

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

**ADRIANA CRISTINA BONI**

**INTERFACES FÍSICAS ENTRE OS SISTEMAS PREDIAIS**  
**HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS (SPHS), ESTRUTURAIS E VEDAÇÕES**

**São Carlos - SP**  
**2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Adriana Cristina Boni**

**INTERFACES FÍSICAS ENTRE OS SISTEMAS PREDIAIS  
HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS (SPHS), ESTRUTURAIS E VEDAÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

**Área de concentração:**  
Racionalização, Avaliação e Gestão de Processos e Sistemas Construtivos.

**Orientador:**  
Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim

**São Carlos - SP**  
**2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B715if

Boni, Adriana Cristina.

Interfaces físicas entre os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), estruturais e vedações / Adriana Cristina Boni. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

149 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Construção civil. 2. Sistemas prediais. 3. Interface entre subsistemas. I. Título.

CDD: 690 (20<sup>a</sup>)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil  
Rod. Washington Luís, Km 235  
13565-905 – São Carlos – SP  
Fone: (16) 3351-8261 Fax (16) 3351-8262  
e-mail: [ppgciv@ufscar.br](mailto:ppgciv@ufscar.br) site: [www.ppgciv.ufscar.br](http://www.ppgciv.ufscar.br)

---

**“INTERFACES FÍSICAS ENTRE OS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS (SPHS),  
ESTRUTURAIS E VEDAÇÕES”**

**ADRIANA CRISTINA BONI**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em vinte de agosto de 2010.

Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

**Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim**  
Departamento de Engenharia Civil / PPGCiv / UFSCar  
Orientador

---

**Prof. Dr. Celso Carlos Novaes**  
Departamento de Engenharia Civil / PPGCiv / UFSCar  
Examinador Interno

---

**Profª Drª Lúcia Helena de Oliveira**  
Escola Politécnica / USP / SP  
Examinadora Externa

*Dedico este trabalho a meus queridos pais, Ionice e Oswaldo, pelo grande exemplo de suas vidas, e ao meu querido Wilian, por todo o carinho e apoio de sempre.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo o que sou e tenho.

Ao Professor Dr. Simar Vieira Amorim, meu orientador que tem todo o meu respeito, por ter compartilhado comigo seu grande conhecimento e experiência.

Aos Professores Dr. Celso Carlos Novaes e Dr. José Carlos Paliari, pelas valiosas contribuições dadas no exame de qualificação.

Ao Professor Dr. Maurício Roriz que ministrou a minha primeira disciplina de mestrado: a sua aula é antes de tudo um entretenimento!

Ao Professor Dr. Roberto Chust Carvalho que sempre está de portas abertas e disposto a pacientemente sanar nossas dúvidas.

À querida Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra que sempre está literalmente de braços abertos com um largo sorriso no rosto. Obrigada! Você dizia no curso de especialização: “Vem, vem fazer o mestrado com a gente!”. Eu fui.

À igualmente querida Profa. Dr. Maria Aridenise Macena Fontenelle, sempre gentil e também disposta a ajudar-nos no que for necessário.

À Solange Damha que também tem sempre um abraço reservado pra nós (verdade Carla, ela deu balinhas da sorte para nós!).

À Carolina Amâncio, grande amiga, sempre presente desde o curso de especialização. Obrigada pelo passeio em sua cidade, Curitiba.

À querida Nathália de Paula que se tornou uma amiga sempre presente e participativa desde as aulas do Roriz. Como cresceu esta menina!

À minha amiga “agente secreta” Carla Barroso, que sempre me envia um artigo na velocidade da luz quando eu preciso.

A todos os amigos de mestrado que efetivamente contribuíram para que a minha passagem pelo curso fosse bem feliz: Adriano Matos, André Vivan, André Zanferdini, Edgar Peixoto, Fabiano Tofoli, Fábio Lavandoscki, Fernando Sá, Marcelo Cover e a querida Olívia da Costa, garota prodígio que já se mandou para a USP.

Aos profissionais Humberto Farina, Sérgio Murilo, Edevaldo Feltrin, Telma Aragaki, Teresa Cristina Lima, Ângela Recchia e Luciana Prado pela disponibilização dos dados que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante a pesquisa.

Aos meus queridos e grandes pais Ionice e Oswaldo, batalhadores, que são indiretamente os responsáveis por esta conquista: uma das grandes heranças que me deram foi o incentivo ao estudo. Muito obrigada!

Ao meu querido Wilian, que esteve e está sempre, orgulhoso me apoiando e ajudando desde o curso de especialização. Obrigada!

"Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende (Leonardo Da Vinci)."

BONI, A. C. **Interfaces físicas entre os sistemas prediais hidráulicos e sanitários, estruturais e vedações.** 166f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

## **RESUMO**

A identificação e a solução de interfaces é um dos requisitos que devem ser atendidos para complementar os métodos de avaliação dos projetos dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS). Isto porque estes sistemas prediais, de um modo geral, podem apresentar maior incidência de problemas de compatibilização com os demais, pois se relacionam com todos eles. Neste contexto, esta dissertação tem por objetivo identificar as principais interfaces físicas entre os SPHS e os de vedações e estruturas, que ocorrem no pavimento tipo de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. O sistema predial de gás combustível também é abordado, pois trabalha conjuntamente com o predial de água fria nesses edifícios. As interfaces físicas consideradas são: entre os SPHS e as vedações com blocos cerâmicos convencionais e estruturais, e entre os SPHS e as estruturas de alvenaria e de concreto armado moldado no local. Para isso foi realizada revisão bibliográfica e estudo de casos nas cidades de Ribeirão Preto, São Carlos e São Paulo, compreendendo seis empresas e dois edifícios (unidades de análise). Das empresas consultadas, duas empresas são incorporadoras e construtoras (contratantes). Quatro empresas são de projetos (contratadas), sendo duas especializadas em projetos de sistemas prediais, uma de alvenaria estrutural, e uma de arquitetura especializada em alvenaria de vedação. A revisão bibliográfica está relacionada com as principais recomendações das normas técnicas brasileiras e com as informações necessárias para as fases de projeto, referentes às interfaces dos sistemas citados. O estudo de casos implicou em resultados que permitiram identificar as conformidades e as inconformidades físicas decorrentes da interação entre os distintos projetos necessários à produção de edifícios. Através deste, foi possível ainda, elaborar uma matriz para as principais interfaces encontradas no pavimento tipo, relacionando-as com as fases de projeto. Os resultados deste trabalho possibilitam a retroalimentação da etapa projeto, contribuindo para a qualidade do mesmo como produto.

**Palavras-chave:** Construção civil. Sistemas prediais. Interface entre subsistemas. Qualidade de Projeto.



BONI, A. C. **Physical interfaces among plumbing, cast in-situ reinforced concrete and masonry systems.** 166f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

## **ABSTRACT**

The identification and resolution of interfaces is a requirement that must be met for additional methods for evaluating design for Hydraulic and Sanitary Building Services (plumbing systems). The reason is that these building systems, in general, may have a higher incidence of problems of compatibility with others, because they all relate to. In this context, this work aims to identify the main physical interfaces among the plumbing systems, masonry and structures systems, which occur in the pavement type of residential multistory buildings. The building system of fuel gas is also discussed, because it works in conjunction with cold water system in these buildings. Physical interfaces are considered: between plumbing systems and non-loadbearing walls or structural masonry; and between the plumbing systems and masonry structures and reinforced concrete cast on site. For this literature review was performed and case studies in the cities of Ribeirão Preto, São Carlos and São Paulo, comprising six companies and two buildings (units of analysis). Of the companies surveyed, two are construction and incorporation companies (the contractors). Four companies are design offices (contracted), two specialized in plumbing systems, one in masonry structure, and one architectural design offices specializing in non-loadbearing walls. The literature review is related to the main recommendations of the Brazilian technical standards and with the necessary information for the design phases, referring to the interfaces of the systems mentioned. The case studies resulted in findings that identified the compliance and non-conformities resulting from physical interaction among the various designs necessary for the production of buildings. Through these case studies, it was still possible to develop a matrix for the interfaces found on the pavement type, and relating them to main stages of the design. The results of this study can allow feedback from the design stage, thus contributing to the same quality as the product.

**Key-words:** Civil Construction. Building systems. Interface among subsystems. Design Quality.

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AF</b>	Água Fria
<b>AQ</b>	Água Quente
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>
<b>COMGÁS</b>	Companhia de Gás de São Paulo
<b>CPVC</b>	Cloreto de Polivinila Clorado
<b>FoFo</b>	Ferro Fundido
<b>GN</b>	Gás Natural
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>MEP</b>	<i>Mechanical, Electrical and Plumbing systems</i>
<b>NBR</b>	Norma brasileira
<b>PEX</b>	Polietileno Reticulado por Peróxido
<b>PMI</b>	<i>Project Management Institute</i>
<b>PPR</b>	Polipropileno Copolímero Random
<b>PVC</b>	Cloreto de Polivinila
<b>SPAF</b>	Sistema Predial de Água Fria
<b>SPAQ</b>	Sistema Predial de Água Quente
<b>SPES</b>	Sistema Predial de Esgoto Sanitário
<b>SPGC</b>	Sistema Predial de Gás Combustível
<b>SPHS</b>	Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários
<b>SPPCI</b>	Sistema Predial de Prevenção e Combate a Incêndios

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.1– As situações relevantes para os diferentes métodos de pesquisa. ....	6
QUADRO 2.1– Formatos da série "A" conforme NBR 10068. ....	17
QUADRO 2.2 – Relação de normas brasileiras para projeto e dimensionamento dos SPHS. ....	17
QUADRO 2.3 – Afastamento mínimo entre as tubulações de gás e demais conforme NBR 15526. ....	29
QUADRO 3.1– Exemplos de Sistemas e Subsistemas Prediais. ....	42
QUADRO 3.2 – Componentes da qualidade do projeto. ....	57
QUADRO 3.3 – Esquema de um requisito dos SPHS com seus respectivos critérios de desempenho conforme NBR 15575-1. ....	59
QUADRO 3.4 – Lista de exigências dos usuários para os sistemas em geral conforme NBR 15575-1. ....	60
QUADRO 3.5 – Esquema de um requisito dos SPHS com seus respectivos critérios de desempenho conforme NBR 15575-6. ....	61
QUADRO 3.6 – Definições por autores-chave do Programa de Necessidades. ....	67
QUADRO 3.7 – Definições por autores-chave da fase de Estudo Preliminar. ....	68
QUADRO 3.8 – Definições por autores-chave da fase de Anteprojeto. ....	70
QUADRO 3.9 – Definições por autores-chave da fase do Executivo. ....	72
QUADRO 4.1 – Relação das empresas envolvidas na produção de cada edifício estudado. ....	74
QUADRO 4.2 – Principais características das empresas incorporadoras e construtoras pesquisadas. ....	77
QUADRO 4.3 – Alguns dos itens que devem ser verificados para o desenvolvimento do projeto de marcação da alvenaria. ....	79
QUADRO 4.4 – Itens dos SPHS, de Gás e Incêndio que devem ser verificados para o pavimento tipo na fase de anteprojeto. ....	80
QUADRO 4.5 – Principais características das empresas de projeto pesquisadas. ....	81
QUADRO 4.6 – Relação dos projetos para execução dos SPHS e SPGC, Edifício A. ....	100
QUADRO 4.7– Materiais empregados nas tubulações dos SPHS para o Edifício A. ....	101

QUADRO 4.8 – Identificação de interferências das prumadas com estruturas e vedações – Edifício A. ....	103
QUADRO 4.9 – Identificação de interferências dos ramais de AF, AQ e gás com estruturas e vedações – Edifício A. ....	104
QUADRO 4.10 – Identificação de interferências dos ramais de ES e AP com estruturas e vedações – Edifício A. ....	106
QUADRO 4.11 – Relação dos projetos para execução dos SPHS e SPGC, Edifício B. ....	107
QUADRO 4.12 – Materiais empregados nas tubulações dos SPHS para o Edifício B. ....	107
QUADRO 4.13 – Identificação de interferências das prumadas com estruturas e vedações – Edifício B. ....	109
QUADRO 4.14 – Identificação de interferências dos ramais de AF, AQ e gás com laje e alvenaria – Edifício B. ..	111
QUADRO 4.15 – Identificação de interferências dos ramais de ES e AP com laje e alvenaria – Edifício B. ....	113
QUADRO 4.16 – Síntese da análise dos resultados do estudo de casos. ....	118
QUADRO 4.17 – Lista de verificação das interfaces entre os sistemas prediais e demais sistemas na fase de anteprojeto. ....	120

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1– Problemas nas interfaces entre os componentes da fachada e demais subsistemas do edifício com respectivos problemas de construtibilidade. ....	3
FIGURA 1.2 – Conflito de informações nos projetos de fachadas pré-moldadas de concreto.....	3
FIGURA 1.3– Detalhe de projeto de marcação dos SPHS indicando as saídas de lavatórios que devem ser compatibilizadas com a alvenaria.....	4
FIGURA 1.4 – Delineamento das fases do método desta pesquisa. ....	7
FIGURA 2.1 – Detalhe de projeto para a produção:interface de ralo com laje. ....	15
FIGURA 2.2 – Projeto para produção:posicionamento das caixas de passagem. ....	15
FIGURA 2.3 – Projeto para produção da laje racionalizada contendo superposição de várias informações: painéis de concretagem, sentido de concretagem em cada painel; posicionamento de taliscas; posicionamento das caixas de passagem e posicionamento dos caminhos de concretagem. ....	16
FIGURA 2.4 – Isolamento de tubulação em cobre com espuma de polietileno. ....	23
FIGURA 2.5 – Representação da propagação de ruído do interior do tubo para parede. ....	25
FIGURA 2.6 – Alternativa para os desvios constante na NBR 8160 para ventilação dos ramais e tubo de queda. ..	26
FIGURA 2.7 – Cuidados com os drenos na laje: uso de membrana asfáltica com véu de poliéster. ....	27
FIGURA 2.8 – Exemplo ilustrativo de tubo-luva para passagem de tubulação de gás. ....	28
FIGURA 2.9 – Exemplo de afastamentos mínimos entre os sistemas prediais. ....	29
FIGURA 2.10 – Exemplo de distâncias entre janelas ou aberturas e terminal de exaustão ( $\geq 40$ cm).....	32
FIGURA 2.11 – Equipe de projeto multidisciplinar: interação com grupo do projeto para produção. ....	33
FIGURA 2.12 – Etapas do processo de produção de “Kits” hidráulicos.....	34
FIGURA 3.1- Interfaces do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios. ....	36
FIGURA 3.2- Projeto de tomada de decisões relativas à gestão de problemas de interfaces de fachadas pré-fabricadas de concreto. ....	37
FIGURA 3.3 – Consideração de interfaces multidisciplinares no processo de elaboração de projeto. ....	38
FIGURA 3.4 – Interfaces físicas entre estrutura metálica, perfis de alumínio e laje de concreto. ....	39

FIGURA 3.5 – Interfaces do processo de assentamento de alvenaria. ....	39
FIGURA 3.6– Representação dos SPHS. ....	43
FIGURA 3.7– Assuntos correlacionados ao conceito de Sistema. ....	43
FIGURA 3.8 – Integração da alvenaria com os sistemas prediais sem compatibilização prejudicando o desempenho do sistema da alvenaria. ....	46
FIGURA 3.9 – Leiaute das passagens por paredes e lajes estruturais do Edifício <i>Burj Khalifa</i> . ....	48
FIGURA 3.10 – As três regiões internas ao núcleo hexagonal do Edifício <i>Burj Khalifa</i> . ....	49
FIGURA 3.11 – Plano inicial do Edifício <i>Burj Khalifa</i> indicando o prolongamento das paredes axiais do corredor até as “asas” da torre. ....	50
FIGURA 3.12– Túnel do vento para o protótipo do Edifício <i>Burj Khalifa</i> : estudo dos vórtices ao longo dos três planos da torre para a garantia da estabilidade estrutural e vista do prédio durante sua construção. ....	50
FIGURA 3.13 – Relação custo/benefício resultante da integração entre os subsistemas do edifício (o ponto de corte entre as duas curvas depende do tamanho e da complexidade do edifício). ....	51
FIGURA 3.14 – Os três aspectos qualitativos do processo de integração de sistemas. ....	52
FIGURA 3.15 – Planejamento do compartilhamento de espaços por diferentes sistemas: integração física, estética e de desempenho. ....	53
FIGURA 3.16 – Esquema típico de distribuição do SPGC. Prumada de gás (indicada em amarelo) enclausurada na alvenaria junto ao <i>shaft</i> vertical na área de serviço. ....	54
FIGURA 3.17 – Conformidade no compartilhamento de espaços técnicos pelos SPHS: pleno e interstício sob a laje. ....	55
FIGURA 3.18 – Edifício <i>Turning Torso</i> , Suécia: A concordância dos sistemas construtivos com o efeito pretendido na arquitetura. Na sequência de imagens: o efeito imaginado, o desafio na execução e obra concluída. ....	55
FIGURA 3.19 – A simplicidade da integração física, estética e de desempenho em <i>shaft</i> pivotante em ambiente sanitário. ....	56
FIGURA 3.20 – Interfaces entre o SPGC e os SPHS, de elétrica, laje e forro. A inconformidade do SPGC (em amarelo) atenta contra a segurança do edifício. ....	58
FIGURA 3.21 – Detalhamento de instalação de caixa de descarga dentro da alvenaria. ....	65
FIGURA 3.22 – Detalhes de junta de expansão do SPAQ e dilatação da alvenaria. ....	65

FIGURA 3.23 – Junta de expansão em cobre do SPAQ sob laje, com respectivo detalhamento para produção. ....	66
FIGURA 4.1– Planta arquitetônica do pavimento tipo (prospecto de vendas da Empresa A). .....	82
FIGURA 4.2 – Imagem frontal (pilotis) do Edifício A. Março de 2010. ....	83
FIGURA 4.3 – Elevação do Edifício A: término do último pavimento. Março de 2010. ....	83
FIGURA 4.4 – Leiautes distintos (duas ou três suítes) do pavimento tipo para a opção de 128m <sup>2</sup> (prospecto de vendas da Empresa B). .....	84
FIGURA 4.5 – Distribuição dos seis apartamentos no pavimento tipo. ....	84
FIGURA 4.6 – Implantação do conjunto dos quatro edifícios residenciais (prospecto de vendas da Empresa B)...	85
FIGURA 4.7– Vista frontal da Torre D, indicada na FIGURA 4.6, na fase de acabamento. ....	85
FIGURA 4.8 – Fluxo das atividades do processo de projeto da Empresa A. ....	86
FIGURA 4.9 – Esquema isométrico do percurso da tubulação de água fria na área privativa. ....	89
FIGURA 4.10 – Indicação da ligação da tubulação do dreno do ar condicionado no ralo sifonado. ....	90
FIGURA 4.11 – Interferência da passagem de um pleno pela laje com a alvenaria. ....	91
FIGURA 4.12 – Interface de um pilar com sub-ramal de água fria: projeto executivo dos SPHS e respectiva alteração na execução. ....	91
FIGURA 4.13 – Situação da Figura 4.12 representada no projeto executivo de alvenaria. ....	92
FIGURA 4.14 – Indicação de enchimento para a prumada de água pluvial (projeto executivo da alvenaria) e respectiva execução em obra. ....	92
FIGURA 4.15 – Representação do fluxo das atividades do processo de projeto da Empresa B. ....	94
FIGURA 4.16 – Espaço previsto no interior do pleno para medição individualizada. ....	95
FIGURA 4.17 – Esquema em vista do percurso das tubulações de água fria e quente na área privativa (Vista 1 indicada na Figura 4.18). ....	96
FIGURA 4.18 – Esquema em planta baixa da distribuição dos subramais em PEX sob a laje. ....	97
FIGURA 4.19 – Numeração dos plenos do pavimento tipo – Edifício A. ....	102
FIGURA 4.20 – Numeração dos plenos do pavimento tipo – Edifício B. ....	108

FIGURA 4.21 – Pleno na área comum (4º pavimento tipo): Colunas para o hidrante (I), recalque (R), distribuição de água fria pressurizada (AFP) e tubulação de aviso (A).....	110
FIGURA 4.22 – Interferência das tubulações horizontais com a alvenaria estrutural.....	111
FIGURA 4.23 – Distribuição das prumadas e ramais no pleno do Edifício B: vista sobre e sob a laje com respectivo detalhe de projeto. As abreviaturas compreendem: (AF) sub-ramal de AF em PEX; (E) Esgoto; (V) ventilação e (AP) Água Pluvial. ....	112
FIGURA 4.24 – Percurso da tubulação de gás em área privativa do Edifício B: projetado e construído.....	113
FIGURA 4.25 – Representação da matriz de interfaces.....	119



## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1.1 – As doze áreas-chave para o melhoramento da gestão de interfaces*.....	4
--	---

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	Justificativa	2
1.2	Objetivos	5
1.2.1	<i>Principal</i>	5
1.2.2	<i>Específicos</i>	5
1.3	Classificação e método de pesquisa	6
1.3.1	<i>Classificação da pesquisa</i>	6
1.3.2	<i>Método de pesquisa</i>	6
1.4	Estrutura do trabalho	8
<b>2</b>	<b>O PROJETO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS – SPHS</b>	<b>10</b>
2.1	O conceito geral de projeto	10
2.1.1	<i>O projeto como processo e como produto</i>	12
2.1.2	<i>Projeto para a produção dos subsistemas do edifício</i>	13
2.1.3	<i>Formato da folha para o Projeto para a produção</i>	14
2.2	SPHS: diretrizes para projetos e observações quanto às interfaces nas normas brasileiras	17
2.2.1	<i>Responsabilidades dos agentes intervenientes ao longo do processo de projeto</i>	18
2.2.2	<i>Procedimentos para a garantia da qualidade do projeto dos SPHS</i>	19
2.2.3	<i>Projetos do SPAF</i>	20
2.2.4	<i>Projetos do SPAQ</i>	23
2.2.5	<i>Projetos do SPES</i>	24
2.2.6	<i>Projetos do SPAP</i>	26
2.3	Projetos do SPGC	27
2.3.1	<i>Rede de distribuição interna</i>	27
2.3.2	<i>Dutos dos aquecedores de passagem individuais</i>	30
2.4	Projeto para a produção dos SPHS	32
<b>3</b>	<b>AS INTERFACES FÍSICAS NOS PROJETOS DOS SPHS</b>	<b>35</b>
3.1	Conceito de interface física em projetos	35
3.2	Conceitos de Sistema, Sistemas Prediais e Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários	39
3.2.1	<i>O enfoque sistêmico como condição para integrar os subsistemas do edifício</i>	44
3.2.2	<i>A importância da integração e da compatibilização dos sistemas</i>	45
3.2.3	<i>Os três aspectos abordados pela integração entre sistemas</i>	52
3.3	Requisitos e critérios de desempenho para os projetos dos SPHS	57
3.4	NBR 15575-6 (ABNT, 2008) - As interfaces constantes no Anexo A	61
3.5	O porquê do detalhamento das interfaces entre os SPHS	63
3.6	As interfaces nas fases de projeto dos SPHS	66
3.6.1	<i>Programas de necessidades</i>	66
3.6.2	<i>Estudo Preliminar</i>	68
3.6.3	<i>Anteprojeto</i>	69

3.6.4 Projeto Pré-executivo	71
3.6.5 Projeto Executivo	71
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>74</b>
4.1 Caracterização das empresas incorporadoras e construtoras	75
4.1.1 Empresa A	75
4.1.2 Empresa B	76
4.2 Caracterização das empresas de projeto contratadas	77
4.2.1 Empresas de projetos dos SPHS (A1) e de arquitetura (A2)	78
4.2.2 Empresas de projetos dos SPHS (B1) e de alvenaria estrutural (B2)	79
4.3 Caracterização das unidades de análise: edifícios A e B	82
4.3.1 Edifício A	82
4.3.2 Edifício B	83
4.4 Caracterização das fases de projeto nas Empresas A e B	85
4.4.1 Processo de projeto na Empresa A	86
4.4.2 Processo de projeto na Empresa B	93
4.5 Aplicativos Web para a gestão do processo de projeto	99
4.5.1 O sistema de informação na Empresa A	99
4.5.2 O sistema de informação na Empresa B	100
4.6 Projeto dos SPHS do Edifício A	100
4.6.1 Materiais empregados nas tubulações dos SPHS e de gás	101
4.6.2 Interferência da tubulação com os demais subsistemas no pavimento tipo	102
4.7 Projeto dos SPHS do Edifício B	107
4.7.1 Materiais empregados nas tubulações dos SPHS e de gás	107
4.7.2 Interferência da tubulação com os demais subsistemas no pavimento tipo	108
4.8 Análise dos resultados	114
4.9 Matriz de interfaces	119
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>123</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>148</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A racionalização, indispensável para melhor edificar, produz maior complexidade no desenvolvimento de projetos, pois demanda dos projetistas de sistemas prediais um conhecimento mais sistêmico sobre o desempenho dos outros subsistemas do edifício. Nestas condições é possível detectar e resolver antecipadamente todos os problemas das interfaces físicas que ocorrem entre os distintos sistemas envolvidos na consecução de um projeto específico. Este aspecto é abordado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2008) na sexta parte da NBR 15575 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho. Trata-se da lista de verificação para projetos – “Identificação e solução de interfaces” – que é um requisito a ser atendido para complementar os métodos de avaliação dos projetos dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS). Isto porque estes sistemas prediais, de um modo geral, podem apresentar maior incidência de problemas de compatibilização com os demais, pois se relacionam com todos eles.

Para as interfaces físicas entre os Sistemas de Vedação, Prediais Hidráulicos e Sanitários, de Gás Combustível e Estrutural, existem diretrizes recomendadas nas normas brasileiras<sup>1</sup> e soluções que são iterativas nas várias tipologias de edifícios residenciais. Essas soluções podem ser encontradas em empresas construtoras reconhecidas pelas suas boas práticas de mercado. Desta forma, foram selecionadas duas empresas incorporadoras e construtoras para o desenvolvimento deste trabalho. Conhecendo-se como e porque estas empresas adotam determinadas soluções construtivas para as referidas interfaces, torna-se possível padronizar as mais frequentes para auxiliarem nos projetos dos SPHS, no que se refere a melhorias na produtividade de compatibilização interdisciplinar e interação entre projeto e execução.

---

<sup>1</sup> NBR 5626 (ABNT, 1998) – Instalação predial de água fria; NBR 7198 (ABNT, 1993) – Projeto e execução de instalações prediais de água quente; NBR 8160 (ABNT, 1999) – Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução; NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais; NBR 15575-1 (ABNT, 2008) – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho – parte 1, requisitos gerais. NBR 15575-6 (ABNT, 2008) – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho – parte 6, sistemas hidrossanitários; NBR 15526 (ABNT, 2009) – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais: projeto e execução e NBR 13103 (ABNT, 2006) – Instalação de aparelhos a gás para uso residencial: requisitos dos ambientes.

O conhecimento das boas práticas, para as soluções projetuais correntes nos projetos dos SPHS, contribui ainda para melhorias na avaliação preliminar de custos, métodos construtivos e prazos de execução.

O acervo de detalhes executivos, tanto em manuais para projetos quanto em um banco de dados, pode converter-se em um instrumento proficiente para o estabelecimento de novas parcerias, pois permite a integração de novos profissionais com a cultura da empresa<sup>2</sup>. Do contrário, sem o prévio conhecimento desses padrões, o projetista de SPHS recém chegado pode detalhar soluções que não serão efetivamente executadas e isto certamente pode gerar desconforto no relacionamento com os demais projetistas e também com a equipe de execução, além de atrasos no cronograma de entrega de projetos e prováveis falhas durante a execução.

Face ao exposto, é correto afirmar que esta pesquisa é importante para a teoria e prática. Para o meio acadêmico reverterá em informações atualizadas sobre conflitos novos e recorrentes nas interfaces dos SPHS e os demais, que até o presente não foram muito divulgados. Existem poucas bibliografias nacionais, focadas nesta questão, que atendam às necessidades do aprendizado dos futuros profissionais neste setor. Para a prática, como pouco se registram as experiências que são discutidas e transformadas em soluções de projeto, contribuirá para a atualização nos registros desses dados. Nesta lacuna esta pesquisa irá contribuir para atenuar a escassez de informações idôneas sobre o assunto, aglutinando esforços com as demais pesquisas até então realizadas na grande área temática “Qualidade de Projeto”.

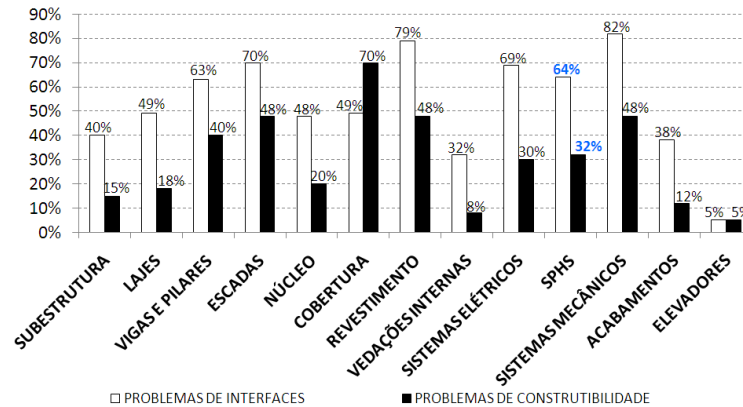
## 1.1 Justificativa

Exemplos de estudos correlacionados com o tema proposto nesta pesquisa (PAVITT; GIBB, 2003; MIKALDO JR.; SCHEER, 2008), constataam que os SPHS estão entre os que mais apresentam problemas em suas interfaces físicas, sendo esta a primeira e principal justificativa desta pesquisa.

Pavitt e Gibb (2003) descrevem que os problemas de interfaces mais frequentes são atribuídos aos sistemas prediais, sendo 82% correspondentes aos mecânicos (SPM), 67% aos elétricos (SPE) e **64% aos hidráulicos e sanitários (SPHS)**, conforme ilustrado na Figura 1.1. A execução dos SPHS nesse estudo é denominada como *plumbing works*.

---

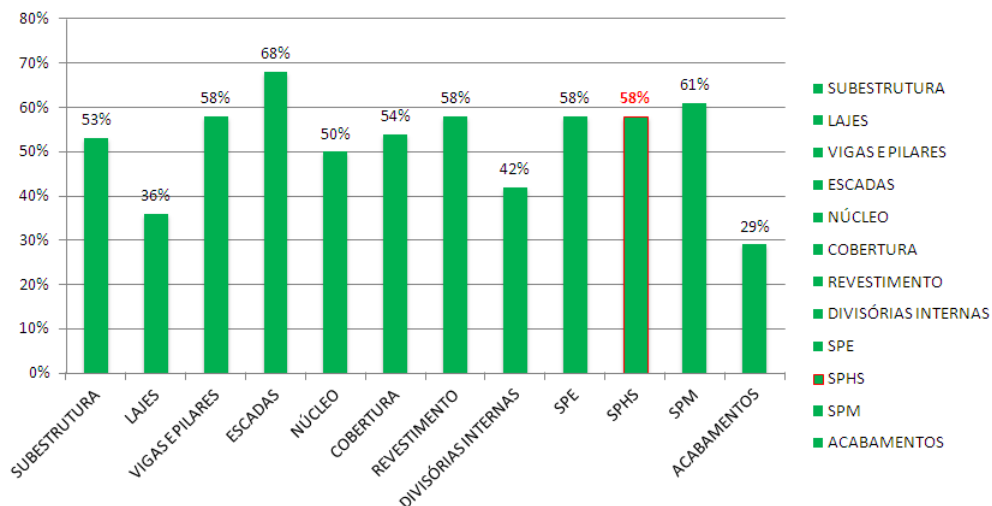
<sup>2</sup> Tal aspecto é comentado também por Ashford (1984, p.95) no item “*Drawings*” onde defende a idéia de um procedimento operacional padrão para a elaboração de projetos.



**FIGURA 1.1**– Problemas nas interfaces entre os componentes da fachada e demais subsistemas do edifício com respectivos problemas de construtibilidade.

Fonte: Traduzido e adaptado PAVITT; GIBB, 2003.

A Figura 1.2 ilustra a porcentagem de conflito de informações nos projetos para a produção dos SPHS analisados na pesquisa de Pavitt e Gibb (2003).



**FIGURA 1.2** – Conflito de informações nos projetos de fachadas pré-moldadas de concreto.

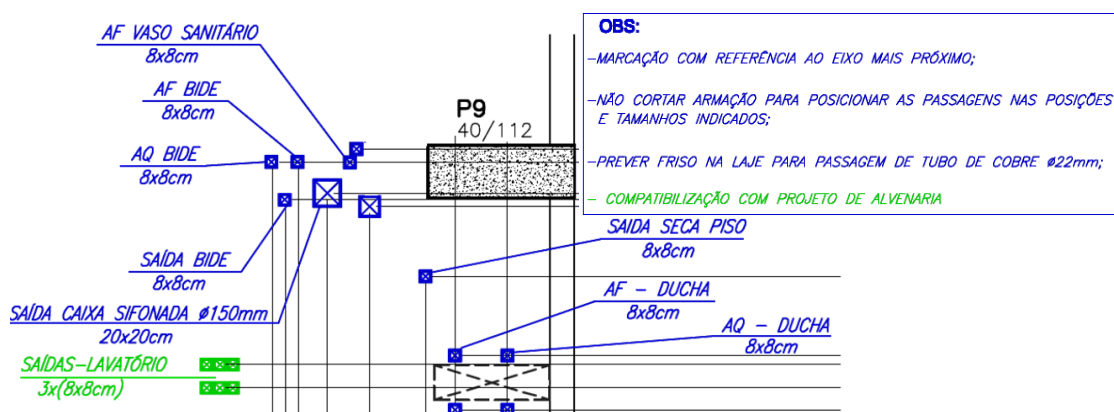
Fonte: Traduzido e adaptado de PAVITT; GIBB, 2003.

Mikaldo Jr. e Scheer (2008), realizaram estudo de casos para comparar a compatibilização de projetos e a engenharia simultânea. Um dos aspectos que pôde ser observado no estudo foi a interferência, no projeto, entre os subsistemas do edifício. Dessas, uma das mais incidentes foi a que ocorre entre as tubulações dos sistemas prediais e os elementos estruturais.

A segunda justificativa é que a investigação bibliográfica permite observar que o tema proposto é relevante no âmbito internacional, destacadamente em locais onde existem intensas atividades de construção industrializada, devido à iteratividade de execução de serviços. De maneira análoga, nos edifícios residenciais de múltiplos pavimentos os serviços se repetem

por várias vezes conforme o edifício ganha altura, podendo multiplicar em igual quantidade todos os problemas não antecipados nos projetos.

O terceiro fundamento para esta pesquisa é a importância da interação dos agentes intervenientes ao longo do processo de compatibilização dos projetos, semelhante ao que Pavitt e Gibb (2003) discutem. Eles citam que as interfaces geradas durante a elaboração dos projetos das várias disciplinas, comumente são repassadas inteiramente para serem resolvidas pelo profissional de alvenaria, ao invés de serem resolvidas simultaneamente pela equipe multidisciplinar. A Figura 1.3 ilustra como um profissional dos sistemas prediais pode resolver simultaneamente uma interface com o projetista do sistema de alvenaria, alertando-o durante o processo, sobre os pontos críticos de interface que poderão interferir no mesmo.



**FIGURA 1.3**– Detalhe de projeto de marcação dos SPHS indicando as saídas de lavatórios que devem ser compatibilizadas com a alvenaria.

Fonte: Empresa A1 do estudo de casos desta pesquisa.

A padronização nos projetos, relativos aos detalhamentos das interfaces entre os sistemas multidisciplinares, é uma das doze chaves que promovem a melhoria da qualidade de projetos. Isso pode ser observado na Tabela 1.1 composta por Pavitt e Gibb (2003).

**TABELA 1.1** – As doze áreas-chave para o melhoramento da gestão de interfaces.

Nº	PROCEDIMENTO	FACHADAS			Contratante principal	Outros Projetistas
		Con-sultor	Contra-tante	Proje-tista		
1	Identificar o responsável pela gestão das interfaces tão cedo quanto possível.	2.80	3.69	3.91	2.75	3.33
2	Nomear o contratante especialista antes.	5.10	4.15	5.36	5.55	2.83
3	Assegurar que todos compreendem as tolerâncias.	6.90	4.69	5.73	4.00	3.67
4	Assegurar que todos compreendem a construtibilidade.	4.90	5.08	6.09	3.75	5.67
5	Desenvolver ferramentas que identifiquem e administrem as interfaces.	5.70	7.00	5.09	6.55	7.00
6	Nomear os empreiteiros das estruturas e das fachadas simultaneamente.	6.30	4.15	7.45	7.64	5.83
7	<b>Padronizar os detalhes das interfaces.</b>	<b>7.70</b>	<b>7.00</b>	<b>5.91</b>	<b>4.55</b>	<b>8.00</b>
8	Reduzir os efeitos contraditórios dentro do processo.	7.20	7.69	5.45	6.55	6.67
9	Avaliar o conhecimento dos projetistas de fachadas em projetos anteriores.	6.60	5.85	7.55	7.27	7.50
10	Melhorar a programação e seqüenciamento ao mesmo nível.	8.00	6.77	8.18	7.82	5.67
11	Eliminar o termo "por outros".	6.90	7.54	9.27	7.73	6.67
12	Assegurar que todos os instaladores sejam aprovados nos cursos de treinamento.	7.90	7.69	8.09	9.09	7.00

Fonte: Adaptado de PAVITT; GIBB, 2003.

Os dados são frutos de um estudo de 150 casos, relacionados com a produção de um padrão comum de fachada pré-fabricada no Reino Unido. Cada grupo de profissional selecionado votou num valor de 1 a 10 para atribuir um grau de importância aos doze itens-chave, pré-definidos pelos pesquisadores. Segundo os autores, esses itens são os mais relevantes para solucionar as interfaces geradas no ciclo total de produção dessas fachadas.

A última, e talvez a mais importante justificativa para a relevância do tema, é a lista de verificação para os projetos dos SPHS, que é o Anexo A da NBR15575-6 (ABNT, 2008). O item C desta lista “Identificação e solução de interfaces” fundamenta o objetivo principal desta pesquisa.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Principal

O objetivo principal desta pesquisa é a identificação dos potenciais pontos de conflito nas interfaces físicas do SPHS com as vedações e estruturas, ocorrentes no pavimento tipo de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. Para tanto, o problema de pesquisa é formulado na seguinte questão:

**Como e por que** as construtoras adotam suas soluções de projeto para as interfaces entre: (1) os SPHS e as vedações (a. de tijolos cerâmicos convencionais e b. estruturais) e (2) os SPHS e as estruturas (a. de alvenaria; b. de concreto armado)?

### 1.2.2 Específicos

Para a consecução do objetivo central é necessário gerar os demais produtos que são os objetivos específicos desta pesquisa:

- descrição das diferentes soluções para as interfaces encontradas nos projetos executivos dos SPHS, nos edifícios escolhidos como unidades de análise;
- análise comparativa entre o projetado e o construído nos edifícios;
- elaboração de uma matriz para as principais interfaces encontradas no pavimento tipo, relacionando os sistemas de alvenaria e estrutura com os SPHS e as fases de projeto.




### 1.3 Classificação e método de pesquisa

#### 1.3.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa, de caráter pragmático<sup>3</sup>, é classificada como estudo descritivo de casos múltiplos. Isto porque, segundo Yin (2009), este trabalho tem foco contemporâneo, cujos dados obtidos são de mais de um caso e objetiva responder a principal questão de pesquisa com estruturação do tipo “Como?” e ”Por quê?”.

A classificação desta pesquisa pode ser identificada no Quadro 1.1, onde Yin (2009) classifica os cinco tipos de estratégia de pesquisa em função de três parâmetros.

Estratégia de pesquisa	Tipo de questão de pesquisa	Requer controle dos eventos?	Focos em eventos contemporâneos?
Experimento	Como? Por quê?	Sim.	Sim.
Survey	Quem? Quantos? O quê? Onde	Não.	Sim.
 Estudo de caso	Como? Por quê?	Não.	Sim.
Análise de arquivo		Não.	Sim/não.
História		Não.	Não.

**QUADRO 1.1**– As situações relevantes para os diferentes métodos de pesquisa.

Fonte: YIN, 2009.

Também possui as características de conseguir maior robustez de resultados, sem maiores aprofundamentos, por meio da variedade de dados (triangulação de múltiplas fontes de evidência<sup>4</sup>). Aqui há o importante papel de contrastar a teoria com o empírico, através da observação da realidade. Isto define o tipo deste estudo de casos, que é o **descritivo**, pois objetiva entender como “um fenômeno ou organização funciona”.

#### 1.3.2 Método de pesquisa

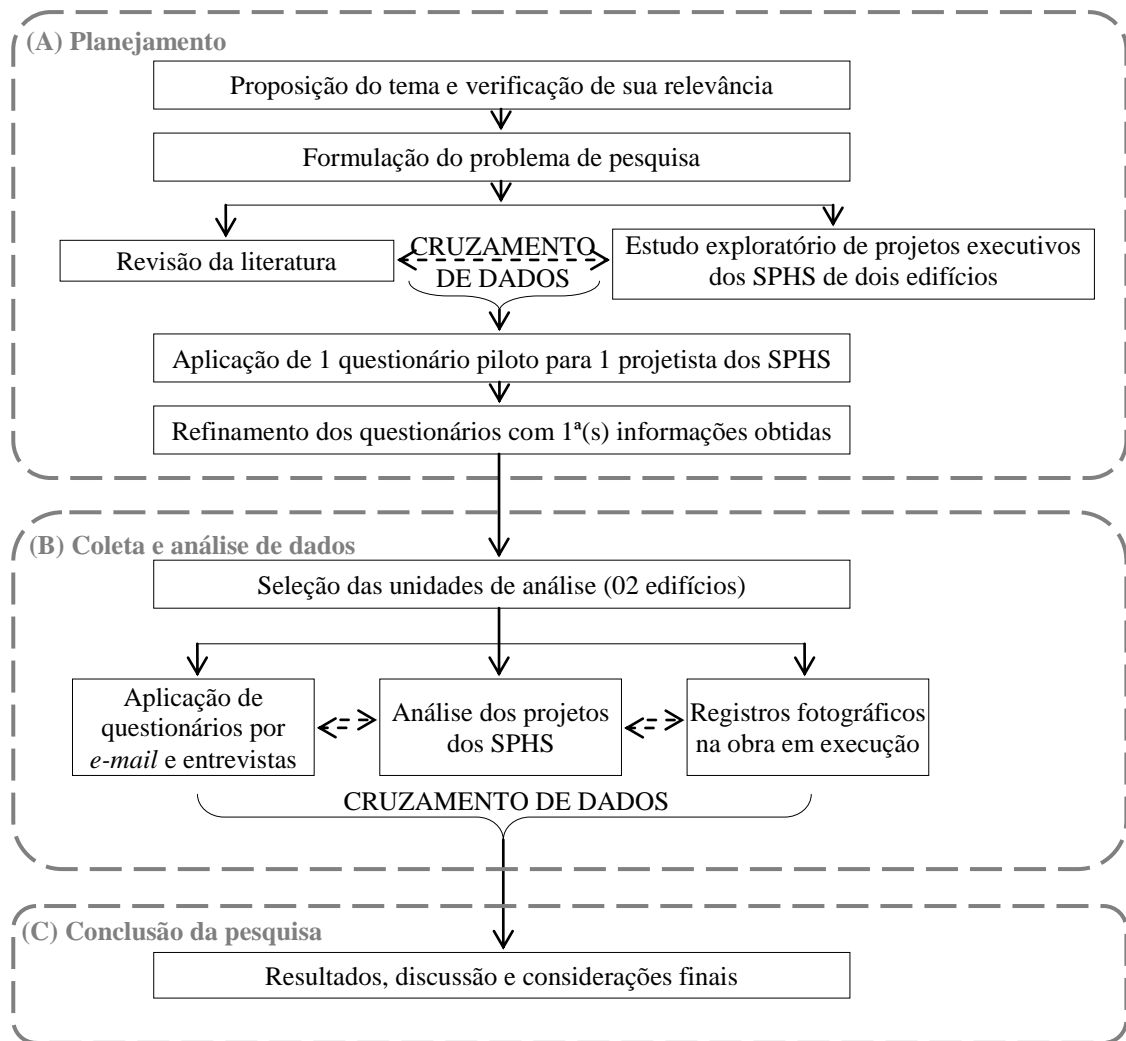
O método é o caminho a ser percorrido durante uma pesquisa onde são delineadas, do começo ao fim, suas fases ou etapas; o adotado para esta pesquisa é representado pelo fluxo de atividades constante na Figura 1.4.

A pesquisa está compreendida em 3 fases distintas: (A) planejamento da pesquisa, (B) coleta total dos dados e (C) conclusão que gerou os produtos pretendidos. Com a obtenção dos dados

<sup>3</sup> Produz resultados passíveis de serem aplicados na prática.

<sup>4</sup> Os principais tipos de fontes de evidência para o estudo de casos do presente trabalho são as entrevistas, análise de documentos e a observação direta das unidades de análise (edifícios) pelo pesquisador.

das unidades de análise, os edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, foram realizadas a discussão e as considerações desta pesquisa, bem como as sugestões para estudos futuros.



**FIGURA 1.4** – Delineamento das fases do método desta pesquisa.

**(A) Fase de planejamento.** Esta fase compreendeu o intervalo do real início da pesquisa até a produção dos questionários que serviram para a coleta total de dados do estudo de casos. Foi verificada a importância desta pesquisa através da revisão bibliográfica e definida a tipologia dos edifícios estudados. Isto permitiu elaborar a questão-chave que guiou a revisão bibliográfica paralela a um estudo exploratório de projetos dos SPHS de dois edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. Cruzando os dados obtidos, foi possível obter informações suficientes para elaborar um primeiro questionário piloto para um projetista dos SPHS e uma planilha dirigida para coletar os dados diretamente do projeto. Após aplicá-los, foi observado o que deveria ser melhor questionado para partir definitivamente para o levantamento de dados dos demais casos.

**(B) Coleta total de dados.** As unidades de análise que forneceram os dados para esta pesquisa foram dois edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, devidamente caracterizados no item 4.3. Um edifício foi executado com alvenaria estrutural não armada. O outro edifício, em execução, possui vedação de tijolos cerâmicos não estruturais e estrutura de concreto armado moldado no local.

Conforme indicado na Figura 1.4, a coleta de dados foi realizada por meio de: (b1) questionários, dirigidos aos projetistas dos SPHS e de alvenaria, engenheiros de obras e coordenadores de projeto das empresas construtoras selecionadas (item 4.1); (b2) análise dos projetos dos SPHS que forneceram as informações necessárias sobre as interfaces identificadas; (b3) visita a um dos edifícios selecionados, em construção, para fotografar as interfaces executadas, em concordância ou não, com o projeto dos SPHS. O outro edifício foi entregue em 2009 e está ocupado. As respectivas fotos referentes aos SPHS foram cedidas pelo projetista dos SPHS.

**(C) Conclusão da pesquisa.** Esta última fase de abstração<sup>5</sup> compreendeu a análise detalhada dos resultados obtidos em concordância com os objetivos propostos, gerando discussão e considerações finais, onde foram feitas sugestões para as próximas pesquisas.

