em projeto (quantidade de serviço de projeto), como também a quantidade de serviço executada diariamente e os homens-hora demandados nesta execução.

4.4.1 Relativa ao cálculo da produtividade da mão-de-obra

4.4.1.1 Coleta diária

A dinâmica da coleta de dados consiste em o pesquisador visitar diariamente o canteiro de obras com o objetivo de obter tais informações, preenchendo as planilhas específicas de acordo com o serviço executado.

A experiência deste pesquisador permite afirmar que o melhor momento para se coletar estas informações é o começo da manhã, no início da execução dos serviços. Neste momento, o pesquisador deverá perguntar ao encarregado da execução qual a programação dos serviços para o dia, alocando a cada tarefa/subtarefa os funcionários da equipe. Neste momento deve-se perguntar também se algum operário estará trabalhando sob o regime de tarefa e se houve algo de anormal que pudesse ter influenciado a produtividade da mão-de-obra do dia anterior.

Além das informações pertinentes ao dia em questão, o pesquisador deve perguntar também ao encarregado se houve alguma alteração na programação informada na manhã do dia anterior.

É comum deparar-se com situações em que o operário executará uma atividade não prevista na planilha de coleta ou que não seja de interesse como, por exemplo, descarregamento de materiais, arrumar estoque, limpeza entre outras. Nestas situações, o pesquisador deve anotar esta atividade no campo destinado às observações e, para efeito de processamento dos dados, consideram-se estas atividades como sendo “Outros Serviços”.

Outra situação particular a ser observada consiste no retrabalho, ou seja, quando o operário tem que refazer o serviço já executado anteriormente, seja por ele ou por outro operário como, por exemplo, inverter a posição da prumada de gás no *shaft*,

realinhar os ramais de água fria e água quente já chumbados nas paredes em função da espessura do revestimento etc²⁷.

De posse destas informações, o pesquisador deverá se encaminhar para os pavimentos nos quais houve execução dos serviços no dia anterior e fazer sua quantificação, que consiste em anotar na, intersecção pavimento/trecho, a data em que este trecho foi executado, no caso, a data do dia anterior.

Ao término da coleta de dados no canteiro de obras, o pesquisador deve lançar os dados coletados diretamente na planilha eletrônica para a realização dos cálculos pertinentes.

4.4.1.2 Mapeamento inicial dos serviços

Antes de proceder à coleta diária das informações nos canteiros de obras, o pesquisador deverá fazer o mapeamento dos serviços, que consiste em anotar quais pavimentos, ambientes do pavimento e, até mesmo, trechos de determinado sistema predial em determinado ambiente de um determinado pavimento foram executados até a presente data.

Para os trechos já executados, deve-se fazer uma anotação singular indicando a sua execução, como, por exemplo, a abreviação de *all correct* (OK)²⁸. Visando a não ocorrência de erros, este mapeamento deve ser feito no final do dia anterior ao início da coleta de dados. Após conversa prévia com o encarregado, parte-se para os pavimentos procedendo este mapeamento, inclusive visitando pavimentos inferiores

²⁷ Neste caso, a RUP Diária será infinita, uma vez que a quantidade de serviço (denominador da equação) é igual a zero.

²⁸ A origem desta abreviação é confusa. O primeiro registro data de 1839, quando um jornal de Boston usou esta abreviatura humoristicamente levando-se em consideração a sua pronúncia ("*oll korrect*") com sentido de "*all correct*". Outra versão se refere à marcação feita pelos soldados americanos ao voltarem para o Quartel durante a Guerra de Secessão, que terminou em 1865. Neste retorno, marcavam em um quadro a abreviação "0 k" (*zero killed*) para informar a não ocorrência de baixas. Com o tempo, isto passou a significar "tudo bem". Mas esta abreviação foi popularizada pelo presidente Martin Van Buren, que tentava sua reeleição em 1840. Apelidado de Old Kinderhook usou as iniciais deste apelido como *slogan* de campanha, aproveitando o trocadilho com o sentido de "*all correct*". Fonte: Revista Aventuras na História. p.22. Edição 22. Junho de 2005. Editora Abril.

ao informado pelo encarregado com o objetivo de anotar possíveis trechos ainda não executados de determinados sistemas prediais em decorrência de alguma anormalidade, como a falta de material, por exemplo.

4.4.2 Relativa ao cálculo do consumo unitário de materiais

Ao se elaborarem as planilhas “fonte”, automaticamente se estarão organizando as informações para o cálculo do consumo de materiais (tubos e conexões), bastando apenas manipular estas planilhas de tal forma a obter as informações necessárias.

Assim, caberá ao pesquisador organizar as informações que porventura ainda não estejam no formato adequado à totalização dos metros de tubos e de conexões relacionados a cada subsistema.

4.4.3 Relativa à caracterização da edificação e dos sistemas prediais

A coleta de dados relativos à caracterização da edificação e dos sistemas prediais deve ser feita na medida em que se avança no entendimento dos projetos. Muitas das informações podem ser obtidas diretamente com o engenheiro responsável ou com o encarregado da execução.

4.5 Processamento dos dados

O processamento dos dados envolve o cálculo do consumo de material por unidade de área (metros de tubos/m²) e da produtividade da mão-de-obra (homens-hora por unidade de serviço), além dos fatores influenciadores destes dois indicadores.

No caso específico do consumo unitário de materiais, conforme já ressaltado anteriormente, o processamento é simplificado na medida em que se resume na totalização de algumas variáveis de interesse (comprimento dos trechos e número de conexões) e cálculo da mediana dos diâmetros dos tubos, valores estes associados a cada subsistema.

Ao contrário deste processamento, o processamento das informações relativas à produtividade da mão-de-obra é mais complexo, pois, de acordo com a organização dos dados, há que se vincular, a partir da data anotada na planilha de “Coleta em Obra”, os respectivos valores de comprimento, diâmetro e número de conexões, além dos homens-hora demandados na execução do serviço. Mais do que isto, além desta vinculação, busca-se a totalidade de metros de tubulação de uma determinada tarefa/subtarefa executada nesta data, a totalidade de conexões e o diâmetro mediano.

Tal vinculação seria mais fácil de ser realizada se as informações fossem organizadas sob a forma de registros e não sob a forma de matriz (as linhas representam os pavimentos e as colunas, na sua forma mais restrita, os trechos de tubulações). No entanto, optou-se por esta postura pela necessidade de se ter uma visão ampla da evolução dos serviços ao longo do período de coleta. Desta forma, o pesquisador inicia sua coleta de dados exatamente do ponto onde o serviço parou em datas anteriores, o que não fica claro se os dados forem organizados sob a forma de registro²⁹.

Embora os programas de planilhas eletrônicas possuam comandos que permitam transpor os dados sob a forma de matriz para a formatação ordenada de registros, este pesquisador preferiu manter os dados sob a forma de matriz, uma vez que um

²⁹ Por exemplo, no Excel®, o registro é representado por uma linha e as colunas correspondem ao campo deste registro.

único comando permite fazer a vinculação das datas às variáveis de cálculo (comprimento, conexões e diâmetro).

4.5.1 Produtividade da mão-de-obra

Uma grande dificuldade na elaboração deste trabalho residiu no processamento das informações para a obtenção dos valores da quantidade diária de serviço realizado, número de conexões e diâmetro mediano relacionado a cada dia de coleta. Esta dificuldade foi amenizada com a utilização de fórmulas matriciais, um recurso existente no Microsoft Excel ®.

Estas fórmulas matriciais agem sobre dois ou mais conjuntos de valores, sendo que cada conjunto constitui um argumento matricial. No entanto, para que se tenha sucesso na aplicação destas fórmulas matriciais, os argumentos matriciais precisam ter o mesmo número de linhas e colunas. Na Figura 4.15, a seguir, exemplifica-se o que venha a ser argumento matricial, utilizando-se como variáveis os dados de projeto relacionados aos trechos de tubulação.

Figura 4.15 – Exemplo de utilização de argumentos matriciais no processamento dos dados

Cada coluna da planilha representada nesta figura constitui um argumento matricial, ou seja, o “Subsistema”, o “Comprimento”, o “Diâmetro” e o “Número de Conexões”, que são representados, respectivamente, pelos seguintes conjuntos de células: “A3:A14”; “B3:B14”; “D3:D14” e “E3:E14”.

Cada célula de um argumento está diretamente associada à célula com o mesmo número de linha em outro argumento como, por exemplo, (“A1 e D1”); (“A4 e E4”) e assim sucessivamente.

Para se calcular, por exemplo, o somatório do comprimento de tubulação do Subsistema “A” seria necessário utilizar a função “SOMA” e relacionar o argumento matricial que representa os subsistemas (delimitado pelas células “A3:A14”) ao argumento matricial que contém o comprimento de tubulação de cada subsistema (delimitado pelas células “B3:B14”).

Utilizando a função “SE”, o Microsoft Excel ® analisa quais células do argumento matricial “A1:A12” possuem o valor “A” e retorna os valores das mesmas linhas do campo “Comprimento” do argumento matricial delimitado pelas células “B3:B14” na função “SOMA” (Vide Planilha Resumo na Figura 4.15).

No entanto, ao final da composição de cada fórmula, deve-se selecioná-la com o auxílio do *mouse* e, em seguida, pressionar as teclas *shift + control + enter*. Este procedimento fará com que a fórmula seja delimitada por chaves, ponto essencial para que o processamento seja realizado.

Este mesmo raciocínio pode ser aplicado aos demais argumentos matriciais e, inclusive, utilizando-se outras funções, como a mediana ou média, por exemplo.

Para o caso do cálculo da produtividade da mão-de-obra, do número de conexões, do comprimento mediano de tubulação, diâmetro mediano e outras informações de interesse, o argumento matricial não se resumiu apenas na coluna, e sim na matriz (linha x coluna) presentes em pastas de trabalho diferentes, tornando este procedimento um pouco mais complexo.

Na Figura 4.16 apresenta-se um fluxograma no qual se identifica de onde as informações foram extraídas para a obtenção da “Planilha Resumo Final” relacionada a cada tarefa/subtarefa, que congrega, além dos valores de produtividade da mão-de-obra, alguns fatores de conteúdo potencialmente influenciadores.

Figura 4.16 – Fluxograma para obtenção do indicador de produtividade da mão-de-obra a partir das planilhas “Fonte”, “Coleta em Obra” e de “Quantitativo de Projeto”

A relação “A”, indicada na figura, envolve os argumentos matriciais “Data de Execução”, “Homens-hora” da Planilha “Homens-hora” e “Data de Execução” da Planilha “Coleta em Obra”, com o objetivo de se obter a totalização de Homens-hora demandados para a execução de determinada tarefa/subtarefa em cada dia.

As relações “B”, “F”, “E” e “G” envolvem o argumento matricial “Data de Execução” da Planilha “Coleta em Obra” com os argumentos matriciais “comprimento”, “número de conexões” e “diâmetro” pertencentes às planilhas “Quantitativos de Projeto” com a finalidade de se obter a totalização do comprimento de tubulação e número de conexões e a mediana do diâmetro e comprimento para cada tarefa/subtarefa analisada.

Note-se que em algumas colunas da tabela apresentada nesta figura contém as fórmulas gerais para o cálculo da RUP Diária e RUP Cumulativa. A RUP Potencial (representada pela letra “D” na figura) é calculada fazendo-se a mediana das RUP’s Diárias menores ou iguais à RUP Cumulativa (letra “C” da figura), conforme definições apresentadas no capítulo 2.

4.5.2 Consumo unitário de materiais

Em comparação ao processamento dos dados para obtenção dos indicadores de produtividade da mão-de-obra, o processamento dos dados para o cômputo do consumo unitário de materiais é simples, bastando ao pesquisador utilizar comandos básicos do Microsoft Excel®. A Figura 4.17 traz um fluxograma de como os resultados do consumo unitário são obtidos.

Figura 4.17 – Fluxograma para a obtenção do consumo unitário a partir das planilhas “Fonte”

4.5.3 Caracterização da edificação e dos sistemas prediais

Finalmente, o processamento das informações relacionadas à caracterização da edificação e dos sistemas prediais é o mais simplificado de todos, uma vez que muitas se resumem na consideração de qual característica representa o sistema ou a informação da edificação pertinente ao entendimento dos indicadores de produtividade da mão-de-obra ou consumo unitário de materiais.

ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo é dada ênfase aos Estudos de Caso realizados no que diz respeito ao levantamento da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais. São apresentadas as principais características das edificações e dos sistemas prediais empregados em cada uma. Apenas para as obras onde se realizou o estudo da produtividade da mão-de-obra, apresenta-se o método executivo, assim como a composição da equipe de trabalho encarregada da execução nestas obras (vide Tabela 1.2).

É importante ressaltar que, embora se tenha procurado abordar os aspectos considerados importantes na caracterização dos Estudos de Caso, sua complementação pode ser feita consultando-se o Anexo A, no qual foram transcritas as principais partes dos projetos das obras, uma vez que seria inviável anexar os projetos na sua totalidade. Neste anexo podem ser visualizados, para cada obra, além da planta do pavimento-tipo, o detalhamento dos sistemas prediais em cada ambiente, além de um esquema vertical simplificado do sistema predial de suprimento de água fria elaborado a partir dos projetos originais.

5.1 Características gerais dos Estudos de Caso

Neste item são apresentadas as principais características das obras analisadas no que diz respeito, principalmente, a sua arquitetura, sistemas prediais empregados, método executivo e composição das equipes responsáveis pela execução dos sistemas das obras onde se realizou o levantamento da produtividade da mão-de-obra.

5.1.1 SP0101

Trata-se de um conjunto residencial de alto padrão composto por duas torres de 20 pavimentos, sendo dois subsolos, um pavimento térreo/mezanino, 16 pavimentos-tipo (com dois apartamentos por pavimento), cobertura e ático, onde se localizam dois reservatórios de água, casa de máquinas dos elevadores separando estes dois reservatórios e bomba de incêndio. A vista geral desta obra pode ser observada na Figura 5.1.

Figura 5.1 – Vista Geral da obra SP0101

A estrutura reticulada de concreto armado moldado *in loco* foi concebida em laje maciça. Sua vedação é composta por alvenarias de blocos cerâmicos, que serão

revestidos internamente de gesso, nas áreas não molháveis, e argamassa, nas áreas molháveis, sendo estas últimas posteriormente revestidas com placas cerâmicas.

5.1.2 SP0201

A obra SP0201 consiste em um edifício residencial de alto padrão em estrutura convencional de concreto armado moldado *in loco* de 18 pavimentos, sendo 1 subsolo, térreo, 13 pavimentos-tipos (com dois apartamentos por pavimento) e 1 duplex, além da cobertura e ático onde estão localizados o reservatório superior, casa de máquinas dos elevadores e bomba de incêndio.

Da mesma forma que o edifício anterior, sua estrutura de concreto armado foi moldada *in loco* e apresenta laje maciça como elemento estrutural de superfície. As vedações são em paredes de blocos cerâmicos e receberão argamassa nas áreas molháveis e gesso liso nas demais dependências. A vista geral desta obra pode ser observada na Figura 5.2.

Figura 5.2 – Vista Geral da obra SP0201

5.1.3 SP0301

A obra SP0301 consiste em um edifício residencial de alto padrão de 28 pavimentos, sendo 3 subsolos, pavimento térreo, 20 pavimentos-tipo com um apartamento cada e 2 pavimentos com apartamento duplex, além da cobertura e ático onde se localizam a casa de máquinas dos elevadores, bomba de incêndio e reservatório de água. Com estrutura reticulada de concreto armado moldado *in loco*, o edifício é vedado por alvenaria de blocos de concreto. A vista geral desta obra pode ser observada na Figura 5.3.

Figura 5.3 – Vista Geral da obra SP0301

5.1.4 SP0401

Trata-se de um conjunto residencial de médio padrão localizado no interior do Estado de São Paulo, composto por duas torres de 22 pavimentos, sendo um subsolo, pavimento, 17 apartamentos-tipo (com 4 apartamentos por pavimento), um duplex e cobertura e ático, onde se localizam o reservatório de água, casa de máquinas dos elevadores e bomba de incêndio. Como diferencial em relação às demais obras

destaca-se o fato de a laje estrutural ser nervurada, executada com fôrmas de polipropileno.

Sua vedação é composta por alvenarias de blocos cerâmicos, que serão revestidas internamente de gesso, nas áreas não molháveis, e argamassa, nas áreas molháveis, sendo estas últimas posteriormente revestidas com placas cerâmicas.

5.1.5 SP0501

A obra SP0501 consiste em um edifício residencial de 22 pavimentos-tipo e 2 subsolos, além do pavimento térreo, cobertura e ático, voltado à classe média, com 4 apartamentos por andar localizado na capital paulistana. A estrutura reticulada em concreto armado moldado *in loco* e vedação de paredes de blocos de concreto receberão revestimento externo de argamassa e revestimento interno de pasta de gesso nas áreas não molháveis.

5.1.6 SP0601

Trata-se de um edifício residencial voltado à classe alta localizado na capital paulistana concebido em estrutura de concreto armado moldado *in loco* composto por 22 pavimentos-tipo com 1 apartamento por andar e um pavimento com apartamento duplex, 2 subsolos, térreo, cobertura e ático, onde se localizam o reservatório de água, casa de máquinas dos elevadores e bomba de incêndio (Figura 5.4). O apartamento-tipo conta com um grande terraço com churrasqueira, dois dormitórios e 2 suítes. As paredes de blocos cerâmicos serão revestidas com argamassa (fachada) e pasta de gesso (ambientes internos não molháveis).

Figura 5.4 – Vista Geral da obra SP0601

5.1.7 SP0701

Trata-se de um edifício residencial voltado à classe média também localizado na capital paulistana composto por 13 pavimentos-tipo, térreo, 2 subsolos, cobertura e ático. Cada pavimento tipo é composto por 2 apartamentos, além do *hall* social e de serviço. Com estrutura reticulada de concreto armado moldado *in loco* e lajes maciças e vedação vertical em paredes de blocos cerâmicos com posterior revestimento de argamassa (fachada) e pasta de gesso (paredes dos ambientes não-molháveis), a construção deste edifício, inicialmente pertencente à ENCOL, foi retomada por uma empresa construtora local para sua finalização, compreendendo todos os serviços de sistemas prediais e acabamentos em geral. Na Figura 5.5 ilustra-se uma vista geral do edifício.

Figura 5.5 – Vista Geral da obra SP0701

5.1.8 SP0702

Trata-se de um edifício residencial cuja obra foi interrompida pela ENCOL, e os serviços foram retomados recentemente por uma empresa atuante na cidade de São Paulo. Possui 17 apartamentos-tipo, com 2 apartamentos por andar, duplex inferior e superior, pavimento térreo, 2 subsolos, cobertura e ático, concebido em estrutura reticulada de concreto armado moldado *in loco*, vedação vertical com paredes de blocos cerâmicos e revestimento externo em argamassa e interno em pasta de gesso.

5.1.9 SP0801

Trata-se de um edifício residencial destinado à classe média localizado na capital paulistana composto por 12 pavimentos-tipo com 4 apartamentos cada, duplex inferior e superior, térreo, 1 subsolo, cobertura e ático, em estrutura de concreto armado moldado *in loco* e vedação em paredes de blocos cerâmicos (Figura 5.6).

Figura 5.6 – Vista Geral da obra SP0801

5.1.10 SP0901

Trata-se de um edifício residencial voltado à classe média localizado na cidade de São Paulo, composto por 19 pavimentos-tipo, térreo, cobertura e ático, além de 2 subsolos, em estrutura reticulada de concreto armado e vedação vertical em blocos de concreto. O pavimento tipo possui 6 apartamentos sendo 4 com dois dormitórios, suíte, banheiro social, banheiro de empregada, sala de estar/jantar, terraço social, além da cozinha e área de serviço (SP0901a) e 2 apartamentos, de área menor, com dois dormitórios e banheiro social, além da cozinha, área de serviço, sala de estar/jantar e terraço social (SP0901b).

5.1.11 SP1001

Trata-se de um edifício residencial de alto padrão localizado na cidade de São Paulo, composto por 18 pavimentos-tipo, duplex inferior e superior, pavimento térreo,

cobertura e ático, além de 2 subsolos, em estrutura reticulada de concreto armado e vedação vertical em blocos de concreto. Com apenas um apartamento por andar, como particularidade destaca-se o fato de possuir 4 suítes e uma grande área social. Nos ambientes molháveis e nos corredores nos quais passarão tubulações está previsto o uso de forro falso em gesso acartonado.

5.1.12 SP1002

Este edifício residencial, também de alto padrão, é composto por 17 pavimentos-tipo, duplex inferior e superior, cobertura e ático, mezanino e pavimento térreo e 3 subsolos. Concebido em estrutura de concreto armado moldado *in loco* e vedação vertical de paredes de blocos de concreto, possui dois apartamentos por andar.

5.1.13 Resumo

Nas tabelas 5.1 e 5.2 são resumidas, respectivamente, as características das edificações e do pavimento-tipo/apartamento-tipo.

Tabela 5.1 Características gerais das edificações

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Número de torres	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tipo de torre	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial
Número de pavimentos-tipo	16	13	20	17	22	22	13	17	12	19	19	18	17
Mezanino	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Número de subsolos	2	1	3	1	2	2	2	2	1	2	2	2	3
Apartamentos com duplex inferior e superior (Sim; Não)	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Número de pavimentos ³⁰	22	19	28	23	27	29	20	24	18	24	24	25	26
Estrutura	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado	Reticulada de concreto armado
Tipologia da laje	Maciça	Maciça	Maciça	Nervurada	Maciça	Maciça	Maciça	Maciça	Maciça	Maciça	Maciça	Maciça	Maciça

³⁰ Inclui pavimento térreo, barrilete/casa de máquinas e caixa d'água superior.

