

CAROLINA PAULA DE CASTILHO

Avaliação durante operação de sistemas prediais de água não potável

São Paulo
2016

CAROLINA PAULA DE CASTILHO

Avaliação durante operação de sistemas prediais de água não potável

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências.

São Paulo

2016

CAROLINA PAULA DE CASTILHO

Avaliação durante operação de sistemas prediais de água não potável

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração:
Inovação na Construção Civil.

Orientador:
Profa. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

São Paulo

2016

Dedico aos meus pais e irmãs. É pela presença de vocês em minha vida que consigo alcançar os objetivos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, professora Dra. Lúcia Helena de Oliveira, por todo o conhecimento e experiência transmitidos, sem os quais não seria possível a realização desta pesquisa. Sua compreensão e estímulo constantes foram essenciais para que conseguisse desenvolver e concluir este trabalho.

Aos professores Dr. Moacyr Eduardo Alves da Graça e Dr. Orestes Marraccini Gonçalves pelas importantes contribuições no exame de qualificação.

Aos entrevistados que se propuseram a fazer parte desta pesquisa, compartilhando suas experiências para que este estudo pudesse ser desenvolvido.

Aos amigos de turma, pelas ricas trocas de experiências e constante apoio ao longo do mestrado.

À minha família, que me apoia e ajuda sempre, incondicionalmente.

À minha amiga e sócia, Carolina Carvalho Leme, pelo apoio, paciência e compreensão, em todos os momentos.

Às amigas Patrícia Nascimento, Karina Matias, Maria Alice Gonzales, Maria Isabel Teixeira, Silvia Scalzo e Fernanda Ferrari, pelo grupo de apoio e incentivo mútuo ao longo de todo o mestrado.

Aos amigos Carlos Grazina, Estela Alves, Luciana Ferrari e Maira Munhoz pela ajuda com os contatos que tornaram possível as visitas de estudo de caso.

RESUMO

A preocupação mundial com o cenário de escassez do recurso natural “água” é sintetizada no slogan adotado pela *WateReuse Research Foundation* em campanha pelo reúso de água: “*Water... it’s too valuable to be used just once*”. Progressivamente tem-se melhorado os processos de gestão da água, com controle de desperdício, procedimentos e utilização de fontes alternativas de abastecimento, não apenas na escala dos sistemas públicos, mas nos sistemas prediais. No Brasil, seguindo esta tendência global, existem iniciativas independentes de sistemas prediais de água não potável sendo instalados em edifícios residenciais e comerciais. Estas iniciativas, no entanto, contam hoje com pequeno respaldo técnico normativo, diretrizes ou legislação que orientem gestores, executores e profissionais sobre as práticas adequadas de implantação, gestão e monitoramento deste tipo de sistema, colocando em risco a segurança dos usuários e o sucesso da tecnologia. Considerando-se que para produzir um edifício de qualidade é fundamental atender às necessidades dos usuários, adequando as soluções ao uso que será feito do produto, a Avaliação Durante Operação (ADO) do edifício apresenta-se como uma ferramenta adequada para a análise da situação atual do sistema. Inserindo-se neste contexto, esta pesquisa tem o objetivo de propor uma ferramenta que auxilie a avaliação de desempenho de sistemas prediais de água não potável durante sua operação em edifícios residenciais, no que se refere à concepção, execução, operação e manutenção. Para tanto, foi realizado levantamento bibliográfico sobre sistemas prediais de água não potável, tratamentos de água disponíveis e avaliação de desempenho. Seguindo a metodologia de ADO, foram realizados estudos de casos em edifícios residenciais para levantamento de dados atuais de desempenho. Ao término da análise dos casos selecionados, foi possível validar a ferramenta proposta e constatar que a falta de capacitação técnica, normas técnicas e legislações específicas que orientem projetistas, executores, gestores e usuários e padronizem os sistemas prediais de água não potável contribui para o cenário encontrado nos estudos, caracterizado por sistemas que operam com desempenho inferior ao adequado para atender às necessidades e garantir a segurança de seus usuários.

Palavras-chave: Sistema predial de água não potável. Desempenho. Avaliação durante operação (ADO). Água de reúso.

ABSTRACT

The global concern with the scenario of increasing natural resource scarcity is synthesized in the slogan adopted by WateReuse Research Foundation for a reuse campaign: "Water... it's too valuable to be used just once." Progressively, the water management processes have been improved, by controlling waste, procedures and use of alternative sources of water supply, not only at the city level but also individually. In Brazil, following this global trend, there are independent initiatives of non-potable water systems being installed in residential and commercial buildings. These initiatives, however, have today little technical normative support, guidelines or legislation to orientate managers, performers and professionals on the appropriate practices for deployment, management and monitoring of this type of system, endangering the safety of users and the success of technology. Considering that to produce a quality building it is critical to meet the user's needs, suiting the solutions according to the product use, the evaluation during operation (EDO) presents itself as adequate tool for analyzing the current situation and proposing improvements on the system performance. In this context, this study aims to propose a tool that assists the performance evaluation of non-potable water systems during its operation in residential buildings, regarding the design, implementation, operation and maintenance. In order to do that, it was performed bibliographical survey on non-potable water systems, available water treatments and performance evaluation. Following the EDO methodology, case studies were conducted in a sample of residential buildings for current performance data collection. Upon completion of the analysis of selected cases, the proposed tool was validated and it was found that the lack of technical training, technical standards and specific legislation to guide designers, performers, managers and users, and to standardize the non-potable water systems contributes to the scenario found in the case studies, characterized by systems operating with performance unsuited to meet the needs and ensure the safety of its users.

Keywords: Non-potable water system. Performance. Evaluation During Operation (EDO). Water reuse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1	– Total de recursos hídricos renováveis <i>per capita</i> (2013).	18
Figura 1.2	– Situação dos principais trechos de rios brasileiros quanto à relação entre demanda e disponibilidade hídrica superficial – Análise quantitativa	21
Figura 1.3	– Atendimento urbano por rede geral de abastecimento de água em 2010.	23
Figura 1.4	– Atendimento urbano por rede coletora de esgotamento sanitário em 2010.	23
Figura 1.5	– Distribuição geográfica do Ranking do Saneamento 2013.	25
Figura 2.1	– Sistema predial de água não potável.	58
Figura 2.2	– Fontes e tipos de água não potável.	60
Figura 2.3	– Sistemas de água não potável.	60
Figura 2.4	– SPANP-R com fonte de água cinza em edificações	62
Figura 2.5	– SPANP-P com fonte de água pluvial em edificações.	65
Figura 2.6	– SPANP-S com fonte de água subterrânea.	68
Figura 2.7	– Recomendações para projeto de traçado das tubulações de água potável, não potável e esgoto.	71
Figura 2.8	– Identificação nos sistemas prediais de água não potável	72
Figura 2.9	– Identificação nos pontos de uso de água não potável.	73
Figura 2.10	– Disposição de abastecimento de água potável em reservatório de água não potável para evitar refluxo de água.	74
Figura 2.11	– Separação atmosférica recomendada pela NBR 5626.	75
Figura 2.12	– Teste de conexão cruzada com adição de corante na água.	76
Figura 2.13	– Esquema de etapas de tratamento de efluentes de águas cinzas.	83
Figura 2.14	– Esquema de etapas de tratamento de efluentes de águas negras.	83
Figura 2.15	– As dimensões do conceito de desempenho e suas aplicações no ciclo de vida do edifício.	98

Figura 2.16	– Sistema regulatório geral de quatro níveis.	100
Figura 2.17	– Esquema de abordagem de desempenho.	101
Figura 2.18	– Matriz de Desempenho.	103
Figura 2.19	– Classificação de exigências do usuário na NBR 15575.	104
Figura 2.20	– Características dos sistemas prediais de água.	107
Figura 2.21	– Desempenho dos sistemas ao longo do tempo.	117
Figura 2.22	– Hierarquia dos níveis de desempenho.	130
Figura 2.23	– Modelo do processo de avaliação pós-ocupação.	131
Figura 2.24	– Avaliação de Desempenho de Edificação.	132
Figura 2.25	– Avaliação de Desempenho de <i>Facility</i>	133
Figura 2.26	– <i>Balanced Scorecard</i>	134
Figura 2.27	– Visão sistêmica tridimensional.	139
Figura 3.1	– Fluxograma do método de pesquisa.	142
Figura 3.2	– Questões e proposições da pesquisa.	144
Figura 4.1	– Condomínio do estudo de caso “A”.	150
Figura 4.2	– Fluxograma do sistema de tratamento.	151
Figura 4.3	– Reservatório de concreto para água cinza coletada antes do tratamento, registrado previamente à intervenção.	153
Figura 4.4	– Reservatório de concreto para águas cinza e subterrânea coletadas antes do tratamento, registrado posteriormente à intervenção.	154
Figura 4.5	– Localização do reservatório de água pluvial.	155
Figura 4.6	– Compartimentos do reservatório de água pluvial: armazenamento de água pluvial (a) e instalação de filtro e bomba de recalque (b).	155
Figura 4.7	– Painel de controle do sistema de efluente pluvial.	156
Figura 4.8	– Dosadores de produtos químicos.	157
Figura 4.9	– Identificação dos dosadores de produtos químicos.	157

Figura 4.10	– Segundo conjunto de tanques do sistema de tratamento.	158
Figura 4.11	– Acesso ao reservatório inferior de água não potável (a) e corante utilizado na água não potável (b).	159
Figura 4.12	– Bombas de recalque do sistema predial de água não potável.	160
Figura 4.13	– Estação redutora de pressão de água não potável.	161
Figura 4.14	– Tubulações no subsolo.	162
Figura 4.15	– Identificação das válvulas redutoras do SPANP.	163
Figura 4.16	– Condomínio do estudo de caso “B”.	167
Figura 4.17	– Esquema de ventilação natural.	167
Figura 4.18	– Implantação do condomínio.	168
Figura 4.19	– Tipologia das casas.	169
Figura 4.20	– Projeto das etapas de tratamento.	171
Figura 4.21	– Localização dos tanques sépticos e filtros anaeróbios.	171
Figura 4.22	– Acesso para manutenção de tanques sépticos e filtros anaeróbios.	172
Figura 4.23	– Projetos dos componentes do sistema de tratamento.	173
Figura 4.24	– Localização das valas de filtração.	174
Figura 4.25	– Projeto da vala de filtração.	174
Figura 4.26	– Reservatório inferior construído (a) e reservatório inferior de projeto (b).	175
Figura 4.27	– Localização do poço profundo.	176
Figura 4.28	– Aspecto da água no reservatório inferior e no poço profundo.	176
Figura 4.29	– Interior de <i>shaft</i> com tubulações sem identificação que diferencie os sistemas.	177
Figura 4.30	– Condomínio do estudo de caso “C”.	182
Figura 4.31	– Esquema do sistema de tratamento.	183
Figura 4.32	– Esquema dos reservatórios de água não potável.	184
Figura 4.33	– Esquema do sistema de tratamento.	184

Figura 4.34	– Sistema de tratamento.	185
Figura 4.35	– Tubulações dos sistemas prediais.	186
Figura 4.36	– Pontos de utilização abastecidos com a água não potável. . .	187
Figura 4.37	– Residência do estudo de caso “D”.	191
Figura 4.38	– Caixas de passagem nos recuos laterais do terreno.	192
Figura 4.39	– Caixa de passagem (a) e esquema de funcionamento das caixas de passagem (b).	193
Figura 4.40	– Localização do reservatório inferior de água não potável. . . .	194
Figura 4.41	– Esquema do reservatório inferior de água não potável.	194
Figura 4.42	– Painel de comando do sistema.	195
Figura 4.43	– Esquema do SPANP-P desenvolvido na residência.	196
Figura 4.44	– Identificação nos pontos de utilização.	196
Figura 4.45	– Condomínio do estudo de caso “E”.	200
Figura 4.46	– Tubulação de coleta de água pluvial no subsolo.	201
Figura 4.47	– Tampa de acesso do reservatório de água não potável.	202
Figura 4.48	– Interior do reservatório de água não potável.	202
Figura 4.49	– Condomínio do estudo de caso “F”.	206
Figura 4.50	– Localização dos reservatórios de água subterrânea (a), reservatório de água subterrânea “A” (b) e reservatório de água subterrânea “B” (c).	207
Figura 4.51	– Conjunto de válvulas para controle manual do descarte de excedente de água subterrânea.	208
Figura 4.52	– Localização do reservatório pluvial com ponto de utilização da água não potável.	208
Figura 4.53	– Pontos de utilização sem volante de acionamento (a) e pontos de utilização com volante de acionamento (b).	210

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	– Distribuição das vazões de retirada e de consumo para diferentes usos: 2006 <i>versus</i> 2010.	22
Gráfico 1.2	– Percentual de volume total de esgoto tratado por tipo de tratamento.	26
Gráfico 1.3	– Percentual de pontos de monitoramento nas classes de Índice de Qualidade da Água – Valor médio em 2011 no Brasil (a) e em áreas urbanas (b).	28
Gráfico 1.4	– Número de internações por doenças gastrintestinais infecciosas segundo proporção da população com acesso a esgoto.	30
Gráfico 1.5	– Curvas de projeção da demanda total nos cenários “tendencial”, “com ações de gestão e controle operacional das demandas” e “com intensificação do crescimento brasileiro”. . .	31
Gráfico 1.6	– Comparação do crescimento da demanda hídrica total por setor nos horizontes do projeto do cenário tendencial.	32
Gráfico 1.7	– Total geral de demanda por tipo de uso de água para o cenário tendencial de 2035.	33
Gráfico 2.1	– Produção de água cinza e consumo em descarga de bacia sanitária ao longo do dia.	64
Gráfico 2.2	– Disponibilidade de tratamentos para diversos tipos de qualidade de água	81
Gráfico 4.1	– Relação de consumo de água potável e energia no condomínio.	181
Gráfico 4.2	– Consumo de água potável.	199
Gráfico 4.3	– Comparativo entre as categorias de análise de dados.	221
Gráfico 4.4	– Cenário da categoria “Fonte de água”.	223
Gráfico 4.5	– Cenário da categoria “Sistema de tratamento”.	224
Gráfico 4.6	– Cenário da categoria “Instalações”.	225
Gráfico 4.7	– Cenário da categoria “Pontos de utilização”.	226
Gráfico 4.8	– Cenário da categoria “Operação”.	227

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	– Microbianos patogênicos que podem ser transmitidos pela água de consumo humano.	43
Quadro 2.2	– Fontes de elementos químicos contaminantes da água de consumo humano.	45
Quadro 2.3	– Tratamentos para produção de água não potável de acordo com as classes de reúso.	47
Quadro 2.4	– Padrões americanos para tratamento da água não potável . .	56
Quadro 2.5	– Frequência de manutenção do SPANP-P.	77
Quadro 2.6	– Frequência de manutenção do SPANP.	79
Quadro 2.7	– Potencial de remoção de contaminantes em diferentes processos de tratamento	94
Quadro 2.8	– Sistemas de tratamento recomendados pela ANA em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água.	95
Quadro 2.9	– Sistema Nórdico de Cinco Níveis (<i>NKB Model</i>).	99
Quadro 2.10	– Requisitos de desempenho do sistema de suprimento de água.	111
Quadro 2.11	– Requisitos de desempenho do sistema de equipamentos sanitários.	113
Quadro 2.12	– Requisitos de desempenho do sistema de coleta de esgotos sanitários.	114
Quadro 2.13	– Requisitos de desempenho relacionados com as condições de exposição.	115
Quadro 2.14	– Requisitos de desempenho do subsistema de coleta de efluente.	124
Quadro 2.15	– Requisitos de desempenho do subsistema de suprimento de água não potável.	125
Quadro 2.16	– Requisitos de desempenho relacionados às condições de exposição.	127
Quadro 4.1	– Plano de manutenção apresentado pela empresa terceirizada.	164
Quadro 4.2	– Painel demonstrativo para análise do cenário geral.	216

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	– Resultados de redução de consumo no abastecimento urbano em função da redução do índice de perdas totais (IPD).	34
Tabela 1.2	– Coeficientes de economia no consumo residencial urbano aplicados ao cenário com ações de gestão e controle das demandas.	34
Tabela 2.1	– Padrões de potabilidade para consumo humano.	41
Tabela 2.2	– Padrões de qualidade da água não potável de acordo com as classes de reúso.	47
Tabela 2.3	– Padrões de qualidade estabelecidos pelo “Manual de conservação e reúso da água em edificações” para água não potável de acordo com as classes de reúso.	48
Tabela 2.4	– Padrões de qualidade da água para usos restritivos não potáveis.	51
Tabela 2.5	– Parâmetros de qualidade de água para usos não potáveis.	51
Tabela 2.6	– Padrões de qualidade para lançamento direto de efluentes de sistema de tratamento de esgoto sanitário.	52
Tabela 2.7	– Padrões internacionais para monitoramento de qualidade da água não potável.	54
Tabela 2.8	– Padrões americanos para monitoramento de qualidade da água não potável.	55
Tabela 2.9	– Requisitos de monitoramento da qualidade da água no Texas.	80
Tabela 2.10	– Remoção de contaminantes presentes na água residuária de acordo com a etapa de tratamento.	86
Tabela 2.11	– Valores de Vida Útil de Projeto (VUP).	116
Tabela 2.12	– Parâmetros de qualidade da água para usos restritivos não potáveis.	115
Tabela 4.1	– Dados de indicador de consumo de água potável (ICa) e de indicador de consumo de energia elétrica (ICe) do condomínio com o SPANP em operação.	180
Tabela 4.2	– Consumo de água potável.	198

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACWUA	<i>Arab Countries Water Utilities Association</i>
ADO	Avaliação Durante Operação
ANA	Agência Nacional de Águas
APO	Avaliação Pós-ocupação
BS	<i>British Standard</i>
BTEX	Benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno
CBOD	<i>Carbonaceous biochemical oxygen demand</i>
CIB	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
COT	Carbono orgânico total
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNAPL	Compostos de Fase Líquida Densa Não Aquosa
DQO	Demanda química de oxigênio
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICa	Indicador de consumo de água
ICe	Indicador de consumo de energia elétrica
IQA	Índice de Qualidade de Água
IPD	Índice de Perda de Distribuição ou Índice de Perda Percentual
IPEMA	Instituto de Permacultura da Mata Atlântica
KNT	<i>Kjeldahl</i> nitrogênio total
LAB	Lodo Ativado por Batelada

LNAPL	Compostos de Fase Líquida Leve Não Aquosa
MBR	<i>Membrane bio reator</i>
MED WWR WG	<i>Mediterranean Wastewater Reuse Working Group</i>
NBR	Norma brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PCC	Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PeBBu	<i>Performance Based Building</i>
PURA	Programa de Uso Racional da Água
PVC	Policloreto de Vinila
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SPANP	Sistema Predial de Água Não Potável
SPANP-C	Sistema Predial de Água Não Potável - Clara
SPANP-P	Sistema Predial de Água Não Potável - Pluvial
SPANP-R	Sistema Predial de Água Não Potável - Subterrânea
SPANP-S	Sistema Predial de Água Não Potável - Recuperada
SDT	Sólidos dissolvidos totais
SST	Sólidos suspensos totais
ST	Sólidos totais
TSS	<i>Total suspended solids</i>
Unesco	<i>United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization</i>
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
UV	Ultravioleta
WHO	<i>World Health Organization</i>
WWAP	<i>World Water Assessment Programme</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	39
2	SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL: DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO	40
2.1	QUALIDADE DA ÁGUA.....	40
2.2	SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL.....	57
2.3	SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	81
2.3.1	Etapas de tratamento	82
2.3.2	Sistema básico de dois estágios	87
2.3.3	Sistemas físicos	87
2.3.4	Sistemas químicos	89
2.3.5	Sistemas biológicos	90
2.4	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	95
2.4.1	Desempenho em sistemas prediais	105
2.4.2	Requisitos de desempenho para sistemas prediais de água não potável	117
2.4.3	Avaliação pós-ocupação e avaliação durante operação	129
3	MATERIAIS E MÉTODOS	141
3.1	ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA.....	143
3.2	PLANEJAMENTO DOS CASOS.....	145
3.3	CONDUÇÃO DE TESTE PILOTO.....	146
3.4	COLETA DE DADOS.....	147
3.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	147
3.6	CONCLUSÃO.....	148
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	149
4.1	ESTUDO DE CASO “A”.....	149
4.2	ESTUDO DE CASO “B”.....	166
4.3	ESTUDO DE CASO “C”.....	181
4.4	ESTUDO DE CASO “D”.....	190
4.5	ESTUDO DE CASO “E”.....	199
4.6	ESTUDO DE CASO “F”.....	205

4.7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.	212
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	231
5.1	CONCLUSÕES.	231
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.	234
	REFERÊNCIAS.	235
	APÊNDICE A – PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO	246
	APÊNDICE B - RESPOSTAS DAS ENTREVISTAS.	259
	APÊNDICE C - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SPANP EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS. . .	269
	ANEXO A – LAUDOS LABORATORIAIS DO ESTUDO DE CASO “B”	283

1 INTRODUÇÃO

Entre os anos de 1962 e 2014, de acordo com os dados do *Global World Tracker*, o produto interno bruto mundial cresceu em média 3,8% ao ano (WORLD ECONOMICS, 2015). Esse crescimento econômico ao longo dos anos foi marcado por políticas de desenvolvimento não sustentável, com significativos prejuízos sociais e ambientais. O crescimento populacional, a urbanização, os movimentos migratórios e a industrialização, acompanhados do crescimento da produção e do consumo, geraram aumento constante de demanda por água e imensa pressão sobre as fontes naturais deste recurso (WWAP, 2015).

Estes mesmos processos, relacionados com o crescimento econômico, também contribuem com a poluição ambiental, afetando a qualidade e disponibilidade das fontes naturais de água. Com o comprometimento do ecossistema, o ciclo natural de renovação da água não consegue acompanhar o aumento constante da demanda (WWAP, 2015).

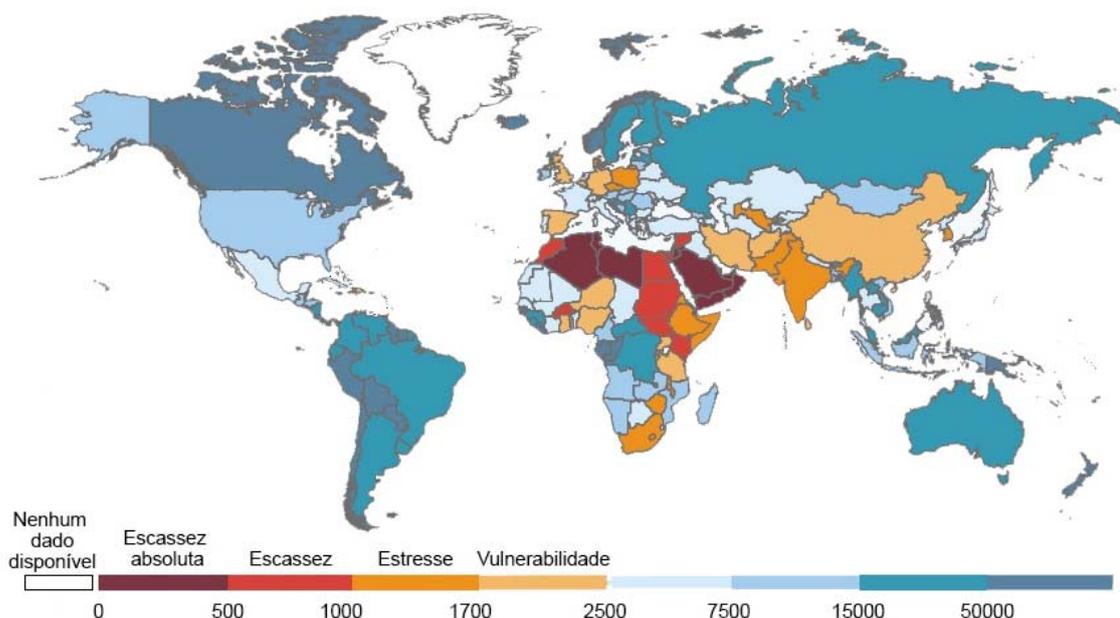
É sabido que a disponibilidade de recursos naturais hídricos é naturalmente irregular em todo o mundo, dadas as diferentes características climáticas de cada região, mas o desenvolvimento não sustentável e os impactos ambientais que ele acarreta, vêm agravando a situação de desequilíbrio no balanço hídrico entre os continentes. Atualmente diversos países vivenciam a deficiência do recurso, em situações que vão da vulnerabilidade à total escassez de água, conforme apontado em estudo da Unesco (WWAP, 2015) e apresentado na Figura 1.1.

Análises de valores médios anuais mostram significativa variação na disponibilidade de volume de água renovável *per capita*, entre os diferentes países do globo. As faixas de classificação definidas pela UNESCO (WWAP, 2015) estabelecem a seguinte divisão:

- 0 a 500 m³ *per capita*, corresponde à situação de “escassez absoluta”;
- 500 a 1000 m³ *per capita*, corresponde ao estado de “escassez”;
- 1000 a 1700 m³ *per capita*, equivale a “estresse”;
- 1700 a 2500 m³ *per capita*, identifica situação de “vulnerabilidade”;

- > 2500 m³ *per capita*, a partir deste valor as faixas representam situação de “equilíbrio”.

Figura 1.1 – Total de recursos hídricos renováveis *per capita* (2013)



Nota: Valores indicam total de recursos hídricos renováveis per capita em m³.

Fonte: WWAP (2015)

Conforme apresentado na Figura 1.1, as regiões com maior escassez de recursos hídricos renováveis *per capita* estão localizadas no continente africano, seguidos por parte da Ásia e Europa. Os países identificados no mapa com relação de disponibilidade do recurso renovável *per capita* entre 0 a 500 encontram-se em situação de escassez absoluta. Os apontados com escala entre 500 e 1000 apresentam escassez de água e os com escala entre 1000 e 1700 estão em situação de estresse hídrico. Os pontos identificados dentro da escala que vai de 1700 a 2500 são caracterizados por vulnerabilidade do recurso e a partir de 2500 a situação passa a ser de equilíbrio. Este cenário tende a se agravar, uma vez que a projeção feita pela *World Health Organization* para o ano de 2030 é de um déficit global de água estimado em 40% (WWAP, 2015).

O crescimento populacional é outro fator agravante para o aumento da demanda de água, uma vez que a relação de crescimento entre elas não é linear. Tem-se

observado nas últimas décadas que a taxa de aumento da demanda pelo recurso cresceu o dobro da taxa de crescimento populacional (WWAP, 2015).

A população mundial, que hoje ultrapassa o número de 7 bilhões de pessoas, tem previsão de aumentar para 9,3 a 10 bilhões no período entre 2010 e 2050, chegando à estimativa de alcançar entre 9,7 e 12,5 bilhões em 2100, segundo estudos desenvolvidos pela ONU (Organização das Nações Unidas, 2014). Uma vez que este cenário de crescimento populacional caracteriza-se por uma concentração urbana, a tendência é de comprometimento cada vez maior da disponibilidade da água como recurso natural próximo a estes centros.

Estes dados evidenciam que se torna cada vez mais urgente a necessidade de um sistema de gestão que evite o descarte da água que foi utilizada apenas uma vez, caso contrário, a pressão sobre as fontes hídricas atingirá níveis insustentáveis.

A água no Brasil

O Brasil, embora apresente a maior disponibilidade de água no mundo, com 11% dos recursos mundiais em seu território (TUCCI, HESPANHOL, NETTO, 2001), caracteriza-se por uma distribuição desigual das reservas hídricas, apresentando balanços desequilibrados entre oferta e demanda de água nas diversas regiões hidrográficas. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), 80% da disponibilidade hídrica do País concentra-se na bacia hidrográfica amazônica, região com menor contingente populacional e reduzida demanda consuntiva.

Segundo a ANA (2013), o uso do recurso hídrico corresponde a qualquer atividade humana que altere de qualquer forma as condições naturais das águas superficiais e subterrâneas, classificando o uso em consuntivo e não consuntivo. O uso consuntivo é aquele em que parte da água captada é consumida no processo produtivo, não retornando ao curso natural de água. A vazão de água captada para uso consuntivo é denominada de vazão de retirada e corresponde à demanda. A vazão de água captada que é devolvida ao ambiente após o uso recebe o nome de vazão de retorno. E a vazão de água consumida é a vazão de consumo. O uso não consuntivo é aquele em que toda a água utilizada retorna ao ambiente.

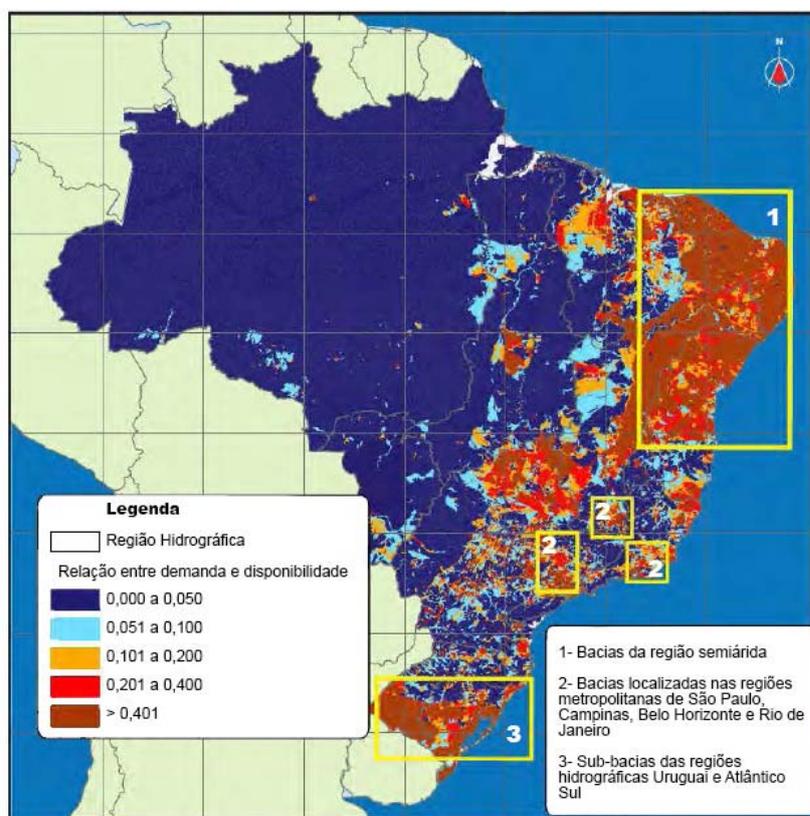
O estudo de balanço quantitativo entre disponibilidade e demanda de recursos hídricos realizado pela ANA é resultado de uma análise da razão entre a vazão de retirada e a disponibilidade hídrica. A Agência utilizou as mesmas faixas de classificação adotadas pela *European Environment Agency* e Nações Unidas: o índice de retirada de água ou *water exploitation index*. Trata-se do quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período. As faixas de classificação adotadas no balanço quantitativo são:

- < 5%, corresponde a “excelente”, com pouca ou nenhuma necessidade de gerenciamento;
- 5 a 10%, corresponde a “confortável”, com possível necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10 a 20%, equivale a “preocupante”, sendo o gerenciamento indispensável, exigindo investimentos médios;
- 20 a 40%, identifica situação “crítica”, com necessidade intensa de gerenciamento e de grandes investimentos;
- > 40%, corresponde a situação “muito crítica”, exigindo urgência ainda maior de gerenciamento e investimentos.