## 1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho está dividido em 6 capítulos principais. Os capítulos dois e três abrangem a revisão da literatura. A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma:

**Capítulo 1 - INTRODUÇÃO:** apresenta de maneira geral o tema dissertado com base na revisão bibliográfica, procurando expor a sua relevância. Segue com a justificativa do tema mais a formulação da questão principal para o problema de pesquisa e descreve os produtos secundários (objetivos específicos) a serem obtidos no desenvolvimento total do trabalho. Por fim, classifica e descreve o método de pesquisa, representando-o num fluxograma de atividades.

**Capítulo 2 - O PROJETO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS – SPHS:** este capítulo descreve os conceitos gerais correlacionados ao projeto no contexto desta pesquisa.

---

<sup>5</sup> A abstração é o processo de discernimento do pesquisador sobre os resultados obtidos de uma pesquisa. O resultado da abstração são termos, conceitos, idéias e considerações sobre um determinado assunto: a conclusão é o resultado de uma abstração.

Posteriormente, é feita uma revisão dos principais aspectos correlacionados ao tema da pesquisa encontrados nas normas técnicas brasileiras, referentes aos SPHS e o SPGC.

**Capítulo 3 - AS INTERFACES FÍSICAS NOS PROJETOS DOS SPHS:** o capítulo abrange conceitos, sobre interface, sistemas, requisitos e critérios de desempenho, entre outros. Discute a importância da consideração destes na concepção dos projetos de sistemas prediais e finaliza correlacionando os principais aspectos das fases de projetos às soluções adotadas para os SPHS.

**Capítulo 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES:** o capítulo apresenta o estudo de casos e caracteriza os edifícios analisados e as empresas pesquisadas. Em seguida é apresentado o processo de projeto de cada construtora incorporadora, e identificado como este influi nas soluções adotadas nos projetos dos SPHS. É apresentada a análise dos projetos executivos dos SPHS de cada edifício, ilustrado e discutido as principais interfaces com os SPHS encontradas no pavimento tipo. Por fim, é feita uma análise de todo o resultado exposto e discutido. Uma estruturação geral para formar um banco de dados para as interfaces no processo de projeto é sugerida.

**Capítulo 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS:** traz as últimas considerações sobre o estudo realizado, sendo sugeridos novos temas para pesquisas futuras correlacionados com os projetos dos SPHS e suas interfaces construtivas.

## 2 O PROJETO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS – SPHS

Antes de discutir especificamente sobre o projeto dos SPHS, algumas definições gerais devem ser explanadas. Através das várias fontes bibliográficas consultadas, em itens referentes ao conceito de projeto, foram identificadas outras variantes essenciais que também devem aqui ser descritas, tais como: (1) processo de projeto; (2) projeto como serviço e como produto e (4) projeto para produção.

O entendimento dessas definições auxilia a compreensão sobre como as interfaces entre os distintos subsistemas do edifício são identificadas e compatibilizadas ao longo do processo de projeto. Resultam desse processo os projetos físicos (produtos) de cada especialidade envolvida na produção do edifício: os dos SPHS, por exemplo, discutidos no item 2.2.

Os detalhamentos das interfaces, somente possíveis por meio do processo de compatibilização, têm a função de tentar resolver antecipadamente problemas que possam surgir na execução. Além disso, os detalhes de projeto registram e transmitem as características pré-estabelecidas para cada fase de execução, surgindo a necessidade de se entender também o que é um projeto para a produção.

Os aspectos verificados no estudo de casos deste trabalho – constantes no Capítulo 4 – serão referentes ao processo de projeto e ao projeto-produto dos SPHS.

### 2.1 O conceito geral de projeto

Projetar na visão de Bonsiepe (1983, p. 194), clássico citado também pelos autores Agopyan, Melhado (1995) e Novaes (1996), é a ação *“de intervir ordenadamente, mediante atos antecipatórios, no meio ambiente. A ação pode manifestar-se em produtos, estruturas de Engenharia Civil, edifícios, (...) sistemas, tanto em estruturas físicas como não físicas”*.

Em uma definição ampla, Ferreira (2004) define projeto da seguinte forma: *“projeto é a idéia que se forma de executar ou realizar algo, no futuro”*. Contudo, são várias as considerações

realizadas pelos autores das distintas especialidades que se complementam para definir o que é projeto.

Assim, Thomaz (2001) define o projeto como sendo:

Um conjunto de desenhos; cálculos; modelagens; memoriais justificativos da concepção, memoriais de construção; quantificações; fluxograma de atividades; cronogramas; especificações de materiais, equipamentos e processos necessários à perfeita construção da obra e sua manutenção preventiva ao longo da vida útil que lhe foi prevista.

Ricketts (2001, p.1.2) diz que projeto é o processo que providencia todas as informações necessárias para a construção de um edifício, contemplando não somente os requisitos do projeto (*design*) do empreendimento, mas também os de desempenho, saúde, conforto e segurança.

Friedman (2003, p.508), entre outras definições, afirma que projeto (*design*) “*é a gama total de conhecimentos necessários para a obtenção de qualquer dado*”. Comenta que a maioria das definições para projeto contempla três aspectos. O primeiro é que a palavra *design* remete a um processo. O segundo, é que esse processo caminha para cumprir um objetivo. O terceiro é que a pretensão do objetivo é a de resolver problemas, satisfazer necessidades, melhorar situações, ou a criar algo novo ou útil.

A propósito, cumpre esclarecer outra distinção conceitual: a palavra da língua inglesa “*design*” corresponde à definição do projeto como produto; a que corresponde literalmente a projeto é “*project*”, mas seu significado em português remete ao de planejamento em nível estratégico, tratando do empreendimento como um todo.

Também para Rodriguez<sup>6</sup>, citado por Agopyan e Melhado (1995), projeto é um processo “*para a realização de idéias que deverá passar pelas etapas de: idealização, simulação (análise) e implantação (protótipo e escala de produção)*”.

Já na visão de Fabrício e Melhado (2004), num sentido cognitivo, projeto é “*uma habilidade intelectual humana que opera pela criatividade, por técnicas e conhecimentos, na busca de soluções para problemas e desafios.*”

---

<sup>6</sup> RODRIGUEZ, W.E. **The modelling of design ideas**. New York, McGraw-Hill, 1992.

Segundo o *Project Management Institute - PMI* (2010), descrição também citada por Amâncio (2010), projeto é o “*esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo*”.

Portanto, são várias as definições para projeto que poderiam ser aqui citadas além destas. Todavia, cabe salientar uma distinção importante discutida por Melhado (1994) – fundamentada em Marques (1979)<sup>7</sup> – que relata a existência de duas dimensões para o projeto: o projeto como (1) produto e como (2) processo.

### *2.1.1 O projeto como processo e como produto*

Melhado (1994) explica que o projeto como produto é constituído por elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados de acordo com linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção. O projeto com significado dinâmico confere ao projeto um sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e compatibilizadas.

Desta forma, compreende-se que o projeto é uma parte de um processo maior, que leva à geração de produtos (AGOPYAN e MELHADO, 1995 - p.18), que também devem ser pensados como serviços (MELHADO, 2010).

Assim, nesse processo maior, o projeto se constitui também em um serviço, resultando fisicamente nos referidos documentos gráficos, pois compreende ainda as atividades “*integrantes do processo de construção, responsáveis pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução* (MELHADO E SOUZA, 1996).” Por exemplo: o projeto se constitui num serviço quando o projetista, durante a execução, orienta os trabalhos por ele projetados diretamente à equipe responsável pela produção (MELHADO, 2010).

No presente trabalho o projeto-produto em questão é o dos SPHS. O mesmo pode se entendido como um serviço, através de uma das descrições de Ilha (1993), que remete o mesmo à execução dos SPHS<sup>8</sup> e também ao uso e operação desses sistemas:

---

<sup>7</sup> MARQUES, G. A. C. **O projeto na engenharia civil**. São Paulo, 1979. 117 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/EPUSP. 1979.

<sup>8</sup> No trabalho de Ilha (1993) é mencionado ainda o termo “processo de geração do produto” que abrange os processos de projeto e execução dos SPHS. Maiores explicações sobre o referido termo pode ser encontrado em Agopyan e Melhado (1995).

O projeto deve atender às necessidades não só do cliente final, mas também do cliente imediato, que é o executor dos SPHS. Dentro desse contexto, o executor também deve participar nessa fase do processo, de forma a garantir a construtibilidade dos SPHS. No que se refere ao cliente final, deverão ser elaborados manuais do proprietário e de operação/manutenção dos SPHS.

No mesmo âmbito de discussão, Amorim e Gonçalves (1997, p.1) comentam que a definição de projeto como serviço é muito pertinente, pois o projeto não é um produto acabado, devendo auxiliar durante todo o processo de produção e estender-se durante a fase de ocupação, como forma de assistência técnica ao uso e operação desses sistemas.

Do mesmo modo, na norma NBR 8160 (ABNT, 1999), pode-se observar a característica de serviços atribuída ao projetista no item 8.2 “Responsabilidades dos intervenientes” ao recomendar que o mesmo deva: “(b) *assessorar o executor na elaboração do projeto para produção e (d) assessorar o executor na elaboração dos manuais de uso, operação e manutenção*”. Estes serviços existirão se forem contratados entre o fornecedor e o cliente.

Quanto à fase de produção, Agopyan e Melhado (1995) dizem que “*a atividade de projeto não cessa quando da entrega do projeto à obra, pois existem imprevisibilidades que efetivamente só podem ser avaliadas durante a execução*”. Devido a este fato, a permanência da equipe de projeto ao longo dessa fase é fundamental.

Quanto ao pós obra, completando os comentários de Paula (2009, p.35), o projeto como serviço é aqui entendido como sendo o conjunto de todas as atividades que tornam possível e/ou facilitam a geração do projeto-produto com vistas a conferir confiabilidade e eficiência aos processos de execução, manutenção, uso e operação dos sistemas projetados, pois os SPHS estão em permanente contato com o usuário final durante toda a sua vida útil.

Em suma, o que se denomina em geral de “projeto”, segundo Agopyan e Melhado (1995), é o resultado da atividade, portanto, está-se fazendo referência ao **projeto como produto, que deriva do projeto enquanto processo**, na forma de um conjunto de documentos que é o produto daquela atividade de projeto.

### 2.1.2 Projeto para a produção dos subsistemas do edifício

O conceito de “Projeto para Produção” e a sua aplicação frente aos diferentes subsistemas do edifício vêm sendo abordado ao longo dos anos em diversos trabalhos podendo citar entre os



vários: MELHADO e VIOLANI (1992), PICCHI (1993), MELHADO (1994), SOUZA (1996), NOVAES (1996), FABRÍCIO (2002), OLIVEIRA (2005), AMÂNCIO (2010).

O projeto para a produção de um determinado subsistema do edifício não é o projeto-produto, mas sim um conjunto de detalhes – elaborados simultaneamente ao executivo – com vistas às atividades de sua produção em obra. Trata-se de um projeto específico que visa solucionar com antecedência uma série de interferências, identificadas somente quando são analisados os detalhes de execução (PICCHI, 1993 – p.313). Concernente a isso, Melhado e Souza (2002) definem o projeto para a produção como sendo:

Um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro de obras; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

O projeto para a produção trata do desenvolvimento do projeto na interface projeto-obra: *“Uma segunda cisão importante no processo de desenvolvimento de produto na construção ocorre entre a etapa do projeto do produto e a construção do edifício (FABRÍCIO, 2002 – p.87)”*.

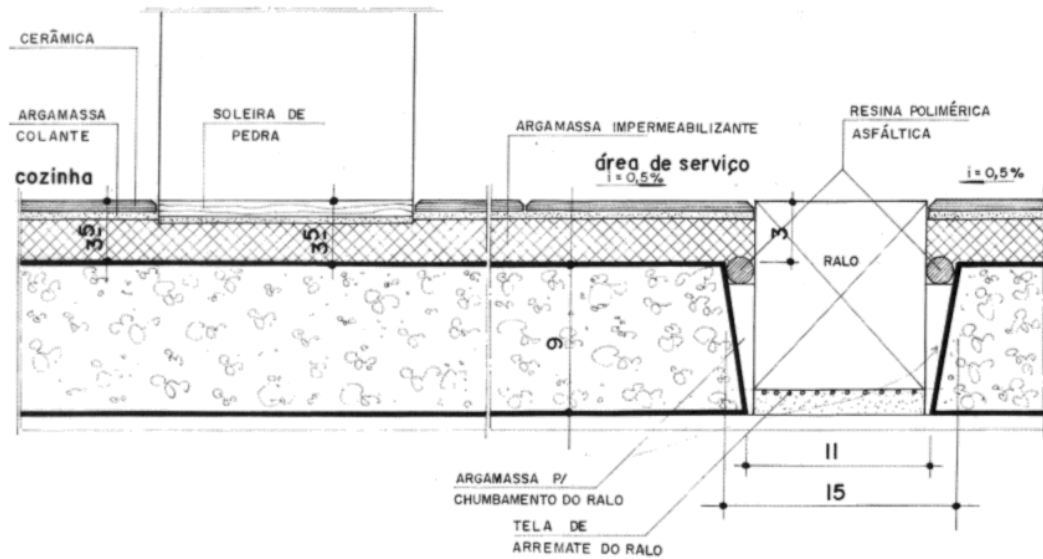
Segundo Fabrício (2002), o projeto para a produção deve apresentar detalhes de como e em qual sequência produzir, sendo o mesmo desenvolvido com a participação das construtoras e subempreiteiros durante o momento do processo de projeto. Isto porque, o projeto para a produção deve levar em conta decisões referente aos métodos e sequências de construção para o canteiro, quando engenheiros de obras, mestres e oficiais acabam desenvolvendo sem tempo e sem condições adequados como se dará a obra (PICCHI, 1993).

No item seguinte são dados exemplos de projetos para a produção e as dimensões das folhas em que devem estar contidos.

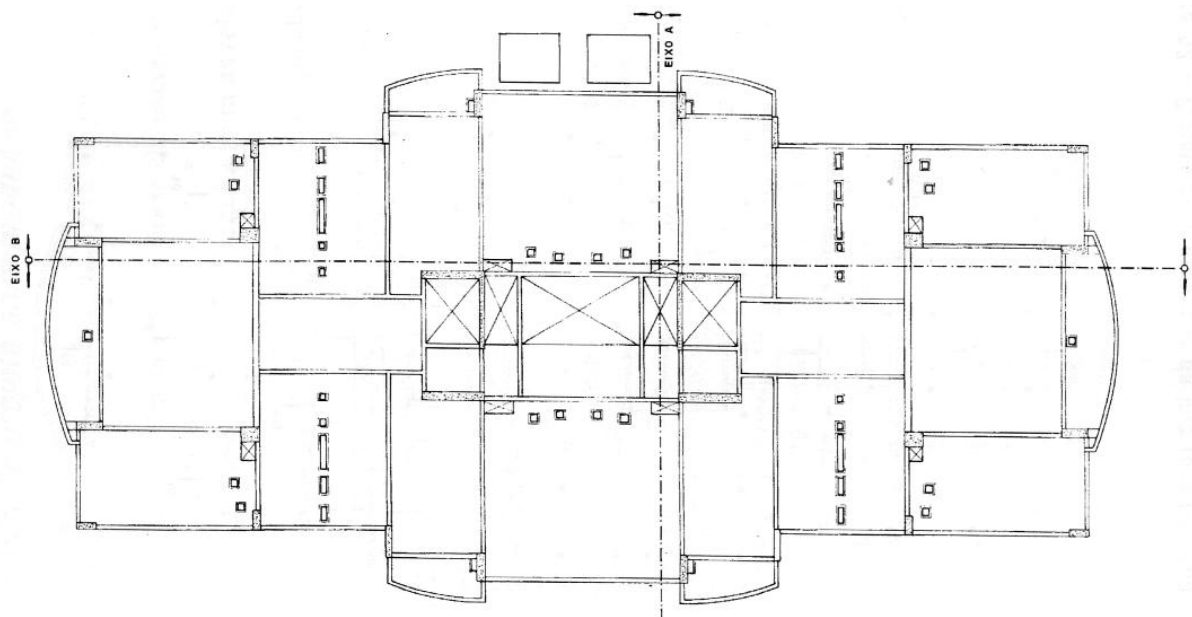
### *2.1.3 Formato da folha para o Projeto para a produção*

Para um melhor entendimento do que é um projeto para a produção, Melhado e Souza (2002), elaboraram as Figuras de 2.1 a 2.3, que são resultados de um estudo de caso sobre a produção

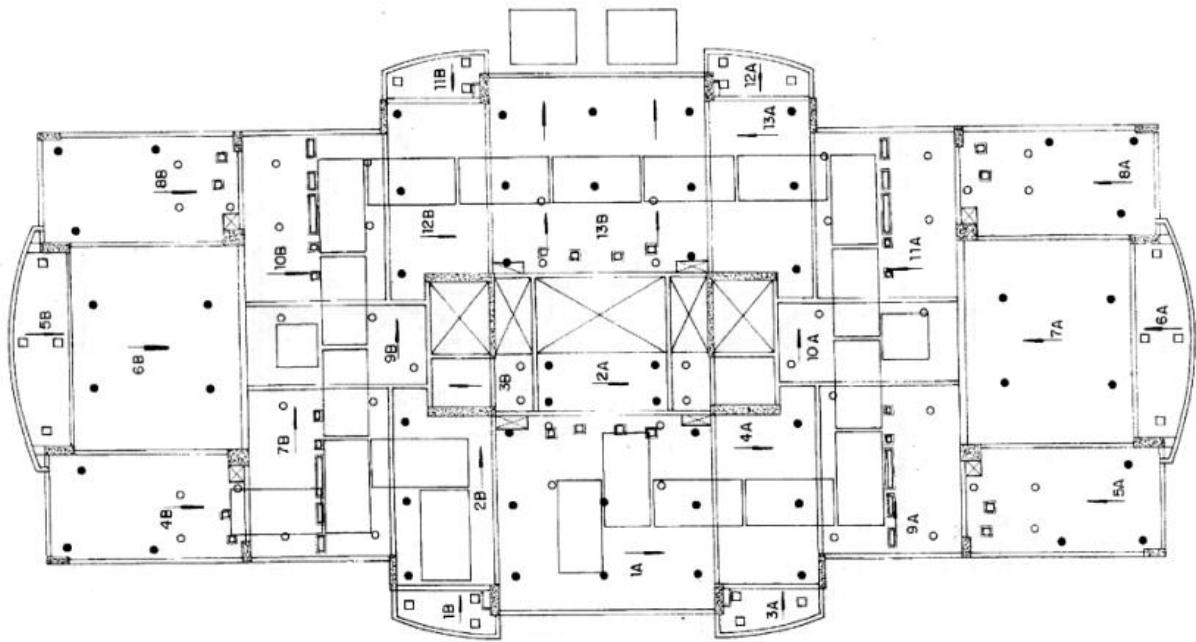
de lajes racionalizadas de concreto armado. A seqüência de figuras indica: o detalhe construtivo de um ponto notável (ralo versus laje); o posicionamento das caixas de passagem para a concretagem; e, por último, todas as informações necessárias para a equipe de produção realizar a concretagem.



**FIGURA 2.1** – Detalhe de projeto para a produção: interface de ralo com laje.  
Fonte: MELHADO; SOUZA, 2002.



**FIGURA 2.2** – Projeto para produção: posicionamento das caixas de passagem.  
Fonte: MELHADO; SOUZA, 2002.



**FIGURA 2.3** – Projeto para produção da laje racionalizada contendo superposição de várias informações: painéis de concretagem, sentido de concretagem em cada painel; posicionamento de taliscas; posicionamento das caixas de passagem e posicionamento dos caminhos de concretagem.  
Fonte: MELHADO; SOUZA, 2002.

Com referência à Figura 2.1, pode-se dizer que nos projetos executivos dos SPHS é indicado no detalhamento da passagem pela laje, que deve ser realizada a impermeabilização, mas não se especifica qual o material impermeabilizante, qual o tipo de argamassa para o chumbamento do ralo, em que ponto deve ser aplicada e etc. Esta é uma diferença, entre outras, entre o detalhamento de uma interface em um projeto-produto e um projeto para a produção.

Outro aspecto constatado por Melhado e Souza (2002) através do estudo de casos é a preferência dos encarregados em trabalhar com o projeto para a produção no formato “A4” (uma vez que neste formato é mais fácil o manuseio em obra. Por outro lado, os projetistas de arquitetura afirmaram que preferem adotar o formato “A1” para o projeto executivo; isto porque é possível a inclusão de todos os detalhes necessários, evitando a elaboração de um caderno dos mesmos em separado, considerados nada práticos e que ainda são geralmente “esquecidos” pela equipe de produção.

Sobre este aspecto, o Quadro 2.1, constante na NBR 10068 – Folha de desenho: leiaute e dimensões (ABNT, 1987), exhibe os tamanhos das folhas “série A” aqui mencionadas.

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES (mm)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	295 x 420
A4	210 x 297

**QUADRO 2.1**– Formatos da série "A" conforme NBR 10068.  
Fonte: ABNT, 1987.

## 2.2 SPHS: diretrizes para projetos e observações quanto às interfaces nas normas brasileiras

As normas que tratam das exigências e recomendações relativas ao projeto, execução, ensaio e manutenção de cada sistema predial hidráulico e sanitário, são as relacionadas no Quadro 2.2.

Sub-sistemas prediais	Normas Brasileiras
SPAF	NBR 5626 (ABNT, 1998) – Instalação predial de água fria
SPAQ	NBR 7198 (ABNT, 1993) – Projeto e execução de instalações prediais de água quente
SPES	NBR 8160 (ABNT, 1999) – Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução
SPAP	NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais

**QUADRO 2.2** – Relação de normas brasileiras para projeto e dimensionamento dos SPHS.

Cada uma das normas acima relacionadas traz conceitos aplicáveis a todos os subsistemas do grupo. A norma do SPES traz recomendações para o processo de projeto, para a qualidade deste e para os agentes intervenientes no processo. A norma do SPAF aborda os principais aspectos relativos às interfaces tratadas no presente trabalho e a questão sobre acessibilidade das tubulações. Para o SPAQ são tratados aspectos correlacionados à geração de ruídos e à dilatação térmica. Outros itens da norma do SPES também fazem recomendações para os problemas de ruído, acessibilidade e desvios para as tubulações, e para o SPAP, são feitas recomendações para a disposição das prumadas.

Para o projeto e detalhamento do SPGC, também aqui abordado devido à sua integração com o de água fria para obtenção de aquecimento, as exigências são as estabelecidas pelas normas: NBR 15526 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações

residenciais e comerciais: projeto e execução (ABNT, 2009) e NBR 13103 – Instalação de aparelhos a gás para uso residencial: requisitos dos ambientes (ABNT, 2006).

Os itens de 2.2.1 ao 2.2.6 tratam separadamente das observações quanto às interfaces para os SPHS. Igualmente, o item 2.3 traz considerações para os projetos do SPGC. Além das normas citadas, outra que trata da questão das interfaces nos projetos dos SPHS é a NBR 15575-6 (ABNT, 2008), comentada no item 3.4 deste trabalho.

### *2.2.1 Responsabilidades dos agentes intervenientes ao longo do processo de projeto*

São sete os agentes que intervêm ao longo do processo de projeto dos SPHS, sendo estes:

#### *O empreendedor (também contratante dos serviços de projeto) <sup>9</sup>*

É responsabilidade do empreendedor fornecer as diretrizes básicas necessárias referentes ao empreendimento para o desenvolvimento dos projetos dos sistemas prediais.

Cabe ao contratante (empreendedor) definir os requisitos de desempenho e estabelecer os critérios de aceitação do projeto; estabelecer os critérios de aceitação após a execução, bem como gerenciar a qualidade dos SPHS. Deve ainda fornecer e orientar em como utilizar o manual de uso, operação e manutenção ao usuário final da edificação.

#### *O projetista*

O projetista dos SPHS deve elaborar o projeto nas suas diversas fases como estabelecido na NBR8160 (ABNT, 1999). Também é de sua responsabilidade elaborar o projeto “como construído”, podendo ainda assessorar o executor elaborando o projeto para produção e os manuais de uso, operação e manutenção dos sistemas.

#### *O executor*

É ao executor que cabem as tarefas de providenciar a contratação do projeto para produção e realizar as respectivas atividades de execução, conforme as especificações de projeto e normas pertinentes. Quanto às alterações de projeto, deve obter aprovação prévia do projetista, para as alterações que se fizerem necessárias face às condições de construtibilidade do sistema, devendo todas estas serem registradas e fornecidas ao projetista. Além da

---

<sup>9</sup> Segundo Souza et al. (2007) é comum no mercado de incorporação o empreendedor ser também o contratante dos serviços de projeto.

elaboração do projeto para a produção, deve ainda o executor gerar os manuais de uso, operação e manutenção assessorados pelo projetista.

#### *Os órgãos públicos*

As concessionárias dos serviços públicos de água e esgoto estão incumbidas de definir critérios, os quais o sistema deva atender, definindo ainda, todas as diretrizes construtivas para a ligação dos SPHS com a rede pública.

#### *O usuário final*

Os condôminos dos edifícios residenciais têm a responsabilidade de seguir as recomendações do manual de uso, operação e manutenção para o correto funcionamento do sistema como um todo.

#### *O gestor dos sistemas prediais nos edifícios residenciais*

A um gestor devem ser atribuídas as responsabilidades de realizar as intervenções que se fizerem necessárias nos SPHS, seguindo as recomendações constantes no manual de uso, operação e manutenção.

### *2.2.2 Procedimentos para a garantia da qualidade do projeto dos SPHS*

Para garantir a qualidade dos projetos foram estabelecidas na NBR8160 (ABNT, 1999) diretrizes que devem ser cumpridas para controlar a qualidade dos processos (projeto e execução) e dos produtos (projeto e sistemas prediais), sendo estes aspectos comentados a seguir.

#### *Controle da qualidade do processo de projeto*

Quanto ao processo de projeto a NBR8160 (ABNT, 1999) estabelece que deva existir controle sobre: o estudo das alternativas de traçados; a verificação do atendimento ao programa de necessidades; a verificação do atendimento às normas e sobre a análise crítica do dimensionamento.

#### *Controle da qualidade no processo de projeto dos SPHS*

Para garantir a qualidade dos projetos dos SPHS, a NBR8160 (ABNT, 1999), estabelece quatro aspectos devem ser controlados ao longo do processo: (1) compatibilização com os

demais subsistemas; (2) verificação das facilidades de construção e manutenção; (3) verificação da adequabilidade do detalhamento da documentação e dos elementos gráficos, tendo em vista as exigências de facilidade de execução do sistema; e (4) registro das não-conformidades encontradas e das soluções adotadas, de forma a poder retroalimentar as diretrizes iniciais.

#### *Controle da qualidade do processo de execução dos SPHS*

Durante o processo de execução dos SPHS deve ser verificado, o atendimento ao projeto e às normas, e os pontos de controle estabelecidos em função das particularidades de cada sistema. Qualquer alteração efetuada deve ser registrada e controlada com vistas a possibilitar a elaboração do projeto “como construído”. O registro das não-conformidades e das soluções adotadas, também deve ser gerenciado, de forma a poder retroalimentar as diretrizes iniciais.

#### *Controle da qualidade sobre o que foi executado*

A realização dos ensaios de recebimento também deve ser observada, bem como, o registro das não-conformidades e das soluções adotadas nesta fase, de forma a poder retroalimentar as diretrizes iniciais. Por fim, as atividades de controle devem estender-se ao uso, operação e manutenção dos SPHS, verificando o atendimento às prescrições dos manuais de uso, operação e manutenção.

#### *2.2.3 Projetos do SPAF*

Uma das exigências gerais para os projetos do SPAF, observada no item 5.6 da NBR 5626 (ABNT, 1998), é sobre o grau de acessibilidade. É recomendado que os projetos garantam uma manutenção fácil e econômica. A norma observa que as soluções projetuais devem considerar as vantagens e desvantagens decorrentes da forma adotada para a instalação das tubulações e dos componentes em geral.

#### *Condições de acessibilidade*

Existem três fatores que condicionam as decisões de projeto, quanto ao grau de acessibilidade às tubulações. O primeiro fator está relacionado ao uso para o qual o edifício se destina, ou seja, devem ser avaliadas as questões quanto à importância da estética das instalações e às conseqüências de vazamentos em partes inacessíveis das mesmas. A destruição de decorações e revestimentos caros pode ser evitada respeitando-se este condicionante. Desta forma, as

questões sobre a existência ou não de procedimentos de manutenção também devem ser discutidas. Neste sentido na NBR 5626 (ABNT, 1998) afirma-se que:

A alta incidência de patologias observada em instalações prediais de água fria de edifícios habitacionais, as dificuldades de identificação das causas patológicas e a quase impossibilidade de reparo em muitos casos reforçam a necessidade de cuidados com a questão da acessibilidade.

Assim, a norma supracitada recomenda que as soluções projetuais observem o princípio da máxima acessibilidade a todas as partes dos SPS:

Esse princípio conduz, em geral, à localização das tubulações de forma totalmente independente das estruturas, alvenarias e revestimentos. Para a passagem e acomodação das tubulações devem ser previstos espaços livres contendo aberturas para inspeção, reparos e substituições sem que haja necessidade de destruição das coberturas. Podem ser utilizados forros ou paredes falsas (...) ou outras disposições igualmente eficazes.

Ainda segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), o segundo fator está relacionado ao valor dos custos de investimento inicial ou de manutenção decorrentes da adoção de condições de acessibilidade. Por exemplo, devem ser avaliados os custos das condições de facilidade de se projetar dutos, de mudar as direções das tubulações, de projetar espaços técnicos com coberturas removíveis, etc.

O terceiro fator diz respeito às características escolhidas para os materiais das tubulações e dos tipos de junta, ou seja, depende da confiabilidade dessas juntas, da flexibilidade do tubo, da resistência à corrosão, etc.

Neste item são discutidas algumas recomendações gerais constantes na NBR 5626 (ABNT, 1998) quanto à interação do SPAF com os sistemas de estrutura e alvenaria.

#### *Passagens das tubulações*

Sempre que houver a necessidade de passar as tubulações através das paredes e estruturas, deve ser considerada a necessidade da livre movimentação da tubulação por meio de luvas ou outro dispositivo igualmente eficaz. O dispositivo deve ser resistente às movimentações estruturais e não abrigar a passagem de outros sistemas prediais como, por exemplo, os de elétrica. Em casos onde houver a necessidade de selar o espaço entre a luva e o tubo, o selo



deve ser flexível para acomodar as deformações (ex.: dispositivo *firestop*, que é um selo intumesciente corta fogo). Nesta interação com os elementos estruturais, deve haver consulta específica ao projetista de estruturas para que a abertura necessária seja adequadamente dimensionada.

#### *Tubulação instalada no interior de piso ou paredes não estruturais*

As cavidades destinadas a acomodar as tubulações de água, em rasgos ou em pré-moldados, não devem afetar a resistência da parte do edifício onde é executada. As tubulações são denominadas de embutidas quando não permite acesso para a manutenção sem a destruição da cobertura. São chamadas de recobertas, quando permite o acesso mediante simples remoção da cobertura (carenagens, por ex.).

Desta forma, devem ser consideradas duas questões básicas: a manutenção e a movimentação das tubulações em relação às vedações. Quanto à movimentação, deve ser garantida a integridade física e funcional do sistema frente aos deslocamentos previstos das paredes ou pisos.

Os espaços livres disponíveis, tais como os interstícios de paredes duplas ou pisos elevados, não devem ser aproveitados de forma improvisada. Esses espaços devem ser considerados de forma integrada no desenvolvimento dos projetos de todos os sistemas.

#### *Sistema de fixação*

No interior dos plenos, a tubulação deve ser fixada ou posicionada através da utilização de anéis, abraçadeiras, grampos ou outros dispositivos. O espaçamento entre suportes, ancoragens ou apoios deve ser adequado, de modo a garantir níveis de deformação compatíveis com os materiais empregados. Neste sentido, a qualidade desse sistema de fixação também deve ser analisada para o caso de ocorrência de incêndio, pois o uso de perfis modulares ou abraçadeiras bem ajustados pode diminuir os riscos, além de facilitar a montagem. Todas essas observações se aplicam igualmente para as tubulações aparentes, que ainda devem receber proteções contra impacto dependendo do local onde forem posicionadas.

#### *Interação com alvenaria estrutural*

Conforme comentado na NBR 5626 (ABNT, 1998), pode ser admitida a instalação de tubulação no interior de parede de alvenaria desde que seja recoberta em duto especialmente

projetado para este fim, com anuência do projetista de estruturas. Desta forma o projeto deve contemplar, como parte integrante deste, a solução adotada para o SPAF.

#### 2.2.4 *Projetos do SPAQ*

Também para o SPAQ, devido à velocidade da água, os ruídos podem ser transmitidos do interior das tubulações para as paredes de alvenarias e estruturas. De acordo com o material da tubulação adotado para a condução de água quente, os efeitos da dilatação e contração térmica também devem ser considerados nas interfaces com a alvenaria e as estruturas. Os tópicos comentados a seguir constam na NBR 7198 (ABNT, 1993).

##### *Velocidade da água*

A velocidade não deve ser superior a 3 m/s, devendo ser limitada a valores compatíveis com o isolamento acústico nos locais onde o nível de ruído possa perturbar o repouso ou o desenvolvimento das atividades normais do usuário.

Dependendo do tipo de material especificado e das peculiaridades da instalação, o projetista deve considerar ainda a necessidade de seu isolamento térmico (Figura 2.4). Para as tubulações que conduzem água quente, não foi encontrado nenhum dado na literatura que comprove ser o isolante térmico ao mesmo tempo um isolante acústico.



**FIGURA 2.4** – Isolamento de tubulação em cobre com espuma de polietileno.  
Fonte: NAKAMURA, 2010.

##### *Dilatação térmica*

Nos projetos do SPAQ também devem ser considerados os efeitos da dilatação e contração térmica da tubulação. As especificações de instalação para cada tipo de material da tubulação devem ser cumpridas. Para essas situações de interfaces, as tubulações não podem ser

solidárias aos elementos estruturais, sendo necessário alojá-las em passagens adequadamente projetadas para este fim. É necessário garantir o perfeito funcionamento do sistema quando as tubulações forem projetadas e executadas de modo a permitirem dilatações térmicas, de acordo com o material, seja por meio de juntas de expansão (conexões especiais), outro dispositivo ou através do seu traçado (liras de dilatação). Os tubos e as conexões devem ser confinados por dispositivos apropriados, de tal forma que permitam as movimentações livremente, e devem minimizar a flambagem dos trechos. No item 3.5 do presente trabalho as juntas de expansão também são comentadas.

Quando as tubulações ou alguns trechos forem projetados e executados sem a possibilidade de dilatação térmica, os tubos e as conexões devem ser ancorados de forma a suportar os esforços mecânicos que surgem em decorrência da restrição à livre dilatação térmica da tubulação. Geralmente é informado nos projetos do SPAQ o tipo e o espaçamento de ancoragem necessário para cada tipo de material empregado na tubulação.

#### *2.2.5 Projetos do SPES*

A fonte consultada para a discussão deste item, sobre os aspectos de acessibilidade, ruídos e desvios, foi a NBR 8160 (ABNT, 1999).

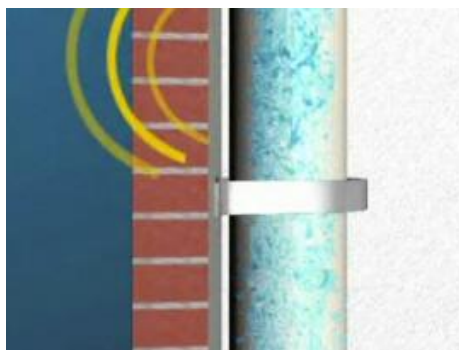
##### *Acessibilidade*

A questão da acessibilidade aos ramais de descarga e de esgoto também deve ser contemplada nos projetos. Os plenos nas áreas comuns ou privativas podem ser visitáveis, dependendo das premissas estabelecidas pelo empreendedor no programa de necessidades. As tubulações nos interstícios entre forro e laje, igualmente, devem permitir fácil acesso para desobstrução e limpeza.

##### *Ruídos*

As tubulações do SPES são as que mais causam problemas de propagação de ruídos nas interfaces com a alvenaria e a estrutura. O fluxo de esgoto, diferente dos fluxos de água fria e quente, causa impacto no interior das tubulações e se propaga pela estrutura predial. Para tanto, atualmente existem disponíveis no mercado tubos e conexões fabricados com PVC mineralizado e ferro fundido, com maior espessura, específicos para o isolamento acústico. Juntas elásticas, abraçadeiras e outros dispositivos especiais, tais como caixas sifonadas com defletores, melhoram o desempenho do sistema. Referente aos ambientes de permanência

prolongada, na NBR 8160 (ABNT, 1999) há alerta para que não sejam passadas as tubulações de esgoto em paredes, rebaixos e forros falsos. Caso não seja possível, devem ser adotadas medidas que atenuem a transmissão de ruído para os referidos ambientes (Figura 2.5).



**FIGURA 2.5** – Representação da propagação de ruído do interior do tubo para parede.  
Fonte: AMANCO BRASIL, 2009.

### *Desvios*

Por vezes existe a necessidade de se alterar o traçado das prumadas de esgoto e ventilação nas interfaces com elementos estruturais (vigas e pilares). Nessas circunstâncias na NBR 8160 (ABNT, 1999) são relacionados alguns aspectos que devem ser observados quanto ao alinhamento e disposição dessas tubulações, comentados a seguir.

Os tubos de queda, sempre que possível, devem ser instalados em um único alinhamento. Quando necessários, os desvios devem ser feitos com peças formando ângulo central igual ou inferior a 90°, de preferência com curvas de raio longo ou duas curvas de 45°.

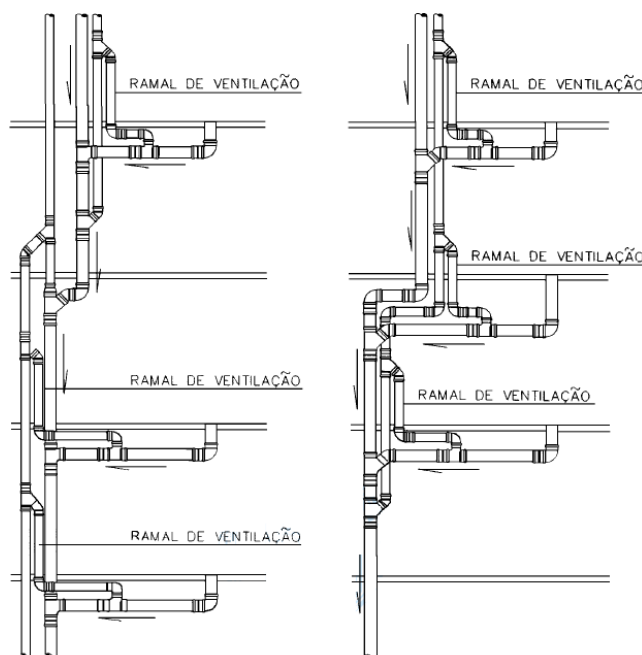
O tubo ventilador primário e a coluna de ventilação devem ser verticais, e também sempre que possível, instalados em uma única prumada. Quando necessárias, as mudanças de direção devem ser feitas mediante curvas de ângulo central não superior a 90°, e com um aclave mínimo de 1%.

Nos desvios de tubo de queda que formem um ângulo maior que 45° com a vertical, devem ser previstos a ventilação de acordo com uma das seguintes alternativas, indicadas na Figura 2.6:

a) considerar o tubo de queda como dois tubos independentes, um acima e outro abaixo do desvio;

b) ou fazer com que a coluna de ventilação acompanhe o desvio do tubo de queda, conectando o tubo de queda à coluna de ventilação, através de tubos ventiladores de alívio, acima e abaixo do desvio.

As setas da Figura 2.6 indicam a mudança de direção dos tubos de queda.



**FIGURA 2.6** – Alternativa para os desvios constante na NBR 8160 para ventilação dos ramos e tubo de queda.

Fonte: ABNT, 1999.

Nas interfaces com outros elementos da alvenaria, tais como vergas de portas e janelas, a extremidade aberta do tubo ventilador primário ou coluna de ventilação deve estar elevada pelo menos a 1,00 m desses componentes de alvenaria. Na interface com a laje de cobertura, a extremidade aberta deve situar-se 30 cm acima. Caso a laje seja destinada a outros fins, a abertura deve estar no mínimo 2,00 m acima da mesma.

### 2.2.6 Projetos do SPAP

Os aspectos discutidos neste item constam na NBR 10844 (ABNT, 1989).

Os condutores verticais para a coleta de água pluvial podem ser colocados externos e também internamente ao edifício, dependendo de considerações de projeto, do uso e da ocupação do edifício e do material dos condutores. Internamente são dispostos no interior de plenos, e neste caso devem ser estudadas as condições de acessibilidade recomendadas nos itens anteriores.

Sempre que possível os condutores de água pluvial devem ser dispostos em uma só prumada. Quando houver a necessidade de desvio de elementos estruturais ou mudança de plenos, a exemplo dos tubos de queda, as curvas devem ser de 90° de raio longo ou de 45°, prevendo-se conexões para inspeção. O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70 mm.

Na interface com a laje de cobertura, devem ser indicados no projeto os cuidados necessários com os drenos, alertando para a necessidade de impermeabilização no local, como exemplifica a ilustração da Figura 2.7.



**FIGURA 2.7** – Cuidados com os drenos na laje: uso de membrana asfáltica com véu de poliéster.  
Fonte: BARROS et al., 2006.

## 2.3 Projetos do SPGC

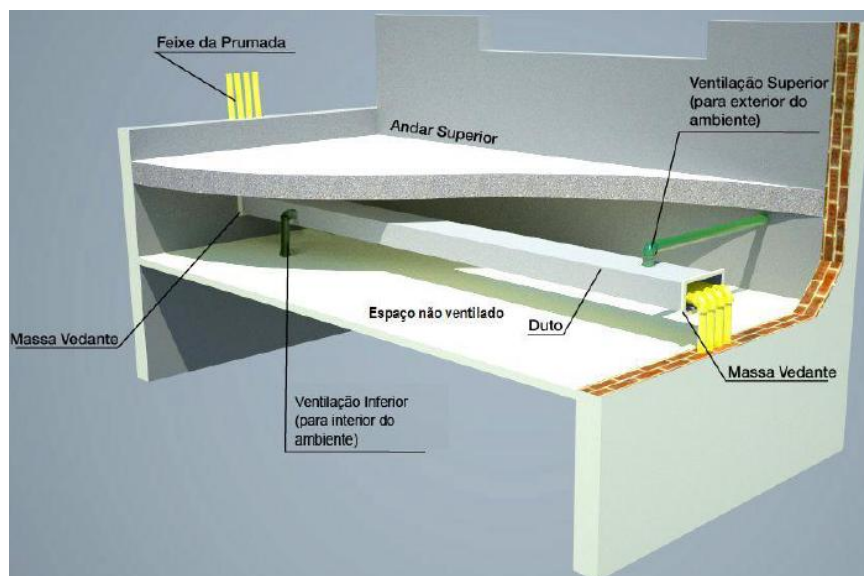
### 2.3.1 Rede de distribuição interna

As condições gerais constantes na NBR 15526 (ABNT, 2009) para o traçado da rede de distribuição interna de gás abrangem três aspectos: (1) que a tubulação seja instalada em locais, que em casos de vazamento, não promovam acúmulo ou concentração do gás; (2) que a tubulação ofereça manutenibilidade, e (3) que ocorra efetiva compatibilidade dos projetos para a sua devida execução. Postas estas premissas gerais, outros aspectos referentes às interfaces entre sistemas conforme a NBR 15526 (ABNT, 2009), devem ser comentados separadamente.

#### *Disposição das tubulações e tubulação aparente*

A tubulação da rede de distribuição interna pode ser instalada de quatro formas: aparente, fixada adequadamente; embutida, com os vazios devidamente preenchidos; alojada em tubos-luva ou enterrada. A rede de distribuição interna de gás aparente não deve passar por espaços confinados. Se esta condição for inevitável, por exemplo, se passar dentro de um pleno ou em

forro falso, deve ser previsto nos projetos dutos ventilados (tubos-luva). Os dutos (tubos-luva) devem possuir duas aberturas no mínimo para a atmosfera protegidas contra a entrada de água, animais e outros objetos estranhos (Figura 2.8).



**FIGURA 2.8** – Exemplo ilustrativo de tubo-luva para passagem de tubulação de gás.  
Fonte: COMGÁS, 2009.

À exceção desses pontos de ventilação, no restante de toda extensão, a tubulação deve ser estanque, protegida contra corrosão, resistente a choques mecânicos, estar adequadamente suportada e possuir opcionalmente dispositivo ou sistema que promova a exaustão do gás eventualmente vazado.

#### *Sistema de fixação*

É importante espaçar os suportes da tubulação de tal forma que não submeta a mesma a esforços que provoquem deformações. Quanto ao contato de dois metais distintos, para as tubulações de cobre, e preciso evitar a formação de pilha galvânica entre o sistema de fixação e a tubulação de gás. O isolamento com material plástico entre ambos os metais impedem o desenvolvimento da corrosão galvânica.

#### *Afastamento mínimo dos demais sistemas prediais*

Os afastamentos entre as tubulações de gás e de elétrica devem corresponder às duas situações descritas no Quadro 2.3, que são de 3 cm para sistemas elétricos isolados em eletrodutos não metálicos ou de 50 cm para sistemas elétricos sem eletrodutos ou isolados em eletrodutos metálicos.

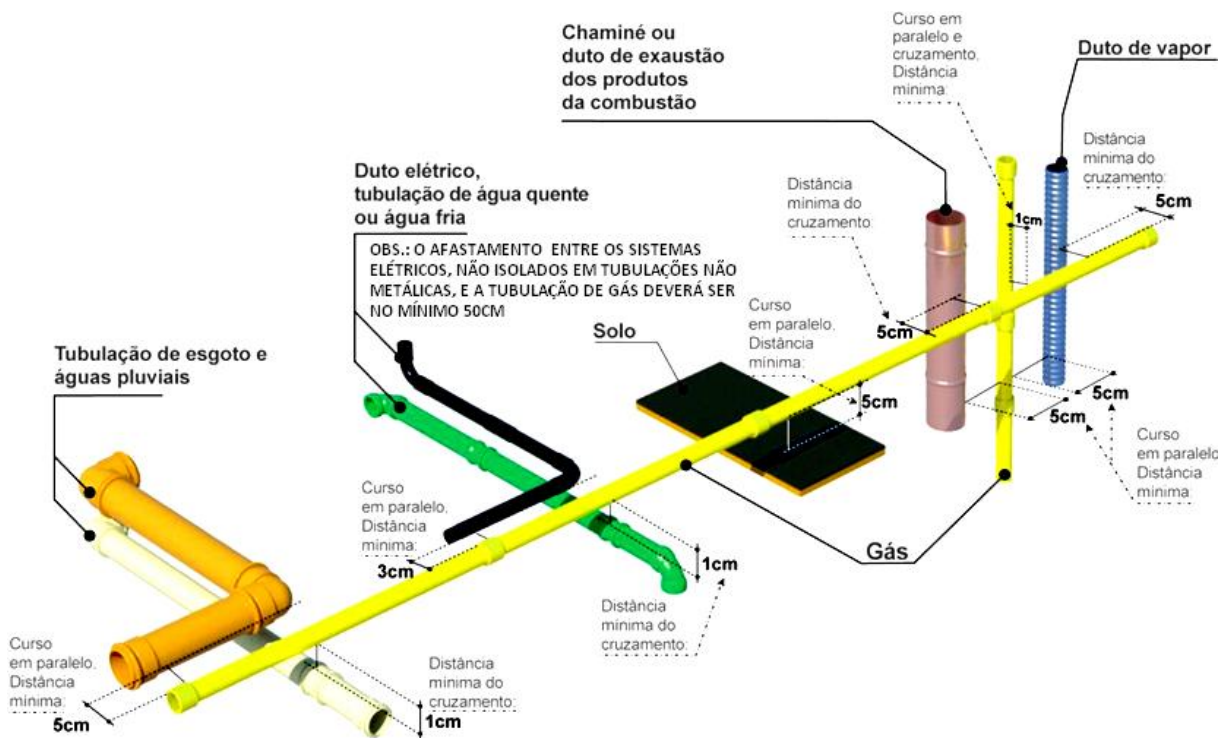
A tubulação embutida da rede de distribuição interna de gás deve manter os afastamentos apresentados no Quadro 2.3, que estão respectivamente ilustrados na Figura 2.9.