Tabela 5.2 - Características gerais do pavimento-tipo/apartamento-tipo

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Componente de vedação	Bloco cerâmico	Bloco cerâmico	Bloco de concreto	Bloco cerâmico	Bloco de concreto	Bloco cerâmico	Bloco cerâmico	Bloco cerâmico	Bloco cerâmico	Bloco de concreto	Bloco de concreto	Bloco de concreto	Bloco de concreto
Número de apartamentos por pavimento-tipo	2	2	1	4	4	1	2	2	4	6	6	1	2
Número de ambientes (apartamento-tipo)													
Copa/Cozinha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Área de serviço	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salas estar/jantar	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
Sala de almoço	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Sala TV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dormitório	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2
Suíte	2	3	2	1	1	2	1	2	1	1	0	4	2
Sala íntima	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Banheiro social	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Lavabo	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

Tabela 5.2 - Características gerais do pavimento-tipo/apartamento-tipo (continuação)

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Hall social	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Hall privativo	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Hall serviço	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Elevador privativo	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Vestíbulo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terraço	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	3	4
Closet	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Despensa	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Dependências de empregada	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Banheiros de empregada	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Número de ambientes molháveis	9	8	9	5	6	9	8	8	7	6	4	11	11
Área (m ²)													
Pavimento-tipo	374,09	304,19	231,25	361,86	391,28	248,27	225,79	285,47	418,63	461,93	461,93	236,28	355,62
Apartamento-tipo	173,83	134,98	200,56	73,98	82,20	226,08	92,66	126,05	92,03	78,27	45,61	213,04	165,72
Área comum	26,43	34,23	30,69	65,94	62,48	22,19	40,47	33,37	50,51	66,82	66,82	23,24	24,18

Tabela 5.2 - Características gerais do pavimento-tipo/apartamento-tipo (continuação)

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Perímetro (m)													
Pavimento-tipo	102,76	93,45	72,88	105,29	95,76	76,63	75,71	80,98	126,88	108,51	108,51	69,63	104,14
Apartamento-tipo	69,20	51,41	48,90	32,25	40,73	70,05	55,30	59,09	44,02	39,33	29,54	63,68	63,64
Área comum	25,45	30,02	23,98	36,65	51,60	19,14	39,03	34,03	45,16	46,07	46,07	20,27	22,22
Altura (piso a piso) (m)	2,88	2,80	2,88	2,97	2,75	2,88	2,80	2,80	2,78	2,98	2,98	3,00	2,96

5.2 Características dos sistemas prediais

Na seqüência são apresentadas as principais características dos sistemas prediais das edificações analisadas neste trabalho. Na Tabela 5.3 são resumidos os tipos de sistemas prediais previstos em cada edificação analisada, assim como os materiais dos componentes empregados em cada um.

Tabela 5.3 – Tipos de sistemas prediais existentes nas obras analisadas e os materiais empregados

Obras	Sistemas prediais					
	Água Fria	Água Quente	Águas Pluviais	Esgoto	Gás	Incêndio
SP0101	Cobre	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0201	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0301	Cobre	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0401	PVC	-	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0501	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0601	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0701	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0702	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0801	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0901a	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP0901b	PVC	Cobre	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP1001	PPR	PPR	PVC	PVC	Cobre	Cobre
SP1002	PPR	PPR	PVC	PVC	Cobre	Cobre

5.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria

Todas as obras utilizaram o sistema de abastecimento indireto prevendo-se um reservatório inferior e outro superior. Observou-se também que este sistema foi concebido de tal forma que a alimentação de água fria nos apartamentos fosse feita a

partir de uma única prumada localizada geralmente no *hall* de serviço ou na área de serviço de cada apartamento, possibilitando, assim, a medição individualizada do consumo de água.

Em função do limite da pressão estática de 40 m.c.a. (metros de coluna d'água) exigida pela NBR 5626 (ABNT, 1998), quase que na totalidade das obras analisadas houve a necessidade de se utilizar uma estação redutora de pressão, sistema de redução de pressão, criando-se duas zonas de alimentação: pavimentos alimentados diretamente do barrilete da caixa d'água superior e pavimentos alimentados a partir da válvula redutora de pressão, geralmente localizada no 1º subsolo. A partir desta prumada, a água fria chega aos ambientes molháveis de cada apartamento através de um ramal de distribuição localizado, na maioria das obras, sob a laje de teto do apartamento e, em alguns casos, sob a laje de piso do apartamento.

Nos ambientes molháveis, os aparelhos sanitários são alimentados por ramais e sub-ramais cujo traçado das tubulações era feito totalmente pelas paredes e, em alguns casos, pela parede e sob a laje de piso do apartamento. Na seqüência é feito um detalhamento deste sistema das obras estudadas.

5.2.1.1 SP0101

Reservação e esquema vertical

O subsistema de reservação é composto por dois reservatórios localizados no subsolo 2 de 56.000 litros cada, totalizando um volume de 112.000 litros, e dois reservatórios na cobertura, separados pela casa de máquinas, com capacidade total de 32.880 litros, sendo 12.400 litros destinados a reserva para prevenção e combate a incêndios.

De cada reservatório superior partem duas prumadas específicas para cada apartamento do pavimento-tipo, sendo uma destinada à alimentação dos ambientes molháveis e outra para alimentação da torneira de lavagem existente no terraço social dos pavimentos superiores ao 8º pavimento-tipo.

De cada reservatório partem também uma prumada para alimentação do sistema de aquecimento localizado no 1º subsolo, e outra que liga este barrilete a um conjunto de válvulas redutoras de pressão. A partir deste conjunto, tanto a água quente quanto a água fria chegam aos pavimentos inferiores através de prumadas específicas (uma para alimentação de água fria dos ambientes molháveis e outra para alimentação da torneira de lavagem existente no terraço social).

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

Da prumada de água fria presente no *shaft* da área de serviço nasce o ramal de distribuição localizado sob a laje de teto destinado à alimentação dos ambientes. Deste ramal de distribuição desce, para cada ambiente molhável, embutido na parede, um ramal vertical, do qual derivam ramais e sub-ramais que, dependendo do ambiente molhável, são posicionados sob a laje de piso do apartamento ou são totalmente embutidos nas paredes.

A concepção de ramais e sub-ramais “parede/sob a laje” foi adotada em todos os banheiros; na cozinha e área de serviço estes ramais e sub-ramais são todos embutidos na parede. Tanto os ramais e sub-ramais localizados sob a laje de piso quanto o ramal de distribuição localizado sob a laje de teto serão embutidos em um forro falso ou sanca.

5.2.1.2 SP0201

Reservação e esquema vertical

O subsistema de reservação é composto por um reservatório superior de duas células com capacidade para 22.330 litros alimentado pelo reservatório inferior localizado no 1º subsolo com capacidade para 22.970 litros através de uma tubulação de recalque localizada no *shaft* do *hall* de serviço.

Do barrilete do reservatório superior saem quatro conjuntos de prumadas de água fria distintas para cada apartamento dos pavimentos: uma para alimentar os ambientes molháveis do apartamento duplex, uma para alimentar os ambientes molháveis dos apartamentos dos pavimentos-tipo, uma para alimentar o sistema de aquecimento central privado e outra para alimentar a pia localizada no terraço social provido de churrasqueira. À exceção desta última prumada, as anteriores passam pelo *shaft* localizado entre a cozinha e a área de serviço de cada apartamento.

Para atender aos níveis de pressão exigidos pela NBR 5626 (ABNT, 1998), o subsistema de distribuição de água fria é dividido em duas partes: subsistema “alta” (que alimenta os pavimentos superiores ao quarto pavimento) e subsistema “baixa” (que alimenta os pavimentos inferiores ao quinto). Pelo *shaft* localizado no *hall* de serviço passa uma prumada específica que liga o barrilete do reservatório superior a duas válvulas redutoras de pressão localizadas no 1º subsolo. De uma delas deriva a prumada para alimentação do sistema de aquecimento central privado dos pavimentos inferiores e da outra deriva a prumada que alimenta os ambientes molháveis e a pia do terraço social destes pavimentos.

Na extremidade da prumada que alimenta o sistema de aquecimento coletivo privado nos pavimentos inferiores há uma válvula de admissão de ar. O mesmo acontece na

prumada que alimenta este sistema nos pavimentos superiores localizada na extremidade a montante.

Finalmente, o esquema vertical de suprimento de água fria contém também uma tubulação de aviso que passa pelo *shaft* do *hall* de serviço cuja extremidade inferior se localiza no piso do 1º subsolo.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

Da prumada de água fria existente no *shaft* que divide a cozinha da área de serviço parte um ramal de distribuição interna ao pavimento-tipo, situado sob a laje de teto do apartamento, que alimenta os ambientes molháveis. A montante desta tubulação há a previsão para a instalação de um medidor de consumo de água localizado próximo ao teto. A partir da área de serviço, este ramal alimenta o banheiro de empregada, passando pela cozinha, chegando até o lavabo. A partir deste ponto há uma ramificação deste ramal: uma para alimentar o banheiro de suíte 1 e outra para alimentar os banheiros das suítes 2 e 3. Os ramais que alimentam os banheiros das suítes 2 e 3 têm seu traçado localizado sobre a alvenaria de vedação. No restante, este ramal é fixado por meio de fita Walsywa chumbada na laje de teto do apartamento. Quando não se localiza sobre a alvenaria, o seu embutimento é feito através de sanca ou forro falso de gesso.

A alimentação dos ambientes é feita por ramais verticais embutidos na parede, geralmente localizados na parede do chuveiro. Os ramais e sub-ramais horizontais e verticais que alimentam os aparelhos sanitários têm seu traçado feito totalmente pelas paredes exigindo, portanto, que seja feito o prévio corte e rasgo destas paredes.

5.2.1.3 SP0301

Reservação e esquema vertical

O subsistema de reservação é composto por 2 reservatórios, sendo o inferior localizado no 3º subsolo com capacidade para 49.000 litros de água e o superior localizado no ático com capacidade para 57.300 litros, destinando-se deste último 12.000 litros para a reserva de combate a incêndios.

Do barrilete do reservatório superior partem uma prumada específica para alimentar os aparelhos sanitários do duplex inferior e superior e outros três conjuntos de prumadas para alimentação dos pavimentos-tipo. O primeiro conjunto consiste de duas prumadas para alimentar os aparelhos sanitários dos ambientes dos pavimentos. A primeira prumada alimenta os pavimentos superiores (20º pavimento-tipo ao 10º pavimento-tipo) e segue diretamente para uma válvula redutora de pressão localizada no 1º subsolo. Após passar por esta válvula, vem alimentando os pavimentos inferiores ao 10º pavimento e, a partir deste, sobe diretamente para a cobertura do edifício configurando-se, assim, em uma tubulação de respiro.

O segundo conjunto de prumadas segue o mesmo princípio do primeiro, diferindo apenas no que diz respeito a sua finalidade. Neste caso, este conjunto serve para alimentar o aquecedor localizado na área de serviço do apartamento-tipo.

Finalmente, o terceiro conjunto é composto apenas por uma prumada para alimentação de uma torneira destinada de lavagem existente no terraço da sala de estar. Do barrilete do reservatório superior parte uma prumada que alimenta o terraço da sala de estar dos pavimentos-tipo superiores (do 20º ao 10º pavimento-tipo) enquanto que os pavimentos-tipo inferiores ao 10º são alimentados por uma prumada derivada da válvula redutora de pressão localizada no 1º subsolo.

Todas estas prumadas, à exceção da que alimenta a torneira do terraço da sala de estar, passam pelo *shaft* localizado entre a área de serviço e banheiro de empregada do apartamento-tipo enquanto que a tubulação de recalque, juntamente com a prumada de incêndio, localizam-se no *shaft* do *hall* de serviço.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

Da prumada de alimentação de água fria nos pavimentos parte o ramal de distribuição cujo traçado é feito sob a laje de teto de cada apartamento (embutimento por meio de forro falso ou sanca de gesso) tendo, no seu início, a previsão de instalação do medidor de consumo de água. A partir deste medidor, este ramal de distribuição ramifica-se em duas partes. A primeira para suprir a área de serviço, cozinha e lavabo, enquanto que a segunda se destina à alimentação do banheiro social e banheiro das suítes.

Deste ramal de distribuição, deriva, para cada ambiente, um ramal vertical junto ao *shaft* provido de registro. Este ramal, além de alimentar o chuveiro (exceto no lavabo), alimenta também os outros pontos de consumo de água fria do ambiente na medida em que, da extremidade inferior do mesmo, localizado abaixo da laje de piso do pavimento, partem os ramais horizontais para alimentação dos sub-ramais que, por sua vez, alimentam os outros aparelhos sanitários, tais como duchas higiênicas, bacia sanitária e lavatórios.

Esta concepção (ramais pela parede e sob o teto de piso do apartamento) se aplica aos banheiros e lavabos. No caso da área de serviço e cozinha, os ramais e sub-ramais são totalmente embutidos nas paredes, ou seja, não passam sob a laje de piso do pavimento até chegar aos pontos de consumo (pias, tanque(s) e máquina de lavar roupas).

5.2.1.4 SP0401

Reservação e esquema vertical

Esta obra tem como particularidade a inexistência de um sistema de aquecimento central. O sistema de abastecimento de água fria é dividido em duas partes em função da necessidade de redução da pressão estática nas tubulações: uma para alimentação dos pavimentos superiores (do duplex superior ao 9º pavimento-tipo) e outra para alimentação dos pavimentos inferiores ao 9º pavimento-tipo.

Do barrilete do reservatório superior com capacidade total de 48.000 litros, sendo 18.000 destinados à prevenção e combate a incêndios, parte uma prumada de água fria para alimentação dos pavimentos superiores e outra para alimentação da válvula redutora de pressão localizada no subsolo. A partir desta válvula redutora de pressão, parte uma prumada para alimentação dos pavimentos inferiores.

Estas prumadas, assim como a de aviso e de recalque se localizam no *shaft* presente no *hall* comum aos apartamentos.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

A partir de uma única prumada de alimentação (seja proveniente do reservatório superior ou da válvula redutora de pressão) partem os ramais de distribuição independentes para cada apartamento-tipo.

A montante destes ramais, há a previsão de instalação de medidor de consumo de água. A partir deste, cada ramal de distribuição segue pelo teto (sob a laje de teto do apartamento) até o respectivo apartamento-tipo e alimenta os ambientes molháveis, passando inicialmente pela cozinha e área de serviço e chegando, ao seu final, aos banheiros social e da suíte.

A alimentação da cozinha e da área de serviço é feita por um único ramal vertical que deriva desta distribuição, prolonga-se por debaixo da laje de piso do apartamento e chega aos pontos de consumo rente às paredes. Os sub-ramais verticais rentes às paredes serão embutidos em carenagens. A mesma concepção é aplicada aos banheiros social e da suíte. Um único ramal vertical deriva do ramal de distribuição para alimentação dos dois ambientes.

5.2.1.5 SP0501

Reservação e esquema vertical

Esta obra possui 4 reservatórios pré-fabricados cilíndricos (interligados em grupos de dois) localizados no 2º subsolo com capacidade de 15.000 litros cada. A água é recalçada destes reservatórios até o reservatório superior de concreto armado dividido em duas células com capacidade total de 50.000 litros, sendo 18.000 litros destinados à reserva de incêndio através de uma tubulação de recalque localizada no *shaft* do *hall* de serviço do edifício.

Do barrilete do reservatório superior partem quatro prumadas (uma para cada apartamento) que alimentam os ambientes molháveis dos pavimentos superiores (do 20º ao 11º pavimento-tipo) através do *shaft* localizado junto ao banheiro de empregada e uma única prumada que desce até a válvula redutora de pressão localizada no pavimento térreo, da qual derivam prumadas independentes para cada apartamento-tipo dos pavimentos inferiores ao 11º.

A alimentação dos apartamentos-tipo do 21º e do 22º pavimentos é feita por prumadas independentes dos demais pavimentos. Estas prumadas partem do barrilete e passam por um sistema de pressurização antes de seguirem para os mesmos.

Além das prumadas de alimentação, destaca-se também a tubulação de aviso que sai do reservatório superior e desce pelo *shaft* junto ao banheiro de empregada de um dos apartamentos do pavimento-tipo prolongando-se até o pavimento térreo.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

Internamente aos apartamentos-tipo, a distribuição da água fria até os ambientes molháveis é feita por um ramal localizado sob a laje de teto de cada apartamento passando pelo banheiro de empregada, área de serviço, banheiro social, chegando até ao banheiro da suíte.

Nos ambientes, a alimentação de água aos aparelhos sanitários é feita por ramais e sub-ramais cujo traçado se concentra totalmente nas paredes. A alimentação de água da cozinha é feita através da extensão do ramal da área de serviço.

5.2.1.6 SP0601

Reservação e esquema vertical

A água fria deste edifício é recalçada do reservatório inferior de concreto armado com duas células com capacidade total de 37.200 litros até o reservatório superior, também de concreto armado, com capacidade de 39.800 litros, sendo 15.000 litros destinados à prevenção e combate a incêndio através de uma tubulação de recalque localizada no *shaft* do *hall* de serviço.

Do barrilete do reservatório superior partem três conjuntos de prumadas. O primeiro deles, composto por duas prumadas, uma para alimentar os aparelhos sanitários dos apartamentos-tipo e outra para alimentar o aquecedor localizado na área de serviço

destes apartamentos, que se estendem até o 12º pavimento-tipo. O segundo conjunto de prumadas tem a mesma finalidade, porém, se destina à alimentação dos pavimentos inferiores ao 12º pavimento-tipo. Assim, as prumadas partem do barrilete e chegam diretamente às válvulas redutoras de pressão localizadas no 1º subsolo para, em seguida, alimentar, respectivamente, os aparelhos sanitários e os aquecedores destes pavimentos. Destas, a prumada que alimenta os aparelhos sanitários tem seu comprimento interrompido no 11º pavimento-tipo, enquanto a que alimenta os aquecedores prolonga-se diretamente até a cobertura do edifício de forma a conduzir os possíveis vapores formados no sistema de aquecimento.

Finalmente, o 3º conjunto, que é composto por uma única prumada que passa pelo terraço social e tem o objetivo de provê-lo de água fria, uma vez que está prevista a construção de uma churrasqueira no mesmo. Os ambientes molháveis do duplex superior são alimentados por uma prumada distinta dos demais pavimentos em função da necessidade de a água passar por um sistema de pressurização antes de chegar aos pontos de consumo deste pavimento.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

No apartamento-tipo, o ramal de distribuição de água fria, posicionado sob a laje de teto, alimenta os ambientes molháveis, passando pela área de serviço e ramificando-se para os demais. Traçado semelhante possui também o ramal exclusivo de alimentação do aquecedor de acumulação localizado na área de serviço do apartamento-tipo. Nos ambientes molháveis, a água fria chega até os pontos de consumo através de ramais e sub-ramais localizados exclusivamente nas paredes.

5.2.1.7 SP0701

Reservação e esquema vertical

A água fria é recalçada do reservatório inferior de concreto armado com capacidade para 29.460 litros através de uma tubulação de recalque situada no *shaft* do *hall* de serviço até o reservatório superior, também de concreto armado, ambos com duas células.

O subsistema de distribuição vertical de água fria deste edifício é dividido em três partes: uma destinada para alimentar o pavimento duplex e 13º e 12º pavimentos-tipo, outra para alimentação dos pavimentos abaixo deste último, porém até o 4º pavimento-tipo e uma terceira parte para o abastecimento dos pavimentos-tipo inferiores a este, provida de válvula redutora de pressão localizada no 1º subsolo.

Assim, em se tratando da primeira situação, a água fria antes de chegar aos pontos de consumo, passa por um sistema de pressurização localizado na cobertura. A partir deste sistema derivam-se duas prumadas (uma para cada apartamento dos pavimentos).

A alimentação dos pavimentos superiores, porém abaixo do 12º pavimento-tipo, é feita por duas prumadas independentes (uma para cada apartamento) que passam pelo *shaft* localizado na área de serviço de cada um. A prumada de um destes apartamentos prolonga-se até o subsolo e alimenta uma válvula redutora de pressão localizada neste pavimento. A partir dela, é feita a distribuição da água fria através de duas prumadas independentes para alimentação dos pavimentos inferiores ao 4º pavimento. Na extremidade destas prumadas há a previsão da instalação de ventosas.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

A alimentação de água fria em cada apartamento é feita por um ramal de distribuição situado abaixo da laje de teto. Do *shaft* da área de serviço, este ramal ramifica-se para alimentar o banheiro de empregada, cozinha e demais ambientes molháveis. Nestes ambientes, a água chega aos pontos de consumo através de ramais e sub-ramais embutidos nas paredes (cozinha, área de serviço, banheiro de empregada) ou também situados sob a laje de piso do apartamento (banheiro social e banheiro da suíte).

5.2.1.8 SP0702

Reservação e esquema vertical

O esquema vertical de distribuição de água fria entre os pavimentos desta obra se assemelha em parte ao da obra anterior. Em função da questão do atendimento dos valores mínimo e máximo de pressão estática, este subsistema possui uma prumada específica para atender aos pavimentos superiores (duplex, 16º e 17º pavimentos-tipo) associada a um sistema de pressurização.