De acordo com esta classificação, é possível observar na Figura 1.2, os pontos do mapa identificados com relação entre demanda e disponibilidade de água de 0,000 a 0,050 são considerados em situação excelente. Os apontados com relação entre 0,051 e 0,100 estão em condição confortável e os que apresentam valor entre 0,101 e 0,200 passam para situação preocupante. A relação entre demanda e disponibilidade de 0,201 a 0,400 caracteriza condição crítica e acima de 0,401 ela passa a ser muito crítica.

Constata-se a partir dos dados apresentados no balanço que os pontos de maior estresse hídrico no País ocorrem em regiões de maior concentração populacional. Na região 1 destacada no mapa, correspondente às bacias da região semiárida, o estresse hídrico se deve a condições naturais de baixa disponibilidade de água. Na região 2, a bacia do Tietê, a pressão sobre o recurso ocorre em função da alta demanda para abastecimento urbano. E na região 3, sub-bacias das regiões hidrográficas Uruguai e Atlântico Sul, se deve à alta demanda para irrigação.

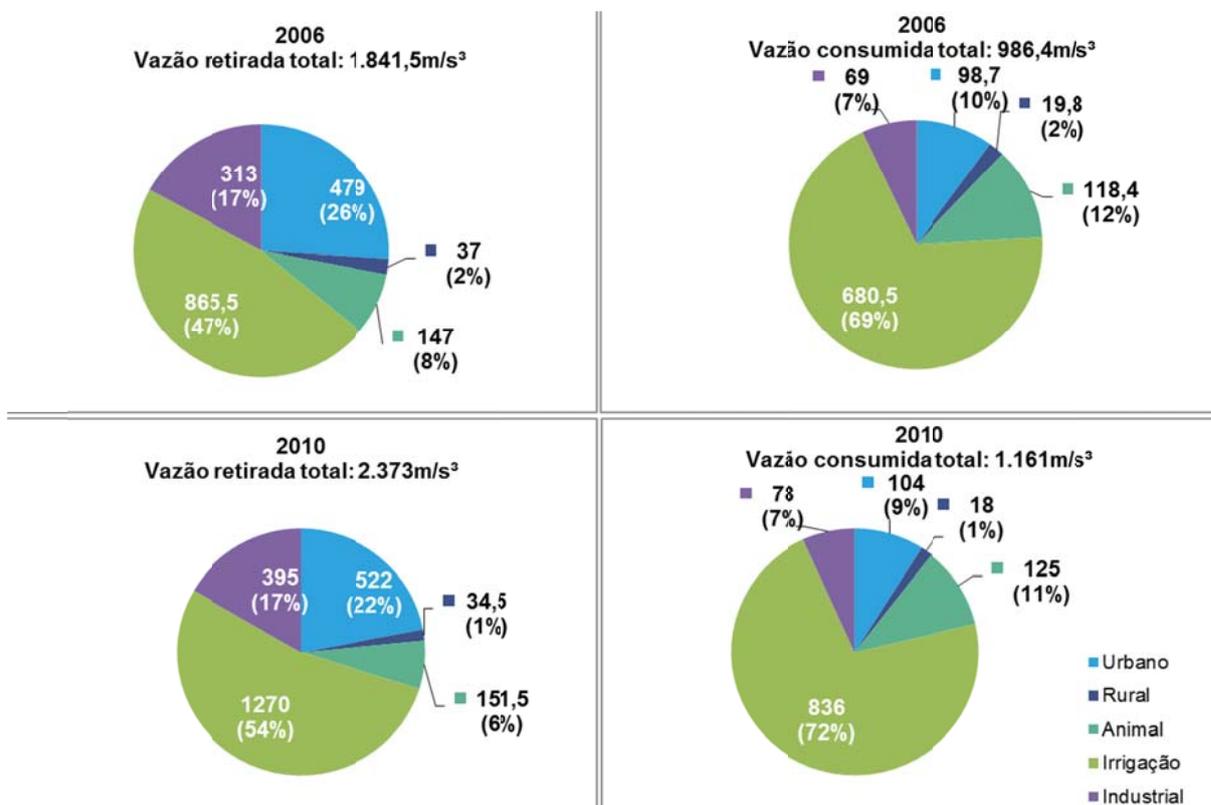
Figura 1.2 - Situação dos principais trechos de rios brasileiros quanto à relação entre demanda e disponibilidade hídrica superficial – Análise quantitativa



Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2013)

Os dados de vazão retirada total e de vazão consumida no Brasil para diferentes usos consuntivos nos anos de 2006 e 2010 reforçam a tendência de aumento de demanda de água, que irá gerar maior estresse hídrico. Conforme apresentado no Gráfico 1.1, em 2010 ocorreu aumento de 29% da retirada total do país, se comparado com 2006, assim como a vazão consumida aumentou em 18% neste período. O maior responsável por este aumento de demanda foi o abastecimento para fins de irrigação, sendo seguido pelo setor humano urbano, industrial, animal e humano rural.

Gráfico 1.1 – Distribuição das vazões de retirada e de consumo para diferentes usos: 2006 *versus* 2010

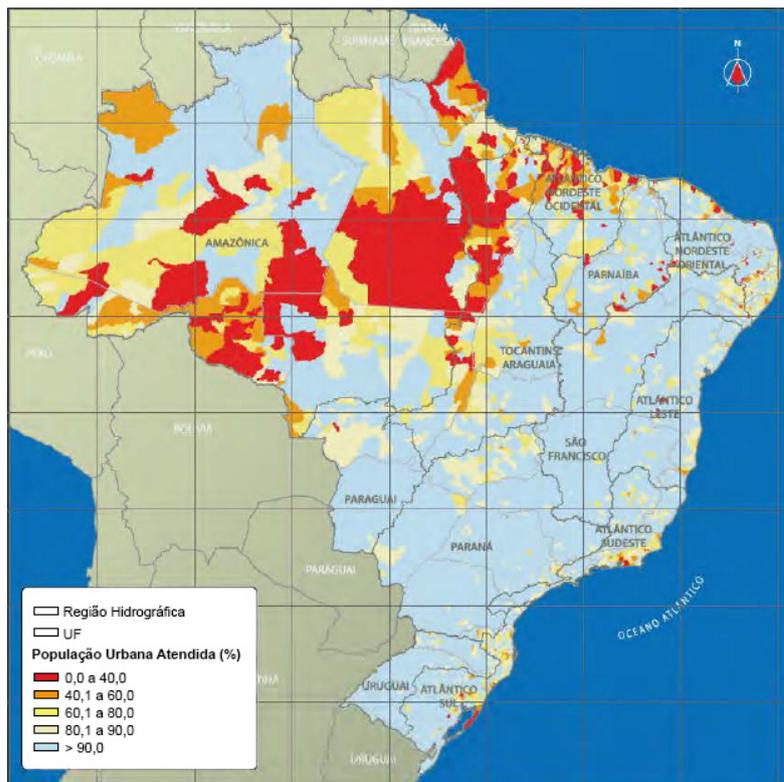


Fonte: Agência Nacional de Águas (2013)

Outro agravante para a situação de balanço hídrico do País, conforme apontado por Hespanhol (2008), é a sistemática de abastecimento de água nas cidades brasileiras, que permanece a mesma adotada há mais de dois mil anos, como faziam os romanos, com a prática de captação mal gerida e não sustentável em mananciais disponíveis nas proximidades dos centros urbanos.

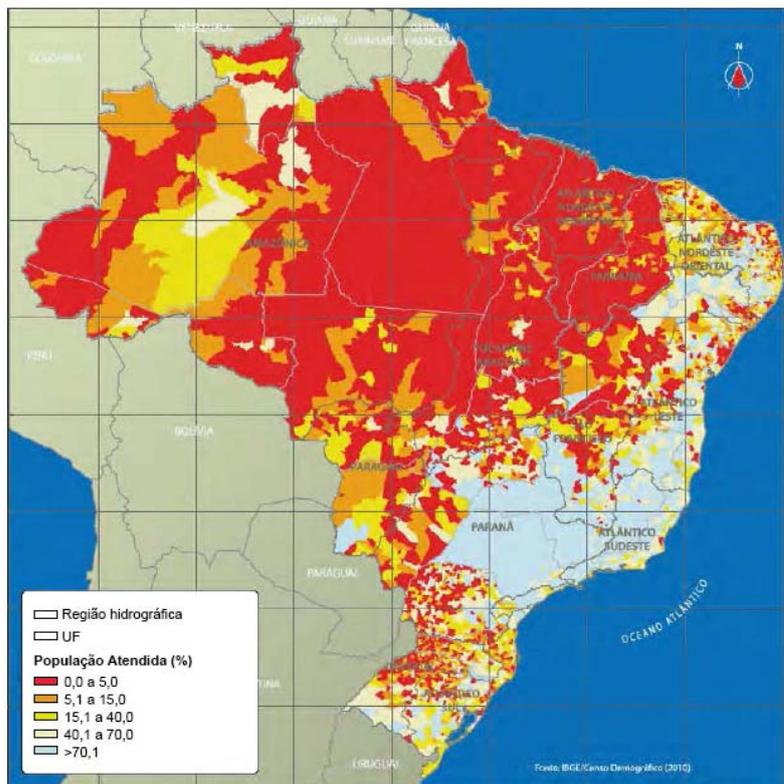
Ainda segundo o mesmo autor, uma vez que os sistemas de coleta, transporte e disposição final de esgoto não são expandidos na mesma velocidade do aumento de consumo de água, a questão da remoção do esgoto da área urbana, problema ambiental básico que as grandes capitais internacionais resolveram no início do século XX, permanece sem solução nas regiões metropolitanas do País ainda hoje. Esta realidade de déficit no saneamento básico de coleta de esgoto fica evidente ao se analisar comparativamente os dados apresentados nos mapas de atendimento urbano por rede de abastecimento de água (Figura 1.3) e de atendimento urbano por rede coletora de esgoto (Figura 1.4).

Figura 1.3 – Atendimento urbano por rede geral de abastecimento de água em 2010



Fonte: Agência Nacional de Águas (2013)

Figura 1.4 – Atendimento urbano por rede coletora de esgotamento sanitário em 2010



Fonte: Agência Nacional de Águas (2013)

De acordo com os mapas das Figuras 1.3 e 1.4, o território nacional é classificado em 5 faixas de diferentes valores de porcentagem da população urbana atendida pelo serviço de rede pública. Para o atendimento urbano por rede de abastecimento de água a classificação é feita de acordo com a seguinte escala de valores:

- 0 a 40% da população urbana atendida;
- 40,01 a 60% da população urbana atendida;
- 60,01 a 80% da população urbana atendida;
- 80,01 a 90% da população urbana atendida;
- > 90% da população urbana atendida.

No caso do atendimento urbano por rede coletora de esgotamento sanitário a classificação é feita de acordo com a seguinte escala de valores:

- 0 a 5% da população urbana atendida;
- 5,1 a 15% da população urbana atendida;
- 15,1 a 40% da população urbana atendida;
- 40,1 a 70% da população urbana atendida;
- > 70,1% da população urbana atendida.

Comparando-se os dados apresentados nas Figuras 1.3 e 1.4, mais de 80% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água em grande parte do território nacional, enquanto que a rede de coleta de esgoto alcança um número muito menor, de até 40% da população urbana na maior porção do País. Estes baixos índices de coleta e tratamento de esgotos contribuem para um aumento na incidência de doenças de veiculação hídrica, podendo comprometer a qualidade das águas superficiais e, conseqüentemente, inviabilizar o uso do recurso hídrico.

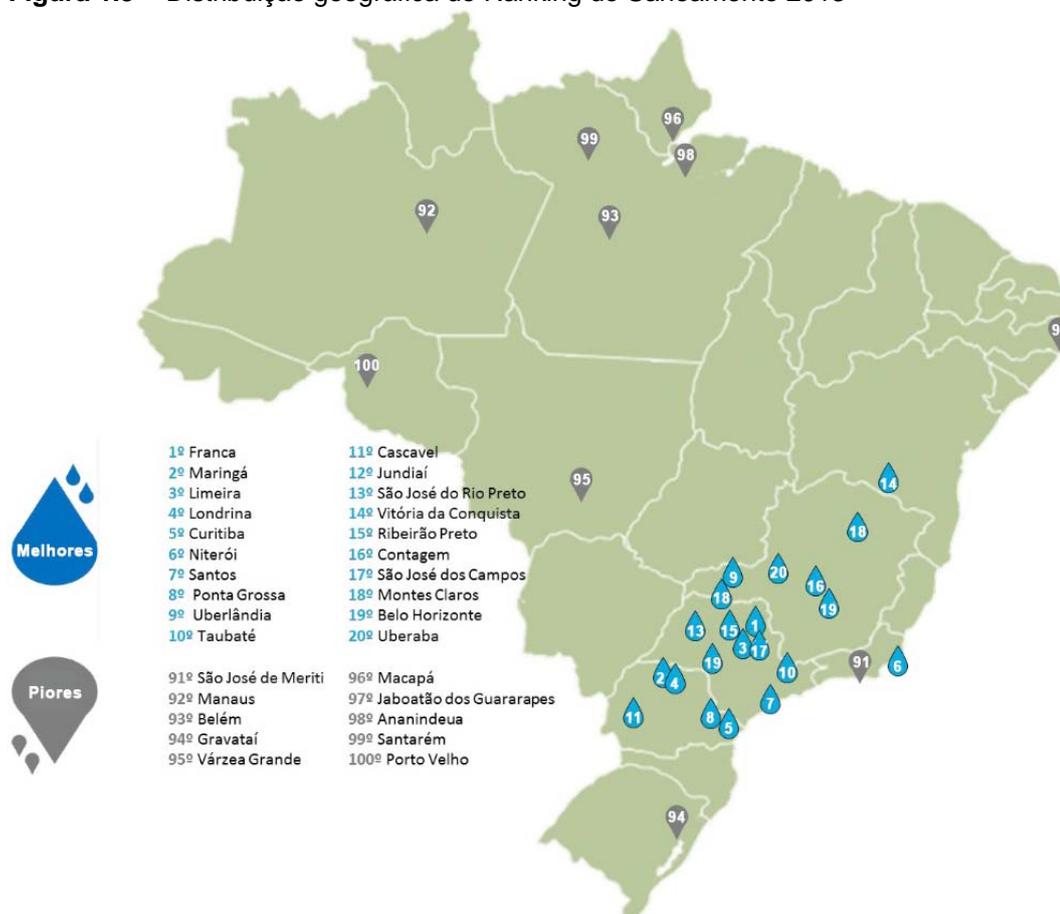
Utilizando-se dos dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Instituto Trata Brasil elaborou, em estudo sobre avanços dos serviços de água, coleta e tratamento de esgotos no País, o Ranking do Saneamento 2013, com um total de 100 municípios brasileiros analisados. A metodologia adotada pelo Instituto utiliza como indicadores para classificação dos municípios a situação de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, relação investimento/arrecadação e nível de perdas da água produzida. Os

resultados apresentados reforçam a questão da deficiência no serviço de saneamento de esgoto.

O estudo considerou as médias nacionais registradas pelo SNIS em 2013 como parâmetros de valores. O cenário nacional, neste período, aponta que 82,5% da população no País são atendidos por abastecimento de água, enquanto 48,6% tem seu esgoto coletado. Em todo o território, 39% do esgoto recebe tratamento antes de retornar ao ambiente - porcentagem em relação à água consumida - e o nível de perdas em porcentagem da água produzida é de 37%. Vale aqui ressaltar que o parâmetro de qualidade utilizado pelo Instituto estabelece que para ser considerado como “muito bom”, o nível de perda deve ser inferior a 15%.

Em termos geográficos, os 20 melhores municípios do Ranking concentram-se nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, enquanto que os 10 piores estão predominantemente na Região Norte (Figura 1.5).

Figura 1.5 – Distribuição geográfica do Ranking do Saneamento 2013



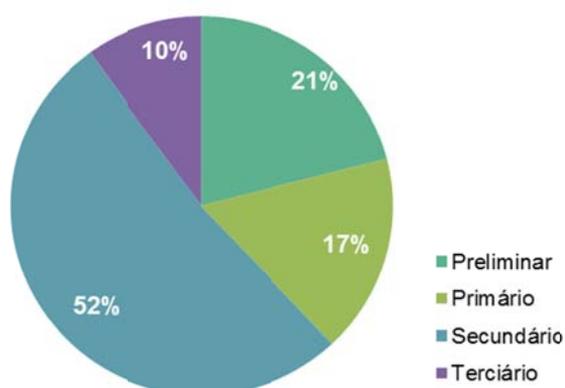
Fonte: Instituto Trata Brasil (2015)

No grupo dos melhores municípios, a média de abastecimento de água é de 99,1%, a média de coleta de esgoto é de 94,6%, a média de tratamento de esgoto é de 79,5% e o nível de perda é de 25,4%. Neste grupo todos os indicadores são superiores à média nacional, mas o nível de perda não atinge o parâmetro de qualidade ideal. No grupo dos piores municípios, a média de abastecimento de água é de 61,6%, a média de coleta de esgoto é de 11,9%, a média de tratamento de esgoto é de 5,3% e o nível de perda é de 59,6%. Todos os indicadores deste grupo são bastante inferiores à média nacional.

Comparando os dados disponíveis entre os anos de 2009 e 2013, o estudo elaborou uma projeção da evolução dos indicadores de coleta e tratamento de esgoto das 20 melhores e 20 piores cidades, no prazo de 20 anos. O Instituto considerou como universalização a meta de atingir 92% de coleta de esgoto e 86% de tratamento em 2033. Os resultados apontaram que enquanto boa parte dos 20 melhores municípios alcançou ou está prestes a alcançar a meta, entre os 20 piores municípios, 19 apresentam indicadores e ritmo de evolução muito baixos, não sendo possível atingir os índices projetados pelo Instituto para as próximas duas décadas.

Os baixos índices de coleta e tratamento de esgoto estão diretamente relacionados com a incidência de doenças de veiculação hídrica e comprometimento da qualidade das águas superficiais. No Brasil são tratados 8,5 milhões de m³ (metros cúbicos) de esgoto por dia, porém, apenas 10% deste volume recebe tratamento terciário, que permite a remoção do fósforo e prevenção do processo de eutrofização da água doce, conforme dados apresentados pela ANA em 2013 (Gráfico 1.2).

Gráfico 1.2 – Percentual de volume total de esgoto tratado por tipo de tratamento



Fonte: Agência Nacional de Águas (2013)

Uma vez que os esgotos domésticos são lançados nos corpos hídricos, a qualidade dos efluentes tratados impacta diretamente nas características da água do abastecimento público, conforme levantamento apresentado por ANA (2013). De acordo com o Instituto Trata Brasil (2013), o rio Tietê, em São Paulo, por exemplo, recebe diariamente 690 toneladas de poluentes, provenientes principalmente de esgoto doméstico sem tratamento.

Em seu relatório “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil” de 2013, a ANA apresenta análises de 17 Estados brasileiros que possuem monitoramento de qualidade das águas superficiais. Estes dados provenientes de monitoramento permitiram o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA é um índice desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* e adaptado pela Companhia Ambiental do estado de São Paulo que avalia a qualidade da água para o abastecimento público após o tratamento convencional. Sendo atualmente o índice mais utilizado no Brasil, seu cálculo é particularmente sensível à contaminação por esgotos domésticos, principal poluidor dos rios brasileiros.

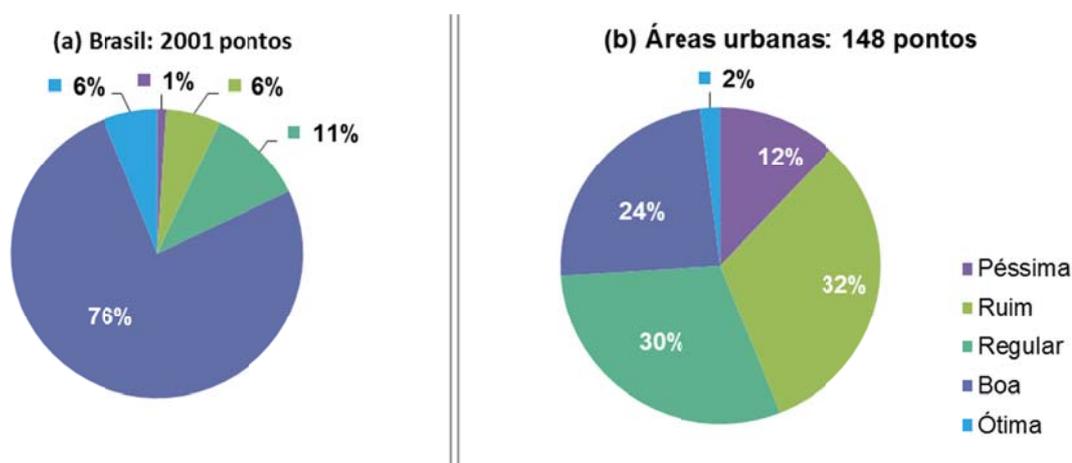
O IQA apresenta 5 faixas de classificação, com graduação que vai de “péssima” a “ótima”, caracterizando se aquele recurso é próprio ou não para abastecimento humano. Se a água analisada for classificada como “ótima”, “boa” ou “regular”, significa que se apresenta em situação de conformidade para o abastecimento público após tratamento convencional. Se classificada como “ruim” ou “péssima”, trata-se de água imprópria para o abastecimento público após tratamento convencional, exigindo tratamentos mais avançados. A escala de valores das 5 classes distribui-se da seguinte forma, de acordo com o valor calculado de IQA:

- $79 < \text{IQA} \leq 100$, corresponde à qualidade “ótima” da água;
- $51 < \text{IQA} \leq 79$, corresponde à qualidade “boa” da água;
- $36 < \text{IQA} \leq 51$, indica qualidade “regular” da água;
- $16 < \text{IQA} \leq 36$, aponta qualidade “ruim” da água;
- $\text{IQA} \leq 19$, indica qualidade “péssima” da água.

As análises realizadas pela Agência consideraram os valores médios de 2001 pontos de monitoramento, dos quais 6% apresentaram IQA classificado como

“ótimo”, 76% de classificação “boa”, 11% “regular”, 6% “ruim” e 1% “péssima”. De acordo com a ANA, os pontos de Índice de Qualidade da Água “ruim” e “péssimo” foram detectados principalmente em corpos hídricos que atravessam áreas urbanas de alta densidade populacional, fato diretamente relacionado com o lançamento de efluentes tratados e esgotos domésticos sem tratamento nos corpos hídricos (Gráfico 1.3).

Gráfico 1.3 – Percentual de pontos de monitoramento nas classes de Índice de Qualidade da Água – Valor médio em 2011 no Brasil (a) e em áreas urbanas (b)



Fonte: Agência Nacional de Águas (2013)

Ao analisar individualmente os pontos monitorados de pior classificação, o estudo constatou que as regiões mais críticas são as da bacia hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Leste, por corresponderem a uma área de clima semiárido com rios intermitentes que não possuem capacidade de assimilar as cargas de esgotos lançadas.

Outros pontos críticos identificados correspondem a rios que abastecem as regiões metropolitanas, de grande densidade populacional e, conseqüentemente, de elevado lançamento de carga orgânica. É o caso dos rios Tietê e Piracicaba (São Paulo), Rio das Velhas e Rio Verde Grande (Minas Gerais), Rio Iguaçu (Paraná), Rio Meia Ponte (Goiás), Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul) e Rio Anhanduí (Mato Grosso do Sul). Os rios da Região Hidrográfica da Amazônia, no entanto, apresentam-se em condição ótima, dadas as baixas densidades populacionais e alta disponibilidade hídrica.

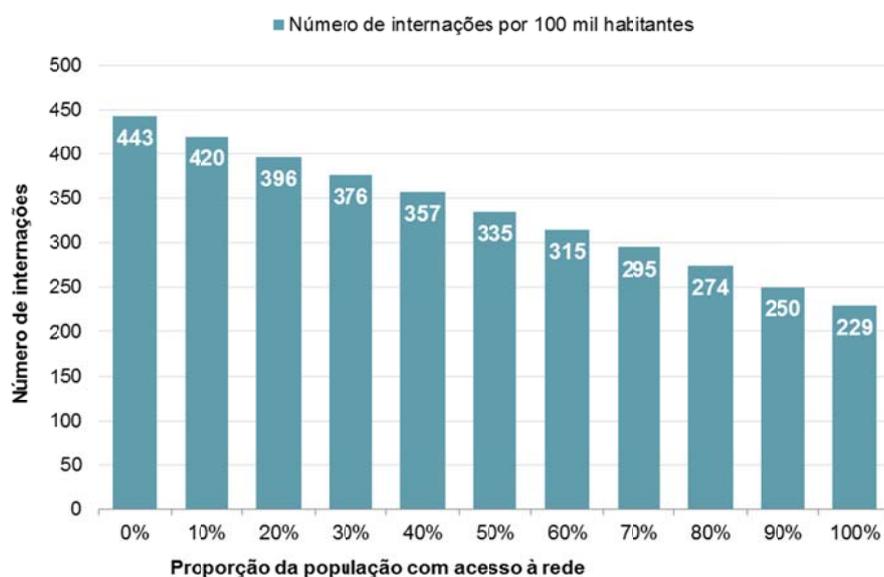
Reforçando a ideia de que o acesso ao saneamento básico apresenta forte relação com a incidência de infecções gastrintestinais, o Instituto Trata Brasil, em parceria com a Fundação Getúlio Vargas, apresentou em 2010 uma análise estatística desta relação no estudo “Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro”. De acordo com este estudo, em 2009 foram registradas no DataSUS mais de 462 mil internações por infecções gastrintestinais em todo o território nacional. A maior parte destas internações ocorreu na região Norte e Nordeste, áreas com menor acesso ao esgotamento sanitário.

Foram registrados 17% dos casos na região Norte, onde 88% das moradias não dispunham de rede de coleta de esgoto. A taxa de incidência de doenças gastrintestinais foi a maior do Brasil, com 5,25 casos por mil habitantes, 6,23 vezes maior que a incidência da região Sudeste. No Nordeste foram notificados 231,6 mil casos de pessoas internadas com este diagnóstico, ou seja, 50% do total nacional. A taxa de incidência era de 4,33 internações por mil habitantes, a segunda maior taxa naquele período. Dados do SNIS apontam que em 2008 o déficit de saneamento no Nordeste atingia 64% das moradias da região.

A análise identificou que em municípios com maior acesso à coleta de esgoto a incidência deste tipo de infecção é significativamente menor. Os dados representativos desta relação entre número de internações e proporção de acesso ao saneamento de esgoto em uma população foram estimados pelo Instituto e são apresentados no Gráfico 1.4.

Os dados do gráfico consideram um município de 100 mil habitantes com diferentes níveis de saneamento sanitário, durante o período de um ano, e estimam o número de infecções gastrintestinais em crianças e jovens de até 14 anos, grupo etário em que esse tipo de doença apresenta maior perigo de morte. De acordo com esta estimativa, no cenário de universalização da rede coletora de esgoto, o saneamento não extinguiria a doença, mas reduziria sua incidência à praticamente metade do índice de um cenário desprovido de saneamento.

Gráfico 1.4 – Número de internações por doenças gastrointestinais infecciosas segundo proporção da população com acesso a esgoto



Fonte: Instituto Trata Brasil (2010)

A água no Estado de São Paulo

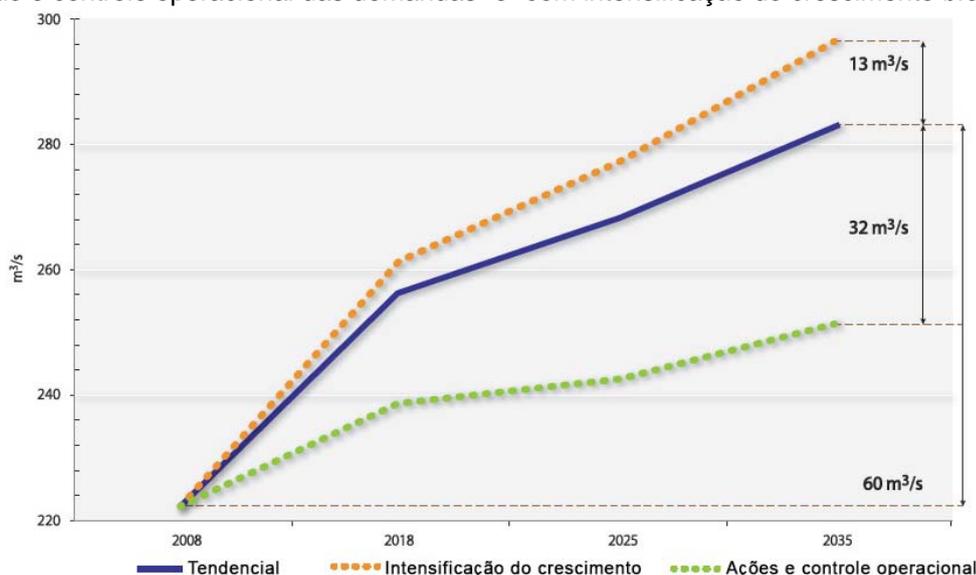
Particularmente no estado de São Paulo, a vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água da Macrometrópole Paulista foi constatada em 2007 pelo Governo Estadual, em função da situação de exaustão dos mananciais operados pela concessionária Sabesp, conflitos entre bacias vizinhas e a obrigação de diminuir a dependência da concessionária do Sistema Cantareira. A partir do Decreto nº 52748 (2008), que instituiu um grupo de trabalho para propor alternativas de aproveitamento de recursos hídricos na região paulista, foram estabelecidas as bases para um aproveitamento planejado e integrado desses recursos naturais e foi elaborado o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013).