Tipo	Redes em paralelo <sup>b</sup> mm	Cruzamento de redes <sup>b</sup> Mm
Tubulações de gás	10	10
Tubulação de água quente e fria	30	10
Outras tubulações (águas pluviais, esgoto)	50	10
Chaminés (duto e terminal)	50	50
Tubulação de vapor	50	10
Sistemas elétricos de potência em baixa tensão isolados em eletrodutos não metálicos	30	10 (com material isolante aplicado na tubulação de gás)
Sistemas elétricos de potência em baixa tensão isolados em eletrodutos metálicos ou sem eletrodutos <sup>a</sup>	500	c

<sup>a</sup> cabos telefônicos, TV e telecontrole não são considerados sistemas de potência.  
<sup>b</sup> considerar afastamento suficiente para permitir a manutenção  
<sup>c</sup> nestes casos, a instalação elétrica deve ser protegida por eletroduto numa distância de 50 mm para cada lado e atender a recomendação para sistemas elétricos de potência em eletrodutos em cruzamento.

**QUADRO 2.3** – Afastamento mínimo entre as tubulações de gás e demais conforme NBR 15526.

Fonte: ABNT, 2009.



**FIGURA 2.9** – Exemplo de afastamentos mínimos entre os sistemas prediais.

Fonte: COMGÁS (2009).



### *Tubulações embutidas*

Aconselha-se evitar os percursos horizontais das tubulações de gás ao longo de paredes ou muros, pois ao fragilizar estas vedações podem ocorrer tensões sobre a tubulação.

A tubulação interna embutida pode atravessar, transversal ou longitudinalmente, elementos estruturais (lajes, vigas e paredes). Nestes casos, a tubulação de gás embutida não pode ter contato com estes elementos para evitar as tensões estruturais. Conforme recomendado pela referida norma, caso sejam utilizados tubos-luva para a confecção das passagens pelas estruturas, a relação da área da seção transversal da tubulação de gás e do tubo-luva deve ser de no mínimo 1 para 1,5.

No caso do percurso das tubulações de gás ocorrer em espaços intersticiais entre andares, verificar as exigências contra propagação de fogo e fumaça. Para os espaços internos nas paredes de gesso acartonado, a tubulação de gás deve ser envolta por revestimento maciço (sem vazios), como por exemplo, argamassa de cimento e areia. A utilização da argamassa elimina outros tipos de revestimento inadequados, como materiais porosos, heterogêneos e potencialmente corrosivos.

#### *2.3.2 Dutos dos aquecedores de passagem individuais*

O sistema de aquecimento aqui abordado é o de passagem, com sistema conjugado ou não, de circuito aberto (utiliza o ar do ambiente) com duto de exaustão natural, sendo um para cada unidade privativa<sup>10</sup>. O sistema conjugado possui, além do aquecedor de passagem, um reservatório de água quente com termostato que faz a água circular pelo sistema. Neste sistema de aquecimento há obrigatoriedade de aberturas permanentes de ventilação no ambiente onde o aparelho é instalado. Geralmente o equipamento é instalado em áreas de serviço abertas ou terraços técnicos de cada apartamento. Desta forma, para esta condição de projeto e referente às interfaces com a alvenaria e estrutura, a NBR 13103 (ABNT, 2006) possui algumas recomendações.

---

<sup>10</sup> Neste item estão sendo observadas somente as recomendações para aquecedores de passagem, com chaminés individuais de tiragem natural diretamente para o exterior, pois foi a situação encontrada nos estudos exploratórios e de caso desta pesquisa. Não estão sendo discutidas as situações para chaminé coletiva ou ligadas a duto coletivo. As chaminés individuais com exaustão forçada também não são abordadas.

### *Diâmetro mínimo das aberturas dos terminais*

O ambiente que contém o aparelho com duto de exaustão, deve contar com uma abertura para a passagem da chaminé para o exterior, não sendo permitidas aberturas em prismas de ventilação. Para as estruturas de concreto armado, é necessário observar a interferência com a viga de borda, e para a alvenaria estrutural, os pontos onde há grauteamento. Assim, caso ainda não esteja definido no projeto o aquecedor e o respectivo cálculo da chaminé para a definição do diâmetro de passagem, deve-se adotar para a compatibilização de projetos, um diâmetro mínimo de 0,15 m.

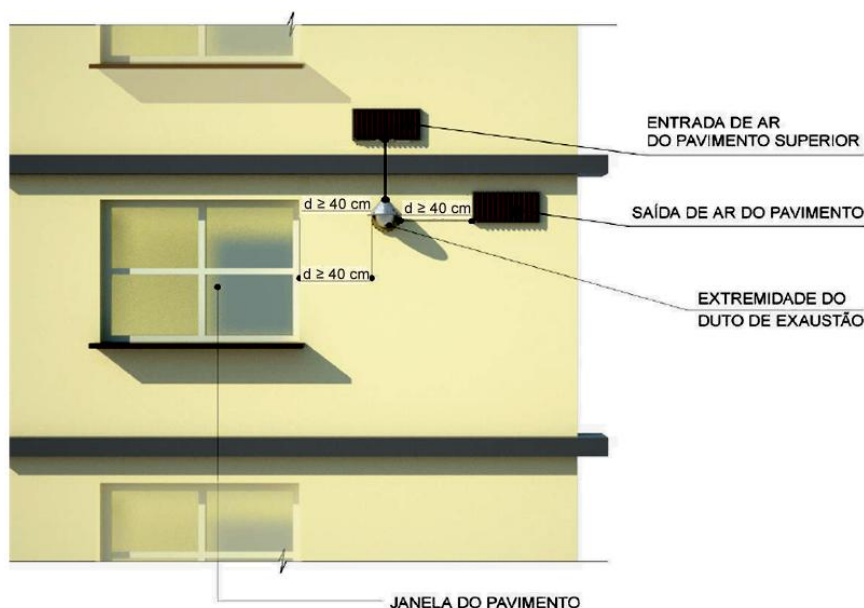
### *Percurso da chaminé (duto de exaustão)*

O percurso da chaminé é interno à edificação, sendo necessário evitar ao máximo curvas, desvios e projeções horizontais, para o perfeito funcionamento da exaustão, sendo proibido qualquer tipo de emenda, salvo as conexões. A fixação indevida da chaminé, tanto ao aparelho quanto ao terminal, também pode incorrer em vazamento do produto da combustão no ambiente. A passagem da chaminé por ambientes desprovidos de ventilação permanente é proibida.

### *Distâncias entre a saída de exaustão e aberturas na face exterior da parede*

A abertura de exaustão na face exterior da parede deve respeitar os seguintes afastamentos:

- 0,60 m da projeção vertical das tomadas de ar-condicionado;
- 0,10 m da face da edificação;
- 0,40 m: de janelas de ambientes de permanência prolongada; abaixo de beirais de telhados, balcões ou sacadas; de qualquer tubulação; de outras paredes do edifício ou obstáculos que dificultem a circulação do ar – tiragem natural (ver Figura 2.10).



**FIGURA 2.10** – Exemplo de distâncias entre janelas ou aberturas e terminal de exaustão ( $\geq 40$  cm).  
Fonte: COMGÁS (2009).

## 2.4 Projeto para a produção dos SPHS

Após o detalhamento de especialidades da fase de projeto executivo descrita na NBR 15575-6 (ABNT, 2008), pode-se elaborar o projeto para a produção dos SPHS, bem como o manual de uso, operação e manutenção dos sistemas.

O projeto para a produção dos SPHS deve considerar as interfaces físicas com os demais subsistemas especificando detalhadamente o modo de execução e a sucessão das etapas de trabalho. Este processo permite, entre outros fatores, o aumento da produtividade e melhor controle da qualidade da execução, evitando futuros problemas de manutenção ou patologias.

Neste sentido, os projetos de lajes racionalizadas, contrapiso, alvenaria, impermeabilização, paginação de componentes de revestimento e acabamento, compatibilizados com os componentes e traçados dos SPHS, são exemplos de projeto para a produção citados por Novaes (1996).

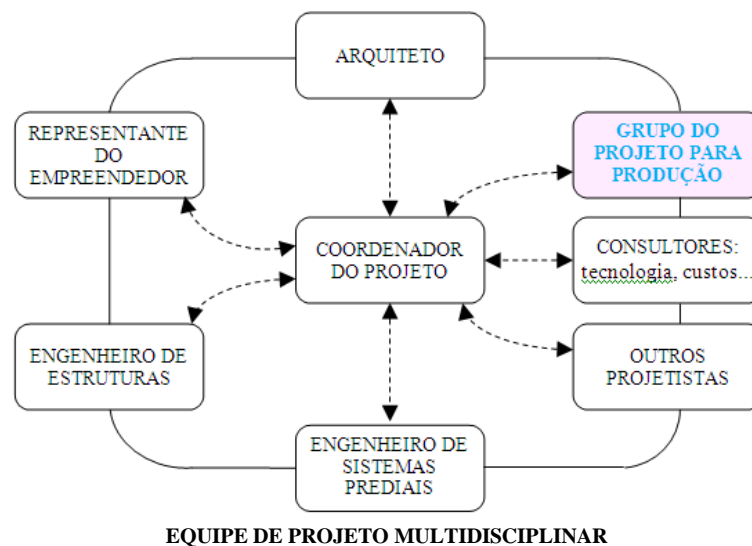
Para as interfaces entre os sistemas prediais e o de revestimento de pisos, por exemplo, Melhado e Barros (1993)<sup>11</sup> citados por Novaes (1996), fazem o seguinte comentário sobre a racionalização obtida a partir da elaboração de um projeto para produção:

<sup>11</sup>MELHADO, S. B; BARROS, M. M. S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**. São Paulo: EPUSP/ITQC, 1993. Apostila do curso qualidade e produtividade na construção civil.

A partir da elaboração de um projeto de contrapisos em que se busque compatibilizar as espessuras dos revestimentos, declividades dos ambientes e ainda outras interferências, tais como as tubulações embutidas, por exemplo, é possível passar dos usuais 8,0 cm de espessura para 3,0 ou 4,0 cm, o que resulta numa economia significativa, pois além de se economizar no consumo de aglomerante, economiza-se também, na areia e no consumo de mão-de-obra, obtendo-se inclusive maior produtividade, em função da maior facilidade de execução de reduzidas espessuras.

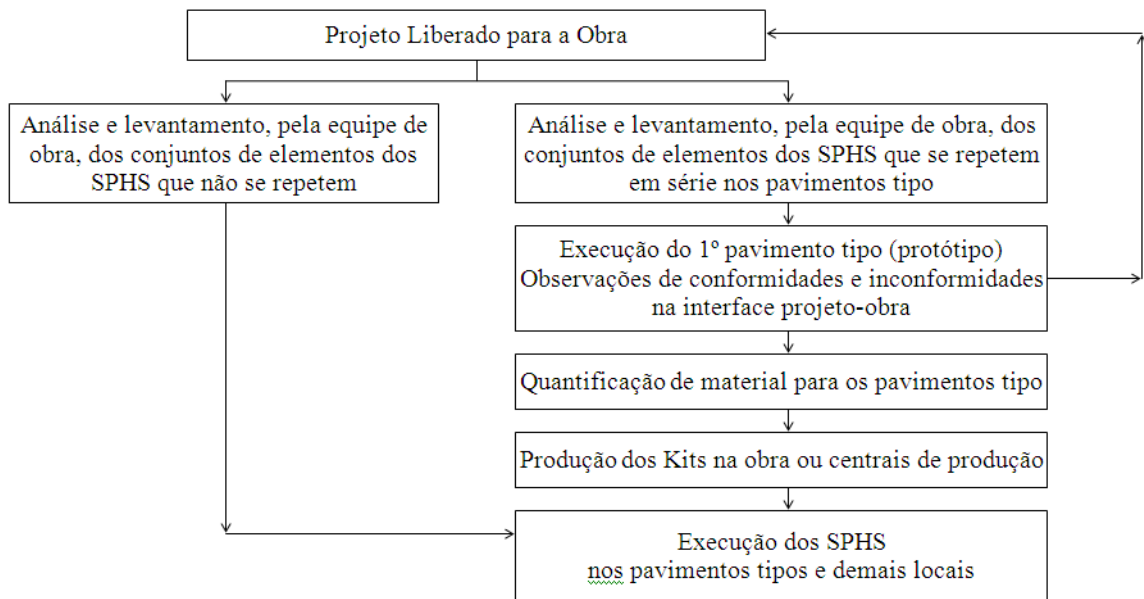
O processo de produção seriada de componentes, e a sequência de montagem dos mesmos, é outro item de um projeto para produção. Para exemplo, podem ser citados o processo de produção dos “kits” hidráulicos, os *shafts* visitáveis e o sistema de fixação. No item 3.5 adiante, a Figura 3.24 exemplifica o detalhamento para a produção de um sistema de fixação para tubulação de água quente. O processo pode ser considerado como uma ação preventiva para evitar problemas de manutenção ou patologias futuras.

Como comentado no item 2.2.1, o projetista de sistemas prediais, conforme contrato estabelecido com o empreendedor pode auxiliar na elaboração do projeto para a produção dos SPHS ou desenvolvê-lo. Contudo, é mais comum existir uma equipe específica para o desenvolvimento desses projetos como indicado por Melhado (1994) na Figura 2.11.



**FIGURA 2.11** – Equipe de projeto multidisciplinar: interação com grupo do projeto para produção. Fonte: MELHADO, 1994.

Ou ainda, a própria equipe de execução realizar, por exemplo, o levantamento nos projetos executivos dos elementos que se repetem no pavimento tipo e esboçar o projeto para a produção em folhas comuns, para ser enviado às centrais de produção de kits hidráulicos. A Figura 2.12 é um exemplo deste processo (AMORIM, 1997).



**FIGURA 2.12** – Etapas do processo de produção de “Kits” hidráulicos.  
Fonte: AMORIM, 1997.

A intenção deste item foi a de comentar, em linhas gerais, sobre os aspectos que devem ser abordados em um projeto para a produção dos SPHS, que por vezes é confundido com o detalhamento de especialidades encontrado nos projetos executivos.

Através da literatura (PALIARI, 2008 – p.208) observa-se que ainda é muito comum a equipe responsável pela execução dos sistemas prediais fazer o levantamento dos conjuntos de elementos e o respectivo “esboço” para a produção. O estudo de casos do presente trabalho constata esta realidade. Os detalhamentos para essas interfaces construtivas são um serviço mais difícil e moroso de ser elaborado, e por isto acredita-se que os custos adicionais para esta fase de projeto ainda é uma questão a ser discutida.

## 3 AS INTERFACES FÍSICAS NOS PROJETOS DOS SPHS

Para um melhor entendimento da discussão do presente trabalho, neste capítulo são discutidos de uma forma geral, os conceitos sobre interface, sistema, integração de sistemas e requisitos e critérios de desempenho. A consideração desses aspectos na elaboração dos projetos é um fator condicionante para a obtenção de melhores qualidades tanto nos projetos dos SPHS, quanto no desempenho do que foi projetado.

Para o projeto dos SPHS dialogar com os responsáveis pela execução, com objetividade e clareza, sem gerar dúvida entendimento das informações nele contidas, é necessário um detalhamento rico em informações, mas simples de entendimento e estas devem ser fruto da interação multidisciplinar ainda nos estudos preliminares. Desta forma, o presente capítulo discute também, sobre como as soluções são resolvidas ao longo de cada fase do processo de projeto dos SPHS.

### 3.1 Conceito de interface física em projetos

Segundo Cruz (2006), é natural tentar compreender a origem do termo “interface”, pois o fato de um determinado termo<sup>12</sup> fazer parte de vários enunciados nas mais diversas áreas atuais do conhecimento chama atenção para a emergência de um possível novo paradigma epistemológico<sup>13</sup>.

Na versão multimídia, Ferreira (2004) possui as seguintes definições, dentre outras, para interface:

[De inter- + face; ingl. interface.]

S. f.

1. Dispositivo físico ou lógico que faz a adaptação entre dois ou mais sistemas independentes.
2. Conjunto de elementos comuns entre duas ou mais áreas de conhecimento, de interesse, etc.
3. Ecol.: Área de fronteira entre regiões adjacentes, e que constitui ponto em que interagem sistemas independentes de diversos grupos.
4. Fís.: Superfície que separa duas fases de um sistema.
5. Inform.: Interconexão entre dois equipamentos que possuem diferentes funções e que não se poderiam conectar diretamente, como, p. ex., o modem (q. v.).

<sup>12</sup> Conjunto de duas ou mais palavras que funcionam como uma unidade que denomina um conceito.

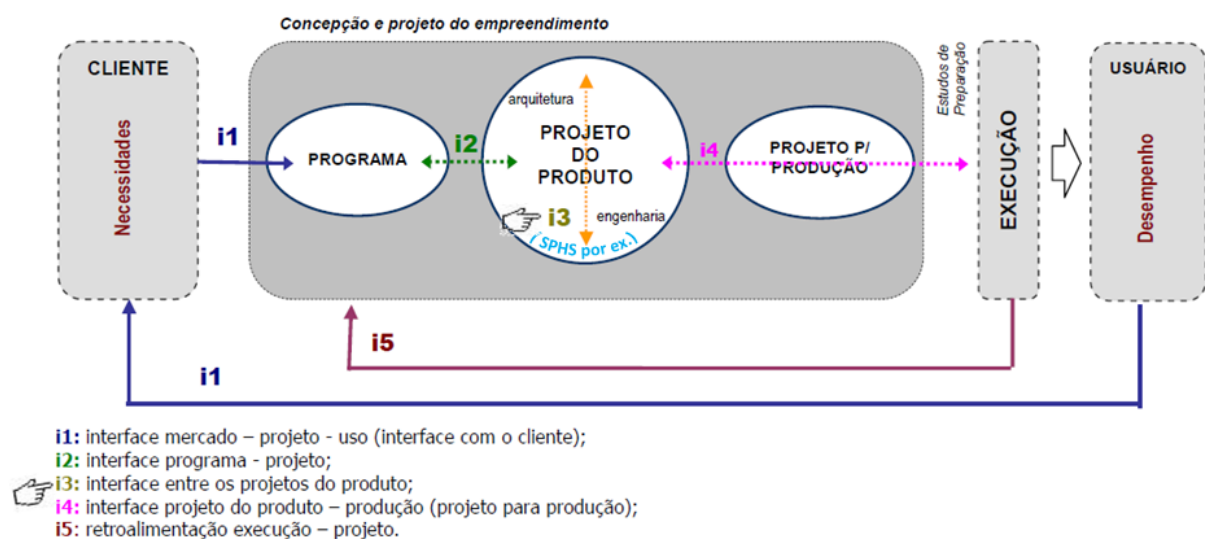
<sup>13</sup> Métodos que objetivam o conhecimento científico, visando a explicar os seus condicionamentos (sejam eles técnicos, históricos, ou sociais, sejam lógicos, matemáticos, ou lingüísticos), sistematizar as suas relações, esclarecer os seus vínculos, e avaliar os seus resultados e aplicações.

Cruz (2006) observa ainda que a primeira definição do dicionário já impõe uma leitura científica, ao usar os termos “dispositivos” e “sistemas”. A terceira definição traz as noções de “meio”, “comunicação” e “interação”, sendo bastante próxima das definições dos âmbitos da física e da informática. Em suma, a autora diz que todas estas definições se afastam do uso cotidiano e privilegiam uma conceituação do discurso científico, observando ainda que a origem da palavra é de língua inglesa e é hegemônica no discurso científico mundial.

Seguramente, uma das coisas que se pode então afirmar no contexto desta pesquisa, é que “interface” é o ponto, área ou superfície física ao longo da qual dois ou mais sistemas com funções distintas e independentes se encontram e interagem em harmonia ou em desconformidade devendo ser prevista e caracterizada nos detalhes de projetos.

Esta argumentação explica o emprego do termo “interfaces físicas de projetos” no título deste trabalho, permitindo fazer distinção de outras interfaces - tais como as contratuais e organizacionais - também existentes no processo de produção de projeto, fabricação e execução de um subsistema específico do edifício. Novaes (1996) também comenta sobre as contratuais. Explica que as responsabilidades pela elaboração e nível de detalhamento dos diversos projetos considerados, entre outros fatores tais como a compatibilização de soluções projetuais e respectiva análise crítica, devem ser previstos em documentos para a contratação de profissionais.

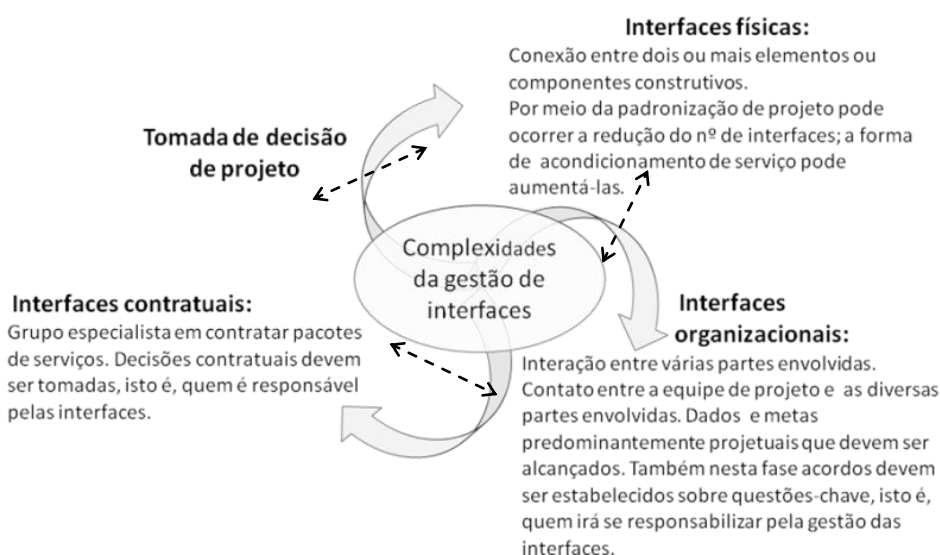
Fabrício e Melhado (2001) também apontam cinco tipos de interfaces na integração do processo de projeto. A interface entre os projetos do produto é a “i3” indicada na Figura 3.1.



**FIGURA 3.1-** Interfaces do processo de desenvolvimento de produto na construção de edifícios.  
Fonte: Adaptado de FABRÍCIO; MELHADO, 2001.

As demais interfaces que ocorrem na integração do processo de projeto são: (i<sub>1</sub>) interface mercado-projeto, (i<sub>2</sub>) interface programa-projeto, (i<sub>4</sub>) interface entre o projeto do produto e da produção e finalmente a (i<sub>5</sub>) interface com a obra: a de retroalimentação para o projeto.

Para as interfaces no processo total de fabricação de fachadas, Pavitt e Gibb (2003) discutem sobre os problemas que ocorrem entre as articulações e conexões das mesmas e os diferentes elementos construtivos dos outros subsistemas do edifício, nos âmbitos de: (1) projeto, (2) fabricação e (3) execução de fachadas pré-fabricadas de concreto. O estudo desses autores abrange todo o processo de produção de uma vedação típica pré-fabricada de concreto no Reino Unido. A gestão deste processo é denominada pelos autores como “*interface management*” e é categorizada nas seguintes interfaces: (1) físicas, (2) organizacionais e (3) contratuais, podendo ser melhor entendida através da Figura 3.2.



**FIGURA 3.2-** Projeto de tomada de decisões relativas à gestão de problemas de interfaces de fachadas pré-fabricadas de concreto.

Fonte: PAVITT; GIBB, 2003.

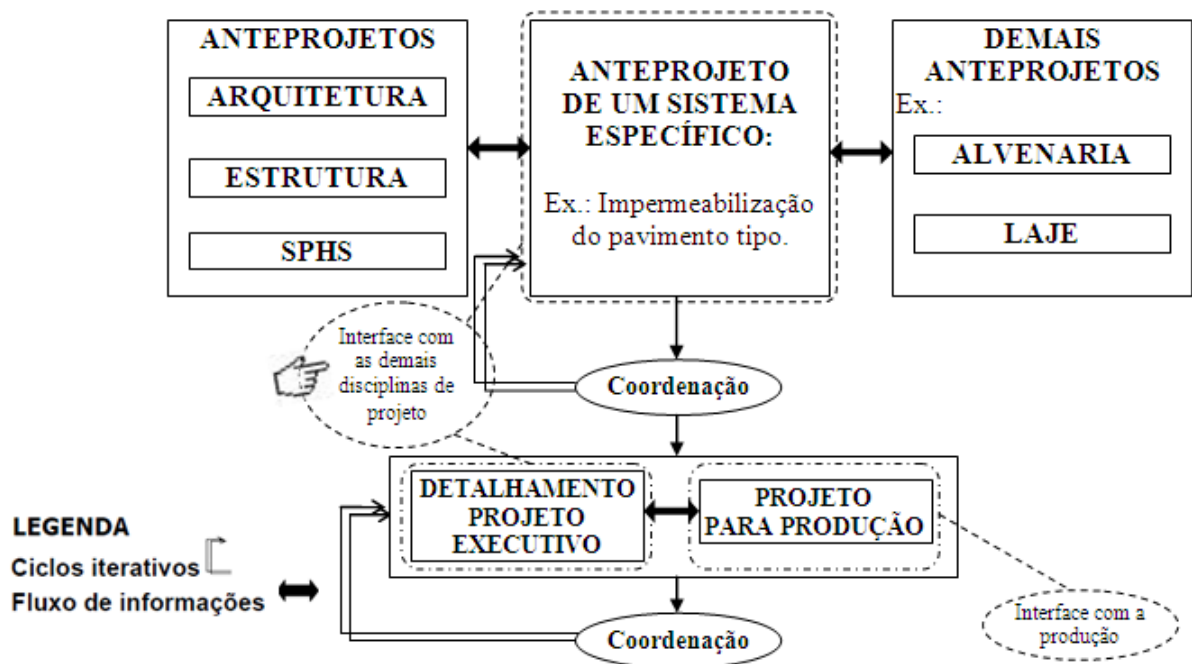
Farina (2002) cita em seu trabalho que “o cumprimento das normas técnicas em Sistemas Prediais é uma tarefa indiscutivelmente delicada, pois há uma grande diversidade de especialidades e inúmeras interfaces entre sistemas (...) a ser consideradas.”

Desta forma, o emprego do termo “interface” em várias pesquisas (FABRÍCIO; MELHADO, 2001; FARINA, 2002; PAVITT; GIBB, 2003) corrobora que o mesmo tem sido utilizado atualmente em caráter técnico na engenharia civil para discorrer sobre pontos comuns, com interferências ou não, entre dois ou mais sistemas construtivos.



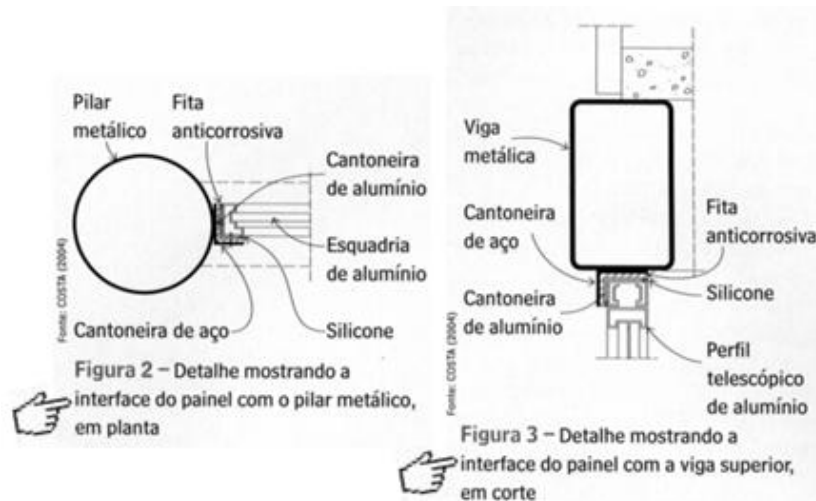
As Figuras de 3.3 a 3.5, também denotam o emprego do mesmo termo por diferentes autores, que se referem aos detalhamentos de projetos executivos e para a produção de distintos subsistemas da edificação, evidenciando que os detalhamentos potencializam a obtenção de maior qualidade nos projetos dos sistemas em geral.

A Figura 3.3 indica que já na fase de anteprojeto devem ser analisadas as interfaces com os demais. O objetivo é detalhar no projeto executivo os dispositivos físicos necessários para atender aos requisitos mínimos de desempenho nestas interfaces.



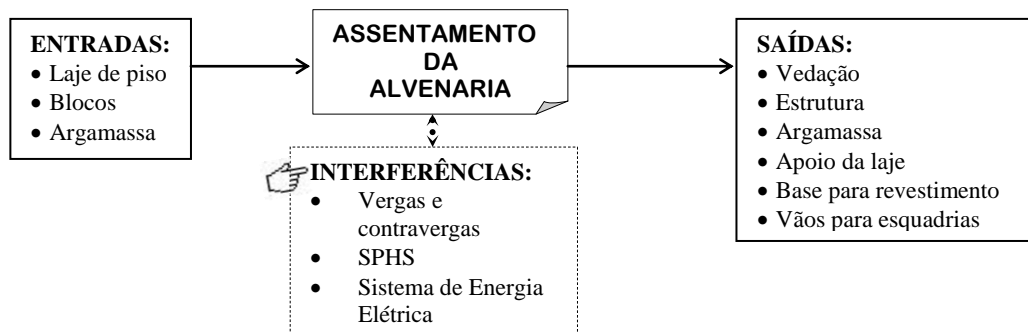
**FIGURA 3.3** – Consideração de interfaces multidisciplinares no processo de elaboração de projeto.  
Fonte: MELHADO; SOUZA, 1998.

A Figura 3.4 exemplifica os detalhamentos construtivos para as interfaces físicas entre dois tipos diferentes de estruturas metálicas, onde é indicado o uso de uma fita anticorrosiva, pois dois metais de natureza química distintas sofrem oxidação ao longo do tempo (formação de pilha galvânica), comprometendo o desempenho das estruturas devido à corrosão.



**FIGURA 3.4** – Interfaces físicas entre estrutura metálica, perfis de alumínio e laje de concreto.  
Fonte: ARAÚJO; COSTA; SOUZA, 2005.

Na Figura 3.5 é esquematizado o processo de assentamento de alvenaria em função da consideração de interfaces físicas com demais subsistemas.



**FIGURA 3.5** – Interfaces do processo de assentamento de alvenaria.  
Fonte: SOUZA, 1998.

Tudo isso fortifica a importância do estudo das interfaces físicas geradas entre os projetos dos SPHS e demais, pois de forma análoga aos estudos aqui citados, contribui para um melhor desempenho global da edificação.

### 3.2 Conceitos de Sistema, Sistemas Prediais e Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários

Ainda hoje é comum encontrar em diversas fontes bibliográficas o emprego inadequado do termo “instalações prediais”. Já na década de noventa, entre outros autores, Gonçalves (1994) alertava para o fato da necessidade de se entender o que é um sistema, para que em

substituição à denominação usual de “instalações prediais” fosse empregada a correta de “sistemas prediais”. Mas, o que é um sistema?

Conceitualmente, pode-se afirmar que um sistema é uma reunião coordenada e lógica de princípios ou idéias relacionadas de modo que abranjam um determinado campo do conhecimento. Já o significado físico de sistema, pode ser traduzido como uma reunião de dois ou mais elementos que, coordenados entre si e intimamente relacionados, funcionam como estrutura organizada para desempenhar funções específicas.

Churchman (1972), clássico por vezes citado também na literatura de Sistemas Prediais, conceitua sistemas e subsistemas na seguinte lógica: um sistema é composto por vários subsistemas e estes por sua vez, são compostos por elementos associados que atuam juntos na consecução do objetivo global do todo.

De maneira análoga às afirmações anteriores, é possível afirmar que o edifício é um macro sistema composto por diferentes subsistemas, que por sua vez, quando analisados individualmente, também são sistemas compostos por uma associação de elementos organizados para desempenhar funções específicas.

Com bases na teoria de Churchman (1972), Ilha (1993) fez a seguinte definição holística<sup>14</sup> para o edifício como sistema: “(...) um edifício é um sistema composto por diversos subsistemas que se inter-relacionam, onde o melhor desempenho não se reduz a uma boa solução de cada parte isoladamente, mas na conjugação de todas para atender às funções a que o edifício se destina.”

Segundo a NBR 15575-1(ABNT, 2008) o subsistema de um edifício é o conjunto de elementos e componentes, que cumprem uma macro função, como por exemplo, fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias e cobertura.

Assim, numa ordem crescente pode-se afirmar que material é aquele que o componente é constituído; a reunião de dois ou mais componentes forma os elementos. Segundo consta na NBR 5626 (ABNT, 1998), para os SPHS, os componentes são os tubos, as conexões e válvulas, por exemplo, que juntos compõem elementos tais como os ramais. O conjunto de

---

<sup>14</sup> Síntese de unidades em totalidades organizadas. Teoria segundo a qual um todo é indivisível e que não pode ser explicado pelos seus distintos componentes, considerados separadamente.

sub-ramais, ramais, colunas e outros elementos constituem um sistema predial, o de água fria, por exemplo.

Esses conceitos também são descritos por Ricketts (2001, p.13) que comenta sobre a composição de um sistema partindo-se de uma unidade elementar. Da mesma forma, Farina (2002, p.14) diz que “um sistema pode ser composto por vários níveis ou subsistemas, cada vez compostos por menores quantidades de elementos associados, até que se reduzam a componentes únicos que apresentam funções elementares”.

Abriu-se aqui um espaço para frisar um padrão de linguagem técnica: quando o edifício não é tomado como referencial e o centro da discussão é os subsistemas e suas interfaces, os mesmos são chamados de sistemas, do contrário são designados por subsistemas.

Para melhor entender os subsistemas do edifício, Amorim (1989) listou as seguintes informações conforme a classificação da norma ISO 6241 – *Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered* (ISO, 1984)<sup>15</sup>:

- Estrutura: fundações e superestrutura.
- Vedações verticais: externas e internas.
- Vedações horizontais:
  - Externas: coberturas e piso externo.
  - Internas: forros e piso interno.
- Escadas e rampas de acesso: internas e externas.
- Serviços: compreendem todas as instalações de suprimento e disposição de água, controle térmico e ventilação, suprimento de gás, suprimento de energia elétrica, telecomunicações, transporte mecânico e segurança e proteção.

Os Sistemas Prediais coincidem com o subsistema serviços no edifício e foram definidos por Gonçalves (1994) como: “... um conjunto físico de elementos, integrados a um edifício, que tem por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos<sup>16</sup> prediais necessários e propiciando os serviços requeridos”. Ali e Armstrong (2006) também os definem como sistemas que tornam o edifício funcional e habitável. Esses sistemas na



---

<sup>15</sup> INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered** – ISO 6241. London, 1984.

<sup>16</sup> Por exemplo, água, energia elétrica e gás combustível.

língua inglesa são denominados por *building services* e também por *MEP systems: mechanical* (ar condicionado, por exemplo), *elétrical* (elétrica) *and plumbing systems* (SPHS).

Paliari (2008, p.53) afirma que a classificação dos sistemas prediais está relacionada ao tipo de insumo ou serviço requerido pelo usuário da edificação. Assim, a cada insumo e/ou serviço pode-se associar um sistema predial com as características próprias (materiais, tipos de conexões, traçados, inserção no cronograma de execução da obra, entre outros) e com requisitos de desempenho distintos. Neste sentido, Farina (2002) exemplificou alguns destes sistemas prediais conforme exibido no Quadro 3.1.

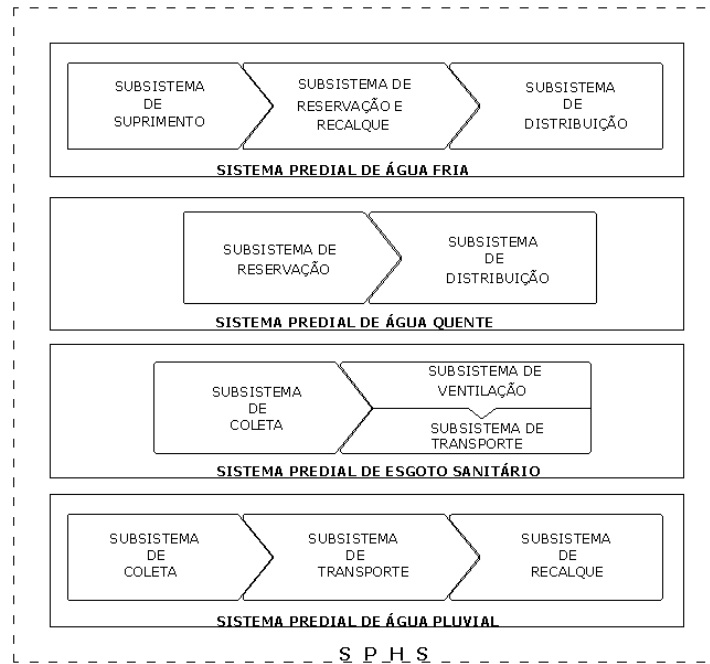
SISTEMAS PREDIAIS	SUBSISTEMAS
 <b>SPHS</b>	Sistema Predial de Água Fria Sistema Predial de Água Quente Sistema Predial de Esgoto Sanitário Sistema Predial de Água Pluvial
SISTEMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	Sistema de Hidrantes Sistema de Chuveiros Automáticos Sistema de Detecção de Fumaça e Alarme Sistemas de Pressurização de Escadas
SISTEMAS DE SUPRIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	<b>Sistema de Gás Combustível</b>  Sistema de Energia Elétrica Sistema de Geração de Energia Eólica Sistema de Geração de Energia Solar
SISTEMAS DE CONFORTO TÉRMICO E VENTILAÇÃO	Sistema de Ar Condicionado Sistemas de Iluminação Sistema de Ventilação e Exaustão Sistema de Calefação
SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÃO	Sistema de Telefonia Sistema de TV Sistema de Interfonia Sistema de Lógica ou Informática
SISTEMAS DE TRANSPORTE	Sistema de Elevadores Sistema de Esteira e escada Rolante
SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO (...)	(...)

**QUADRO 3.1**– Exemplos de Sistemas e Subsistemas Prediais.

Fonte: Adaptado de Farina, 2002.

Dentre os vários sistemas prediais (Quadro 3.1) estão os SPHS e o Sistema Predial de Gás Combustível (SPGC); assim como nos termos anteriores, são denominados como um conjunto de sistemas que se inter-relacionam para desempenhar as funções específicas de suprimento de água fria, quente e gás combustível e de coleta e disposição final de esgoto e água pluvial.

Os SPHS são classificados nos subsistemas ilustrados na Figura 3.6. Embora o Sistema Predial de Prevenção e Combate a Incêndios (SPPCI) também utilize água como insumo, não pertence aos SPHS; o serviço requerido deste sistema é a segurança contra a ação do fogo e não será abordado nesta pesquisa.



**FIGURA 3.6–** Representação dos SPHS.

No sentido de “juntar-se, tornar-se parte integrante” pode-se notar, nas definições anteriores, que o termo “na conjugação de todas as partes” remete ao de “enfoque sistêmico” e “integração de sistemas”.

Da mesma forma, o termo “desempenhar funções” pensando nas atividades dos usuários, remete ao de “desempenho de sistemas”. Isto indica que o assunto tratado na presente pesquisa está muito relacionado com o de (1) enfoque sistêmico, (2) de integração de subsistemas dos edifícios e com o de (3) requisitos e critérios de desempenho para edifícios habitacionais (Figura 3.7).



**FIGURA 3.7–** Assuntos correlacionados ao conceito de Sistema.

O segundo é um assunto atual muito discutido internacionalmente e geralmente é denominado pelos termos “*building integration*” e “*systems integration*”. O terceiro é tratado no conjunto de normas da NBR 15575 (ABNT, 2008). Logo, existe a necessidade de se discutir esses três aspectos separadamente.

### 3.2.1 *O enfoque sistêmico como condição para integrar os subsistemas do edifício*

A discussão deste item é oportuna para evidenciar o âmbito da presente pesquisa, pois o aprimoramento das soluções para as interfaces físicas que envolvem os projetos dos SPHS faz parte do processo de integração dos subsistemas do edifício: melhor detalhamento implica em maior compatibilidade que, por sua vez, também implica em melhor desempenho de todos os sistemas envolvidos. Nestas condições são gerados maior simplicidade de execução, como também manutenibilidade, acessibilidade, prolongamento da vida útil e benefícios econômicos na implantação desses sistemas.

Buchanan (1995) <sup>17</sup> citado por Ali e Armstrong (2006) diz que: “O embasamento científico de um projeto não deve consistir na consideração de uma ou outra ciência em específico... Muito pelo contrário, deve considerar a conexão e a integração de todos os conhecimentos das artes e ciências envolvidas”.

Contudo, a integração de sistemas nem sempre deve ser realizada. Por exemplo, referente ao isolamento dos sistemas prediais, Amorim (1989, p.50) diz que os componentes sanitários com utilização de energia elétrica (bombas, aquecedores, chuveiros elétricos, etc.) não devem sobrecarregar o sistema de instalação elétrico. Desta forma é desejável a separação completa dos mesmos, pois devem ser isolados dos outros sistemas a fim de evitar possíveis acidentes que gerem falhas no sistema central (ALI; ARMSTRONG, 2006).

No item “A anatomia dos edifícios altos”, Ali e Armstrong (2006) fizeram uma analogia muito interessante entre o corpo humano e o edifício, para melhor entender o porquê do enfoque sistêmico para o planejamento correto de cada subsistema do edifício.

Do mesmo modo que nenhuma parte do corpo humano pode trabalhar isoladamente, nenhum subsistema do edifício pode funcionar sozinho. Em ambos os casos uma perfeita integração (sistêmica) é necessária para a “saúde” dos mesmos. As configurações desses sistemas, suas funções e necessidades primárias de espaço têm um impacto importante sobre o conceito geral da arquitetura de edifícios altos. Há uma semelhança notável entre os SPHS nos edifícios de múltiplos pavimentos e o sistema circulatório humano. O sistema circulatório em humanos transporta o oxigênio através do fluxo sanguíneo nas artérias e veias de todos os tecidos do corpo e suprime, a partir dos mesmos tecidos, produtos de resíduos metabólicos. De forma

---

<sup>17</sup> BUCHANAN, R. Wicked problems in design thinking. In: MARGOLIN, V; BUCHANAN, R. **The idea of design**: a design issues reader. 1 ed. Cambridge, MA. MIT Press, 1995. p. 3 – 20.

análoga, os SPHS nos edifícios são compostos pelos sistemas de suprimento de água e de drenagem. As bombas podem ser comparadas ao coração humano: mantêm a pressão constante por meio das válvulas redutoras de pressão e também bombeiam água até os reservatórios em diferentes níveis de gravidade para pontos mais baixos de abastecimento como é o caso dos sistemas para combate a incêndios (ALI; ARMSTRONG, 2006).

Como conclusão deste item, pode-se dizer que o enfoque sistêmico é sem dúvida um fator condicionante para a obtenção de melhores qualidades tanto nos projetos dos SPHS, quanto no desempenho do que foi projetado. Isto porque estes subsistemas devem ser abordados sem ser conceitualmente desvinculados do macro sistema ao qual pertencem: o edifício. Graça e Gonçalves (1986)<sup>18</sup>, com a Teoria de Sistemas, explicam que o enfoque sistêmico apresenta-se através de um modelo sintético na abordagem dos problemas, sem desmembrá-los funcionalmente do sistema a que pertencem. Desta forma, os problemas devem ser previstos e solucionados nos projetos não como integrantes de sistemas isolados, mas devem sempre ser abordados com vistas ao edifício que os contém.

### *3.2.2 A importância da integração e da compatibilização dos sistemas*

Nos processos de compatibilização e/ou integração de projetos dos diversos subsistemas do edifício, são geradas interfaces físicas entre os mesmos. Mas o que é compatibilizar e integrar? Quais os produtos resultantes desse processo? Assim, neste item pretende-se diferenciar a compatibilização da integração e citar exemplos gerais de autores correlacionados com o assunto, procurando locar a importância do estudo das interfaces físicas geradas nos projetos dos SPHS.

#### *Integração*

Integrar, neste contexto, expressa o sentido de completar, inteirar, integralizar e unir sistemas para cumprir funções específicas no edifício, ou seja, os subsistemas do edifício são independentes, mas operam juntos em várias situações. Como exemplo pode-se considerar os o SPAF, o SPAQ e o SPGC que atuam conjuntamente para o suprimento de água quente onde todos devem funcionar em conformidade, isto é, compatibilizados. Outro exemplo, com foco no desempenho – de sistema estrutural versus SPAP - pode ser o de Amorim (1989): “a resistência estrutural de um elemento da edificação deve ser estabelecida conjuntamente com

---

<sup>18</sup> O conceito de enfoque sistêmico também é encontrado em Gonçalves (1997) e Peixoto (2008).



os componentes dos SPHS inseridos no mesmo; a água pluvial não deve ser descarregada sobre as lajes de tal forma que possa provocar sobrecarga nas mesmas.”

### *Compatibilização*

Compatibilizar significa planejar os sistemas do edifício de tal maneira que coexistam em harmonia num mesmo espaço, sem conflitarem uns com os outros. Para Novaes (1996) compatibilizar significa também antever as interferências geradas nas soluções de projeto:

Durante a elaboração, nas diversas fases que compõe o processo de projeto, devem ser realizados, periodicamente, estudos de compatibilização das soluções propostas nos vários projetos, no sentido de antever interferências, que por ventura possam vir a ocorrer, ainda durante a etapa de projeto, ou mesmo durante a produção, assim como, permitir visão inicial da execução da obra, de forma integrada.

Com as definições citadas pode-se dizer que sistemas podem estar integrados sem estarem devidamente compatibilizados, ou seja, podem estar atuando juntos, mas desfavoravelmente interferindo no desempenho do outro. Na Figura 3.8 a alvenaria está integrada com os SPHS. Embora estes sistemas possam ter sido perfeitamente dimensionados, percebe-se que estão prejudicando o desempenho da alvenaria, por fragilizá-la com rasgos excessivos e não planejados.



**FIGURA 3.8** – Integração da alvenaria com os sistemas prediais sem compatibilização prejudicando o desempenho do sistema da alvenaria.

Fonte: FRANÇA, 2006.

Referente a este aspecto, Amorim (1989) diz que as “Alvenarias ou painéis pré-moldados não devem receber instalações posteriormente à sua construção que enfraqueçam sua mínima resistência estrutural pré-estabelecida”.

Alertando para outras possíveis desconformidades na integração de sistemas, Oliveira (2008) diz que conceber o projeto de sistemas hidráulicos prediais em edifícios de grande altura é um desafio considerável, por se tratar de uma tarefa que envolve a integração de sistemas com diferentes logísticas:

Isso faz dos sistemas prediais hidráulicos algo muito mais complexo em todas as fases – concepção, execução, uso, operação e manutenção. Projetar redes hidráulicas prediais para edifícios altos, em geral mini cidades, é uma tarefa que envolve a integração de sistemas com diferentes logísticas.