Além desta prumada, outra deriva do barrilete do pavimento superior e alimenta os pavimentos inferiores ao 16º, até o 8ª pavimento-tipo. Os pavimentos inferiores a este são atendidos por uma prumada associada a um sistema de redução de pressão (válvula redutora de pressão) instalada no 1º subsolo do edifício. A água, para chegar a estes apartamentos, sai do barrilete do reservatório superior, desce por uma tubulação específica até a válvula redutora de pressão e é encaminhada até estes por esta prumada. Tanto estas prumadas quanto a tubulação de recalque e de limpeza/aviso passam pelo *shaft* localizado no *hall* de serviço do edifício.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

O subsistema de distribuição nos pavimentos, ao contrário das outras obras, é um pouco diferenciado. Esta diferença consiste no fato de o ramal de distribuição passar não somente sob a laje de teto do pavimento, mas sim em partes, também sob a laje de piso do pavimento. O ramal de distribuição vem sob a laje de teto de cada apartamento a partir da prumada localizada no *shaft* do *hall* de serviço e alimenta o banheiro de empregada e área de serviço. A partir destes ambientes, toda a distribuição de água fria para os demais ambientes é feito sob a laje de piso de cada apartamento.

Como decorrência, a alimentação dos banheiros é feita por um ramal rente à parede posicionado abaixo dos lavatórios, local onde é instalado o registro de gaveta para, em seguida, ter seu traçado voltado novamente para abaixo da laje de piso para alimentar outros aparelhos sanitários destes ambientes. Em particular, pelo fato de se ter dois banheiros adjacentes (o banheiro social localiza-se ao lado do banheiro de uma das suítes) a alimentação de água fria do banheiro social é feita diretamente por um ramal vindo do banheiro da suíte, não possuindo, portanto, um registro de controle específico para este ambiente.

5.2.1.9 SP0801

Reservação e esquema vertical

Dos reservatórios superiores, com capacidade para 34.980 litros saem as tubulações que alimentam os pavimentos. Ao contrário do observado nos sistemas das obras anteriormente apresentadas, esta não é provida de sistema de redução de pressão. A água fria chega a cada apartamento por prumadas específicas. Estas prumadas alimentam os apartamentos inferiores ao 12º pavimento. Os pavimentos superiores a

este são alimentados por prumadas associadas a um sistema de pressurização de forma a garantir a pressão dinâmica mínima nos pontos de consumo dos apartamentos destes pavimentos. A prumada que alimenta cada apartamento desce pelo *shaft* localizado na área de serviço, enquanto que a tubulação de recalque juntamente com a de incêndio se localizam no *shaft* do hall de serviço. A tubulação de limpeza e extravasão (ladrão) termina na própria laje de cobertura.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

A distribuição de água fria nos apartamentos é feita por um ramal situado abaixo da laje de teto de cada apartamento. Dela, para cada ambiente derivam ramais verticais providos de registro de gaveta para alimentação dos pontos de consumo. Estes ramais, assim como os sub-ramais têm seu traçado totalmente feito pelas paredes.

5.2.1.10 SP0901a e SP0901b

Reservação e esquema vertical

A edificação possui em sua cobertura, oito caixas d'água pré-fabricadas cilíndricas divididas em dois conjuntos de quatro caixas. Cada conjunto alimenta três apartamentos por andar com prumadas individuais para cada apartamento. Estas prumadas servem os pavimentos superiores e descem para um conjunto de válvulas redutoras de pressão localizadas no 1º subsolo. Deste conjunto de válvulas, partem as prumadas para alimentação dos pavimentos inferiores.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

De cada prumada que passa pelo *shaft* do banheiro social nos apartamentos com suíte (SP0901a) e pelo *shaft* da área de serviço nos apartamentos sem suíte (SP0901b) deriva, sob a laje de teto do apartamento, um ramal de distribuição com previsão para futura instalação de medidor de consumo de água. Esta tubulação desce pelo mesmo *shaft* e alimenta os ambientes sob a laje de piso do apartamento. Para cada ambiente molhável, do ramal de distribuição localizado sob a laje de piso, parte um ramal vertical provido de registro de gaveta a 2,10 m em relação ao piso acabado. Um pouco acima da posição deste registro, o ramal desce novamente para abaixo da laje de piso do pavimento para a alimentação dos pontos de consumo do ambiente.

5.2.1.11 SP1001

Reservação e esquema vertical

Por questões de limitação da pressão estática máxima nas tubulações e de forma a garantir a pressão dinâmica mínima nos pontos de consumo, o esquema vertical de distribuição de água fria deste edifício faz uso de válvula redutora de pressão localizada no 1º subsolo, e de um sistema de pressurização para a prumada de alimentação dos pavimentos superiores.

Assim, do barrilete do reservatório superior com capacidade de armazenamento de 68.000 litros de água, sendo 18.000 litros para o combate a incêndios, parte uma prumada para alimentação dos pavimentos superiores (duplex superior e inferior) provida deste sistema de pressurização. Deste mesmo barrilete, parte outra prumada para o abastecimento dos pavimentos inferiores ao duplex inferior, até o 9ª pavimento,

e uma específica para alimentar a pia existente no terraço social. Os pavimentos inferiores a este são alimentados por uma prumada que tem a montante um conjunto de válvulas redutoras de pressão. Destas válvulas, partem uma prumada que alimenta os ambientes internos do apartamento e outra prumada específica de água fria localizada terraço social. A água fria chega ao conjunto de válvulas através de uma tubulação específica que sai do barrilete do reservatório superior. As tubulações de recalque de água fria e distribuição vertical para os pavimentos se localizam no *shaft* do *hall* de serviço.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

Da prumada deriva o ramal de distribuição que tem por finalidade levar a água fria aos ambientes molháveis. A montante deste ramal há a previsão de instalação de medidor de consumo de água. Este ramal ramifica-se pelo apartamento sob a laje de teto do mesmo. Ao passar ou chegar a um ambiente molhável (banheiro, cozinha etc.) deriva um ramal vertical provido de registro de gaveta. Deste, partem os ramais e sub-ramais que alimentam os pontos de consumo de cada ambiente exclusivamente pela parede.

5.2.1.12 SP1002

Reservação e esquema vertical

Do reservatório inferior em concreto armado, com capacidade para 21.900 litros, a água é recalçada através de uma tubulação até o reservatório superior, com capacidade total de 55.000 litros, sendo 18.000 para combate a incêndios. Do barrilete deste reservatório derivam duas prumadas (uma para cada apartamento) para alimentação dos pavimentos superiores (do duplex superior ao 8º pavimento tipo) e

outra, cuja extremidade passa por um conjunto de válvulas redutoras de pressão localizado no mezanino do edifício. Deste conjunto derivam prumadas específicas para alimentação dos pavimentos inferiores ao 8º pavimento-tipo. Além das prumadas destinadas à alimentação dos ambientes internos aos pavimentos, do barrilete do reservatório superior parte também uma prumada destinada ao abastecimento das pias localizadas nos terraços sociais dos apartamentos dos pavimentos superiores ao 7º pavimento-tipo. Este pavimento e os inferiores a este são abastecidos pela prumada que sai da válvula redutora de pressão.

Ramal de distribuição para os ambientes, ramais e sub-ramais nos ambientes

Da prumada específica para alimentação de cada apartamento deriva um ramal de distribuição cujo traçado se situa abaixo da laje de teto do apartamento, tendo-se, no seu início, a previsão para instalação do medidor de consumo de água. Este ramal alimenta os ambientes molháveis do apartamento através de um ramal vertical provido de registro de gaveta, do qual derivam ramais e sub-ramais embutidos nas paredes que levam a água até os pontos de consumo. Apenas o lavabo possui um ramal que localizado sob a laje de teto. Nos demais, estes ramais e sub-ramais estão embutidos na sua totalidade nas paredes.

5.2.1.13 Resumo das características do sistema predial de suprimento de água fria

Na Tabela 5.4 apresenta-se um resumo das características deste sistema descritas anteriormente.

Tabela 5.4 – Resumo das características do sistema predial de suprimento de água fria das obras analisadas

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Volume do reservatório inferior (m³)	56,00	22,97	49,00	-	60,00	37,20	29,46	-	79,00	-	-	-	21,90
Volume total do reservatório superior (m³)	32,88	22,33	57,30	50,00	39,80	-	44,00	34,98	34,98	-	-	68,00	55,00
Necessidade de válvula redutora de pressão?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Prumada específica para alimentação da válvula redutora de pressão?	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	N.S.A.	Não	Não	Sim	Sim
Necessidade de pressurização para atender pavimentos superiores?	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Prumada independente no terraço?	Sim	Sim	Sim	N.S.A.	N.S.A.	Sim	N.S.A.	N.S.A.	N.S.A.	N.S.A.	N.S.A.	Sim	Sim
Prumada específica por apartamento?	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Prumada exclusiva para alimentação do aquecedor?	Sim	Sim	Sim	N.S.A.	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Observação: N.S.A. = Não se aplica.

Tabela 5.4 – Resumo das características do sistema predial de suprimento de água fria das obras analisadas (continuação)

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Posicionamento do ramal de distribuição	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto e de piso	Sob a laje de teto	Sob a laje de piso	Sob a laje de piso	Sob a laje de teto	Sob a laje de teto
Posicionamento dos ramais e sub-ramais nos ambientes molháveis	Embutidos nas paredes	Embutidos nas paredes	Embutidos nas paredes e sob a laje de piso	Embutidos nas paredes e sob a laje de piso	Embutidos nas paredes	Embutidos nas paredes	Embutidos nas paredes e sob a laje de piso	Embutidos nas paredes e sob a laje de piso	Embutidos nas paredes	Embutidos nas paredes e sob a laje de piso	Embutidos nas paredes e sob a laje de piso	Embutidos nas paredes	Embutidos nas paredes

5.2.2 Sistema predial de suprimento de água quente

Das obras analisadas, somente na SP0401 não se fez a previsão de um sistema de aquecimento central privado ou central coletivo. As demais foram concebidas prevendo-se um sistema de aquecimento, seja de passagem ou de acumulação ou, ainda, através da associação destes dois tipos de sistema tendo-se o gás como fonte de energia.

Como diferenças, podem ser apontadas, além do tipo de sistema de aquecimento, a existência ou não de tubulação de circulação (retorno) da água quente no apartamento e a alimentação do aquecedor por prumada exclusiva ou não.

O traçado do ramal de distribuição nos apartamentos e ramais e sub-ramais nos ambientes molháveis seguem o mesmo princípio adotado para os de água fria apresentados anteriormente, e as tubulações seguem em paralelo aos da água fria.

As principais características deste sistema são apresentadas na Tabela 5.5, a seguir. A omissão de informações nesta tabela se deve ao fato do autor não ter tido o acesso ao projeto completo dos sistemas prediais, e não pela falta de especificação no projeto.

Tabela 5.5 – Resumo das características do sistema predial de suprimento de água quente das obras analisadas

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Tipo	Central coletivo	Central privado	Central privado	N.S.A.	Central privado	Central privado	Central privado	Central privado	Central privado	Central privado	Central privado	Central privado	Central privado
Geração de água quente	Aquecedor de passagem conjugado com tanque de acum.	Aquecedor de acum.	Aquecedor de passagem conjugado com tanque de acum.	N.S.A.	Aquecedor de passagem	Aquecedor de acum.	Aquecedor de passagem	Aquecedor de passagem	Aquecedor de passagem	Aquecedor de passagem	Aquecedor de passagem	Aquecedor de passagem conjugado com tanque de acum.	Aquecedor de passagem conjugado com tanque de acum.
Fonte de energia	Gás	Gás	Gás	N.S.A.	Gás	Gás	Gás	Gás	Gás	Gás	Gás	Gás	Gás
Capacidade de acumulação (litros)	2000 por torre	150 por apto.	200 por apto.	N.S.A.	-	300 por apto.	-	-	-	-	-	200	200
Capacidade de aquecimento (litros/min)	-	-	20	N.S.A.	-	-	20	30	20	30	30	30	30
Potência (kcal/hora)	-	45.000	-	N.S.A.	38.000	-	24.400	41.400	-	-	-	-	-
Ramal de circulação no apartamento?	Sim	Não	Não	N.S.A.	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim

Observação: N.S.A. = Não se aplica.

5.2.2.1 SP0101

Esta obra caracteriza-se pela presença de um sistema de aquecimento de água central coletivo. O aquecimento da água fria é feito no 1º subsolo onde estão instalados os aquecedores de passagem a gás (duas unidades) para cada tanque de água quente, num total de quatro tanques para as duas torres. Para cada torre há um tanque que alimenta os pavimentos inferiores (inferiores ao 9º pavimento-tipo) e outro destinado à alimentação dos pavimentos superiores (do 9º ao 16º pavimento-tipo) com volume de 1.000 litros cada.

Tanto os tanques destinados ao abastecimento dos pavimentos superiores quanto os destinados ao abastecimento dos pavimentos inferiores são alimentados diretamente por uma prumada específica que sai do barrilete do reservatório superior, diferindo-se apenas no fato de que, antes da alimentação destes últimos, a água fria passa por uma estação redutora de pressão.

De cada tanque parte uma prumada específica para alimentação dos pavimentos. No caso dos pavimentos inferiores, esta prumada, após alimentar estes pavimentos, prolonga-se até a cobertura constituindo o respiro do sistema. No caso dos pavimentos superiores, a prumada segue do tanque ao 8º pavimento sem qualquer tipo de derivação até chegar ao 9º pavimento-tipo, a partir do qual há a derivação de um ramal de distribuição interno ao apartamento para alimentação dos ambientes molháveis. Esta prumada também se estende até a cobertura constituindo-se na tubulação de respiro deste sistema.

Além das prumadas que alimentam os pavimentos com água quente, há também uma prumada que promove a circulação da água quente entre os pavimentos e os tanques de aquecimento juntamente com um ramal de distribuição de circulação existente no apartamento-tipo. Assim, em função da temperatura na tubulação, a mesma retorna

por este ramal, passa pela prumada de retorno e chega ao sistema de aquecimento localizado no 1º subsolo.

Como ponto particular, em função do comprimento dos tubos verticais que conduzem água quente e das temperaturas envolvidas, destaca-se o fato de todas as prumadas deste sistema serem providas de junta de expansão localizadas no 4º ou 5º pavimento (sistema baixa) e no 12º ou 13º (sistema alta).

Com relação ao ramal de distribuição, este tem um traçado paralelo ao da água fria, tendo-se como complemento um ramal de circulação que deriva do ramal principal na região da cozinha e alimenta a prumada de retorno localizada no *shaft* da área de serviço, conforme já ressaltado anteriormente.

5.2.2.2 SP0201

O sistema predial de suprimento de água quente é composto por um aquecedor de acumulação a gás com capacidade de 150 litros de água quente, alimentado por uma prumada específica. Do aquecedor, localizado na área de serviço de cada apartamento, a água quente chega até aos pontos de consumo seguindo um traçado paralelo ao de água fria (ramal de distribuição sob a laje teto). Dos ambientes molháveis, o banheiro de empregada e a área de serviço não são supridos de água quente. Nos outros ambientes, os ramais e sub-ramais são embutidos nas paredes após a colocação do isolante térmico.

5.2.2.3 SP0301

O aquecimento da água é feito individualmente em cada apartamento, com aquecedor a gás de passagem, de alta pressão e reservatório de 200 litros, instalados na área de

serviço, que abastece os ambientes molháveis à exceção do lavabo, banheiro de empregada e a própria área de serviço.

O traçado das tubulações dentro apartamento-tipo segue a mesma concepção do sistema predial de água fria, ou seja, do aquecedor, a água quente segue por um ramal de distribuição ao lado do ramal de distribuição da água fria localizado sob a laje de teto do apartamento, desce para ambientes, geralmente junto aos seus *shafts* (providos de registro) e seguem por debaixo da laje de piso do apartamento até os outros pontos de consumo (aparelhos sanitários). Na cozinha, estes ramais são embutidos na parede.

5.2.2.4 SP0501 e SP0801

Os sistemas de aquecimento destas obras caracterizam-se pela presença de um aquecedor de passagem, a gás, localizado na área de serviço. A alimentação deste aquecedor é feita pelo ramal de distribuição de água fria ligado à prumada de água fria destinada também ao suprimento de água fria dos ambientes molháveis.

Do aquecedor, parte um ramal de distribuição que alimenta os banheiros social e da suíte do apartamento, posicionado paralelamente ao ramal de distribuição de água fria, abaixo da laje de teto. Nestes ambientes, a água quente chega aos pontos de consumo através de ramais e sub-ramais embutidos nas paredes. Apenas a cozinha da obra SP0801 é provida de água quente.

5.2.2.5 SP0601

O sistema de aquecimento desta obra caracteriza-se pela presença de um aquecedor de acumulação, a gás, localizado na área de serviço, com capacidade para

armazenamento de 300 litros de água quente. A alimentação deste aquecedor é feita pelo ramal de distribuição de água fria ligado à prumada específica localizada no *shaft* do *hall* de serviço. Deste aquecedor, parte o ramal de distribuição destinado à alimentação dos banheiros das suítes e do banheiro social. A água quente chega até os pontos de consumo destes ambientes por ramais e sub-ramais embutidos nas paredes. O lavabo e banheiro de empregada não são providos de água quente enquanto que na cozinha fez-se a previsão da instalação de um aquecedor individual de passagem, a eletricidade.

5.2.2.6 SP0701 e SP0702

Os sistemas de aquecimento destas obras são semelhantes e caracterizam-se pelo uso de um aquecedor passagem, a gás, localizado na área de serviço, diferindo apenas no que diz respeito à potência e capacidade de aquecimento da água, conforme já exposto anteriormente na Tabela 5.5.

A alimentação do aquecedor não é feita através de uma prumada específica e sim a partir do ramal de distribuição de água fria destinado à alimentação dos ambientes molháveis. Do aquecedor parte o ramal de distribuição de água quente paralelamente ao de água fria para alimentação do(s) banheiro(s) da(s) suíte(s), banheiro social e cozinha. No caso da obra SP0701, a água quente chega até os pontos de consumo nestes ambientes através de ramais e sub-ramais embutidos nas paredes e localizados sob a laje de piso, à exceção da cozinha, cujos ramais e sub-ramais são totalmente embutidos nas paredes. Já na obra SP0702, a alimentação destes ambientes é feita sob a laje de piso do apartamento.

5.2.2.7 SP0901a e SP0901b

Esta obra utiliza também o aquecedor de passagem a gás como forma de aquecimento da água fria. Porém, ao contrário das outras obras, cuja alimentação é feita pelo ramal de distribuição localizado abaixo da laje de teto do apartamento, nesta a alimentação é feita por um ramal localizado abaixo da laje de piso. Após o aquecimento, a distribuição da água quente é feita por um ramal também localizado abaixo da laje de piso, chegando até os ambientes molháveis, no caso o banheiro social e cozinha (SP0901b) e também o banheiro da suíte (SP0901a).

5.2.2.8 SP1001 e SP1002

Os sistemas de aquecimento de água nestas obras se assemelham ao da obra SP0301. São constituídos por um aquecedor de passagem e um reservatório para armazenamento da água quente (horizontal na obra SP1001 e vertical na obra SP1002). Os aquecedores de passagem são alimentados pelo ramal de distribuição derivado de uma prumada específica. Do reservatório de água quente parte o ramal de distribuição, sob a laje de teto do apartamento, para alimentação dos ambientes molháveis. Nos ambientes molháveis, a água quente chega aos pontos de consumo através de ramais e sub-ramais embutidos nas paredes.

Como diferencial destas obras destaca-se o fato de haver também a circulação da água quente no ramal de distribuição através da sua ligação com um ramal de retorno ligando este ramal ao reservatório de água quente.

5.2.3 Sistema predial de suprimento de gás

Este sistema foi previsto em todas as obras analisadas havendo diferenças no que diz respeito ao tipo de gás (gás liquefeito de petróleo ou gás natural), localização do medidor de consumo, número e localização de prumadas no pavimento-tipo.

Das obras analisadas somente a SP0401 utiliza gás liquefeito de petróleo (GLP) enquanto as demais, talvez por se localizarem na capital paulistana, utilizam o gás natural. Quanto à posição das prumadas, em duas das obras observou-se que as prumadas de gás são aparentes, enquanto que nas demais, as prumadas foram enclausuradas nas paredes dos *shafts* presentes na área de serviço ou entre este ambiente e a cozinha e no *hall* de serviço. Em todas as obras verificou-se a presença de uma prumada exclusiva para cada apartamento-tipo, à exceção da obra SP0401 onde o ramal de distribuição dos quatro apartamentos-tipo deriva de uma única prumada localizada no *shaft* do *hall* de serviço. Observou-se também que os ramais de distribuição destinados à alimentação do aquecedor e fogão seguiam enclausurados no contrapiso e nas paredes em algumas obras (principalmente naquelas onde a prumada se localiza no *hall* de serviço) e, em outras, enclausurados somente nas paredes.