Este Plano Diretor fez a projeção do crescimento da demanda por água de quatro regiões metropolitanas do estado (São Paulo, Baixada Santista, Campinas, Vale do Paraíba e Litoral Norte), três aglomerações urbanas (Jundiaí, Piracicaba e Sorocaba) e duas microrregiões (São Roque e Bragantina), que constituem a Macrometrópole Paulista. Com crescimento populacional desta região previsto para alcançar o número de 37 milhões de pessoas até 2035, o estudo constatou que seria

necessário dobrar a capacidade do Sistema Cantareira e quadruplicar o Sistema Guarapiranga para atender o crescimento do consumo neste período.

A partir das projeções populacionais da Fundação Seade, dos bancos de dados da SNIS e do DAEE, do Censo Agropecuário do IBGE, de informações do Programa Metropolitano de Águas II da Sabesp, entre outras fontes, o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) estruturou três diferentes cenários com as projeções de evolução das demandas para os anos de 2018, 2025 e 2035. O cenário utilizado como referência é o “cenário tendencial”. Analisando diferentes necessidades futuras, foram também estabelecidos os “cenário de intensificação do crescimento brasileiro” e “cenário com ações de gestão e controle operacional das demandas”, apresentados no Gráfico 1.5.

Gráfico 1.5 – Curvas de projeção da demanda total nos cenários “tendencial”, “com ações de gestão e controle operacional das demandas” e “com intensificação do crescimento brasileiro”



Fonte: Departamento de Águas e Energias (2013)

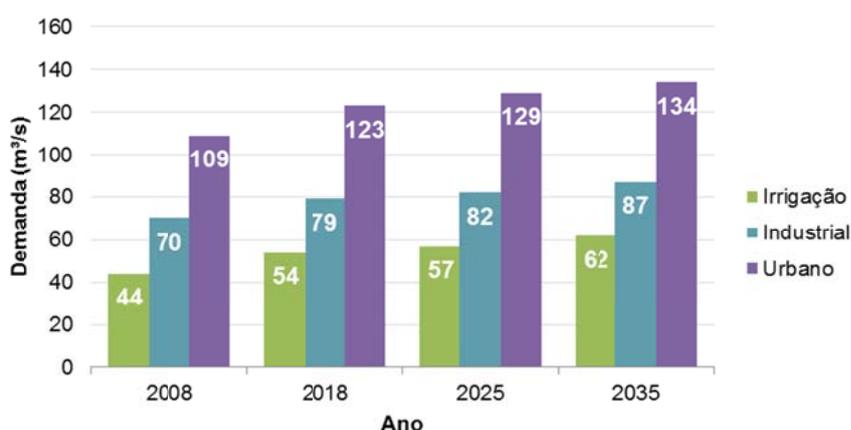
Conforme apontam as projeções estimadas pelo estudo, em 2035, as demandas totais da Macrometrópole devem atingir cerca de 283m³/s, um acréscimo de 60m³/s em relação ao registrado em 2008. No cenário com intensificação do crescimento brasileiro, as demandas totais estimadas alcançam o valor de 296m³/s, superando a curva de crescimento do cenário tendencial em 13m³/s e apontando para a necessidade de maiores restrições no controle de abastecimento e uso da água. O cenário com ações de gestão e controle operacional das demandas, no entanto,

apresenta valor significativamente inferior, estimado em 251m³/s, ou seja, 32m³/s menor que o do cenário tendencial. Isso mostra que esforços coletivos para redução do consumo de água resultam em benefícios na postergação de investimentos de produção de água para abastecimento humano.

O estudo ainda adotou a divisão das demandas de acordo com o setor de consumo, o que permite a análise do crescimento projetado para o abastecimento urbano, água para irrigação e água para uso industrial separadamente, conforme apresentado no gráfico de cenário tendencial do Gráfico 1.6.

De acordo com as estimativas do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013), em 2035, o consumo de água para uso industrial irá crescer cerca de 24% em relação ao registrado em 2008, elevando em 17m³/s a demanda do setor. O abastecimento urbano terá incremento de 23%, com 25m³/s a mais de demanda. E a água para irrigação apresentará maior crescimento proporcional, ao demandar acréscimo de 17m³/s no volume de água consumida, ou seja, 40% maior que o consumo aferido em 2008.

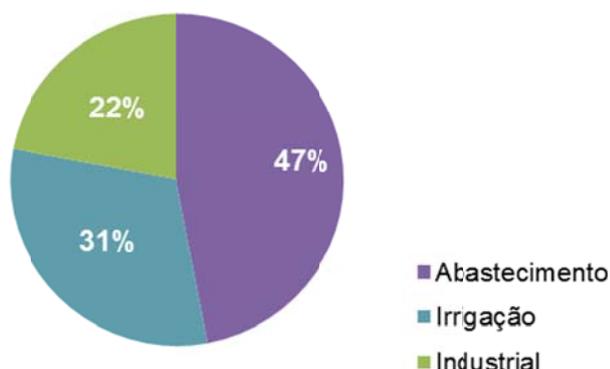
Gráfico 1.6 – Comparação do crescimento da demanda hídrica total por setor nos horizontes do projeto do cenário tendencial



Fonte: Departamento de Águas e Energias (2013)

Mesmo não tendo sido o setor com maior crescimento projetado de demanda, o setor de abastecimento urbano continua sendo o que impõe maior pressão sobre os recursos hídricos, representando 47% de todo o consumo estimado para 2035 no cenário tendencial do estudo, conforme pode ser observado no Gráfico 1.7.

Gráfico 1.7 – Total geral de demanda por tipo de uso de água para o cenário tendencial de 2035



Fonte: Departamento de Águas e Energias (2013)

Na análise realizada para o cenário de ações de gestão e controle operacional das demandas, o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) identificou como fator de maior impacto sobre a demanda de abastecimento urbano, o desperdício de água no sistema de transporte entre a fonte e o ponto de consumo, as chamadas perdas totais nos sistemas de abastecimento de água (IPD). Nos diferentes municípios da Macrometrópole foram verificados IPDs entre 7% e 75%, o que resultou em uma perda média total, em 2008, de 38% do volume produzido, valor bastante superior ao do índice definido como “muito bom” pelo Instituto Trata Brasil, conforme apontado no item “A água no Brasil”.

Dada a importância das perdas totais na formação dos cenários futuros de demanda, o Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) propôs o estabelecimento de ações redutoras de perdas, reforçando o impacto dessas reduções sobre a composição da demanda de abastecimento urbano, conforme mostram os resultados das projeções para 2035, calculados na Tabela 1.1. Ressalta-se que o IPD adotado como objetivo a ser alcançado pelo Plano Diretor difere do estabelecido pelo Instituto Trata Brasil. Enquanto este Instituto considera a referência de 15% para IPD “muito bom”, o Plano estabeleceu o índice de 28% como meta, em função do nível de investimentos praticados pela Sabesp nos anos anteriores.

Tabela 1.1 – Resultados de redução de consumo no abastecimento urbano em função da redução do índice de perdas totais (IPD)

IPD (%)	2035 (m ³ /s)	Redução (m ³ /s)
Atual 38	134,4	0
30	120,4	14
28	117,6	16,87
25	114,2	20,24
22	110,4	23,74
20	108,3	25,42

Fonte: Departamento de Águas e Energias (2013)

Além da redução de perdas, o Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013) também salienta, na elaboração do cenário com ações de gestão e controle operacional de demandas, a importância de ações de economia para redução do consumo urbano residencial. Com base nos dados apresentados pelo Programa de Uso Racional da Água (PURA) da Sabesp, o DAEE prevê que mudanças comportamentais do consumidor, ações de estímulo de mercado, bonificações por substituição de equipamentos, introdução de novas tecnologias ou imposição de políticas de escalonamento de preço e limite de acesso podem gerar redução de caráter permanente no consumo de água do setor habitacional.

A projeção de coeficientes de economia no consumo residencial urbano calculada para o cenário de ações de gestão e controle operacional de demandas aponta que a mudança comportamental resultará em uma economia limite de água de 5% da demanda urbana, índice que seria alcançado em 2020, conforme demonstrado na Tabela 1.2. Este valor permanecerá, então, constante até 2035, de acordo com a estimativa do Plano Diretor da Macrometrópole.

Tabela 1.2 – Coeficientes de economia no consumo residencial urbano aplicados ao cenário com ações de gestão e controle das demandas

Ano	2012	2014	2016	2018	2020
Coeficientes de economia de consumo (%)	1	2	3	4	5

Fonte: Departamento de Águas e Energias (2013)

A situação de precariedade da infraestrutura e do sistema de gestão de recursos hídricos que, de acordo com os estudos até aqui apresentados, faz parte não apenas do cenário atual, mas também das projeções futuras, aponta para uma perspectiva preocupante de escassez de água nas próximas décadas caso não seja dada no presente a necessária atenção ao uso racional, gestão e conservação deste recurso, com especial cuidado às práticas de reaproveitamento em todas as suas modalidades e escalas.

Diante deste diagnóstico, o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole (DAEE, 2013) apresenta alternativas para expansão das fontes de água, discute arranjos para a implantação de intervenções planejadas e propõe melhorias na gestão da demanda com o uso racional e reaproveitamento da água.

Embora algumas dessas medidas estejam sendo implantadas, como as obras de aproveitamento do Sistema São Lourenço, com início das operações previsto para 2018, e o projeto Acquapolo, que fornece água reciclada para as indústrias do Polo Petroquímico de Mauá (DAEE, 2013), a situação climática de seca vivenciada em 2014 e 2015 no estado de São Paulo resultou na mais impactante crise de falta de água dos últimos 80 anos, reforçando a importância dos sistemas de reaproveitamento do recurso como fonte alternativa de abastecimento. Assim sendo, a gestão da água não está mais limitada à redução do volume consumido e do seu desperdício causado por perdas, mas envolve também a utilização de fontes alternativas deste recurso, ou seja, ações na demanda e na oferta.

A água não potável

O uso de água não potável é uma realidade, não apenas como fonte alternativa de suprimento de água para regiões que vivenciam a escassez, como para driblar os altos custos de remoção de nutrientes previamente ao descarte de efluentes em águas superficiais. Independente de qual o fator motivacional – econômico, político, socioambiental –, a tecnologia para sistemas de tratamento de água vem sendo desenvolvida com o objetivo de oferecer uma variedade de opções adequadas à

atividade-fim em que será empregado o sistema e, conseqüentemente, vem promovendo uma maior eficiência econômica do conjunto.

Considerando que uma das principais fontes de consumo de água é o urbano, responsável por até 50% do consumo total de água potável em áreas densamente urbanizadas, os Estados Unidos e alguns países da Europa concentram o foco de ações racionalizadoras de consumo e de uso de fontes alternativas de água neste setor, visando reduzir o uso de água potável entre 30 e 40% (BAZZARELLA, 2005). Este contexto é propício para o crescente emprego de sistemas prediais de água não potável em edifícios, fato este que também pode ser identificado no Brasil.

Fazendo uma análise mais focada no universo da unidade habitacional, estudo realizado em cinco casas com sistema de tratamento e reaproveitamento de águas cinzas na Inglaterra, durante um ano, aponta que o uso de água não potável em bacias sanitárias resulta em economia de quantidade significativa de água potável, ao registrar 9 a 36% em redução de consumo destas unidades (BIRKS *et al.*, 2003). Outro estudo conduzido na Malásia apresenta valores ainda maiores, chegando-se a reduzir 40% do consumo de água potável em construções residenciais providas deste tipo de sistema. (DOMÈNECH, SAURÍ, 2010).

Dentro deste contexto, este trabalho de pesquisa aborda a escala do edifício residencial com uma ou mais unidades habitacionais que contem com sistemas de água não potável como fonte alternativa de abastecimento de água no meio urbano.

Mesmo sendo sabido que a água destinada para uso urbano corresponde à maior parte da demanda total no País, a experiência com o reaproveitamento de água aqui ainda é recente e, ao contrário do que se vê em diversos estados americanos (EPA, 2012) países do Mediterrâneo e União Européia (MED WWR WG, 2007), países árabes (ACWUA, 2010) e Austrália (POWER, 2010), são restritas as diretrizes disponíveis na forma de boas práticas, guias técnicos ou legislação.

Enquanto na Califórnia, Estados Unidos, as primeiras orientações de padronização para qualidade da água reutilizada na irrigação agrícola datam de 1906 (EPA, 2012), no Brasil, a discussão sobre a prática de reúso direto não potável surge apenas em

2005, quando a Resolução nº 54 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos limita-se a determinar que as diretrizes, critérios e parâmetros específicos das modalidades de reúso deveriam ser estabelecidos pelos órgãos competentes (SOUSA, 2008).

Sabe-se que os sistemas prediais de água não potável contribuem para reduzir a pressão sobre os recursos hídricos e a busca por fontes alternativas de água, equilibrando a demanda com a disponibilidade de água no planeta. Sabe-se também que a tendência mundial é de difusão crescente deste tipo de sistema e no Brasil a realidade não será diferente. A carência de regulamentação, no entanto, coloca em risco o sucesso dos sistemas prediais de água não potável no País, tornando urgente a normatização específica para o assunto.

Não havendo no Brasil legislações e diretrizes técnicas, uma das principais preocupações com os sistemas prediais de água não potável volta-se para a questão da qualidade da água produzida, que não pode oferecer nenhum risco ao usuário ou ambiente onde será utilizada. No caso específico dos edifícios que utilizam água não potável, o cuidado deve ser especialmente a segurança relacionada à saúde dos usuários, uma vez que sistemas concebidos e operacionalizados de maneira inadequada podem resultar em contaminação e comprometimento da água potável.

A responsabilidade sobre os padrões de qualidade da água, em empreendimentos que tenham implantado uma fonte alternativa do recurso, é transferida da concessionária para o gestor local, outro ponto crítico quando se considera que estes profissionais não dispõem de nenhuma diretriz, regulamentação ou orientação que sirva de embasamento para a implantação, gestão e monitoramento desses sistemas prediais. Faz-se necessário, nestes casos, a contratação de empresas especializadas em gestão de quantidade e qualidade da água e dos riscos inerentes ao processo, o que implica em aumento de custos para o condomínio.

Assim como acontece com os gestores, atualmente no Brasil, executores e profissionais também contam com pouco respaldo técnico que os orientem sobre as práticas adequadas de implantação, gestão e monitoramento dos sistemas prediais

de água não potável. Tão pouco se sabe sobre o desempenho dos sistemas que hoje se encontram em operação e sua eficácia em atender às necessidades dos usuários. Desta forma, a “Avaliação Durante Operação” (ADO), enquanto método de avaliação específico para sistemas prediais em funcionamento, apresenta-se como ferramenta adequada para análise dos sistemas construídos e retroalimentação do processo de projeto, execução e operação, contribuindo para a melhoria da qualidade de todo o conjunto.

A água é um recurso natural finito e, pela forma como sua demanda sempre foi gerida, tende a se tornar cada vez mais escassa. Assim sendo, o futuro aponta para a racionalização de seu uso e o emprego cada vez mais disseminado de fontes alternativas de abastecimento. No caso dos centros urbanos e das edificações residenciais em particular, os sistemas prediais de água não potável apresentam-se como uma alternativa, desde que tomados os devidos cuidados de projeto, execução, operação e manutenção para garantir a segurança de seus usuários.

No Brasil, as iniciativas independentes de sistemas prediais de água não potável instalados em edifícios residenciais e comerciais não contam com respaldo técnico normativo, diretrizes ou legislação que orientem gestores, executores e profissionais sobre as práticas adequadas de implantação, gestão e monitoramento deste tipo de sistema, colocando em risco a segurança dos usuários e o sucesso da tecnologia.

Neste sentido, este trabalho se propõe a, por meio da Avaliação Durante Operação de edifícios residenciais que apresentam sistema predial de água não potável, apresentar uma ferramenta para a investigação sobre o desempenho destes sistemas instalados. A análise dos estudos de casos, utilizada para validação da ferramenta de avaliação, confirma que o cenário atual é resultado da falta de capacitação técnica em todas as fases do ciclo de vida destes sistemas, em especial no projeto, implantação, operação e manutenção.

Com esta pesquisa pretende-se, portanto, contribuir com uma ferramenta para avaliação de desempenho dos sistemas prediais de água não potável instalados que permite investigar a qualidade de concepção, instalação e operação deste tipo de sistema e sua adequabilidade com as necessidades dos usuários. Os dados

coletados durante a pesquisa permitem também a retroalimentação do processo, fornecendo informações sobre as deficiências encontradas nos estudos de caso e suprimindo gestores, executores e profissionais da área com informações técnicas que os orientem nas fases de implantação, operação e manutenção dos sistemas, resultados secundários desta pesquisa.

Assim, objetiva-se também contribuir com a criação de uma ferramenta que permita a análise e controle de desempenho das inovações em SPANP de edifícios residenciais que vem sendo recentemente desenvolvidas e que, por contarem com pequeno respaldo técnico e legislação, podem colocar em risco a segurança dos usuários do sistema. Além disso, pretende-se também fornecer subsídio para a normatização deste tipo de sistema, até o momento, inexistente no país.

1.1 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Esta pesquisa tem por objetivo geral apresentar uma ferramenta de avaliação de desempenho de sistemas prediais de água não potável no que se refere à concepção, execução, operação e manutenção destes sistemas durante sua operação em edifícios residenciais ou em unidades habitacionais unifamiliares.

Os objetivos específicos são:

- verificar a operação de SPANP em edifícios residenciais utilizando a ferramenta desenvolvida na pesquisa;
- identificar os pontos críticos que colocam em risco a saúde dos usuários, prejudicam a operação do sistema e precisariam ser revistos.
- identificar requisitos de desempenho para os sistemas prediais de água não potável que sirvam de subsídios para a normatização dos sistemas prediais de água não potável.

2 SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL: DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO

Neste capítulo são abordados os parâmetros de qualidade de água, conceituando água potável e água não potável. São também apresentados os conceitos de sistemas prediais de água não potável e suas possíveis fontes de abastecimento. Para os tipos de tratamento de água foi feita uma revisão breve do material literário analisado, uma vez que não é objeto deste estudo o sistema de tratamento ou as tecnologias de tratamento existentes. Parte-se do princípio que os sistemas de tratamento apresentam condições de modificar a qualidade da água satisfatoriamente para o fim a que se destina sem colocar em risco a segurança dos usuários.

São também apresentados os conceitos de desempenho em sistemas prediais, requisitos e critérios de avaliação, baseando-se no conteúdo de normas brasileiras e normas internacionais. Algumas orientações e referências técnicas foram selecionadas de guias e manuais nacionais e internacionais.

Por fim são analisadas as diferenças entre a “Avaliação Pós-ocupação” (APO) e “Avaliação Durante Operação” (ADO). A ADO, em conjunto com a metodologia empregada em estudo de caso, serviu de base para a metodologia aplicada nesta pesquisa. O conteúdo da revisão bibliográfica foi replicado no questionário utilizado em campo a fim de levantar evidências reais que validassem ou confrontassem as proposições estabelecidas no início do estudo.

2.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A água pode apresentar diferentes padrões de qualidade, mensurados por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos estabelecidos. Estas características qualitativas determinam a conformidade ou não da água, de acordo com o uso a que se destina.

Os parâmetros físicos são relacionados à presença de sólidos e gases na água e determinam as seguintes características: cor, turbidez, sabor e odor, temperatura, condutividade.

Os parâmetros químicos estão relacionados à presença de determinados elementos ou compostos químicos na água, influenciando as seguintes características: pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro e manganês, fósforo, nitrogênio, sulfatos, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, micropoluentes inorgânicos, micropoluentes orgânicos.

Os parâmetros biológicos indicam a presença de organismos vivos na água, em especial: coliformes totais e coliformes termotolerantes.

A regulamentação destes padrões de qualidade é o instrumento que garante a proteção à saúde pública e a segurança dos usuários. No Brasil, a Portaria nº 2914 (2011) estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano e os procedimentos de controle para este padrão de qualidade. Por esta regulamentação, fica definido que água potável é aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria, com as características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas, e que não ofereça risco à saúde. Fica também padronizado que água para consumo humano é toda água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, qualquer que seja sua origem.

Na Tabela 2.1 são apresentados os principais padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2914 (2011) para as características físicas, químicas e microbiológicas da água destinada a consumo humano.

Tabela 2.1 – Padrões de potabilidade da água para consumo humano

(continua)

Parâmetro	Valor
Amônia (mg/L)	1,5 ⁽¹⁾
Cloreto (mg/L)	250
Cloro residual livre (mg/L)	0,2 a 5
Coliformes termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL) ⁽²⁾	Ausência em 100ml

Tabela 2.1 – Padrões de potabilidade da água para consumo humano

(conclusão)

Parâmetro	Valor
Coliformes totais (NMP/100mL) ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Cor aparente (uH) ⁽⁴⁾	15 ⁽¹⁾
Dureza total (mg/L)	500 ⁽¹⁾
Ferro (mg/L)	0,3 ⁽¹⁾
Fluoreto (mg/L)	1,5 ⁽¹⁾
Gosto e odor (intensidade) ⁽⁵⁾	6 ⁽¹⁾
Manganês (mg/L)	0,1 ⁽¹⁾
Nitrato (mg/L)	10 ⁽¹⁾
pH	6 a 9,5
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	1000 ⁽¹⁾
Sulfato (mg/L)	250 ⁽¹⁾
Turbidez (uT) ⁽⁶⁾	5 ⁽¹⁾

Nota:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal

(3) Indicador de eficiência de tratamento

(4) Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

(5) Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada.

(6) Unidade de turbidez.

Fonte: Portaria nº 2914 (2011)

Em seu guia para qualidade da água de consumo humano, a *World Health Organization* ressalta os potenciais riscos inerentes à falta de controle sobre a qualidade da água. Dividindo-os em quatro grandes grupos, o guia aborda aspectos importantes na qualidade da água, que denomina de: microbianos, químicos, radiológicos e de aceitabilidade (WHO, 2011).

Os aspectos microbianos são aqueles associados à ingestão, contato ou inalação de água, ou aerossol de água, contaminada com bactérias, vírus ou protozoários patogênicos. A concentração destes microrganismos pode aumentar em um curto espaço de tempo e, até serem detectados, muitas pessoas podem ter sido expostas ao risco de contaminação. A causa mais comum de propagação destes organismos é a presença de material fecal humano ou de animais na água. Existem, no entanto, outros microbianos, como cianobactérias tóxicas, *Legionella* e verme da Guiné, que também oferecem risco à saúde pública se encontrados na água de consumo

humano, mas que não dependem da presença de material fecal para sua propagação. No Quadro 2.1 são apresentados os principais microbianos patogênicos que podem comprometer a qualidade do recurso hídrico segundo a Organização (WHO, 2011).

Quadro 2.1 – Microbianos patogênicos que podem ser transmitidos pela água de consumo humano ⁽¹⁾
(continua)

Patogênico	Risco para a saúde ⁽²⁾	Presença no abastecimento de água ⁽³⁾	Resistência a cloro ⁽⁴⁾	Grau de infectividade ⁽⁵⁾	Fonte animal importante
Bactéria					
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Alto	Pode multiplicar	Baixa	Baixo	Não
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Alto	Moderado	Baixa	Moderado	Sim
<i>Escherichia coli</i> – Pathogenic⁽⁶⁾	Alto	Moderado	Baixa	Baixo	Sim
<i>E. coli</i> – Enterohaemorrhagic	Alto	Moderado	Baixa	Alto	Sim
<i>Francisella tularensis</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Sim
<i>Legionella spp.</i>	Alto	Pode multiplicar	Baixa	Moderado	Não
<i>Leptospira</i>	Alto	Longo	Baixa	Alto	Sim
<i>Mycobacteria (nontuberculous)</i>	Baixo	Pode multiplicar	Alta	Baixo	Não
<i>Salmonella Typhi</i>	Alto	Moderado	Baixa	Baixo	Não
<i>Other salmonellae</i>	Alto	Pode multiplicar	Baixa	Baixo	Sim
<i>Shigella spp.</i>	Alto	Curto	Baixa	Alto	Não
<i>Vibrio cholerae</i>	Alto	Curto a longo ⁽⁷⁾	Baixa	Baixo	Não
Vírus					
<i>Adenoviruses</i>	Moderado	Longo	Moderada	Alto	Não
<i>Astroviruses</i>	Moderado	Longo	Moderada	Alto	Não
<i>Enteroviruses</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Não
<i>Hepatitis A virus</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Não
<i>Hepatitis E virus</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Potencial mente
<i>Noroviruses</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Potencial mente
<i>Rotaviruses</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Não
<i>Sapoviruses</i>	Alto	Longo	Moderada	Alto	Potencial mente

Quadro 2.1 – Microbianos patogênicos que podem ser transmitidos pela água de consumo humano ⁽¹⁾
(conclusão)

Patogênico	Risco para a saúde ⁽²⁾	Presença no abastecimento de água ⁽³⁾	Resistência a cloro ⁽⁴⁾	Grau de infectividade ⁽⁵⁾	Fonte animal importante
Protozoário					
<i>Acanthamoeba spp.</i>	Alto	Pode multiplicar	Alta	Alto	Não
<i>Cryptosporidium hominis/parvum</i>	Alto	Longo	Alta	Alto	Sim
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Alto	Longo	Alta	Alto	Não
<i>Entamoeba histolytica</i>	Alto	Moderado	Alta	Alto	Não
<i>Giardia intestinalis</i>	Alto	Moderado	Alta	Alto	Sim
<i>Naegleria fowleri</i>	Alto	Pode multiplicar ⁽⁸⁾	Baixa	Moderado	Não
Helminto					
<i>Dracunculus medinensis</i>	Alto	Moderado	Moderada	Alto	Não
<i>Schistosoma spp.</i>	Alto	Curto	Moderada	Alto	Sim

Nota:

(1) Tabela contém patogênicos para os quais há alguma evidência de risco à saúde relacionado à sua ocorrência em água de consumo humano.

(2) Risco à saúde corresponde à incidência e severidade da doença, incluindo associação com surto.

(3) Período de detecção para estágio infeccioso na água a 20°C: Curto, até 1 semana; Moderado, 1 semana a 1 mês; Longo, acima de 1 mês.

(4) Quando o estágio infeccioso é suspenso livremente na água tratada com doses e tempo de contato convencionais e pH entre 7 e 8. Baixa significa 99% de inativação a 20°C geralmente em menos de 1 minuto; Moderada, entre 1 e 30 minutos; Alta, acima de 30 minutos. Deve ser observado que organismos que sobrevivem e proliferam em biofilmes, como *Legionella* e micobactéria, estarão protegidos da cloração.

(5) A partir de experimentos com humanos voluntários, de evidências epidemiológicas e de estudos experimentais com animais. Alto significa doses infecciosas podem ser entre 1 a 10² organismos ou partículas, Moderado, entre 10² e 10⁴ organismos ou partículas e Baixo, mais que 10⁴ organismos ou partículas.

(6) Inclui enteropatogênico, enterotoxigênico, enteroinvasivo, difusamente aderente e enteroagregativo.

(7) *Vibrio cholerae* pode persistir por longo período em associação com copépodes e outros organismos aquáticos.

(8) Em água quente.

Fonte: WHO (2011)

Os aspectos químicos são aqueles associados aos efeitos adversos causados por exposição a contaminantes químicos durante longos períodos de tempo. São diversas as possíveis fontes de contaminantes químicos (Quadro 2.2), mas muitas das substâncias que implicam em risco à saúde alteram as características de

aceitabilidade da água quando presentes em concentrações pequenas, não nocivas, o que leva à rejeição do consumo antes de a água atingir níveis preocupantes de contaminação. É comum a presença de químicos provenientes de produtos de limpeza doméstica, descartados por meio da rede coletora de esgoto.

Quadro 2.2 – Fontes de elementos químicos contaminantes da água de consumo humano

Fonte de constituintes químicos	Exemplo de fonte
Ocorrência natural	Rochas, solos e efeitos de mudanças geológicas e climáticas, corpos de água eutróficos (também influenciados pelo despejo de esgoto e escoamento agrícola)
Fonte industrial e habitações humanas	Mineração (indústria extrativista) e fabricação e processos industriais, esgoto (incluindo um número de contaminantes de preocupação emergente), lixos sólidos, escoamento urbano, vazamentos de combustível
Atividades agrícolas	Estrumes, fertilizantes, práticas intensivas com animais e pesticidas
Tratamento de água ou materiais em contato com água potável	Coagulantes, DBPs, materiais de tubulações
Uso de pesticidas em água para saúde pública	Larvicidas usados no controle de insetos transmissores de doenças

Fonte: WHO (2011)

Os aspectos radiológicos, de acordo com WHO (2011), estão relacionados à presença de substâncias radioativas na água. O risco que representam à saúde humana é bem inferior ao dos microrganismos e elementos químicos. Embora sua presença em níveis superiores aos padronizados não indique risco imediato à saúde, quando detectada, sua origem merece ser investigada.

Os aspectos de aceitabilidade apresentados por WHO (2011) estão relacionados às características da água: sabor, odor e aparência. Quando a água não se apresenta livre de odor e sabor e com aparência límpida, é rejeitada pela maioria dos consumidores, uma vez que esses são os critérios de que dispõem para avaliar a

sua qualidade. Vale ressaltar que estes critérios são pessoais e variáveis, dependentes de fatores individuais e locais, como a qualidade da água a que a comunidade está acostumada.

A potabilidade da água é obtida por meio de processos de tratamento que removem bactérias, vírus e substâncias nocivas, reduzem excessos de impurezas, teores elevados de compostos orgânicos, protozoários e outros microrganismos, corrigem a coloração, odor e sabor da água, reduzem a corrosividade, dureza e turbidez e controlam as concentrações de elementos químicos (GALVÃO; CASTRO, 2006).