Neste sentido Oliveira (2008) cita exemplos. Nas interfaces dos SPES com a laje, a autora comenta que por estes sistemas serem geralmente apoiados em cada pavimento, a transmissão de carga para qualquer ponto da estrutura, é reduzida. Ainda, nos edifícios de múltiplos pavimentos existem alguns pontos críticos a serem considerados como os das interfaces dos SPAP versus o de cobertura, e entre os próprios SPES:

Um dos pontos críticos é o topo de tubos de queda e de condutores verticais, onde deve ser prevista uma junta de expansão ou adequada mudança de direção para impedir que a expansão da tubulação levante o dreno do telhado, comprometendo sua impermeabilidade. Outro ponto crítico é a ligação de tubos horizontais com verticais, como em ramais de esgoto com tubos de queda. Nesses locais devem ser previstas as solicitações e conexões adequadas.

Portanto, de acordo com os autores aqui citados (AMORIM, 1989; NOVAES, 1996; FABRÍCIO; MELHADO, 2001; OLIVEIRA, 2008) a discussão acerca dos desafios de integração das interfaces físicas existentes nos projetos – no caso inconformidades na integração - é muito importante, não só para a organização do processo de projeto como um todo, mas também para as questões de melhoria de desempenho em conjunto dos sistemas. As inconformidades da integração podem ser evitadas por meio de melhores detalhamentos nos projetos de todos os subsistemas do edifício, inclusive nos dos sistemas prediais.

Como exemplo de conformidade na compatibilização e integração pode ser citado o edifício *London Tower Bridge*, a integração dos serviços prediais nos interstícios dos pavimentos resultou de um cuidadoso sistema de integração entre (a) pisos elevados, (b) lajes, (c) vigas de aço e (d) sistemas de ventilação mecânica, reduzindo a altura do espaço intersticial em cerca de 80 centímetros (ALI; ARMSTRONG, 2006).

Num outro exemplo de integração de sistemas (BAKER; MAZEIKA; PAWLIKOWSKI, 2009) falam sobre a compatibilização e a integração de serviços no espaço intersticial entre pavimentos (espaço técnico entre laje e forro). A discussão é feita referente ao Edifício *Burj Khalifa*<sup>19</sup>, inaugurado em *Dubai* aos 04 de janeiro de 2010, com 160 pavimentos distribuídos em 828 metros de altura (BAKER, 2010 - p.46). Para eles a integração de sistemas nos interstícios foi essencial para a obtenção dos pavimentos conservando altura total que o edifício deveria atingir. Mas, como integrar e compatibilizar os sistemas prediais sem realizar um minucioso e qualitativo detalhamento nos projetos dos sistemas envolvidos? Para minimizar os espaços intersticiais entre o forro e a laje de teto no edifício e maximizar o número de andares, os sistemas prediais foram encaminhados “passando por” ao invés de “abaixo” dos elementos estruturais, conforme ilustra a Figura 3.9.



FIGURE 7 – LAYOUT OF BUILDING SERVICES PENETRATIONS

**FIGURA 3.9** – Leiaute das passagens por paredes e lajes estruturais do Edifício *Burj Khalifa*.  
Fonte: Traduzido e adaptado de BAKER; MAZEIKA; PAWLIKOWSKI, 2009.

Do contrário, o edifício teria que crescer em altura e área correspondente ou então sacrificar determinadas áreas para conservar a altura almejada. Portanto foi resolvido que o percurso dos sistemas prediais partisse do núcleo para o interior dos ambientes, dentro de vigas – os *outriggers*<sup>20</sup> - que foram devidamente projetadas para isso. Estas vigas são estruturas de estabilização ligadas ao núcleo.

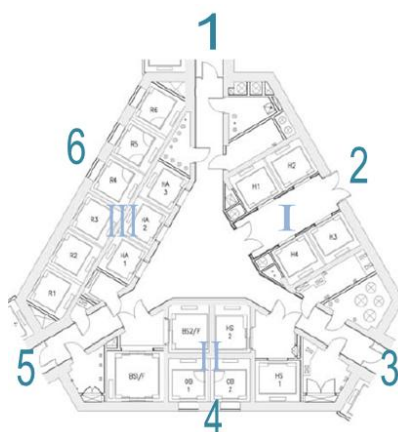
<sup>19</sup> O nome oficial do edifício – *Burj Khalifa* – foi atribuído ao mesmo na data de sua inauguração. Anterior a esta data era denominado por *Burj Dubai* (BAKER, 2010).

<sup>20</sup> Os *outriggers* são elementos estruturais estabilizadores típicos em edifícios com núcleo central (NAIR, 1998).

Os sistemas prediais foram conduzidos pelos corredores e passaram pelas paredes dos mesmos; isto demandou uma perfeita coordenação e compatibilização antecipada de projetos a fim de gerir 25.000 passagens pelas paredes e mais de 100.000 passagens pela laje. Não eram todas as paredes que podiam ser transpassadas pelas tubulações. As passagens pela laje também exigiram uma completa integração entre os projetos de sistemas prediais e estruturas para planejar antecipadamente o reforço estrutural das lajes. Um estudo adicional foi feito para locar as passagens dos serviços internos verticais. Foram organizados planos para minimizar a quantidade de reforços na estrutura nos pontos interrompidos pelas passagens, implicando na redução do reforço estrutural.

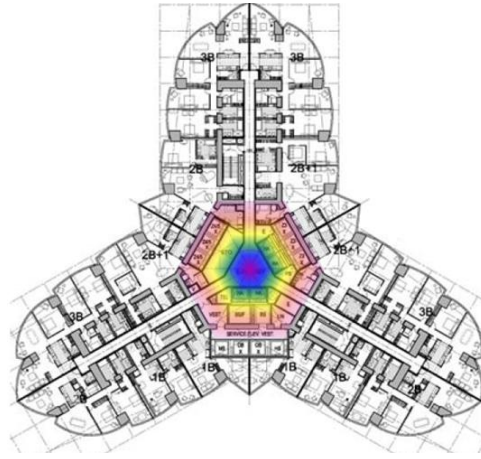
Para o projeto da superestrutura principal, foi exigida a produção de projetos específicos de detalhamentos para serem utilizados pelo projetista imediatamente à sua contratação. Estes detalhes foram destinados a serem utilizados como um suplemento para aumentar os desenhos de documentação da construção, fornecendo um modelo para localizar todos os serviços de distribuição horizontais e verticais através das paredes estruturais e lajes. Por conseguinte, o alcance e os detalhes desses projetos foram bem além do que os típicos projetos de documentação proporcionam. Para as passagens em cada parede individual e para as passagens de laje, não importasse quão pequenas fossem, foi rotulado qual serviço passaria por ali, tanto no plano quanto na elevação. O objetivo foi dimensionar com precisão e localizar cada furação nos projetos estruturais.

As Figuras de 3.10 a 3.12 ilustram as regiões do núcleo do Edifício *Burj Khalifa*. Na Figura 3.10 é representado o núcleo hexagonal do edifício, que é constante ao longo da altura total da torre; o objetivo foi padronizar os leiautes das três regiões formadas no centro do edifício.



**FIGURA 3.10** – As três regiões internas ao núcleo hexagonal do Edifício *Burj Khalifa*.  
Fonte: BAKER; MAZEIKA; PAWLIKOWSKI, 2009.

O corredor tri axial formado no centro do *Burj Khalifa* é estrutural, sendo composto por duas paredes de concreto armado que foram prolongadas até o final das “asas” do edifício (ver Figura 3.11).



**FIGURA 3.11** – Plano inicial do Edifício *Burj Khalifa* indicando o prolongamento das paredes axiais do corredor até as “asas” da torre.

Fonte: BAKER; MAZEIKA; PAWLIKOWSKI, 2009.

Conforme o *Khalifa* ganhava altura, os pavimentos adquiriam recuos e alteravam a forma, como pode ser observado na Figura 3.12. Nesta, estão esquematizados os três tamanhos de planos do edifício: a base inicial, os planos centrais e os superiores.



FIGURE 3 – WIND TUNNEL TESTING

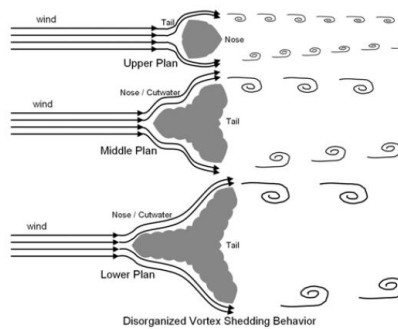


FIGURE 4 – WIND BEHAVIOR



**FIGURA 3.12**– Túnel do vento para o protótipo do Edifício *Burj Khalifa* : estudo dos vórtices ao longo dos três planos da torre para a garantia da estabilidade estrutural e vista do prédio durante sua construção.

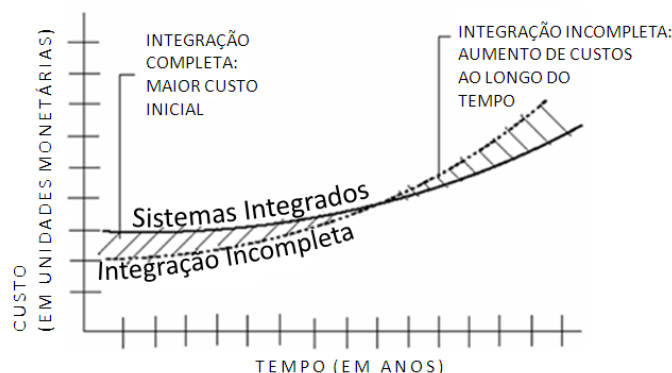
Fonte: BAKER; MAZEIKA; PAWLIKOWSKI, 2009; OLIVEIRA, 2008

Face ao exposto, pode-se concluir que a compatibilização e/ou integração dos sistemas nos projetos, além de promover a construtibilidade, melhora as estratégias de coordenação das equipes de projeto, implicando numa velocidade global de melhor qualidade tanto na produção dos projetos quanto na execução de seus produtos. E, ainda referente a essa questão

da integração multidisciplinar, deve-se considerar as observações de Ali e Armstrong (2006) que dizem:

O projeto de edifícios altos coloca uma série de desafios para arquitetos e engenheiros. Tais projetos demandam abordagens multidisciplinares e de integração da arquitetura com os sistemas de estruturas, de transporte vertical, de segurança contra incêndios, de energia e dos sistemas de comunicação. (...) A colaboração efetiva e a simbiose de idéias entre os profissionais são necessárias ao longo de um projeto de um edifício. Isto mais para os edifícios altos por causa da larga escala de serviços. Conclui-se que a integração não só torna o edifício mais confiável e eficiente, mas também melhora a relação custo/benefício com o entrelaçamento dos diversos sistemas envolvidos.

Esta relação de custo/benefício, comentada por Ali e Armstrong (2006), está representada no gráfico da Figura 3.13.



**FIGURA 3.13** – Relação custo/benefício resultante da integração entre os subsistemas do edifício (o ponto de corte entre as duas curvas depende do tamanho e da complexidade do edifício).

Fonte: ALI; ARMSTRONG, 2006.

Assim, Ali e Armstrong (2006) demonstram que a integração entre os subsistemas do edifício resultam numa simplicidade de soluções construtivas que implica numa maior economia a longo prazo:

Em uma construção integrada os sistemas estão separados, mas estão estritamente interligados para que mais funções possam ser realizadas por cada elemento. Esta integração de desempenhos resulta em simplicidade e visa não apenas a redução imediata de custos, mas também maior economia a longo prazo.

Para explicar a integração de desempenho versus a economia ao longo do tempo, Ali e Armstrong (2006) citam este exemplo: Um piso (sistema 1) pode ser planejado para a armazenagem de carga térmica, além de possuir outras funções tais como a estrutural. O sistema independente de piso irá também desempenhar a função de aquecimento solar passivo

junto com os sistemas de fachada (sistema 2) e de aquecimento solar mecânico (sistema 3). Esta integração de sistemas compartilha funções que com simplicidade economiza significativamente a energia ao longo da vida útil do edifício.

Todos estes aspectos se interligam: compatibilização, integração e redução de custos, com foco no usuário. Estes fatores direcionados aos projetos dos SPHS já haviam sido comentados por Amorim (1989), não especificamente em termos de resolução das interfaces de projetos que são inerentes deste âmbito, mas como itens normativos de desempenho ligados a qualidade de projeto. Ali e Armstrong (2006) relacionaram a integração com o desempenho e com os custos; estes foram por Amorim (1989) relacionados aos requisitos do usuário: “*o custo global dos SPHS também são requisitos referentes às necessidades do usuário*”, diz.

Por fim, baseado na revisão da literatura deste item, pode-se listar alguns itens comuns discutidos na compatibilização e integração de sistemas:

- simplicidade de solução construtiva resultante das resoluções de interfaces físicas;
- melhores estratégias de coordenação de projetos;
- redução de custos ao longo do tempo;
- arranque na execução, e
- maior segurança e desempenho globais.

### 3.2.3 Os três aspectos abordados pela integração entre sistemas

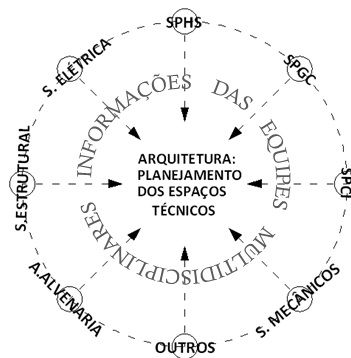
Este item tem por objetivo expor que a integração discutida no item anterior é classificada em três diferentes tipos – Figura 3.14 – cujos aspectos devem ser relevantemente considerados na elaboração dos projetos dos SPHS.



**FIGURA 3.14** – Os três aspectos qualitativos do processo de integração de sistemas.



Bachman (2003)<sup>21</sup>, citado por Ali e Armstrong (2006), diz que a integração dos diferentes sistemas do edifício (*building systems*) aborda três aspectos: (1) a integração física: referente ao compartilhamento de um mesmo espaço pelos componentes dos sistemas; (2) a integração estética: solução estética do arranjo entre eles; (3) e o desempenho na integração: em algum nível, os sistemas têm que trabalhar em conjunto para acertadamente desempenhar funções específicas ou pelo menos não conflitar uns com os outros. Este trio de requisitos deve ser incluído no processo de compatibilização entre os SPHS, vedações e estruturas já nos estudos preliminares do partido arquitetônico, para definir adequadamente os espaços técnicos necessários para uma perfeita integração física, estética e de desempenho entre os sistemas (Figura 3.15).



**FIGURA 3.15** – Planejamento do compartilhamento de espaços por diferentes sistemas: integração física, estética e de desempenho.

### *Integração física*

Segundo Farina (2002), referente ao compartilhamento de espaços, a grande quantidade de sistemas que são incorporados ao edifício exige muito cuidado na compatibilização entre os próprios sistemas prediais, pois geralmente os espaços são compartilhados por estes. As literaturas citadas no item 2.3 alertam para a observância dos afastamentos e isolamentos prescritos pelas normas, pois as zonas neste espaço técnico devem ser subdivididas para comportar os dutos de ar condicionado (*mechanical system*), os sistemas de iluminação (*electrical system*) e os SPHS (*plumbing systems*) sem interferir no desempenho dos sistemas em conjunto.

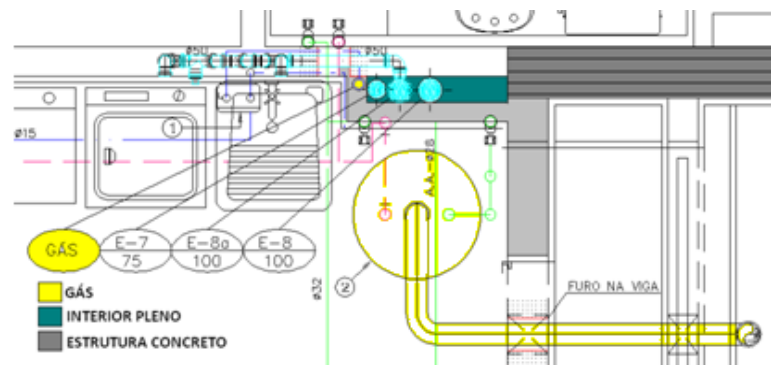
A recomendação contida na NBR15526 (ABNT, 2009) do SPGC, por exemplo, cita que: “na instalação de tubulações de gás combustível entre andares da edificação, recomenda-se que

<sup>21</sup> BACHMAN, L. R. **Integrated building: the systems basis of architecture**. New York, NY. John Wiley & Sons, 2003. 496 p.



seja verificada a exigência de proteção contra a propagação de fumaça e fogo” e “a rede de distribuição interna aparente deve manter os afastamentos mínimos de outras instalações”.

Existem recomendações normativas que acabam sendo muito pouco utilizadas por necessitarem de soluções dispendiosas e com maior rigor na execução (rever Figura 2.8). Por isso, geralmente as prumadas de gás combustível sobem internas à alvenaria preenchidas sem vazios, junto aos plenos nas áreas comuns ou nas áreas técnicas privativas, e derivam-se pelo contrapiso para suprir as áreas privativas como exemplifica o esquema da Figura 3.16.



**FIGURA 3.16** – Esquema típico de distribuição do SPGC. Prumada de gás (indicada em amarelo) enclausurada na alvenaria junto ao *shaft* vertical na área de serviço.

Fonte: Estudo exploratório. Nov. 2009.

Atualmente as áreas de serviço funcionam como espaço técnico, concentrando a maioria dos serviços prediais. Por isto, também é fundamental que se pense na integração estética, como será comentado mais adiante.

O compartilhamento dos espaços no interior dos plenos, aliados aos espaços intersticiais sob a laje para acomodar os SPHS, SPGC e também de elétrica em banheiros, também é típico (Figura 3.17).

Através da Figura 3.17 é possível visualizar a conformidade no compartilhamento do espaço do pleno pelas prumadas de água fria, quente, esgoto sanitário, ventilação e o sistema de abastecimento ponto a ponto de água fria caminhando sob a laje.

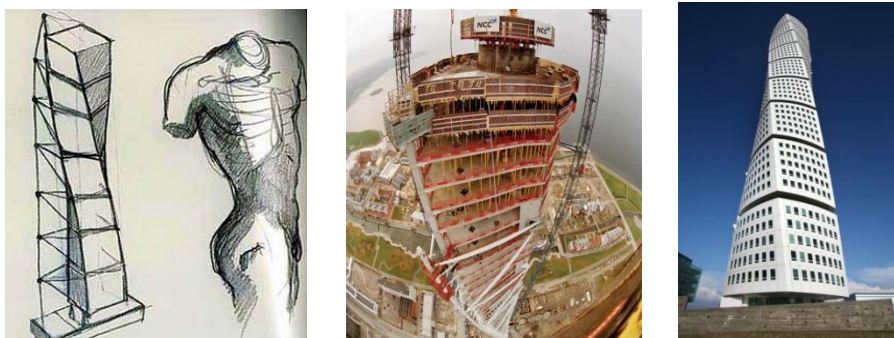


**FIGURA 3.17** – Conformidade no compartilhamento de espaços técnicos pelos SPS: pleno e interstício sob a laje.

Fonte: Empresa B1 do estudo de casos da presente pesquisa.

### *Integração estética*

Ali e Armstrong (2006) denominam a integração estética como sendo o envolvimento da harmonia visual entre os distintos subsistemas da edificação em concordância com os efeitos pretendidos na arquitetura (Figura 3.18).



**FIGURA 3.18** – Edifício *Turning Torso*, Suécia: A concordância dos sistemas construtivos com o efeito pretendido na arquitetura. Na sequência de imagens: o efeito imaginado, o desafio na execução e obra concluída.

Fonte: < [www.turningtorso.com](http://www.turningtorso.com) >. Acesso: fev. 2008.

Para uma rápida assimilação desta idéia, é citado o exemplo do Edifício *Turning Torso*, em *Malmö* – Suécia, onde foi alcançada a combinação estética entre a arquitetura e a estrutura. O “exoesqueleto” metálico – funciona como uma espinha dorsal de um monumento em concreto armado (Figura 3.18). São dois sistemas estruturais traduzindo as aspirações da arquitetura.

Para redirecionar a questão da integração estética para os sistemas prediais, comenta-se primeiramente as observações de três autores (BAKER; MAZEIKA; PAWLIKOWSKI, 2009)

sobre os edifícios em altura. Eles dizem que a forma arquitetônica é derivada das restrições estruturais para a altura mas, que também é função de todos os demais sistemas envolvidos na edificação: “(...) a equipe de engenheiros e arquitetos deve primeiro endereçar as funções do edifício, bem como as necessidades dos clientes”. Ou seja, não se pode estabelecer uma forma antes de compreender todas as necessidades dos vários sistemas envolvidos.

Este aspecto já era observado por Amorim (1989). O autor afirma que são requisitos referentes às necessidades dos usuários que os ambientes e componentes sanitários tenham aspecto agradável, pois são requisitos de alto fator psicológico. Por exemplo, ao se planejar a disposição das prumadas dentro de um ambiente sanitário, deve-se considerar como alta prioridade proporcionar a harmonia estética no ambiente (Figura 3.19).



**FIGURA 3.19** – A simplicidade da integração física, estética e de desempenho em *shaft* pivotante em ambiente sanitário.

Fonte: Empresa A1 do estudo de casos da presente pesquisa.

### *Integração de desempenho*

Este terceiro aspecto já foi comentado no item 3.2.1 sobre integração de sistemas. Ali e Armstrong (2006) discriminam este aspecto como "compartilhamento de funções", em que uma parede estrutural, por exemplo, é tanto um sistema de vedação quanto de estrutura, unindo assim, duas funções em um mesmo sistema. Um exemplo de compartilhamento de funções pode ser aquele em que os sistemas estruturais da laje de piso, de impermeabilização e de água pluvial, sobrepõem suas funções sem se combinarem fisicamente. A garantia de boa drenagem pluvial depende da inclinação do piso, da correta especificação do ralo e tubulação e de uma boa impermeabilização do furo na laje. Deste modo, a drenagem das lajes de cobertura é realizada, garantindo a vazão da água pluvial num tempo planejado de tal forma

que não ocorra o empoçamento: é um exemplo típico de integração de desempenho entre os SPHS e os demais.

### 3.3 Requisitos e critérios de desempenho para os projetos dos SPHS

O conceito de desempenho não era novo, nem estava sendo utilizado pela primeira vez pela construção civil. A grande alteração ao se propor a análise da construção civil “via desempenho” consistia na possibilidade de definição de métodos consistentes e unificados, termos e documentação, assim como a sujeição de todas as partes da edificação a um exame minucioso e sistemático. O pensamento central consiste em que os produtos (projetos, sistemas, componentes, etc.) podem ser descritos e seu desempenho medido, sem que seja necessário pensar nas partes que o compõem (AMORIM, 1989, p.18).

Através da transcrição acima é possível notar que, nas décadas de 1980 a 1990, já havia uma grande preocupação com o comportamento em uso dos edifícios e suas partes partindo das premissas de projeto. Um exemplo disto pode ser a observação que Amorim (1989) fez referente à questão de desempenho: “pensar no desempenho das habitações é pensar como esta habitação (ou suas partes) devem se comportar ao invés de se pensar em como elas devem ser”.

No Quadro 3.2 estão listados os componentes da qualidade do projeto (PICCHI, 1993).

COMPONENTES DA QUALIDADE DO PROJETO	SUB-COMPONENTES	PRINCIPAIS ASPECTOS RELACIONADOS
Qualidade do programa		Pesquisa de mercado Necessidades dos clientes Antecipação de tendências
Qualidade da apresentação	_____	Clareza de informações, detalhamento suficiente, informações completas, facilidade de consulta
Qualidade do processo de elaboração de projetos	_____	Prazo, custo de elaboração dos projetos, comunicação e envolvimento dos profissionais.
Qualidade da solução	Atendimento ao programa	_____
	Atendimento às exigências psico-sociais	Funcionalidade, estética, proteção e status
	Atendimento às exigências de desempenho	Segurança, habitabilidade, desempenho no tempo e economia na utilização
	Atendimento ao aprimoramento da execução	Racionalidade, padronização, construtibilidade, integração de projetos, custo da obra

**QUADRO 3.2** – Componentes da qualidade do projeto.  
Fonte: PICCHI, 1993.

Segundo Picchi (1993), quatro aspectos devem ser observados quanto à questão de desempenho: (1) a clareza de informações, (2) o detalhamento suficiente, (3) as informações completas e (4) a facilidade de consulta. O autor também salienta que a qualidade da solução deve atender as exigências de desempenho dos sistemas. Atualmente a questão foi publicada pela ABNT (2008) em um conjunto de normas de desempenho para edifícios habitacionais até cinco pavimentos, elaborado pela Comissão de Estudos de Desempenho de Edificações, a CE-02.136.01<sup>22</sup>. As normas entraram em vigor em 2008 e formam um conjunto de seis partes. A NBR 15575-1 (ABNT, 2008) é de caráter geral e as demais partes correspondem aos sistemas: estruturais, de piso interno, de vedação interna e externa, de cobertura e prediais hidráulicos e sanitários.

No item 3.2, sobre conceitos de sistemas, foi explicado o porquê da discussão deste item. Contudo, vale à pena citar um exemplo mais específico relacionado com a norma de desempenho – um de interface entre os sistemas de gás combustível e de vedações – aproveitando um estudo de caso de Gnipper e Mikaldo (2007). Entre outras inconformidades, os autores encontraram ramais de gás combustível passando por dentro de divisória e forro de gesso acartonado (Figura 3.20).



**FIGURA 3.20** – Interfaces entre o SPGC e os SPHS, de elétrica, laje e forro. A inconformidade do SPGC (em amarelo) atenta contra a segurança do edifício.  
Fonte: GNIPPER, 2010.

<sup>22</sup> Segundo BORGES e SABBATINI (2008), as seis partes da NBR 15575 (ABNT, 2008) baseiam-se em uma série de itens em acordo com a norma ISO 6241 – *Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered* (ISO, 1984), uma das mais importantes referências adotadas pelas normas de desempenho das edificações.

É um caso de interface entre dois sistemas, casual e imprudentemente integrados, para cumprir a função específica de suprimento de energia. A Figura 3.20 é do referido ramal de gás passando dentro de um forro de gesso sem o devido isolamento recomendado na NBR 15526 (ABNT, 2009).

Embora o SPGC não tenha interferido no desempenho dos dois sistemas de vedação (forro e parede) não cumpriu um primeiro requisito de desempenho: o de dificultar o princípio de incêndio, contido na NBR 15575-1 (ABNT, 2008) e esquematizado no Quadro 3.3.

NBR 15575-1: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Desempenho parte 1– Requisitos Gerais (ABNT, 2008)	
<b>8 – SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO</b>	
<b>8.2 Requisito – dificultar o princípio do incêndio.</b>	
“Dificultar a ocorrência de princípio de incêndio por meio de premissas adotadas no projeto e na construção do edifício.”	
<b>Critério:</b> Proteção contra descargas atmosféricas.	<b>Método de avaliação:</b> Análise de projeto ou inspeção em protótipo.
<b>Critério:</b> Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas.	<b>Método de avaliação:</b> Análise de projeto ou inspeção em protótipo.
<b>Critério:</b> Proteção contra vazamento nas instalações de gás.	<b>Método de avaliação:</b> Análise de projeto ou inspeção em protótipo.

**QUADRO 3.3** – Esquema de um requisito dos SPHS com seus respectivos critérios de desempenho conforme NBR 15575-1.

Fonte: ABNT, 2008.

Face ao exposto, verifica-se a importância de se explicar o significado de desempenho e também expor como este está ligado à questão das interfaces aqui abordadas.

Nesse contexto entende-se por desempenho a eficiência de atuação ou comportamento de algo, como por exemplo, o comportamento em uso dos SPHS. Estabelecendo esta “eficiência de comportamento” como um objetivo a ser cumprido, pode-se afirmar que requisito é a condição necessária para tanto. Esta condição qualitativa, o requisito, pode ser avaliada por meio de uma especificação quantitativa: o critério. O critério é denominado como quantitativo porque as especificações (critérios) são passíveis de medição e de serem verificadas por meio de um método de avaliação, que segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2008) consiste em: *“realizar uma investigação sistemática baseada em métodos consistentes, capazes de produzir uma interpretação objetiva sobre o comportamento esperado do sistema nas condições de uso definidas”*.

Cada um dos métodos de avaliação está explicado nas diferentes partes da referida norma. Um exemplo geral que pode ser citado, para a avaliação dos SPHS, é a verificação dos cálculos dos mesmos nos projetos. Verificando o cumprimento da pressão estática máxima de 400 kPa,

por exemplo, tem-se a certeza de que o sistema foi corretamente dimensionado para cumprir o requisito de segurança estrutural (requisito também comentado no Quadro 3.5). Mas, mais especificamente, um dos métodos de avaliação ligado à gestão das interfaces projetuais está estabelecido na NBR 15575-6 (ABNT, 2008). Trata-se da lista de verificações para os projetos dos SPHS constante no Anexo A da mesma. Uma das seis fases de verificação dessa lista é a de identificação e solução de interfaces, evidenciando que estas estão intrinsecamente ligadas ao desempenho dos SPHS e demais sistemas com os quais se inter-relacionam.

Pode-se afirmar então, que o comportamento das habitações ou de suas partes (que são os seus sistemas) se cumpre em função das necessidades básicas do usuário não somente em termos de segurança, mas também de saúde, higiene e de economia. A reunião dessas necessidades compõe uma listagem que expressa as exigências dos usuários do edifício (habitacional) e de seus sistemas. Esta lista está citada na NBR 15575-1 (ABNT, 2008) e pode ser vista no Quadro 3.4 a seguir.

LISTA DE EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS	FATORES QUE EXPRESSAM A LISTA DE EXIGÊNCIAS
SEGURANÇA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutural</li> <li>• Contra o fogo</li> <li>• No uso e operação</li> </ul>
HABITABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estanqueidade</li> <li>• Desempenho térmico, acústico e lumínico</li> <li>• Saúde, higiene e qualidade do ar</li> <li>• Funcionalidade e acessibilidade</li> <li>• Conforto tátil e antropodinâmico</li> </ul>
SUSTENTABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilidade</li> <li>• Manutenibilidade</li> <li>• Impacto ambiental</li> </ul>

**QUADRO 3.4** – Lista de exigências dos usuários para os sistemas em geral conforme NBR 15575-1. Fonte: ABNT, 2008.

Para cumprir o básico dessas necessidades foram estabelecidos para os diferentes sistemas, requisitos mínimos de desempenho (M)<sup>23</sup>, que no caso dos SPHS, devem ser considerados e atendidos no projeto e também na execução, conforme descrito na NBR 15575-6 (ABNT, 2008). Esta sexta parte da norma aponta como sendo “M” todos os níveis de desempenho de todos os requisitos necessários para os SPHS, ou seja, todos os requisitos estabelecidos são mínimos e devem ser obrigatoriamente considerados e atendidos.

<sup>23</sup> Em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e economia, são estabelecidos para os diferentes elementos e partes da construção níveis mínimos de desempenho (“Nível M”), que devem ser obrigatoriamente atendidos. Considerando as diferentes possibilidades de agregação de qualidade aos produtos, o que implica inclusive em diferentes relações custo/benefício, para desempenho excedente às necessidades mínimas são estabelecidos respectivamente os níveis “I” (intermediário) e “S” (superior); não havendo nenhuma indicação, subentende-se pactuado o nível “M” (mínimo).

O Quadro 3.5 reúne as necessidades básicas dos usuários relativas à segurança estrutural dos SPHS com seus respectivos requisitos e critérios de desempenho, esquematizando as seguintes informações: (1) necessidade básica: segurança estrutural → (2) requisito: resistência mecânica das instalações → (3) critério: tubulação resistente ao impacto → (4) método de avaliação: verificar em protótipo.

<b>7 - SEGURANÇA ESTRUTURAL</b>		
<b>Requisito – resistência mecânica das instalações.</b> “Os sistemas hidrossanitários devem resistir às solicitações mecânicas durante o uso.”		
<b>Critério:</b> Tubulações suspensas.	<b>Método de avaliação:</b> Verificação em protótipo.	<b>Nível de desempenho:</b> “Nível M”.
<b>Critério:</b> Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários.	<b>Método de avaliação:</b> Verificação em protótipo.	<b>Nível de desempenho:</b> “Nível M”.
<b>Critério:</b> Resistência a impactos de tubulações aparentes.	<b>Método de avaliação:</b> Verificação em protótipo conforme especificações de projeto.	<b>Nível de desempenho:</b> “Nível M”.

**QUADRO 3.5** – Esquema de um requisito dos SPHS com seus respectivos critérios de desempenho conforme NBR 15575-6.

Fonte: ABNT, 2008.

Assim, de maneira análoga a uma equação matemática, é possível afirmar que requisito é uma fórmula com condições a serem satisfeitas e os critérios são os valores que satisfazem esta fórmula. Portanto, a literatura aqui abordada indica que o desempenho deve ser considerado como fator condicionante não somente na avaliação da qualidade dos SPHS, mas também na avaliação da qualidade do edifício como um todo.

### **3.4 NBR 15575-6 (ABNT, 2008) - As interfaces constantes no Anexo A**

Na década anterior, já eram discutidas algumas das diretrizes para melhorar a qualidade dos projetos. Dentre essas, estão as apontadas por Silva (1995): (1) padronização de parâmetros relativos a cada projeto e respectivas interfaces e (2) listas de verificação de definições de projeto. Isto demonstra que a discussão deste item é objeto de estudo há algum tempo e continua em pauta por ser relevante. Desta forma, a NBR 15575-6 (ABNT, 2008) que é específica para os SPHS possui um item específico para tratar das interfaces físicas geradas nos projetos dos SPHS.

A Fase C, de identificação e solução de interfaces, é uma entre as seis fases estabelecidas no Anexo A da NBR 15575-6 (ABNT, 2008). O objetivo deste anexo é estabelecer uma lista de verificações para a análise de projetos dos SPHS, com bases na NBR 13531- Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas (ABNT, 1995).



O Anexo A supracitado, dita que para cada fase deve ser evidenciado se o projeto apresenta dados suficientes, e informações que permitam aferir o seu atendimento, conforme o método de avaliação comentado no item 3.3 anteriormente.

A Fase C, caracterizada como Projeto Básico (PB), deve apresentar informações suficientes para identificar todas as interferências com os demais sistemas. Esta fase gera os seguintes produtos para as fases posteriores do processo de projeto dos SPS:

- posicionamento de dispositivos e componentes hidráulicos;
- definição e leiaute de salas técnicas;
- traçado de tubulações hidráulicas principais; e
- definição e leiaute dos plenos verticais.

Dois fatores importantes são alcançados nesta fase: (1) a consolidação de todos os ambientes e suas articulações e demais elementos do edifício, demonstrando todas as definições necessárias para o intercâmbio entre todos os agentes envolvidos no processo de projeto; e (2) resolução de todas as interfaces resultantes do projeto, a partir da negociação de soluções de interferências entre sistemas, de tal forma que possibilite uma avaliação preliminar dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

Ao consultar o item 3.6 adiante, será possível perceber que todas essas recomendações são provenientes de estudos de vários pesquisadores ao longo das últimas décadas.

Assim, conforme a NBR 15575-6 (ABNT, 2008) os produtos mais significativos alcançados nesta fase de projeto são:

- plantas de todos os setores e pavimentos com posicionamento das colunas, caixas de inspeção, ralos e outros dispositivos de captação e caixas para dispositivos e/ou sistemas de combate a incêndio;
- indicação de engrossamentos, enchimentos, com indicação de suas dimensões e outros ajustes ou considerações eventualmente necessárias para orientar os projetos das demais especialidades em todos os setores ou pavimentos;
- posicionamento de forros e sancas, com indicação de suas dimensões;

- desenhos das salas e centrais técnicas, bem como dos plenos verticais, compreendendo: plantas, cortes, vistas e detalhes, conforme a necessidade, com marcação de todas as demandas a serem atendidas pelos projetos das demais especialidades, dimensões, pés-direitos, portas, aberturas, janelas, etc.
- indicação de grandes furos na estrutura e/ou trechos de instalação embutidos em alvenaria estrutural, bem como a indicação de grandes furos e insertos na estrutura;
- plantas de todos os pavimentos com traçados de dutos, tubulações e linhas principais dos SPHS;
- indicação de ajustes necessários nos projetos das demais especialidades, em função das interferências identificadas; e
- planta de furação da laje para os plenos verticais.

### 3.5 O porquê do detalhamento das interfaces entre os SPHS

Wise & Swaffield (2002, p.94) contam que no período pós-guerra os edifícios ganharam maiores complexidades construtivas e devido à necessidade de racionalização, voltada para a rapidez de execução, os arquitetos começaram a prestar maior atenção às exigências da engenharia. A engenharia de sistemas prediais passou a ser consultada nos estágios iniciais de projeto e também durante a execução de edifícios maiores, deixando clara a importância da compatibilização dos projetos com os de sistemas prediais, para que as interferências não fossem solucionadas somente na fase de execução: *“os engenheiros de coordenação eram contratados para antever os projetos e se mantinham responsáveis na coordenação dos serviços durante a execução”*.

Cardoso (2007, p.75) diz que o motivo de se considerar os detalhamentos nos projetos é o de impedir patologias construtivas. Diz que o projeto de obra “corretamente redigido” deve possuir detalhes construtivos irrepreensíveis, e salienta que todas as interfaces físicas identificadas no projeto favoráveis ao surgimento de não conformidades, podem ser evitadas através de pequenas observações, mas suficientes, nos detalhes construtivos.

Cardoso (2007) justifica a importância dos detalhamentos nos projetos de alvenaria no item “interface alvenaria/ instalações elétricas e hidráulico-sanitárias” que diz: *“de elevada*

*importância econômica, em razão do custo de implantação e manutenção, tradicionalmente os sistemas de instalações prediais são fontes de problemas patológicos*”. A afirmação do autor é comprovada através de várias pesquisas, dentre as quais podem ser citadas a de Amorim (1997) e a de Gnipper e Mikaldo (2007) que comentam sobre a alta incidência de patologias geradas pelas não conformidades nos projetos.

Paliari (2008, p.109) diz que durante a execução dos sistemas prediais podem ocorrer mudanças nos traçados das tubulações, com a anuência ou não do projetista, em função da identificação de uma incompatibilidade entre estes sistemas e os de estrutura e vedação e segue dizendo que:

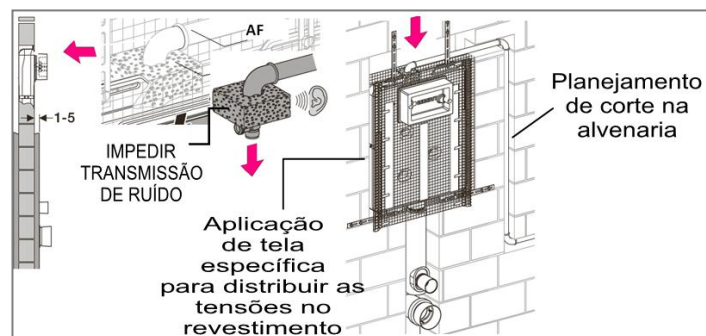
Nestes casos, e em outras situações não perfeitamente claras no projeto, o pesquisador deverá completar as informações necessárias diretamente na obra, através de consulta ao encarregado in loco de trechos já executados em determinados pavimentos. Outro recurso muito útil reside na utilização de registros fotográficos de determinados pontos dos sistemas/ subsistemas que necessite de um melhor esclarecimento.

Embora a afirmação de Paliari (2008) esteja direcionada para a medição das tubulações dos SPHS, evidencia que é comum faltar detalhes com maior riqueza de informações que reduzam, a índices desprezíveis, as dúvidas e as conseqüentes falhas de execução nesses sistemas.

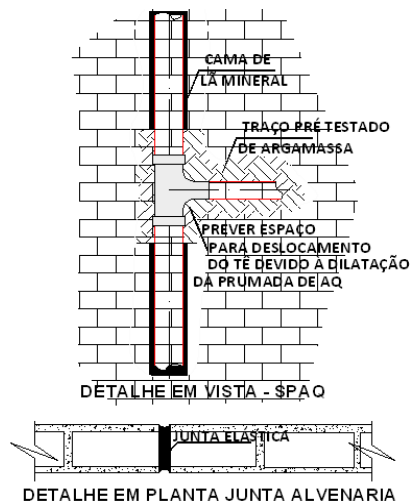
Desta forma, algumas situações de projeto, que carecem de maior observância nos detalhamentos dos SPHS, podem ser citadas aqui de uma forma geral:

- percurso horizontal das tubulações dos sistemas de gás e/ou hidráulico-sanitários interceptados por uma junta de dilatação nos panos da alvenaria;
- percurso horizontal das tubulações de gás combustível interceptados por juntas de dilatação na laje;
- juntas de expansão verticais do SPAQ inseridas na alvenaria (ver Figura 3.22);
- juntas de expansão horizontais do SPAQ sob a laje (ver Figura 3.23);
- paginação do piso que geralmente é interceptada pelas passagens dos SPHS (grelhas, ralos, etc);

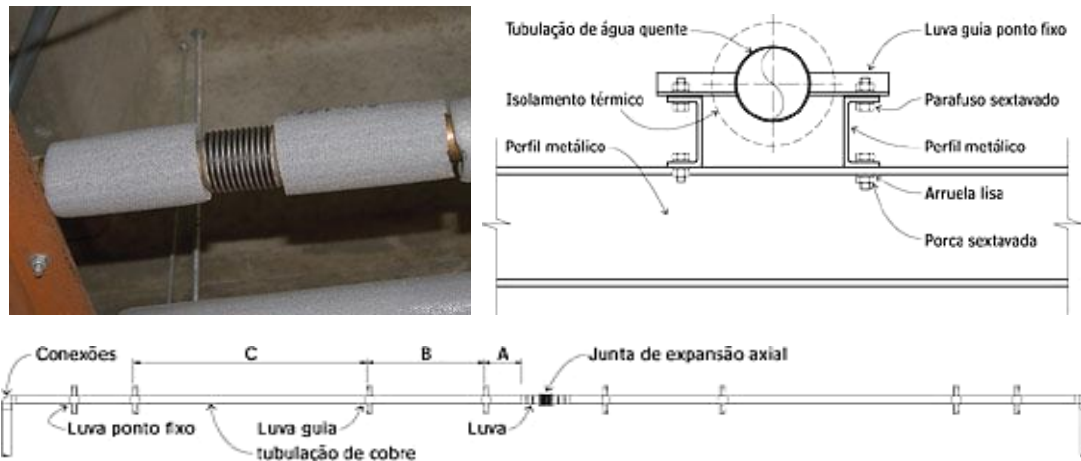
- drenos da laje de cobertura que devem ser executados para não absorver movimentações diferenciais que incorram em infiltrações;
- enchimento em frente a alvenaria implicando em planeamento de menor espessura na modulação (rebaixo de alvenaria);
- embutimentos de caixa de descarga na alvenaria que requisitam muitos cuidados, como ilustra a Figura3.21, etc.



**FIGURA 3.21** – Detalhamento de instalação de caixa de descarga dentro da alvenaria.  
Fonte: GEBERIT INTERNATIONAL SALES AG, 2008.



**FIGURA 3.22** – Detalhes de junta de expansão do SPAQ e dilatação da alvenaria.  
Fonte: AMORIM, 2009.



**FIGURA 3.23** – Junta de expansão em cobre do SPAQ sob laje, com respectivo detalhamento para produção.

Fonte: QUINALIA, 2005.

### 3.6 As interfaces nas fases de projeto dos SPHS

Para existir diálogo entre os projetistas dos SPHS com os responsáveis pela execução, **com objetividade e clareza**, sem que haja dúvida entendimento das informações contidas nos projetos, é necessário um detalhamento rico em informações, mas simples de entendimento e estas devem ser fruto da interação multidisciplinar ainda nos estudos preliminares.

Segundo Farina (2002), as atividades do empreendimento são desenvolvidas na seguinte seqüência: identificação das necessidades, estudos iniciais, concepção, projeto, obra, operação e manutenção. O projeto, uma destas atividades, é dividido em fases ao longo das quais é possível detectar como as interferências multidisciplinares podem ser resolvidas.

O autor diz que na prática, o desenvolvimento de um projeto de sistemas prediais divide o processo basicamente nas seguintes fases: estudo preliminar, anteprojeto, pré-executivo e executivo. Assim, a intenção deste item é a de apontar cada uma dessas fases através das definições de alguns autores-chave.

#### 3.6.1 Programas de necessidades

Conforme a NBR 8160 (ABNT, 1999) o programa de necessidades é um “*documento contendo as informações básicas sobre as necessidades dos usuários finais do empreendimento*”.

Desta forma, no programa de necessidades é definido o requisito básico de cada subsistema do edifício. É apresentado o partido arquitetônico deste, as opções tecnológicas para a sua produção, os requisitos de operação e de manutenção.

No Quadro 3.6 encontram-se listadas as diferentes definições de alguns autores sobre esta fase. Nesta, já deve ser observada a interdisciplinaridade, onde devem participar os projetistas dos SPHS, que fornecem dados para as condições particulares dos projetos desses sistemas.

AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		<b>Programa de necessidades</b>
VIOLANI	(1992)	<p>O programa de necessidades é, em resumo, um elenco de exigências e parâmetros definidos pelo Empreendedor onde estão descritos claramente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- perfil do usuário;</li> <li>- definição dos ambientes internos e externos, número e dimensões;</li> <li>- características do processo construtivo a ser empregado;</li> <li>- padrão de acabamento e custo;</li> <li>- tecnologia construtiva a ser empregada;</li> <li>- características das instalações elétricas (número de pontos de luz, tomadas, interruptores, aquecedores etc.)</li> <li>- características das instalações hidráulicas e sanitárias (tipo de aparelhos sanitários, acabamentos, etc.)</li> <li>- outros parâmetros de desempenho como, durabilidade dos componentes, níveis de conforto, etc.</li> </ul> <p>Assim, quanto mais elaborado for o programa de necessidades, menor será a possibilidade de improvisação ou decisão sobre questões que não sejam da alçada dos projetistas.</p>
NOVAES	(1996)	<p>A elaboração do programa de necessidades é, em geral, efetivada, conforme a complexidade do empreendimento, pelo trabalho de um arquiteto ou de uma equipe desses, junto a um agente interveniente no processo de produção, que esteja habilitado a tomar as decisões que se apliquem nesta fase do processo de projeto (<i>briefing</i>).</p> <p>Os resultados da fase de estudo preliminar destinam-se à concepção e representação do conjunto de informações técnicas necessárias à compreensão da configuração inicial e aproximada da edificação, podendo incluir soluções alternativas.</p>
FARINA	(2002)	<p>É no programa de necessidades que são definidos quais os sistemas prediais que o edifício deverá conter, suas especificações gerais e as condições particulares dos projetos.</p> <p>“Não se pode formular um programa de necessidades independente para cada disciplina envolvida no projeto do empreendimento (Arquitetura, Estrutura, Sistemas Prediais), pois nas interfaces podem ser evitados grandes desperdícios de mão-de-obra e materiais”.</p>
FARINA E GONÇALVES	(2002)	<p>O programa de necessidades são documentos que definem os requisitos básicos de cada subsistema do edifício, gerando-se as diretrizes para as etapas posteriores. Apresentam, além do partido arquitetônico, as opções tecnológicas de sua produção, os requisitos de operação, de economia, de estética e de manutenção do edifício. A partir dessas opções, elege-se uma, (dados de entrada) que dará a continuidade no processo de produção de projeto.</p>

**QUADRO 3.6** – Definições por autores-chave do Programa de Necessidades.

AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		Programa de necessidades
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS	(2006)	FASE A – Concepção do produto: “Levantar um conjunto de informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas; dados analíticos e gráficos objetivando determinar as restrições e possibilidades que regem e limitam o produto imobiliário pretendido. Estas informações permitem caracterizar o partido hidráulico, e as possíveis soluções das edificações e de implantação dentro das condicionantes levantadas. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: LV - Levantamento de Dados; PN - Programa de Necessidades; EV - Estudo de Viabilidade”
AMORIM	(2008)	No programa de necessidades ocorre a troca de informações com o gerenciador do projeto para as definições macro preliminares à concepção do projeto dos SPHS: “Nas etapas Levantamento de Dados, Programa de Necessidades, Estudo de Viabilidade e Estudo Preliminar do empreendimento global, o relacionamento do empreendedor com o projetista dos SPHS ocorre na forma de consultoria. O ideal é que esse consultor já seja o profissional que irá trabalhar posteriormente com o desenvolvimento do projeto”.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	(2008)	Conforme a NBR 15575-6 (ABNT, 2008), o programa de necessidades é umas das subdivisões da Fase A: concepção do produto. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: LV – levantamento de dados; PN – programa de necessidades e EV- estudo de viabilidade.