Em todas as obras está previsto um sistema de medição individualizada de consumo de gás, seja ele remoto (nas obras em que este sistema se localiza dentro do apartamento-tipo) ou *in loco* (nas obras em que este sistema se localiza fora do apartamento-tipo, mais especificamente, no *hall* de serviço). Nas obras em que este sistema se localiza no *hall* de serviço fez-se a previsão de uma prumada de ventilação ao longo dos pavimentos. Nas demais, a ventilação se deu com aberturas no próprio ambiente de acordo com as prescrições da NBR 13103 (ABNT, 2006). As principais características apontadas para este sistema estão reunidas na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Resumo das características do sistema predial de suprimento de gás das obras analisadas

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Tipo	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Liquefeito de Petróleo	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural
Localização da prumada	Enclausurada no <i>shaft</i> da área de serviço	Enclausurada na parede do <i>shaft</i> existente entre a cozinha e área de serviço	Enclausurada na parede do <i>shaft</i> existente entre a cozinha e área de serviço	Enclausurada no <i>shaft</i> do <i>hall</i> de serviço	Aparente localizada junto à face externa da parede do dormitório	Enclausurada na parede do <i>shaft</i> existente entre a cozinha e área de serviço	Aparente localizada junto à face externa da parede da área de serviço	Enclausurada no <i>shaft</i> do <i>hall</i> de serviço	Enclausurada na parede do <i>shaft</i> existente entre a cozinha e área de serviço	Localizada junto à face externa da parede da área de serviço, porém, enclausurada	Localizada junto à face externa da parede da área de serviço, porém, enclausurada	Enclausurada junto à parede divisória da área de serviço e cozinha	Enclausurada junto à parede divisória da área de serviço e dormitório
Prumada única para cada apartamento	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim ³¹	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim ²	Sim
Medição remota	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Localização do medidor de gás	Área de serviço	Área de serviço	Área de serviço	Hall de serviço	Área de serviço	Área de serviço	Área de serviço	Hall de serviço	Área de serviço	Área de serviço	Área de serviço	Área de serviço	Área de serviço
Diâmetro da tubulação da prumada (mm)	Variável (66, 54 e 42)	Variável (66, 54 e 42)	Variável (66, 54 e 42)	54	Variável (66 e 54)	Variável (54, 42, 35 e 28)	Variável (66, 54 e 28)	Variável (79, 66, 54, 42 e 35)	Variável (66, 54 e 42)	Variável (66, 54, 42 e 28)	Variável (66, 54, 42 e 28)	Variável (66, 54, 42, 35 e 28)	Variável (54, 42, 35 e 28)
Posição das tubulações dos ramais	Parede	Contrapi-so e parede	Contrapi-so e parede	Contrapi-so e parede	Parede	Contrapi-so e parede	Parede	Contrapi-so e parede	Parede	Contrapi-so e parede	Contrapi-so e parede	Parede	Parede e piso

³¹ Um apartamento por andar

5.2.4 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário

Os tubos de queda de esgoto estão distribuídos pelos *shafts* existentes no pavimento-tipo, sendo providos ou não de ventilação secundária.

Em todas as obras verificou-se que os tubos de queda destinados ao escoamento do esgoto proveniente da cozinha e área de serviço são providos apenas de ventilação primária, ou seja, do prolongamento do tubo de queda acima do nível da cobertura.

No que diz respeito ao escoamento do esgoto proveniente da área de serviço (ralo, tanque e máquina de lavar roupa), verificou-se adoção de tubos de queda independentes para o esgoto espumoso proveniente da máquina de lavar roupa e do(s) tanque(s).

Para evitar o transbordo de espuma nos pontos de captação localizados na área de serviço dos pavimentos inferiores, em algumas obras foram previstos tubos de queda específicos para coletar o esgoto destes pavimentos, variando com relação ao pavimento a partir do qual esta coleta é efetuada.

Em alguns casos, este tubo de queda complementar não foi previsto. Mas nestes casos, o esgoto proveniente do ralo presente na área de serviço foi destinado para um tubo de queda distinto ao do escoamento do esgoto da máquina de lavar roupa e tanque(s).

No que diz respeito aos tubos de queda destinados ao escoamento dos esgotos dos banheiros e lavabos, estes foram providos de ventilação secundária. Em alguns casos, esta ventilação era feita através do ramal de ventilação e, em outros, através da comunicação direta da coluna de ventilação com o tubo de queda.

Ainda com relação a estes tubos de queda, alguns foram projetados para garantir o escoamento do esgoto de mais de um ambiente. Como exemplos, citam-se a obra

SP0401 (tubo de queda servindo tanto o banheiro social quanto o banheiro da suíte), a obra SP0201 (tubo de queda servindo os banheiros das suítes 1 e 2 e tubo de queda servindo o banheiro da suíte 1 e lavabo) entre outras.

Finalmente, foram previstos tubos de queda para o escoamento do esgoto proveniente das pias localizadas nos terraços das obras providas de churrasqueira. Nestes casos, os tubos de queda são providos apenas de ventilação primária.

As principais características deste sistema predial estão reunidas na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Resumo das características do sistema predial de esgoto sanitário das obras analisadas

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Número de tubos de queda por apartamento	8	6	8	3	5	9	8	8	6	4	3	6	7
Número de tubos de queda somente com ventilação primária	3	3	3	2	2	4	4	2	3	1	2	2	3
Número de tubos de queda com ventilação primária e secundária	5	3	5	1	3	5	4	6	3	13	1	4	4
Número de tubos de queda com ventilação secundária por ramais	1	3	5	1	3	5	4	6	2	3	1	4	0
Número de tubos de queda com ventilação secundária diretamente no tubo de queda	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Número de tubos de queda que recebe esgoto de mais de um ambiente	0	2	0	1	0	0	1	2	1	1	0	2	2
Coluna de ventilação comum a mais de um tubo de queda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubo de queda para captar esgoto espumoso dos pavimentos inferiores	A partir do 3º pav.-tipo	A partir do 4º pav.-tipo	A partir do 1º pav.-tipo	N.I	Não	A partir do 4º pav.-tipo	Não	A partir do 4º pav.-tipo	Não	N.I.	N.I.	A partir do 1º pav.-tipo	A partir do 1º pav.-tipo

Observação: N.I = Não identificado no projeto.

Tabela 5.7 – Resumo das características do sistema predial de esgoto sanitário das obras analisadas (continuação)

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Tubo de queda no terraço (pia da churrasqueira)?	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Esgoto da máquina de lavar roupas e tanque(s) segue para o mesmo tubo de queda?	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esgoto proveniente do ralo da área de serviço é escoado pelo mesmo tubo de queda destinado ao esgoto da máquina de lavar roupas e(ou) tanque(s)?	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não
Ângulo da junção entre ramal de esgoto e tubo de queda	45°	90°	45°	90°	90°	90°	45°	45°	90°	90°	90°	45°	45°

5.2.5 Sistema predial de coleta de águas pluviais

Como característica principal deste sistema destaca-se o fato de, em todas as obras, não existir telhado, a não ser em regiões localizadas em algumas delas. Desta forma, nenhum tubo de queda de escoamento de águas pluviais é aparente, ou seja, não corre junto à fachada e sim dentro de *shafts* distribuídos ao longo dos pavimentos.

Dentre os tubos de queda observados, alguns captam água exclusivamente dos pavimentos superiores (cobertura, ático e eventualmente duplex superior) e a encaminham diretamente para os coletores e subcoletores localizados abaixo da laje de teto do 1º subsolo que a conduzem até caixas de inspeção e, posteriormente, para o passeio.

Outros, além da captação das águas pluviais provenientes destes pavimentos, servem também para a captação das águas pluviais provenientes dos terraços existentes nos pavimentos-tipo.

Finalmente, há também casos em que os tubos de queda se destinam apenas à captação de águas pluviais destes terraços, havendo situações em que se adota um único tubo de queda para captar as águas pluviais de dois terraços simultaneamente, ou tubos de queda independentes para cada terraço, mesmo nos casos em que se tenham terraços contíguos. A caracterização deste sistema é apresentada na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Resumo das características do sistema predial de escoamento de águas pluviais das obras analisadas

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Número total de tubos de queda	5	4	6	3	3	8	6	4	3	4	2	7	6
Número de tubos de queda localizados nos <i>shafts</i> do apartamento-tipo	5	2	6	3	3	8	5	4	3	3	1	6	6
Número de tubos de queda localizados no(s) <i>shaft(s)</i> da área comum (<i>hall</i> de serviço, por exemplo)	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
Número de tubos de queda destinados à captação de água pluvial da cobertura/ático	3	3	3	2	2	4	4	2	2	3	1	3	2
Número de tubos de queda destinados exclusivamente à captação de água pluvial do(s) terraço(s)	2	0	2	1	1	4	2	1	1	1	1	4	3
Número de tubos de queda destinados à captação de água pluvial da cobertura/ático e do(s) terraço(s)	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 5.8 – Resumo das características do sistema predial de escoamento de águas pluviais das obras analisadas (continuação)

CARACTERÍSTICAS	SP0101	SP0201	SP0301	SP0401	SP0501	SP0601	SP0701	SP0702	SP0801	SP0901a	SP0901b	SP1001	SP1002
Tubo de queda comum a mais de um terraço?	Não	Não	Não	Sim ³²	Sim ³³	Não	Não	Sim	Não	Sim ³⁴	Não	Não	Sim ³
Terraço com grelha (S,N)?	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

³² Em dois tubos de queda (terraço e duplex inferior)

³³ Terraço

³⁴ Cobertura

5.2.6 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios

Todas as obras são providas de hidrantes, extintores manuais, além de outros sistemas de prevenção e combate a incêndios previstos no Decreto nº. 46.076 do Corpo de Bombeiros da cidade de São Paulo, tais como iluminação e saídas de emergência.

O primeiro sistema (hidrantes), de interesse deste trabalho, é compreendido por uma tubulação que sai da laje de fundo do reservatório superior, passa por um sistema de pressurização existente na cobertura, com o objetivo de garantir a pressão mínima nos pavimentos nos quais não se consegue garanti-la somente por gravidade, e desce junto ao *shaft* existente, geralmente no *hall* de serviço, e prolonga-se até o registro de recalque situado no passeio. Em cada pavimento-tipo há um hidrante localizado na área de circulação, com comprimento de mangueira variável de obra para obra. Em particular, a obra SP0901 possui dois hidrantes em cada pavimento-tipo, enquanto que nas demais há apenas um.

5.3 Caracterização da execução dos serviços

Neste item é feita a caracterização da execução dos serviços das obras onde se realizou o estudo da produtividade da mão-de-obra. São abordadas a seqüência de execução, as principais atividades desenvolvidas pela equipe executora e as técnicas utilizadas. Pela extensão das atividades (tarefas) desenvolvidas pelas equipes executoras, optou-se em resumir apenas àquelas em que o levantamento da produtividade da mão-de-obra foi realizado, e eventualmente outras consideradas relevantes para o entendimento da execução dos serviços.

5.3.1 Estocagem e transporte

O estoque de tubos de PVC da obra SP0101 era feito no pavimento térreo, em uma posição intermediária entre as duas torres, sendo de livre acesso aos operários (Figura 5.7a) enquanto que os tubos de cobre eram armazenados em prateleiras de madeira em um almoxarifado fechado, com acesso restrito aos operários, porém sem a presença de um almoxarife. Já as conexões e acessórios foram armazenados em outro local e sua retirada era controlada por um almoxarife da empresa construtora.

Na obra SP0201, o estoque de tubos, tanto de cobre quanto de PVC se localizava no pavimento térreo (Figura 5.7b), junto à sala destinada à subempreiteira responsável pela execução dos sistemas prediais. Já as conexões e acessórios ficavam estocados na sala da subempreiteira, cujo acesso era permitido apenas aos operários desta.

A estocagem de todos os componentes utilizados na execução dos sistemas prediais da obra SP0301 foi feita na sala da subempreiteira contratada localizada no 1º subsolo (Figura 5.7c). Já na obra SP0401, a estocagem dos tubos de PVC e de cobre foi feita

no pavimento térreo, ao lado do almoxarifado central, onde eram estocados os acessórios e as conexões e (Figura 5.7d).

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.7 – Estocagem dos componentes utilizados na execução dos sistemas prediais:
(a) Estoque de tubos – SP0101; (b) Estoque de tubos – SP0201; (c) Estoque de tubos – SP0301; (d) Estoque de conexões – SP0401

Em todas as obras os tubos eram transportados pelo elevador de cargas até o pavimento pela própria equipe de trabalho. No início do dia, cada equipe, a partir da distribuição de serviços efetuada pelo encarregado se encaminhava para os locais de estocagem para a retirada do material necessário. Não havia uma regra quanto à quantidade a ser retirada (quantidade para um dia ou vários dias de trabalho,

quantidade para um pavimento ou vários pavimentos). Diante da inexistência desta regra, observou-se em alguns casos, o transporte de componentes entre pavimentos. As sobras de tubos de PVC eram colocadas em um cercado feito de madeira compensada localizado ao lado do estoque de tubos na obra SP0101 (Figura 5.8a), enquanto que as sobras dos tubos de cobre eram armazenadas em tambores localizados junto ao estoque destes (Figura 5.8b).

Na obra SP0201, as sobras de PVC eram jogadas diretamente na caçamba de entulho estacionada em frente da obra, enquanto que as sobras de cobre eram transportadas diretamente para a sala da subempreiteira.

(a)

(b)

Figura 5.8 – Sobras de tubos – SP0101: (a) PVC; (b) Cobre

5.3.2 Método executivo

5.3.2.1 SP0101

Corte e rasgo de paredes

Após o prévio chapiscamento das paredes, a demarcação da área de parede a ser cortada e rasgada foi feita com auxílio de uma régua com nível de bolha e um prego. Após esta demarcação, realizou-se o corte utilizando-se uma serra de corte com disco

adiamantado. O rasgo, por sua vez, foi realizado manualmente com auxílio de talhadeira de marreta. Na Figura 5.9 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.9 – Marcação e corte das paredes para embutimento das instalações - SP0101:
(a) e (b) execução do risco no prumo; (c) execução do corte das paredes; (d) execução dos rasgos nas paredes

Produção de *kits*

Algumas partes das instalações de cobre, principalmente aquelas providas de componentes roscáveis (registro de pressão e misturadores, por exemplo), foram produzidas em uma central de produção localizada próxima ao local de estocagem dos

tubos de PVC e cobre (Figura 5.10a). A partir de uma análise dos projetos, o encarregado determinou os *kits* a serem produzidos, sendo na sua maioria, constituídos por ramais de água fria, água quente e gás, principalmente aqueles que derivam do ramal de distribuição (figuras 5.10b e 5.10c).

(a)

(b)

(c)

Figura 5.10 – Produção de *kits* de instalações - SP0101: (a) operário trabalhando na bancada na produção de *kits* (b) e (c) *kits* produzidos e estocados em sala reservada

Prumadas de água fria, água quente, gás e incêndio

Durante a concretagem das lajes dos pavimentos foram previstos blocos de isopor como forma de delimitar a região dos *shafts*. Após sua retirada pela equipe executora dos sistemas prediais, iniciou-se a montagem das tubulações das prumadas.

No caso desta obra, as tubulações de cobre se localizavam apenas no *shaft* entre a área de serviço e cozinha de cada apartamento (prumadas de água fria, gás e incêndio) e no *shaft* do *hall* de serviço (tubulação de recalque, incêndio). Como ponto particular desta obra em relação às demais em que o estudo sobre a produtividade da mão-de-obra foi realizado consiste na presença de juntas de expansão em determinados pontos ao longo das prumadas de água quente.

Imediatamente após a montagem ou ao final do dia, a equipe executora providenciava a fixação das tubulações junto a um perfil metálico fixado na parede de fundo do *shaft* utilizando braçadeiras. Após a montagem das tubulações num certo conjunto de pavimentos, a equipe retornava aos pavimentos inferiores para a vedação horizontal dos *shafts*, preenchendo o espaço com argamassa a fim de promover o isolamento vertical entre as unidades.

Cabe salientar que, com o intuito de evitar a corrosão galvânica entre o metal da braçadeira e o tubo de cobre, a equipe utilizava um anel de PVC como isolante. Nas prumadas de água quente, a equipe já colocava o isolante térmico neste trecho para desempenhar esta função. A colocação do isolante térmico, por sua vez, em toda a extensão da prumada de água quente era feita por outra equipe e em outro momento. Na Figura 5.11 ilustra-se o processo descrito anteriormente.

(a)

(b)

(c)

Figura 5.11 – Execução das prumadas - SP0101: (a) vista das prumadas do *shaft* da área de serviço (b) vista das prumadas do *shaft* do *hall* de serviço com detalhe para a proteção entre a braçadeira e as tubulações de cobre; (c) Prumadas fixadas e chumbadas no *shaft*

Ramais de distribuição: água quente e água fria

Os ramais de distribuição de água fria e água quente junto à laje de teto do apartamento foram fixados individualmente por meio de fitas Walsywa fixadas

diretamente na laje com uso de pino e revolver de pressão e espaçadas de acordo com as especificações constantes no projeto.

Inicialmente, os operários fixavam todas as fitas ao longo do trajeto das tubulações. Feito isto, retornavam ao ponto inicial para a colocação e montagem simultânea das tubulações em cada trecho. Antes da colocação da tubulação do ramal de distribuição de água quente, esta já era revestida em grande parte pelo isolante térmico, sendo apenas as pontas da tubulação desprovidas deste em função da solda com as conexões. Ao término da montagem, retornavam para a complementação dos trechos com o isolante térmico.

Quando tarefados, os operários adotavam outra postura com relação à montagem. Em vez de realizarem a colocação e montagem simultânea da tubulação, optaram inicialmente por distribuir as tubulações ao longo de todo o trajeto para, em seguida, retornarem ao trecho inicial fazendo a montagem destas, ou seja, conectando os tubos.

Caso os ramais verticais de água fria e água quente já se encontravam embutidos na parede dos ambientes, os operários responsáveis pela execução dos ramais de distribuição já faziam a ligação com os mesmos. Caso contrário, posteriormente um outro operário fazia esta complementação no momento em que executava os ramais e sub-ramais localizados sob a laje de piso do apartamento. Na Figura 5.12 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.12 – Execução dos ramais de distribuição de água fria e água quente - SP0101:
(a) tubulações fixadas junto à laje de teto do apartamento (b) tubulações posicionadas
sobre a alvenaria para posterior montagem; (c) e (d) detalhe da fixação das tubulações
na laje de teto do apartamento

Ramais e sub-ramais: gás, água quente e água fria

Após o corte e rasgo das paredes, os operários iniciavam a montagem dos ramais e sub-ramais que, por concepção de projeto, se estendiam também sob a laje de piso do apartamento até os pontos de consumo.

Assim, havia uma divisão clara deste serviço: uma equipe de operários se encarregava da execução dos ramais e sub-ramais sob a laje, enquanto outra se

dedicava aos embutidos nas paredes. No que diz respeito a estes últimos, havia ainda uma distinção quanto à colocação de *kits* ou montagem das tubulações *in loco*.

Para a montagem destes ramais, os ambientes já deveriam estar taliscados, ou seja, a espessura do revestimento de argamassa já deveria ter sido definida de forma a fornecer uma referência ao operário executor dos ramais e sub-ramais quanto à profundidade em que os mesmos deveriam ser posicionados para evitar problemas posteriores com o acabamento dos registros.

De posse desta referência, o operário fixava um ou mais sarrafos de madeira junto à parede (parte inferior e superior do *kit*, por exemplo) de forma a posicionar inicialmente o *kit* a ser assente. Com auxílio de linhas, pregos e régua nível, o operário conferia o prumo e nível do *kit* a ser assente, assim como a sua posição relativa em relação à espessura do revestimento tendo-se como referência as taliscas. Ao posicioná-lo corretamente, o operário realizava seu chumbamento definitivo com argamassa de cimento produzida no próprio pavimento. Na Figura 5.13 pode-se observar as fases deste processo.

Estes mesmos cuidados eram tomados também na execução dos ramais e sub-ramais montados *in loco*. No entanto, dispensava-se o uso dos sarrafos uma vez que sua execução era feita por trechos. Ao término de cada trecho procedia-se sua fixação provisória com arame e ao final da execução de um conjunto de trechos realizava-se seu chumbamento.

(a)

(b)

Figura 5.13 – Execução dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente nos rasgos das paredes (*kits*) - SP0101; (a) nivelamento e aprumo do *kit* na parede (b) exemplo de um *kit* chumbado na parede

Os sub-ramais de alimentação de aparelhos sanitários juntos aos pilares eram posicionados rente aos mesmos enquanto que, os de alimentação de aparelhos sanitários juntos à parede de vedação eram embutidos na mesma. Os sub-ramais enquadrados na primeira situação eram totalmente recobertos posteriormente por argamassa. Mas, este serviço era de responsabilidade da equipe de revestimentos. Na Figura 5.14 pode-se observar estas duas situações.

(a)

(b)

Figura 5.14 – Execução do ramal de esgoto - SP0101: (a) ramal de esgoto embutido na parede; (b) passante para execução do ramal de esgoto junto ao pilar

Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais

Após a retirada do bloco de isopor da laje, inicialmente fazia-se a fixação de um perfil metálico junto à face interna da abertura do *shaft* de forma a se fazer a fixação das tubulações de PVC junto ao mesmo com auxílio de fita Walsywa. Este procedimento era realizado nos vários *shafts* do pavimento e para um conjunto de pavimentos. Após esta fixação, a equipe executora fazia a montagem das tubulações *in loco* e se encaminhava para o pavimento seguinte somente após a montagem das tubulações de todos os *shafts* de um pavimento. Imediatamente após a montagem das tubulações de um *shaft* as fixavam junto ao perfil metálico instalado. Na Figura 5.15 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

Figura 5.15 – Execução dos tubos de queda (esgoto, águas pluviais) e colunas de ventilação - SP0101: (a) tubos de queda fixados junto ao perfil metálico (b) vista das tubulações de esgoto do *shaft* da área de serviço

Ramais de esgoto/águas pluviais – tetos; ramais de esgoto paredes

Após a montagem das tubulações verticais nos *shafts*, a equipe executora se encarregava da execução dos ramais de esgoto e de descarga dos ambientes molháveis. A execução destes ramais sob a laje iniciava-se com a fixação dos pinos na laje para sustentação das tubulações com auxílio de um revólver. Estes pinos eram fixados lateralmente aos passantes da bacia sanitária e caixa sifonada e em posições intermediárias de trechos de tubulações de maior comprimento. Simultaneamente à montagem dos trechos de tubulações destes ramais os operários as fixavam junto ao pino por meio de fita Walsywa. Na Figura 5.16 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.16 – Execução dos ramais de esgoto - SP0101: (a) fixação do pino junto à laje; (b) fita Walsywa já colocada sobre o ralo sifonado; (c) colocação da fita Walsywa junto à tubulação de esgoto; (d) vista geral dos ramais de esgoto já devidamente fixados

Com relação aos ramais verticais, estes foram executados segundo o mesmo princípio dos sub-ramais de água fria e água quente.