No Brasil, a NBR 5626 (ABNT, 1998) prevê a possibilidade de utilização de águas de qualidades distintas nos sistemas prediais de água fria ao afirmar que a água não potável pode ser usada para fins em que o requisito de potabilidade não se faz necessário, como na limpeza de bacias sanitárias e mictórios, combate a incêndios e outros usos. Esta norma não apresenta, no entanto, uma padronização para o conceito de água não potável. Assim sendo, este trabalho adota a definição apresentada por Oliveira e Marques (2013), segundo a qual água não potável é aquela imprópria para consumo humano por não atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 (2011).

As tecnologias de tratamento de água e desinfecção hoje disponíveis oferecem uma ampla variedade de tipos de tratamento, permitindo a seleção do método mais adequado e economicamente mais viável para cada situação, de acordo com a atividade-fim a que se destina a água. Faz-se necessário, para isso, o conhecimento dos padrões de qualidade estabelecidos para a água não potável de acordo com o uso a que está destinada.

A NBR 13969 (ABNT, 1997), ao abordar o reúso local do esgoto tratado, estabelece classificações e valores de parâmetros para os efluentes conforme o fim a que se destina. São quatro as classes de destino de água não potável estabelecidas por esta norma, descritas a seguir.

- Classe 1: destinada à lavagem de veículos e outras atividades que requerem contato direto do usuário com a água ou possível aspiração de aerossóis pelo

operador, como em chafarizes.

- Classe 2: destinada à lavagem de pisos, irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos que não possuam chafarizes.
- Classe 3: destinada à descarga de bacias sanitárias.
- Classe 4: destinada à irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos por meio de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.

A NBR 13969 (ABNT, 1997) também estabelece alguns poucos parâmetros de qualidade para a água não potável (Tabela 2.2), bem como recomenda o tipo de tratamento do efluente sanitário (Quadro 2.3), de acordo com a classe de reúso.

Tabela 2.2 – Padrões de qualidade da água não potável de acordo com as classes de reúso

Parâmetro	Classe de reúso			
	1	2	3	4
Cloro residual (mg/L)	0,5 a 1,5	> 0,5	-	-
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL) ⁽¹⁾	200	500	500	5000
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	-	-	> 2
pH	6 a 8	-	-	-
Sólidos dissolvidos totais (mg/L) ⁽¹⁾	200	-	-	-
Turbidez (uT) ⁽¹⁾	5	5	10	-

Nota:
(1) Valor máximo permitido.

Fonte: NBR 13969 (1997)

Quadro 2.3 – Tratamentos para produção de água não potável de acordo com as classes de reúso
(continua)

Etapas de tratamento	Classe			
	1	2	3	4 ⁽²⁾
Tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB)	Primeira etapa	Primeira etapa	Primeira etapa	-
Filtração convencional (areia e carvão ativado)	Segunda etapa	Segunda etapa	Segunda etapa	-
Cloração	Terceira etapa	-	-	-
Desinfecção	-	Terceira etapa	Terceira etapa	-

Quadro 2.3 – Tratamentos para produção de água não potável de acordo com as classes de reúso (conclusão)

Etapas de tratamento	Classe			
	1	2	3	4 ⁽²⁾
Membrana filtrante	Segunda etapa ⁽¹⁾	Segunda etapa ⁽¹⁾	-	-

Nota:

(1) Pode substituir a filtração convencional.

(2) As aplicações de água não potável devem ser interrompidas pelos menos 10 dias antes da colheita.

Fonte: NBR 13969 (1997)

O “Manual de conservação e reúso da água em edificações” (ANA, 2005) também apresenta uma classificação para as águas não potáveis, de acordo com o uso a que se destina, conforme descrito a seguir.

- Classe 1: destinada à descarga de bacias sanitárias, lavagem de roupas e pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos d’água e outros). Envolve exposição do público, usuários e operadores do sistema e exigem grau de transparência, ausência de odor, cor, espuma ou qualquer outra substância flutuante.
- Classe 2: destinada à lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação e controle de poeira e outras atividades relacionadas à fase de construção do edifício.
- Classe 3: destinada à irrigação de áreas verdes e rega de jardins.
- Classe 4: destinada ao resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).

Para cada classe estabelecida, o Manual apresenta parâmetros de qualidade da água não potável de acordo com o fim a que se destina, conforme apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Padrões de qualidade estabelecidos pelo “Manual de conservação e reúso da água em edificações” para água não potável de acordo com as classes de reúso

(continua)

Parâmetros	Classe				
	1	2	3	4 ⁽²⁾	5 ⁽³⁾
Alcalinidade	-	-	-	350	500
Alumínio (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	0,1	-

Tabela 2.3 – Padrões de qualidade estabelecidos pelo “Manual de conservação e reúso da água em edificações” para água não potável de acordo com as classes de reúso

(continuação)

Parâmetros	Classe				
	1	2	3	4 ⁽²⁾	5 ⁽³⁾
Amônia (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	1	-
Bicarbonato (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	24	600
Cálcio (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	50	200
Cloreto (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	< 350 em irrigação superficial ou < 100 em irrigação com aspersores valor máximo = 1 em irrigação superficial	500	600
Cloro residual (mg/L)	-	-	ou < 1 em irrigação com aspersores	-	-
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL) ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	1000	200	2,2	-
Compostos orgânicos voláteis	Ausência em 100ml	Ausência em 100ml	-	-	-
Cor (uH) ⁽¹⁾	10	-	< 30	-	-
DBO (mg/L) ⁽¹⁾	10	30	< 20	-	-
DQO (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	75	75
Dureza (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	650	850
Ferro (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	0,5	-
Fósforo total(mg/L) ⁽¹⁾	0,1	-	-	1	-
Magnésio (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	30	-
Manganês (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	0,5	-
Nitrato (mg/L) ⁽¹⁾	< 10	-	-	-	-
Nitrito (mg/L) ⁽¹⁾	1	-	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L) ⁽¹⁾	20	-	-	1	1
Nitrogênio Total (mg/L)	-	-	5 a 30	-	-
Odor e aparência	Não desagradáveis	Não desagradáveis	-	-	-
Óleos e graxas (mg/L) ⁽¹⁾	1	1	-	-	-

Tabela 2.3 – Padrões de qualidade estabelecidos pelo “Manual de conservação e reúso da água em edificações” para água não potável de acordo com as classes de reúso

(conclusão)

Parâmetros	Classe				
	1	2	3	4 ⁽²⁾	5 ⁽³⁾
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	-	-	-	Presença em 100ml
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6,8 a 7,2	5 a 8,3
Salinidade	-	-	0,7 < EC (dS/m) < 3 e 450 < SDT (mg/L) < 1500		
Sílica (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	50	50
Sódio (SAR)	-	-	entre 3 e 9 em irrigação superficial ou ≥ 3 em irrigação com aspersores	-	-
Sólidos dissolvidos totais (mg/L) ⁽¹⁾	500	-	-	500	1000
Sólidos suspensos totais (mg/L) ⁽¹⁾	5	30	< 20	100	5000
Sulfato (mg/L) ⁽¹⁾	-	-	-	200	680
Turbidez (uT) ⁽¹⁾	2	-	< 5	-	-

Nota:

(1) Valor máximo permitido

(2) Sistema com recirculação.

(3) Sistema sem recirculação.

Fonte: ANA (2005)

Em 2007, com a elaboração da NBR 15527 (ABNT, 2007), surge a primeira diretriz brasileira específica para aproveitamento de água da chuva de coberturas e áreas urbanas em sistema predial de água não potável, destinado a descargas em bacias sanitárias, irrigação de plantas ornamentais, lavagem de veículos e pisos, espelhos d'água e usos industriais. Além de fornecer os requisitos para aproveitamento de água pluvial nestas condições, a norma também apresenta padrões de qualidade para esta água não potável em usos mais restritivos e uma periodicidade recomendada para a realização de análise de sua qualidade, conforme apresentado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Padrões de qualidade da água para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Valor	Análise
Cloro residual livre (mg/L) ⁽²⁾	0,5 a 3	Mensal
Coliformes termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL) ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	Semestral
Coliformes totais (NMP/100mL) ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	Semestral
Cor aparente (uH) ⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	15	Mensal
pH ⁽⁵⁾	6 a 8	Mensal
Turbidez (uT) ⁽¹⁾⁽⁶⁾	2 ou 5 (usos mais restritivos)	Mensal

Nota:

(1) Valor máximo permitido.

(2) No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

(3) Unidade Hazen (uH) (mgPt-Co/L).

(4) Caso não seja utilizado nenhum corante ou antes de sua aplicação.

(5) Deve-se prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário.

(6) Unidade de turbidez (uT).

Podem ser utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

Fonte: NBR 15527 (2007).

A NBR 15575 (ABNT, 2013) também aborda o SPANP pontualmente. Na “Parte 1: Requisitos Gerais”, em “Adequação ambiental”, estabelece o requisito “Utilização e reúso de água”, recomendando em nota que as instalações hidrossanitárias privilegiem a adoção de soluções que minimizem o consumo e possibilitem o reúso da água, como forma de diminuir a demanda pelo abastecimento público e reduzir o volume de esgoto sanitário enviado para a rede de coleta. O critério deste requisito especifica parâmetros de qualidade de água a serem atendidos no caso de uso de água não potável, conforme apresentado na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Parâmetros de qualidade de água para usos não potáveis

(continua)

Parâmetro	Valor
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100ml
Cloro residual livre ⁽¹⁾	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	< 2,0 uT ⁽²⁾ , para usos menos restritivos <5,0 uT

Tabela 2.5 – Parâmetros de qualidade de água para usos não potáveis

(conclusão)

Parâmetro	Valor
Cor aparente (caso não seja utilizado corante, ou antes da sua utilização)	< 15 uH ⁽³⁾
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

Nota:

Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

(1) No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

(2) uT é a unidade de turbidez

(3) uH é a unidade Hazen

Fonte: NBR 15575 (2013)

A Resolução nº 430 (2011), complementar à Resolução nº 357 (2005) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), ao dispor sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, apresenta padrões específicos a serem seguidos para lançamento direto de efluentes de sistemas de tratamento de esgoto sanitário, de acordo com a Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Padrões de qualidade para lançamento direto de efluentes de sistema de tratamento de esgoto sanitário

Parâmetro	Valor
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L) ^{(1) (2)}	120
Materiais flutuantes ⁽¹⁾	Ausência
Materiais sedimentáveis (mL/L) ^{(1) (3)}	1
Óleos e graxas (mg/L) ⁽¹⁾	100
pH ⁽⁵⁾	5 a 9
Temperatura (°C) ^{(1) (4)}	40

Nota:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Em 5 dias a 20°C, sendo que este limite poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

(3) Em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes.

(4) A variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.

Fonte: Resolução nº 430 (2011)

No âmbito internacional, a BS 8525-1 (British Standards, 2010) classifica o sistema de reúso de águas cinzas em dois grandes grupos, de acordo com o uso:

- aplicação por pulverização,
- aplicação sem pulverização.

O grupo de aplicação por pulverização engloba atividades como lavagem com pressurização da água, uso de dispersores em jardins e lavagem de carros. O grupo de aplicação sem pulverização é subdividido em 3 subgrupos:

- descarga de bacias sanitárias,
- rega de jardins,
- lavanderia ou máquina de lavar roupas.

Para cada um destes grupos e subgrupos, a norma internacional britânica estabelece padrões de monitoramento da qualidade da água, conforme apresentado na Tabela 2.7.

Outra referência internacional, a *United States Environmental Protection Agency*, em seu Guia para água de reúso (USEPA, 2012), classifica as águas não potáveis de acordo com as seguintes aplicações: urbana, industrial, recreacional, agricultura.

Cada um destes grandes grupos engloba uma série de usos específicos. No grupo de reúso urbano, em que se insere o sistema predial de água não potável de edificações residenciais, objeto de estudo desta pesquisa, são inclusas como atividades-fim a irrigação de jardins e áreas verdes, lavagem de veículos, controle de poeira, produção de concreto, combate a incêndios e descarga em bacias sanitárias. Os padrões de qualidade para água não potável estabelecidos pela Agência, no entanto, não são unificados para todo o território americano. Cada Estado apresenta suas próprias recomendações de tratamento e parâmetros de monitoramento de qualidade, conforme apresentado a seguir (Tabela 2.8 e Quadro 2.4).

Tabela 2.7 – Padrões internacionais para monitoramento de qualidade da água não potável

Parâmetro	Uso com pulverização			Uso sem pulverização			Tipo de sistema
	Lavagem com pressurização, sprinkler de irrigação e lavagem de veículos	Descarga de bacia sanitária	Rega de jardim ⁽²⁾	Máquina de lavar	Rega de jardim ⁽²⁾	Máquina de lavar	
<i>Escherichia coli</i> (número/ 100ml)	Ausência em 100ml	250 ⁽¹⁾	250 ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	250 ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	Sítio único e sistemas domésticos comuns
Intestinal enterococci (número/ 100ml)	Ausência em 100ml	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	100 ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	Sítio único e sistemas domésticos comuns
<i>Legionella pneumophila</i> (número/100 mL)	10 ⁽¹⁾	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Onde análise é necessária conforme indicado pela avaliação de risco da norma
Coliformes totais ⁽³⁾ (número/100 mL)	10 ⁽¹⁾	1000	1000	10	1000	10	Sítio único e sistemas domésticos comuns
Turbidez (NTU) ⁽⁴⁾	< 10	< 10	< 10	< 10	Não se aplica	< 10	Todos os sistemas
pH ⁽⁴⁾	5 a 9,5	5 a 9,5	5 a 9,5	5 a 9,5	5 a 9,5	5 a 9,5	Todos os sistemas
Cloro residual (mg/L) ⁽⁴⁾	< 2	< 2	< 2	< 2	< 0,5	< 2	Todos os sistemas, onde usado
Bromo residual (mg/L) ⁽⁴⁾	0 ⁽¹⁾	< 5	< 5	< 5	0 ⁽¹⁾	< 5	Todos os sistemas, onde usado

Nota:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Se a água não potável for utilizada em hortas e pomares, deve ser fornecida informação sobre a preparação destes alimentos previamente ao consumo (como fervura, retirada da casca ou lavagem com água potável) junto da documentação do sistema.

(3) É um parâmetro indicador para interpretação operacional. Os padrões bacteriológicos apresentados para água não potável refletem a necessidade de controlar a qualidade da água tratada para abastecimento e uso.

(4) Além deste parâmetro, todos os sistemas devem ser analisados para sólidos suspensos e cor. A água não potável deve ser visualmente clara, livre de detritos flutuantes e de cor aceitável para todos os usos. A cor é particularmente importante para uso em máquina de lavar.

Fonte: British Standards (2010)

Tabela 2.8 – Padrões americanos para monitoramento de qualidade da água não potável

Parâmetro	Valor por Estado										Washington Classe A
	Arizona Classe A	Califórnia Desinfecção terciária	Flórida	Havaí Água R1	Nevada Categoria A	Nova Jérsei Tipo RWBR	Carolina do Norte Tipo 1	Texas Tipo 1	Virgínia Nível 1	Washington Classe A	
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅ ou CDBO ₅ (mg/L)	Não especificado	Não especificado	20 ⁽³⁾ , 30 ⁽⁴⁾ , 45 ⁽⁵⁾ 60 ⁽¹⁾	30 a 60	30 ⁽⁴⁾	Não especificado	10 ⁽⁴⁾ , 15 ⁽¹⁾ (diário)	5 ⁽¹⁾	10 ⁽⁴⁾ , CDBO ₅ : 8 ⁽⁴⁾	30 ⁽¹⁾	
SST (mg/L)	Não especificado	Não especificado	5 ⁽¹⁾	30 a 60	30 ⁽⁴⁾	5 ⁽¹⁾	5 ⁽⁴⁾ , 10 ⁽¹⁾ (diário)	Não especificado	Não especificado	30 ⁽¹⁾	
Turbidez (NTU)	2 ⁽⁶⁾ , 5 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾ (para filtros de meio); 10 ⁽¹⁾ (para filtros de meio); 0,2 ⁽²⁾ (para filtros membrana) 0,5 ⁽¹⁾ (para filtros membrana)	2 a 5	2 ⁽⁷⁾ , 0,5 ⁽¹⁾	Não especificado	2 ⁽¹⁾ para UV	10 ⁽¹⁾	3 ⁽¹⁾	2 ⁽⁶⁾ , CAT > 5	2 ⁽²⁾ , 5 ⁽¹⁾	
Indicadores de bactérias	Ausência de coliformes fecais em 4 de 7 amostras. 23/100ml ⁽¹⁾	Coliformes totais: 2,2/100ml ⁽⁶⁾ , 23/100ml ⁽⁶⁾ , 240/100ml ⁽¹⁾	Coliformes fecais: 75% das amostras com 25/100ml ⁽¹⁾	Coliformes fecais: 2,2/100ml ⁽⁶⁾ , 23/100ml ⁽⁶⁾ , 200/100ml ⁽¹⁾	Coliformes totais: 2,2/100ml ⁽⁶⁾ , 23/100ml ⁽⁸⁾	Coliformes fecais: 2,2/100ml ⁽⁶⁾ , 14/100ml ⁽¹⁾	Coliformes fecais ou E. coli: 14/100ml ⁽⁴⁾ , 25/100ml ⁽¹⁾	Coliformes fecais ou E. coli: 20/100ml ⁽⁴⁾ , 75/100ml ⁽¹⁾ Enterococci: 4/100mg/l ⁽⁴⁾ , 9/100ml ⁽¹⁾	Coliformes fecais: 14/100ml ⁽⁴⁾ , Cat > 49/100ml. E. coli: 11/100ml ⁽⁴⁾ ; CAT > 35/100ml. Enterococci: 11/100mg/L ⁽⁴⁾ ; CAT > 24/100ml	Coliformes totais: 2,2/100ml ⁽⁵⁾ , 23/100ml ⁽⁸⁾	
Patogênicos	Não especificado	Não especificado	Giardia e Cryptosporidium; amostras a cada 2 anos para plantas ≥ 1 mgd; a cada 5 anos para plantas ≤ 1 mgd	TR	TR	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado	
Outros	Se nitrogênio > 10mg/L, requisitos especiais são necessários para proteção da água subterrânea	-	-	-	-	(NH ₄ -N + NO ₂ -N) < 10mg/L ⁽¹⁾	Amônia como NH ₃ -N: 4mg/L ⁽⁴⁾ , 6 ⁽¹⁾ (diário)	-	-	Confiabilidade específica ou requisitos redundantes baseados em avaliação formal de confiabilidade	

Nota:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Valor da média.

(3) Valor da média anual.

(4) Valor da média mensal.

(5) Valor da média semanal.

(6) Valor da média em 24 horas.

(7) Valor para 95% das amostras.

(8) Não mais que uma amostra pode exceder este valor em período de 30 dias.

TR = não é necessário monitoramento, mas taxas de remoção de vírus são prescritas nos requisitos de tratamento.

Quadro 2.4 – Padrões americanos para tratamento da água não potável

Requisito de tratamento	Valor por Estado									
	Arizona Classe A	Califórnia Desinfecção terciária	Flórida	Havaí Água R1	Nevada Categoria A	Nova Jérsei Tipo RWBR	Carolina do Norte Tipo 1	Texas Tipo 1	Virgínia Nível 1	Washington Classe A
Processos unitários	Tratamento secundário, filtração, coagulação, filtração e desinfecção	Oxidação, coagulação, filtração, desinfecção	Tratamento secundário, filtração, alto nível de desinfecção	Oxidação, filtração, desinfecção	Tratamento secundário, desinfecção	Filtração, alto nível de desinfecção	Filtração (ou equivalente)	Não especificado	Tratamento secundário, filtração, alto nível de desinfecção	Oxidação, coagulação, filtração e desinfecção
Dose UV ⁽¹⁾	Não especificado	Guia NWRI UV	Guia NWRI UV, permitida variação	Guia NWRI UV	Não especificado	100 mJ/cm ² na vazão máxima diária	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Guia NWRI UV
Cloração ⁽²⁾	Não especificado	C:T > 450 mg.min/L; tempo de contato de 90 minutos no pico de vazão em tempo seco	TRC > 1 mg/L; tempo de contato de 15 minutos no pico de vazão por hora ⁽³⁾	Residual mínimo > 5mg/L; tempo de contato de 90 minutos	Não especificado	Residual mínimo > 1mg/L; tempo de contato de 15 minutos no pico de vazão por hora	Não especificado	Não especificado	TRC < 1 mg/L; tempo de contato de 30 minutos na vazão média ou 20 minutos no pico de vazão	Cloro residual > 1 mg/L; tempo de contato de 30 minutos (C:T > 30 pode ser necessário)

Nota:

(1) Se utilizada desinfecção UV.

(2) Se utilizada desinfecção por cloração.

(3) Na Flórida, quando utilizada a desinfecção por cloro, o produto total de cloro residual e tempo de contato (C:T) no pico da vazão por hora é especificado para três níveis de coliformes fecais conforme monitorado antes da desinfecção. Se a concentração de coliformes fecais antes da desinfecção é ≤ 1000 cfu por 100mL, o C:T deve ser 25mg.min/L; e entre 1000 e 10000 cfu por 100mL, o C:T deve ser 40mg.min/L; e ≥ 10000 cfu por 100mL, o C:T deve ser 120mg.min/L.

Pode-se observar que existe uma variação entre os valores estabelecidos como parâmetros de qualidade da água para os diferentes fins a que se destina, bem como entre as definições de classes de usos referenciados. Esta variação, no entanto, não apresenta discrepâncias significativas a ponto de impossibilitar que tais padrões sejam utilizados como requisitos de qualidade para os sistemas prediais de água não potável.

No caso da água destinada a consumo humano, quando proveniente de fonte alternativa de abastecimento, a Portaria nº 2914 (2011) também aponta como sendo de dever do responsável pelo sistema alternativo de abastecimento de água exercer o controle e monitoramento da qualidade da água produzida. Além disso, é de responsabilidade dele garantir a operação e manutenção das instalações de abastecimento de água de acordo com as normas vigentes, nunca misturando a água do sistema alternativo com aquela fornecida pela rede pública de distribuição. Deve-se ainda obter autorização prévia junto aos órgãos municipais de saúde pública para fornecimento de água tratada e manter estes órgãos informados sobre o controle de qualidade da água produzida, comunicando-os sempre que detectada alguma não conformidade no sistema.

No Estado de São Paulo, a Resolução SS65 (2005), também tratando da qualidade da água destinada a consumo humano, aponta como dever e obrigação do responsável pela operação do sistema alternativo de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água produzida, a ser documentado mensalmente e apresentado para a autoridade sanitária municipal.

Ressalta-se que, em locais onde há sistemas prediais de água não potável, a qualidade da água ali produzida é de responsabilidade do gestor e operador do sistema predial de água não potável e não da concessionária.

2.2 SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

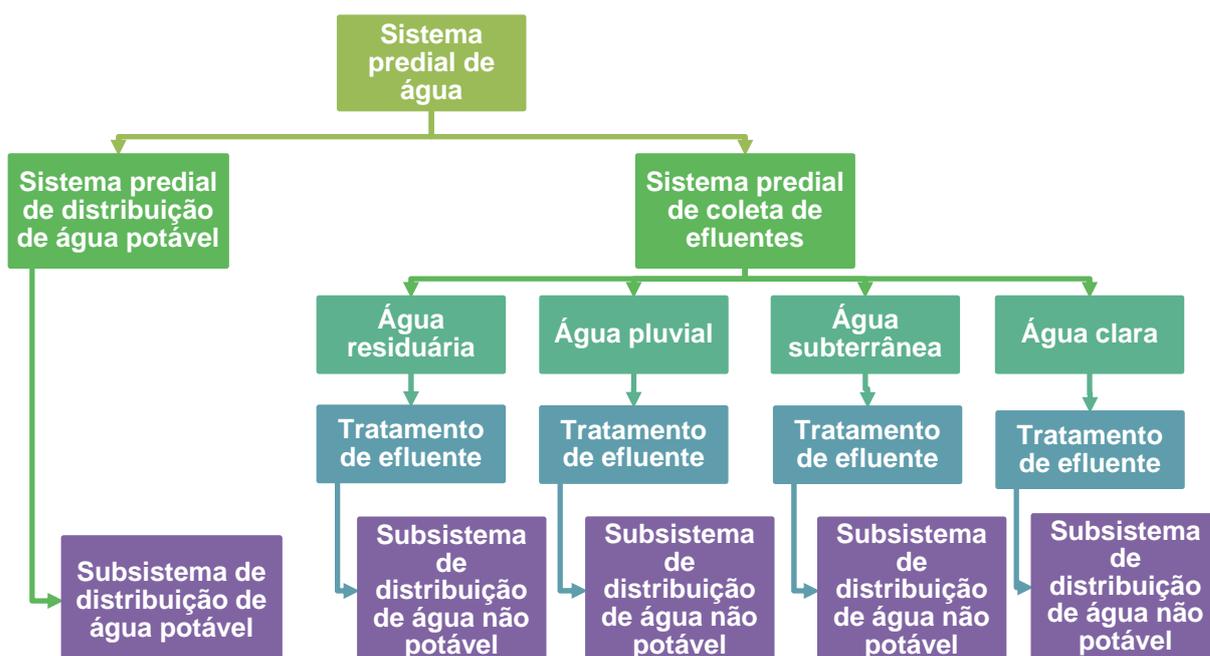
As questões relacionadas ao gerenciamento do uso da água e preservação dos recursos hídricos podem ser abordadas em três níveis sistêmicos: macro, meso e micro. O nível macro aborda a escala dos sistemas hidrográficos. O nível meso

engloba os sistemas públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário. O nível micro aborda os sistemas prediais, escala em que esta pesquisa está inserida.

O sistema predial de água convencional, cuja função é distribuir água pelo edifício, é composto pelo sistema de distribuição de água e pelo sistema de coleta de efluentes, havendo apenas uma fonte de abastecimento de água, fornecida pela concessionária, e dois sistemas de descarte dos efluentes: um destinado à rede pública de esgoto sanitário e outro destinado à rede pública de água pluvial.

O sistema predial de água não potável (SPANP), conforme orientação da NBR 5626 (1998), deve ser composto por dois conjuntos independentes e paralelos de tubulações e reservatórios, um para o sistema convencional de distribuição de água potável e outro para o sistema de distribuição de água não potável, a fim de evitar a conexão cruzada das águas de diferentes qualidades. Além do sistema de descarte de água pluvial, o SPANP apresenta dois sistemas de coleta de efluentes domésticos distintos, um destinado à rede pública de esgoto sanitário e outro destinado à unidade de tratamento de efluentes, conforme esquematizado na Figura 2.1 (OLIVEIRA E MARQUES, 2013).

Figura 2.1 – Sistema predial de água não potável

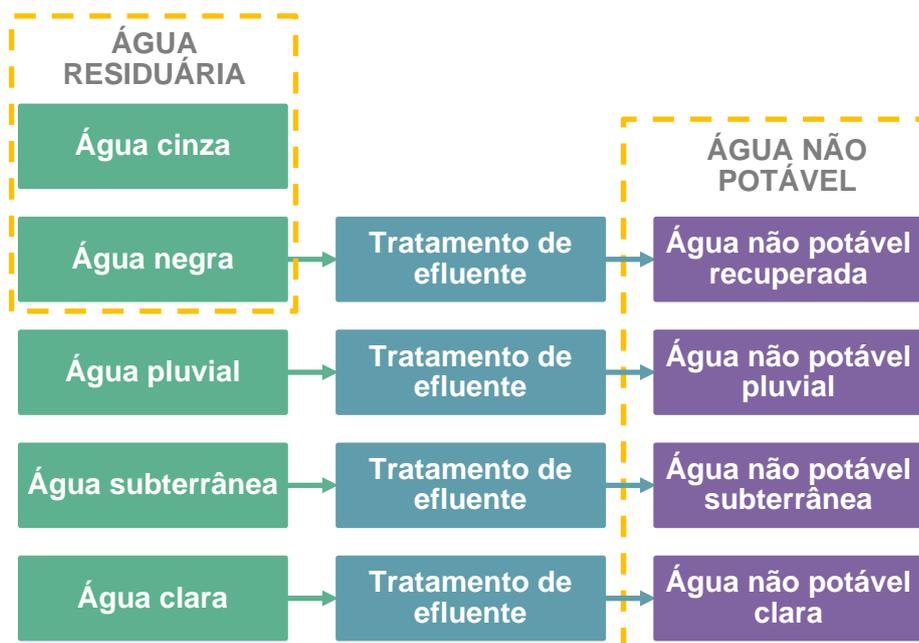


Fonte: Adaptado pela autora de Oliveira e Marques (2014)

De acordo com o “Manual de conservação e reúso da água em edificações” (ANA, 2005) considera-se como fonte alternativa de água aquela que não se encontra sob concessão de órgãos públicos, que não sofrem cobrança pelo uso ou que não são potáveis. Conforme padronização de conceitos dos tipos de água anteriormente mencionada, água não potável é aquela imprópria para consumo humano por não atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 (2011).

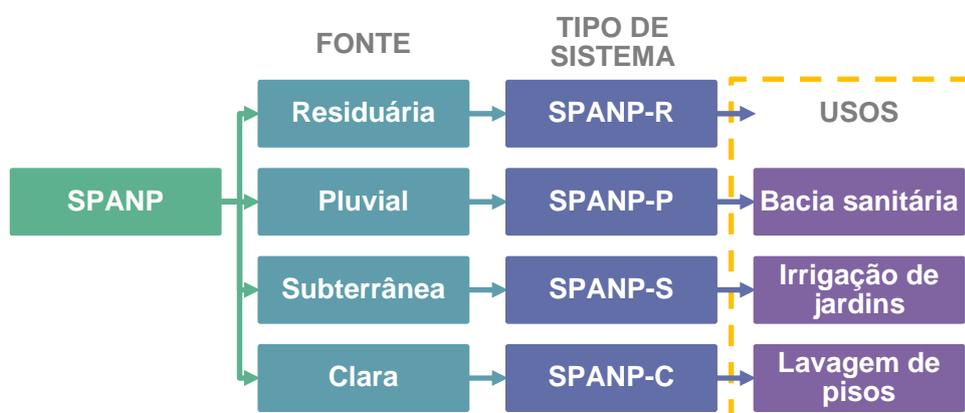
São fontes de água não potável a água pluvial, a água subterrânea, a água clara e a água residuária. Esta última, correspondente ao efluente gerado após o uso da água em edificações, pode ser classificada em: água negra e água cinza. A água negra, segundo as autoras Oliveira e Marques (2013), corresponde à água residuária proveniente das bacias sanitárias, mictórios, pias de cozinha e máquinas de lavar louça, enquanto a água cinza refere-se ao efluente gerado pelos demais aparelhos sanitários domésticos. A água clara corresponde ao efluente gerado por sistemas de resfriamento, sistema de vapor e condensado, sistema de destilação e outros equipamentos (OLIVEIRA E MAQUES, 2014).