**QUADRO 3.6** – Definições por autores-chave do Programa de Necessidades (**continuação**).

### 3.6.2 Estudo Preliminar

Alguns especialistas de sistemas prediais apontam esta fase anterior ao programa de necessidades para fornecer informações de consultoria. Nesta fase, conforme outros autores, esforços devem ser integrados para solucionar as interfaces físicas geradas nos projetos. O Quadro 3.7 resume, em ordem cronológica, os principais aspectos observados por autores-chave para esta fase.

AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		Estudo preliminar
VIOLANI	(1992)	O estudo preliminar é a representação gráfica do edifício, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo a compreensão do partido arquitetônico adotado e a configuração das edificações com a respectiva implantação no terreno.
NOVAES	(1996)	Nesta fase são gerados os seguintes produtos: projeto preliminar, planejamento de custos, planejamento de obra e seleção de construtor. É a fase mais importante para identificação precoce de eventuais falhas ou incoerências entre os projetos distintos. No EP deve ser realizado um estudo de massa para a composição dos pavimentos-tipo, observando que: “Ainda com vistas a antecipar soluções construtivas, devem ser também compatibilizadas nesta fase as soluções propostas nos projetos das instalações prediais com a composição estrutural e de vedações.”

**QUADRO 3.7** – Definições por autores-chave da fase de Estudo Preliminar.

AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		Estudo preliminar
FARINA	(2002)	O autor cita a definição do Centro de Tecnologia e Edificações, dentre outras, e faz a sua consideração: “É na elaboração do estudo preliminar que as atividades se desenvolvem de forma a caracterizar formas e dimensões gerais, concebendo-se os espaços e compatibilizando-os do ponto de vista de todos os subsistemas.” Para os SPHS, por exemplo, o estudo preliminar define junto com as características arquitetônicas os volumes dos reservatórios, espaços técnicos e etc. Um dos produtos finais são os desenhos das plantas baixas com os principais níveis da edificação caracterizando o uso, a localização, o dimensionamento e a articulação dos ambientes permitindo, sempre que possível, uma primeira apreciação da solução estrutural, dos sistemas prediais e pré-orçamento da obra.
FARINA E GONÇALVES	(2002)	As premissas da concepção dos sistemas prediais são o produto principal desta fase, que tem por objetivo elucidar a concepção de cada sistema predial e fornecer as dimensões dos espaços técnicos necessários no edifício à equipe de projeto.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS	(2006)	O estudo preliminar é um estudo macro que contém as fases de levantamento de dados, do programa de necessidades e do estudo de viabilidade. Há levantamento do conjunto de informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas; dados analíticos e gráficos objetivando determinar as restrições e possibilidades que regem e limitam o produto imobiliário pretendido. Estas informações permitem caracterizar o partido hidráulico, e as possíveis soluções das edificações e de implantação dentro das condicionantes levantadas. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: Levantamento de Dados (LV); Programa de Necessidades (PN) e Estudo de Viabilidade (EV).
AMORIM	(2008)	O estudo preliminar dos SPHS antecede ao programa de necessidades e é definido como:  <i>“Fase de troca de informações com o arquiteto para a definição do partido arquitetônico indicando funções, usos, dimensões, formas, articulação e localização dos ambientes, níveis da edificação e outras informações básicas.”</i>
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	(2008)	A definição constante na NBR 15575-6 (ABNT, 2008) é igual a constante no manual de escopo de projetos e serviços de hidráulica da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS (2006).

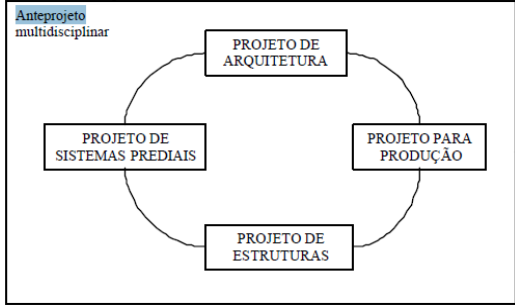
**QUADRO 3.7** – Definições por autores-chave da fase de Estudo Preliminar (**continuação**).

### 3.6.3 Anteprojeto

A fase do anteprojeto é a fase de compatibilização dimensional entre os subsistemas do edifício.

O Quadro 3.8 resume as principais informações para os anteprojeto dos SPHS, indicando como o conteúdo desta fase contribui no desenvolvimento do partido hidráulico e demais elementos do empreendimento.



AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		Anteprojeto
VIOLANI	(1992)	<p>O anteprojeto é a representação gráfica da solução proposta, <b>onde as características das instalações já estejam claramente definidas permitindo inclusive uma primeira avaliação de custos</b>. São propostas as soluções para: instalações para todos os aparelhos indicados no anteprojeto de arquitetura (internamente ao edifício); entrada de energia elétrica, água, gás, telefone, coleta de esgoto; instalações impostas ou por legislação (combate a incêndio) ou por parte do empreendedor (captação de sinais de satélite, intercomunicação, circuito fechado de T.V.).</p> <p>Os anteprojetos de sistemas prediais podem eventualmente ser elaborados por uma única empresa projetista, o que não é o usual; de qualquer forma o anteprojeto de instalações é composto de diversos anteprojetos específicos quais sejam: os dos SPHS, os dos sistemas de elétrica e o SPGC.</p> <p>No anteprojeto dos SPHS serão analisados os seguintes tópicos: localização dos pontos de alimentação (cruzado com o anteprojeto de arquitetura); percurso dos ramais de alimentação de água fria; percurso dos esgotos secundário e primário; localização e dimensionamento de elementos como: abrigos para medidores, reservatórios inferiores e superiores, caixas de passagem, plenos, tampas de visita, canaletas de águas pluviais; <b>interferências da execução dos SPHS com a execução das alvenarias e estrutura</b>; possibilidade de produção dos ramais de água fria e esgotos através de "kits" produzidos em canteiro ou central de produção; verificação do atendimento dos objetivos do empreendedor no que se refere ao atendimento do programa de necessidades, previsão de custo, condições de execução, etc.</p>
NOVAES	(1996)	<p>Fase em que são selecionadas – sob aspectos dimensionais, tecnológicos e produtivos – as alternativas propostas nos projetos do produto e da produção. Para o foco desta pesquisa, destaca-se o exemplo dado quanto à compatibilização de furações em componentes estruturais, e do detalhamento do processo construtivo das vedações com as soluções e posicionamentos de dutos e equipamentos das instalações.</p>
AMORIM e CONCEIÇÃO	(2002)	<p>Os autores destacam a iteratividade multidisciplinar desta fase, locando o projetista dos SPHS no seguinte ciclo:</p> 
FARINA	(2002)	<p>O anteprojeto, partindo das premissas do estudo preliminar, é responsável pela sintonia entre todas as disciplinas ou subsistemas que constituem o edifício, <b>visando eliminar as interferências (interfaces) físicas</b>. Iniciam-se os projetos focalizados numa mesma base arquitetônica; São definidos as dimensões dos elementos estruturais, os vazios, os espaços técnicos, etc.</p>

**QUADRO 3.8** – Definições por autores-chave da fase de Anteprojeto

AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		Anteprojeto
FARINA E GONÇALVES	(2002)	Os produtos desta fase são as representações gráficas e destaque das possíveis adequações na estrutura e arquitetura. O objetivo principal é a <b>resolução das interfaces entre os subsistemas do edifício.</b>
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS	(2006)	O anteprojeto está no âmbito da definição do produto. Compreende as atividades de: desenvolver o partido arquitetônico e demais elementos do empreendimento, definindo e consolidando todas informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade física, legal e econômica bem como possibilitar a elaboração dos Projetos Legais. Esta fase está subdividida nas seguintes etapas: EP - Estudo Preliminar AP - Anteprojeto PL - Projeto Legal
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	(2008)	Conforme a NBR 15575-6 (ABNT, 2008), para os SPHS, o conteúdo desta fase desenvolve o partido hidráulico e demais elementos do empreendimento, definindo e consolidando todas as informações.

**QUADRO 3.8** – Definições por autores-chave da Fase de Anteprojeto (**continuação**).

#### 3.6.4 Projeto Pré-executivo

Esta fase não é abordada por todos os autores. Para melhor explicá-la, pode-se adotar aqui a definição feita por Farina (2002) para os sistemas prediais:

Os projetistas consideram ainda outra etapa complementar ao Anteprojeto, denominada de Projeto Pré-Executivo, que tem como objetivo representar as decisões após a compatibilização da Arquitetura com os demais projetos. Desta forma, as representações gráficas do Projeto de Arquitetura apresentam com maior precisão os elementos dos outros subsistemas do edifício ou que interferem com estes, como: pilares dimensionados, locais que necessitam de forros, espaços para as prumadas dos SPHS e dos de Elétrica, etc.

#### 3.6.5 Projeto Executivo

Fase que produz as representações gráficas finais compatibilizadas e integradas. Os detalhamentos nos projetos, agora melhor elaborados e com informações claras e precisas, permitem rastrear através eventuais problemas nas interfaces entre os sistemas.

O Quadro 3.9 lista as informações mais relevantes para esta fase.

AUTORES/ENTIDADE	ANO	DESCRIÇÃO DO EVENTO
		Executivo
VIOLANI	(1992)	<p>É a representação gráfica da solução final dos SPHS, sistemas de elétrica, do SPGC e outros que forem previstos na ficha de informações. Os projetos para execução de instalações nas diversas modalidades devem ser desenvolvidos a partir do projeto para execução de arquitetura devidamente aprovado pelo empreendedor ou por outro profissional por este indicado (coordenador do projeto).</p> <p>Os projetos para execução dos SPHS em edifícios de alvenaria estrutural terão o seguinte conteúdo: planta geral de implantação em escala 1:50; planta dos pavimentos e da cobertura em escala 1:50; planta e elevações das paredes que contenham instalações na cozinha, banheiros e áreas úmidas com detalhamento das redes de esgoto e posicionamento das tubulações dentro dos <i>shafts</i> em escala 1:20; detalhamento do barrilete em escala 1:20 e detalhamento dos reservatórios em escala 1:20.</p>
NOVAES	(1996)	<p>Sob os aspectos dimensionais, tecnológicos e produtivos, permite uma visão integrada e compatibilizada das soluções adotadas. Eventuais superposições de informações são rastreáveis nos detalhamentos de projeto. As escalas apropriadas dos detalhes de projetos nesta fase permitem melhor compreensão dos elementos construtivos. A própria natureza dos sistemas de vedações contribui para a compatibilização dos demais sistemas, com os dos SPHS, por exemplo.</p>
AMORIM e CONCEIÇÃO	(2002)	<p>O projeto desta fase é um elemento de diálogo com os responsáveis pela execução; é o documento que permanece para análise futura de problemas.</p>
FARINA	(2002)	<p>O projeto executivo informa todas as especificações e detalhes com elementos necessários para a execução da obra que permitem a materialização do empreendimento e a geração de um material de suporte suficiente para construir, operar e manter os sistemas, tais como: projeto para a produção, manual do usuário, manual de operação e manutenção dos sistemas e etc.</p>
FARINA E GONÇALVES	(2002)	<p>Com os produtos obtidos na fase do executivo, podem ser emitidas as orientações técnicas para a execução dos sistemas prediais e os procedimentos de testes. O Objetivo principal aqui é o <b>detalhamento da informação</b>, possibilitando que os sistemas prediais possam ser construídos.</p>
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS	(2006)	<p>Fase D – Projeto de detalhamentos de especialidades. São executados os detalhamentos de todos os elementos do empreendimento de modo a gerar um conjunto de informações suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executadas, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos, e prazos de execução.</p>
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	(2008)	<p>Conforme a NBR 15575- 6 (ABNT, 2008), é a fase que fornece: dimensionamentos hidráulicos gerais, projetos e detalhamentos de instalações localizadas, plantas de distribuição hidráulica; preparação de esquemas verticais da instalação; detalhamento de ambientes e centrais técnicas, elaboração de memoriais e especificações; elaboração de plantas de marcação das lajes; verificação da adequação e conformidades de elementos, sistemas e/ou componentes, detalhamentos de montagens de instalação em shafts, marcação e especificação de suportes, elaboração de planilhas de quantidades de materiais.</p>

**QUADRO 3.9** – Definições por autores-chave da fase do Executivo.

Para os períodos de pós-entrega dos projetos e das obras, a NBR 15575-6 (ABNT, 2008) fornece as diretrizes delineando mais duas fases finais do ciclo: as Fases E e F.

O objetivo deste item foi o de apontar os aspectos mais relevantes, correlacionados às fases de projeto que influem nas soluções adotadas nos projetos dos SPHS, para fundamentar os resultados do estudo de casos apresentados no Capítulo 4.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de casos foi realizado nas cidades de Ribeirão Preto, São Carlos e São Paulo, compreendendo seis empresas e dois edifícios (unidades de análise). Os casos foram denominados pelas letras A e B. Igualmente, para cada empresa envolvida na construção de cada edifício, foram indicadas as respectivas letras de identificação.

Conforme relacionado no Quadro 4.1, das empresas consultadas, duas empresas são incorporadoras e construtoras (contratantes), sendo identificadas por Empresas A e B. Quatro empresas são de projetos (contratadas). Duas empresas são especializadas em projetos dos SPHS: Empresas A1 e B1. Duas são especializadas em projetos de alvenaria: a Empresa A2 de arquitetura é especializada em projetos de alvenaria não estrutural (vedação) e, a empresa de engenharia de sistemas estruturais, denominada por Empresa B2, é especialista em alvenaria estrutural.

ESTUDO DE CASO A			ESTUDO DE CASO B		
Incorporadora e construtora		<b>EMPRESA A</b>	Incorporadora e construtora		<b>EMPRESA B</b>
Unidade de análise 1		<b>EDIFÍCIO A</b>	Unidade de análise 2		<b>EDIFÍCIO B</b> (01 unidade de amostra de um conjunto de 4 torres similares)
Empresas de projetos	SPHS	EMPRESA A1	Empresas de projetos	SPHS	EMPRESA B1
	Arquitetura	EMPRESA A2		Estruturas	EMPRESA B2

**QUADRO 4.1** – Relação das empresas envolvidas na produção de cada edifício estudado.

Um dos principais critérios para a escolha das empresas incorporadoras e construtoras reside no fato de ambas serem reconhecidas pela boa qualidade de suas práticas de mercado e experiência há mais de 20 anos. Essas empresas possuem certificações da qualidade – descritas a seguir – e estão submetidas a auditorias contínuas realizadas pelos organismos responsáveis. Outro fator é que estas empresas construtoras também trabalham com empresas experientes de projetos, reconhecidas pela boa qualidade de seus serviços prestados há mais de 10 anos no mercado da construção civil. Outro critério relevante é que as empresas escolhidas são as responsáveis pela produção de dois edifícios de alto e médio padrão, respectivamente para as Empresas A e B, que apresentam a tipologia de construção desejada para o desenvolvimento desta pesquisa. A diferença de *status* da obra de cada unidade de

análise – uma em construção e outra já entregue e ocupada – implica na diferença da forma de obtenção das fontes de evidência.

O acesso a estas empresas construtoras permitiu observar como e por que adotam suas soluções de projeto para as interfaces físicas entre os SPHS, de vedações e os de estruturas. Os coordenadores de projetos de cada empresa contribuíram respondendo a um questionário com questões semi-estruturadas (conforme Apêndice 1). A entrevista com a coordenação da Empresa A e com o responsável pela manutenção (Apêndice 2) foi presencial; a coordenadora da Empresa B respondeu a entrevista e prestou demais esclarecimentos por e-mail, devido à dificuldade de agendamento de horários. A coordenadora da Empresa B iniciou as suas atividades na incorporadora e construtora a partir da metade da fase de execução do empreendimento pesquisado até o momento.

Somente ao Edifício A, em execução, foi realizada uma visita para registros fotográficos das interfaces (entre os SPHS e demais) identificadas nos projetos executivos dos SPHS. O arquivo fotográfico das interfaces na fase de execução para o Edifício B, obra entregue em dezembro de 2009, foi cedido pelo projetista dos SPHS. Durante a visita ao Edifício A, o engenheiro residente também colaborou respondendo a um questionário semi estruturado (consultar Apêndice 3). Com relação ao Edifício B já entregue, não foi possível contatar o engenheiro residente que também é o responsável pela manutenção do mesmo.

Quanto às empresas de projetos, todas responderam presencialmente a um questionário com questões semi-estruturadas, exceto o projetista de alvenaria estrutural de um dos edifícios estudados, que contribuiu respondendo por e-mail e telefone (consultar o Apêndice 4 designado aos projetistas dos SPHS e o Apêndice 5 para os projetistas de alvenaria).

Com exceção de uma folha do projeto executivo de alvenaria (marcação da primeira fiada) todos os arquivos de projetos executivos obtidos, dos dois edifícios, são exclusivamente dos SPHS e foram cedidos pelas empresas de projetos, onde o cruzamento dos dados subsidiou os resultados esperados para o desenvolvimento desta pesquisa.

#### **4.1 Caracterização das empresas incorporadoras e construtoras**

##### *4.1.1 Empresa A*

A modalidade de produção da empresa contratante “A” é a de construção, incorporação e comercialização. O tempo de atuação no mercado é de 25 anos, com foco exclusivamente

voltado para a produção imobiliária habitacional. Um dos processos gerenciados por este sistema de qualidade é o de projeto. A empresa é certificada pela norma NBR ISO 9001:2008 e pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, nível A. O quadro de funcionários do setor de planejamento de projetos da empresa construtora em questão é composto por uma gerente de planejamento, à qual estão subordinados: 3 profissionais na coordenação de projetos, 3 profissionais no planejamento e 1 profissional na gestão da qualidade. Para todas as obras em andamento, incluindo a unidade de análise deste trabalho, a empresa conta com: 1 gestor geral, 5 residentes, 6 mestres, 1 mestre de hidráulica, 1 mestre de obra fina e uma média de 15 encarregados gerais.

#### *4.1.2 Empresa B*

A modalidade de produção da empresa contratante “B” é a de construção, incorporação e comercialização. Possui 75 empreendimentos construídos, com tempo de atuação no mercado de aproximadamente 30 anos. Referente ao sistema de gestão da qualidade, a empresa B é certificada pela norma NBR ISO 9001: 2008 e pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, nível A.

Para todas as obras em andamento o setor de projetos da empresa B conta com: um diretor da área técnica; um gerente geral de custos, planejamentos e projetos; um gerente de projetos; sete arquitetas gerenciadoras e sete estagiárias. Boa parte dos serviços relativos ao processo de projeto é terceirizada. Os serviços de coordenação e compatibilização de projetos são prestados por uma empresa distinta da que elabora o cronograma de projetos. Mas, o serviço de coordenação contratado é gerenciado pela empresa B, através do corpo de arquitetas que verificam as concordâncias dos projetos produzidos pelos profissionais contratados, com as premissas da empresa B. Independentemente do padrão de construção, para os projetos dos sistemas prediais – hidráulicos e sanitários, e de elétrica – são contratados consultores para cada disciplina.

O Quadro 4.2 a seguir resume as principais características das duas empresas incorporadoras e construtoras descritas nos itens 4.1.1 e 4.2.2.

CARACTERÍSTICAS	EMPRESA A	EMPRESA B
Modalidade de produção	Construção, incorporação e comercialização	Construção, incorporação e comercialização
Tempo de atuação no mercado	25 anos	30 anos
Certificação	ISO 9001: 2008; PBQP-H, nível A	ISO 9001: 2008; PBQP-H, nível A
Composição do quadro de funcionários do setor de planejamento de projetos	<pre> graph TD     GP[1 gerente de planejamento] --&gt; CP[3 coordenadores de projetos]     GP --&gt; PP[3 profissionais de planejamento]     GP --&gt; GQ[1 gestor da qualidade] </pre>	<pre> graph TD     DT[1 diretor técnico] --&gt; GGC[1 gerente geral de custos, planejamento e projetos]     GGC --&gt; GP[1 gerente de projetos]     GP --&gt; GA[7 arquitetas gerenciadoras]     GA --&gt; E[7 estagiários] </pre>
Serviços contratados vinculados ao processo de projeto	Todos os projetos multidisciplinares e somente consultor para o sistema de alvenaria de vedação	Todos os projetos multidisciplinares; coordenação e compatibilização de projetos; elaboração de cronogramas de projeto e obra; consultores para cada especialidade de projeto

**QUADRO 4.2** – Principais características das empresas incorporadoras e construtoras pesquisadas.

#### 4.2 Caracterização das empresas de projeto contratadas

As empresas de projeto contratadas (A1, A2, B1 e B2) são de pequeno porte, com número de funcionários menor ou igual a 20. Exceto a Empresa B1 (consultar item 4.2.2), nas empresas pesquisadas, a gestão do desenvolvimento de projetos é realizada pelo titular – engenheiro ou arquiteto – onde o mesmo assume as várias funções de responsabilidade que, no caso de organizações maiores, são delegadas a outros. O próprio profissional responsável realiza o marketing de sua empresa, a administração e supervisão técnica. Confere seus projetos e os assina e, nessas circunstâncias é seu próprio gestor da qualidade. Com exceção da Empresa B1 de projetos, que é certificada desde 2004 pela norma NBR ISO 9001:2000, em nenhuma das demais empresas existe sistema de gestão da qualidade implementado para o desenvolvimento de projetos.

As listas de verificação para as fases de projeto são ferramentas de auxílio para a gestão das interfaces entre os SPHS e demais, portanto, procurou-se também identificar quais das empresas de projetos pesquisadas as utilizam e por quê. Os itens seguintes fornecem o tempo de prestação de serviço para as incorporadoras e construtoras e a composição do quadro de funcionários de cada empresa de projeto.



#### 4.2.1 Empresas de projetos dos SPHS (A1) e de arquitetura (A2)

A empresa de projeto dos SPHS estudada é de pequeno porte e o quadro de funcionários é composto por 02 engenheiros civis (sócios) e 01 desenhista e, igualmente à empresa de arquitetura A2, presta serviços à referida empresa construtora há dez anos. Para a produção de projetos de alvenaria não estrutural, a empresa de arquitetura conta com duas arquitetas (sócias), 1 funcionário e 1 estagiário. Ambas as empresas estão situadas no interior do estado de São Paulo, em São Carlos.

A Empresa A1, dos SPHS, embora possua listas de verificação para a entrega dos projetos ao longo das fases do processo, não as utiliza. O projetista responsável explica que as situações de entrega de projeto são variadas. Para alguns clientes, os projetos são entregues conforme são desenvolvidos e para uma minoria, os projetos são entregues somente quando terminados e completos. Como a conferência é realizada pelo próprio engenheiro responsável, conforme descrito no início do item 4.2, a lista acaba não sendo utilizada devido à prática costumeira e experiente do profissional. Contudo, o projetista responsável da Empresa A1 percebe a necessidade da melhoria contínua no processo de produção dos projetos dos SPHS e, deseja aperfeiçoar estas ferramentas de auxílio para melhorar a qualidade do projeto.

Na Empresa A2 de projetos de arquitetura ocorre a conferência dos projetos de alvenaria com o auxílio de listas. As listas de verificações são necessárias para que o processo de compatibilização entre o sistema de alvenaria e os demais seja o mais eficiente possível.

O Quadro 4.3 é uma fração da lista utilizada pela Empresa A2 na elaboração do projeto para a marcação da alvenaria de vedação. É possível notar, neste exemplo, que alguns tópicos listados para conferência são premissas estabelecidas pela Empresa A, por exemplo, que os eixos dos ralos dos banheiros devem ser obrigatoriamente alinhados com os de assentamento das placas cerâmicas.

No geral, são dispostas no Quadro 4.3 algumas informações que devem ser conferidas nos projetos tais como, extensão de arquivos e *layers* dos *softwares*, conteúdo nos carimbos, adequações de especificações e simbologias. Também há as informações referentes às interferências com os SPHS que devem ser checadas.

<b>Carimbo</b>	
	Está indicado o pavimento e o assunto "Planta de Marcação de 1a Fiada?"
	(Carimbo para hidráulica) - Está indicado o assunto "Planta de furação de laje Piso - Instalação Hidráulica"?
<b>Especificações x Notas e Simbologia (para plantas de hidráulica)</b>	
	Simbologia para hidráulica: estão preenchidas as especificações, notas e simbologia de acordo com a folha padrão em "matriz.dwg"? Verificar o campo específico para o projeto de hidráulica.
	A representação das furações da laje está em milímetros?
	Verificar se no campo de especificações está descrito: "Os eixos dos ralos dos banheiros deverão estar obrigatoriamente alinhados com os eixos de assentamento das placas cerâmicas."
	Os elementos do campo de simbologia estão idênticos aos blocos padrões (tamanho, <i>layer</i> , bloco, caracteres)?
<b>Geração do modelo (utilizar para a 1a fiada, 2a fiada, hidráulica e elétrica) - itens que deverão constar no próprio modelo</b>	
	As dimensões em planta foram compatibilizadas com caderno de vendas?
	As paredes externas e frontais dos <i>shafts</i> foram numeradas?
	A indicação de grautes está de acordo com projeto estrutural? Caso existam para o pavimento tipo, mais de um nível de grauteamento, estes deverão ser representados nos " <i>papers</i> " e não no modelo.
	"Não fazer prumadas de hidráulica passando verticalmente pelas paredes – utilizar shafts". Verificar esta interferência principalmente no pavimento térreo.
	Para o contorno da laje de piso e das furações (incorporar da forma do térreo da estrutura). Fazer o "X" da furação nos <i>layers</i> dos <i>shafts</i> do piso. Conferir o <i>layer</i> para os <i>shafts</i> do 1o pavimento na representação do térreo.
	Os alçapões foram locados junto às paredes facilitando o acesso através de escadas marinheiro (exceto o da casa de máquinas)? Foi prevista alvenaria de borda h=20 cm ao redor dos alçapões do barrilete?
	Os rebaixos na alvenaria para passagem de instalação hidráulica estão representados onde necessário? O rebaixo será executado com tamanho de bloco menor mais próximo – ex: 19 cm usar 14 cm; 14cm usar 11.5 cm.
	Os dimensionamentos dos <i>shafts</i> estão de acordo com o projeto de hidráulica? Eles possuem largura mínima de 15 cm? Estão todos inseridos corretamente na planta de marcação?
	Verificar o fechamento dos <i>shafts</i> de acordo com conceito da construtora.

**QUADRO 4.3** – Alguns dos itens que devem ser verificados para o desenvolvimento do projeto de marcação da alvenaria.

Fonte: Empresa A2.

#### 4.2.2 Empresas de projetos dos SPHS (B1) e de alvenaria estrutural (B2)

A Empresa B1 está localizada na cidade de São Paulo. Atua na engenharia de sistemas prediais há 34 anos, no segmento da construção civil. Além dos projetos dos SPHS, desenvolve projetos para os Sistemas de Gás Combustível, Elétricos (entrada de energia, iluminação e força, proteção contra descargas atmosféricas), de Telecomunicações (telefonia, interfonia, dados, voz), de Combate a Incêndio (hidrantes, extintores, chuveiros automáticos, alarme, iluminação de emergência, detecção de fumaça) e Eletrônicos (automação). A equipe total de projetos, coordenada por um engenheiro civil, é composta por 09 engenheiros civis e 01 engenheiro elétrico, 04 estagiários de engenharia civil, 02 tecnólogos (01 civil e outro de eletrotécnica), 02 técnicos (01 civil e outro de eletrotécnica) e 02 estagiários técnicos civis. O tempo de prestação de serviços para a Empresa B (contratante) é de 10 anos.

Na Empresa B1 existe um procedimento padrão para a verificação de projetos, que é auxiliado por listas de verificações correspondentes a cada fase e a cada planta de um pavimento específico (tipo, subsolo, periferia, barrilete, etc.), onde os sistemas são separados por módulos (condutos livres ou forçados<sup>24</sup>).

MÓDULO I – CONDUTOS FORÇADOS	LOGO EMPRESA B1
<b>PLANTA DO TIPO</b>	
<b>SPPCI</b>	
<b>PISO</b> Rol de itens a serem verificados (...)	
<b>SPGC</b>	
<b>PISO</b> 1 - Indicar as prumadas (chamadas e setas) 2- Traçar ramal de entrada no apartamento em sulco de piso, contrapiso ou aparente para fogões e 3 - Indicar local de medidores de gás 4 - Se os medidores estiverem no hall de serviço, indicar abrigo, prumada de gás e prumada de ventilação dos abrigos (VAG) 5- Desenhar indicação do aquecedor e chaminé 6- Indicar furações das vigas externas pelas chaminés	
<b>SPAF</b>	
<b>TETO</b> 1 - Indicar as prumadas (chamadas e setas) 2 - Traçar redes de distribuição de água aos ambientes sanitários somente até os registros gerais 3 - Indicar sancas de gesso e necessidade de forros onde necessário 5 - Indicar posicionamento dos medidores de água (AF) para as unidades	
<b>PISO E TETO</b> 6 - Indicar as prumadas (chamadas e setas) 7 - Indicar prumadas de água independentes para torneiras nas varandas ou pias de churrasqueiras 8- Indicar prumadas de recalque (R), alimentação de válvulas redutoras e água pressurizada	
<b>SPAQ</b>	
<b>TETO</b> 1- Indicar rede de distribuição e retorno 2 - Indicar sancas de gesso e necessidades de forros 3 - Indicar furos em vigas 4 - Indicar prumadas de alimentação de aquecedores (AA) 5 - Indicar posicionamento de medidores de água (MA) para as unidades	
<b>PISO E TETO</b> 6 - Indicar prumadas de distribuição e retorno (centrais)	
<b>COMPATIBILIZAÇÃO</b>	
1- Verificar versão de arquitetura, atualizar se necessário 2 - Verificar versão de estrutura, atualizar se necessário 3 - Rever indicações de furações em vigas, se necessário 4 - Verificar torneiras de jardim (ver paisagismo ou local torneiras considerando lances de 20m)	

**QUADRO 4.4** – Itens dos SPS, de Gás e Incêndio que devem ser verificados para o pavimento tipo na fase de anteprojeto.

Fonte: Empresa B1.

Para o SPAF do pavimento tipo, por exemplo, existem diretrizes e condições a serem verificadas nas interfaces com a laje de piso e de teto na fase de anteprojeto. Para essas

<sup>24</sup> Condutos livres: esgoto e água pluvial; condutos forçados: água fria, água quente, gás combustível e combate a incêndios.

condições, o Quadro 4.4, pequena parte da lista utilizada pela Empresa B1, representa alguns dos itens que devem ser verificados. O “Módulo I” do Quadro 4.4 corresponde aos sistemas de condutos forçados. Desta maneira, foi possível observar que o processo de verificação de projetos não está retido em um profissional exclusivo, sendo passível de ser administrado por qualquer profissional da equipe incumbido da responsabilidade por um projeto específico.

A empresa de engenharia de alvenaria estrutural tem sede em Santo André no estado de São Paulo e presta serviços para a Empresa B (contratante) desde 2007. Atua no mercado há mais de 14 anos, desenvolvendo projetos de alvenaria estrutural, estruturas metálicas e de concreto armado. A equipe de projetos é composta por 03 engenheiros civis e 01 mecânico, 01 projetista, 01 desenhista e 02 estagiários. A Empresa B2 começou a desenvolver uma lista de verificação para os projetos de alvenaria estrutural, mas similarmente ao descrito pelo projetista dos SPHS do estudo de caso A1, a conferência é realizada diretamente pelo engenheiro responsável que utiliza a sua própria experiência. O Quadro 4.5 a seguir resume as principais características das empresas de projetos pesquisadas.

<b>CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>A2</b>	<b>B2</b>
<b>Modalidade de projetos</b>	SPHS; SPGC; SPPCI	SPHS; SPGC; SPPCI; Sistemas Prediais Elétricos, de telecomunicação e Eletrônicos (automação)	Arquitetura; alvenaria de vedação	Estruturas de alvenaria, concreto armado e metálicas
<b>Tempo de atuação no mercado</b>	10 anos	34 anos	10 anos	14 anos
<b>Tempo de prestação de serviços de projetos para as construtoras</b>	10 anos para a Empresa A	10 anos para a Empresa B	10 anos para a Empresa A	4 anos para a Empresa B
<b>Certificações</b>	—	—	—	—
<b>Composição do quadro de funcionários do setor de projetos</b>	2 Engenheiros Civis (sócios) e 1 desenhista	1 Gerente de projetos (Eng <sup>o</sup> .Civil); 9 Eng <sup>os</sup> . Civis; 1 Eng <sup>o</sup> . Elétrico; 4 Estagiários de Eng. <sup>a</sup> Civil; 2 Tecnólogos (1 Civil e 1 Eletrotécnico); 2 Técnicos (1 Civil e 1 Eletrotécnico); 2 Estagiários Técnicos Civis.	2 Arquitetas (sócias), 1 estagiário e 1 funcionário	3 Engenheiros Civis, 1 Engenheiro Mecânico, 1 projetista, 2 estagiários, 1 desenhista.
<b>Conferência de projetos</b>	Pelos engenheiros sem listas de verificação	Pelos engenheiros com listas de verificação	Pelas arquitetas com listas de verificação	Pelos engenheiros sem listas de verificação

**QUADRO 4.5** – Principais características das empresas de projeto pesquisadas.

### 4.3 Caracterização das unidades de análise: edifícios A e B

Para cumprir o objetivo principal desta pesquisa, disposto no item 1.2.1, foram escolhidas duas unidades de análise. A primeira unidade, o Edifício A, possui uma das tipologias construtivas selecionadas para o estudo das interfaces: estrutura de concreto armado moldado no local e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos não estruturais. A segunda unidade, o Edifício B, foi construída com alvenaria estrutural. Ambos são edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, condição necessária, para estudar uma tipologia característica dos SPHS nessas construções. Os dois itens seguintes descrevem de uma forma geral cada um dos edifícios estudados, pois as características dos SPHS, abordadas no item 4.6 mais adiante, agregarão mais informações sobre a tipologia construtiva de cada unidade analisada.

#### 4.3.1 Edifício A

O edifício estudado é residencial de alto padrão e está localizado na cidade de Ribeirão Preto, interior do estado de São Paulo. No momento da pesquisa estava sendo executado, iniciando a fase de obra fina (consultar Anexo 1), com previsão de entrega para dezembro de 2010. Possui um subsolo, térreo para a garagem, primeiro pavimento para área de lazer, 24 apartamentos tipo, sendo um por andar (Figura 4.1), uma unidade duplex e ático.



**FIGURA 4.1**– Planta arquitetônica do pavimento tipo (prospecto de vendas da Empresa A).  
Fonte: Empresa A.

A área privativa do edifício é de 441,63 m<sup>2</sup> e o terreno possui 2968,64 m<sup>2</sup>. A estrutura é de concreto armado moldado no local, exceto a laje piso do térreo que é alveolar. A alvenaria de vedação é composta por blocos cerâmicos não estruturais. A Figura 4.2 permite visualizar os sistemas de estrutura e vedação descritos. Na data da visita à obra, a última laje da cobertura encontrava-se recém concretada e toda a alvenaria externa estava completa (Figura 4.3).



**FIGURA 4.2** – Imagem frontal (pilotis) do Edifício A. Março de 2010.



**FIGURA 4.3** – Elevação do Edifício A: término do último pavimento. Março de 2010.

#### 4.3.2 Edifício B

O Edifício B analisado, situado na cidade de São Paulo, pertence a um conjunto de edifícios residenciais de médio padrão de construção composto por quatro torres similares. Assim, para a consecução desta pesquisa basta que seja analisada uma amostra, ou seja, somente um edifício, pois todos os seus subsistemas são idênticos.

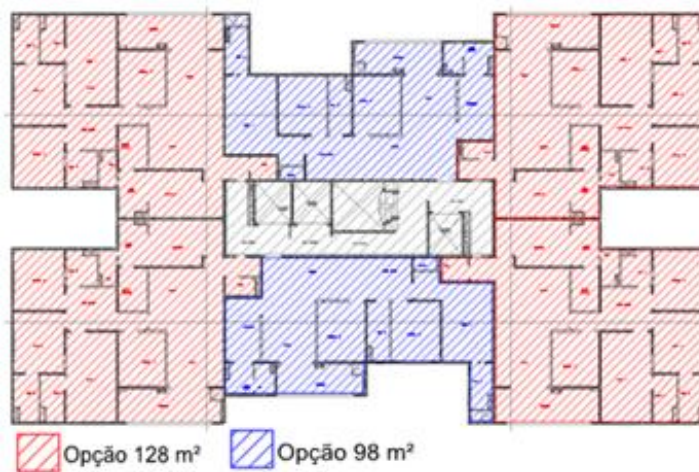
Dois edifícios (torres frontais) possuem sete pavimentos tipo, um duplex e três subsolos, distinguindo-se das outras duas torres somente pelo acréscimo de um pavimento tipo. São seis unidades privativas por pavimento, distribuídas conforme a Figura 4.5. Os apartamentos são de 3 ou 4 dormitórios, cujas áreas privativas são de 98m<sup>2</sup> (com duas opções de leiaute) ou 128 m<sup>2</sup> (com três opções de leiaute) para os apartamentos tipo (Figuras 4.4) e de 180 e 233 m<sup>2</sup> (com duas opções de leiaute) para os apartamentos da cobertura. Consultar o Anexo 2 para visualizar os leiautes existentes para as opções de 98 m<sup>2</sup>.



**FIGURA 4.4** – Leiautes distintos (duas ou três suítes) do pavimento tipo para a opção de 128m<sup>2</sup> (prospecto de vendas da Empresa B).

Fonte: Empresa B.

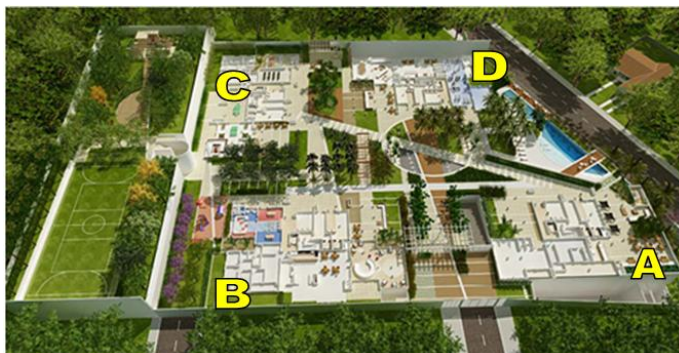
O total de área construída é de 38.176,70 m<sup>2</sup> sobre um terreno de 10.701, 10 m<sup>2</sup>. A tipologia de construção é a mesma para cada edifício, sendo a estrutura de cada um composta por laje de concreto armado moldado no local e alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto. Os edifícios encontram-se ocupados e foram entregues em dezembro de 2009.



**FIGURA 4.5** – Distribuição dos seis apartamentos no pavimento tipo.



Através da Figura 4.6 é possível visualizar a distribuição do conjunto dos quatro edifícios residenciais. Nesta, a torre D indicada é a visualizada na Figura 4.7 durante a fase de acabamento.



**FIGURA 4.6** – Implantação do conjunto dos quatro edifícios residenciais (prospecto de vendas da Empresa B).

Fonte: Empresa B.



**FIGURA 4.7**– Vista frontal da Torre D, indicada na FIGURA 4.6, na fase de acabamento.

Fonte: Empresa A2.

#### **4.4 Caracterização das fases de projeto nas Empresas A e B**

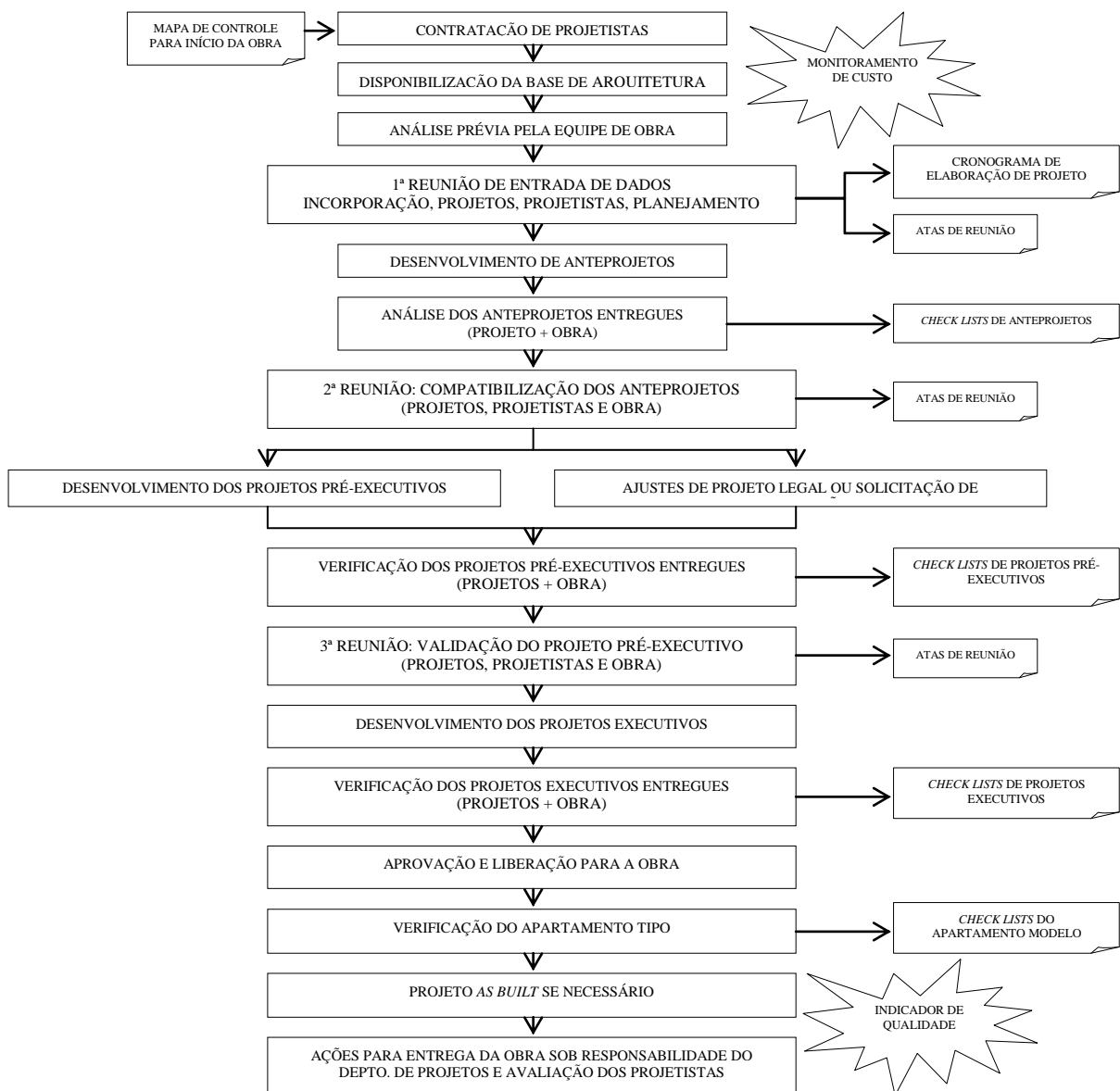
O conhecimento do processo de projeto é necessário porque permite entender como o mesmo influencia diretamente as resoluções das interfaces nos projetos dos SPHS. Desta maneira, através de entrevistas com as coordenadoras de projetos de cada empresa incorporadora e construtora e também com informações complementares – dos projetistas dos SPHS, de alvenaria e profissionais responsáveis pela execução e manutenção desses sistemas – foi possível conhecer como ocorre o fluxo de informações referente aos SPHS, durante o processo de projeto de cada empresa. Assim, foi possível detectar diferenças quanto à participação dos agentes intervenientes – equipe de projetos das várias disciplinas, coordenação, equipe de execução e manutenção, consultores, entre outros – e conhecer como utilizam o ambiente virtual durante o processo de projeto, discutido adiante no item 4.5. As



ferramentas utilizadas pelas empresas para a compatibilização dos projetos multidisciplinares compreendem basicamente as listas de verificação para projetos, os programas *CAD* em 2D (*Computer-Aided Design*) e os ambientes *Web* para a interação dos intervenientes.

#### 4.4.1 Processo de projeto na Empresa A

Uma principal característica no processo de projeto da Empresa A é a participação integrada dos agentes intervenientes, na busca simultânea por melhores soluções projetuais que ponderem as suas interfaces com a obra, que conta com a participação da equipe de execução e manutenção (Figura 4.8).



**FIGURA 4.8** – Fluxo das atividades do processo de projeto da Empresa A.  
Fonte: Empresa A.

Através da Figura 4.8 é possível identificar quem são os agentes intervenientes e em quais fases do processo de projeto participam, bem como é possível detectar quais as ferramentas utilizadas para a coordenação do processo de projeto na Empresa A.

Quanto à prestação de serviço de consultoria técnica para cada subsistema do edifício, a Empresa A trabalha apenas com o de alvenaria de vedação. O fluxo das atividades do processo de projeto da Empresa A, elaborado pela mesma, é o constante na Figura 4.8. Este determina as etapas necessárias a serem cumpridas para se obter os projetos executivos nos prazos, custos e qualidades previstos.

#### *Programa de necessidades*

Na fase denominada de programa de necessidades ocorreu a primeira reunião entre os agentes intervenientes. Foi estabelecido o cronograma de entrega de projetos e disponibilizados: a base de arquitetura analisada previamente pela equipe de execução e, os dados de entrada para os projetos dos SPHS. Esses dados foram de um modo geral os seguintes: tipos de materiais para as tubulações; opção de traçados para as áreas privativas (em sanca de gesso, em frente à alvenaria dentro de enchimento de argamassa e sob as bancadas das peças sanitárias); plenos verticais não visitáveis nas áreas privativas, (não visitável por requisito dos usuários de alto padrão); utilização de caixas de descargas acopladas; grelhas “seca-piso” em substituição aos ralos; medição individualizada de água e gás; aproveitamento de água pluvial; leiaute da distribuição da rede interna de gás e localização do medidor na área de serviço, entre outros. Nesta fase, uma das principais atribuições do projetista dos SPHS foi a de analisar os impactos que esses sistemas iriam causar na arquitetura e no desempenho dos outros sistemas. A Empresa A considera que este serviço de análise faz parte das atribuições do projetista dos SPHS contratado e, por esta razão não o considera como um serviço de consultoria. Para esta empresa incorporadora e construtora, o serviço de consultoria é prestado, paralelamente às atividades de projeto, por profissional alheio às equipes de projeto contratadas, sendo que este tipo de serviço não é contratado pela Empresa A.