5.3.2.2 SP0201

Fixação da tubulação nas paredes

Ao contrário do procedimento de execução utilizado na obra SP0101, nesta obra o chumbamento das tubulações nos rasgos das paredes foi realizado em momento distinto a sua montagem. A argamassa de cimento e areia era produzida no próprio pavimento, sobre uma carriola, e o operário percorria os ambientes molháveis do pavimento chumbando as tubulações. Esta atividade consistia em verificar o nível, prumo, profundidade das tubulações nos rasgos e lançar a argamassa em determinados pontos dos trechos de tubulações. As tubulações seriam cobertas posteriormente pelo revestimento de argamassa. Na Figura 5.17 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

Figura 5.17 – Chumbamento das tubulações nas paredes - SP0201: (a) verificação do nível do trecho de tubulação (b) verificação do prumo do trecho de tubulação

(c)

(d)

Figura 5.17 – Chumbamento das tubulações nas paredes - SP0201: (c) chumbamento da tubulação com argamassa de cimento; (d) tubulações chumbadas nas paredes (continuação)

Produção de Kits

Foi aplicado o mesmo raciocínio quanto às partes dos trechos dos ramais e sub-ramais de água fria, água quente e gás a serem produzidas em uma central. A diferença, neste caso, para as demais obras que se verificou esta postura, reside no fato de se produzir também *kits* de tubulações de PVC, além dos compostos por tubulações de cobre.

A central de produção se localizava na própria sala reservada à subempreiteira responsável pela execução dos sistemas prediais. Inclusive, os componentes também estavam estocados nesta sala. Em relação à obra SP0101, as condições de produção destes *kits* eram mais precárias, inexistindo uma bancada específica para tal. Na Figura 5.18 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

Figura 5.18 – Produção de kits - SP0201: (a) e (b) bancada improvisada

Ramais de distribuição: água fria (PVC) e água quente (Cobre)

Os ramais de distribuição de água fria (em PVC) e de água quente (em cobre) foram executados seguindo-se os mesmos procedimentos técnicos adotados na obra SP0101, no entanto, diferindo quanto à estratégia de execução. Enquanto que na obra SP0101 fazia-se inicialmente a fixação dos pinos na laje em toda a extensão do trajeto das tubulações para sua posterior montagem e fixação com fita Walsywa nesta obra, esta operação era feita trecho a trecho, ou seja, para cada trecho a equipe executora fincava o pino na superfície inferior da laje com auxílio de um revólver a pólvora, montava a tubulação e a fixava com braçadeiras metálicas junto ao pino.

Também, como particularidade desta obra, destaca-se o fato de que, em alguns trechos, estes ramais de distribuição estar posicionados sobre a última fiada de alvenaria, sendo embutidos posteriormente na camada de fixação entre a alvenaria e a laje. Na Figura 5.19 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.19 – Ramais de distribuição de água fria - SP0201: (a) sobre a última fiada de alvenaria; (b) e (c) sob a laje de teto; (d) sob a laje de teto, porém fixadas com braçadeiras

Ramais e sub-ramais: gás, água quente (cobre) e água fria (PVC)

Os ramais e sub-ramais de água fria e água quente embutidos nas paredes foram divididos, em sua maioria, em *kits*. Portanto, sua execução consistia em alojá-los corretamente (considerando prumo, nível e profundidade) nos rasgos previamente executados. Eventualmente, a interligação entre diferentes *kits* em um mesmo ambiente era feito *in loco* pela própria equipe encarregada da colocação dos *kits*.

Eram posicionados nos rasgos e fixados provisoriamente com arame e os ajustes de profundidade da tubulação em relação às taliscas do revestimento de argamassa eram feitos aprofundando-se os rasgos nas paredes ou acrescentando-se cacos de blocos atrás da tubulação de forma a diminuir a profundidade do rasgo em determinados casos. A fixação definitiva destes ramais, ou seja, seu chumbamento com argamassa de cimento, conforme já ressaltado anteriormente, era feita posteriormente por uma equipe específica. Na Figura 5.20 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.20 – Ramais e sub-ramais de água fria e água quente - SP0201: (a) e (b) ramais e sub-ramais fixados provisoriamente nos rasgos das paredes; (c) detalhe da fixação provisória da tubulação de água quente; (d) *kit* de ramal e sub-ramal de água quente e água quente fixado provisoriamente nos rasgos da parede

Ramais de esgoto/águas pluviais – tetos; ramais de esgoto paredes

A execução dos ramais de esgoto e descarga iniciou-se, em cada pavimento, após a execução dos tubos de queda e colunas de ventilação nos *shafts*. A equipe executora iniciava a execução 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 assim o esgoto sob a laje teto de um ambiente molhável. Em relação à obra SP0101, destaca-se o fato de não se realizar a fixação das tubulações ao longo dos trechos de tubulações e nem junto às conexões aos tubos passantes. Na Figura 5.21 são ilustrados os ramais de descarga e esgoto executados nesta obra.

(a)

(b)

Figura 5.21 – Ramais de esgoto sob a laje de teto - SP0201: (a) e (b) ramais de esgoto dos banheiros das suítes

Já os ramais de esgoto embutidos nas paredes foram executados seguindo-se os mesmos procedimentos adotados para os ramais e sub-ramais de água fria e água quente. Na Figura 5.22 pode-se observar os ramais executados na cozinha e em um dos banheiros das suítes.

(a)

(b)

Figura 5.22 – Ramais de esgoto embutidos nas paredes - SP0201: (a) cozinha; (b) banheiro de suíte

5.3.2.3 SP0301

Corte e rasgo de paredes

O corte e rasgo das paredes foram executados da mesma forma do que nas outras obras, diferindo apenas no fato de as paredes serem de blocos de concreto enquanto nas demais as paredes eram de blocos cerâmicos.

Produção de *kits*

Foi providenciada uma bancada para a produção de *kits* dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente nas proximidades da sala da subempreiteira responsável pela execução dos sistemas prediais. As partes a serem produzidas também se resumem àquelas em que têm em sua configuração conexões roscáveis. Na Figura 5.23 ilustra-se a bancada utilizada pelos operários na execução dos *kits* assim como o detalhe do esboço feito pelo encarregado dos *kits* a serem produzidos.

(a)

(b)

Figura 5.23 – Produção de *kits* - SP0301: (a) bancada localizada no 1º subsolo; (b) esboço dos *kits* a serem produzidos

Prumadas de água fria, água quente, gás e incêndio

Foi acompanhada a execução das prumadas dos últimos pavimentos do edifício. Durante os dias de coleta, observou-se apenas a montagem das tubulações dos últimos pavimentos do edifício, não se observando, portanto, sua fixação e chumbamento. As tubulações, assim como as conexões eram transportadas para o pavimento. Os acessórios, tais como o botijão de gás, se encontravam no próprio pavimento. Observou-se que, em alguns casos, as prumadas de cobre foram executadas em *shafts* nos quais as tubulações de PVC já estavam presentes. Na Figura 5.24 pode-se observar fases do procedimento de execução das prumadas nesta obra.

(a)

(b)

(c)

Figura 5.24 – Execução das prumadas - SP0301: (a) operário lixando o topo da tubulação; (b) operário colocando o tubo na conexão; (c) operário realizando a solda entre a conexão e o tubo

Ramais de distribuição: água fria e água quente

A equipe encarregada da execução destes ramais inicialmente fazia a locação e fixação dos pinos dos suportes destas tubulações ao longo do seu trajeto em todo o apartamento. Enquanto que nas obras anteriores esta fixação das tubulações sob a laje de teto foi executada com uso de fita Walsywa, nesta adotou-se um suporte metálico aparafusado com bucha na laje. Este suporte é dotado de um perfil sob o

qual caminham as duas tubulações: a de água fria e a de água quente. Após a montagem, colocava-se o isolante térmico na tubulação de água quente. Não se verificou a preocupação com relação à possibilidade de ocorrência de corrosão galvânica entre o tubo de cobre do ramal de distribuição de água fria e o suporte, uma vez que não se colocou nenhum componente isolante entre os mesmos. Na Figura 5.25 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

Figura 5.25 – Ramais de distribuição de água fria e água quente - SP0301: (a) fixação do piso com rosca para montagem do suporte das tubulações; (b) montagem do ramal de distribuição água fria e água quente, (c) detalhe da solda da tubulação com a conexão, com destaque para o suporte utilizado nesta obra

Ramais e sub-ramais: gás, água quente e água fria

Em se tratando dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente identifica-se duas situações distintas: ambientes com ramais e sub-ramais embutidos na parede e sob a laje de piso do apartamento (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 de execução se assemelha às obras SP0101 e SP0201, ou seja, uma equipe se encarregava de fazer a locação, corte e rasgo da alvenaria e outra equipe, em outro momento, fazia a montagem das tubulações e respectiva fixação (chumbamento).

Os sub-ramais de água fria e água quente dos outros ambientes (primeira situação) diferem dos anteriormente descritos por se configurarem em apenas uma tubulação vertical embutida no rasgo da alvenaria, atravessando a laje de piso do ambiente e conectando-se aos ramais localizados sob a laje de piso. Nestes locais, antes da concretagem foram fixados blocos de isopor para sua posterior retirada e chumbamento desta tubulação.

Após a execução dos ramais responsáveis pela condução da água fria e água quente do ramal de distribuição aos ramais e sub-ramais que alimentam os pontos de consumo do ambiente e da execução dos sub-ramais embutidos nas paredes, conforme descrito no parágrafo anterior, a equipe de execução reunia as condições necessárias para a execução dos ramais e sub-ramais localizados sob a laje de piso deste ambiente, completando, assim, a execução dos ramais em cada ambiente.

Finalmente, destaca-se que os ramais de água fria e água quente que interligam, respectivamente, os ramais de distribuição de água fria e água quente, foram produzidos em uma central de produção de *kits*. Portanto, sua execução consiste apenas em chumbá-los no nível e prumos corretos nos rasgos previamente feitos nas

paredes. Na Figura 5.26 pode-se observar o *kit* de ramais de água fria e água quente instalado na parede e os sub-ramais (pontos de alimentação do lavatório) de um dos banheiros das suítes.

(a)

(b)

Figura 5.26 – Ramais de água fria e água quente - SP0301: (a) ramais destinados à condução de água fria (direita) e água quente (esquerda) do ramal de distribuição aos ramais e sub-ramais que alimentam os pontos de consumo do ambiente; (b) sub-ramais de água fria e água quente de um dos banheiros das suítes

Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais

A montagem dos tubos de queda nesta obra seguiu o mesmo procedimento da obra SP0101. No entanto, durante o período de coleta observou-se apenas a montagem destas tubulações, não se tendo a oportunidade de acompanhar sua fixação e chumbamento nos *shafts*.

Ramais de esgoto/águas pluviais – tetos; ramais de esgoto paredes

Da mesma forma que para os tubos de queda e colunas de ventilação, os ramais de esgoto e águas pluviais localizados sob a laje de teto e os ramais de esgoto embutidos nas paredes foram executados seguindo-se os mesmos procedimentos adotados na

obra SP0101 e SP0201, tendo-se como semelhança com esta última o fato de não se fazer também a fixação ao longo das tubulações de maior comprimento e na região dos passantes junto à laje.

Os ramais de esgoto embutidos nas paredes dos banheiros, que se resumem ao ramal dos lavatórios, foram executados juntamente com os sub-ramais de água fria e água quente, conforme ilustrado na Figura 5.26 anteriormente apresentada.

5.3.2.4 SP0401

Abertura de laje e colocação de passantes

Nesta obra teve-se a oportunidade de se acompanhar a abertura das lajes e colocação dos passantes de ralos e de bacias sanitárias. Após a sua locação, tendo-se como referência o revestimento já executado, a equipe executora fazia a abertura destes pontos já providos de blocos de vermiculita posicionados antes da concretagem das lajes com auxílio de furadeira ou talhadeira. Após a abertura, colocava-se um anteparo de madeira compensada na face inferior da laje amarrado com arame em duas barras de aço posicionadas na parte superior da mesma. Em seguida posicionava-se o tubo passante, previamente pintado com betume e com areia grossa aderida junto ao mesmo. Ao final deste processo, procedia-se o seu chumbamento utilizando argamassa de cimento. Na Figura 5.27 pode-se observar as fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.27 – Abertura da laje e chumbamento dos passantes - SP0401: (a) estoque de tubos passantes; (b) locação e abertura de furo na laje; (c) estoque de anteparo de madeira compensada resinada; (d) tubos passantes chumbados

Ramal de distribuição de água fria (PVC)

A execução dos ramais de distribuição de água fria ocorreu seguindo-se os mesmos procedimentos adotados na obra SP0201. Como diferença destaca-se apenas o fato de que nesta obra, estes ramais foram fixados por arames junto à laje (Figura 5.28), ao contrário da obra SP0201, onde se utilizava fita Walsywa.

(a)

(b)

Figura 5.28 – Execução dos ramais de distribuição de água fria: (a) ramal fixado por arame junto à laje; (b) ramal sem fixação junto à laje

Montagem dos ramais e sub-ramais de água fria e esgoto junto às paredes

Esta obra tem como particularidade no que diz respeito aos sub-ramais de água fria e ramais de esgoto dos banheiros, o fato de os mesmos ficarem embutidos em uma carenagem junto à parede, não havendo, portanto, a necessidade de se rasgá-las para o seu embutimento. Para sua execução, a equipe executora inicialmente faz a abertura dos pontos providos de blocos de vermiculita previamente locados antes da concretagem das lajes. Esta abertura é feita com auxílio de uma furadeira. Após a sua abertura, fixam-se sarrafos de madeira junto à parede e neles são fixados provisoriamente os sub-ramais de água fria e ramal de esgoto. Após o acerto do prumo e altura correta, procede-se o chumbamento destas tubulações. Para este chumbamento, prende-se um anteparo de madeira compensada na parte inferior da laje com auxílio de arames amarrados em duas barras de aço posicionadas na parte superior da laje. Em seguida, faz-se o chumbamento destas tubulações com argamassa de cimento produzida no próprio pavimento. Na Figura 5.29 pode-se observar fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figura 5.29 – Sub-ramal de água fria e ramal de esgoto - SP0401: (a) furo na laje para colocação das tubulações; (b) tubulações fixadas junto aos sarrafos presos à parede; (c) anteparo de madeira compensada para o chumbamento das tubulações; (d) tubulações chumbadas com argamassa de cimento (detalhe: barras de aço utilizada para sustentação do anteparo)

Tubos de queda/colunas de ventilação esgoto/tubos de queda - águas pluviais

Para esta obra, a execução dos tubos de queda de esgoto, colunas de ventilação e tubos de queda de águas pluviais consistiu na montagem *in loco* das respectivas tubulações nos *shafts* distribuídos pelo pavimento-tipo. Nos locais previstos para os

shafts foram posicionados blocos de vermiculita antes da concretagem das lajes. Antes da montagem das tubulações, a equipe executora fazia a abertura em pontos nos quais as tubulações iriam ser montadas. Estas, durante a montagem, eram fixadas provisoriamente com arame junto às paredes. Em seguida, a equipe executora realizava o chumbamento das tubulações junto aos *shafts*. Esta atividade não foi acompanhada nesta obra. Na Figura 5.30 pode-se observar fases deste processo.

(a)

(b)

(c)

Figura 5.30 – Execução dos tubos de queda de esgoto, colunas de ventilação e tubos de queda de águas pluviais - SP0401: (a) Posicionamento dos blocos de vermiculita na posição dos *shafts* antes da concretagem da laje; (b) abertura de furos para passagem das tubulações; (c) tubulações montadas no *shaft*

Ramais de esgoto/águas pluviais – tetos; ramais de esgoto paredes

Para a execução destes ramais foram seguidos os mesmos procedimentos descritos para a obra SP0101. Na Figura 5.31 são ilustrados os ramais de esgoto sob o teto já executados.

(a)

(b)

Figura 5.31 – Execução dos ramais de esgoto - SP0401: (a) Ramais de esgoto do banheiro; (b) detalhe da fixação da tubulação na laje

5.4 Composição das equipes de trabalho

Neste item é descrita a composição da equipe executora dos sistemas prediais nas obras onde se realizou o estudo da produtividade da mão-de-obra. Cabe destacar que em todas as obras a execução destes sistemas ficou sobre a responsabilidade de subempreiteiras contratada para tal.

Além da composição, são descritas em linhas gerais, as funções de cada operário durante o período em que se realizou o estudo da produtividade. Por comodidade,

optou-se em identificá-los pelo próprio nome ou apelido, tal como se anotou nas planilhas de coleta e não por um código específico.

5.4.1 SP0101

A equipe encarregada pela execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários da obra SP0101 era formada, além do encarregado, por mais 19 operários, dentre os quais 9 oficiais, 3 meio-oficiais e 7 ajudantes (Tabela 5.9).

Tabela 5.9 – Composição da equipe de trabalho – SP0101

Número	Nome	Cargo
1	Clemente	Encarregado
2	Gilmar	Oficial
3	Solinha	Oficial
4	Expedito	Oficial
5	Geraldo	Oficial
6	Givano	Oficial
7	José Hélio	Oficial
8	Luís José	Oficial
9	Augustino	Oficial
10	Luís	Oficial
11	Antônio Edmilson	1/2 Oficial
12	Sabino	1/2 Oficial
13	Manuel Fortuoso	1/2 Oficial
14	Cícero	Ajudante
15	Erivonaldo	Ajudante
16	Ivan	Ajudante
17	Reginaldo	Ajudante
18	Ruimar	Ajudante
19	Tião	Ajudante
20	Gilson	Ajudante

O encarregado não participava diretamente da execução dos serviços e sua função basicamente residia na programação diária dos serviços, além de relacionar diretamente com o engenheiro responsável pela obra.

A equipe era organizada da seguinte forma:

- *Antonio Edmilson*: era encarregado de locar e fixar os passantes. Os furos eram feitos por uma empresa especializada com o uso de uma perfuratriz, quando não havia frente de trabalho, era alocado em outros serviços, tais como a colocação de isolante térmico nas tubulações de cobre para o transporte de água quente;
- *Augustino e Expedito*: formavam uma equipe de execução dos ramais de esgoto no teto;
- *Luís José e Cícero*: compunha outra equipe fixa na execução das instalações de cobre, principalmente os ramais de distribuição nos apartamentos e prumadas;
- *José Hélio e Geraldo*: eram encarregados pela marcação dos *shafts* nas fôrmas, antes da concretagem. Passavam o dia fazendo isto e acompanhando a concretagem;
- *Ruimar e Gilmar*: após serem alocados em atividades de montagem de tubulação nos pavimentos, receberam a tarefa de produzirem os *kits* contendo registros e tê misturador do chuveiro e banheira;
- *Erivonaldo*: execução de ramais de cobre *kits* e *in loco* nas paredes e ramais sob o teto;
- *Gilson, Givano, Ivan e Manoel Fortuoso*: estes têm em comum o fato de permanecerem muito pouco na obra. O Gilson e o Ivan ficaram responsáveis

pelo corte das paredes. Já o Manoel Fortuoso, quando vinha, se ocupava com a colocação de isolante térmico nas tubulações de cobre para o transporte de água fria. O Givano trabalhou poucos dias na execução das instalações do apartamento do Zelador;

- *Luís*: este operário circulava pelas várias obras nas quais a subempreiteira estava executando os sistemas prediais com o objetivo de realizar os testes das tubulações de gás;
- *Tião*: ficou muito pouco na obra, mas no tempo em que trabalhou na mesma ficou encarregado de cortar e rasgar as paredes. Em relação aos outros operários destinados para este serviço, este era muito mais produtivo, principalmente pelo seu porte físico;
- *Reginaldo*: este operário era o “coringa” do encarregado. Cada dia ele estava alocado em um serviço: cortar parede, prumada de cobre, colocação de isolante térmico, realização de testes etc.;
- *Sabino*: veio de outra obra para executar os ramais de cobre nas paredes da cozinha e área de serviço;
- *Solinha*: também ficou muito pouco tempo na obra e se ocupou com a produção de *kits* e seu assentamento nas paredes, juntamente com o Erivonaldo.

Era prática comum do encarregado “tarefar” os funcionários na execução dos serviços, dentre os quais a produção de *kits*, ramais de esgoto sob a laje de teto e parede, ramais de distribuição entre outros.

5.4.2 SP0201

A equipe encarregada pela execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários da obra SP0101 era formada, além dos dois encarregados, por mais 4 operários, dentre os quais 2 oficiais e 2 ajudantes (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 – Composição da equipe de trabalho – SP0201

Número	Nome	Cargo
1	Antônio	Encarregado
2	Xuxa (José Almir)	Encarregado
3	Renildo	Oficial
4	Zé Maria	Oficial
5	Seu Antônio	Ajudante
6	Geraldo	Ajudante

Ao contrário da equipe da obra anterior, os encarregados desta obra também participavam ativamente da execução dos serviços, assumindo tarefas tais como o chumbamento das tubulações nas paredes com argamassa e produção de *kits*.

Era prática de alguns dos oficiais ficarem além do horário de expediente normal de trabalho com o propósito de terminar o serviço iniciado. Da mesma forma, era comum trabalharem aos sábados também. Assim, ganhavam hora-extra ou descontavam estas horas adicionais quando necessitassem.

A equipe era organizada da seguinte forma:

- *Antonio*: embora tivesse a função de encarregado, assumiu durante o período de coleta de dados a execução dos ramais de água fria e água quente nas paredes;
- *Geraldo*: ajudou os encarregados tanto na produção de *kits* quanto na execução dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente nas paredes;

- *Renildo*: alocado provisoriamente nesta obra. Durante o curto período em que permaneceu ficou incumbido da execução de ramais de esgoto sob o teto e realização de testes;
- *Seu Antonio*: ajudou na execução dos ramais de distribuição de água fria e água quente;
- *Xuxa (José Almir)*: embora fosse encarregado, se incumbiu da fixação dos ramais e sub-ramais de água fria, água quente, gás e esgoto nas paredes com argamassa;
- *Zé Maria*: predominou a execução dos ramais de distribuição de água fria e água quente nos apartamentos-tipo.