A água tratada é aquela submetida a processos físico-químicos a fim de obter o padrão estabelecido pela Portaria nº 2914, sendo, portanto, água potável. A água recuperada corresponde à água residuária que, após coletada, é tratada para obter qualidade necessária a determinados fins, como descarga de bacias sanitárias e irrigação de áreas verdes, porém, sem atender ao padrão de potabilidade da Portaria nº 2914. A água recuperada, ou água de reúso como também é chamada, é, portanto, uma água não potável. A água reciclada, ainda de acordo com Oliveira e Marques (2013), corresponde à água recuperada destinada apenas para usos industriais (Figura 2.2).

Figura 2.2 – Fontes e tipos de água não potável

Fonte: Oliveira e Marques (2014)

A partir das quatro fontes de água não potável, as autoras apresentam a classificação de quatro tipos de sistemas prediais de água não potável, esquematizados na Figura 2.3: o sistema predial de água não potável – recuperada (SPANP-R), o sistema predial de água não potável – pluvial (SPANP-P), o sistema predial de água não potável – subterrânea (SPANP-S) e o sistema predial de água não potável – clara (SPANP-C) (OLIVEIRA E MARQUES, 2014).

Figura 2.3 – Sistemas de água não potável

Fonte: Oliveira e Marques (2014)

O SPANP-R é o conjunto de tubulações, reservatórios, equipamentos e componentes utilizados na coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água residuária visando reduzir o consumo de água potável e o volume de efluente para a rede de esgoto sanitário.

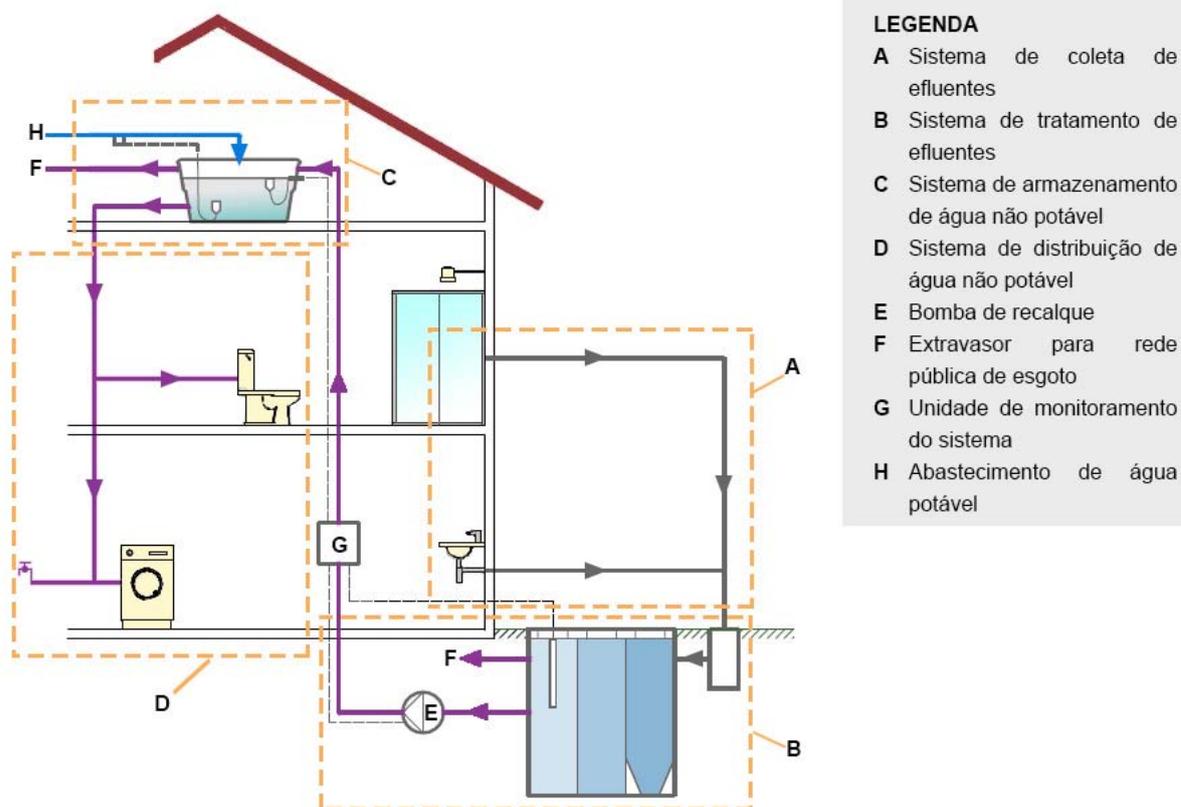
O SPANP-P corresponde ao conjunto de tubulações, reservatórios, equipamentos e componentes utilizados na coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água pluvial a fim de reduzir o consumo de água potável e amortecer vazões no sistema de drenagem urbana.

O SPANP-S trata-se do conjunto de tubulações, reservatórios, equipamentos e componentes utilizados na coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água subterrânea com o objetivo de reduzir o consumo de água potável.

O SPANP-C é o conjunto de tubulações, reservatórios, equipamentos e componentes utilizados na coleta, armazenamento, tratamento e distribuição da água clara com o objetivo de reduzir a demanda de água potável.

Segundo o “Manual de conservação e reúso da água em edificações” (ANA, 2005), o SPANP-R é composto por: sistema de coleta de efluentes de águas cinzas, sistema de tratamento, reservatório de armazenamento de água não potável e sistema de distribuição de água não potável para os pontos de consumo. Este manual não recomenda o uso de águas negras como fonte de abastecimento, motivo pelo qual considerou-se no esquema da Figura 2.4, que ilustra o SPANP-R, apenas a coleta de águas cinzas.

Figura 2.4 – SPANP-R com fonte de água cinza em edificações



Fonte: Adaptado pela autora Sant'Ana (2007)

Assim, ANA (2005) recomenda que o dimensionamento do sistema seja feito em conjunto com todo o projeto hidráulico do edifício e aponta como principais elementos associados ao projeto de SPANP-R:

- a definição dos pontos de coleta de águas cinzas e pontos de consumo de água não potável;
- a determinação de vazões disponíveis;
- o dimensionamento do sistema de coleta e transporte de águas cinzas;
- a determinação do volume de água não potável a ser armazenado;
- o estabelecimento das atividades-fim a que se destina a água não potável
- a definição dos parâmetros de qualidade da água não potável de acordo com o uso estabelecido;
- a definição do tipo de tratamento mais adequado para a água coletada;
- o dimensionamento do sistema de distribuição da água não potável.

O sistema de coleta de efluentes do SPANP-R, quando abastecido apenas por águas cinzas, é completamente independente do sistema de coleta de esgoto de águas negras, que é conduzido para a rede pública de coleta de esgoto. O objetivo desta separação é descartar os efluentes com maior concentração de poluentes e utilizar um sistema de tratamento menos complexo para a produção de água não potável (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O sistema de tratamento do efluente doméstico promove a remoção dos poluentes e desinfecção da água. A escolha do processo de tratamento a ser adotado é feita de acordo com as características do efluente doméstico utilizado como fonte de água, a qualidade pretendida para a água recuperada de acordo com o fim a que se destina, as características da edificação, a disponibilidade de espaço e de investimento para instalação e a disponibilidade para gerenciamento e manutenção do sistema. Esse sistema deve garantir que a água não potável seja produzida com padrões de qualidade que não coloquem em risco a saúde dos usuários e as condições ambientais do local.

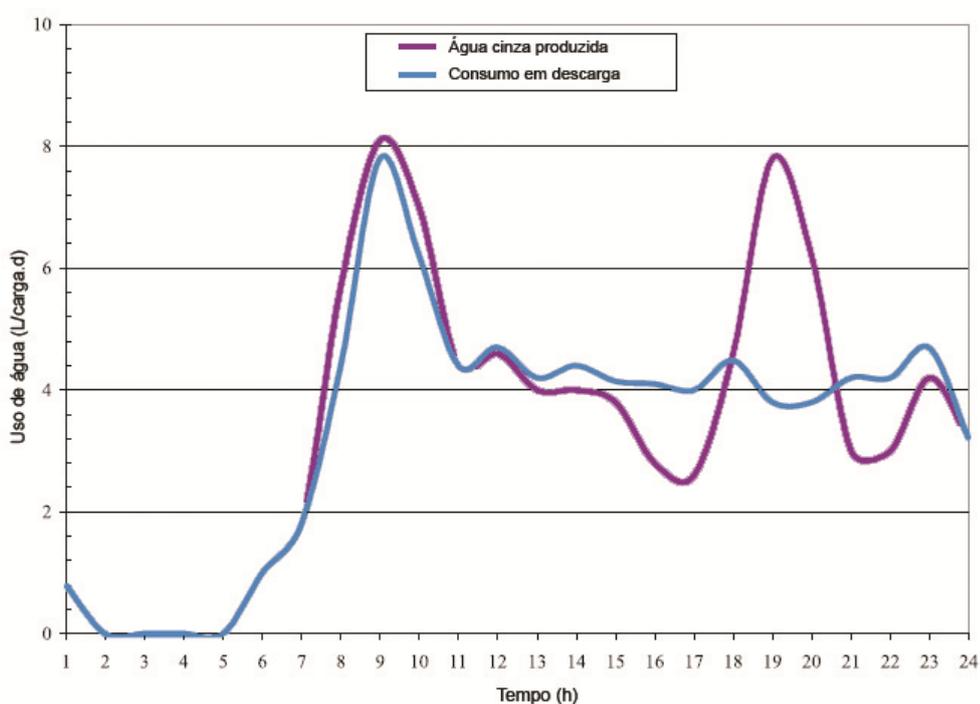
O sistema de armazenamento deve ser exclusivo para a água não potável, completamente separado do reservatório de água da concessionária. Deve-se prever, em caso de produção insuficiente de efluente para abastecer o SPANP-R ou desligamento do sistema para manutenção, o abastecimento do reservatório de água de reúso com água potável da rede pública. Este ponto de abastecimento não pode permitir conexão cruzada entre as águas de diferentes qualidades ou retorno da água não potável pela tubulação de água potável.

Por outro lado, o reservatório também deve ser provido de um extravasor que possibilite a condução do excesso de água não potável para a rede pública de coleta de esgoto, caso o reservatório de água não potável esteja operando em nível máximo de capacidade de armazenamento. Para situações de manutenção ou limpeza, Peixoto (2008) também recomenda a previsão de uma válvula de gaveta que permita esgotamento do reservatório.

May (2009) salienta que um fator determinante para o sucesso do SPANP-R reside no balanço entre volume de água não potável produzida e demanda a ser suprida no

edifício. De acordo com Jefferson *et al.* (1999), a água cinza é produzida em curtos períodos de tempo, em momentos distintos daqueles em que a água não potável é consumida pela descarga de bacias sanitárias ao longo do dia, como demonstrado no Gráfico 2.1. Isso normalmente resulta em um déficit de abastecimento de água durante a tarde e final da noite, caso o reservatório de água não potável não seja dimensionado adequadamente.

Gráfico 2.1 – Produção de água cinza e consumo em descarga de bacia sanitária ao longo do dia

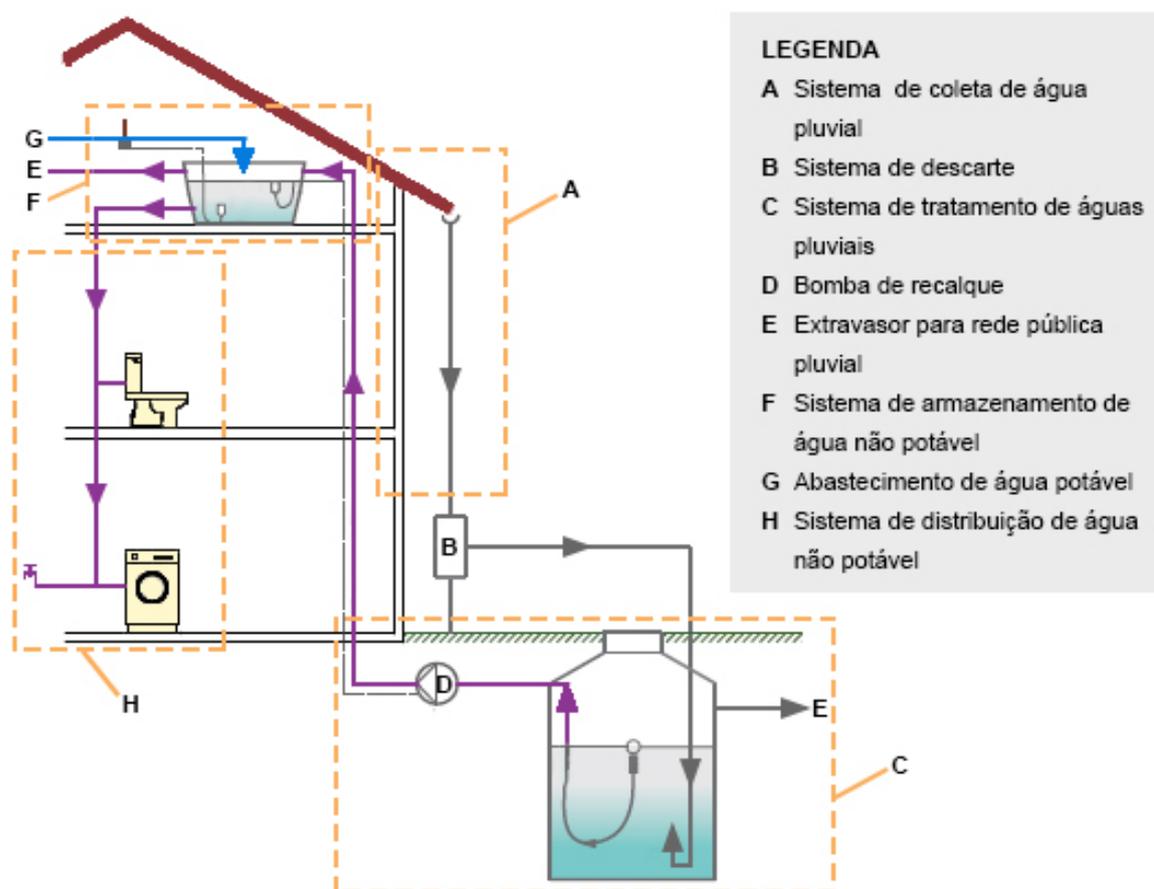


Fonte: Jefferson et al (1999)

A partir do sistema de armazenamento, a água não potável é conduzida para o sistema de distribuição, ramais e sub-ramais que levam a água até os pontos de utilização. O sistema de distribuição de água não potável deve ser totalmente separado do sistema de distribuição de água potável, a fim de prevenir a conexão cruzada dos sistemas, ou seja, o contato, e consequente contaminação, da água não potável com a água potável.

O SPANP-P, conforme apresentado na Figura 2.5 e definido em ANA (2005), é composto por: sistema de coleta de água pluvial, sistema de descarte, sistema de tratamento, reservatório de armazenamento de água não potável e sistema de distribuição de água não potável para os pontos de consumo.

Figura 2.5 – SPANP-P com fonte de água pluvial em edificações



Fonte: Adaptado pela autora Sant'Ana (2007)

ANA (2005) aponta como principais itens relacionados com o projeto de SPANP-P, a ser desenvolvido em conjunto com todo o projeto hidráulico do edifício:

- identificação da precipitação média local (mm/mês);
- definição da área de coleta;
- determinação do coeficiente de escoamento superficial (em função do material da superfície de coleta);
- definição dos pontos de consumo;
- o estabelecimento das atividades-fim a que se destina a água não potável;
- a definição dos parâmetros de qualidade da água não potável de acordo com o uso estabelecido;
- dimensionamento do sistema de descarte e do reservatório de armazenamento de água não potável;
- a especificação do tipo de tratamento mais adequado para a água coletada;

- o dimensionamento do sistema de distribuição da água não potável.

O sistema de coleta é definido pelas áreas impermeáveis utilizadas na interceptação da água da chuva para abastecimento do SPANP-P. Geralmente são utilizadas como áreas de coleta os telhados e lajes de cobertura.

A área proveniente do escoamento de pisos impermeáveis pode ser utilizada para ampliar a capacidade de coleta, mas, como possuem maior volume de sólidos e resíduos com maior carga poluente, exige um tratamento mais complexo, com capacidade para remoção de detritos, papéis, plásticos e outros resíduos que possam ser encontrados no pavimento e retirar de óleos e graxas provenientes de automóveis. A BS 8515 (British Standards, 2009) recomenda que a água coletada de pisos seja utilizada como fonte de abastecimento do sistema apenas mediante a realização de uma avaliação de risco específica.

A área de coleta é um dos fatores que, juntamente com as características de precipitação atmosférica do local, o coeficiente de escoamento superficial da cobertura ou pavimento - variável de acordo com o material construtivo empregado - e o fator de captação, determina a quantidade de água pluvial a ser armazenada.

As áreas de coleta são expostas às intempéries e ao tempo, o que implica em grande a probabilidade de sua superfície conter grande quantidade de poeira, fezes de animais, animais mortos e outros resíduos. O sistema de descarte tem a função de descartar automaticamente a água coletada durante os primeiros minutos de chuva, que contém grande parte desta carga poluidora proveniente da exposição da área de coleta. Este descarte da água dos primeiros minutos de chuva também recebe o nome de *first flush*.

Existem diversas soluções de sistemas de descarte disponíveis atualmente, como os reservatórios de autolimpeza, que retém o volume inicial da precipitação para posterior descarte manual, os componentes desviadores *first flush* instalados junto aos coletores verticais e válvulas de descarte automático. A NBR 15527 (ABNT, 2007) menciona a possibilidade de instalação do sistema de descarte e recomenda que este dispositivo seja de acionamento automático.

O sistema de tratamento do efluente pluvial, assim como no SPANP-R, promove a remoção dos poluentes e desinfecção da água. A seleção do processo de tratamento a ser instalado depende das características da água a ser utilizada como fonte de abastecimento do sistema, a qualidade pretendida para a água não potável de acordo com o fim a que se destina, as características de precipitação anual da região, as características da edificação, a disponibilidade de espaço e de investimento para instalação e a disponibilidade para gerenciamento e manutenção do sistema. O tratamento deve garantir que a água produzida apresente os adequados padrões de qualidade sem colocar em risco a saúde dos usuários e sem afetar as condições ambientais do local.

O sistema de armazenamento, da mesma forma como ocorre no SPANP-R, deve ser exclusivo para a água não potável, completamente separado do reservatório de água da concessionária. Deve-se prever o abastecimento do reservatório de água aproveitada da chuva com água potável da rede pública para que o fornecimento não seja interrompido durante os períodos de estiagem ou manutenção no sistema. Este ponto de abastecimento do reservatório não pode permitir conexão cruzada entre as águas de diferentes qualidades ou retorno da água não potável pela tubulação de água potável.

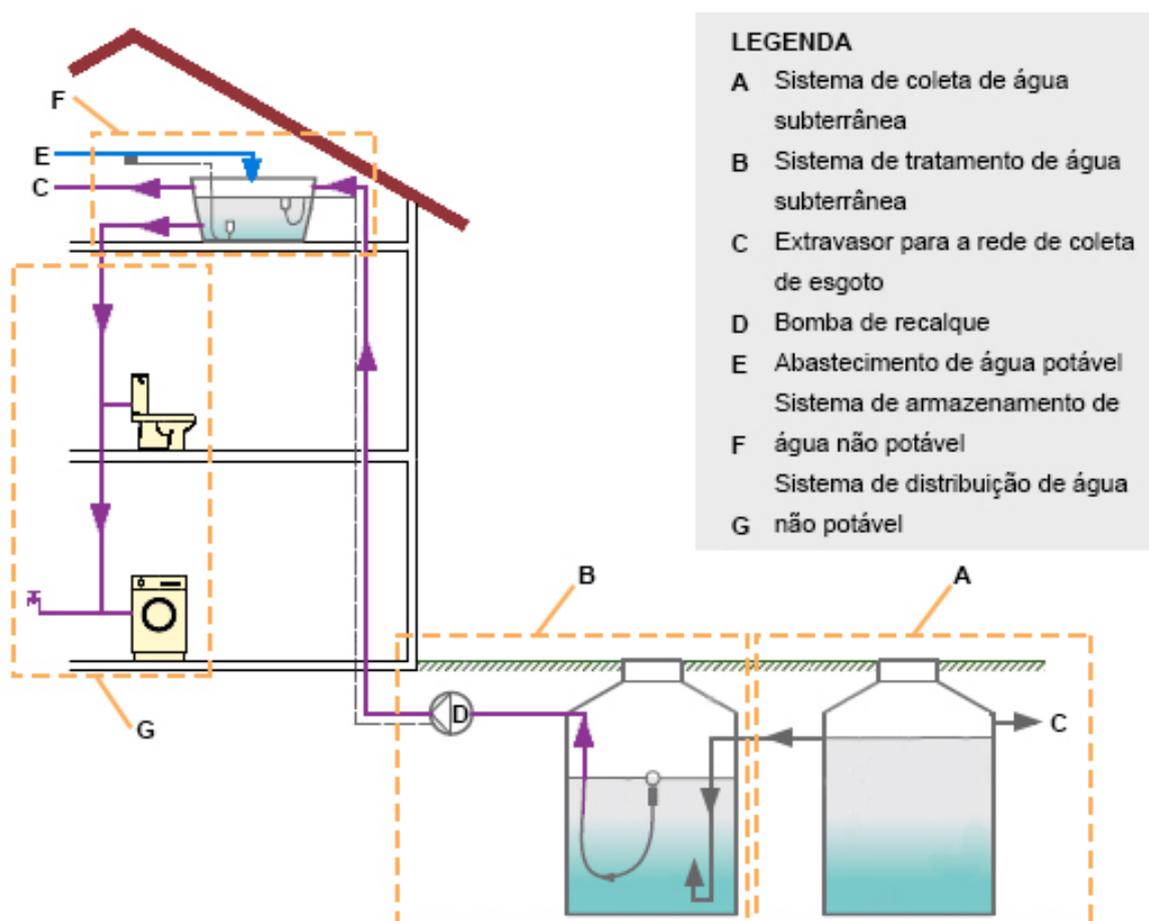
Além disso, o reservatório deve ser provido de um extravasor que possibilite a condução do excesso de água para a rede pública de coleta de água pluvial, caso o reservatório de água não potável esteja operando em nível máximo de capacidade de armazenamento. A NBR 15527 (ABNT, 2007) também recomenda a previsão de um componente que permita o esgotamento do reservatório para situações de limpeza ou manutenção do sistema.

E acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), o turbilhonamento deve ser minimizado dentro do reservatório, a fim de dificultar a ressuspensão de sólidos e arraste de materiais flutuantes, e a captação da água deve ser feita próxima à superfície, preferencialmente a uma distância de 15 cm. É solicitado também nesta norma que a água de chuva reservada seja protegida da incidência direta de luz solar e calor e que a tubulação do extravasor não permita o acesso de animais para dentro do reservatório.

O sistema de distribuição de água não potável, constituído pelo conjunto de ramais e sub-ramais que levam a água armazenada após tratamento até os pontos de utilização, deve ser totalmente separado do sistema de distribuição de água potável. O objetivo desta separação é minimizar o risco de conexão cruzada entre os dois sistemas, prevenindo o contato da água não potável com a água potável, que resultaria em contaminação da água da concessionária.

Seguindo a estrutura do SPANP-R e do SPANP-P, o SPANP-S é composto por: sistema de coleta de efluentes subterrâneos, sistema de tratamento, reservatório de armazenamento de água não potável e sistema de distribuição de água não potável para os pontos de consumo. Essa estrutura é apresentada na Figura 2.6.

Figura 2.6 – SPANP-S com fonte de água subterrânea



Fonte: Adaptado pela autora Sant'Ana (2007)

A exploração de águas subterrâneas é regulamentada, uma vez que este recurso é considerado parte integrante e indissociável do ciclo hidrológico. Seu uso como fonte

alternativa de água precisa passar por outorga do órgão local responsável. Além disso, sua qualidade deve ser previamente analisada, uma vez que, em função das características geológicas locais, esta água pode conter agentes contaminantes tais quais (ANA, 2005):

- série nitrogenada;
- fósforo, selênio, nitrogênio, enxofre e flúor, na série de inorgânicos não metálicos;
- mercúrio, cromo, cádmio, chumbo e zinco, na série de metais tóxicos;
- série de compostos orgânicos sintéticos do grupo BTEX, como benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno, compostos aromáticos, fenóis, organoclorados voláteis diversos;
- composto mais densos que a água (DNAPLs) ou menos densos que a água (LNAPLs).

O sistema de coleta de água subterrânea do SPANP-S envolve a perfuração de poços profundos. A análise laboratorial da água subterrânea faz-se necessária para identificação da necessidade ou não de tratamento. Mesmo nos casos em que a água apresente padrão de potabilidade, é recomendado que não seja colocada em contato com a água potável fornecida pela concessionária.

Sendo identificada a necessidade do sistema de tratamento para remoção de contaminantes e desinfecção da água subterrânea, a escolha do processo de tratamento a ser adotado, assim como nos outros SPANP anteriormente abordados, é feita de acordo com as características do efluente utilizado como fonte de água, a qualidade pretendida para a água recuperada de acordo com o fim a que se destina, as características da edificação, a disponibilidade de espaço e de investimento para instalação e a disponibilidade para gerenciamento e manutenção do sistema. É fundamental que o sistema garanta os padrões de qualidade da água produzida de acordo com a atividade-fim a que se destina e que não coloque em risco a saúde dos usuários ou as condições ambientais do local.

Da mesma forma que nos demais SPANP, o sistema de armazenamento deve ser exclusivo para a água não potável, completamente separado do reservatório de

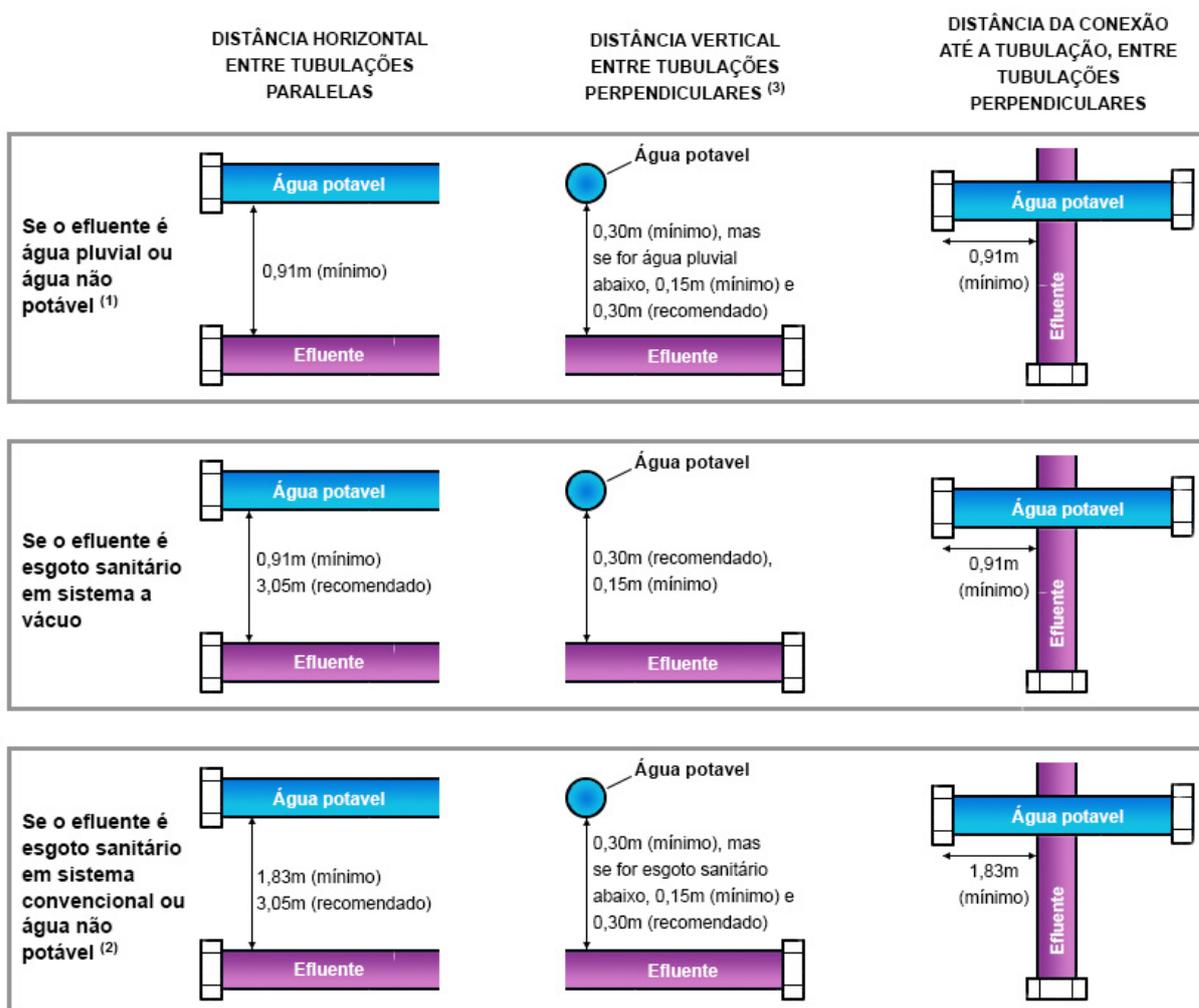
água da concessionária. Deve-se prever o abastecimento do reservatório de água de reúso com água potável da rede pública, em caso de desligamento do sistema para manutenção ou falta de efluente no período de estiagem. Este ponto de abastecimento deve evitar tanto a conexão cruzada entre as águas de diferentes qualidades como o retorno da água não potável pela tubulação de água potável. É também necessário um extravasor no reservatório que permita o descarte do excesso de água não potável para a rede pública, caso o reservatório de água não potável esteja operando em nível máximo de capacidade de armazenamento.