#### *Atendimento ao cronograma*

Quanto ao atendimento ao cronograma de projetos, foram detectados atrasos ao longo do processo. A causa do não cumprimento das datas estipuladas está na relação entre a grande demanda de serviços solicitados pela empresa A e o número reduzido de funcionários das empresas de projeto contratadas. Apesar deste atraso, a coordenadora não observou

deficiências no processo de compatibilização entre os projetos multidisciplinares. Como o cronograma de projetos está relacionado com o de obras, a solução encontrada pela construtora foi a de antecipar o processo de projeto para seis meses antes da data de início da obra. Porém, a equipe de projeto tem considerado este prazo muito limitado, tendo em vista que os processos anteriores demandaram cerca de oito meses.

Atrasos no detalhamento da armação da estrutura não interferiram no processo de compatibilização, devido ao fato de que as dimensões tinham sido fixadas e as alterações foram mínimas, como, por exemplo, pequenas variações nas alturas das vigas. Não ocorreram atrasos com o projeto dos sistemas prediais, uma vez que este implica fortemente no desenvolvimento dos projetos de todas as outras especialidades.

#### *Estudo preliminar*

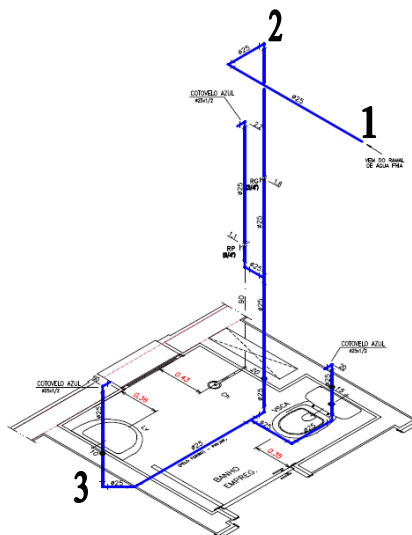
Os dados sobre a compatibilização dimensional na fase do estudo preliminar foram obtidos através de entrevistas com a coordenadora de projetos, com os projetistas dos SPHS e de alvenaria. Após a compatibilização com o projeto de estruturas do edifício, o projeto dos SPHS forneceu as localizações dos plenos que foram alguns dos dados de entrada para o sistema de alvenaria. As dimensões dessas passagens na laje foram as do padrão adotado pela construtora, pois as dimensões finais somente foram obtidas após o dimensionamento dos SPHS ao longo das fases posteriores. Foram definidos também o volume dos reservatórios e os espaços técnicos necessários. Até esta fase de projeto nenhum problema de compatibilização das interfaces físicas entre os sistemas de alvenaria e estrutura com os SPHS foi identificado.

#### *Anteprojeto*

Uma boa prática adotada pela empresa é que os profissionais da equipe de produção (engenheiro residente, mestre e encarregados) estão indicados no fluxo de atividades de gestão de projetos da empresa construtora e participam das reuniões, juntamente com os projetistas. Estes contribuem discutindo sobre a construtibilidade das soluções adotadas nos projetos, inclusive sobre as interfaces dos outros sistemas com os SPHS.

No anteprojeto dos SPHS, o traçado das tubulações para todos os ambientes foram definidos gerando as perspectivas isométricas dos ambientes internos. O anteprojeto dos SPHS foi enviado para toda a equipe para análise das interferências. As compatibilizações destas, no pavimento tipo, são de responsabilidade da projetista de alvenaria. Durante a fase

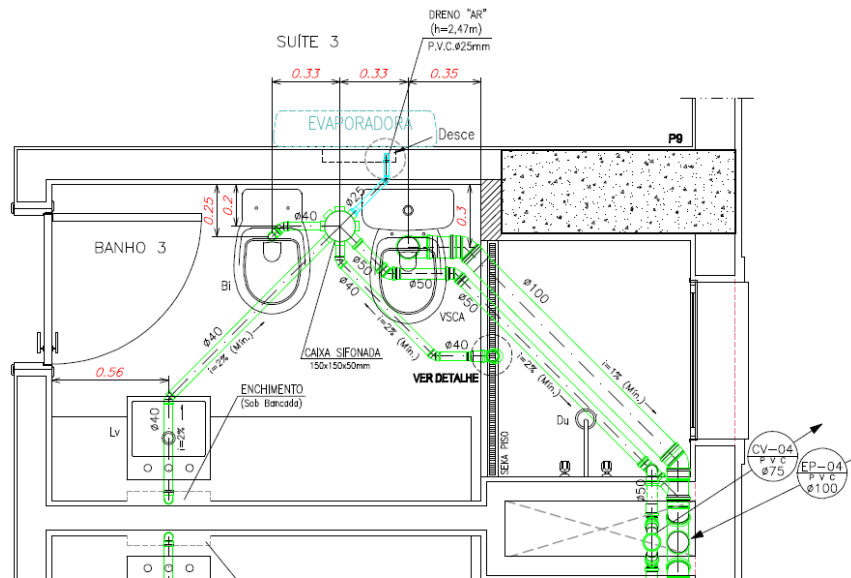
de anteprojeto as modulações são feitas já considerando as interfaces com os outros subsistemas. Assim, para o edifício em questão, as maiores interferências foram com o sistema predial de eletricidade e não com os SPHS, tendo em vista a premissa adotada no estudo preliminar dos SPHS de não interferir com a alvenaria, disponibilizando os subramais dentro dos enchimentos sob as bancadas das peças sanitárias. Contudo, alguns trechos dos ramais de AF foram embutidos na alvenaria. A solução para o traçado das tubulações na área privativa foi a seguinte (ver Figura 4.9): (1) ramal para abastecimento do sanitário sob a laje do pavimento superior dentro de forro falso e em sanca de gesso onde necessário; (2) descidas dos ramais em plenos verticais não visitáveis e (3) abastecimento dos pontos através de subramais sob a laje com exceção do chuveiro que é abastecido através de sub-ramal na parede no pleno.



**FIGURA 4.9** – Esquema isométrico do percurso da tubulação de água fria na área privativa.  
Fonte: Empresa A1.

Contudo, referente às interfaces com os SPHS, a tubulação do dreno do ar condicionado é embutida na alvenaria e depende de um ambiente hidráulico contíguo para a sua ligação em um ralo sifonado (Figura 4.10). Devido ao serviço de personalização de cada apartamento disponibilizado pela construtora, esta é uma interface problemática, pois nem sempre o ponto previsto no projeto é aquele que o usuário final deseja fixar o aparelho de ar condicionado. Em obras anteriores, os drenos foram ligados às tubulações de coleta de água pluvial para conduzir esta água limpa aos reservatórios de aproveitamento de água pluvial. Essa solução não foi adotada para o edifício aqui analisado, porque os usuários dos edifícios anteriores reclamaram do ruído gerado na tubulação de coleta de água pluvial. A coordenadora de projetos relatou que, de uma forma geral, as interfaces que mais geram problemas de compatibilização dos SPHS com a arquitetura são os desvios das tubulações nos pavimentos

térreos e de cobertura. Isto porque esses pavimentos geralmente comportam áreas nobres e por vezes há necessidade de se rebaixar um forro que é contra a estética da arquitetura. No pavimento tipo do edifício estudado, não existem interferências como essa que impliquem em diferenças entre o projetado e o construído quanto à estética.



**FIGURA 4.10** – Indicação da ligação da tubulação do dreno do ar condicionado no ralo sifonado.  
Fonte: Empresa A1.

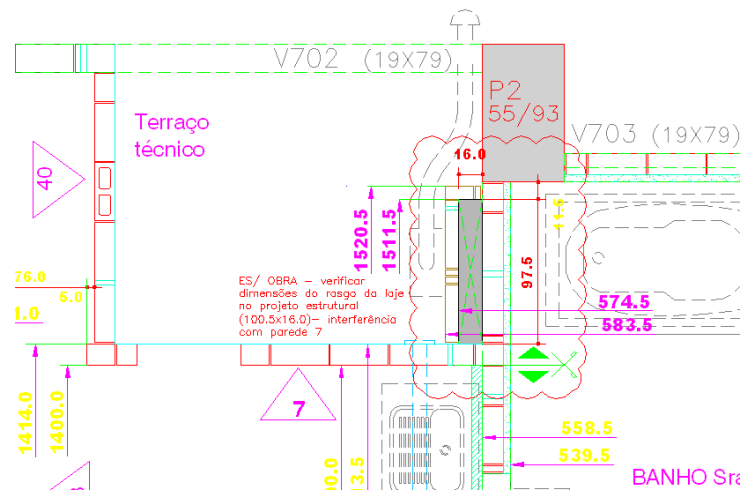
#### *Projeto pré-executivo*

Nenhum dos entrevistados relatou problemas de resolução de interfaces para a fase do projeto pré-executivo dos SPHS, exceto a projetista de alvenaria. Esta afirmou que, devido ao melhor detalhamento proveniente desta fase, foi possível identificar alguns pontos onde deveriam ser realizados rebaixos na alvenaria para efetivar o preenchimento, local em que a tubulação dos subramais dos SPHS é disposta. Também foram discutidos outros locais que poderiam receber sancas de gesso para o percurso da tubulação desses sistemas.

#### *Projeto executivo*

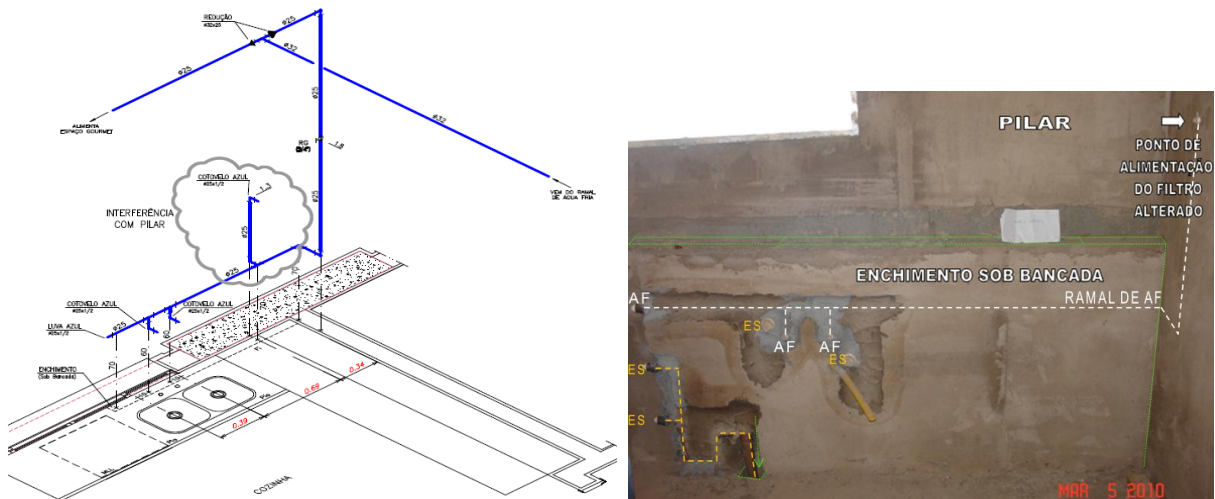
Espera-se que o produto gerado na fase do projeto executivo tenha todos os problemas de compatibilização sanados. Contudo, para o caso estudado, através do projeto executivo da marcação da primeira fiada da alvenaria, observaram-se ainda algumas incompatibilidades para serem resolvidas, justamente pelo fato das informações contidas nos projetos estarem mais completas e os detalhamentos mais refinados. As incompatibilidades encontradas foram para as interfaces da alvenaria com uma viga e com as dimensões de uma abertura na laje

(pleno) com uma parede. A interferência da passagem do pleno na laje com a alvenaria é representada na Figura 4.11.



**FIGURA 4.11** – Interferência da passagem de um pleno pela laje com a alvenaria.  
Fonte: Empresa A2.

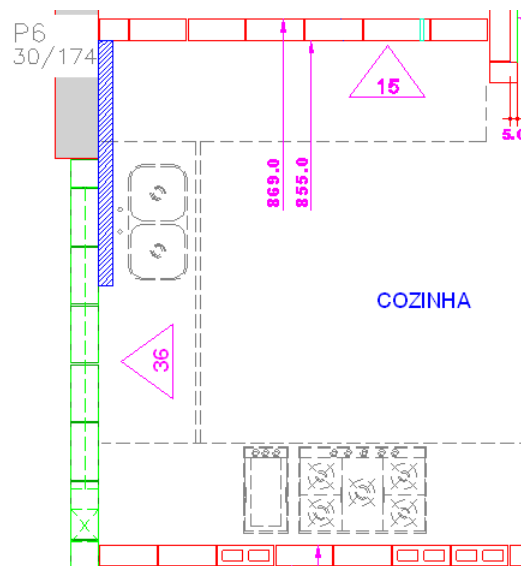
Quanto aos SPHS, ocorreu uma interface que somente foi detectada pela equipe de obra, não percebida ao longo do processo de compatibilização. Trata-se de uma tubulação de água potável para alimentar um filtro na cozinha que interferiu com um pilar; a Figura 4.12 indica a interface projetada e a sua respectiva execução.



**FIGURA 4.12** – Interface de um pilar com sub-ramal de água fria: projeto executivo dos SPHS e respectiva alteração na execução.  
Fonte: Empresa A1

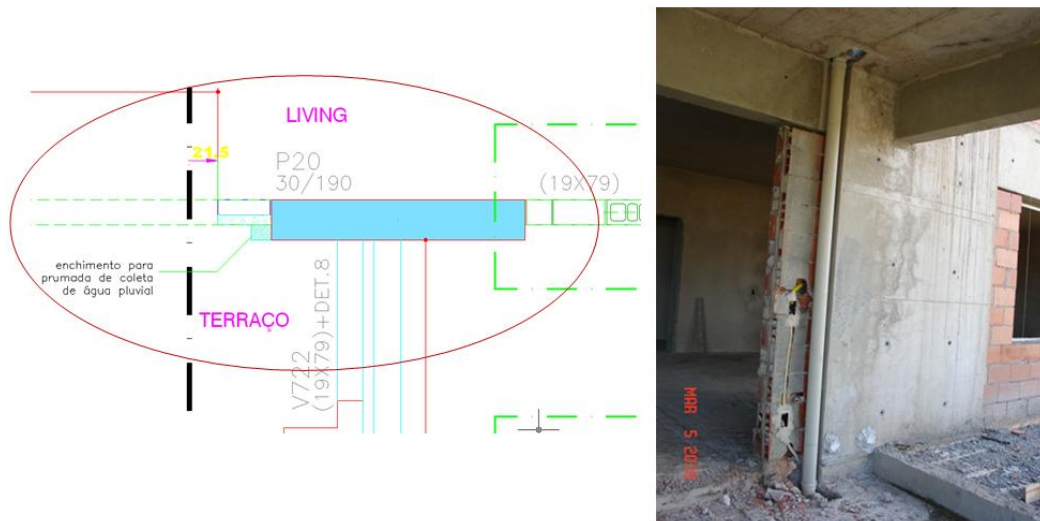
Através da Figura 4.13 é possível perceber que a referida interface não foi identificada no processo de compatibilização de projetos. O ponto de alimentação, com anuência do

projetista, foi transferido na obra para a parede ao lado. A informação foi registrada no sistema para constar no projeto “como construído” dos SPHS.



**FIGURA 4.13** – Situação da Figura 4.12 representada no projeto executivo de alvenaria.  
Fonte: Empresa A2.

Além do problema de interface supracitado, durante a visita à obra, foi observado como ocorreu a execução para a interface de uma prumada de água pluvial, com pilar e alvenaria (ver Figura 4.14).



**FIGURA 4.14** – Indicação de enchimento para a prumada de água pluvial (projeto executivo da alvenaria) e respectiva execução em obra.  
Fonte: Empresas A e A2.

A solução para a mesma é resultante de um processo de compatibilização dos projetos desses sistemas com a obra. A locação da prumada, ponto indicado na Figura 4.14, somente foi

possível através de discussões com a equipe de produção sobre a construtibilidade desta interface, localizada na fachada externa do edifício. O revestimento externo, além de estar submetido às tensões superficiais provenientes da movimentação da estrutura, sofre também com as diferentes dilatações de cada material (PVC, concreto e alvenaria), exigindo uma solução construtiva que permita a junção dos distintos sistemas.

#### *4.4.2 Processo de projeto na Empresa B*

As informações para a determinação das características do processo de projeto na Empresa B foram obtidas por meio da coordenadora atual de projetos da incorporadora e construtora, do projetista da estrutura de alvenaria e do projetista dos SPHS. As informações cedidas pelo projetista dos sistemas prediais permitiram delinear melhor as fases de projetos, que ocorrem na Empresa B, com foco nos SPHS.

As fases do processo estão descritas após a caracterização subsequente das atividades de projetos.

O procedimento operacional padrão, referente ao processo de projeto da Empresa B, distingue-se daquele descrito no item anterior. Na Empresa A, a participação nas decisões projetuais ocorrem desde o início da concepção da arquitetura e durante todo o processo de projeto. Na Empresa A, é a equipe multidisciplinar de projetos e execução que propõe as soluções para cada novo empreendimento. Neste aspecto, a diferença observada na Empresa B, é que a contratação dos projetistas ocorre, posteriormente, na fase de estudo preliminar.

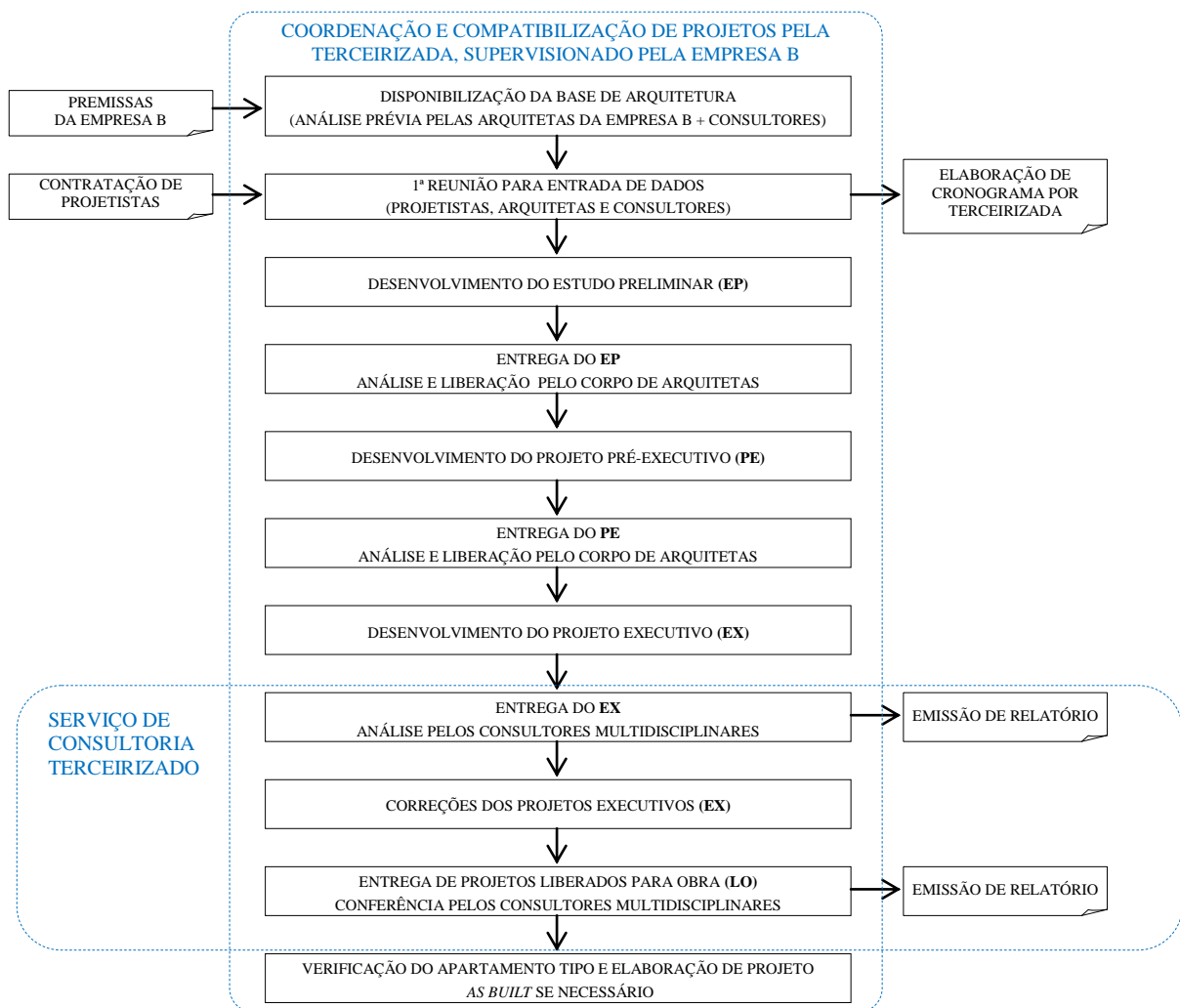
#### *Fluxo de atividades de projeto.*

Não foi cedida pela Empresa B a representação gráfica do fluxo das atividades de projeto, como ocorrido no caso anterior. O delineamento dessas atividades foi realizado somente através das respostas ao questionário enviado à coordenadora de projetos (Apêndice 1).

A principal característica da Empresa B está na contratação de consultores para cada disciplina de projeto (SPHS, elétricos, de alvenaria, etc.), independentemente do padrão de construção a ser adotado. A equipe de projetos multidisciplinar interage ao longo do processo, mas além de seguir as premissas da incorporadora e construtora, deve seguir também as observações propostas pelos consultores ao longo de todo o processo.



As atividades de coordenação e compatibilização de projetos são externas e realizadas por uma mesma empresa. Outro escritório, também contratado pela Empresa B, elabora o cronograma de projetos. Contudo, todas as atividades externas contratadas são gerenciadas pela Empresa B, através de uma equipe de arquitetas que verificam as concordâncias dos projetos produzidos pelos profissionais contratados, com as premissas da empresa incorporadora e construtora, através de participações de reuniões e acompanhamento do cronograma. A Figura 4.15 é uma representação geral do fluxo das atividades de projeto ocorrentes na Empresa B.



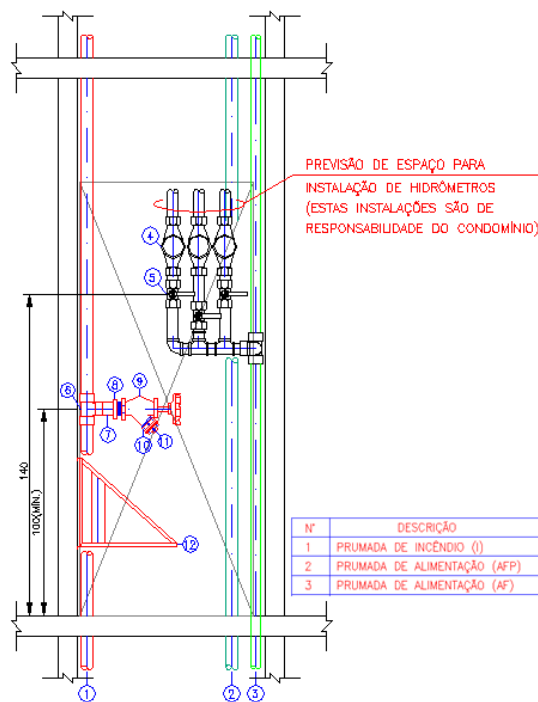
**FIGURA 4.15** – Representação do fluxo das atividades do processo de projeto da Empresa B.

Após o levantamento de dados no programa de necessidades, a Empresa B trabalha com quatro fases de projeto: Estudo Preliminar (EP); Pré-executivo (PE); Executivo (EX) e Liberado para a obra (LO). O serviço de consultoria ocorre ao longo de todo o processo. Ao final da terceira fase de projeto (executivo), os consultores fazem uma análise de cada projeto

e emitem relatórios que passam pelo processo de aprovação da coordenação interna da Empresa B. Não sendo identificado nenhum problema, os projetos são liberados para a obra, mas são conferidos novamente. Todas as atividades de projeto são cadastradas no sistema de armazenamento de dados descrito no item 4.5.2. Através deste sistema *online* é permitido aos responsáveis pela execução acessar os arquivos de projetos liberados para a obra e os encaminhar para impressão.

#### *Programa de necessidades.*

Os projetistas das diversas especialidades não participam desta fase, não contribuindo, portanto para o levantamento de informações do programa de necessidades. Segundo a coordenadora de projetos, o programa é bem elaborado e gera todas as informações necessárias, não permitindo improvisações ao longo das fases de projeto.



**FIGURA 4.16** – Espaço previsto no interior do pleno para medição individualizada.

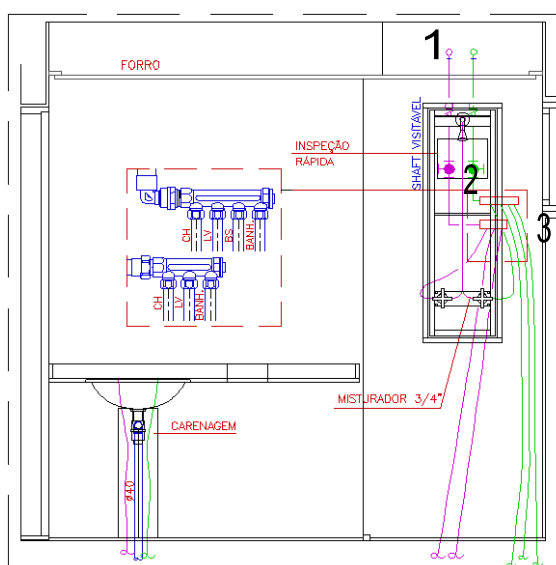
Fonte: Empresa B1.

Segundo a coordenadora de projetos, as premissas fornecidas pelo programa para a elaboração dos projetos dos SPHS do edifício aqui analisado foram: localização dos plenos, sendo estes visitáveis para facilitar a manutenção; previsão para medição individualizada (Figura 4.16); aproveitamento de água pluvial; a adoção de conexões de ferro fundido para os desvios nas áreas nobres dos apartamentos impedem a propagação de ruídos; emprego de tubulações em PEX e PPR para os locais indicados.

### Estudo preliminar (EP)

Na Empresa B, a participação da equipe multidisciplinar de projetos inicia-se na fase de estudo preliminar. Segundo o projetista dos SPHS, é necessário nesta fase, analisar todas as interferências que irão ocorrer no pavimento tipo para a aprovação do projeto na Prefeitura. Com base no projeto que foi encaminhado para aprovação foram desenvolvidos os prospectos de vendas. Portanto, uma das condições para que não ocorresse problema com o usuário final, foi a necessidade de indicar nos ambientes do pavimento tipo os trechos que deveriam conter as sancas de gesso para o percurso das tubulações dos SPHS como, por exemplo, nas salas dos apartamentos. As dimensões dos plenos também foram indicadas, devido à necessidade de previsão para a medição individualizada observada no programa de necessidades.

No detalhamento dos SPHS do Edifício B foram privilegiadas vistas a desenhos isométricos, ao contrário do que ocorreu para o Edifício A.



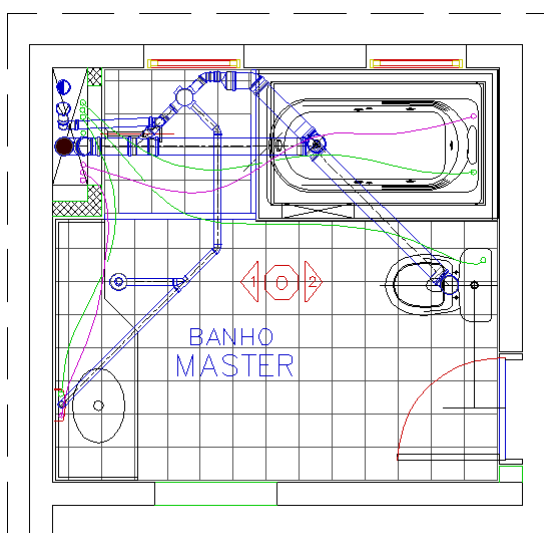
**FIGURA 4.17** – Esquema em vista do percurso das tubulações de água fria e quente na área privativa (Vista 1 indicada na Figura 4.18).

Fonte: Empresa B1.

A Figura 4.17 ilustra a solução adotada para o traçado das tubulações na área privativa: (1) ramais de AF e AQ para abastecimento do sanitário sob a laje do pavimento superior dentro de forro falso e em sanca de gesso onde necessário; (2) descidas dos ramais em plenos verticais visitáveis e (3) abastecimento dos pontos através de sub-ramais, a partir dos distribuidores (*manifolds*), sob a laje com exceção do chuveiro que é abastecido através de sub-ramal na parede no pleno. As tubulações em PEX sobem em frente à parede sobre as quais é disposta uma carenagem.

Também foram definidas as localizações e dimensões das grandes áreas técnicas, tais como as casas de bomba para os reservatórios e piscinas, abrigos para os hidrômetros e medidores de gás etc. Sempre que o projeto for aprovado na Prefeitura com todos esses detalhes antecipadamente resolvidos, os SPHS não interferem no projeto arquitetônico. Caso contrário, se o projeto arquitetônico for aprovado antes de serem analisadas as interfaces com os SPHS, inevitavelmente existirão distorções nos projetos posteriores, pois é necessário locar as áreas técnicas.

O uso do PEX para o sistema de abastecimento ponto a ponto permite que o cliente escolha entre as duas opções de leiaute (indicadas anteriormente na Figura 4.4 do item 4.3.2.) oferecidas pela Empresa B: (1) um ambiente sanitário para uma suíte com banheira ou (2) dois ambientes sanitários, sem banheira, para cada suíte. A Figura 4.18 ilustra o esquema em planta baixa para a distribuição dos subramais. Em planta está indicada a vista 1 representada pela Figura 4.17.



**FIGURA 4.18** – Esquema em planta baixa da distribuição dos subramais em PEX sob a laje.  
Fonte: Empresa B1.

#### *Projeto Pré- executivo (PE)*

Nesta fase o arquiteto e o projetista de estruturas lançam no sistema *on-line* (item 4.5.2) as respectivas bases de trabalho para todas as disciplinas de projeto. A partir destas informações são realizados os traçados básicos dos SPHS; alguns chamam esta fase de anteprojeto, mas a Empresa B a denomina como pré-executivo. A Empresa B1, dos SPHS, como estratégia para a fase de anteprojeto, dimensiona todos os condutos livres – sistemas de esgoto sanitário e água pluvial – pois estes interferem com vigas e lajes (passagens), necessitam de enchimentos

e alguns ajustes na arquitetura. O objetivo desta fase para a Empresa B1 é identificar os conflitos com a arquitetura e a estrutura e apontar as opções de soluções. No mínimo um dimensionamento muito próximo ao definitivo deve ser feito nesta fase, pois só o traçado geométrico não soluciona as questões de interface. Muitas vezes, por exemplo, pode ser previsto somente uma prumada para coleta de água pluvial, quando na realidade serão necessárias três. Contudo, não são feitos muitos detalhamentos, pois o trabalho pode ser perdido nas fases posteriores devido às adequações que se fazem necessárias nos projetos de arquitetura e estrutura.

Quanto às áreas privativas, a solução para o traçado das tubulações é diferente da adotada pela Empresa A. Ambas as incorporadoras e construtoras optaram por não interferir com a alvenaria disponibilizando as tubulações em frente às paredes e os ramais de água fria e quente sob a laje. Os ramais de água fria e quente para o Edifício B são em PEX recobertos por carenagens ou dispostos dentro de flexíveis de alumínio; no Edifício A, são em PPR ou PVC rígido dispostos dentro de enchimentos sob as bancadas, com exceção de alguns trechos.

#### *Projeto Executivo (EX) e Liberado para a obra (LO)*

As várias disciplinas completam apropriadamente os projetos a partir das informações levantadas na fase do pré-executivo. São alterados os projetos de arquitetura e estrutura. Inicia-se então o desenvolvimento do projeto executivo e neste são realizados os detalhamentos completos (dos banheiros, por exemplo). Teoricamente é o projeto final, mas ainda ocorrem revisões e ajustes, recebendo o projeto o nome de Liberado para a Obra (LO); o projeto neste estágio é uma “revisão burocrática” do projeto executivo. Contudo, é possível algum ajuste passar despercebido por esta fase e somente ser rastreado durante a execução.

Segundo o projetista da Empresa B1, não foi contratado pela Empresa B o serviço de projeto para a produção. O projeto para a produção envolve o planejamento de como executar os detalhamentos do projeto executivo, indicando, por exemplo, como executar adequadamente a impermeabilização na passagem de uma tubulação pela laje. Segundo o projetista da Empresa B1, é mais interessante que o projeto de alvenaria apresente o detalhamento das interferências com os SPHS. Afirma que é mais adequado ao projetista do sistema de vedação, voltado para o processo de produção, se responsabilizar pelos detalhamentos das passagens pela laje e pelas interferências com a elevação alvenaria, do que ao projetista dos SPHS. Explica que os detalhamentos constantes nos projetos executivos dos SPHS servem para orçamento,

execução e verificação e, não abrangem o processo de montagem desses sistemas. O procedimento deste serviço de montagem foi gerenciado em obra, conforme o padrão da Empresa B. Desta forma, não foi detalhado, por exemplo, o processo de montagem do pleno visitável; não constou em projeto como deveriam ser fixadas as tubulações nas paredes e como deveria ser o procedimento de vedação da tampa.

#### **4.5 Aplicativos Web para a gestão do processo de projeto**

As duas incorporadoras e construtoras pesquisadas utilizam um sistema externo (*extranet*) de armazenamento *online*. Cada uma dessas empresas opera em uma plataforma de dados distinta, provenientes de servidores diferentes. Os sistemas operacionais funcionam como um depósito de arquivos tanto de projetos quanto de informações correlacionadas ao processo do mesmo. Promovem maiores facilidades aos coordenadores do sistema da qualidade e de projetos, aos responsáveis pela assistência técnica e engenheiros de obra. Os subitens seguintes descrevem cada um desses aplicativos que são utilizados pelas empresas para a gestão do processo de projetos e de suas interfaces.

##### *4.5.1 O sistema de informação na Empresa A*

Uma das ferramentas para a gestão do processo de projeto, utilizada pela empresa A, é o *software MS Project*. Há um cronograma de entrega de projetos, vinculado ao de obra, com datas limites para cada especialidade. Os arquivos dos projetos – desenvolvidos por meio de um *software CAD (Computer-Aided Design)* – são postados em um aplicativo *Web*. Neste sistema *on-line*, ocorrem o tráfego e os registros das informações resultantes da interação entre as equipes multidisciplinares de projetos, a coordenação e um representante da execução. Esta plataforma *Web* possui módulos de: controle de projetos, caixa postal, solicitação de alterações, atas de reunião, controle de tarefas (data de entrega de projetos, por exemplo), avaliação de projetistas, entre outros, compondo o rol da maior parte de ferramentas utilizadas para a gestão do processo de projeto. O módulo de controle de projeto permite administrar as revisões ao longo das fases dos projetos (onde são compatibilizadas as interfaces entre os subsistemas do edifício). Avisos importantes entre os profissionais de projeto, plotagens de cópias físicas, *downloads* e *uploads* dos arquivos de projeto também são administrados neste sistema. O aplicativo é o principal meio de comunicação entre os agentes envolvidos no processo de projeto, equipes de obra e manutenção. Outras informações também são trocadas por meio de reuniões presenciais, *e-mails* e *fax*. A utilização do

aplicativo Web é uma das principais evoluções percebidas atualmente na gestão do processo de projeto.

#### 4.5.2 O sistema de informação na Empresa B

As ferramentas utilizadas pela empresa construtora B para a verificação dos serviços de coordenação e compatibilização de projetos, em linhas gerais, são as listas de verificação e as atas de reunião, que são postados e registrados junto com outras informações, em ambiente virtual de forma similar à Empresa A. O ambiente virtual é um sistema de armazenamento de dados de projetos (SADP) baseado em protocolos de transferência de arquivos por meio de um servidor *Web*. Além de armazenar os arquivos de projetos, o SADP é estruturado com ferramentas colaborativas, onde todos os envolvidos no processo de projeto são adequadamente notificados das operações, tarefas e pendências a que estão submetidos.

#### 4.6 Projeto dos SPHS do Edifício A

Os projetos disponibilizados para este trabalho pela Empresa A1 estão subdivididos conforme indicado no Quadro 4.6.

Exceto a área de lazer, as plantas abrangem somente os pavimentos que contém os apartamentos tipo. Os projetos do subsolo, térreo (garagem) e cobertura não foram solicitados. Somente a laje da área de lazer é nervurada. Todas as demais lajes são de concreto armado moldado no local.

No Edifício A, entre o 1º pavimento (área de lazer) e a transição do pórtico para os pavimentos tipo (5º ao 26º andar) existem três andares com 1 apartamento cada. O 4º pavimento tipo, na transição do pórtico, possui uma piscina privativa na área externa.

LOCAL DO EDIFÍCIO	PLANTAS
1º Pavimento (Lazer)	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)
	Detalhamento isométrico dos ambientes sanitários
	Marcação
2º Pavimento (1 Apto. Tipo 1)	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
	Marcação
3º Pavimento (1 Apto. Tipo 1)	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
	Marcação
4º Pavimento (1 Apto. com piscina – Tipo 2)	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
	Marcação

**QUADRO 4.6** – Relação dos projetos para execução dos SPHS e SPGC, Edifício A.

LOCAL DO EDIFÍCIO	PLANTAS	
5° ao 26° Pavimentos Apartamentos – Tipo 3	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)	3 suítes
		4 suítes
	Detalhamento Isométrico	3 suítes
		4 suítes
	Detalhamento do SPES por ambiente	3 suítes
		4 suítes
	Marcação	3 suítes
		4 suítes

**QUADRO 4.6** – Relação dos projetos para execução dos SPHS e SPGC, Edifício A (**continuação**).

#### 4.6.1 Materiais empregados nas tubulações dos SPHS e de gás

O Quadro 4.7 apresenta uma visão geral dos materiais empregados nas tubulações dos sistemas prediais do Edifício A.

	Cobre rígido	Aço galv.	PVC Rígido	PVC San.	PVC Sant. Ref.	PVC Mineral.	CPVC	PPR	PEX
Tubulação de recalque								x	
Colunas de água fria			x					x	
Ramais e Sub-ramais de AF								x	
Colunas de água quente	Não há, pois o aquecedor é de passagem. Existem somente ramais de AQ								
Ramais e sub-ramais de AQ								x	
Ramais de Descarga e de Esgoto				x					
TQ de Esgoto sanitário				x					
Coletor e sub-coletor predial de esgoto				x					
Ramais e Colunas de Ventilação				x					
Condutores Verticais de AP					x				
Condutores Horizontais de AP					x				
Coluna de água para hidrantes		x							
Coluna de Gás Combustível	x								
Ramais de Gás Combustível	x								
Tubo luva Gás Combustível				x					

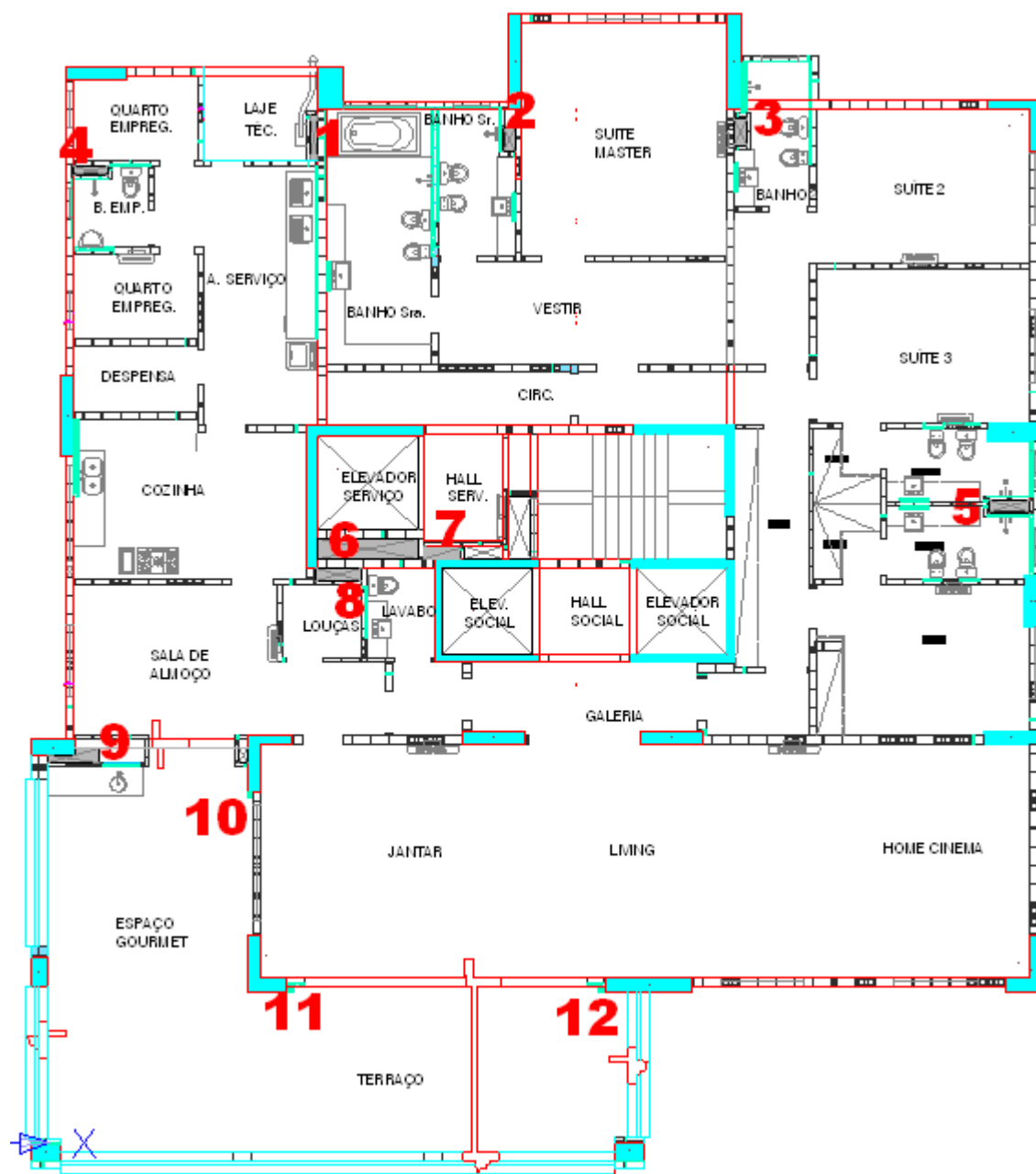
**QUADRO 4.7**– Materiais empregados nas tubulações dos SPHS para o Edifício A.

Nos projetos dos SPHS do Edifício A, há quadros com especificações sobre os materiais empregados nas tubulações dos SPHS. Em um quadro estão especificados os diâmetros. Em outro, os correspondentes para cada sistema conforme especificações das normas técnicas brasileiras; exemplo: “PVC Rígido – SPAF e dreno do ar condicionado. Requisitos da norma NBR 5648 (ABNT, 2010) – Sistemas prediais de água fria, tubos e conexões de PVC 6,3; PN 750 KPa, com junta soldável”.



#### 4.6.2 Interferência da tubulação com os demais subsistemas no pavimento tipo

Cada pleno do Quadro 4.8 a seguir está numerado em linha, da esquerda para a direita, conforme indicado na Figura 4.19.



**FIGURA 4.19** – Numeração dos plenos do pavimento tipo – Edifício A.

O Quadro 4.8, para uma visão geral, indica quais as prumadas que estão no interior de cada pleno e em qual ambiente estão situadas. Identifica interferências dos tubos verticais com a laje, pilares ou vigas. Os dados foram retirados da planta baixa do apartamento tipo (pavimentos do 5º ao 26º). O símbolo “+” representa a posição do tubo, identificado pelas

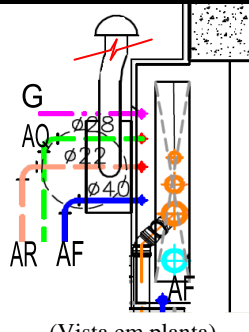
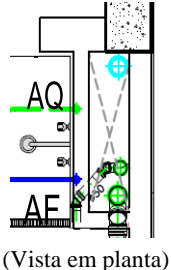
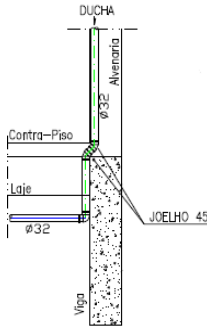
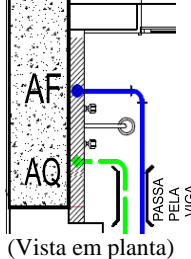
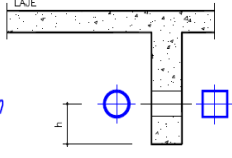
seguintes abreviaturas: (H) Hidrante; (AS) Água Servida; (AP) Água Pluvial; (R) Recalque; (AF) Água Fria; (AQ) Água Quente; (EP) Esgoto Primário; (ES) Esgoto Serviço; (EG) Esgoto de Gordura; (CV) Coluna de Ventilação; (Vg) Ventilação de Gás; (I) Incêndio; (VRP) Prumada para a Estação Redutora de Pressão- 2 tubos e (P) Piscina.

AMBIENTE	Nº PLENO INDICADO NA FIGURA 4.19	INTERFERÊNCIA DAS TUBULAÇÕES VERTICAIS COM:		POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	DIMENSÕES INTERNAS DO PLENO (m) (Prof. x largura)	FECHAMENTO
		PILARES/VIGAS	LAJE			
LAJE TÉCNICA	1- Ao lado da área de serviço; Junto ao sistema conjugado	-	A abertura do pleno interferiu com a modulação de alvenaria na área de serviço		0,16 x 0,975	Não visitáveis, vedados com alvenaria
BANHO Sr.	2 - Atrás do chuveiro	-	-		0,245 x 0,885	
BANHO SUÍTE 2	3- Em frente à alvenaria	-	-		0,27 x 0,60	
BANHO DA EMPREGADA	4 - Atrás do chuveiro	-	A alvenaria adentrou 2,5cm na abertura do pleno na laje		0,185 x 0,735	
BANHOS 3 e 4	5 - Entre as paredes dos dois chuveiros	-	A alvenaria adentrou 2,5cm sobre a abertura do pleno na laje		0,265 x 0,885	
ELEVADOR DE SERVIÇO	6 - Junto a caixa do elevador de serviço, entre alvenarias	-	-		0,27 x 2,17	
HALL DE SERVIÇO	7 - Ao lado do quadro de entrada de energia elétrica	-	A prumada de gás sobe embutida na alvenaria do hall, deriva pelo contrapiso e entra no pleno, para o medidor.		0,27 x 0,77	Visitável, vedado com gesso acartonado. Porta para ao acesso ao hidrante
LAVABO	8 - Ao lado do pleno nº6	-	-		0,27 x 0,96	Não visitáveis, vedados com alvenaria
ESPAÇO GOURMET	9 - Junto com pilar do terraço	-	-		0,30 x 1,10	
COLUNAS DE ÁGUA PLUVIAL	10 a 12 - Terraço	Enchimento em frente a pilares externos	-		0,11 x 0,11 (sobre Ø100mm)	Revestida com argamassa

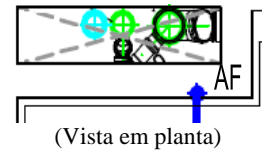

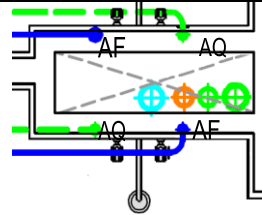
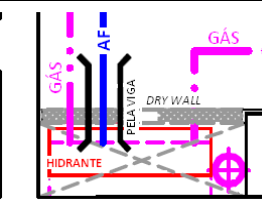
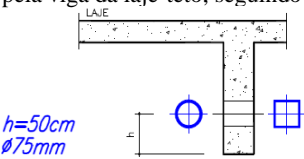
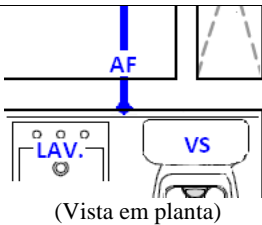
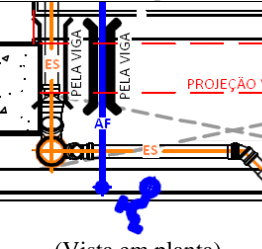
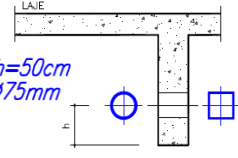
**QUADRO 4.8** – Identificação de interferências das prumadas com estruturas e vedações – Edifício A.