5.4.3 SP0301

A equipe encarregada pela execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários da obra SP0301 era formada, além dos dois encarregados, por mais 7 operários, dentre os quais 5 oficiais e 2 ajudantes (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 – Composição da equipe de trabalho – SP0301

Número	Nome	Cargo
1	Osmar	Encarregado
2	Benedito	Oficial
3	Carlos	Oficial
4	Marconi	Oficial
5	Quaresma	Oficial
6	Claudemir	Oficial
7	Antonio	Ajudante
8	Arlindo	Ajudante

O encarregado não participava diretamente da execução dos serviços e sua função basicamente residia na programação diária dos serviços, além de relacionar diretamente com o engenheiro responsável pela obra.

A equipe era organizada da seguinte forma:

- *Antonio e Arlindo*: compunham uma equipe para a execução dos passantes e os sub-ramais de água fria, água quente e esgoto dos sanitários; Antonio executou também os ramais de água pluvial nos terraços do edifício;
- *Benedito*: ficou encarregado da execução dos ramais e sub-ramais de água fria e água quente da cozinha e área de serviço;
- *Carlos*: durante o período de coleta se ocupou com a execução dos ramais de distribuição de água fria e água quente sob o teto;
- *Claudemir*: foi contratado quando a coleta de dados já estava adiantada. Ocupou-se inicialmente da execução das prumadas nos *shafts* e assumiu também a execução dos ramais de distribuição de água fria e água quente sob a laje de teto, porém em andar distinto do Carlos, ou seja, não formavam uma equipe trabalhando no mesmo pavimento;
- *Marconi*: durante o período de coleta de dados este operário foi responsável pela execução dos ramais de esgoto sanitário sob o teto. Alternava este serviço, quando havia falta de material, com o chumbamento das prumadas. Estava descontente com o serviço e acabou demitido antes do fim da coleta de dados realizada por este pesquisador;
- *Quaresma*: contratado no lugar do Marconi, assumiu a execução dos ramais de esgotos sanitário sob a laje de teto.

5.4.4 SP0401

Ao contrário das outras obras, o encarregado da execução dos sistemas prediais desta obra não permanecia o tempo todo nela, pois era encarregado também da execução destes sistemas em outras obras localizadas, inclusive, em outras cidades.

Sua empresa era responsável também pela execução dos sistemas prediais elétricos e de telefonia. Assim, passava com frequência na obra, em horários diversos para delegar atribuições aos oficiais e analisar a evolução dos serviços.

A equipe de execução em relação as demais é reduzida, contando com apenas 4 operários (mas sempre trabalhavam em 3 operários por dia), sendo um deles atuando na execução tanto dos sistemas hidráulicos e sanitários quanto nos sistemas elétricos e de telefonia.

Além desta particularidade em relação ao encarregado, destaca-se ainda o fato de haver dois irmãos trabalhando juntos na execução destes sistemas. A composição desta equipe pode ser visualizada na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 – Composição da equipe de trabalho – SP0401

Número	Nome	Cargo
1	Arara	oficial
2	Cícero	oficial
3	Flávio	oficial
4	Ararinha	ajudante

A equipe era organizada da seguinte forma:

- *Arara*: constitui no oficial mais experiente trabalhando na execução deste serviço. Atuou na execução dos ramais de distribuição de água fria e nos ramais de esgoto sanitário sob o teto;

- *Ararinha*: irmão mais novo do operário anterior; ficou encarregado da execução dos passantes e marcação das lajes a serem concretadas;
- *Cícero*: operário da execução dos sistemas prediais elétricos e de telefonia trabalhou esporadicamente na execução dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários nesta obra;
- *Flávio*: funcionário contratado durante o período de coleta de dados; compõe, juntamente, com o Arara, uma equipe para a execução dos ramais de distribuição de água fria e ramal de esgoto sob o teto.

RESULTADOS: CONSUMO UNITÁRIO DE MATERIAIS

Este capítulo é dedicado à apresentação dos resultados relativos ao consumo unitário de materiais (tubos e conexões), no que diz respeito aos seus valores e fatores potencialmente influenciadores.

Considerando os trechos de todos os sistemas prediais envolvidos e todas as obras analisadas, os resultados apresentados neste capítulo são frutos da análise de mais 3.000 registros de trechos de tubulações, cada qual contendo uma série de informações necessárias ao cálculo dos indicadores de consumo.

Pelo fato de a proposta desta tese de estabelecer dois métodos de prognóstico de consumo de materiais em função do nível de informações existentes em cada momento de sua aplicação (estudo de viabilidade e anteprojeto de arquitetura), a sequência de apresentação dos indicadores de consumo segue o mesmo raciocínio.

Assim, os resultados apresentados neste capítulo são reunidos em três conjuntos distintos, sendo os dois primeiros destinados à elaboração do método simplificado e o último destinado ao método analítico.

O primeiro conjunto de informações se refere ao indicador metros de tubulação por **área de apartamento-tipo** (m/m^2 de apartamento-tipo) enquanto que o segundo se refere ao número de conexões por **área de apartamento-tipo** (conexões/ m^2).

Já o terceiro conjunto de resultados reúne os resultados de consumo de metros de tubulação por pontos atendidos (ou pontos de consumo ou captação), tendo-se como base de levantamento **os ambientes dos apartamentos** e não o apartamento como um todo, a não ser para o caso dos ramais de distribuição de água fria, água quente e gás.

A este indicador são associados, respectivamente, o indicador relativo ao número de conexões por metro de tubulação, e seus fatores potencialmente influenciadores, tais como a concepção do traçado da tubulação (somente pela parede ou pela parede e teto, aparelhos sanitários em uma única parede ou mais de uma entre outros).

Finalmente, ressalta-se que os valores intermediários utilizados para o cálculo dos indicadores de consumo de materiais apresentados neste capítulo encontram-se no Apêndice D. Ao final deste capítulo são apresentadas as estatísticas gerais (valores máximo, mediana e mínimo) para o conjunto de dados levantados.

6.1 Metros de tubos por área de apartamento-tipo

6.1.1 Sistema predial de suprimento de água fria

6.1.1.1 Prumadas

Tabela 6.1 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: prumadas de água específicas a cada apartamento

Obra	m/m ² x 10 ⁻³								Total
	Recalque	Alimentação dos ambientes	Alimentação dos ambientes e aquecedores	Alimentação dos aquecedores	Respiro / Válvula Redutora de Pressão	Válvula Redutora de Pressão	Aviso / Limpeza	Terraço	
SP0101	0	17	0	0	0	0	0	17	34
SP0201	0	21	0	21	0	0	0	21	63
SP0301	14	14	0	14	29	0	0	14	85
SP0401	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0501	0	0	33	0	0	0	0	0	33
SP0601	13	13	0	13	0	25	0	13	77
SP0701	0	0	30	0	0	0	0	0	30
SP0702	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0801	0	0	30	0	0	0	0	0	30
SP0901a	0	0	38	0	0	0	0	0	38
SP0901b	0	0	65	0	0	0	0	0	65
SP1001	14	0	14	0	0	14	0	14	56
SP1002	0	0	18	0	0	0	0	0	18

Tabela 6.2 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: prumadas de água fria comuns aos apartamentos

Obra	m/m ² x 10 ⁻³								
	Recalque	Alimentação dos ambientes	Alimentação dos ambientes e aquecedores	Alimentação dos aquecedores	Respiro / Válvula. Redutora de Pressão	Válvula Redutora de Pressão	Aviso / Limpeza	Terraço	Total
SP0101	8	0	0	8	0	8	0	0	24
SP0201	10	0	0	0	0	10	10	0	30
SP0301	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0401	10	10	0	0	0	10	10	0	40
SP0501	8	0	0	0	0	8	0	0	16
SP0601	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0701	15	0	0	0	0	0	15	0	30
SP0702	11	0	11	0	0	11	11	0	44
SP0801	8	0	0	0	0	0	0	0	8
SP0901a	6	0	0	0	0	6	6	0	18
SP0901b	11	0	0	0	0	11	11	0	33
SP1001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP1002	9	0	0	0	0	9	9	9	36

6.1.1.2 Ramal de distribuição

Tabela 6.3 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: ramal de distribuição de água fria

Obra	m/m ² x 10 ⁻³		
	Sob a laje	Alimentação dos aquecedores	Total
SP0101	200	0	200
SP0201	175	39	214
SP0301	194	18	212
SP0401	204	0	204
SP0501	272	19	291
SP0601	119	10	129
SP0701	264	19	283
SP0702	315	16	331
SP0801	194	12	206
SP0901a	323	20	343
SP0901b	335	55	390
SP1001	223	63	286
SP1002	154	81	235

6.1.1.3 Ramais e sub-ramais

Tabela 6.4 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: ramais e sub-ramais de água fria

Obra	m/m ² x 10 ⁻³											
	Banheiros social e das suítes						Banheiro de Empregada	Lavabo	Área de serviço	Cozinha	Terraço	Total
	Social	Suíte 1	Suíte 2	Suíte 3	Suíte 4	Total						
SP0101	48	53	27	0	0	128	25	17	21	34	6	231
SP0201	0	58	34	38	0	130	32	29	29	44	15	279
SP0301	33	74	33	0	0	140	37	27	15	45	1	265
SP0401	104	84	0	0	0	188	0	0	51	81	0	320
SP0501	46	65	0	0	0	111	45	0	22	56	0	234
SP0601	26	33	28	0	0	87	32	14	10	26	24	193
SP0701	61	81	0	0	0	142	60	47	22	91	0	362
SP0702	47	55	38	0	0	140	43	32	14	23	0	252
SP0801	52	52	0	0	0	104	61	33	17	38	0	253
SP0901a	83	70	0	0	0	153	82	0	22	8	0	265
SP0901b	121	0	0	0	0	121	0	0	30	13	0	164
SP1001	0	41	33	33	31	138	30	20	17	16	9	230
SP1002	29	55	37	0	0	121	48	46	17	56	9	297

6.1.2 Sistema predial de suprimento de água quente

Tabela 6.5 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: sistema predial de suprimento de água quente

Obra	m/m ² x 10 ⁻³													
	Prumadas	Ramal de distribuição			Ramais banheiros						Lavabo	Coz.	Total ramais	Geral
		Distrib. sob laje	Retorno	Total	Social	Suíte 1	Suíte 2	Suíte 3	Suíte 4	Empreg.				
SP0101	67	183	40	223	50	57	27	0	0	16	0	20	170	460
SP0201	-	193	0	193	0	59	34	30	0	0	0	44	167	360
SP0301	-	153	0	153	35	73	34	0	0	0	0	21	163	316
SP0401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP0501	-	153	0	153	52	55	0	0	0	0	0	36	143	296
SP0601	-	74	0	74	26	38	28	0	0	0	0	0	92	166
SP0701	-	163	0	163	61	79	0	0	0	0	0	45	185	348
SP0702	-	198	0	198	51	54	44	0	0	0	0	7	156	354
SP0801	-	178	0	178	55	55	0	0	0	0	0	32	142	320
SP0901a	-	176	0	176	110	108	0	0	0	0	0	8	226	402
SP0901b	-	340	0	340	186	0	0	0	0	0	0	13	199	539
SP1001	-	175	187	362	0	42	32	27	34	0	17	16	168	530
SP1002	-	152	120	272	31	55	25	0	0	0	0	23	134	406

6.1.3 Sistema predial de suprimento de gás

Tabela 6.6 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: sistema predial de suprimento de gás

Obra	m/m ² x 10 ⁻³							
	Prumadas			Distribuição	Ramais			Total Geral
	Específicas ao apto.	Comum aos aptos.	Total		Aquecedor	Fogão	Total	
SP0101	17	0	17	14	16	3	19	50
SP0201	21	0	21	22	5	19	24	67
SP0301	14	0	14	18	27	16	43	75
SP0401	0	10	10	84	0	24	24	118
SP0501	33	0	33	9	13	52	65	107
SP0601	13	0	13	5	7	31	38	56
SP0701	30	0	30	15	4	1	5	50
SP0702	0	11	11	89	19	11	30	130
SP0801	30	0	30	23	23	25	48	101
SP0901a	38	0	38	16	6	68	74	128
SP0901b	65	0	65	37	36	73	109	211
SP1001	14	0	14	3	10	21	31	48
SP1002	18	0	18	8	27	2	29	55

6.1.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios

Tabela 6.7 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo e número de conexões por metro de tubulação: sistema predial de prevenção e combate a incêndios

Obra	Metros de prumadas	m/m² x 10⁻³
SP0101	1,44	8
SP0201	1,40	10
SP0301	2,88	14
SP0401	0,74	10
SP0501	0,69	8
SP0601	2,88	13
SP0701	1,40	15
SP0702	1,40	11
SP0801	0,70	8
SP0901a	0,99	13
SP0901b	0,99	22
SP1001	3,00	14
SP1002	1,48	9

6.1.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário

6.1.5.1 Tubos de queda e colunas de ventilação

Tabela 6.8 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: tubos de queda e coluna de ventilação

Obra	m/m ² x 10 ⁻³									
	Tubos de queda e colunas de ventilação comuns aos apartamentos					Tubos de queda e colunas de ventilação específicos a cada apartamento				
	EE	EG	ES	VES	Total	EE	EG	ES	VES	Total
SP0101	0	0	0	0	0	33	17	83	112	245
SP0201	0	0	0	0	0	21	41	62	84	208
SP0301	0	0	0	0	0	29	14	72	77	192
SP0401	0	0	0	0	0	40	40	40	54	174
SP0501	0	0	0	0	0	33	33	100	137	303
SP0601	0	0	0	0	0	25	25	51	69	170
SP0701	0	0	15	21	36	91	30	91	123	335
SP0702	0	0	11	15	26	44	22	67	90	223
SP0801	0	0	8	10	18	60	30	60	82	232
SP0901a	0	0	0	8	8	38	38	76	102	254
SP0901b	0	0	0	0	0	65	65	65	87	282
SP1001	0	0	0	0	0	28	14	56	75	173
SP1002	0	9	0	0	9	18	18	71	96	203

6.1.5.2 Ramais

Tabela 6.9 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: ramais de esgoto e de ventilação

Obra	m/m ² x 10 ⁻³											
	Banheiros social e das suítes						Banheiro de Empregada	Lavabo	Área de serviço	Cozinha	Terraço	Total
	Social	Suíte 1	Suíte 2	Suíte 3	Suíte 4	Total						
SP0101	22	52	29	0	0	103	22	18	17	20	0	180
SP0201	0	48	34	36	0	118	39	41	64	16	11	289
SP0301	28	74	32	0	0	134	21	22	17	29	0	223
SP0401	46	69	0	0	0	115	0	0	22	43	0	180
SP0501	42	40	0	0	0	82	4	0	23	27	0	136
SP0601	17	29	16	0	0	62	19	8	8	14	6	117
SP0701	26	52	0	0	0	78	27	19	40	12	0	176
SP0702	34	39	32	0	0	105	27	24	43	6	0	205
SP0801	27	27	0	0	0	54	15	15	5	8	0	97
SP0901a	42	32	0	0	0	74	32	0	60	39	0	205
SP0901b	56	0	0	0	0	56	0	0	27	42	0	125
SP1001	0	49	15	27	17	108	16	11	35	18	0	188
SP1002	16	38	27	0	0	81	28	17	14	11	6	157

6.1.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais

Tabela 6.10 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: tubos de queda

Obra	$m/m^2 \times 10^{-3}$								
	Tubos de queda específicos a cada apartamento			Tubos de queda comuns a todos apartamentos			Tubos de queda comuns aos apartamentos adjacentes		
	Captação somente da cobertura	Captação somente dos terraços	Captação da cobertura e terraços	Captação somente da cobertura	Captação somente dos terraços	Captação da cobertura e terraços	Captação somente da cobertura	Captação somente dos terraços	Captação da cobertura e terraços
SP0101	50	33	0	0	0	0	0	0	0
SP0201	62	0	21	0	0	0	0	0	0
SP0301	29	29	14	0	0	0	0	0	0
SP0401	40	0	0	0	0	0	0	20	0
SP0501	33	0	0	0	0	0	0	17	0
SP0601	51	51	0	0	0	0	0	0	0
SP0701	60	60	0	30	0	0	0	0	0
SP0702	67	0	0	0	11	0	0	0	0
SP0801	60	30	0	0	0	0	0	0	0
SP0901a	38	38	0	0	0	0	19	0	0
SP0901b	0	65	0	0	0	0	0	0	0
SP1001	42	42	14	0	0	0	0	0	0
SP1002	36	54	0	0	0	9	0	0	0

Tabela 6.11 – Metros de tubos por área de apartamento-tipo: resumo dos tubos de queda e ramais

Obra	m/m ² x 10 ⁻³										
	Total: tubos de queda				Ramais dos terraços						Total Geral
	Específicos a cada apto.	Comuns a todos aptos.	Comuns aos aptos. adjacentes	Geral	Área de serviço	Dormitório	Sala de estar	Sala de jantar	Suíte1	Total	
SP0101	83	0	0	83	0	0	34	0	2	36	119
SP0201	83	0	0	83	0	0	34	0	0	34	117
SP0301	72	0	0	72	3	0	26	0	1	30	102
SP0401	40	0	20	60	0	0	1	0	0	1	61
SP0501	33	0	17	50	0	0	1	0	0	1	51
SP0601	102	0	0	102	1	0	1	0	1	3	105
SP0701	120	30	0	150	0	0	3	3	0	6	156
SP0702	67	11	0	78	0	0	2	0	0	2	80
SP0801	90	0	0	90	0	0	2	0	0	2	92
SP0901a	76	0	19	95	0	0	3	0	0	3	98
SP0901b	65	0	0	65	0	0	4	0	0	4	69
SP1001	98	0	0	98	0	0	1	5	1	7	105
SP1002	90	9	0	99	2	2	2	0	2	8	107

6.2 Número de conexões por área de apartamento-tipo

6.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria

6.2.1.1 Prumadas

Tabela 6.12 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: prumadas de água fria específicas a cada apartamento

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³								
	Recalque	Alimentação dos ambientes	Alimentação dos ambientes e aquecedores	Alimentação dos aquecedores	Respiro / Válvula Redutora de Pressão	Válvula Redutora de Pressão	Aviso / Limpeza	Terraço	Total
SP0101	0	6	0	0	0	0	0	6	12
SP0201	0	7	0	7	0	0	0	7	21
SP0301	5	5	0	5	0	10	0	5	30
SP0401	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0501	0	0	12	0	0	0	0	0	12
SP0601	4	4	0	4	0	9	0	4	25
SP0701	0	0	11	0	0	0	0	0	11
SP0702	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0801	0	0	11	0	0	0	0	0	11
SP0901a	0	0	13	0	0	0	0	0	13
SP0901b	0	0	22	0	0	0	0	0	22
SP1001	5	0	5	0	0	5	0	5	20
SP1002	0	0	6	0	0	0	0	0	6

Tabela 6.13 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: prumadas de água fria comuns aos apartamentos

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³								
	Recalque	Alimentação dos ambientes	Alimentação dos ambientes e aquecedores	Alimentação dos aquecedores	Respiro / Válvula. Redutora de Pressão	Válvula Redutora de Pressão	Aviso / Limpeza	Terraço	Total
SP0101	3	0	0	3	0	3	0	0	9
SP0201	4	0	0	0	0	4	4	0	12
SP0301	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0401	4	4	0	0	0	4	4	0	16
SP0501	4	0	0	0	0	4	0	0	8
SP0601	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP0701	5	0	0	0	0	0	5	0	10
SP0702	4	0	4	0	0	4	4	0	16
SP0801	3	0	0	0	0	0	0	0	3
SP0901a	3	0	0	0	0	3	3	0	9
SP0901b	4	0	0	0	0	4	4	0	12
SP1001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP1002	3	0	0	0	0	3	3	6	15

6.2.1.2 Ramal de distribuição

Tabela 6.14 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: ramal de distribuição de água fria

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³		
	Sob a laje	Alimentação dos aquecedores	Total
SP0101	178	0	178
SP0201	193	74	267
SP0301	170	55	225
SP0401	270	0	270
SP0501	389	73	462
SP0601	133	40	173
SP0701	291	76	367
SP0702	294	56	350
SP0801	261	87	348
SP0901a	396	51	447
SP0901b	417	132	549
SP1001	188	94	282
SP1002	145	121	266

6.2.1.3 Ramal e sub-ramais

Tabela 6.15 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: ramais e sub-ramais de água fria

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³											
	Banheiros social e das suítes						Banheiro de Empregada	Lavabo	Área de serviço	Cozinha	Terraço	Total
	Social	Suíte 1	Suíte 2	Suíte 3	Suíte 4	Total						
SP0101	109	127	86	0	0	322	75	29	46	69	29	570
SP0201	0	163	111	126	0	400	96	67	74	74	67	778
SP0301	75	135	90	0	0	300	70	55	45	120	5	595
SP0401	216	176	0	0	0	392	0	0	54	135	0	581
SP0501	195	207	0	0	0	402	134	0	85	134	0	755
SP0601	84	106	80	0	0	270	75	31	31	93	49	549
SP0701	162	173	0	0	0	335	151	97	43	162	0	788
SP0702	111	151	135	0	0	397	111	103	40	48	0	699
SP0801	185	185	0	0	0	370	163	109	76	196	0	914
SP0901a	230	230	0	0	0	460	204	0	102	26	0	792
SP0901b	395	0	0	0	0	395	0	0	88	44	0	527
SP1001	0	113	113	113	117	456	66	52	52	47	19	692
SP1002	97	133	103	0	0	333	97	66	48	127	30	701