Do reservatório, a água não potável passa para o sistema de distribuição, constituído de ramais e sub-ramais que conduzem a água até os pontos de consumo. O sistema de distribuição de água não potável, assim como nos demais SPANP, deve ser totalmente separado do sistema de distribuição de água potável, evitando a conexão cruzada dos sistemas.

Em todos os sistemas prediais de água não potável, independente da fonte alternativa de água e do processo de tratamento escolhidos, é fundamental garantir a segurança de usuários e operadores. Para tanto, são necessários alguns cuidados específicos em cada uma das fases do ciclo de vida do SPANP, desde o planejamento e concepção, passando pela construção e instalação, até a operação e manutenção.

A completa separação dos sistemas de armazenamento e distribuição de água potável e água não potável é fundamental para a prevenção de conexões cruzadas entre as diferentes qualidades de água. Assim, diminui-se o risco de contaminação da água potável por contato com a água não potável em caso de vazamento. A *United States Environmental Protection Agency*, em seu guia internacional de água recuperada USEPA (2012), estabelece que a distância entre tubulações horizontais de água potável, água não potável e esgoto deve ser de no mínimo 0,91m (3 pés) e preferencialmente de 3,05 m (10 pés). Caso as tubulações dos diferentes sistemas se cruzem, é recomendado que a tubulação com qualidade de água superior seja instalada acima daquela com qualidade de água inferior, conforme apresentado no esquema da Figura 2.7.

Figura 2.7 – Recomendações para projeto de traçado das tubulações de água potável, não potável e esgoto



(1) Água não potável em conformidade com parâmetros da Parte III do Capítulo 62-610 da regulamentação do *Florida Administrative Code* (FAC). Trata da água não potável utilizada em áreas de acesso público, irrigação residencial e rega de hortas e pomares.

(2) Água não potável em não conformidade com parâmetros da Parte III do Capítulo 62-610 da regulamentação do FAC.

(3) Tubulação de água potável deve estar sempre acima da tubulação de efluente. Caso isso não seja possível, a distância mínima entre elas é de 0,30m.

Fonte: USEPA (2012)

Outra recomendação dos guias e normas internacionais para minimizar o risco de conexão cruzada entre as tubulações é a utilização de coloração distinta para as tubulações de água não potável. O guia da USEPA (2012) indica a cor roxa, sugerindo o Pantone 512 ou 522 e a norma internacional BS 8525-1 (British Standards, 2010), recomenda a cor verde ou listrado de verde e preto para as tubulações de água não potável. No Brasil, a NBR 13969 (ABNT, 1997) afirma que as cores das tubulações e dos reservatórios de armazenamento do sistema de água não potável devem ser distintas da utilizada no sistema de água potável, mas não indica nenhuma cor específica para cada uso. A NBR 15527 (ABNT, 2007)

menciona apenas que as tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados daqueles do sistema de distribuição de água potável.

No caso da tubulação de PVC, o guia USEPA (2012) recomenda a incorporação de tinta durante o processo de fabricação dos tubos. Para sistemas maiores, que utilizam adutoras de concreto, o guia recomenda o tingimento da mistura no preparo da argamassa dos tubos. E em tubos de aço galvanizado, a sugestão é trabalhar com a pintura dos tubos ou a utilização de luvas protetoras anti-ferrugem coloridas envolvendo-os.

Além da distinção por cor, a identificação também deve ser feita por meio de etiquetas e sinalização ao longo das tubulações. Nos pontos de utilização abastecidos com água não potável, a informação deve ser disposta de forma clara por meio de sinalização, conforme apresentado nos exemplos das Figura 2.8 e Figura 2.9. É importante que os registros dos pontos de água não potável acompanhem a coloração do sistema e apresentem formato de volante diferente, preferencialmente com controle de acesso restrito e sentido de abertura inverso aos dos registros de água potável.

Figura 2.8 – Identificação nos sistemas prediais de água não potável



Fonte: British Standard (2010) e British Standards (2009)

Figura 2.9 – Identificação nos pontos de utilização de água não potável

SINALIZAÇÃO NOS PONTOS DE USO



Fonte: British Standard (2010) e British Standards (2009)

A NBR 15527 (ABNT, 2007) e a NBR 5626 (ABNT, 1998) solicitam que os pontos de consumo abastecidos com água não potável sejam de acesso restrito e identificados com placa de advertência com a inscrição “água não potável” e grafismo correspondente.

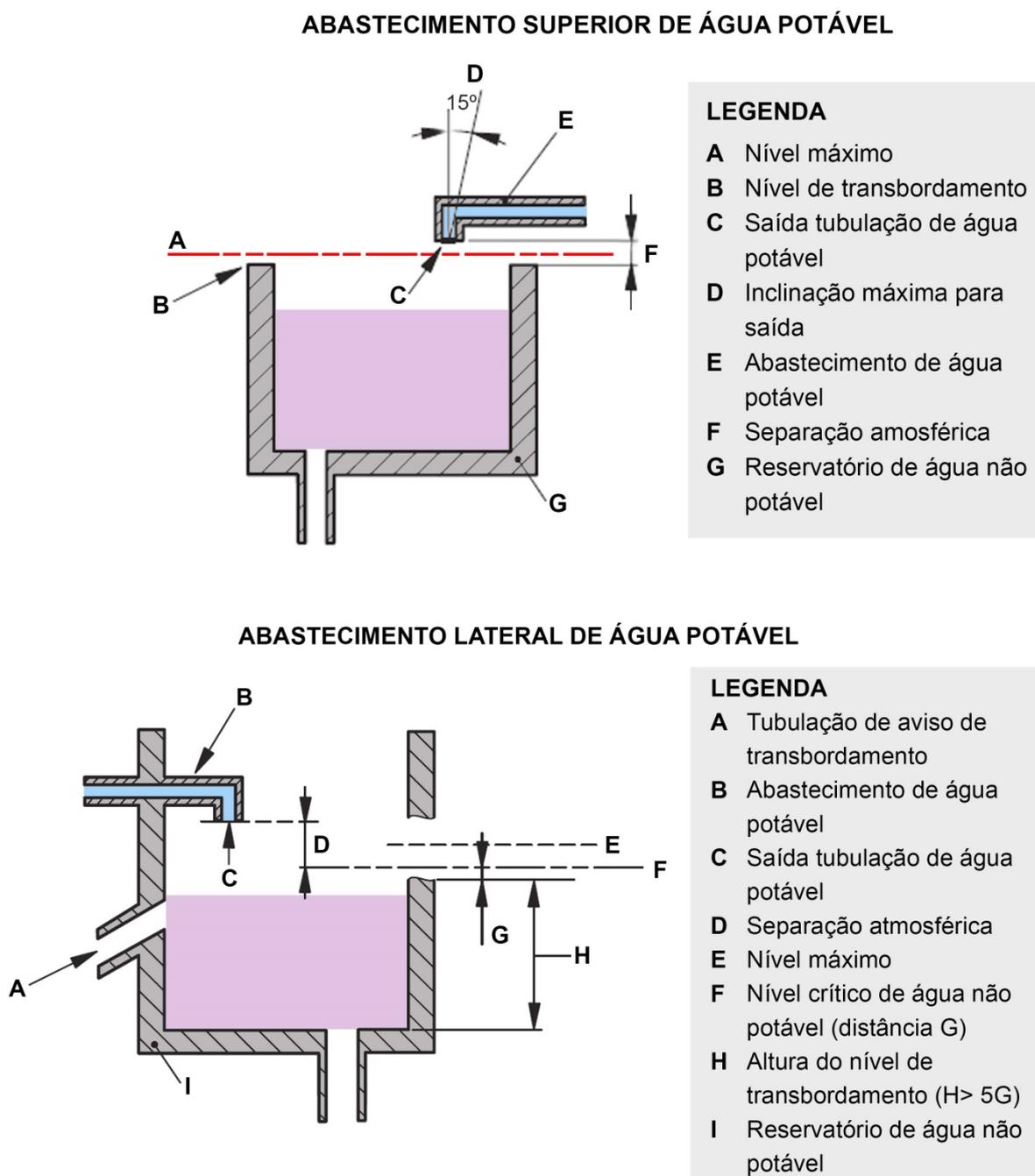
O guia USEPA (2012) ainda recomenda a instalação de componentes para prevenção de retorno do fluxo em situações com possível risco de conexão cruzada. Este componente deve ser instalado no sistema de água potável para evitar o retorno de água não potável pela tubulação, caso os dois sistemas sejam interligados acidentalmente. Entre os componentes recomendados pelo guia estão:

- separação atmosférica (*air gap*);
- montagem para prevenção de refluxo (*Reduced-pressure principal backflow prevention assembly*);
- válvula de retenção dupla (*Double-check valve*);
- quebrador de vácuo (*Pressure vacuum breaker*);
- quebrador de vácuo atmosférico (*Atmospheric vacuum breaker*).

O ponto de abastecimento de água potável que deve ser previsto no reservatório de água não potável para prevenir falta de água em situações de falha ou insuficiência de fornecimento do SPANP é um potencial risco de conexão cruzada no sistema.

Para tanto, a BS 8525-1 (British Standard, 2010) apresenta a disposição adequada deste ponto de abastecimento de água potável, conforme apresentado na Figura 2.10.

Figura 2.10 – Disposição de abastecimento de água potável em reservatório de água não potável para evitar refluxo de água

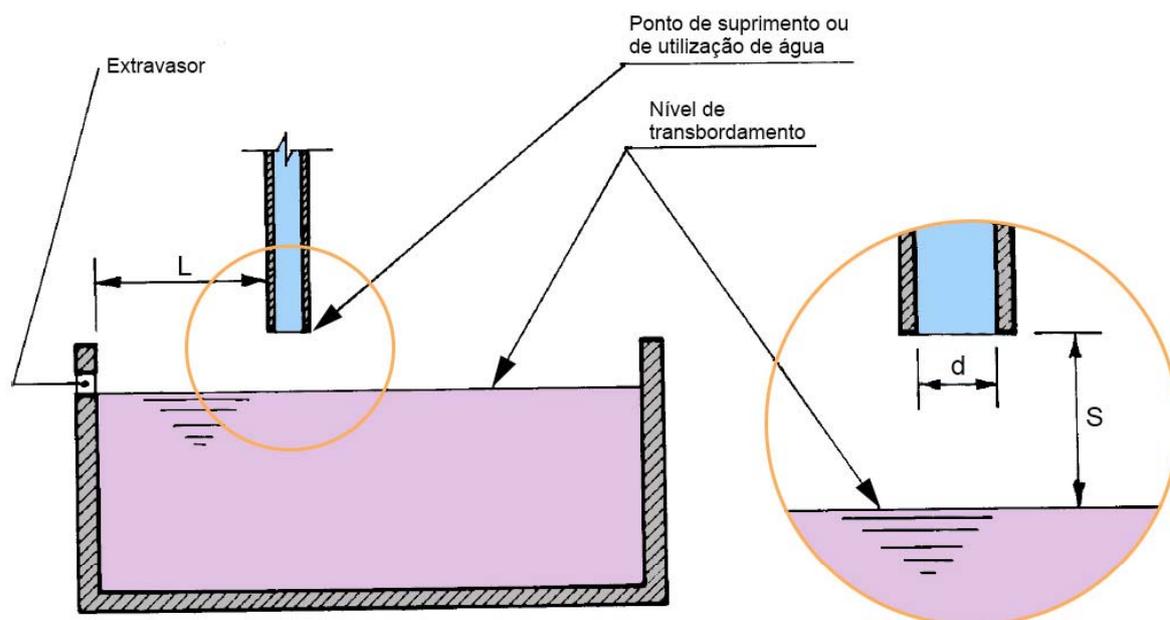


Fonte: British Standard (2010) e British Standards (2009)

A NBR 5626 (ABNT, 1998) recomenda que componentes de prevenção de refluxo sejam previstos em cada ponto de utilização ou de suprimento de água, em todo o

sistema predial de serviço de água, independente da existência de SPANP no edifício. Esta norma apresenta a separação atmosférica como sendo a mais efetiva forma de prevenção de refluxo e recomenda que seja feita conforme o esquema de instalação ilustrado na Figura 2.11.

Figura 2.11 – Separação atmosférica recomendada pela NBR 5626



LEGENDA

- L** Distância mínima entre ponto de suprimento ou de utilização de água e qualquer obstáculo próximo dele ($L_{\min} = 3d$)
- d** Diâmetro interno do ponto de suprimento ou de utilização de água
- S** Separação atmosférica

Altura mínima de separação atmosférica

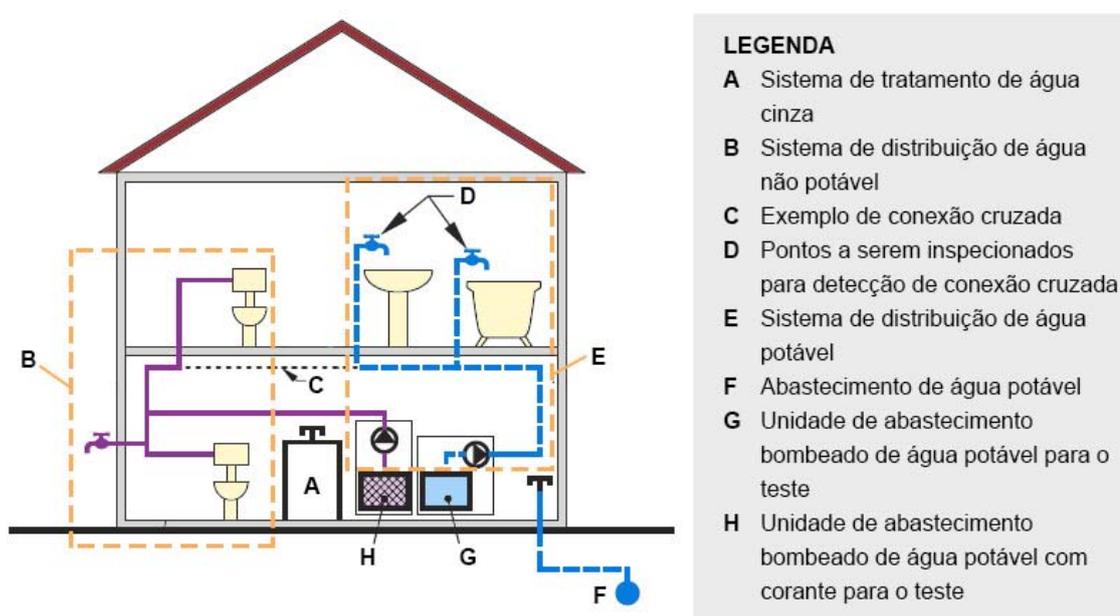
d (mm)	S_{\min} (mm)
$d \leq 14$	20
$14 < d \leq 21$	25
$21 < d \leq 41$	70
$41 \leq d$	2d

Fonte: ABNT (1998)

A adição de corante na água não potável também é apontada como forma de diferenciá-la da água potável, podendo ser constante ou não. A BS 8525-1 (British Standard, 2010) sugere o uso do corante para teste de detecção de conexão cruzada, esquematizado na Figura 2.12. De acordo com esta norma, o teste deve ser realizado antes de concluída a conexão com o abastecimento público de água

potável. O sistema de tratamento de efluentes e o abastecimento de água potável devem estar desconectados dos sistemas e fechados por uma conexão cap. Deve-se abastecer o sistema de distribuição de água não potável com água acrescida de corante. Todos os pontos de utilização devem ser abertos e deve-se observar em quais deles há presença de água tingida. Caso a água com corante esteja em um ponto de utilização destinado para água potável, significa que há uma conexão cruzada no sistema a ser identificada e corrigida.

Figura 2.12 – Teste de conexão cruzada com adição de corante na água



Fonte: British Standard (2010)

Uma vez concluída a instalação do sistema, ambos o guia USEPA (2012) e a BS 8525-1 (British Standard, 2010) apontam para a necessidade de um treinamento que oriente gestores e operadores sobre a forma adequada de operação e manutenção e os riscos inerentes ao funcionamento não conforme do SPANP.

Um manual contendo o registro de todas estas informações deve ser disponibilizado não apenas para os gestores e operadores do sistema, mas também para seus usuários. A NBR 13969 (ABNT, 1997) afirma que todos os gerenciadores dos sistemas de reúso devem indicar um responsável pela manutenção e operação do sistema. Este, de acordo com a norma, deve receber, do responsável pelo planejamento e projeto do SPANP, manuais com figuras e especificações técnicas

referentes aos sistemas de tratamento, armazenamento e distribuição e procedimentos para operação correta. Além disso, deve ser fornecido treinamento adequado para o responsável pela operação e manutenção.

Com relação à manutenção do SPANP, a NBR 15527 (ABNT, 2007) recomenda que os reservatórios sejam limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio ao menos uma vez por ano, seguindo orientação da NBR 5626 (ABNT, 1998) para instalação predial de água fria. Além disso, a norma apresenta a frequência de manutenção necessária para cada componente do SPANP-P, conforme apresentado no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Frequência de manutenção do SPANP-P

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Nota:

Quando da utilização de produtos potencialmente nocivos à saúde humana na área de captação, o sistema deve ser desconectado, impedindo a entrada desses produtos no reservatório de água de chuva. A reconexão deve ser feita somente após lavagem adequada, quando não haja mais risco de contaminação pelos produtos utilizados.

Fonte: NBR 15527 (2007)

O guia USEPA (2012) recomenda que para os componentes do SPANP sejam utilizados os mesmos requisitos de manutenção que se aplica em sistemas prediais de água potável. Coloca como obrigatória a lavagem de todo o sistema após sua execução para prevenir que resíduos provenientes da construção fiquem acumulados na tubulação, causando problemas de manutenção durante operação do conjunto.

A BS 8525-1 (British Standard, 2010) recomenda que a manutenção do sistema seja feita de acordo com as orientações do fabricante. Na ausência destas orientações

sugere a programação de manutenção apresentada no Quadro 2.6. A norma indica que estas manutenções devem ser documentadas e feitas por equipe treinada.

Outra recomendação fundamental para garantir a segurança dos usuários do SPANP é referente à análise e monitoramento da qualidade da água. A NBR 13969 (ABNT, 1997) exige que todos os processos de tratamento e disposição final de esgotos sejam submetidos à avaliação periódica de desempenho, a fim de avaliar o funcionamento do sistema, e o grau de poluição que este causa, e assegurar que está operando conforme garantia do fornecedor do sistema.

Durante a fase inicial de operação, esta norma recomenda que a amostragem de afluente e efluente do sistema de tratamento seja feita a cada quinze dias. Após o sistema entrar em regime, esta amostragem pode ser feita a cada trimestre. O tipo de amostra deve ser definido proporcionalmente à vazão do sistema, em campanha horária de ao menos 12 horas consecutivas. As amostras coletadas devem ser preservadas e analisadas de acordo com os procedimentos do “*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*”.

Assim como a NBR 13969 (ABNT, 1997), o guia USEPA também indica o “*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*” como referência para os procedimentos de amostragem da água a ser analisada. Ele reforça a importância de se selecionar um laboratório certificado para realização das análises, uma vez que resultados não confiáveis nos laudos colocam em risco a segurança dos usuários do sistema. De acordo com o guia, o programa de monitoramento do SPANP deve estabelecer metas de desempenho para o sistema de tratamento. Estas metas nortearão a análise de qualidade da água, conforme exemplo da Tabela 2.9.

Quadro 2.6 – Frequência de manutenção do SPANP

Componente	Operação	Observação	Frequência ⁽¹⁾
Filtros, membranas, elementos de apoio e filtros biológicos	Inspeção / manutenção	Checar a condição dos filtros e demais componentes e limpar ou trocar, caso necessário.	Anual
Biocida, desinfetante ou outro produto químico consumível	Inspeção / manutenção	Checar se todas as unidades de dosagem de produto químico estão operando adequadamente; reabastecer o reservatório de químicos se necessário.	Mensal
Lâmpadas UV	Inspeção / manutenção	Limpar e trocar, se necessário.	A cada 6 meses
Reservatórios / cisternas	Inspeção	Checar a existência de vazamentos, formação de detritos, estabilidade do reservatório e tampa de fechamento está posicionada corretamente.	Anual
Bombas e controles das bombas	Manutenção	Drenar e limpar reservatório	A cada 10 anos
Abastecimento de água potável do reservatório de água não potável	Inspeção / manutenção	Checar a existência de vazamentos e corrosão; realizar testes de funcionamento; checar a carga de gás em tanques de expansão.	Anual
Unidade de controle	Inspeção	Checar o funcionamento do abastecimento de água e a manutenção do <i>air gap</i> .	Anual
Indicador de nível d'água (se instalado)	Inspeção / manutenção	Checar o funcionamento da unidade de controle, incluindo teste das funções de alarme, quando aplicável.	Anual
Fiação elétrica	Inspeção	Checar se o indicador está fazendo a leitura correta do nível de água no reservatório.	Anual
Tubulação	Inspeção	Checar visualmente se a fiação está segura.	Anual
Identificações	Inspeção	Checar a existência de vazamentos, se a tubulação está estanque e se os pontos de transbordamento não apresentam obstrução.	Anual
Suportes e fixações	Inspeção	Checar se todas as identificações e placas estão corretas, visíveis e nos locais corretos.	Anual
Backwash (fluxo reverso)	Ajustar e fixar, onde necessário.		Anual
Nota:	Inspeção / manutenção	Checar funcionamento	Anual

(1) Estas frequências são recomendadas apenas quando não há informação de manutenção fornecida pelo fabricante do componente.

Tabela 2.9 – Requisitos de monitoramento da qualidade da água no Texas

Categoria	Há contato humano?	Exemplos de atividade-fim	Frequência de monitoramento	Enterococci (MPN/100mL)	Coliformes fecais ou <i>Escherichia coli</i> (MPN/100mL)	CBOD ₅ ou BOD ₅ (mg/L)	Turbidez (NTU)
Tipo I	Sim	Irrigação, recreação, combate a incêndio, des carga de bacia sanitária	2 vezes por semana	9 / 4 ⁽¹⁾	75 / 20 ⁽¹⁾	5	3
Tipo II	Não	Uso restrito ou remoto	1 vez por semana	35	800 / 200 ⁽¹⁾	15 ou 20 ⁽²⁾	N/A

Nota:

(1) O primeiro valor refere-se ao valor máximo de uma única amostra e o segundo valor se refere à média mensal (BOD₅ e turbidez) ou à média geométrica mensal (coliformes fecais ou *Escherichia coli*).

(2) No uso Tipo II, o valor máximo para a média mensal de CBOD₅ é de 15mg/L enquanto BOD₅ é 20 mg/L para o mesmo período.

Fonte: USEPA (2012)

A BS 8525-1 (British Standard, 2010) afirma não ser necessária a realização de testes frequentes de amostra de água do SPANP. Estes testes só deveriam ser realizados quando detectada operação insatisfatória do sistema ou doença associada ao uso de água, a fim de investigar a causa do problema. Estas amostras devem ser representativas da água não potável no ponto e período de coleta, em condições normais de operação do sistema.

Amostras para análise microbiológica, ainda de acordo com esta norma, devem ser feitas conforme as orientações da BS EM ISO 19458, atentando-se para a presença de biocidas e necessidade de desinfecção do ponto de coleta. Amostras para análises químicas e físicas devem seguir procedimentos da BS ISO 5667-5. Não são recomendados testes antes de o sistema entrar em regime, uma vez que a possível presença de água potável utilizada na fase de comissionamento e teste de conexão cruzada pode alterar os resultados das análises.

A NBR 15527 (ABNT, 2007), embora seja uma norma específica de SPANP no País, não faz menção à análise de afluentes e efluentes do sistema de tratamento.

2.3 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Como mencionado anteriormente, é possível obter diversas qualidades de água, de acordo com a tecnologia de tratamento e desinfecção adotada para cada projeto. Conforme ilustrado no Gráfico 2.2 da USEPA (2012), é possível selecionar o método mais adequado e economicamente mais viável para cada situação, de acordo com a atividade-fim a que se destina a água.

Gráfico 2.2 – Disponibilidade de tratamentos para diversos tipos de qualidade de água



* Nível de tratamento depend da atividade fim a que se destina o reúso

Fonte: USEPA (2012)

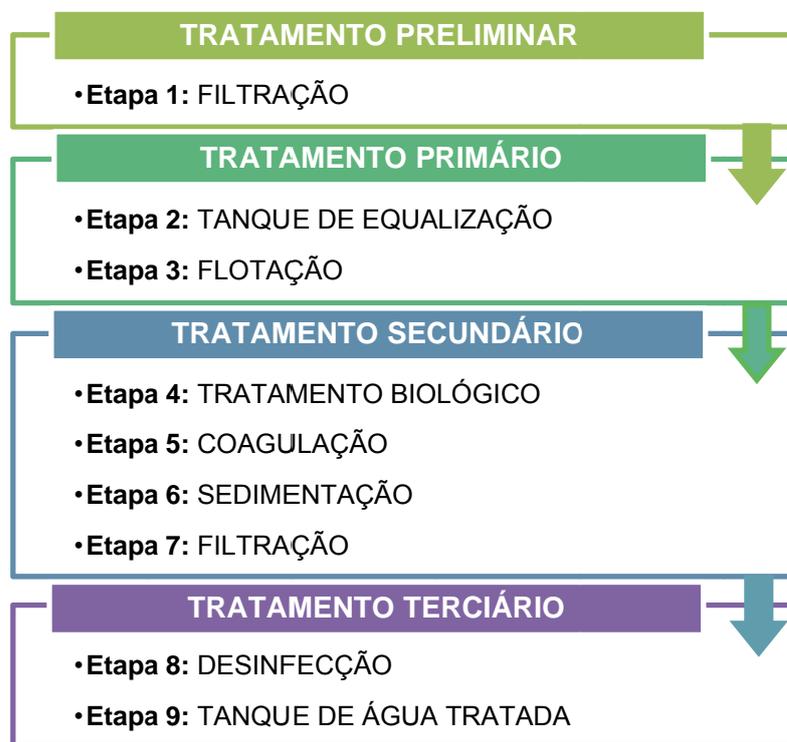
Por existir grande variedade de características tanto da fonte a ser utilizada como da finalidade a que será destinado o efluente recuperado, os diversos tipos de tratamento que podem ser empregados para SPANP variam desde soluções mais simples para residências até processos de tratamento combinados e mais avançados para reuso em maior escala. O que define qual o tratamento mais adequado é a análise dos requisitos de qualidade da água produzida em função das características da fonte utilizada e da aplicação pretendida para a água recuperada.

2.3.1 Etapas de tratamento

Monteiro (2009) afirma que na composição dos efluentes domésticos 99,9% corresponde à água e 0,1% são sólidos: material orgânico e inorgânico, microrganismos, óleos e graxas, nutrientes, metais e outros elementos. Os sólidos do efluente doméstico ainda podem ser diferenciados em material flutuante, sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. Por meio de processo físico de decantação é possível separar os sólidos flutuantes e sedimentáveis, mas a água remanescente deste processo ainda apresenta sólidos dissolvidos e em suspensão, para a remoção dos quais se faz necessário um processo biológico.

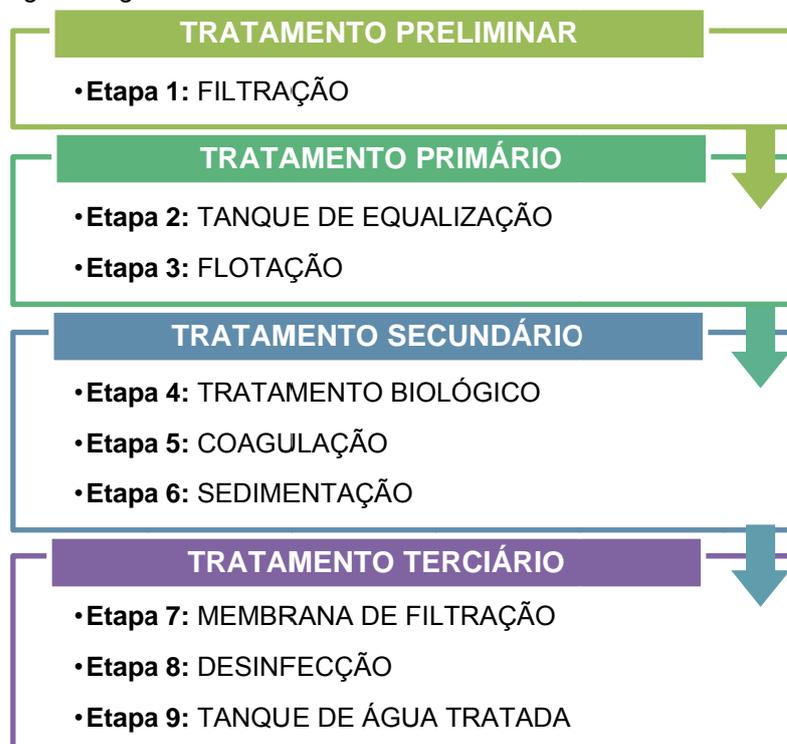
Dada à diversidade de componentes do efluente doméstico, um sistema de tratamento de água pode ser subdividido em quatro etapas, conforme apresentado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA, 2012) e esquematizado nas Figuras 2.13 e 2.14:

Figura 2.13 – Esquema de etapas de tratamento de efluentes de águas cinzas



Fonte: Adaptado de BONI (2009) e PAULA (2005)

Figura 2.14 – Esquema de etapas de tratamento de efluentes de águas negras



Fonte: Adaptado de BONI (2009) e PAULA (2005)

Ainda de acordo com definição da COPASA (2012), o tratamento preliminar corresponde à primeira remoção de sólidos grosseiros e areia por meio de mecanismos físicos. Segundo Paula (2005), este nível de tratamento pode ser obtido por meio de processo de gradeamento, desaeradores (caixas de areia), caixas de retenção de óleos e gorduras e peneiras.

O tratamento primário, segundo apresentado por Boni (2009), é eficaz na remoção de matéria particulada maior que 50 μm . Neste nível de tratamento, cerca de 50% dos sólidos suspensos e entre 25 e 50% de DBO_5 são removidos, além de nitrogênio orgânico, entre 10 e 20% de diminuição, e cerca de 10% de redução de fósforo. Nutrientes, metais e microrganismos associados com particulados do esgoto também são retidos nesta fase do tratamento. Paula (2005) aponta que os processos utilizados para obtenção desta qualidade de efluente são: decantação primária ou simples, precipitação química com baixa eficiência, flotação e neutralização.