No Edifício A, os ramais aéreos seguem horizontalmente no interstício entre laje e forro. A tubulação desce verticalmente em frente às vedações de cada ambiente, sem interferir com a alvenaria, atravessa a laje e deriva-se em subramais para os pontos de alimentação. Em alguns ambientes, como na área de serviço, pequenos trechos do ramal de AF seguem horizontalmente embutido na alvenaria, sem atravessar a laje.

O Quadro 4.9 identifica interferências das tubulações horizontais (ramais) com pilares ou vigas (passagens). Sobre a ilustração de cada ramal há as seguintes abreviaturas: (AF) Água Fria; (AQ) Água Quente; (AR) Água de Recirculação; (G) Gás Combustível.


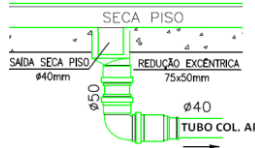
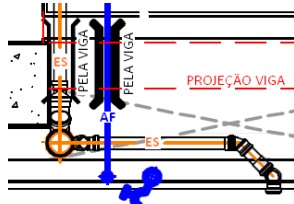
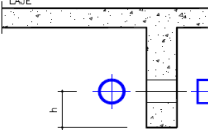
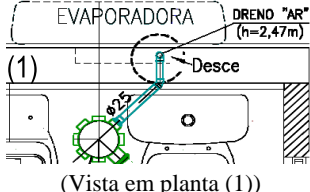
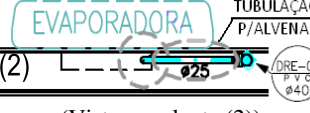
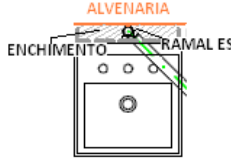
AMBIENTE	Nº PLENO (FIGURA 4.19)	POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	INTERFERÊNCIA DOS RAMAIS DE AF, AQ e GÁS COM ALVENARIA, LAJE, VIGA E PILAR
LAJE TÉCNICA	1	 <p>(Vista em planta)</p>	<p>NÃO HÁ INTERFERÊNCIAS COM OS RAMAIS.</p> <p>O ramal de AF vem do medidor no pleno 7 sob laje-teto, desce em frente alvenaria do pleno e segue até o ponto de alimentação do aquecedor de passagem.</p> <p>O ramal de AQ sai do aquecedor, sobe em frente à alvenaria e sai do ambiente sob laje-teto.</p> <p>A tubulação de gás vem do medidor no pleno 7 embutida no contrapiso, sobe recoberta em frente à alvenaria do pleno 1 e alimenta o aquecedor.</p> <p><u>Cobre CLASSE "A" <math>\phi</math>22mm</u> (EMBUTIDO NO PISO)</p>
BANHO Sr. / Sra.	2	 <p>(Vista em planta)</p>	<p>INTERFERE COM LAJE E VIGA: DESVIO</p> <p>O ramal de AF vem do medidor no pleno nº7 e o ramal AQ sai do aquecedor (pleno nº1); ambos percorrem sob laje-teto e descem em frente à parede do pleno 2, abastecendo o sub-ramal do chuveiro e descem, atravessando a laje-piso em passagens de 8x8 cm. Antes de atravessar a laje, há um desvio de tubulação, pois a largura da alvenaria é menor que a do pilar.</p> <p>(Vista em corte)</p> 
BANHO SUÍTE 2	Ao lado do pleno 3	 <p>(Vista em planta)</p>	<p>INTERFERE COM VIGA E LAJE.</p>  <p><math>h=30\text{cm}</math> <math>8 \times 16\text{cm}</math></p> <p>(Vista em corte)</p> <p>O ramal de AF vem do medidor no pleno nº7 e o ramal de AQ vem do aquecedor (pleno nº1); ambos percorrem sob laje-teto, atravessam uma viga, e descem no enchimento em frente ao pilar. Atravessam laje-piso em passagens de 8x8 cm.</p>

**QUADRO 4.9** – Identificação de interferências dos ramais de AF, AQ e gás com estruturas e vedações – Edifício A.

AMBIENTE	Nº PLENO (FIGURA 4.19)	POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	INTERFERÊNCIA DOS RAMAIS DE AF, AQ e GÁS COM ALVENARIA, LAJE, VIGA E PILAR
BANHO DA EMPREGADA	4 – Atrás do chuveiro	 (Vista em planta)	INTERFERE COM LAJE. O ramal de AF vem do medidor no pleno nº7. Percorre sob laje-teto, desce em frente à alvenaria do pleno 4 e abastece o sub-ramal do chuveiro elétrico e desce, atravessando a laje-piso em passagem de 8x8 cm, para a derivação em subramais.  (Vista em planta)
BANHOS 3 e 4	5	 (Vista em planta)	INTERFERE COM LAJE. O ramal de AF vem do medidor no pleno nº7 e o ramal AQ vem do aquecedor (pleno nº1); ambos percorrem sob laje-teto e descem em frente à parede do pleno 5, abastecem o sub-ramal dos chuveiros e descem, atravessando a laje-piso em passagens de 8x8 cm, para a derivação em subramais.
ELEVADOR DE SERVIÇO	6 – Junto a caixa do elevador de serviço, entre alvenarias	Não há detalhamento no projeto da passagem dos ramos horizontais pela alvenaria para o pleno nº7.	INTERFERE COM ALVENARIA. Não existe elemento estrutural (viga ou pilar) entre os plenos 6 e 7, que são adjacentes. A derivação para o ramal de AF passa pela alvenaria.
HALL DE SERVIÇO	7 – Ao lado do quadro de entrada de energia elétrica	 (Vista em planta)	INTERFERE COM VIGA. Os medidores de AF e gás combustível estão no pleno nº 7. O ramal de AF sai do medidor, sobe até o forro e passa pela viga da laje-teto, seguindo para a unidade privativa.  <i>h=50cm ø75mm</i> (Vista em corte)
LAVABO	8	 (Vista em planta)	INTERFERE COM LAJE. O ramal de AF vem do medidor no pleno 7, percorre sob a laje-teto, desce em frente à alvenaria, alimenta caixa de descarga, passa pela laje em passagem pré-moldada e caminha para lavatório.
ESPAÇO GOURMET	9 – Junto com pilar do terraço	 (Vista em planta)	INTERFERE COM VIGA. O ramal de AF vem do medidor no pleno 7, percorre sob a laje-teto, passa pela viga da laje-teto e desce em frente à alvenaria de vedação do pleno 9 até o ponto de alimentação da torneira.  <i>h=50cm ø75mm</i> (Vista em corte)

**QUADRO 4.9** – Identificação de interferências dos ramos de AF, AQ e gás com estruturas e vedações – Edifício A (continuação).

O Quadro 4.10 identifica interferências dos ramais de esgoto e água pluvial com pilares, vigas e laje (passagens). Nas ilustrações dos ramais há as seguintes abreviaturas: (ES) Esgoto e (AP) Água Pluvial.

AMBIENTE	Nº PLENO (FIGURA 4.19)	POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	INTERFERÊNCIA DOS RAMAIS DE ESGOTO E ÁGUA PLUVIAL
TERRAÇO	10 a 12 – Colunas de AP dentro de enchimentos	 <p>(Vista em planta – marcação)</p> <p>*Ver Figura 4.14.</p>	<p>INTERFERE COM LAJE.</p> <p>As prumadas de AP passam pelas lajes em aberturas de 15x15cm, em frente à alvenaria, dentro de enchimentos. A abertura para a conexão com a grelha “seca-piso” é de 8x8cm. As grelhas são as mesmas utilizadas para coletar a água do piso do boxe.</p>  <p>(Vista em corte)</p>
ESPAÇO GOURMET	9 – Junto com pilar do terraço	 <p>(Vista em planta)</p>	<p>INTERFERE COM VIGA.</p> <p>O ramal de ES (Ø 50 mm) vem da cozinha sob laje-piso e passa pela viga sob a laje e segue para o tubo de queda no pleno 9. A relação entre os diâmetros do tubo e da passagem é de 1:1,5, atendendo as exigências das normas técnicas.</p> <p>Outro ramal de ES do espaço gourmet desce em frente à alvenaria sob bancada, atravessa a laje e segue para o tubo de queda no interior do pleno.</p>  <p>(Vista em corte)</p>
TODOS AMBIENTES ONDE INSTALAR EVAPORADORA	-	 <p>(Vista em planta (1))</p>  <p>(Vista em planta (2))</p>	<p>INTERFERE COM ALVENARIA E LAJE.</p> <p>Situação (1): o dreno da evaporadora (PVC Ø25mm) desce embutido em rasgos na alvenaria, passa pela laje e o ramal de descarga é conectado a um ralo sifonado do ambiente sanitário contíguo.</p> <p>Situação (2): nos casos onde não há ambiente sanitário, a tubulação seguiu horizontalmente embutida na alvenaria até uma prumada, específica para o dreno, de 40 mm.</p>
TODOS OS AMBIENTES SANITÁRIOS	-		<p>SEM INTERFERÊNCIAS COM A ALVENARIA.</p> <p>Nos banheiros, cozinha e área de serviço, os ramais verticais de descarga dos aparelhos sanitários, estão embutidos em enchimentos para não interferirem com a alvenaria.</p>

**QUADRO 4.10** – Identificação de interferências dos ramais de ES e AP com estruturas e vedações – Edifício A.

#### 4.7 Projeto dos SPHS do Edifício B

Os projetos disponibilizados pela Empresa B1 estão subdivididos conforme indicado no Quadro 4.11, sendo somente analisados os do pavimento tipo.

LOCAL DO EDIFÍCIO	PLANTAS	
Subsolo	1º Subsolo	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
		Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)
	2º Subsolo – distribuição dos sistemas (vista piso)	
	3º Subsolo – distribuição dos sistemas (vista piso)	
	Detalhes do subsolo/térreo (vista parede)	
Pavimento Térreo	Parte A	Torre A
		Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
		Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)
		Torre B
	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)	
	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)	
	Torre C	
	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)	
Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)		
Torre D		
Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)		
Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)		
Parte B	Distribuição dos sistemas para todas as torres (vista piso)	
Térreo área externa	Piscinas e espelhos d'água - distribuição dos sistemas (vista piso)	
1º Pavimento	Distribuição dos sistemas para todas as torres (vista piso)	
Pavimento Tipo	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)	
	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)	
	Detalhes dos ambientes (vista parede)	
Duplex	Piso inferior	Distribuição dos SPHS e SPGC (vista piso)
		Distribuição dos SPHS e SPGC (vista teto)
	Piso superior	Distribuição dos sistemas e barrilete (vista piso)
	Detalhes dos ambientes (vista parede)	
Cobertura	Cobertura, Casa de Máquinas e Caixas D'água – Distribuição dos sistemas (vista piso)	
Esquemas Verticais	SPAF, SPPCI, SPGC (corte)	
	SPES, SPAP (corte)	

**QUADRO 4.11** – Relação dos projetos para execução dos SPHS e SPGC, Edifício B.

##### 4.7.1 Materiais empregados nas tubulações dos SPHS e de gás

O Quadro 4.12 apresenta uma visão geral dos materiais empregados nas tubulações dos sistemas prediais do Edifício B.

	Cobre Rígido	Aço Galv.	PVC Rígido	PVC Sanitário	PVC Sant. Ref.	FoFo	CPVC	PPR	PEX
Conexões para desvios de estruturas						X			
Tubulação de recalque								X	
Colunas de água fria			X						
Ramais e Sub-ramais de AF			X						X
Colunas de água quente	Não há, pois o aquecedor é de passagem. Existem somente ramais de AQ.								
Ramais e sub-ramais de AQ								X	X

**QUADRO 4.12** – Materiais empregados nas tubulações dos SPHS para o Edifício B.

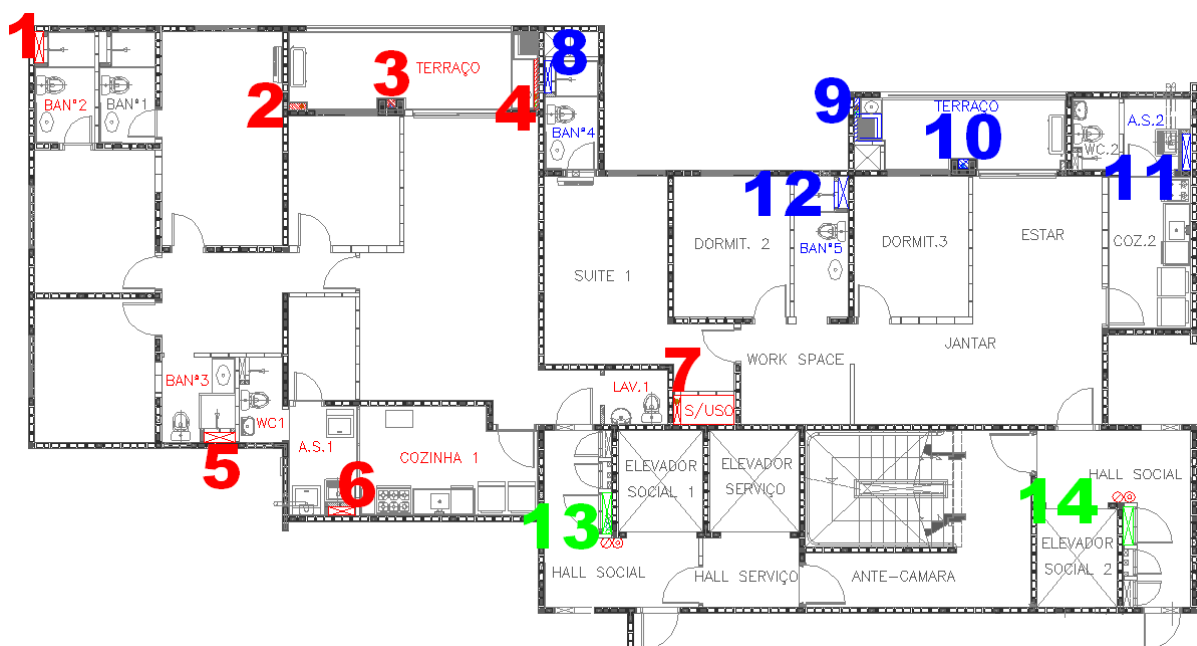
	Cobre Rígido	Aço Galv.	PVC Rígido	PVC Sanitário	PVC Sant. Ref.	FoFo	CPVC	PPR	PEX
Ramais de Descarga e de Esgoto				X					
TQ de Esgoto sanitário				X					
Coletor e sub-coletor predial de esgoto					X				
Ramais e Colunas de Ventilação				X					
Condutores Verticais de AP					X				
Condutores Horizontais de AP					X				
Coluna de água para hidrantes	X								
Coluna de Gás Combustível	X								
Ramais de Gás Combustível	X								
Tubo luva Gás Combustível	Não há. As tubulações de gás são externas à fachada.								

**QUADRO 4.12** – Materiais empregados nas tubulações dos SPHS para o Edifício B (**continuação**).

Igualmente ao Edifício A, o Edifício B não possui coluna de distribuição de água quente, pois o sistema de aquecimento é de passagem. Os ramais de distribuição são constituídos em PEX (Ø 16 mm). O sistema de abastecimento é ponto a ponto.

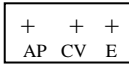


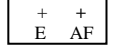
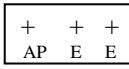
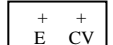
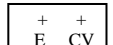
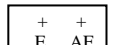

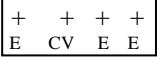
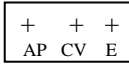
#### 4.7.2 Interferência da tubulação com os demais subsistemas no pavimento tipo

O Quadro 4.13 indica quais as prumadas que estão no interior de cada pleno e em qual ambiente estão situadas. Identifica as interferências dos tubos verticais com a laje ou a estrutura de alvenaria. Os dados foram retirados da planta baixa dos dois apartamentos tipo (98 e 128 m<sup>2</sup>) e da área comum do pavimento. Cada pleno do Quadro 4.13 está numerado conforme Figura 4.20.



**FIGURA 4.20** – Numeração dos plenos do pavimento tipo – Edifício B.

O símbolo “+” representa a posição do tubo, identificado pelas seguintes abreviaturas: (I) Incêndio; (DR) Dreno ar condicionado; (AP) Água Pluvial; (R) Recalque; (A) Aviso; (AFP) Água Fria Pressurizada; (AF) Água Fria; (E) Esgoto; (CV) Coluna de Ventilação.

AMBIENTE	Nº PLENO INDICADO NA FIGURA 4.20	INTERFERÊNCIAS DAS TUBULAÇÕES VERTICAIS COM:		POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	DIMENSÕES INTERNAS DO PLENO Prof. X largura (m)	FECHAMENTO	
		ALVENARIA	LAJE				
■ Apartamentos de 128m <sup>2</sup>	BANHOS 2 e 3	1 e 5 – Atrás do chuveiro	-	-		0,21 x 0,71	Visitável, vedado com gesso acartonado revestido com azulejo
	TERRAÇO	2	-	-		0,15 x 0,40	Dentro de enchimento de argamassa em frente à alvenaria
	TERRAÇO	3	-	-		0,20 x 0,20	Dentro de canaleta de alvenaria preenchida com argamassa
	TERRAÇO	4 – Atrás da pia	-	-		0,10 x 1,12	Dentro de enchimento de argamassa em frente à alvenaria
	ÁREA SERVIÇO	6 – Atrás do tanque	-	-		0,21 x 0,61	Visitável, revestido com azulejo
	INTERNO À ÁREA SEM USO	7 – Para lavabo 1	-	-		0,16 x 0,66	Não visitável
■ Apartamentos de 98m <sup>2</sup>	BANHO 4	8 – Atrás do chuveiro	-	-		0,16 x 0,71	Visitável, vedado com gesso acartonado revestido com azulejo
	TERRAÇO	9 – Atrás da pia	-	-		0,16 x 0,42	Dentro de enchimento de argamassa em frente à alvenaria
	TERRAÇO	10	-	-		0,20 x 0,20	Dentro de canaleta de alvenaria preenchida com argamassa
	ÁREA SERVIÇO	11 – Atrás do tanque	-	-		0,18 x 0,81	Visitável, vedado com gesso acartonado
	BANHO 5	12 – Atrás do chuveiro	-	-		0,21 x 0,71	Visitável, vedado com gesso acartonado revestido com azulejo

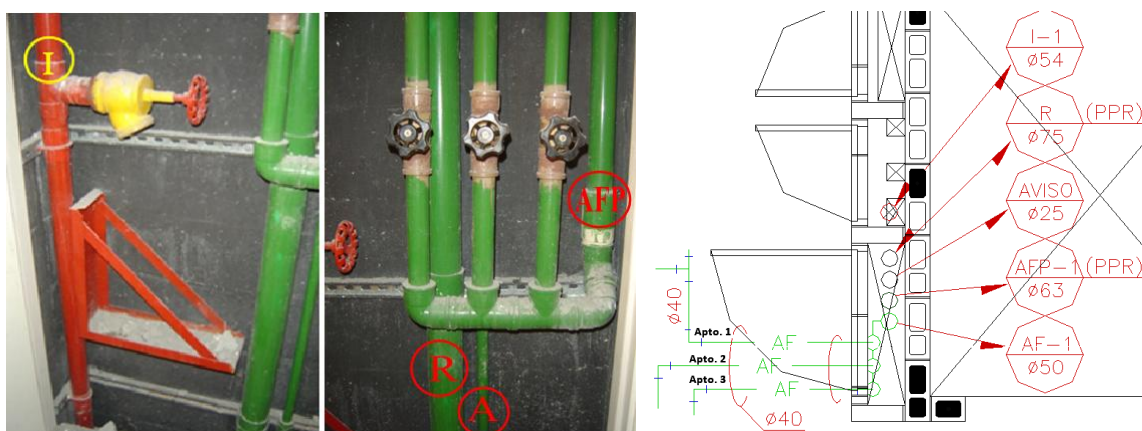
**QUADRO 4.13** – Identificação de interferências das prumadas com estruturas e vedações – Edifício B.



AMBIENTE	Nº PLENO INDICADO NA FIGURA 4.20	INTERFERÊNCIAS DAS TUBULAÇÕES VERTICAIS COM:		POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	DIMENSÕES INTERNAS DO PLENO Prof. X largura (m)	FECHAMENTO	
		ALVENARIA	LAJE				
Área comum	HALL SOCIAL 1	13 – Ao lado do elevador social 1	-	-	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           I R A AFP AF            + + + + +                      + + +                      AF AF AF         </div> *A prumada de AF deriva-se em três colunas, uma para cada apartamento.	0,21 x 0,91	Visitável, com porta (abrigo de mangueira e ponto de tomada) * Ver Figura 4.21
	HALL SOCIAL 2	14 – Ao lado do elevador social 2	-	-	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           + + +            I AF AFP         </div>	0,21 x 0,86	Visitável, com porta (abrigo de mangueira e ponto de tomada)

**QUADRO 4.13** – Identificação de interferências das prumadas com estruturas e vedações – Edifício B (continuação).

Nos plenos da área comum (Figura 4.21), existem duas colunas de distribuição de AF. Do 8º ao 4º pavimento tipo o sistema é pressurizado (tubulação em PPR). Do 3º ao 1º pavimento tipo o sistema é abastecido por gravidade (PVC rígido).



**FIGURA 4.21** – Pleno na área comum (4º pavimento tipo): Colunas para o hidrante (I), recalque (R), distribuição de água fria pressurizada (AFP) e tubulação de aviso (A).

Fonte: Figura com informações cedidas pela Empresa B1.

No Edifício B, assim como no caso anterior, os ramais saem do pleno 13 verticalmente e seguem horizontalmente entre laje e forro. Contudo, somente um segmento de tubulação desce verticalmente no interior de cada pleno do apartamento até a altura do registro. A partir do registro é instalada a peça distribuidora (*manifold*) para os tubos PEX. Os tubos PEX descem verticalmente no interior do pleno e seguem sob a laje para abastecer cada ponto.

No pavimento tipo a estrutura é toda em alvenaria, não existindo vigas ou pilares de concreto. Desta forma, as interferências com as tubulações horizontais de AF, AQ e ES se resumem a

atravessar a alvenaria estrutural em espaços modulares (Figura 4.22) locados no projeto do sistema estrutural.



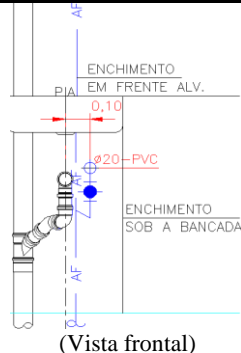
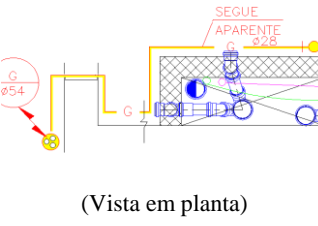
FIGURA 4.22 – Interferência das tubulações horizontais com a alvenaria estrutural.  
Fonte: Empresa B1.

O Quadro 4.14 identifica interferências dos ramais de água fria, quente e gás combustível com pilares, vigas e laje (passagens). Nas ilustrações dos ramais há as seguintes abreviaturas: (AF) Água Fria e (AQ) Água Quente e (G) Gás.

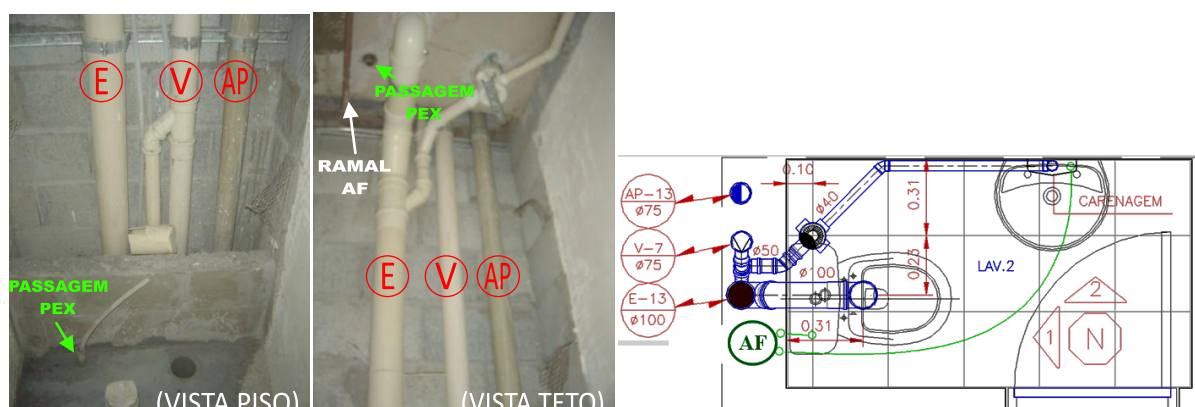
AMBIENTE	Nº PLENO (FIGURA 4.20)	POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	INTERFERÊNCIA DOS RAMAIS E SUBRAMAIS DE AF, AQ e GÁS COM ALVENARIA ESTRUTURAL E LAJE
BANHEIROS 2 a 5	1, 5, 8 e 12	<p>(Vista em planta)</p>	<p>INTERFERÊNCIA COM A ALVENARIA</p> <p>O ramal de AF, para os apartamentos de 128m<sup>2</sup>, sai do <b>pleno 13</b>, percorre sob laje-teto e desce no interior dos <b>plenos 1 e 5</b>, até o <i>manifold</i>. Os subramais de AF em tubos PEX, descem no interior do pleno e sob a laje percorrem até o ponto de alimentação. O ramal de AF, igualmente para os apartamentos de 98m<sup>2</sup>, sai do <b>pleno 14</b>, percorre sob laje-teto e desce no interior dos <b>plenos 8 e 12</b>, até o <i>manifold</i>.</p> <p>A interferência dos ramais sob a laje-teto com a alvenaria estrutural é a indicada na <b>Figura 4.22</b>.</p> <p>O ramal de AQ sai do aquecedor do <b>pleno 6</b>, para os aptos. de 128m<sup>2</sup>, e segue sob-laje para o interior dos <b>plenos 1 e 5</b>. Para os aptos. de 98m<sup>2</sup>, o ramal de AQ sai do <b>pleno 11</b> e segue sob laje-teto até o interior dos <b>plenos 8 e 12</b>.</p> <p>INTERFERÊNCIA COM A LAJE</p> <p>As passagens pela laje para os tubos PEX são em PVC sanitário de 40 mm (<b>Figura 4.23</b>). O corte da laje é realizado posterior a concretagem.</p> <p>(Vista em corte)</p>

\*Para todos os ambientes sanitários do pavimento tipo, exceto para a pia do terraço (pleno nº9), a distribuição AF e AQ é igual a dos banheiros: **sempre desce no interior de plenos**.

QUADRO 4.14 – Identificação de interferências dos ramais de AF, AQ e gás com laje e alvenaria – Edifício B.

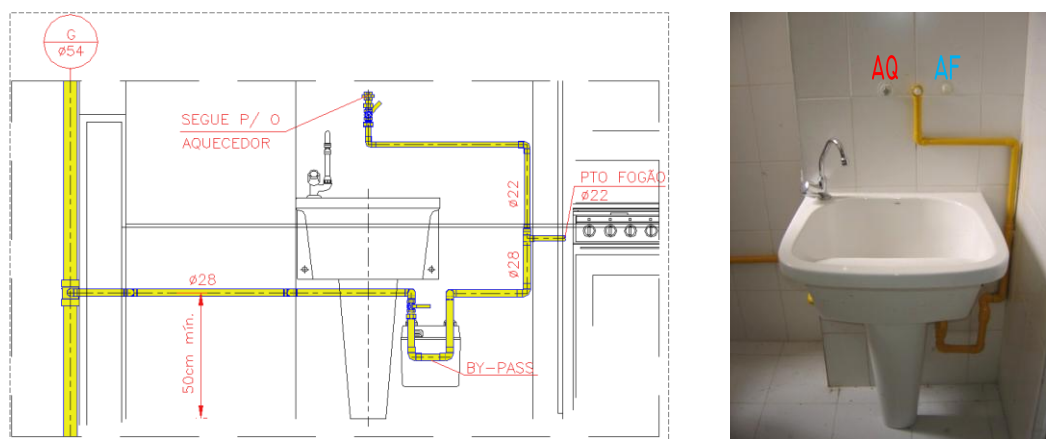
AMBIENTE	Nº PLENO (FIGURA 4.20)	POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	INTERFERÊNCIA DOS RAMAIS E SUBRAMAIS DE AF, AQ e GÁS COM ALVENARIA ESTRUTURAL E LAJE
TERRAÇO *unidades de 98m <sup>2</sup>	9	 (Vista frontal)	<b>INTERFERÊNCIA COM A LAJE</b>  O ramal de AF vem do pleno 14 e desce em frente à alvenaria dentro de enchimento. Abastece o ponto de alimentação da pia e desce passando pela laje.
ÁREA DE SERVIÇO	6 e 11	 (Vista em planta)	<b>INTERFERÊNCIA COM ALVENARIA EXTERNA</b>  Para as unidades de 128m <sup>2</sup> , o ramal de AF vem do <b>pleno 13</b> , segue sob laje-teto, desce no interior do <b>pleno 6</b> , abastece o <i>manifold</i> , e segue até o ponto de alimentação do aquecedor. A distribuição dos subramais de AF do <i>manifold</i> é para área de serviço e cozinha.  O ramal de AQ sai do aquecedor, passa pela parede do <b>pleno 6</b> e sobe seguindo pela laje-teto para cada ambiente.  *O mesmo percurso ocorre para as unidades de 98m <sup>2</sup> , onde o ramal de AF sai do <b>pleno 14</b> e segue para o interior do <b>pleno 11</b> .  A prumada de gás sobe externamente à alvenaria da área de serviço; o ramal atravessa a alvenaria e segue exposto sobre as paredes do ambiente até o medidor de gás. Não é recoberto por enchimentos ou carenagens. Os pontos de alimentação seguem para aquecedor e fogão ( <b>Figura 4.24</b> ).

**QUADRO 4.14** – Identificação de interferências dos ramais de AF, AQ e gás com laje e alvenaria – Edifício B (continuação).



**FIGURA 4.23** – Distribuição das prumadas e ramais no pleno do Edifício B: vista sobre e sob a laje com respectivo detalhe de projeto. As abreviaturas compreendem: (AF) sub-ramal de AF em PEX; (E) Esgoto; (V) ventilação e (AP) Água Pluvial.

Fonte: Figura com informações cedidas pela Empresa B1.



**FIGURA 4.24** – Percurso da tubulação de gás em área privativa do Edifício B: projetado e construído. Fonte: Figura com informações cedidas pela Empresa B1.

O Quadro 4.15 identifica interferências dos ramais de esgoto e água pluvial com pilares, vigas e laje (passagens). Nas ilustrações dos ramais há as seguintes abreviaturas: (ES) Esgoto e (AP) Água Pluvial.

AMBIENTE	Nº PLENO (FIGURA 4.20)	POSIÇÃO DAS TUBULAÇÕES	INTERFERÊNCIA DOS RAMAIS DE ESGOTO E ÁGUA PLUVIAL
TERRAÇO	3 e 10 – Água Pluvial	<p>(Vista em planta)</p> <p>(Vista em corte)</p>	<p><b>INTERFERÊNCIA COM A LAJE</b></p> <p>Passagem na laje para os ralos de 250 x 150 mm, chumbadas com argamassa.</p>
TODOS AMBIENTES ONDE INSTALAR EVAPORADORA	–	<p>(Vista em planta)</p>	<p><b>INTERFERE COM ALVENARIA E LAJE.</b></p> <p>O dreno da evaporadora (PVC Ø25mm) passa pela alvenaria na modulação indicada no projeto de estruturas; passa pela laje do terraço, onde a prumada está disposta em frente à parede, recoberta com enchimento.</p>
TODOS OS AMBIENTES SANITÁRIOS	–	<p>(Vista frontal)</p>	<p><b>SEM INTERFERÊNCIAS COM A ALVENARIA.</b></p> <p>Nos banheiros, cozinha e área de serviço, os ramais verticais de descarga dos aparelhos sanitários, estão todos dispostos em frente à alvenaria e recobertos por carenagens removíveis para não interferirem com a alvenaria.</p>

**QUADRO 4.15** – Identificação de interferências dos ramais de ES e AP com laje e alvenaria – Edifício B

## 4.8 Análise dos resultados

### *Quanto ao processo de projeto*

O delineamento das fases de projeto é distinto entre as Empresas A e B. Na primeira existe a fase complementar de anteprojeto; na segunda, esta fase está “embutida” na do pré- executivo. Na Empresa B existe ainda uma última fase para o projeto, o “liberado para a obra”, que é supervisionado por uma equipe de consultores terceirizada. O sistema de consultoria é uma das principais diferenças entre as duas empresas.

Na Empresa A, salvo a contratação de um consultor para o sistema de alvenaria, não existe serviço de consultoria para auxiliar o processo de projeto e a elaboração dos mesmos. Todas as decisões projetuais contam com a participação dos projetistas multidisciplinares, e das equipes de execução e manutenção, desde o início do processo. É um aspecto positivo que garante melhor qualidade na integração entre o processo de projeto e o de produção, reduzindo a possibilidade de erros e desperdícios durante a execução.

De acordo com as recomendações das normas técnicas, observadas na literatura, os seguintes aspectos foram devidamente controlados ao longo do processo de projetos em ambos os casos: (1) compatibilização com os demais subsistemas; (2) verificação da facilidade de construção, condições de acessibilidade e de manutenção dos sistemas; (3) verificação da adequabilidade do detalhamento da documentação e dos elementos gráficos, tendo em vista as exigências de facilidade de execução do sistema; e (4) registro das não-conformidades encontradas e das soluções adotadas para retroalimentar as diretrizes iniciais.

As premissas fornecidas pelas empresas construtoras A e B aos projetistas dos SPHS na fase do programa de necessidades permitiram que a modulação do sistema de alvenaria do pavimento tipo fosse realizada sem problemas de interferências com os SPHS.

Após a fase de estudo preliminar, o desenvolvimento dos projetos de todas as especialidades sobre a base estrutural do pavimento tipo (base comum), de ambos edifícios, promoveu a compatibilização dimensional desejada entre a estrutura e os SPHS, evitando replanejamento do traçado das tubulações.

Para a Empresa B, a diferença que sobressai, é que as decisões de projeto contam com serviço de consultoria, independentemente do padrão de construção do empreendimento. Auxiliada pelos consultores, a empresa repassa as premissas de projeto para os profissionais dos

sistemas prediais. Contudo, a participação dos projetistas inicia-se a partir da fase de estudo preliminar, e a equipe de execução e manutenção não participa do processo de projeto como ocorre no caso anterior. Este aspecto deve ser aprimorado pela Empresa B.

Através de comparações entre o projetado e o construído, foi possível observar para o Edifício A, que até o momento não ocorreram alterações significativas na execução das interfaces dos SPHS com os demais, denotando a eficiência no processo de compatibilização praticado pela Empresa A. Da mesma forma, analisando os projetos e o arquivo fotográfico da execução dos sistemas prediais no Edifício B, observou-se que não ocorreram diferenças entre o projetado e o construído.

Em nenhuma das empresas ocorreu problemas no processo de projeto que incorresse em atraso nos cronogramas. Nenhuma das empresas construtoras contrata projeto para a produção dos SPHS. Nas duas empresas construtoras, o responsável pela execução dos SPHS analisa o projeto executivo e instrui as equipes em como executar os sistemas prediais.

#### *Quanto à compatibilização em ambiente colaborativo (extranet)*

As duas construtoras pesquisadas utilizam ambiente colaborativo (*extranet*). Este sistema promoveu maiores facilidades de interação entre as equipes multidisciplinares, referente à compatibilização de projetos. As ocorrências de manutenções dos sistemas prediais são registradas e ficam disponíveis no sistema para retroalimentar projetos futuros. A equipe de execução também utiliza o ambiente colaborativo para cadastrar informações da obra e baixar os arquivos de projetos para execução.

#### *Quanto às soluções adotadas para os sistemas prediais*

Referente aos SPHS e SPGC, as duas incorporadoras e construtoras pesquisadas optaram por soluções que não interferissem com a alvenaria, de modo a preservar a integridade da estrutura de vedação, melhorar a manutenção dos sistemas, a produtividade e a racionalização de custos e desperdícios, atendendo as condições de desempenho previstas nas normas para cada sistema.

Contudo, o sistema adotado por cada uma, também dependeu do padrão de construção do edifício. Para o Edifício B, existe aceitação de mercado para a adoção de carenagens e plenos visitáveis. Estas soluções não têm aceitação para os clientes do padrão de construção do Edifício A, que é alto. Para este caso, ao invés de carenagens, foram adotados os enchimentos

que ficam imperceptíveis sob as bancadas, sendo uma solução também positiva para a manutenção. A solução para estas interfaces entre os sistemas prediais e de alvenaria consideram os aspectos de integração estética observados na revisão da literatura.

Em casos de manutenção, quanto aos plenos do Edifício A, vedados com alvenaria e revestidos com cerâmica, sempre que possível tenta-se conseguir o acesso às tubulações pelo forro do pavimento inferior; aspecto considerado negativo, pois mobiliza duas unidades residenciais para um problema de manutenção. Não ocorrendo êxito, o revestimento do pleno terá que ser destruído.

Em ambos os casos foram planejadas medições individualizadas de gás e água de formas distintas. No Edifício A, a instalação dos medidores situa-se na área comum, implicando num percurso maior e embutido para o ramal de gás. Neste caso, devido à imposição do alto padrão de acabamento, a tubulação fica embutida de qualquer forma.

No Edifício B o medidor de gás situa-se na área de serviço. Visando promover maior segurança contra vazamento, optou-se pelo menor percurso possível da tubulação dentro das unidades e pelo seu não recobrimento. Esta solução é aceita por este padrão de construção. Para a medição individualizada de água, foi realizada a previsão dentro do pleno da área comum, onde o condomínio poderá decidir futuramente se a colocará ou não.

Nos dois casos, o interstício entre a laje e o forro, ou as sancas de gesso, foram as soluções de percurso para os ramais dos SPHS. Contudo, a forma de distribuição vertical dos ramais para cada ambiente foi planejada de forma totalmente diferente.

As soluções para acomodar as tubulações em frente à alvenaria do Edifício A promovem menor flexibilidade de leiaute ao ambiente sanitário, pois em alguns pontos são necessárias previsões de rebaixos na alvenaria para acomodar os enchimentos.

As soluções adotadas para o Edifício B garantem maior flexibilidade de leiaute arquitetônico, pois as carenagens também não interferem com o revestimento. Promovem ainda maior acessibilidade aos SPHS e integridade dos sistemas de alvenaria e estrutura durante as manutenções. Isto se deve ao fato dos ramais verticais estarem dispostos dentro dos plenos visitáveis e do sistema de abastecimento ser realizado por tubulações flexíveis, dentro de conduítes, sendo uma para cada ponto.

Para a manutenção dos ramais verticais no Edifício A, existe a necessidade de remoção da cobertura e revestimento. Já o acesso ao subramais horizontais pode ser conseguido pelo forro do apartamento inferior.

Quanto ao sistema estrutural, as restrições para a passagem das tubulações horizontais também são distintas. Para o pavimento tipo, do sistema de alvenaria não armada do Edifício B, não existem vigas e pilares. Houve maior facilidade para a adequação das passagens das tubulações, em espaços cujas dimensões são compatíveis com a modulação dos blocos estruturais.

Para o sistema estrutural de concreto armado moldado no local, no pavimento tipo do Edifício A, houve a necessidade de compatibilizar não somente as dimensões das passagens pelas vigas, mas também considerar os desvios dos elementos estruturais. Observou-se que a relação da área da seção transversal das tubulações dos SPHS e dos tubos de passagem atende o mínimo de 1 para 1,5, conforme os requisitos das normas técnicas pertinentes. Para o mesmo caso, observou-se ainda, que os plenos das áreas privativas que abrigam de 3 a 4 prumadas, apresentaram 0,25 m de largura e 1,00 m de comprimento em média. Para outros edifícios com a mesma tipologia construtiva e condições semelhantes de dimensionamento, estas medidas podem ser adotadas como padrão para a compatibilização na fase de estudo preliminar de outros empreendimentos. Igualmente para o Edifício B, podem ser consideradas as dimensões 0,20 m na largura e 0,75 m no comprimento.

Foi possível constatar nos projetos do caso A, que as interferências da alvenaria com os plenos na laje foram resolvidas com a participação da equipe de execução, conforme consta nas indicações de projeto.

Conforme informações obtidas com os entrevistados e visita ao Edifício A, na área privativa as tubulações não receberam vedação com espuma intumescente na passagem pela laje para combater a propagação de fogo e fumaça, pois os plenos são vedados com alvenaria. Não foram encontradas nos projetos dos SPHS indicações para a vedação dessas passagens. Além disso, nos banheiros das áreas privativas não são exigidas essas medidas de proteção contra incêndio. Já as passagens dos tubos pela laje das áreas comuns são vedadas com espuma intumescente (dispositivo corta fogo *firestop*) conforme a exigência estadual. As mesmas condições observadas se aplicam para o Edifício B.



O Quadro 4.16 apresenta a síntese da análise do estudo de casos aqui realizada.

ASPECTO CONSIDERADO	ESTUDO DE CASO A	ESTUDO DE CASO B
PARTICIPAÇÃO DO PROJETISTA DE SISTEMAS PREDIAIS NO PROCESSO DE PROJETO	desde o início do processo	a partir da fase de estudo preliminar
PARTICIPAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SPHS NO PROCESSO DE PROJETO	desde o início do processo	não ocorre
CONTRATAÇÃO DE CONSULTORES PARA CADA DISCIPLINA DE PROJETO	somente para o sistema de alvenaria de vedação	para todas as disciplinas de projeto
PARTICIPAÇÃO DE CONSULTORES PARA AS DISCIPLINAS DE PROJETO NO PROCESSO DO MESMO	não ocorre	em todo o processo, em especial, na conferência do projeto executivo e do liberado para a obra
TERCEIRIZAÇÃO DE OUTROS SERVIÇOS LIGADOS AO PROCESSO DE PROJETO	não ocorre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ elaboração e gerenciamento dos cronogramas de projeto e execução</li> <li>▪ coordenação e compatibilização de projetos</li> </ul>
ATRASO NO CRONOGRAMA POR PROBLEMAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	não ocorre	não ocorre
CONTROLE DAS INTERFACES ENTRE OS PROJETOS – CHECAGEM INTERDISCIPLINAR POR MEIO DE LISTAS	todas empresas pesquisadas utilizam, exceto empresa de sistemas prediais (A1)	todas empresas pesquisadas utilizam, exceto empresa de alvenaria estrutural (B2)
CONTRATAÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DOS SPHS	não ocorre	não ocorre
INTERAÇÃO DOS AGENTES INTERVENIENTES EM AMBIENTES COLABORATIVOS ( <i>EXTRANET</i> )	ocorre, com retroalimentação de informações para processos de projeto futuros	ocorre, com retroalimentação de informações para processos de projeto futuros
ITENS DEVIDAMENTE CONTROLADOS AO LONGO DO PROCESSO DE PROJETO CONFORME RECOMENDAÇÕES DAS NORMAS TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ compatibilização entre subsistemas</li> <li>▪ detalhamento nos projetos para facilitar a execução do sistema</li> <li>▪ registro das não-conformidades encontradas</li> <li>▪ sistema de gestão para retroalimentar as diretrizes iniciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ compatibilização entre subsistemas</li> <li>▪ detalhamento nos projetos para facilitar a execução do sistema</li> <li>▪ registro das não-conformidades encontradas</li> <li>▪ sistema de gestão para retroalimentar as diretrizes iniciais</li> </ul>
SOLUÇÕES ADOTADAS PARA OS SPHS COM VISTAS A EVITAR AS INTERFERÊNCIAS COM OS SISTEMAS DE ALVENARIA E FACILITAR A MANUTENÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ plenos não visitáveis – premissa para alto padrão de acabamento</li> <li>▪ percurso das tubulações horizontais entre forros e em sancas</li> <li>▪ ramais verticais de AF e AQ externos à alvenaria dos plenos, recobertos com argamassa.</li> <li>▪ subramais de AF (PVC) e AQ (PPR) ponto a ponto sob a laje</li> <li>▪ ramais de descarga e subramais de AF e AQ em enchimentos sob bancada– premissa para alto padrão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ plenos visitáveis – premissa para médio padrão de acabamento</li> <li>▪ percurso das tubulações horizontais entre forros e em sancas</li> <li>▪ ramais verticais de AF e AQ sempre internos aos plenos.</li> <li>▪ subramais de AF e AQ em PEX ponto a ponto sob a laje</li> <li>▪ ramais de descarga e subramais de AF e AQ cobertos por carenagens – premissa para médio padrão</li> </ul>

**QUADRO 4.16** – Síntese da análise dos resultados do estudo de casos.

ASPECTO CONSIDERADO	ESTUDO DE CASO A	ESTUDO DE CASO B
SOLUÇÕES ADOTADAS PARA O SPGC COM VISTAS A GARANTIR AS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO SISTEMA	ramal de gás recoberto no contrapiso e subramais em enchimentos em frente à alvenaria – premissa de acordo com o padrão de acabamento (alto)	tubulação externa aparente ao Edifício B tubulação interna aparente envolvendo somente a área técnica – premissa de acordo com o padrão de acabamento (médio)
FLEXIBILIDADE DE LEIAUTE PARA OS AMBIENTES SANITÁRIOS EM FUNÇÃO DAS SOLUÇÕES ADOTADAS PARA OS SPHS	menor flexibilidade, pois em alguns pontos são previstos rebaixos na alvenaria para acomodar os enchimentos das tubulações	grande flexibilidade, pois também não interfere com o revestimento
INTERFACES COM OS SISTEMAS ESTRUTURAIS NO PAVIMENTO TIPO	maiores interferências exigindo compatibilização para as passagens e desvios de vigas e pilares	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ requer compatibilização estrutural nas regiões de grauteamento</li> <li>▪ ocorre menor interferência nas unidades privativas, pois não existem vigas e pilares nos pavimentos tipo.</li> </ul>

**QUADRO 4.16** – Síntese da análise dos resultados do estudo de casos (**continuação**).

#### 4.9 Matriz de interfaces

Considerando-se as interfaces encontradas no pavimento tipo dos dois edifícios residenciais do estudo de casos e com base na revisão da literatura, este item pretende indicar como pode ser organizada uma matriz de interfaces, relacionando os sistemas de alvenaria e estrutura com os SPHS e as fases de projeto. Este banco de dados pode ser ampliado e aperfeiçoado para todas as partes do edifício, sob as várias tipologias construtivas existentes.