6.2.2 Sistema Predial de suprimento de água quente

Tabela 6.16 – Número de conexões por área de apartamento-tipo – sistema predial de suprimento de água quente

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³													
	Prumadas	Ramal de distribuição			Ramais banheiros						Lavabo	Coz.	Total ramais	Geral
		Distrib. sob laje	Retorno	Total	Social	Suíte 1	Suíte 2	Suíte 3	Suíte 4	Empreg.				
SP0101	24	121	40	161	92	150	81	0	0	52	0	40	415	600
SP0201	0	126	0	126	0	163	96	104	0	0	0	74	437	563
SP0301	0	105	0	105	70	140	70	0	0	0	0	40	320	425
SP0401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP0501	0	207	0	207	170	158	0	0	0	0	0	73	401	608
SP0601	0	58	0	58	71	124	71	0	0	0	0	0	266	324
SP0701	0	119	0	119	140	151	0	0	0	0	0	86	377	496
SP0702	0	111	0	111	95	127	127	0	0	0	0	8	357	468
SP0801	0	163	0	163	196	196	0	0	0	0	0	76	468	631
SP0901a	0	141	0	141	204	204	0	0	0	0	0	13	421	562
SP0901b	0	351	0	351	351	0	0	0	0	0	0	22	373	724
SP1001	0	113	141	254	0	117	99	89	103	0	33	47	488	742
SP1002	0	121	302	423	84	127	78	0	0	0	0	42	331	754

6.2.3 Sistema Predial de suprimento de gás

Tabela 6.17 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: sistema predial de suprimento de gás

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³							
	Prumadas			Distribuição	Ramais			Total Geral
	Específicas ao apto.	Comum aos aptos.	Total		Aquecedor	Fogão	Total	
SP0101	6	0	6	52	17	17	34	92
SP0201	7	0	7	59	22	22	44	110
SP0301	5	0	5	60	35	35	70	135
SP0401	0	3	3	122	0	41	41	166
SP0501	12	0	12	85	49	61	110	207
SP0601	4	0	4	44	22	22	44	92
SP0701	11	0	11	54	22	22	44	109
SP0702	0	4	4	63	32	24	56	123
SP0801	11	0	11	109	65	22	87	207
SP0901a	13	0	13	51	38	64	102	166
SP0901b	22	0	22	241	110	66	176	439
SP1001	5	0	5	33	33	33	66	104
SP1002	6	0	6	60	66	18	84	150

6.2.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios

Tabela 6.18 –Número de conexões por área de apartamento-tipo: sistema predial de prevenção e combate a incêndios

Obra	Número de conexões	Conexões/m² x 10⁻³
SP0101	0,50	3
SP0201	0,50	4
SP0301	1,00	5
SP0401	0,25	3
SP0501	0,25	3
SP0601	1,00	4
SP0701	0,50	5
SP0702	0,50	4
SP0801	0,25	3
SP0901a	0,33	4
SP0901b	0,33	7
SP1001	1,00	5
SP1002	0,50	3

6.2.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário

6.2.5.1 Tubos de queda e colunas de ventilação

Tabela 6.19 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: tubos de queda e coluna de ventilação

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³									
	Tubos de queda e colunas de ventilação comuns aos apartamentos					Tubos de queda e colunas de ventilação específicos a cada apartamento				
	EE	EG	ES	VES	Total	EE	EG	ES	VES	Total
SP0101	0	0	0	0	0	29	12	127	58	226
SP0201	0	0	0	0	0	7	15	59	44	125
SP0301	0	0	0	0	0	35	10	50	40	135
SP0401	0	0	0	0	0	41	14	68	27	150
SP0501	0	0	0	0	0	97	12	36	73	218
SP0601	0	0	0	0	0	13	13	18	35	79
SP0701	0	0	38	27	65	65	22	86	97	270
SP0702	0	0	24	8	32	32	32	71	48	183
SP0801	0	0	16	8	24	65	11	43	43	162
SP0901a	0	0	0	4	4	26	26	51	51	154
SP0901b	0	0	0	0	0	22	22	44	44	132
SP1001	0	0	0	0	0	19	9	38	38	104
SP1002	0	12	0	0	12	12	24	139	103	278

6.2.5.2 Ramais

Tabela 6.20 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: ramais de esgoto e de ventilação

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³											
	Banheiros social e das suítes						Banheiro de Empregada	Lavabo	Área de serviço	Cozinha	Terraço	Total ramais
	Social	Suíte 1	Suíte 2	Suíte 3	Suíte 4	Total						
SP0101	58	104	69	0	0	231	58	46	52	58	0	445
SP0201	0	133	96	74	0	303	74	74	96	52	22	621
SP0301	55	125	60	0	0	240	50	60	80	55	0	485
SP0401	230	270	0	0	0	500	0	0	54	81	0	635
SP0501	158	134	0	0	0	292	73	0	146	158	0	669
SP0601	71	102	71	0	0	244	66	49	49	31	13	452
SP0701	97	140	0	0	0	237	130	97	54	76	0	594
SP0702	95	95	95	0	0	285	111	87	71	56	0	610
SP0801	130	130	0	0	0	260	76	76	54	54	0	520
SP0901a	128	166	0	0	0	294	141	0	115	64	0	614
SP0901b	285	0	0	0	0	285	0	0	132	66	0	483
SP1001	0	136	84	56	70	346	61	56	52	38	0	553
SP1002	48	48	66	0	0	162	91	36	48	60	12	409

6.2.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais

Tabela 6.21 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: tubos de queda

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³								
	Tubos de queda específicos a cada apartamento			Tubos de queda comuns a todos apartamentos			Tubos de queda comuns aos apartamentos adjacentes		
	Captação comente da cobertura	Captação somente dos terraços	Captação da cobertura e terraços	Captação comente da cobertura	Captação somente dos terraços	Captação da cobertura e terraços	Captação comente da cobertura	Captação somente dos terraços	Captação da cobertura e terraços
SP0101	17	12	0	0	0	0	0	0	0
SP0201	22	0	7	0	0	0	0	0	0
SP0301	10	10	5	0	0	0	0	0	0
SP0401	14	0	0	0	0	0	0	20	0
SP0501	12	0	0	0	0	0	0	36	0
SP0601	18	18	0	0	0	0	0	0	0
SP0701	22	22	0	11	0	0	0	0	0
SP0702	24	0	0	0	16	0	0	0	0
SP0801	22	22	0	0	0	0	0	0	0
SP0901a	13	13	0	0	0	0	6	0	0
SP0901b	0	22	0	0	0	0	0	0	0
SP1001	14	28	9	0	0	0	0	0	0
SP1002	12	36	0	0	0	12	0	0	0

Tabela 6.22 – Número de conexões por área de apartamento-tipo: resumo dos tubos de queda e ramais

Obra	Conexões/m ² x 10 ⁻³										
	Total: tubos de queda				Ramais dos terraços						Total Geral
	Específicos a cada apto.	Comuns a todos aptos.	Comuns aos aptos. adjacentes	Geral	Área de serviço	Dormitório	Sala de estar	Sala de jantar	Suíte1	Total	
SP0101	29	0	0	29	0	0	17	0	6	23	52
SP0201	29	0	0	29	0	0	37	0	0	37	66
SP0301	25	0	0	25	5	0	15	0	5	25	50
SP0401	14	0	20	34	0	0	14	0	0	14	48
SP0501	12	0	36	48	0	0	49	0	0	49	97
SP0601	36	0	0	36	4	0	9	0	4	17	53
SP0701	44	11	0	55	0	0	11	11	0	22	77
SP0702	24	16	0	40	0	0	8	0	0	8	48
SP0801	44	0	0	44	0	0	11	0	0	11	55
SP0901a	26	0	6	32	0	0	13	0	0	13	45
SP0901b	22	0	0	22	0	0	22	0	0	22	44
SP1001	51	0	0	51	0	0	9	5	9	23	74
SP1002	48	12	0	60	6	6	6	0	6	24	84

6.3 Metros de tubulação por número de pontos de consumo/captação e número de conexões por metro de tubulação

6.3.1 Sistema predial de suprimento de água fria

6.3.1.1 Ramal de distribuição

Tabela 6.23 - Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramal de distribuição de água fria

Obra	% de áreas molháveis	Compr. (metros)	Núm. de ambientes atendidos	Núm. de conjuntos de ambientes molháveis	Número de conexões	m/ambientes atendidos	m/conjunto de ambientes	Conex./metro	Posição do ramal de distribuição
SP0101	30,56	34,81	7	3	31	4,97	11,60	0,89	Teto
SP0201	30,83	28,9	7	2	36	4,13	14,45	1,25	Teto
SP0301	27,01	42,46	7	3	45	6,07	14,15	1,06	Teto
SP0401	23,11	15,07	4	1	20	3,77	15,07	1,33	Teto
SP0501	25,06	23,88	5	2	38	4,78	11,94	1,59	Teto
SP0601	30,85	26,82	7	3	39	3,83	8,94	1,45	Teto
SP0701	29,92	17,12	6	2	34	2,85	8,56	1,99	Teto
SP0702	28,49	41,77	7	3	44	5,97	13,92	1,05	Teto/Piso
SP0801	25,51	18,97	6	3	32	3,16	6,32	1,69	Teto
SP0901a	24,44	26,86	5	3	35	5,37	8,95	1,30	Piso
SP0901b	26,62	17,8	3	2	25	5,93	8,90	1,40	Piso
SP1001	26,73	47,55	8	4	60	5,94	11,89	1,26	Teto
SP1002	34,23	38,95	7	3	44	5,56	12,98	1,13	Teto

6.3.1.2 Ramais e sub-ramais

Banheiros social e das suítes

Tabela 6.24 – Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria - banheiros das suítes e banheiro social

Obra	Ambiente	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	Banheiro social	3,12	8,38	3	19	2,79	2,27	Parede/Teto	Não
	Banheiro suíte 1	4,90	9,16	5	22	1,83	2,40	Parede/Teto	Não
	Banheiro suíte 2	3,11	4,68	3	15	1,56	3,21	Parede	Sim
SP0201	Banheiro suíte 1	3,78	7,80	5	22	1,56	2,82	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,61	4,55	4	15	1,14	3,30	Parede	Não
	Banheiro suíte 3	2,60	5,10	4	17	1,28	3,33	Parede	Não
SP0301	Banheiro suíte 1	6,58	14,86	6	27	2,48	1,82	Parede/Teto	Não
	Banheiro suíte 2	2,75	6,54	4	18	1,64	2,75	Parede/Teto	Sim
	Banheiro social	3,03	6,54	4	15	1,64	2,29	Parede/Teto	Não
SP0401	Banheiro suíte 1	2,91	6,21	4	13	1,55	2,09	Parede/Teto	Sim
	Banheiro social	2,90	7,68	4	16	1,92	2,08	Parede/Teto	Sim
SP0501	Banheiro suíte 1	2,77	5,35	4	17	1,34	3,18	Parede	Não
	Banheiro social	2,43	3,79	4	16	0,95	4,22	Parede	Sim

Tabela 6.24 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria - banheiros das suítes e banheiro social – continuação

Obra	Ambiente	Área (m²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0601	Banheiro suíte 1	4,50	7,54	6	24	1,26	3,18	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,53	6,30	4	18	1,58	2,86	Parede	Sim
	Banheiro social	2,53	5,86	4	19	1,47	3,24	Parede	Sim
SP0701	Banheiro social	2,31	5,63	3	15	1,88	2,66	Parede/Teto	Sim
	Banheiro suíte 1	3,83	7,53	3	16	2,51	2,12	Parede/Teto	Não
SP0702	Banheiro social	3,19	5,93	3	14	1,98	2,36	Parede/Teto	Sim
	Banheiro suíte 1	4,01	6,93	3	19	2,31	2,74	Parede/Teto	Sim
	Banheiro suíte 2	2,5	4,85	3	17	1,62	3,51	Parede/Teto	Sim
SP0801	Banheiro social	2,76	4,75	3	17	1,58	3,58	Parede	Sim
	Banheiro suíte 1	2,76	4,75	3	17	1,58	3,58	Parede	Sim
SP0901a	Banheiro social	2,49	6,46	4	18	1,62	2,79	Parede/Teto	Não
	Banheiro suíte 1	2,49	5,50	4	18	1,38	3,27	Parede/Teto	Sim
SP0901b	Banheiro social	2,61	5,50	4	18	1,38	3,27	Parede/Teto	Sim
SP1001	Banheiro suíte 1	7,62	8,69	7	24	1,24	2,76	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,62	7,09	5	25	1,42	3,53	Parede	Não
	Banheiro suíte 3	2,77	7,00	5	24	1,40	3,43	Parede	Não
	Banheiro suíte 4	3,13	6,53	5	25	1,31	3,83	Parede	Sim
SP1002	Banheiro social	3,50	4,78	4	16	1,20	3,35	Parede	Sim
	Banheiro suíte 1	6,11	9,07	5	22	1,81	2,43	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,84	6,15	4	17	1,54	2,76	Parede	Não

Banheiro de empregada

Tabela 6.25 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria - banheiro de empregada

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	2,18	4,43	3	13	1,48	2,93	Parede	Sim
SP0201	1,42	4,36	3	13	1,45	2,98	Parede	Sim
SP0301	1,78	7,36	3	14	2,45	1,90	Parede/Teto	Não
SP0501	1,35	3,69	2	11	1,85	2,98	Parede	Sim
SP0601	1,79	7,22	3	17	2,41	2,35	Parede	Não
SP0701	1,93	5,52	3	14	1,84	2,54	Parede	Não
SP0702	1,35	5,42	3	14	1,81	2,58	Parede/Teto	Não
SP0801	1,30	3,60	2	9	1,80	2,50	Parede	Não
SP0901a	1,22	6,45	3	16	2,15	2,48	Parede/Teto	Não
SP1001	1,55	6,36	3	14	2,12	2,20	Parede	Não
SP1002	1,74	7,90	3	16	2,63	2,03	Parede/Teto	Não

Lavabo

Tabela 6.26 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria - lavabo

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	1,52	3,04	2	5	1,52	1,64	Parede	Sim
SP0201	1,71	3,98	2	9	1,99	2,26	Parede	Não
SP0301	1,87	5,48	2	11	2,74	2,01	Parede/Teto	Sim
SP0601	2,01	3,17	2	7	1,59	2,21	Parede/Teto	Sim
SP0701	1,84	4,34	2	9	2,17	2,07	Parede	Não
SP0702	1,69	4,00	2	13	2,00	3,25	Parede/Teto	Sim
SP0801	1,32	3,60	2	9	1,80	2,50	Parede	Sim
SP1001	1,84	4,20	3	11	1,40	2,62	Parede	Não
SP1002	2,19	7,55	2	11	3,78	1,46	Parede/Teto	Não

Área de serviço

Tabela 6.27 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – área de serviço

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	6,26	3,61	2	8	1,81	2,22	Parede	Sim
SP0201	4,82	3,93	2	10	1,97	2,54	Parede	Sim
SP0301	6,79	3,04	3	9	1,01	2,96	Parede	Sim
SP0401	2,39	3,75	2	4	1,88	1,07	Parede	Sim
SP0501	3,81	1,84	2	7	0,92	3,80	Parede	Sim
SP0601	12,23	4,52	2	16	2,26	3,54	Parede	Sim
SP0701	7,02	2,00	2	4	1,00	2,00	Parede	Não
SP0702	4,99	1,81	2	5	0,91	2,76	Parede/Teto	Sim
SP0801	4,04	1,60	2	7	0,80	4,38	Parede	Sim
SP0901a	3,96	1,39	1	4	1,39	2,88	Parede/Teto	Sim
SP0901b	2,40	1,39	1	4	1,39	2,88	Parede/Teto	Sim
SP1001	7,60	3,68	3	11	1,23	2,99	Parede	Sim
SP1002	6,58	2,85	2	8	1,43	2,81	Parede	Sim

Cozinha

Tabela 6.28 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – cozinha

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	12,35	5,94	4	12	1,49	2,02	Parede	Não
SP0201	13,82	5,92	3	10	1,97	1,69	Parede	Sim
SP0301	17,56	9,05	4	24	2,26	2,65	Parede	Não
SP0401	5,04	6,00	3	10	2,00	1,67	Parede	Sim
SP0501	6,91	4,64	3	11	1,55	2,37	Parede	Sim
SP0601	8,65	5,96	5	21	1,19	3,52	Parede	Sim
SP0701	7,51	8,47	4	15	2,12	1,77	Parede	Não
SP0702	12,97	2,90	3	6	0,97	2,07	Parede/Teto	Sim
SP0801	7,25	3,46	3	18	1,15	5,20	Parede	Sim
SP0901a	4,94	0,60	1	2	0,60	3,33	Parede/Teto	Sim
SP0901b	4,32	0,60	1	2	0,60	3,33	Parede/Teto	Sim
SP1001	12,08	3,40	5	10	0,68	2,94	Parede	Sim
SP1002	13,20	9,20	4	21	2,30	2,28	Parede	Sim

Terraços

Tabela 6.29 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água fria – terraços

Obra	Ambiente	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	Sala de Estar	17,65	1,04	1	5	0,96	4,81
SP0201	Sala de Estar	10,85	2,01	1	9	0,50	4,48
SP0301	Sala de Estar	10,89	0,20	1	1	5,00	5,00
SP0601	Sala de Estar	32,02	5,46	1	11	0,18	2,01
SP1001	Sala de Jantar	3,00	2,00	1	4	0,50	2,00
SP1002	Sala de Estar	17,60	1,50	1	5	0,67	3,33

6.3.2 Sistema predial de suprimento de água quente

6.3.2.1 Ramal de distribuição

Tabela 6.30 - Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramal de distribuição de água quente

Obra	% de áreas molháveis	Compr. (metros)	Núm. de ambientes atendidos	Núm. de conjuntos de ambientes molháveis	Número de conexões	m/ambientes atendidos	m/conjunto de ambientes	Conex./m	Tubulação de retorno (Sim, Não)?	Posição do ramal de distribuição
SP0101	30,56	31,80	5	3	28	6,36	10,60	0,66	Sim	Teto
SP0201	30,83	26,11	4	2	17	6,53	13,06	0,65	Não	Teto
SP0301	27,01	30,68	4	3	21	7,67	10,23	0,68	Não	Teto
SP0401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP0501	25,06	12,56	3	2	17	4,19	6,28	1,35	Não	Teto
SP0601	30,85	16,66	3	3	13	5,55	5,55	0,78	Não	Teto
SP0701	29,92	16,85	3	2	11	5,62	8,43	0,65	Não	Teto
SP0702	28,49	24,98	4	3	14	6,25	8,33	0,56	Não	Teto/Piso
SP0801	25,51	16,35	3	3	15	5,45	5,45	0,92	Não	Teto
SP0901a	24,44	13,76	3	3	11	4,59	4,59	0,80	Não	Piso
SP0901b	26,62	15,50	2	2	16	7,75	7,75	1,03	Não	Piso
SP1001	26,73	46,75	6	4	54	7,79	11,69	0,51	Sim	Teto
SP1002	34,23	25,75	4	3	70	6,44	8,58	0,78	Sim	Teto

6.3.2.2 Ramal de retorno

Tabela 6.31 - Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramal de retorno de água quente

Obra	% de áreas molháveis	Compr. (metros)	Núm. de ambientes atendidos	Núm. de conjuntos de ambientes molháveis	Número de conexões	m/ambientes atendidos	m/conjunto de ambientes	Conex./m	Posição do ramal de retorno
SP0101	30,56	7,0	5	3	7	1,40	2,33	1,00	Teto
SP0201	30,83	-	-	-	-	-	-	-	Teto
SP0301	27,01	-	-	-	-	-	-	-	Teto
SP0401	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP0501	25,06	-	-	-	-	-	-	-	Teto
SP0601	30,85	-	-	-	-	-	-	-	Teto
SP0701	29,92	-	-	-	-	-	-	-	Teto
SP0702	28,49	-	-	-	-	-	-	-	Teto/Piso
SP0801	25,51	-	-	-	-	-	-	-	Teto
SP0901a	24,44	-	-	-	-	-	-	-	Piso
SP0901b	26,62	-	-	-	-	-	-	-	Piso
SP1001	26,73	30,3	6	4	30	5,04	7,56	0,99	Teto
SP1002	34,23	19,5	4	3	50	4,86	6,48	2,57	Teto

6.3.2.3 Ramais e sub-ramais

Banheiros social e das suítes

Tabela 6.32 – Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente - banheiros das suítes e banheiro social

Obra	Ambiente	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	Banheiro social	3,12	8,71	2	16	4,36	1,84	Parede/teto	Não
	Banheiro suíte 1	4,90	9,98	4	26	2,50	2,61	Parede/teto	Não
	Banheiro suíte 2	3,11	4,73	2	14	2,37	2,96	Parede	Sim
SP0201	Banheiro suíte 1	3,78	8,00	3	22	2,67	2,75	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,61	4,58	2	13	2,29	2,84	Parede	Não
	Banheiro suíte 3	2,60	4,10	2	14	2,05	3,41	Parede	Sim
SP0301	Banheiro social	3,03	7,10	2	14	3,55	1,97	Parede/teto	Sim
	Banheiro suíte 1	6,58	14,64	5	28	2,93	1,91	Parede/teto	Não
	Banheiro suíte 2	2,75	6,72	2	14	3,36	2,08	Parede/teto	Sim
SP0501	Banheiro social	2,43	4,25	2	14	2,13	3,29	Parede	Sim
	Banheiro suíte 1	2,77	4,55	2	13	2,28	2,86	Parede	Não
SP0601	Banheiro social	2,53	5,96	2	16	2,98	2,68	Parede	Sim
	Banheiro suíte 1	4,50	8,54	5	27	1,71	3,16	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,53	6,34	2	16	3,17	2,52	Parede	Sim