Ainda de acordo com Boni (2009), no tratamento secundário o processo biológico atua na separação de líquido e sólido, com a sedimentação do lodo e a remoção de matéria orgânica concentrada. Neste nível de tratamento são encontrados valores entre 10 e 30 mg/L de sólidos suspensos e DBO_5 . Entre 10 e 50% de nitrogênio orgânico é removido nesta etapa e o fósforo é convertido em fosfato (PO_4^{3-}). Alguns patogênicos e contaminantes dissolvidos são removidos com o tratamento biológico e biossólidos produzidos durante o tratamento secundário podem ser tratados por digestão aeróbia e anaeróbia, compostagem e outras tecnologias de remoção de sólidos.

Entre os processos de tratamento secundário estão: processos de lodos ativados, lagoas de estabilização, sistemas anaeróbios com alta eficiência, lagoas aeradas, filtros biológicos, precipitações químicas com alta eficiência, conforme apresentado por Paula (2005).

O tratamento terciário visa, de forma complementar à etapa anterior, remover colóides e sólidos suspensos, podendo ser feito por processo de filtração (filtros de areia), coagulação química e desinfecção. Em tratamentos mais avançados, a

remoção de poluentes específicos, além de amônia e nitratos, pode ser obtida por meio da troca iônica, enquanto a remoção de sólidos dissolvidos totais pode ser feita por osmose reversa (BONI, 2009). Além destes, também podem ser empregados neste nível de tratamento processos por adsorção em carvão ativado, eletrodialise, remoção de nutrientes, oxidação química e remoção de organismos patogênicos (PAULA, 2005).

Analisando a importância de cada etapa no processo de tratamento, Tchobanoglous *et al.* (2003) apresenta, para cada uma das fases, os valores reais e percentuais de remoção de contaminantes presentes no efluente bruto, conforme Tabela 2.10.

Não são objeto deste estudo a estação de tratamento ou as tecnologias de tratamento existentes, por isso, nos próximos itens serão apresentados os principais sistemas de tratamento existentes, porém sem aprofundar detalhes técnicos de seu funcionamento. Para esta pesquisa, parte-se do princípio que os sistemas de tratamento apresentam condições de modificar a qualidade da água satisfatoriamente para o fim a que se destina, sem colocar em risco a segurança dos usuários.

Tabela 2.10 – Remoção de contaminantes presentes na água residuária de acordo com a etapa de tratamento

Parâmetros	Efluente de tratamento primário		Efluente de tratamento secundário		Efluente de tratamento terciário		Efluente de tratamento avançado	
	Concentração bruta	% de remoção	Concentração	% de remoção	Concentração	% de remoção	Concentração	% de remoção
Esgoto								
CBOD ⁽¹⁾	185	19	13	74	4,3	5	NA	-
SST	219	40	9,8	55	1,3	4	NA	-
COT	91	21	14	64	7,1	8	0,6	7
ST	1452	9	1183	10	1090	6	43	72
Turbidez (NTU)	100	12	14	74	0,5	14	0,27	0
Amônia-N	22	5	9,5	52	9,3	1	0,8	39
Nitrato-N	0,1	0	1,4	0	1,7	0	0,7	0
KNT	31,5	3	13,9	53	14,2	0	0,9	41
Fosfato-P	6,1	16	3,4	28	0,1	54	0,1	0
Esgoto não convencional								
Arsênio	0,0032	3	0,0025	19	0,0015	30	0,0003	40
Boro	0,35	0	0,42	0	0,31	13	0,29	3
Cádmio	0,0006	17	0,0012	0	0,0001	67	0,0001	0
Cálcio	74,4	3	66,7	7	70,1	0	1	88
Cloreto	240	3	238	0	284	0	15	90
Cromo	0,003	0	0,002	32	0,001	24	0,001	28
Cobre	0,063	0	0,043	33	0,009	52	0,011	0
Ferro	0,6	11	0,18	59	0,05	22	0,04	2
Chumbo	0,008	0	0,008	0	0,001	93	0,001	0
Magnésio	38,5	1	39,3	0	6,4	82	1,5	13
Manganês	0,065	4	0,039	37	0,002	57	0,002	0
Mercurio	0,0003	33	0,0001	33	0,0001	0	0,0001	0
Níquel	0,007	0	0,004	33	0,004	11	0,001	45
Selênio	0,003	0	0,002	16	0,002	0	0,001	64
Prata	0,002	0	0,001	75	0,001	0	0,001	0
Sódio	198	3	198	0	211	0	11,9	91
Sulfato	312	9	309	0	368	0	0,1	91
Zinco	0,081	6	0,024	64	0,002	27	0,002	0

Nota:

Todas as unidades de medida são mg/L, exceto quando indicada outra unidade de medida.

Tratamento primário consiste de peneira de filtração seguido de filtração em disco de tela. Tratamento secundário considerando jacinco d'água. Tratamento terciário envolve precipitação e filtração profunda.

Tratamento avançado consiste de osmose reversa, processo *air stripping* e adsorção de carbono.

(1) Concentração bruta e efluente de tratamento primário apresentam DBO e não CBOD.

Fonte: TCHOBANOGLIOUS et al (2003)

2.3.2 Sistema básico de dois estágios

O sistema básico de dois estágios, conforme apresentado por Jefferson *et al.* (1999), corresponde ao sistema mais empregado para reúso doméstico. O efluente coletado passa por um curto período de tempo retido, para sedimentação de sólidos. Sua natureza química não é alterada e é reduzida a remoção de contaminantes químicos e biológicos. A desinfecção é feita com a adição de cloro ou bromo, em pastilhas ou dosagem de solução líquida.

Ainda de acordo com Jefferson *et al.* (1999), como esta água permanece com alta carga orgânica e turbidez, a ação do agente desinfetante pode ser limitada, uma vez que são encontradas partículas maiores que 40 μm na água. Estas partículas reduzem a capacidade de difusão do agente desinfetante, impedindo a eliminação de patogênicos. Além disso, quando utilizado cloro como material desinfetante, a matéria orgânica presente na água pode reagir formando subprodutos como cloraminas e trihalometanos, elementos de baixo poder desinfetante e efeito prejudicial à saúde dos usuários. Odores também podem ser gerados neste processo de tratamento caso ocorra incidência de detergentes no efluente a ser tratado em quantidades superiores a 3 mg/L. Por estes motivos, este sistema é recomendado para locais onde a atividade de destino da água não potável não envolva contato com pessoas.

2.3.3 Sistemas físicos

Os sistemas físicos de tratamento de água cinza são apresentados na “Cartilha para sistemas de tratamento municipal de águas residuais” da USEPA (2004) como sendo processos mecânicos que não envolvem a adição de elementos químicos ou biológicos para remoção de poluentes. Estes sistemas consistem nos primeiros métodos de remoção de sólidos de efluentes sanitários, utilizando-se dos processos de sedimentação e filtração. Ainda hoje são largamente empregados em plantas de tratamento.

O processo de sedimentação faz uso exclusivamente da gravidade para remover partículas suspensas maiores que 30 μm como substâncias particuladas, flocos

químicos e precipitação que se sedimentam. Normalmente é usado como tratamento primário e após tratamento biológico secundário, de acordo com o “Manual de conservação e reúso da água em edificações” (ANA, 2005).

Ainda segundo este manual, o princípio do tratamento por filtração consiste em remover partículas por meio da passagem da água por areia ou outro meio poroso, como membranas (estas necessitando de um pré-tratamento). A filtração costuma ser usada após o processo de sedimentação, em tratamentos convencionais, ou seguido de coagulação/floculação.

Bazzarela (2005) afirma que a utilização de filtros, capazes de reter partículas suspensas maiores que 3 μm , pode produzir água de qualidade adequada para uso em irrigação de jardins e bacias sanitárias, sendo por vezes utilizado sistema de três estágios: pré-filtração, para remoção dos sólidos mais grosseiros do efluente recolhido da lavanderia, chuveiro e banheira, filtro de peneira, para coleta de cabelos, partículas de sabão e fibra de tecido, e filtro fino, para retenção de precipitados e material sedimentado.

A desvantagem dos filtros, segundo este autor, está na necessidade frequente de limpeza, cerca de uma a duas vezes por semana, com o descarte deste resíduo sendo feito por empresa de coleta especializada.

No tratamento por membrana (MBR) há uma barreira permanente para as partículas suspensas de dimensões superiores às da trama do material que compõe a membrana, removendo partículas e microrganismos da água. Esta pode variar de 0,5 μm para membranas de microfiltração a dimensões moleculares utilizadas em osmose reversa.

Os efluentes gerados por estes sistemas apresentam turbidez muito baixa e densidade de coliformes abaixo do nível de detecção de acordo com os dados apresentados por Jefferson *et al.* (1999). Segundo Mierzwa (2014), a qualidade do efluente tratado neste caso é superior aos demais e o lodo biológico gerado por este sistema pode ser descartado na rede pública de esgoto.

São sistemas compactos, que requerem pouca área para instalação, e são de fácil operação. Durante o processo de remoção de contaminantes não há adição de produto químico e a variação de característica do efluente pouco influencia na qualidade da água tratada (RODRIGUES, 2012).

A desvantagem deste tipo de tratamento apontada por Jefferson *et al.* (1999) é o maior consumo de energia, se comparado ao filtro de areia, por exemplo, e o aumento da demanda energética e resistência mecânica em situações de obstrução dos poros por poluentes. A prevenção das obstruções pode ser feita com o aumento da frequência de limpeza da membrana ou redução da velocidade do fluxo de operação, o que implica em necessidade de uma membrana com maior área.

Ainda de acordo com Jefferson *et al.* (1999), estudos mostram que sistemas de tratamento feitos exclusivamente por processos físicos tendem a falhar na remoção de coliformes das águas residuárias. Isso é explicado pela passagem de proteínas transportando espécies de coliformes através dos poros da membrana.

2.3.4 Sistemas químicos

Em geral, antecedido por um processo de filtração para remoção de sólidos, este processo de tratamento consiste em desinfecção por adição de compostos do grupo fenólico, álcoois, halogênios e metais pesados, conforme apresentado por Gonçalves *et al.* (2006). Boni (2009) ressalta que a desinfecção é uma etapa fundamental no tratamento de efluentes para reúso, uma vez que é responsável pela inativação de organismos patogênicos.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2006), os agentes químicos mais utilizados no Brasil para desinfecção de esgotos sanitários são cloro, dióxido de cloro e ozônio. Este último é um oxidante extremamente reativo e altamente bactericida, mas sua complexidade operacional e alto investimento para implantação e operação o tornam uma opção economicamente inviável ainda hoje.

No caso da desinfecção por adição de cloro, Boni (2009) afirma que as dosagens variam entre 5 e 15 mg/L, com tempo de contato recomendado de 30 minutos a 2

horas. O cloro residual deve ser removido pela adsorção de carbono ativado para que não ocorra sua combinação com amônia, reação que produz compostos químicos como cloraminas, podendo gerar sabor à água.

Mierzwa (2014) ressalta que o tratamento químico requer gestão constante do sistema e produz um lodo residual que não pode ser descartado na rede pública, sendo necessária a contratação de empresa especializada para sua remoção.

No processo de coagulação e floculação química, de acordo com o manual da ANA (2005), são utilizados sais de ferro ou alumínio, polietrólise ou ozônio a fim de desestabilizar as partículas colóides do esgoto recuperado, precipitar o fósforo e flocular as partículas que, adquirindo maior massa, podem ser mais facilmente removidas por sedimentação e filtração.

2.3.5 Sistemas biológicos

Sistemas de filtração isolados não garantem a redução adequada de contaminantes orgânicos para prevenir a reprodução de microrganismos. Para tanto, afirma Jefferson *et al.* (1999), é necessário o tratamento biológico, responsável por remover o material biodegradável do efluente.

Conforme apresentado por Monteiro (2009), o tratamento biológico de água cinza é utilizado para retirar os sólidos dissolvidos no efluente, a partir da adição de bactérias e microrganismos associados, que utilizam a matéria orgânica como fonte em seus processos metabólicos. Estes, por sua vez, se distinguem em catabolismo, correspondente à quebra de material orgânico para geração de energia, e anabolismo, referente à utilização de parte da energia liberada para produção de novas células. Assim, o material dissolvido é utilizado para geração de energia e crescimento bacteriano. As bactérias e microrganismos associados apresentam-se na forma de sólidos suspensos e podem ser posteriormente separados da água.

Mierzwa (2014) afirma que este tipo de sistema tem menor geração de lodo, de características semelhantes aos dejetos comumente gerados pelo esgoto, e menor custo de operação, mas requer um maior investimento inicial. Este sistema necessita

operar continuamente e com a mesma característica de água, não sendo, portanto, adequado para tratamento combinado de fontes distintas como, por exemplo, pluvial e águas cinzas simultaneamente.

Os processos biológicos de tratamento de águas residuárias podem ser de dois tipos: sistemas anaeróbios e sistemas aeróbios.

Sistemas anaeróbios são tratamentos biológicos que se utilizam de microrganismos que não necessitam de oxigênio para consumo da matéria orgânica presente na água. Tanques sépticos, lagoas anaeróbicas, filtros anaeróbios e reatores *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) são alguns deste tipo de sistema, conforme exemplificado pela COPASA (2012). De acordo com Gonçalves *et al.* (2006), nestes sistemas cerca de 70 a 90% do material orgânico biodegradável é convertido em biogás, entre 5 e 15% é transformada em biomassa, que constitui o lodo excedente, e entre 10 e 30% permanece no efluente.

Segundo Monteiro (2009), estes tratamentos caracterizam-se por operação à temperatura ambiente, independente de energia elétrica, menor taxa de lodo residual, menor área de instalação e simplicidade construtiva e operacional quando comparado com o sistema aeróbio.

Ainda de acordo com este autor, existe o risco de emissão de odores nesses sistemas, em função do tipo de efluente a ser tratado, e a eficiência em remover matéria orgânica, se comparado com o aeróbio, é menor, necessitando de tratamento complementar. Grande parte da matéria orgânica é convertida em biogás (gás carbônico e metano), gases com potencial energético e possibilidade de serem aproveitados.

Em sistemas aeróbios a degradação da matéria orgânica por microrganismos ocorre com a necessidade de oxigênio. Neste processo, o efluente deve ser submetido a temperaturas específicas, estar com pH e oxigênio dissolvido controlados e obedecer a relação de massa com os nutrientes de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Estes sistemas alcançam maiores taxas de redução de matéria orgânica e têm menor risco de emissão de odor, porém precisam ser implantados

em área externa e geram maior quantidade de lodo residual quando comparados ao sistema anterior. São exemplos deste tipo de tratamento as lagoas aeradas, filtros biológicos, sistemas de lodos ativados e reatores aeróbios com biofilmes (COPASA, 2012).

Nestes sistemas, conforme apontado por Gonçalves *et al.* (2006), cerca de 40 a 50% da matéria orgânica biodegradável é convertida em gás carbônico (CO₂), enquanto 50 a 60% é transformada em biomassa microbiana, produzindo o lodo excedente, e entre 5 e 10% permanece no efluente gerado. De acordo com este autor, o tratamento aeróbio é o único capaz de remover a turbidez de forma consistente para o reúso em SPANP.

Nos últimos anos, Bazzarela (2005) aponta que tem se observado a associação dos tratamentos anaeróbio e aeróbio visando um processo altamente eficiente na remoção de matéria orgânica, em espaço menor de instalação, com consumo reduzido de energia elétrica e eliminação dos lodos residuais aeróbios por meio do reator anaeróbio. Além disso, existe a possibilidade de aproveitamento do potencial energético dos gases gerados no processo para alimentar os equipamentos eletromecânicos.

No que se refere à combinação de mais de uma tecnologia de tratamento para composição de um sistema mais completo, Tchobanoglous *et al.* (2003) reuniu dados para comparação do potencial de remoção de contaminantes de diferentes processos, conforme apresentado no Quadro 2.7.

O “Manual de conservação e reúso da água em edificações” (ANA, 2005) também apresenta uma recomendação para combinação de processos de tratamento de acordo com a fonte alternativa de água utilizada e a atividade de destino da água não potável produzida, conforme esquematizado no Quadro 2.8.

No caso de esgoto misto, sem a separação de águas cinzas e negras, Martinetti *et al.* (2007) apresenta duas opções de processo de tratamento: o sistema Mizumo e o que chama de “reciclagem das águas”. O Mizumo trata-se de um sistema industrializado pré-fabricado compacto que combina duas etapas de tratamento

anaeróbio, uma etapa de tratamento aeróbio, uma de decantação e uma de desinfecção.

O sistema “reciclagem das águas” é apresentado pelo Instituto de Permacultura da Mata Atlântica (IPEMA) como uma alternativa em locais desprovidos de rede pública de coleta de esgoto. Fazendo uso de sistemas biológicos de tratamento, o sistema é composto de cinco reservatórios, de acordo com a sequência apresentada a seguir.

- Reservatório anaeróbio séptico: corresponde a um tanque com água onde a ação de bactérias anaeróbias faz a separação da gordura.
- Reservatório aeróbio filtro-misto: trata-se de um tanque de brita e areia com plantas aquáticas ou arroz onde são retidos os sólidos orgânicos grossos enquanto as plantas filtram o efluente.
- Reservatório anaeróbio com plantas: corresponde a um tanque com água, plantas aquáticas de superfície e brita no fundo, também com função de filtração.
- Reservatório aeróbio filtro misto.
- Reservatório anaeróbio de água reciclada: trata-se de um tanque para armazenamento de água após o tratamento.

O sistema de tratamento recomendado pelo IPEMA não prevê nenhuma etapa de desinfecção do efluente. O Instituto apenas aponta a necessidade de manutenção e limpeza dos filtros por retro lavagem ou a previsão de um filtro reserva que permita a inutilização do filtro a ser limpo.

Quadro 2.7 – Potencial de remoção de contaminantes em diferentes processos de tratamento

Parâmetros	Processo de tratamento													
	Tratamento primário	Lodo ativado	Nitrificação	Desnitrificação	Filtro biológico	Biodisco	Coagulação floculação sedimentação	Filtração após A/S	Adsorção de carbono	Stripping da amônia	Troca iônica	Osmose reversa	Cloração	Ozônio
DBO	B	E	E	N	E	E	E	B	E	E	B	E	E	NE
DQO	B	E	E	N	E	E	E	B	B	NE	B	E	E	E
SST	E	E	E	N	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
NH ₃ -N	NE	E	E	B	E	E	NE	B	B	E	E	E	E	E
NO ₃ -N				E				B	NE					
Fósforo	NE	B	E	E	E	E	E	E	E			E		E
Alcalinidade	B	B			B	B	B	E						
Óleos e graxas	E	E	E		B	B	B	E	B					
Coliformes totais		E	E		NE		E	E	E				E	E
SDT														E
Arsênio	B	B	B				B	E	NE					
Boro	B	B	NE				B	NE						
Cádmio	B	E	E		NE	B	E	B	NE					
Cromo	B	E	E		NE	E	E	B	B					
Cobre	B	E	E		E	E	E	NE	B					
Fluoreto							B	NE	NE					
Ferro	B	E	E		B	E	B	E	E					
Chumbo	E	E	E		B	E	E	NE	B					
Mangânes	NE	B	B		NE	E	B	E	B			E		
Mercurio	NE	NE	NE		NE	E	NE	B	NE					
Selênio	NE	NE	NE		NE	E	NE	E	NE					
Prata	E	E	E		B	E	E	E	B					
Zinco	B	B	E		E	E	E	E	E					
Cor	NE	B	B		NE	E	E	B	E					E
Agentes formadores de espuma	B	E	E		E		B		E					NE
Turbidez	B	E	E	NE	B	E	E	E	E					E
COT	B	E	E	NE	B	E	E	B	E	NE	NE			E

Nota:

NE = Não eficaz. Remoção de 25% do contaminante no efluente

B = Bom. Remoção de 25 a 50% do contaminante no efluente

E = Eficaz. Remoção > 50% do contaminante no efluente

Células em branco denotam insuficiência de dados, resultados não conclusivos ou aumento da concentração.

Quadro 2.8 – Sistemas de tratamento recomendados pela ANA em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água

Uso potencial	Fontes alternativas de água			
	Pluvial	Drenagem	Máquina de lavar roupas	Lavatório + chuveiro
Lavagem de roupas				
Descarga de bacia sanitária		C ou D + F		
Limpeza de pisos				
Irrigação, rega de jardins	A + B + F + G	C + F + G	D ou E + B + F + G	D ou E + B + F + G
Lavagem de veículos		C ou D + F + G		
Uso ornamental				

Nota:

Os sistemas de tratamento sugeridos devem ser verificados para cada caso específico.

Para os fins relacionados à construção civil e refrigeração de máquinas, os tratamentos devem ser avaliados a cada caso particular.

Tratamentos convencionais:

A = Sistema físico: gradeamento

B = Sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia.

C = Sistema físico: filtração através de um filtro de camada dupla (areia + antracito).

D = Sistema físico - químico: coagulação, floculação, decantação ou flotação.

E = Sistema aeróbio de tratamento biológico lodos ativados.

F = Desinfecção.

G = Correção de pH.

Fonte: ANA (2005)

2.4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

O edifício, se entendido como um sistema, pode ser definido como um conjunto de partes interdependentes que formam um todo unitário, desempenhando determinada função. Cada parte deste sistema tem uma ou mais funções definidas, de acordo com o local onde está inserida no edifício, as relações que tem com as outras partes e o ambiente (BARROS, 2013).

Gonçalves (2015) afirma que, de acordo com o conceito de sistemas, as propriedades ou comportamento de cada elemento que compõe o conjunto têm efeito sobre as propriedades e comportamento do conjunto em si. E a forma como cada elemento afeta o conjunto depende das propriedades e comportamento de pelo

menos um outro elemento do conjunto. Assim, cada componente tem um efeito não independente sobre o todo.

O autor também afirma que o enfoque expansionista na abordagem de problemas consiste em lidar com subsistemas sem desmembrá-los funcionalmente do sistema a que pertencem. Desta forma, qualquer elemento deve ser analisado a partir do reconhecimento de sua relação com outros elementos e o conjunto do qual faz parte.

Dada esta relação não independente entre os elementos do conjunto, o conceito de desempenho aplicado ao sistema edifício, ainda segundo este autor, tem, portanto, caráter expansionista, uma vez que avalia princípios e comportamentos pontuais a partir do conhecimento do problema maior. Esta abordagem de questões utilizando o conceito de sistemas e a maneira expansionista de análise é denominada pelo autor de enfoque sistêmico.

Os sistemas prediais são concebidos a partir das necessidades e exigências dos usuários, logo, o desempenho do sistema está diretamente relacionado com a função para a qual foi desenvolvido. Gonçalves (2015) ressalta que quando a concepção de um sistema predial é feita desconsiderando o enfoque sistêmico, pode resultar em um sistema não adequado às necessidades do usuário, o que obriga o usuário a adaptar-se ao sistema. Drake *et al* (1986) ainda completa que um sistema de desempenho insuficiente pode afetar o desempenho de outros sistemas. Esse efeito acumulativo pode resultar em um ambiente de estresse percebido pelos ocupantes.

Neste sentido, a rede temática Construção com base em Desempenho (*Performance Based Building – PeBBu*) do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB) objetiva utilizar requisitos de desempenho para definir a adequação do edifício e de seus componentes às suas respectivas funções, ao que o estudo se refere como “*fitness for purpose*”. Segundo Sims (2002), a Construção Baseada em Desempenho contribui não apenas com estímulo para inovação tecnológica, otimização de custo e internacionalização do

comércio no setor da construção, mas também com o incentivo para concepção de design e processos construtivos mais orientados às necessidades dos usuários.

Foliente *et al.* (1998) afirma que para se compreender o conceito de desempenho, é necessário integrar em um único processo quatro dimensões distintas: a hierarquia de produto, o desenvolvimento e aplicações do conhecimento de base, o processo de construção e os aspectos de desempenho ou atributos.

Por hierarquia de produto o autor entende como sendo a identificação da categoria do produto, que pode ser um elemento individual, um subsistema ou o edifício completo, e a relação entre seu desempenho local e global. Isto é normalmente abordado em normas técnicas e regulamentações.

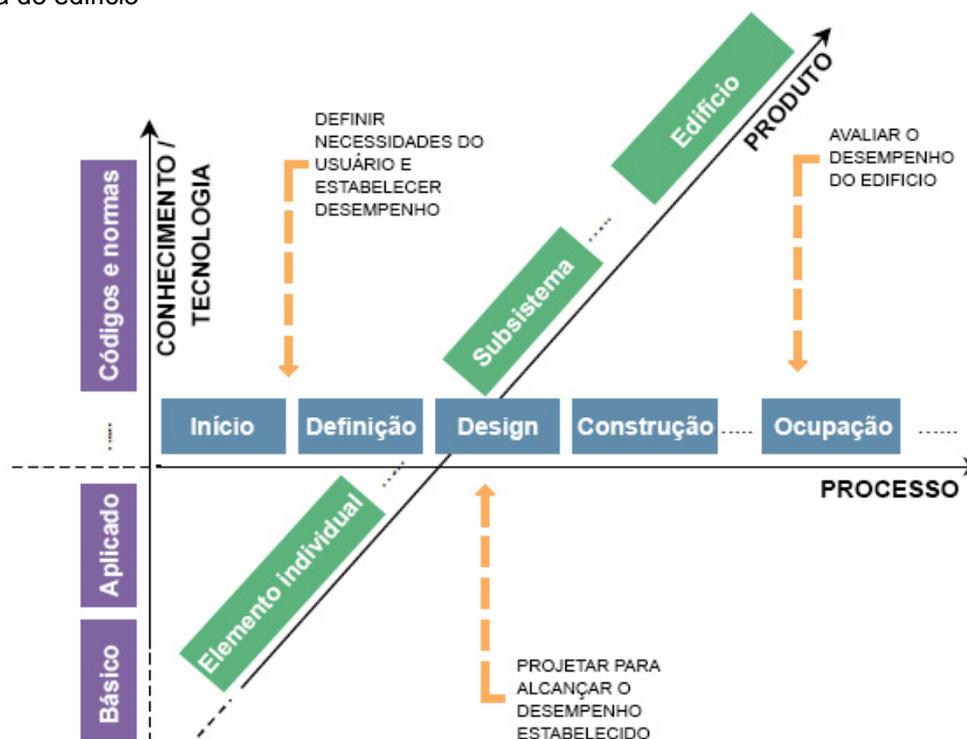
O desenvolvimento e aplicações do conhecimento de base, segundo o autor, envolvem o processo de geração de ideias e tecnologias e sua transferência para a indústria e a sociedade, por meio, por exemplo, de sua adoção em normas técnicas e regulamentações.

O processo de construção é para o autor uma consideração fundamental no processo de aquisição do edifício e envolve as várias fases do seu ciclo de vida, desde as definições iniciais, preparação de documentos de design e de construção, operação no local, entrega e ocupação.

No que se refere aos aspectos de desempenho ou atributos, o autor afirma que os requisitos do usuário devem ser considerados no momento da definição dos atributos necessários ao sistema e dos aspectos de desempenho do edifício que precisam ser avaliados.

A relação destas quatro dimensões que integram o conceito de desempenho, segundo Foliente *et al.* (1998) e sua aplicação no ciclo de vida do edifício são apresentadas no esquema da Figura 2.15.

Figura 2.15 – As dimensões do conceito de desempenho e suas aplicações no ciclo de vida do edifício



Fonte: FOLIENSTE *et al.* (1998)

Hartkopf *et al.* (1986) reforça que o conceito de desempenho estabelece como primeiro objetivo atender às necessidades dos usuários, tanto de ocupantes do edifício como da comunidade no entorno. Os limites de aceitabilidade são definidos, portanto, pelas necessidades fisiológicas, psicológicas, sociológicas e econômicas dos indivíduos e da comunidade. E este conceito enfatiza, no lugar de especificações prescritas para seleção de componentes isolados, a especificação do desempenho desejado para todo o edifício, de onde resulta a definição de demandas pelos componentes do sistema.

Foliente *et al.* (1998) afirma que o termo “usuário” pode ser utilizado em sentido mais amplo e incluir o construtor e o público em geral, conforme mencionado em relatório do CIB (1982). Assim, ele apresenta três níveis de expectativas de desempenho, de acordo com a escala do usuário: sociedade, organização e indivíduo, o que se aplica a todas as avaliações de desempenho. Grande parte das estruturas regulatórias baseadas em desempenho são variações do Sistema Nórdico de Cinco Níveis (NKB Model) desenvolvido pelo *Nordic Committee on Building*

Regulations em 1976 e aprofundado posteriormente pela rede temática do CIB. Este modelo de sistema é apresentado no Quadro 2.9.