Desta forma, conforme Figura 4.25, no eixo das ordenadas foram listados os SPHS e o SPGC. Os elementos estruturais de concreto armado, e os sistemas de alvenaria estrutural e de vedação, foram dispostos no eixo das abscissas.

SPGC	■	■	■	■	■
SPES	■	■	■	■	■
SPAP	■	■	■	■	■
SPAF SPAQ	■	■	■	■	■
	VIGA CA	PILAR CA	LAJE CA	ALV. ESTRUT.	ALV. VEDAÇÃO

**FIGURA 4.25** – Representação da matriz de interfaces

### Organizando os dados de interface na matriz

Cada célula da matriz (caixas em azul indicadas na Figura 4.25) deverá ser ativada com um hiperlink, que redirecionará o usuário para os dados armazenados em pastas de arquivos, correspondendo a cada elemento estrutural ou sistema de alvenaria cruzado com um predial hidráulico e sanitário ou de gás. As informações devem ser correlacionadas a cada fase de projeto.

A elaboração da matriz pode ser realizada em *softwares* comuns tais como *Microsoft Word*<sup>®</sup> e *Microsoft Excel*<sup>®</sup>, trabalhando em conjunto com *softwares CAD*, para visualizar os respectivos detalhamentos de projeto.

O aperfeiçoamento desta matriz, adaptada para as condições de cada empresa de projeto, pode auxiliar o projetista como ferramenta de verificação, padronização de detalhes construtivos e compatibilização de projetos.

Para disponibilizar os dados obtidos desta pesquisa na matriz, foi selecionada a fase de anteprojeto, pois é nesta fase que efetivamente ocorre a “identificação e solução de interfaces”. Após a análise e eliminação das interferências dos anteprojetos, é realizado o detalhamento ampliado dos sistemas em cada ambiente no projeto executivo. Desta forma, para cada sistema predial foram listadas informações gerais para a fase de anteprojeto no Quadro 4.17, para serem verificadas e compatibilizadas com demais projetos, clicando-se em cada célula da matriz.

SPGC – DIRETRIZES PARA A FASE DE ANTEPROJETO	
<input checked="" type="checkbox"/> VIGA x SPGC	Indique furações nas vigas de borda para passagem de chaminé Identifique desvios da viga para os ramais verticais de gás Verificar passagens em vigas invertidas Indique dimensão de tubo luva para passagem na viga Observe as condições de segurança para as passagens das tubulações de gás!
<input checked="" type="checkbox"/> PILAR x SPGC	Identifique no encontro com a laje os desvios do pilar para os ramais verticais de gás Considere precisão de $\pm 5$ cm para passagem horizontal pelos pilares Observe as condições de segurança para as passagens das tubulações de gás!
<input checked="" type="checkbox"/> LAJE x SPGC	Compatibilize com ramal horizontal de entrada de gás no contrapiso. Indique as dimensões das furações na laje para os ramais verticais de gás com precisão de $\pm 10$ cm Observe as condições de segurança para as passagens das tubulações de gás!

**QUADRO 4.17** – Lista de verificação das interfaces entre os sistemas prediais e demais sistemas na fase de anteprojeto.

<b>SPGC – DIRETRIZES PARA A FASE DE ANTEPROJETO</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> ALV. ESTRUTURAL x SPGC	Identifique pontos de grauteamento para o traçado dos ramais horizontais de gás Compatibilize dimensões de enchimentos para os ramais verticais com modulação da alvenaria – rebaixos Compatibilize passagens pela laje com a modulação da alvenaria Observe as condições de segurança para as passagens das tubulações de gás!
<input checked="" type="checkbox"/> ALV. DE VEDAÇÃO x SPGC	Compatibilize os enchimentos com modulação da alvenaria – rebaixos Compatibilize passagens pela laje com a modulação da alvenaria Observe as condições de segurança para as passagens das tubulações de gás!
<b>SPES/SPAP – DIRETRIZES PARA A FASE DE ANTEPROJETO</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> VIGA x SPES/SPAP	Identifique desvios da viga para as tubulações verticais Verificar passagens em vigas invertidas Indique passagens com dimensões maiores do que 15 x15 cm pela viga para as tubulações horizontais
<input checked="" type="checkbox"/> PILAR x SPES/SPAP	Identifique no encontro com a laje os desvios do pilar para as tubulações verticais
<input checked="" type="checkbox"/> LAJE x SPES/SPAP	Indique furações maiores do que 10 x 10 cm com precisão de $\pm 10$ cm Compatibilize as dimensões das passagens dos plenos pela laje com a modulação de alvenaria
<input checked="" type="checkbox"/> ALV. ESTRUTURAL x SPES/SPAP	Identifique pontos de grauteamento para o traçado das tubulações horizontais Compatibilize dimensões de enchimentos para os ramais de descarga com modulação da alvenaria – rebaixos Compatibilize passagens pela laje com a modulação da alvenaria
<input checked="" type="checkbox"/> ALV. DE VEDAÇÃO x SPES/SPAP	Compatibilize dimensões de enchimentos para os ramais de descarga com modulação da alvenaria – rebaixos Compatibilize passagens pela laje com a modulação da alvenaria
<b>SPAF/AQ – DIRETRIZES PARA A FASE DE ANTEPROJETO</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> VIGA x SPAF/AQ	Identifique desvios da viga para as tubulações verticais Verificar passagens em vigas invertidas Indique passagens com dimensões maiores do que 15 x15 cm pela viga para as tubulações horizontais
<input checked="" type="checkbox"/> PILAR x SPAF/AQ	Identifique no encontro com a laje os desvios do pilar para os ramais verticais Considere precisão de $\pm 5$ cm para passagem horizontal pelos pilares
<input checked="" type="checkbox"/> LAJE x SPAF/AQ	Indique as dimensões das furações na laje para os ramais verticais com precisão de $\pm 10$ cm
<input checked="" type="checkbox"/> ALV. ESTRUTURAL x SPAF/AQ	Identifique pontos de grauteamento para o traçado das tubulações horizontais Compatibilize dimensões de enchimentos para os ramais verticais com modulação da alvenaria – rebaixos Compatibilize passagens pela laje com a modulação da alvenaria
<input checked="" type="checkbox"/> ALV. DE VEDAÇÃO x SPAF/AQ	Compatibilize dimensões de enchimentos para os ramais verticais com modulação da alvenaria – rebaixos Compatibilize passagens pela laje com a modulação da alvenaria

**QUADRO 4.17** – Lista de verificação das interfaces entre os sistemas prediais e demais sistemas na fase de anteprojeto (**continuação**).

As orientações aqui descritas estão disponibilizadas de uma forma geral. Para nível maior de detalhamento de informações é necessário uma gama de dados mais complexa, resultante de

um estudo de casos mais amplo e aprofundado. Contudo, acredita-se que a estruturação aqui indicada possa auxiliar os projetistas dos sistemas prediais a organizar itens importantes para verificação de projetos referentes às interfaces construtivas comumente encontradas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa foi identificar os potenciais pontos de conflito nas interfaces físicas dos SPHS com as vedações e estruturas que ocorrem no pavimento tipo de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos. Acredita-se que este objetivo foi cumprido, respondendo a principal questão da pesquisa “Como e por quê?” as construtoras adotam suas soluções de projeto para as interfaces aqui descritas.

A maneira como adotam as soluções foi descrita e discutida através do cumprimento dos objetivos específicos, que em linhas gerais, consistiu em analisar os projetos executivos dos SPHS e comparar com o construído, observando ainda, a eficácia na política de cada empresa no processo de compatibilização de projeto.

Foi possível observar que as duas empresas incorporadoras e construtoras possuem estratégias distintas para alcançar o sucesso no processo de integração projeto-produção, sendo destaque na Empresa A, a participação experiente dos profissionais de produção que atuam ao longo do processo de projeto. Na Empresa B, um dos fatores que melhoram a coordenação de projetos e influi nas soluções adotadas nos mesmos, é a participação de consultores para as várias disciplinas.

Desta forma, foi possível perceber que as razões, para as incorporadoras e construtoras adotarem as soluções de projeto aqui descritas, dependem das condições e restrições que cada subsistema adotado para edifício oferece, do padrão de construção do empreendimento, da eficácia do processo de compatibilização, da real interação da equipe multidisciplinar e dos meios disponíveis para que esta interação ocorra. E, sobretudo, da experiência da incorporadora e construtora na coordenação de projetos.

De tudo o que foi analisado, embora o campo de pesquisa não seja amplo, pode-se afirmar que os resultados decorrentes deste trabalho enriquecem as discussões na área, pois tem foco contemporâneo e retratam a realidade do processo de projetos das empresas bem qualificadas no setor. Para as empresas, a retroalimentação do conhecimento das boas práticas projetuais adotadas nos SPHS, contribui para melhorar técnica e economicamente a avaliação de custos, métodos construtivos e prazos de execução.

Com o objetivo de ampliar o estudo, alguns temas podem ser sugeridos para pesquisas futuras:

- Há estudos atualizados sobre edifícios hospitalares. Oliveira (2010) desenvolveu um trabalho recente sobre o processo de projeto desta tipologia de edifício. Sugere-se, portanto, um estudo sobre a compatibilização dos projetos dos SPHS com os outros sistemas nessa tipologia, por exemplo, detectando quais os principais aspectos de construtibilidade que devem ser observados no processo de projeto.
- Sugere-se o desenvolvimento de um estudo quantitativo em obras, com foco nos SPHS, procurando-se avaliar o custo da não-compatibilização de projetos. Existe um estudo realizado por Riley et al. (2005) para esta temática, com foco nos sistemas prediais em edifícios de múltiplos pavimentos.
- Desenvolvimento de um sistema de informação que integre os conhecimentos sobre aspectos de projeto relacionados aos de construtibilidade, uso, operação e manutenção dos sistemas prediais para auxiliar na resolução de problemas de compatibilização com os múltiplos subsistemas do edifício. Korman e Tatum (2006) desenvolveram um protótipo de um software para esta questão.

# REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V; MELHADO, S. B. **O conceito de projeto na construção de edifícios:** diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo: EPUSP, 1995. 22 p. Boletim Técnico BT/PCC/139.

ALI, M. M; ARMSTRONG, P. J. Integration of Tall Building Systems. In: ARCHITECTURAL ENGINEERING NATIONAL CONFERENCE, 2006, Omaha-Nebraska. **Proceedings...** Omaha, 2009. p.1-15.

AMANCO BRASIL. **Linha Amanco Silentium PVC.** Disponível em: <[http://www.amanco.com.br/web/image/texto/manual\\_tecnico\\_silentium\\_2009\\_v5.pdf](http://www.amanco.com.br/web/image/texto/manual_tecnico_silentium_2009_v5.pdf)>. Acesso: jun. 2009.

AMÂNCIO, R. C. A. **Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura - estudos de caso em Curitiba (PR).** 2010. 214 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. No prelo.

AMORIM, S. V. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias:** desempenho e normalização. 1989. 168f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 1989.

\_\_\_\_\_. **Detalhes de junta de expansão e dilatação.** 2009. 1 gravura.

\_\_\_\_\_. **Metodologia para estruturação de Sistemas de Informação para projeto dos Sistemas Hidráulicos Prediais.** 1997. 213 p. Tese (Doutorado em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_\_. **Qualidade nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** São Carlos: DECiv /UFSCar, 2008. 35p. Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil.

AMORIM, S. V; GONÇALVES, O. M. **Estruturação de sistemas de informação para projeto dos sistemas hidráulicos prediais.** São Paulo: EPUSP, 1997. 22 p. (BT/PCC, 182).

AMORIM, S. V; CONCEIÇÃO, A. P. Banco de dados para projeto dos sistemas hidráulicos prediais. **Ambiente Construído.** Porto Alegre, v.2, n.4, p.63-71, out./dez. Disponível em: <<http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/>>. Acesso em: jan. 2010.



ARAÚJO, E. C.; COSTA, R. M. X; SOUZA, H. A. Interface perfis metálicos tubulares-vidros nas fachadas. **Téchne**, São Paulo, v. 13, n. 98, p.60 - 64, maio 2005.

ASHFORD, J. L. Design. In: \_\_\_\_\_. **The management of quality in construction**. 1ª ed. London: E & FN Spon, 1989. p.87-106.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15526**: Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2009. 44 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993. 6 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13103**: Instalação de aparelhos a gás para uso residencial: requisitos dos ambientes. Rio de Janeiro, 2006. 38 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995. 10 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Desempenho parte 1– Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2008. 52 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-6**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Desempenho parte 6– Sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2008. 28 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10068**: Folha de desenho – leiaute e dimensões. Rio de Janeiro, 1987. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SISTEMAS PREDIAIS. **Manual de escopo de projetos e serviços de hidráulica**. Rio de Janeiro: 2006. v. IV, 93 p.

BAKER, W. F. Engineering an idea: the realization of the Burj Khalifa. **Civil Engineering Magazine**, v.80, n.3, p.44-47, mar.2010. Disponível em: <[http://pubs.asce.org/magazines/CEMag/2010/Issue\\_03-10/](http://pubs.asce.org/magazines/CEMag/2010/Issue_03-10/)>. Acesso em: mar. 2010.

BAKER, W. F.; MAZEIKA, A.; PAWLIKOWSKI, J. Integrated Design: everything matters - the development of Burj Dubai and The New Beijing Poly Plaza. In: STRUCTURES 2009: DON'T MESS WITH STRUCTURAL ENGINEERS, 2009, Austin- Texas. **Proceedings...** Austin: ASCE, 2009, p.1-10.

BARROS, M. M. S. B. et al. **PCC 2436: tecnologia da construção de edifícios II**. São Paulo, 2006. 20 p. Notas de aula – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/EPUSP. 2006.

BONSIEPE, G. **A tecnologia da tecnologia**. São Paulo, Edgar Blucher, 1983. 196 p.

BORGES, C. A. M; SABBATINI, F. H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. São Paulo: EPUSP, 2008. 21 p. (BT/PCC, 515).

CARDOSO, D. L. A. **Vedações verticais e suas interfaces no sistema construtivo de edificações**. 2007. 149 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

CHURCHMAN, C. W. “O que é um sistema?”. In: \_\_\_\_\_. **Introdução a teoria dos sistemas**. Tradução: Francisco M. Guimaraes. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1972. p.15-32. (Coleção Teoria de Sistemas; v.1).

COMGÁS. RIP – Regulamento de instalações prediais. 2009, 180 p. Disponível em <[http://www.comgas.com.br/instalacao\\_reformas/relacao/rip.asp](http://www.comgas.com.br/instalacao_reformas/relacao/rip.asp)>. Acesso: jul. 2010.

CRUZ, N. V. A poética da interface. **Intermédias**, Rio de Janeiro, ano 2, nº5-6, p.1-16, 2006. Disponível em: <[http://www.intermedias.com/miolo/comunicacao\\_home\\_teorias.htm](http://www.intermedias.com/miolo/comunicacao_home_teorias.htm)>. Acesso em: dez. 2009.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329 p. Tese (Doutorado em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FABRÍCIO, M. M; MELHADO, S. B. Qualidade no processo de projeto. In: \_\_\_\_\_. **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p.107 – 122.

\_\_\_\_\_. Desafios para integração do processo de projeto de edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Carlos, 2001. **Anais...** São Carlos: Departamento de Arquitetura - EESC/USP, 2010. 1 CD-ROM.

FARINA, H. **Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de sistemas prediais.** 2002. 130p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FARINA, H.; GONÇALVES, O. M. **Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de sistemas prediais.** São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. (BT/PCC/323).

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio:** dicionário eletrônico. Curitiba: Positivo, c2004. 1 Disco laser, 4 3/4 pol., 92,2 Mb. Versão 5.0.

FRANÇA, J.R. **Análise das interfaces entre o projeto e a obra em empreendimentos do mercado imobiliário.** 2006. 97p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRIEDMAN, K. Theory construction in design research: criteria, approaches, and methods. **Design Studies**, v.24, n.6, p. 507-522, nov. 2003.

**GEBERIT INTERNATIONAL SALES AG.** Installation manual. Alemanha, 2009. 5 p. Disponível em: < [http://catalog.geberit.com/public/chapter.aspx?cat=INT\\_INT-en\\_1&ch=3](http://catalog.geberit.com/public/chapter.aspx?cat=INT_INT-en_1&ch=3) >. Acesso: jul. 2010.

GNIPPER, S. F.; MIKALDO JR., J. Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulico-sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, dez. 2007.p.1-6. Disponível em <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007>>. Acesso em: 29 dez. 2009.

GNIPPER, S. F. **Ramal predial de gás combustível.** 2010. 1 fotografia.

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

\_\_\_\_\_. **Contribuições para a economia e qualidade dos sistemas prediais.** São Paulo, 1997. Concurso de Livre-Docência Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Resumo disponível em <[http://www.infohab.org.br/biblioteca\\_resumo.aspx](http://www.infohab.org.br/biblioteca_resumo.aspx)>. Acesso: jul. 2010.

GRAÇA, M. E. A.; GONÇALVES, O. M. Desempenho de sistemas prediais: conceitos fundamentais. **Revista Engenharia Mackenzie**, São Paulo, p.7-13, jan./fev. 1986.

ILHA, M. S. O. **Qualidade dos sistemas hidráulicos prediais.** São Paulo, 1993. 50p. Texto Técnico TT/PCC/07 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

KORMAN, T. M; TATUM, C. B. Prototype tool for mechanical, electrical, and plumbing coordination. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 20, n. 1, p.38-48, jan.2006.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. 294 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/EPUSP. 1994.

\_\_\_\_\_. Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, 1998, Florianópolis. **Anais...** ENTAC, 1998. p.739-747.

\_\_\_\_\_. **Projeto deve ser pensado como produto e como serviço.** Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/comunidade/coluna\\_leitura.asp?idColuna=130](http://www.aecweb.com.br/comunidade/coluna_leitura.asp?idColuna=130)>. Acesso: abril 2010.

MELHADO, S.B; SOUZA, A. L. R. **O projeto e a qualidade das lajes de concreto armado de edifícios.** São Paulo, 1996. 20p. Boletim Técnico BT/PCC/169 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. **Projeto e execução de lajes racionalizadas de concreto armado.** 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002. 116 p. (Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras).

MELHADO, S. B; SOUZA, J. C. S. Diretrizes para a seleção e projeto de impermeabilização dos pisos do pavimento tipo de edifícios. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS. 1, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1998. p. 95-102.

MIKALDO JR, J; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? . **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 79 – 99, maio de 2008. Disponível em: <[http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestao de projetos/](http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestao%20de%20projetos/)>. Acesso: Maio de 2010.

MITROPOULOS, P; TATUM, C. B. Management – driven integration. **Journal of Management in Engineering**, v. 16, n. 1, p.48 -58, jan./feb. 2000.

NAIR, R.S. Belt trusses and basements as “virtual”outriggers for tall buildings. **Engineering Journal**, Fourth Quarter, p. 140-146. 1998. Disponível em: <<http://www.solutionsforstructuralsteel.org/assets/0/544/546/670/0af25596-033b-4299-a01e-1c425f4e019d.pdf>>. Acesso: jan.2010.

NAKAMURA, J. Instalações hidráulicas com tubo de cobre. **Equipe de obra**. Disponível em: <<http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/21/imprime124496.asp>>. Acesso: jun. 2010.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1996. 389 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

NOVAES, C. C; FRANCO, L. S. **Diretrizes para a garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. São Paulo: EPUSP, 1997. 18 p. (BT/PCC, 188).

NOVAES, C. C; SILVA, M. V. F. P. N. A coordenação de projetos de edificações: estudos de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v.3, n.1, p.44-78, maio 2008.

OLIVEIRA, L. H. Sistemas prediais hidráulicos em edifícios altos. **Hydro**, São Paulo, ano 3, n.17, p.56 - 59, mar. 2008. Artigo publicado na coluna Conexão.

OLIVEIRA, O. J. **Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios**. 2005. 262 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, E. P. **Diretrizes para o processo de projeto de edifícios hospitalares**. 2010. 103p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. No prelo.

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais:** sistemas prediais hidráulicos. 2008. 2 v. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PAULA, N. **Diretrizes para seleção de projetistas e avaliação da prestação do serviço de projeto de edificações na visão do contratante.** 2009. 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

PAVITT, T. C.; GIBB, G. F. Interface management within construction: in particular, building facade. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 129, n. 1, p.8-15, Feb. 2003.

PEIXOTO, L. M. **Requisitos e critérios de desempenho para sistema de água não potável de edifícios residenciais.** 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 2008.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. 1993. 426p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (PMBOK).** 3. ed. Newton Square: PMI Publications, 2004.

QUINALIA, E. Instalações hidráulicas: como escolher as tubulações. **Téchne**, São Paulo, ano13, n. 104, nov. 2005. Disponível em:< <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/104/artigo31657-1.asp>>. Acesso: jan. 2010.

RICKETTS, J. T. Building systems. In: MERRITT, F. S; RICKETTS, J. T. **Building design and construction handbook.** New York: MacGraw-Hill, 2001. p.1.1 -1.42.

RILEY, D. R. et al. Benefit-cost metrics for design coordination of mechanical, electrical, and plumbing systems in multistory buildings. **Journal of construction engineering and management**, v. 131, n.8, p.877-889, ago. 2005.

SILVA, M. A. C. Metodologia de gestão da qualidade no processo de elaboração de projetos de edificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, nov. 1995, p. 55-60. Disponível em <<http://www.infohab.org.br/capa.aspx>>. Acesso em: jan. 2010.

SOUZA, U. E. L. Uma experiência sócio-técnica quanto ao assentamento de alvenaria. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: UFF, 1998. p.1-5. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998\\_ART551.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART551.pdf)>. Acesso em: jan.2010.

SOUZA, U. E. L. et al. **Gestão da produção na construção civil II:contratos**. São Paulo: PCCUSP, 2007. 8p. Notas de aula. Disponível em: <<http://pcc2302.pcc.usp.br/Aulas/2007%20Chico/202007%20aula%20%20contratos.pdf>>. Acesso em: ago. 2010.

**TÉCHNE**. Paredes de alvenaria. São Paulo, v.13, n. 103, out. 2005. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/103/artigo31635-1.asp>>. Acesso: jan.2010.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001. 450 p.

VIOLANI, M. A. F. As instalações prediais no processo construtivo de alvenaria estrutural. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 13, n. 4, p. 242-255, dez. 1992.

WISE, A. F. E.; SWAFFIELD, J. A. Rationalization of services. In: \_\_\_\_\_. **Water, sanitary & waste services for buildings**. 5th. ed. London: Ed. Butterworth-Heinemann, 2002. p. 94 – 102.

\_\_\_\_\_. Design of soil and waste pipe installations. In: \_\_\_\_\_. **Water, sanitary & waste services for buildings**. 5th.ed. London: Ed. Butterworth-Heinemann, 2002. p. 65 – 80.

YIN, R. K. How to know whether and when to use case studies as a research method. In: \_\_\_\_\_. **Case study research: design and methods**. 4th. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2009. p. 3-24. (Applied Social Research Methods Series; v. 5).

# APÊNDICES

## APÊNDICE 1

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

► Coordenador de projetos

BLOCO 1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA EMPRESA CONSTRUTORA

**01.** Há quanto tempo esta empresa atua no mercado?

**02.** Uma empresa construtora pode comprar ou incorporar um terreno, contratar e gerenciar os projetos, desenvolvidos por escritórios de projetistas especializados, construir e comercializar o empreendimento. Sobre esses aspectos, **qual a modalidade de produção da empresa?**

( ) construção e incorporação, comentário:

( ) construção, incorporação e comercialização

( ) outra modalidade, especificar:

**03.** A empresa possui sistema de certificação de gestão da qualidade? Citar quais:

( ) certificação pela norma NBR ISO 9007: 2000

( ) certificação pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, nível:

( ) outro sistema, especificar:

BLOCO 2 – DADOS GERAIS SOBRE O EDIFÍCIO ONDE SERÃO COLETADOS OS DADOS DE ANÁLISE

Nome:

Endereço:

Padrão de construção: ( ) médio ( ) alto

Nº de pavimentos:

Área privativa:

Área do terreno:

Sistema construtivo: ( ) alvenaria estrutural ( ) c. a. moldado no local

( ) alvenaria estrutural somente ( ) alv. tijolos cerâmicos comuns

( ) outro tipo de vedação além das citadas e motivo:

Status: ( ) em construção, fase: \_\_\_\_\_

( ) pronto para morar

( ) ocupado, entregue em \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_



**01. Quanto à caracterização do setor de projetos da construtora:**

a. Existe um setor de projeto estruturado?

( ) não, todos os projetos são terceirizados;

( ) não, pois:\_\_\_\_\_.

( ) sim, a maior parte dos projetos é contratada e o restante é desenvolvido internamente. A equipe está estruturada da seguinte forma (comentar e/ou anexar organograma):\_\_\_\_\_.

b. Existe um coordenador de projetos responsável somente pelas atividades de projeto?

( ) não, pois:

( ) sim; há um profissional qualificado somente para coordenar as atividades de projeto  
comentário:\_\_\_\_\_.

**02. Quanto às atividades de projeto: cronograma e controle das interfaces nos projetos.**

a. O planejamento do processo de projeto é realizado por meio de cronograma?

( ) não;

( ) sim, comentário:\_\_\_\_\_.

b. Este cronograma somente controla os prazos para a realização de cada especialidade de projeto necessário para a execução do edifício ou contém também:

( ) controle das **atividades dos projetos** em suas diversas fases, por meio de *check lists* ou outro meio, especificar:\_\_\_\_\_.

( ) campo estruturado onde é possível pré estabelecer requisitos (dados de entrada) para se evitar **problemas de interfaces** entre os diversos sistemas envolvidos;

( ) outros aspectos:\_\_\_\_\_.

c. Não é possível administrar a compatibilização entre os diferentes tipos de projeto se uma determinada equipe **atrasar com o cronograma**. Por exemplo, se o projetista dos SPHS, numa determinada fase de projeto, entregar após o prazo estabelecido, irá prejudicar a **resolução das interfaces** nos projetos de alvenaria. Este tipo de problema ocorre? Por quê? Como a construtora intervém na melhoria deste processo?

d. Além das especificações no cronograma, como o coordenador (e através de quais ferramentas) **administra a compatibilização** entre os distintos projetos envolvidos?

( ) *check-list* interdisciplinar para controle das interfaces nos projetos;

( ) atas de reunião;

( ) registros de informações em ambiente virtual;

( ) outros meios documentais:

e. Descreva como são realizados os procedimentos no ambiente virtual, se existir; comente, sobre o ponto de vista dos usuários, sobre as facilidades e/ou dificuldades que eles têm encontrado para resolver questões de compatibilização entre os projetos por meio desta ferramenta.

### **03. Consultor de SPHS.**

- a. A empresa contrata serviços de consultoria para esses sistemas? Em que momento? Como tem auxiliado referente à padronização de soluções construtivas para as interfaces entre os SPHS, alvenaria e estrutura?
- b. Até qual fase de projeto e execução é importante ocorrer essa consultoria?

### **04. Dados de entrada para os projetos dos SPHS ao longo das fases de projeto.**

#### *a. Programa de necessidades.*

Quanto mais elaborado for o programa de necessidades, menor a possibilidade de improvisação por parte dos projetistas. Para o edifício em questão, quais as condicionantes (diretrizes) fornecidas para os projetistas dos SPHS? Quem as define? Como são elaboradas e por quê?

- ( ) localização de tubulações e plenos, se visitáveis ou não;
- ( ) sistemas de medição, se individualizada ou não;
- ( ) aproveitamento de água pluvial ou não;
- ( ) estabelecimento de parâmetros para níveis de conforto (ruídos nas tubulações), desempenho e: \_\_\_\_\_.
- ( ) emprego de kits hidráulicos;
- ( ) soluções alternativas para os SPHS, p. ex., sistemas PEX, espuma intumescente nas passagens, etc.
- ( ) outras diretrizes: \_\_\_\_\_.

#### *b. Estudo preliminar.*

Nos primeiros detalhamentos desta fase já é possível identificar eventuais incoerências entre as soluções propostas nos projetos de alvenaria, estrutura e dos SPHS. Quanto ao pavimento tipo, quais foram as necessidades de compatibilização? Houve a necessidade de mudança em algum sistema, p. ex., alteração do percurso das tubulações em relação à alvenaria? Por quê?

#### *c. Anteprojeto.*

No anteprojeto dos SPHS, iniciado após a aprovação do anteprojeto arquitetônico, as informações devem estar claras e suficientes para uma primeira avaliação de custos, por exemplo.

*d. Pré-executivo.*

As decisões quanto à compatibilização da fase anterior foram representadas aqui com **maior precisão?** Faltou alguma informação sobre as interferências físicas dos SPHS com os demais sistemas, por não estarem suficientemente detalhadas?

*e. Executivo*

Este projeto final dos SPHS é o documento de diálogo com a execução e deve promover a visão integrada da compatibilização com os demais sistemas. Sobre essa questão, ocorreu alguma dificuldade executiva para as soluções indicadas nesses projetos para as interfaces com a alvenaria e os elementos estruturais? As soluções propostas nos projetos dos SPHS incorreram em modificações necessárias na obra? Por quê?

Estas soluções incorreram em:

- ( ) retrabalho
- ( ) custos adicionais
- ( ) atraso no cronograma

*f. Projeto para a produção.*

Foi contratado projeto para a produção de kits hidráulicos, contendo prescrições relativas ao modo de executar e a sucessão das etapas de trabalho?

**05. Padrão de apresentação de projetos da construtora.**

- a. Existe um padrão de apresentação gráfica e de apresentação de detalhes construtivos?
- b. E de apresentação de especificação técnica e memorial técnico?

**06. Avaliação da qualidade dos projetos dos SPHS contratados pela construtora.**

- a. Quanto à apresentação, os projetos dos SPHS:

- ( ) promoveram facilidade de consulta;
- ( ) as informações foram claras e precisas nos detalhamentos;
- ( ) os detalhamentos foram suficientes para uma perfeita compatibilização (não foi necessário resolver nada no ato da execução);
- ( ) os detalhamentos estão adequados, mas devem ser aprimorados em: \_\_\_\_\_.

- b. Quanto à qualidade das soluções apresentadas nos detalhamentos para as interfaces entre os SPHS, alvenaria e estrutura:

- ( ) atenderam aos requisitos de desempenho (p. ex.: não interferiu com a alvenaria)
- ( ) ofereceram a estética necessária
- ( ) promoveram racionalização e construtibilidade
- ( ) promoveram a integração de projetos
- ( ) poderão ser padronizadas para obras posteriores

**07.** Os clientes dos profissionais de projeto, sejam os produtores ou os construtores das edificações, também contribuem para a existência de detalhamentos insuficientes nos projetos. Ao não formularem adequadamente as suas exigências quanto ao processo de projeto, em termos de completção, detalhamento e formas de representação dos projetos, dificultam a garantia de qualidade nos mesmo. Sobre este aspecto, a coordenação considera que a formulação das exigências do usuário, identificadas no programa de necessidades, é realizada com eficácia para enviar as informações aos projetistas dos SPHS e demais?

## APÊNDICE 2

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

► Responsável pela manutenção dos SPHS

### 1. A empresa possui um departamento específico de manutenção predial?

( ) não, mas mantém registro das manutenções.

( ) sim e as manutenções são registradas para realimentar os projetos futuros.

Comentário: \_\_\_\_\_.

### 2. Quais os locais que geralmente precisam de manutenção?

( ) plenos verticais nas áreas comuns: Local: \_\_\_\_\_ (ex.tubulação de recalque).

Tipo de problema: \_\_\_\_\_ (ex.vazamento).

( ) plenos verticais nas áreas privativas: Local: \_\_\_\_\_.

Tipo de problema: \_\_\_\_\_

( ) tubulações em forro falso:

Local: \_\_\_\_\_

Tipo de problema: \_\_\_\_\_

Outros locais e problemas:

### 3. Existem registros de incoerências construtivas nas interfaces dos SPHS com a alvenaria ou estrutura que tenham requisitado manutenção?

*Exemplo, declividade inadequada da tubulação do aquecedor que promove infiltração de água de chuva ou infiltração de água de chuva na interface da laje com as prumadas de ventilação.*

### 4. Ocorreram patologias devido às incoerências construtivas nas interfaces desses sistemas? Quais?

### 5. Se sim, onde você acha que foi gerado o problema e como foi resolvido?

## APÊNDICE 3

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

► Responsável pela execução dos SPHS

**Entrevistado:** ( ) Engº da obra ( ) Encarregado da equipe de instalação

**Fase da obra:**

### 1. Participação da equipe de execução nas fases de projeto.

a. A equipe de execução também participa das reuniões de projeto? Em que fases? Faça um comentário.

( ) não participa;

( ) sim participa; na 1ª reunião e nas fases de:

( ) reunião de compatibilização do anteprojeto

( ) verificação do pré-executivo

( ) verificação do executivo

( ) outras situações, comentário:

### 2. Construtibilidade e interfaces entre os SPHS, de alvenaria e de estruturas.

a. Quanto às soluções construtivas para as interfaces da alvenaria com os SPHS, quais foram as observações que a execução colocou em pauta para o desenvolvimento dos projetos do edifício em questão?

b. E para as interfaces com a estrutura?

c. Se o detalhamento dessas interfaces não estiver claro ou até mesmo não existir no projeto dos SPHS, como a execução procede? Quais as ferramentas de comunicação da equipe de produção com os demais agentes envolvidos na execução do edifício?

( ) solicita a presença do projetista na obra para discutir como será feita a execução do detalhe, com registros para o *as built*;

( ) outro procedimento; comentar: \_\_\_\_\_.

d. Alguma solução proposta pelo projetista dos SPHS precisou ser readaptada? Por quê?

e. Se sim, como foi avaliada a possibilidade de interferência com os projetos dos outros sistemas do edifício e execução (no caso, interferências com decisões já tomadas quanto à alvenaria e à estrutura)?

f. O que a execução pode apontar como boas práticas que podem ser padronizadas para os próximos edifícios e quais soluções podem ser melhoradas?

g. Referente à execução das pelas estruturas das tubulações hidráulicas:

▪ Os pontos de passagem são locados por gabaritos ou por pré-moldados com as passagens já dimensionadas? Existe mais alguma opção?

Como essas escolhas influem na produtividade e no cronograma de obras?



**4. Características do sistema de medição de água** (*\*a de gás está em outro bloco de questões*):

Medição Individualizada:      ( ) sim      ( ) não

Localização dos hidrômetros: ( ) Hall Ser. ( ) Ático ( ) Subsolo ( ) Área de serviço ( )

Outro:

Nº medidores:      ( ) só de H<sup>AF</sup>      ( ) 1 H<sup>AF</sup> e outro H<sup>AQ</sup>Caso existam dois medidores de **água**, explicar os motivos: \_\_\_\_\_



## BLOCO 2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PLENOS

1. No edifício em questão existem plenos: ( ) somente verticais ( ) verticais e horizontais

2. Qual o sistema construtivo adotado para os **plenos verticais**?

( ) não visitável, de alvenaria ( ) visitável com fechamento de gesso acartonado

( ) não visitável, sem alvenaria, com tubulações chapiscadas e preenchidas diretamente com argamassa ( ) visitável com fechamento acrílico

( ) Outra solução adotada: \_\_\_\_\_

3. Existindo **plenos horizontais** no edifício em questão, qual a solução construtiva adotada? Poderia comentar os motivos que levaram o empreendedor a optar por esta solução?

4. Referente à **retroalimentação de informações da construtora** do edifício em questão **para o projetista**: já ocorreram problemas de **manutenções nas tubulações dos plenos** de edifícios anteriores que puderam servir como dados de aprimoramento para este edifício? Quais os problemas que ocorrem comumente neste espaço técnico, como foram sanados e como serviram para aprimorar o projeto atual?

5. Foi previsto no projeto de SPHS deste edifício alguma solução construtiva para amenizar ou sanar a **propagação de ruídos das tubulações instaladas nos plenos** para as estruturas e vedações?

( ) não, comentário:

( ) sim:

Solução adotada	Desempenho
( ) desvinculação da estrutura por meio de abraçadeiras com borrachas especiais e/ou PVC mineralizado	<input type="checkbox"/> Não resolveu
	<input type="checkbox"/> Amenizou
	<input type="checkbox"/> Solucionou
( ) revestimento do pleno ou tubulação com lã mineral e gesso	<input type="checkbox"/> Não resolveu
	<input type="checkbox"/> Amenizou
	<input type="checkbox"/> Solucionou
( ) Citar outra solução:	<input type="checkbox"/> Não resolveu
	<input type="checkbox"/> Amenizou
	<input type="checkbox"/> Solucionou

6. Foi previsto no projeto de SPHS deste edifício alguma solução construtiva **especial** para evitar a **propagação de fogo ou fumaça** pelas aberturas e passagens de tubulações **nos plenos**?

A Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros alerta que as tubulações que fazem comunicação com demais pavimentos (em edifícios que precisam de compartimentação vertical) e possuem diâmetro superior a 40 mm devem ser protegidas, visto que uma simples vedação das passagens com argamassa comum, em plenos visitáveis, permite a propagação de incêndio se a tubulação for consumida pelo fogo.

( ) não, comentário:

( ) sim: ( ) luvas de proteção para tubos plásticos ( ) espuma intumescente

( ) outra solução: \_\_\_\_\_

**Quanto à configuração da distribuição interna de gás combustível:**

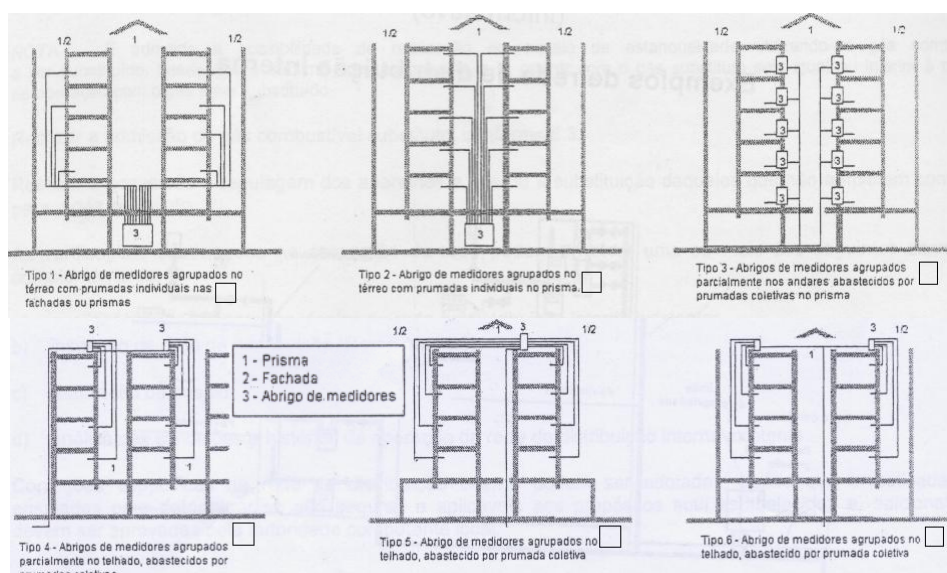
1. Onde está situado o medidor de gás no edifício?

( ) Hall Ser. ( ) Ático ( ) Subsolo ( ) Área de serviço ( ) Outro: \_\_\_\_\_

2. Como o projetista de SPHS contribuiu, nas fases iniciais do empreendimento, para a melhor escolha deste espaço técnico?

3. Qual o leiaute escolhido para as **prumadas de gás**? Assinale uma das configurações abaixo que representam o edifício em questão e comente o porquê da escolha. Descrever a distribuição das prumadas de gás se for distinta dos esquemas abaixo.

( ) **individual**: uma para cada apto ( ) **única**: medição individual nos aptos



4. Como o percurso das **tubulações dos SPGC** interferiu fisicamente com os sistemas: estrutural e de vedação? Das opções abaixo, assinale as que ocorreram e comente como foram resolvidas e compatibilizadas com os outros projetos envolvidos.

( ) passagens por vigas e laje de concreto, resolução:

( ) sub-ramal de gás no contrapiso:

( ) embutida em alvenaria:

( ) prumada de gás no interior de pleno, resolução- ( ) tubo luva ( ) outro:

( ) percurso de tubulação isolada de gás em sanca ou forro falso, solução:

Outras

situações: \_\_\_\_\_

5. É possível ter que resolver a interface entre os SPGC e laje quando existem **juntas de dilatação** na mesma. Isto ocorreu no edifício em questão? Como foi solucionado?

6. Qual foi o **tipo de aquecedor** escolhido e por quê?

individual de passagem

coletivo de passagem  coletivo de acumulação privado  col. de acumulação central

conjugado privado  conjugado coletivo

elétrico

GN

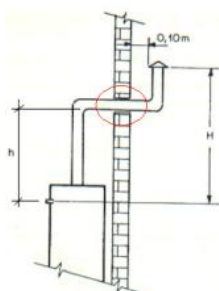
GLP

Misto (descrição): \_\_\_\_\_

Razões da escolha:

7. O edifício possui chaminé? Coletiva?  sim  não

8. Se forem **chaminés individuais**, foi indicado em projeto alguma solução construtiva para a interface com a alvenaria (representação na figura abaixo)? Tem sido observada alguma solução já praticada pela construtora para este ponto de travessia? Alguma patologia?



## BLOCO 4 – OUTROS DETALHES CONSTRUTIVOS DE PROJETO

**1. Além dos SPGC, no projeto de SPHS foram detalhadas soluções construtivas para as passagens de tubulações pelas lajes de concreto? Como o projetista de SPHS interage com a construtora (que já possui prática padrão) sobre este aspecto?**

as passagens são indicadas, mas não são detalhadas  
 as passagens foram indicadas e detalhas nos projetos de SPHS para serem executadas com:

- Tubos de PVC
- pré-moldado de concreto com dimensões corretas incorporados na laje
- recorte executado após a concretagem
- outra solução:

**2. Quanto aos tubos de ventilação para o edifício em questão: como foi resolvida a interface entre este sistema e o da cobertura (se for laje) para impedir que a infiltração de água de chuva escorresse ao longo do tubo? Que observações foram feitas no projeto alertando para a compatibilização com a vedação da cobertura?**

**3. Existem juntas de dilatação para as prumadas de cobre? Se sim, como é resolvida a inter-relação desta prumada com vedações e estruturas? Como é detalhado no projeto de SPHS?**

"Para evitar o rompimento da tubulação, as extremidades devem ser presas com pontos fixos que limitam a movimentação da tubulação em pontos pré-determinados (veja a ilustração de fixação de tubulação de água quente). De acordo com as distâncias sugeridas, recomenda-se a aplicação de luvas guias para impedir que o tubo flambe ou entorte. A junta de expansão - geralmente feita de material inox, similar a uma sanfona - é instalada no centro dessa tubulação e ao mínimo sinal de movimentação absorve e direciona a dilatação para um único ponto. Essas tubulações devem apresentar isolamento térmico adequado, normalmente de lã de vidro ou mantas de polietileno para inibir a perda de calor. (Téchne 104)."

**4. Houve a necessidade de embutimento das tubulações na alvenaria em algum trecho? Como foi planejado e indicado no projeto de SPHS?**

**5. Ocorreram mudanças na modulação da alvenaria que implicaram em alterações significativas no projeto de SPHS?**

**6. Existe um memorial descritivo de execução de serviços de SPHS que possa ser analisado para esta pesquisa?**

Não  Sim

**7. Existe alguma boa prática, que foi padronizada pela construtora e utilizada no edifício em questão, referente ao detalhamento construtivo para as interfaces entre os SPHS x estrutura x vedação?**

Não  Sim:

1. Em que fase o projetista de SPHS foi contatado? Poderia descrever o processo de projeto dos SPHS e destacar suas fases?

2. Em qual dessas fases pôde ser realizada a análise das interferências com as estruturas e as vedações? Quais foram os dados de entrada fornecidos para os projetistas das diversas disciplinas envolvidas?

3. Acerca da **compatibilização entre os projetos** de arquitetura, estrutura, vedação e SPHS:

A construtora utilizou ambiente virtual e/ou outras ferramentas para lançamento de dados em projetos e cronograma? Se sim, poderia descrever o processo?

4. Quais dificuldades foram encontradas para compatibilizar o projeto de SPHS com os projetos de:

- Arquitetura:
- Estrutura de concreto armado:
- Alvenaria estrutural:
- Vedações de tijolos cerâmicos:
- Vedações internas de gesso acartonado:

8. No processo de projeto do edifício em questão, as equipes multidisciplinares contaram com apoio de um acervo de soluções construtivas padrão, para as interfaces físicas entre os SPHS x alvenaria x estruturas?

( ) Não ( ) Sim:

Como auxiliou no projeto de SPHS?

## APÊNDICE 5 – Entrevista Semi-Estruturada para o Projetista de Alvenaria

O objetivo deste bloco de questões é mapear as necessidades de compatibilização entre os SPHS e alvenaria de vedação ao longo das fases de projeto do Edifício em questão.

### 1. Nome do Edifício Residencial:

Empresa “A”.

Padrão de construção: ( ) médio ( ) alto

### 2. Qual o tipo de alvenaria empregada no edifício em questão?

( ) alvenaria de vedação de blocos cerâmicos comuns ( ) outra, citar:

**3. No estudo preliminar**, o projeto de SPHS foi um dos dados de entrada para o desenvolvimento do projeto de alvenaria. Quais dados de entrada foram necessários para o desenvolvimento desta fase de projeto? O que foi analisado e quais os dados de saída obtidos para o projeto de alvenaria?

Alguns dados de entrada:

( ) shafts:

( ) pontos de passagem por vigas e lajes.

( ) prumadas e quadros

( ) outros dados:

Dados de saída (o que é gerado no projeto de alvenaria) obtidos:

Da mesma forma, o que foi necessário estar definido, quanto aos SPHS, na fase de **anteprojeto**? Quais os dados de saída obtidos para a alvenaria?

**4. Durante a produção do projeto executivo**, ocorreu a necessidade de mais algum ajuste com os SPHS?

**5. Para o Edifício em questão**, foi desenvolvido **projeto para a produção** de alvenaria? Se sim, descreva este tipo de projeto.

**6. Como ocorre o fluxo de informações** entre o projetista de SPHS e o de alvenaria?

( ) Ambiente virtual e e-mail. Descrever facilidades e dificuldades de **resolução de interfaces por meio desse ambiente**:

( ) Reuniões presenciais. Referente aos SPHS comente o que pode ser discutido nesta fase:

No projeto de SPHS do edifício em questão há uma indicação solicitando resolução por parte da alvenaria para os pontos de ar condicionado. Como foi planejado o embutimento deste trecho de tubulação? Em rasgo ou alguma modulação em especial e por quê?

# ANEXOS

## ANEXO 1 – Relatório de planejamento (Edifício A)

Relatório de Planejamento			PÁG 13/13		LOGOTIPO EMPRESA A
Edifício A LOCALIZAÇÃO	Mês Referência: abr / mai	Cronograma versão: 10/05/10	Emissão: 14/05/10	Próxima atualização: 10/06/10	
 <p>Vista do edifício após o término da estrutura da torre.</p>		 <p>Vista da execução de emboço e contrapiso em pavimento tipo.</p>			
 <p>Detalhe dos ramais de gás em pavimento tipo.</p>		 <p>Detalhe da enfição elétrica em pavimento tipo</p>			
 <p>Detalhe da execução do contrapiso em terraço de pavimento tipo.</p>		 <p>Vista da execução da estrutura de periferia.</p>			



**ANEXO 2 – Opções de leiautes para 98 m<sup>2</sup> (Edifício B)**