Tabela 6.32 – Indicadores de consumo e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente - banheiros das suítes e banheiro social - continuação

Obra	Ambiente	Área (m²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/ pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0701	Banheiro social	2,31	5,63	2	13	2,82	2,31	Parede/teto	Sim
	Banheiro suíte 1	3,83	7,32	2	14	3,66	1,91	Parede/teto	Não
SP0702	Banheiro social	3,19	6,44	2	12	3,22	1,86	Parede/teto	Sim
	Banheiro suíte 1	4,01	6,79	2	16	3,40	2,36	Parede/teto	Sim
	Banheiro suíte 2	2,5	5,54	2	16	2,77	2,89	Parede/teto	Sim
SP0801	Banheiro social	2,76	5,06	2	18	2,53	3,56	Parede	Sim
	Banheiro suíte 1	2,76	5,06	2	18	2,53	3,56	Parede	Sim
SP0901a	Banheiro social	2,49	8,64	2	16	4,32	1,85	Parede/teto	Sim
	Banheiro suíte 1	2,49	8,49	2	16	4,25	1,88	Parede/teto	Sim
SP0901b	Banheiro social	2,61	8,49	2	16	4,25	1,88	Parede/teto	Sim
SP1001	Banheiro suíte 1	7,62	9,04	5	25	1,81	2,77	Parede	Não
	Banheiro suíte 2	2,62	6,72	2	21	3,36	3,13	Parede	Não
	Banheiro suíte 3	2,77	5,76	2	19	2,88	3,30	Parede	Sim
	Banheiro suíte 4	3,13	7,22	2	22	3,61	3,05	Parede	Sim
SP1002	Banheiro social	3,50	5,08	2	14	2,54	2,76	Parede	Não
	Banheiro suíte 1	6,11	9,13	3	21	3,04	2,30	Parede	Sim
	Banheiro suíte 2	2,84	4,11	2	13	2,06	3,16	Parede	Sim

Banheiro de empregada e lavabo

Tabela 6.33 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente - banheiro de empregada e lavabo

Obra	Ambiente	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	Bn. empregada	2,18	2,70	1	9	2,70	3,33	Parede	Sim
SP1001	Lavabo	1,84	3,55	1	7	3,55	1,97	Parede	Sim

Cozinha

Tabela 6.34 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramais e sub-ramais de água quente - cozinha

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro	Posição dos ramais e sub-ramais	Pontos de consumo em uma única parede?
SP0101	12,35	3,55	1	7	3,55	1,97	Parede	Sim
SP0201	13,82	5,98	1	10	5,98	1,67	Parede	Sim
SP0301	17,56	4,20	1	8	4,20	1,90	Parede	Sim
SP0501	6,91	3,00	1	6	3,00	2,00	Parede	Sim
SP0701	7,51	4,17	1	8	4,17	1,92	Parede/teto	Sim
SP0702	12,97	0,84	1	1	0,84	1,19	Parede/teto	Sim
SP0801	7,25	2,90	1	7	2,90	2,41	Parede	Sim
SP0901a	4,94	0,60	1	1	0,60	1,67	Parede/teto	Sim
SP0901b	4,32	0,60	1	1	0,60	1,67	Parede/teto	Sim
SP1001	12,08	3,50	2	10	1,75	2,86	Parede	Sim
SP1002	13,20	3,80	1	7	3,80	1,84	Parede	Sim

6.3.3 Sistema predial de suprimento de gás

6.3.3.1 Ramal de distribuição

Tabela 6.35 – Indicadores de consumo de materiais e fatores potencialmente influenciadores: ramal de distribuição de gás

Obra	Comprimento (m)	Número de conexões	Conexões/metro	Prumada específica ou comum aos apartamentos?)
SP0101	2,50	9	3,60	Específica
SP0201	2,94	8	2,72	Específica
SP0301	3,52	12	3,41	Específica
SP0401	6,20	9	1,45	Comum
SP0501	0,77	7	9,09	Específica
SP0601	1,18	10	8,47	Específica
SP0701	1,40	5	3,57	Específica
SP0702	11,22	8	0,71	Comum
SP0801	2,12	10	4,72	Específica
SP0901a	1,29	4	3,10	Específica
SP0901b	1,70	11	6,47	Específica
SP1001	0,60	7	11,67	Específica
SP1002	1,32	10	7,58	Específica

6.3.3.2 Ramais e sub-ramais

Área de serviço

Tabela 6.36 – Indicadores de consumo de materiais: ramais e sub-ramais de gás – área de serviço

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	6,26	2,88	1	3	2,88	1,04
SP0201	4,82	8,60	1	3	8,60	0,35
SP0301	6,79	3,48	1	7	3,48	2,01
SP0501	3,81	1,88	1	4	1,88	2,13
SP0601	12,23	1,80	1	5	1,80	2,78
SP0701	7,02	3,70	1	2	3,70	0,54
SP0702	4,99	5,44	1	4	5,44	0,74
SP0801	4,04	0,50	1	6	0,50	12,00
SP0901a	3,96	4,72	1	3	4,72	0,64
SP0901b	2,40	1,24	1	5	1,24	4,03
SP1001	7,60	7,38	1	7	7,38	0,95
SP1002	6,58	2,31	1	11	2,31	4,76

Cozinha

Tabela 6.37 – Indicadores de consumo de materiais: ramais e sub-ramais de gás - cozinha

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/ pontos	Conex./metro
SP0101	12,35	3,39	1	3	3,39	0,88
SP0201	13,82	2,14	1	3	2,14	1,40
SP0301	17,56	5,76	1	7	5,76	1,22
SP0401	5,04	3,15	1	3	3,15	0,95
SP0501	6,91	2,25	1	5	2,25	2,22
SP0601	8,65	3,24	1	5	3,24	1,54
SP0701	7,51	1,14	1	2	1,14	1,75
SP0702	12,97	0,78	1	3	0,78	3,85
SP0801	7,25	0,78	1	2	0,78	2,56
SP0901a	4,94	3,03	1	5	3,03	1,65
SP0901b	4,32	1,90	1	3	1,90	1,58
SP1001	12,08	3,75	1	7	3,75	1,87
SP1002	13,20	1,90	1	3	1,90	1,58

6.3.4 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário – ramais

Banheiros social e das suítes

Tabela 6.38 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação - banheiros das suítes e banheiro social

Obra	Ambiente	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de captação	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	Banheiro social	3,12	3,84	5	10	0,77	2,60
	Banheiro suíte 1	4,90	9,01	6	18	1,50	2,00
	Banheiro suíte 2	3,11	5,08	4	12	1,27	2,36
SP0201	Banheiro suíte 1	3,78	6,45	6	18	1,08	2,79
	Banheiro suíte 2	2,61	4,59	3	13	1,53	2,83
	Banheiro suíte 3	2,60	4,91	3	10	1,64	2,04
SP0301	Banheiro suíte 1	3,03	5,68	4	11	1,42	1,94
	Banheiro suíte 2	6,58	13,82	8	25	1,73	1,81
	Banheiro social	2,75	6,44	4	12	1,61	1,86
SP0401	Banheiro suíte 1	2,90	3,4	4	17	0,85	5,00
	Banheiro social	2,91	5,08	4	20	1,27	3,94
SP0501	Banheiro suíte 1	2,43	3,48	4	13	0,87	3,74
	Banheiro social	2,77	3,28	4	11	0,82	3,35

Tabela 6.38 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação - banheiros das suítes e banheiro social - continuação

Obra	Ambiente	Área (m²)	Comprimento (m)	Número de pontos de captação	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0601	Banheiro suíte 1	2,53	3,81	4	16	0,95	4,20
	Banheiro suíte 2	4,50	6,48	6	23	1,08	3,55
	Banheiro social	2,53	3,60	4	16	0,90	4,44
SP0701	Banheiro social	2,31	2,44	4	9	0,61	3,69
	Banheiro suíte 1	3,83	4,86	4	13	1,22	2,67
SP0702	Banheiro social	3,19	4,34	3	12	1,45	2,76
	Banheiro suíte 1	4,01	4,86	3	12	1,62	2,47
	Banheiro suíte 2	2,5	3,98	3	12	1,33	3,02
SP0801	Banheiro social	2,76	2,52	4	12	0,63	4,76
	Banheiro suíte 1	2,76	2,52	4	12	0,63	4,76
SP0901a	Banheiro social	2,49	3,3	4	10	0,83	3,03
	Banheiro suíte 1	2,49	2,54	4	13	0,64	5,12
SP0901b	Banheiro social	2,61	2,54	4	13	0,64	5,12
SP1001	Banheiro suíte 1	7,62	10,48	7	29	1,50	2,77
	Banheiro suíte 2	2,62	3,20	4	18	0,80	5,63
	Banheiro suíte 3	2,77	5,81	4	12	1,45	2,07
	Banheiro suíte 4	3,13	3,62	4	15	0,91	4,14
SP1002	Banheiro social	3,50	2,62	4	8	0,66	3,05
	Banheiro suíte 1	6,11	6,34	5	8	1,27	1,26
	Banheiro suíte 2	2,84	4,40	4	11	1,10	2,50

Banheiro de empregada

Tabela 6.39 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação - banheiro de empregada

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	2,18	3,77	3	10	1,26	2,65
SP0201	1,42	5,25	3	10	1,75	1,90
SP0301	1,78	4,28	3	10	1,43	2,34
SP0501	1,35	0,36	2	6	0,18	16,67
SP0601	1,79	4,24	4	15	1,06	3,54
SP0701	1,93	2,48	3	12	0,83	4,84
SP0702	1,35	3,38	3	14	1,13	4,14
SP0801	1,30	1,34	3	7	0,45	5,22
SP0901a	1,22	2,51	3	11	0,84	4,38
SP1001	1,55	3,4	3	13	1,13	3,82
SP1002	1,74	4,72	4	15	1,18	3,18

Lavabo

Tabela 6.40 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação - lavabo

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	1,52	3,05	3	8	1,02	2,62
SP0201	1,71	5,48	3	10	1,83	1,82
SP0301	1,87	4,38	3	12	1,46	2,74
SP0601	2,01	1,80	3	11	0,60	6,11
SP0701	1,84	1,76	3	9	0,59	5,11
SP0702	1,69	3,00	3	11	1,00	3,67
SP0801	1,32	1,34	3	7	0,45	5,22
SP1001	1,84	2,24	3	12	0,75	5,36
SP1002	2,19	2,90	3	6	0,97	2,07

Cozinha

Tabela 6.41 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – cozinha

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	12,35	3,39	3	10	1,13	2,95
SP0201	13,82	2,14	3	7	0,71	3,27
SP0301	17,56	5,76	5	11	1,15	1,91
SP0401	5,04	3,15	2	6	1,58	1,90
SP0501	6,91	2,25	2	13	1,13	5,78
SP0601	8,65	3,24	3	7	1,08	2,16
SP0701	7,51	1,14	2	7	0,57	6,14
SP0702	12,97	0,78	2	7	0,39	8,97
SP0801	7,25	0,78	2	5	0,39	6,41
SP0901a	4,94	3,03	1	5	3,03	1,65
SP0901b	4,32	1,90	2	3	0,95	1,58
SP1001	12,08	3,75	3	8	1,25	2,13
SP1002	13,20	1,9	3	10	0,63	5,26

Área de serviço

Tabela 6.42 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – área de serviço

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	6,26	2,88	3	9	0,96	3,13
SP0201	4,82	8,60	3	13	2,87	1,51
SP0301	6,79	3,48	4	16	0,87	4,60
SP0401	2,39	1,60	3	4	0,53	2,50
SP0501	3,81	1,88	3	12	0,63	6,38
SP0601	12,23	1,80	2	11	0,90	6,11
SP0701	7,02	3,70	3	5	1,23	1,35
SP0702	4,99	5,44	3	9	1,81	1,65
SP0801	4,04	0,50	3	5	0,17	10,00
SP0901a	3,96	4,72	2	9	2,36	1,91
SP0901b	2,40	1,24	2	6	0,62	4,84
SP1001	7,60	7,38	4	11	1,85	1,49
SP1002	6,58	2,31	3	8	0,77	3,46

Terraço

Tabela 6.43 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de esgoto e de ventilação – terraço da sala de estar

Obra	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de consumo	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0201	10,85	1,52	1	3	1,52	1,97
SP0601	32,02	1,46	1	3	1,46	2,05
SP1002	17,60	1,02	1	2	1,02	1,96

6.3.5 Sistema predial de coleta de águas pluviais - ramais

Tabela 6.44 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de águas pluviais

Obra	Ambiente	Área (m ²)	Comprimento (m)	Número de pontos de captação	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP0101	Terraço Suíte 1	2,04	0,42	1	1	0,42	2,38
	Terraço Sala de Estar	17,65	5,83	2	3	2,92	0,51
SP0201	Terraço Sala de Estar	10,85	4,60	2	5	2,30	1,09
SP0301	Terraço Suíte 1	1,05	0,26	1	1	0,26	3,85
	Terraço Sala de Estar	10,89	5,20	2	3	2,60	0,58
	Terraço Área de Serviço	1,87	0,52	1	1	0,52	1,92
SP0401	Terraço Sala de Estar	3,86	0,08	1	1	0,08	12,50
SP0501	Terraço Sala de Estar	3,33	0,10	1	4	0,10	40,00
SP0601	Terraço Suíte 1	2,41	0,18	1	1	0,18	5,56
	Terraço Sala de Estar	32,02	0,24	2	2	0,12	8,33
	Terraço Área de Serviço	1,07	0,14	1	1	0,14	7,14
SP0701	Terraço Sala de Estar	2,83	0,30	1	1	0,30	3,33
	Terraço Sala de Jantar	0,45	0,30	1	1	0,30	3,33
SP0702	Terraço Sala de Estar	5,21	0,25	1	1	0,25	4,00
SP0801	Terraço Sala de Estar	4,05	0,20	1	1	0,20	5,00
SP0901a	Terraço Sala de Estar	4,03	0,20	1	1	0,20	5,00
SP0901b	Terraço Sala de Estar	2,81	0,20	1	1	0,20	5,00

Tabela 6.44 – Indicadores de consumo de materiais: ramais de águas pluviais - continuação

Obra	Ambiente	Área (m²)	Comprimento (m)	Número de pontos de captação	Número de conexões	Metros/pontos	Conex./metro
SP1001	Terraço Sala de Estar	13,99	0,20	1	2	0,20	10,00
	Terraço Sala de Jantar	3,00	1,00	1	1	1,00	1,00
	Terraço Suíte 1	0,75	0,30	1	2	0,30	6,67
SP1002	Terraço Suíte 1	1,10	0,26	1	1	0,26	3,85
	Terraço Sala de Estar	17,60	0,26	1	1	0,26	3,85
	Terraço Área de Serviço	1,33	0,26	1	1	0,26	3,85
	Terraço Dormitório	0,53	0,26	1	1	0,26	3,85

6.4 Estatísticas gerais

Para cada tipo de sistema predial, a seguir, são apresentadas as estatísticas (valores mínimo, mediano e máximo) relacionadas aos indicadores de consumo apresentados neste capítulo para o conjunto de obras analisadas.

6.4.1 Metros de tubulação e número de conexões por área de apartamento-tipo

6.4.1.1 Sistema predial de suprimento de água fria

Tabela 6.45 – Estatísticas gerais (por área): sistema predial de suprimento de água fria

Subsistema	$m/m^2 \times 10^{-3}$			Conexões/ $m^2 \times 10^{-3}$			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Prumadas	38	56	98	14	21	34	13
Ramal de distribuição	129	235	390	173	282	549	13
Ramais e sub-ramais	164	253	362	527	699	914	13
Geral	399	574	705	747	1065	1276	13

6.4.1.2 Sistema predial de suprimento de água quente

Tabela 6.46 – Estatísticas gerais (por área): sistema predial de suprimento de água quente

Subsistema	$m/m^2 \times 10^{-3}$			Conexões/ $m^2 \times 10^{-3}$			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Prumadas	67	67	67	24	24	24	1
Ramal de distribuição	74	186	362	58	151	423	12
Ramais e sub-ramais	92	165	226	266	389	488	12
Geral	166	357	539	324	582	754	12

6.4.1.3 Sistema predial de suprimento de gás

Tabela 6.47 – Estatísticas gerais (por área): sistema predial de suprimento de gás

Subsistema	$m/m^2 \times 10^{-3}$			Conexões/ $m^2 \times 10^{-3}$			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Prumadas	10	18	65	3	6	22	13
Ramal de distribuição	3	16	89	33	60	241	13
Ramais e sub-ramais	5	31	109	34	66	176	13
Geral	48	75	211	92	135	439	13

6.4.1.4 Sistema predial de prevenção e combate a incêndios

Tabela 6.48 – Estatísticas gerais (por área): sistema predial prevenção e combate a incêndios

Subsistema	$m/m^2 \times 10^{-3}$			Conexões/ $m^2 \times 10^{-3}$			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Prumadas	8	11	22	3	4	7	13
Geral	8	11	22	3	4	7	13

6.4.1.5 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário

Tabela 6.49 – Estatísticas gerais (por área): sistema predial de esgoto sanitário

Subsistema	$m/m^2 \times 10^{-3}$			Conexões/ $m^2 \times 10^{-3}$			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Tubos de queda	98	133	227	44	123	211	13
Colunas de ventilação	54	92	144	27	51	124	13
Ramais	97	180	289	409	553	669	13
Geral	287	415	547	531	706	929	13

6.4.1.6 Sistema predial de coleta de águas pluviais

Tabela 6.50 – Estatísticas gerais (por área): sistema predial de escoamento de águas pluviais

Subsistema	m/m ² x 10 ⁻³			Conexões/m ² x10 ⁻³			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Tubos de queda	50	83	150	22	36	60	13
Ramais	1	4	36	8	22	49	13
Geral	51	102	156	44	53	97	13

6.4.2 Metros de tubulação por ponto de consumo/captação e número de conexões por metro de tubulação

6.4.2.1 Sistema predial de suprimento de água fria

Tabela 6.51 – Estatísticas gerais (m/ponto; m/ambiente; conexões/m): sistema predial de suprimento de água fria

Partes		m/ambiente			Conexões/m			Número de casos
		Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Distribuição		2,85	4,97	6,07	0,89	1,30	1,99	13
-		m/ponto			Conexões/m			Número de casos
Ambientes		Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Ramais e sub-ramais	Banh. Social e Suítes	0,95	1,56	2,79	1,82	2,86	4,22	33
	Banheiro Empreg.	1,45	1,85	2,63	1,90	2,50	2,98	11
	Lavabo	1,40	1,99	3,78	1,46	2,21	3,25	9
	Área de Serviço	0,80	1,39	2,26	1,07	2,88	4,38	13
	Cozinha	0,60	1,49	2,30	1,67	2,37	5,20	13
	Terraços	0,18	0,58	5,00	2,00	3,91	5,00	6

6.4.2.2 Sistema predial de suprimento de água quente

Tabela 6.52 – Estatísticas gerais (m/ponto; m/ambiente; conexões/m): sistema predial de suprimento de água quente

Partes		m/ambiente			Conexões/m			Número de casos
		Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Distribuição		4,19	6,23	7,75	0,56	0,75	1,55	12
Retorno		1,40	4,86	5,04	0,99	1,00	2,57	3
-		m/ponto			Conexões/m			Número de casos
Ambientes		Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Ramais e sub-ramais	Banh. Social e Suítes	1,71	2,88	4,36	1,84	2,75	3,56	31
	Banheiro Empreg.	2,70	2,70	2,70	3,33	3,33	3,33	1
	Lavabo	3,55	3,55	3,55	1,97	1,97	1,97	1
	Cozinha	0,60	3,00	5,98	1,19	1,90	2,86	11

6.4.2.3 Sistema predial de suprimento de gás

Tabela 6.53 – Estatísticas gerais (m/ponto; m/ambiente; conexões/m): sistema predial de suprimento de gás

Partes		m/ambiente			Conexões/m			Número de casos
		Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Distribuição		0,30	0,85	6,20	0,71	3,60	11,67	13
-		m/ponto			Conexões/m			Número de casos
Ambientes		Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Ramais e sub-ramais	Área de serviço	0,50	3,18	8,60	0,35	1,53	12,00	12
	Cozinha	0,78	2,25	5,76	0,88	1,58	3,85	13

6.4.2.4 Sistema predial de coleta de esgoto sanitário

Tabela 6.54 – Estatísticas gerais (m/ponto; conexões/m): sistema predial de esgoto sanitário – ramais de esgoto e de ventilação

Ambientes	m/ponto			Conexões/m			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Banh. Social e Suítes	0,61	1,08	1,73	1,26	3,02	5,63	33
Banheiro Empregada	0,18	1,13	1,75	1,90	3,82	16,67	11
Lavabo	0,45	0,97	1,83	1,82	3,67	6,11	9
Área de Serviço	0,17	0,90	2,87	1,35	3,13	10,00	13
Cozinha	0,39	1,08	3,03	1,58	2,95	8,97	13
Terraços	1,02	1,46	1,52	1,96	1,97	2,05	3

6.4.2.5 Sistema predial de coleta de águas pluviais

Tabela 6.55 – Estatísticas gerais (m/ponto; conexões/m): sistema predial de escoamento de águas pluviais – ramais

Ambientes	m/ponto			Conexões/m			Número de casos
	Mínimo	Mediana	Máximo	Mínimo	Mediana	Máximo	
Terraços	0,08	0,26	2,92	0,51	3,85	40,00	24