Quadro 2.9 – Sistema Nórdico de Cinco Níveis (*NKB Model*)

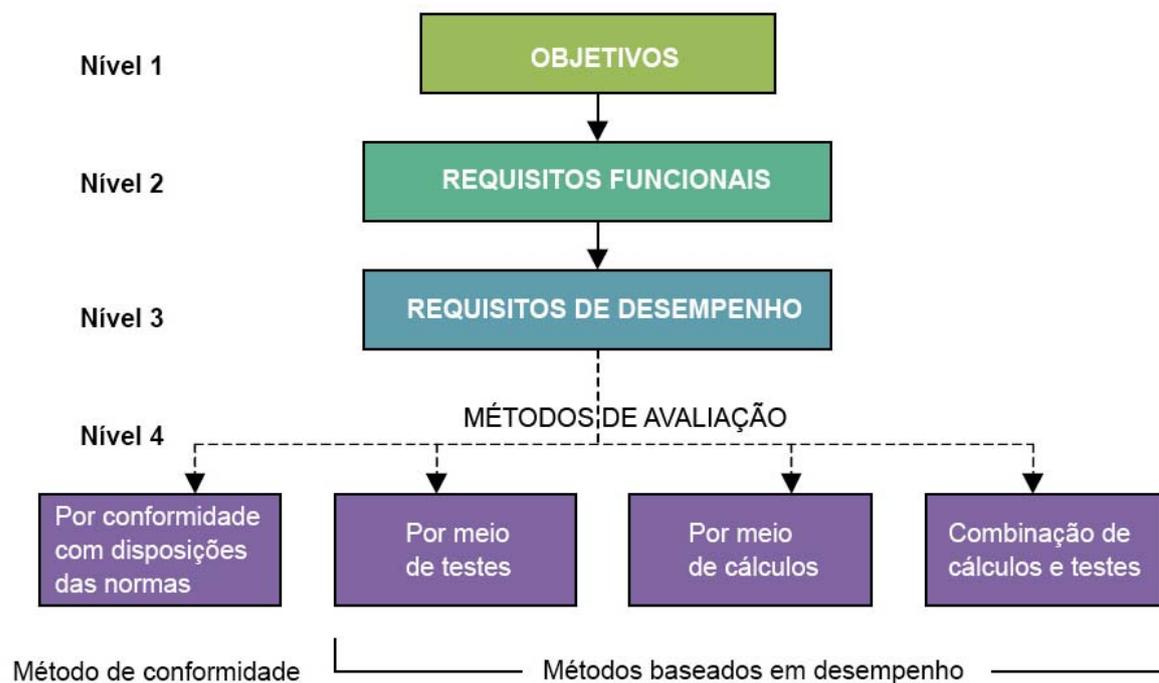
Nível	Identificação	Descrição
1	Objetivo	O objetivo aborda os interesses essenciais da comunidade em relação ao ambiente construído e/ou as necessidades dos usuários.
2	Requisito funcional	Requisitos específicos dos componentes do edifício. O requisito funcional aborda um aspecto específico ou desempenho exigido do edifício para alcançar um objetivo estabelecido.
3	Requisito operacional	Também chamado de requisito de desempenho, trata-se de uma exigência de critério de desempenho, expressos em termos quantitativos.
4	Avaliação	Instruções ou diretrizes para verificação de conformidade.
5	Exemplos de soluções aceitáveis	Complementa a regulamentação com exemplos de soluções eficazes no cumprimento do requisito.

Fonte: FOLIENSTE *et al.* (1998)

Neste sistema, o segundo e terceiro níveis representam a elaboração de requisitos, enquanto o quarto e quinto níveis especificam a forma de alcançá-los. Estes dois últimos níveis podem ser combinados por se tratarem de métodos de avaliação, conforme ilustra a Figura 2.16 (Foliente *et al.*, 1998).

Seguindo o padrão estabelecido pela NBR 15575 (ABNT, 2013), que tem seus conceitos desenvolvidos a partir dos sistemas regulatórios apresentados pelo CIB, neste trabalho, as partes do edifício serão denominadas de sistemas. Logo, sistema corresponde a uma parte funcional do edifício necessária ao atendimento das exigências dos usuários. Os produtos manufaturados que integram o sistema, cumprindo individualmente funções específicas são denominados de componentes. E o conjunto de componentes que desempenha uma determinada função como parte integrante de um sistema recebe a denominação de elemento.

Figura 2.16 – Sistema regulatório geral de quatro níveis



Fonte: FOLIENTE *et al.* (1998)

Independentemente dos componentes utilizados, os sistemas devem ser compatíveis com as exigências e necessidades dos usuários para que apresentem desempenho satisfatório. Para tanto, Barros (2013) afirma que a abordagem de desempenho consiste em (Figura 2.17):

- identificar os **usuários** dos sistemas;
- definir as **exigências** e necessidades dos usuários;
- definir as **condições de exposição** do sistema;
- estabelecer os **requisitos** de desempenho;
- estabelecer os **critérios** de desempenho;
- definir os **métodos** de avaliação.

Figura 2.17 – Esquema de abordagem de desempenho



Fonte: Adaptado pela autora de BARROS (2013)

Foliente *et al.* (1998) afirma que, uma vez que as necessidades dos usuários definem as demandas pelos componentes do edifício, é essencial a identificação e compreensão de quem são os usuários e quais são suas expectativas antes de se estabelecer critérios de desempenho.

Os usuários dos sistemas e do edifício, segundo Peixoto (2008) *apud* Graça e Gonçalves (1986), são classificados em:

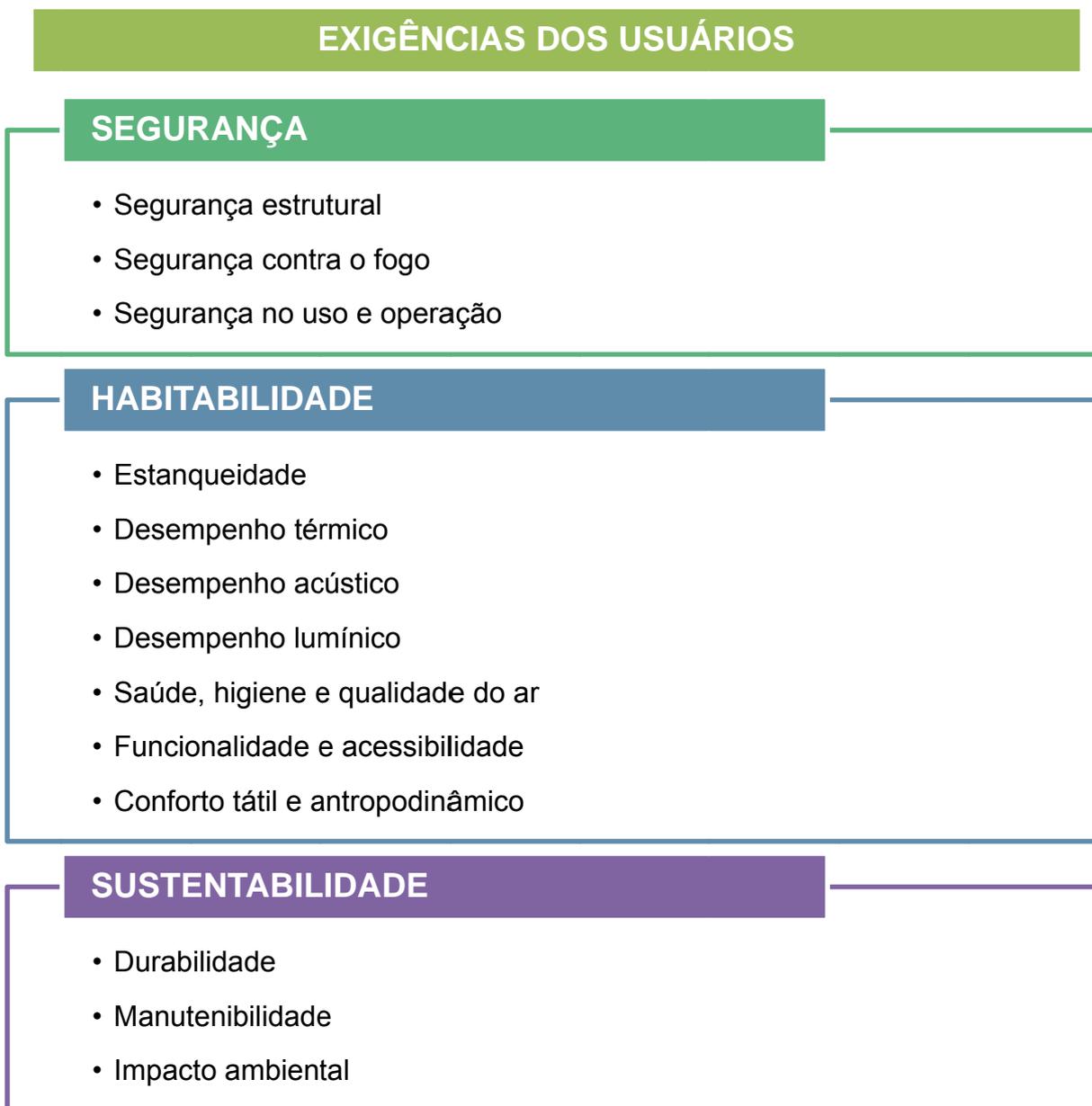
- “ocupantes do edifício”, que correspondem ao pessoal permanente, equipe de manutenção e limpeza, visitantes, entre outros;
- “não ocupantes do edifício”, tratando-se de construtores, proprietários, financiadores, administradores, vizinhos, entre outros;
- “usuários não humanos”, referente a animais, vegetação, equipamentos, máquinas etc.

Gonçalves (2015) ressalta que a caracterização do usuário está relacionada à finalidade do edifício analisado, uma vez que um mesmo usuário pode manifestar comportamentos diferentes ao utilizar edifícios de funções distintas, como um edifício residencial e um edifício de escritórios.

Por exigências do usuário entende-se o conjunto de necessidades de ocupantes do edifício, não ocupantes do edifício e usuários não-humanos que devem ser satisfeitas para que os sistemas e o edifício cumpram sua função. Para identificar quais são as exigências dos usuários é necessário, portanto, identificar quais são as atividades por eles realizadas diariamente como, por exemplo: atividades relativas à alimentação, à higiene e saúde humana, à higiene de objetos, à higiene ambiental, a lazer etc.

Foliente *et al.* (1998) apresenta a Matriz de Desempenho como uma ferramenta a ser utilizada na elaboração de objetivos e critérios quantitativos de desempenho, relacionando partes e componentes do edifício com diferentes atributos, conforme apresentado na Figura 2.18.

Especificamente focada em edifícios habitacionais, a NBR 15575 (ABNT, 2013) foi estabelecida para atender às exigências dos usuários referentes aos sistemas deste tipo de edificação. Assim como apresentado na Matriz de Desempenho (Figura 2.18), esta norma reúne as exigências dos usuários em três grupos: Segurança, Habitabilidade e Sustentabilidade.

Figura 2.19 – Classificação de exigências do usuário na NBR 15575

Fonte: Adaptado pela autora de NBR 15575 (2013)

As condições de exposição do sistema correspondem às ações do meio externo no sistema, às ações do sistema no meio externo e às ações dos elementos do sistema sobre ele próprio. Estas ações dependem da tipologia do edifício, sua localização e utilização, além das características dos usuários e dos elementos que compõem seus sistemas.

Os agentes que definem as condições de exposição, de acordo com Barros (2013), podem ser: mecânicos, eletromagnéticos, térmicos, químicos e biológicos. Os agentes mecânicos são, por exemplo, a gravidade, forças e deformações impostas,

energia cinética, vibrações e ruído. Entre os agentes eletromagnéticos tem-se radiação, eletricidade e eletromagnetismo. Entre os agentes térmicos, pode-se citar calor e congelamento. Os agentes químicos são água e solventes, oxidantes, redutores, ácidos, bases e sais. E os agentes biológicos correspondem a vegetais e animais.

Segundo a definição da NBR 15575 (ABNT, 2013), requisitos de desempenho são as condições qualitativas dos atributos que o edifício e seus sistemas devem apresentar a fim de satisfazer as exigências do usuário. Ainda de acordo com a mesma norma, os critérios de desempenho são definidos como especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, visando representar tecnicamente as exigências do usuário.

Conceitualmente, Barros (2013) afirma que a avaliação de desempenho é aplicada exclusivamente quando uma função está sendo executada. Assim sendo, o desempenho de uma edificação corresponde ao comportamento do edifício e de suas partes em uso. Tanto este como seus sistemas devem cumprir suas funções, mesmo sujeitos a ações de diversas naturezas, ao longo de sua vida útil. Embora o desempenho só possa ser observado em situações reais de utilização, sua simulação pode ser feita por meio de ensaios e modelos matemáticos e físicos, métodos de avaliação estes utilizados pela norma de desempenho. Por meio dos métodos de avaliação é possível mensurar o atendimento do critério.

2.4.1 Desempenho em sistemas prediais

Os sistemas prediais são sistemas físicos que compõem o edifício e dão suporte às atividades dos usuários ao supri-los com os insumos necessários e propiciar os serviços requeridos (PCC 2465, 2013). De acordo com Ilha e Gonçalves (2002), os sistemas prediais ligados ao serviço de água, objeto de estudo deste trabalho, podem ser divididos em três subsistemas a partir de suas finalidades: sistemas de suprimento de água, sistema de equipamentos e aparelhos sanitários e sistemas de coleta de esgoto e de águas pluviais. Araújo (2004) ainda inclui mais dois subsistemas a esta classificação: o sistema de reúso de água servida e sistema de aproveitamento de água pluvial.

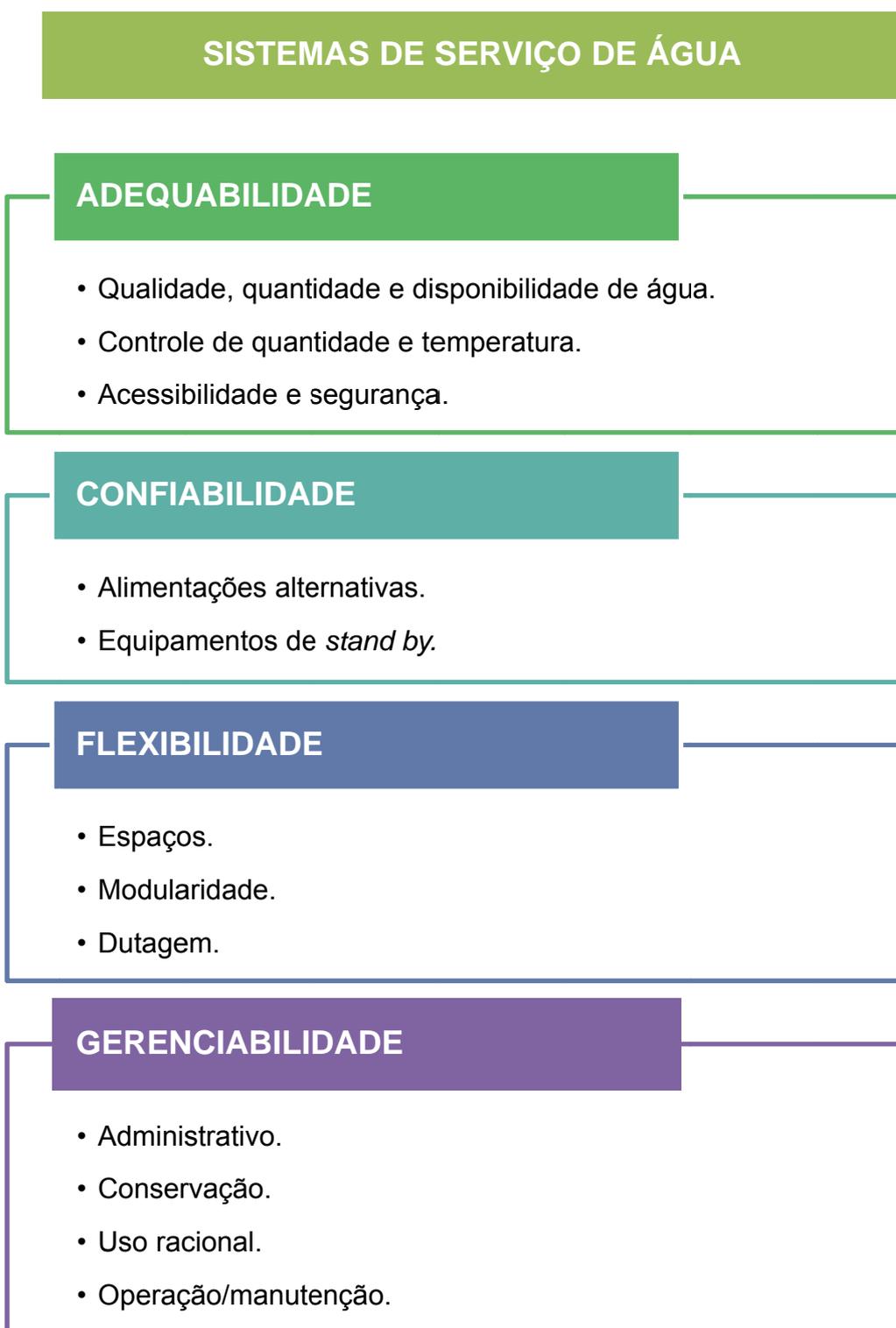
Segundo Araújo (2004), o sistema de suprimento de água tem a função de disponibilizar o insumo nos locais de utilização. O sistema de equipamentos e aparelhos sanitários, que consiste em louças, metais, componentes e acessórios sanitários, tem a função de possibilitar o uso da água nos pontos de consumo e coletar a água após utilização. O sistema de coleta de esgoto e água pluvial tem a finalidade de conduzir o efluente sanitário e pluvial para a rede pública de coleta ou para um sistema de tratamento.

Ainda segundo a mesma autora, o sistema de reúso de água servida tem a função de permitir o reaproveitamento de água previamente utilizada no edifício em pontos de consumo destinados à água não potável. E o sistema de aproveitamento de água pluvial tem por finalidade fornecer esta fonte de água não potável como alternativa de abastecimento para pontos de consumo específicos no edifício.

Hartkopf *et al.* (1986) afirma que o desempenho de sistemas pode ser avaliado, e suas alternativas comparadas, em termos de três características: adequabilidade, confiabilidade e flexibilidade.

Adequabilidade, segundo o autor, é uma medida de quanto o edifício e seus componentes conseguem atender às necessidades dos usuários, no momento presente e em um futuro próximo. Confiabilidade refere-se à probabilidade de o sistema permanecer em operação, conforme concebido, durante seu ciclo de vida, desde que garantida a manutenção adequada de seus componentes. E flexibilidade é a medida da capacidade de adaptação do sistema, sem que perca adequabilidade, às mudanças de função e ocupação que possam ocorrer ao longo do ciclo de vida do edifício.

PCC 2465 (2013) inclui uma quarta característica na avaliação de desempenho, além das anteriormente apresentadas: a gerenciabilidade. Esta consiste na capacidade organizacional de gerir informações dos sistemas de forma a permitir a ação efetiva sobre eles. Assim, avaliando-se os sistemas prediais de serviço de água, é possível estabelecer suas características funcionais, conforme apresentado na Figura 2.20.

Figura 2.20 – Características dos sistemas prediais de água

Fonte: Adaptado pela autora de PCC 2465 (2013) e GONÇALVES (2015)

A natureza do edifício e as características dos usuários são fatores fundamentais para a determinação das exigências dos usuários e estão diretamente relacionadas com as atividades por eles realizadas naquele local. Gonçalves (2015) e PCC 2465

(2013) apresentam a relação de atividades ligadas aos sistemas sanitários prediais descritas a seguir.

- Atividades relativas à alimentação, como preparo de bebidas, lavagem e cocção de alimentos.
- Atividades relativas à higiene e saúde pessoal, como lavagem corporal parcial ou completa de adultos e crianças e cuidados com enfermos.
- Atividades relativas à higiene de objetos de uso pessoal, como lavagem de roupas e atividades afins e lavagem de utensílios.
- Atividades relativas à higiene ambiental, como remoção de dejetos, limpeza e manutenção de elementos do edifício, de mobiliário, utensílios e objetos gerais.
- Atividades relativas ao lazer.
- Atividades relativas a processos específicos.

No caso específico do SPANP, quando a água utilizada não atende aos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2914 (2011), nem todas as atividades da relação acima se aplicam. Conforme apresentado no item “2.1 Qualidade da água” deste capítulo, de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998), a NBR 13969 (ABNT, 1997) e “Manual de conservação e reúso da água em edificações” (ANA, 2005), as atividades relacionadas aos sistemas prediais de água não potável são descritas a seguir.

- Atividades relativas à higiene de objetos de uso pessoal, restrito à lavagem de roupas.
- Atividades relativas à higiene ambiental, como remoção de dejetos, descarga de bacias sanitárias e mictórios, limpeza e manutenção de elementos do edifício, lavagem de piso e lavagem de veículos.
- Atividades relativas a processos específicos, como irrigação, fins ornamentais, lagos e chafarizes, combate a incêndio e resfriamento de equipamentos de ar condicionado.
- Atividades relativas à fase de construção do edifício, como lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação e controle de poeira.

Com relação às condições de exposição dos sistemas prediais, conforme mencionado anteriormente, podem ser de três tipos: ações do meio externo no sistema, ações do sistema no meio externo e ações dos elementos do sistema sobre ele próprio.

Gonçalves (2015) enumera como ações do meio externo sobre os sistemas prediais de serviço de água:

- variação de temperatura,
- cargas estáticas e dinâmicas,
- corrosão interna e externa,
- danos devidos à manutenção,
- descoloração,
- crescimento de bactérias e fungos,
- efeitos do fogo.

As ações dos sistemas prediais de serviço de água no meio externo, de acordo com o autor, são:

- ruídos,
- danos causados pela água,
- entupimentos,
- umidade,
- cargas estáticas e dinâmicas,
- danos devidos à manutenção,
- diminuição da resistência de elementos estruturais,
- poluição,
- descoloração,
- crescimento de bactérias e fungos,
- odores,
- propagação do fogo.

As ações dos elementos dos sistemas prediais de serviço de água sobre eles próprios são:

- risco de explosão,
- danos ocasionados por uso incorreto,
- danos ocasionados por ocorrências acidentais,
- efeitos de transferência de calor,
- golpe de aríete,
- condensação,
- pressões de água,
- cargas estáticas e dinâmicas,
- fissuramento e desgaste,
- descoloração.

As condições de exposição enumeradas por Gonçalves (2015) para os sistemas prediais sanitários se aplicam para os sistemas prediais de água não potável.

A caracterização dos usuários está intimamente relacionada com a finalidade e características do edifício, que é um fator variável, mas com base no levantamento das atividades e das condições de exposição dos sistemas prediais é possível estabelecer seus requisitos de desempenho. Rosrud (1979) *apud* Araújo (2004) estabeleceu requisitos de desempenho para sistemas prediais hidráulicos que são aplicáveis ainda hoje. Muitos destes requisitos são comuns aos apresentados por Gonçalves (2015), detalhados mais adiante.

De forma resumida, de acordo com os requisitos elaborados por Rosrud (1979) *apud* Araújo (2004), o sistema predial hidráulico deve fornecer água de qualidade adequada, com vazão suficiente e controlável pelo usuário, de forma estável, a uma temperatura constante e regulável pelo usuário. Os aparelhos e equipamentos sanitários devem ser em quantidade suficiente, com tamanho, cor e espaço adequados para atividade a que se destina, ser de fácil acesso e manutenção e ser flexível para se adaptar a possíveis mudanças no edifício. O sistema de coleta de esgoto deve conduzir as águas servidas a local apropriado de descarte, sem prejudicar o meio ambiente. O mesmo se aplica, segundo os requisitos do autor à coleta de água pluvial e subterrânea.

Amorim (1989) *apud* Peres (2006) também apresenta requisitos de desempenho para sistemas prediais hidráulicos, alguns deles complementares aos elaborados por Rosrud (1979) *apud* Araújo (2004) e descritos a seguir.

- Conforto visual: os componentes do sistema predial não devem apresentar aspecto desagradável ao usuário.
- Durabilidade: os componentes do sistema devem resistir ao desgaste pelo uso durante sua vida útil, conforme projetado.
- Economia: o dimensionamento do sistema deve garantir o máximo de economia possível. A facilidade e rapidez de execução, manutenção e reposição devem ser garantidos em projeto.

Gonçalves (2015) apresenta os requisitos de desempenho de sistemas prediais separados em quatro grupos: requisitos de sistema de suprimento de água, requisitos de sistema de equipamentos sanitários, requisitos de sistema de coleta de esgotos sanitários e requisitos de condições de exposição.

Para o sistema de suprimento de água, o autor afirma ser requisito o fornecimento, sempre que necessário, de água de qualidade adequada no ponto de consumo, com a possibilidade de controle de quantidade e temperatura pelo usuário. Estes requisitos são apresentados no Quadro 2.10.

Quadro 2.10 – Requisitos de desempenho do sistema de suprimento de água

(continua)

Requisito	Descrição
Qualidade de água	O sistema deve disponibilizar água de boa qualidade no ponto de consumo.
Quantidade de água	O sistema deve disponibilizar água em quantidade suficiente no ponto de consumo.
Disponibilidade de água	O sistema deve entregar água no ponto de consumo sempre que necessário.
Adequabilidade do uso da água	O sistema deve suprir de forma conveniente a água no ponto de consumo.
Controle de quantidade de água	O sistema deve permitir o controle de quantidade de água no ponto de consumo.

Quadro 2.10 – Requisitos de desempenho do sistema de suprimento de água

(conclusão)

Requisito	Descrição
Temperatura da água	O sistema deve entregar água no ponto de consumo sempre em temperatura adequada ao uso.

Fonte: GONÇALVES (2015)

Para o sistema de equipamentos sanitários, é requisito a disponibilização de água em quantidade e qualidade adequadas, sem risco de contaminação da água utilizada. Os aparelhos devem atender às características ergonômicas dos usuários e garantir o descarte rápido do excedente de água após o uso. Os requisitos apresentados pelo autor para este grupo estão no Quadro 2.11.

No que se refere ao sistema de coleta de esgotos sanitários, ainda segundo o mesmo autor, é requisito a coleta e descarte da água e dejetos provenientes do uso de aparelhos sanitários, em quantidade, temperatura e de maneira adequada, sempre que necessário, sem colocar em risco a qualidade da água de consumo. Estes requisitos estão descritos no Quadro 2.12.

Para o último grupo, relacionado com as condições de exposição, os requisitos estabelecidos por Gonçalves (2015) são apresentados no Quadro 2.13.

Quadro 2.11 – Requisitos de desempenho do sistema de equipamentos sanitários

Requisito	Descrição
Qualidade de água	Os aparelhos e equipamentos sanitários não podem permitir a contaminação da água utilizada.
Quantidade	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem ser em quantidade suficiente.
Acessibilidade	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem permitir o acesso ao local de utilização, garantido espaços suficientes e adequados à movimentação do usuário.
Flexibilidade	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem permitir modificações e adaptações em função de alterações das exigências dos usuários ao longo do tempo.
Controle de água para uso	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem acomodar água em seu interior, conforme necessidade do usuário, em quantidade compatível com o uso.
Adaptabilidade ao usuário	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem apresentar dimensões adequadas às características ergonômicas dos usuários.
Forma e cor	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem ter cor e forma adequadas ao uso e agradáveis aos usuários.
Condução de despejos	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem conduzir rapidamente à água e os despejos provenientes do uso.
Proteção do sistema de coleta dos esgotos	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem ser providos de dispositivos que impeçam o ingresso de objetos que possam prejudicar o funcionamento da instalação de coleta de esgoto.
Capacidade de suporte	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem suportar cargas e esforços provenientes do transporte de instalação, do uso e da manutenção.
Segurança contra extravasão	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem coletar e conduzir o excesso de água sem que ocorra extravasamento, em condições normais de utilização.
Funcionalidade	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem ser agrupados de forma a permitir a utilização sequencial de maneira funcional.
Acessórios do sistema	Os aparelhos e equipamentos sanitários devem possibilitar a existência de locais destinados à colocação de objetos utilizados como acessórios de complementos das atividades pertinentes a cada tipo de aparelho.

Fonte: GONÇALVES (2015)

Quadro 2.12 – Requisitos de desempenho do sistema de coleta de esgotos sanitários

Requisito	Descrição
Qualidade de água	O sistema deve evitar a contaminação de água no sistema de suprimento e no sistema de equipamentos sanitários, garantindo a qualidade da água de consumo.
Quantidade de água	O sistema deve conduzir a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, a destino adequado, nas quantidades produzidas pelos equipamentos.
Disponibilidade	O sistema deve conduzir a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, a destino adequado, sempre que necessário.
Adequabilidade	O sistema deve escoar a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, de forma conveniente até destino adequado.
Temperatura da água	O sistema deve conduzir a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, a destino adequado, na temperatura consequente da utilização dos equipamentos.

Fonte: GONÇALVES (2015)

Quadro 2.13 – Requisitos de desempenho relacionados com as condições de exposição

Requisito	Descrição
Ruído	O sistema deve restringir, em níveis aceitáveis, os ruídos produzidos quando em operação.
Vibrações	O sistema deve restringir a ocorrência de vibrações dos equipamentos quando em operação, de modo a não causar desconforto e danos materiais.
Odores	O sistema deve restringir o retorno de odores provenientes da instalação em seu todo ou em partes.
Calor, frio e temperatura	O sistema deve funcionar de forma adequada, sem que as influências do calor, frio e variações de temperatura interfiram prejudicialmente.
Resistência mecânica	O sistema deve suportar a ação de cargas estáticas e dinâmicas, provenientes de agentes internos e externos aos sistemas.
Resistência dos elementos da construção	O sistema não deve diminuir a resistência dos elementos estruturais do edifício.
Desgaste, fissuramento e corrosão	O sistema deve resistir às ações que conduzam ao desgaste, fissuramento e corrosão aos elementos estruturais.
Danos devido ao uso	O sistema deve resistir às ações devido ao uso normal, uso inadequado e às falhas de fabricação, não devendo acarretar danos aos usuários e suas propriedades.
Condensação	O sistema deve operar sem que os efeitos da condensação prejudiquem o seu funcionamento e o meio ambiente.
Luz	O sistema deve ser à prova de penetração de luz a fim de não prejudicar a qualidade da água.
Ataque biológico	O sistema deve assegurar a não proliferação de bactérias, fungos e outros seres vivos que ataque os elementos constituintes do sistema e represente risco à saúde dos usuários ou ao meio ambiente.
Explosão	Os elementos do sistema devem ser resistentes à explosão.
Incêndio	O sistema deve minimizar a propagação do fogo na eventualidade de ocorrência de incêndio.
Preservação da natureza	O sistema deve destinar as águas servidas e despejos provenientes do uso de aparelhos de forma segura, sem colocar em risco o equilíbrio ecológico e a conservação da água.
Aparência	O sistema deve manter a aparência dos elementos constituintes, não permitindo a ocorrência de manchas, depósitos de resíduos e descoloração dos equipamentos e dispositivos.
Limpeza	O sistema deve permitir acesso a todos os elementos constituintes, de forma a possibilitar a limpeza aos mesmos.
Manutenção e reposição	O sistema deve permitir a manutenção de todos os elementos constituintes, possibilitando a fácil reposição de cada um deles.
Operação	O sistema deve facilitar a identificação de todos os elementos constituintes, possibilitando a adequada operação do conjunto.

A NBR 15575 (ABNT, 2013), ao tratar do item “Durabilidade e manutenibilidade”, na “Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários”, apresenta o requisito “Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem”, em que é recomendado que os sistemas da edificação sejam projetados de acordo com os valores teóricos preestabelecidos apresentados na Tabela 2.11. Para sistemas prediais hidráulicos, a vida útil mínima de projeto é de 20 anos.

Tabela 2.11 – Valores de Vida Útil de Projeto (VUP)

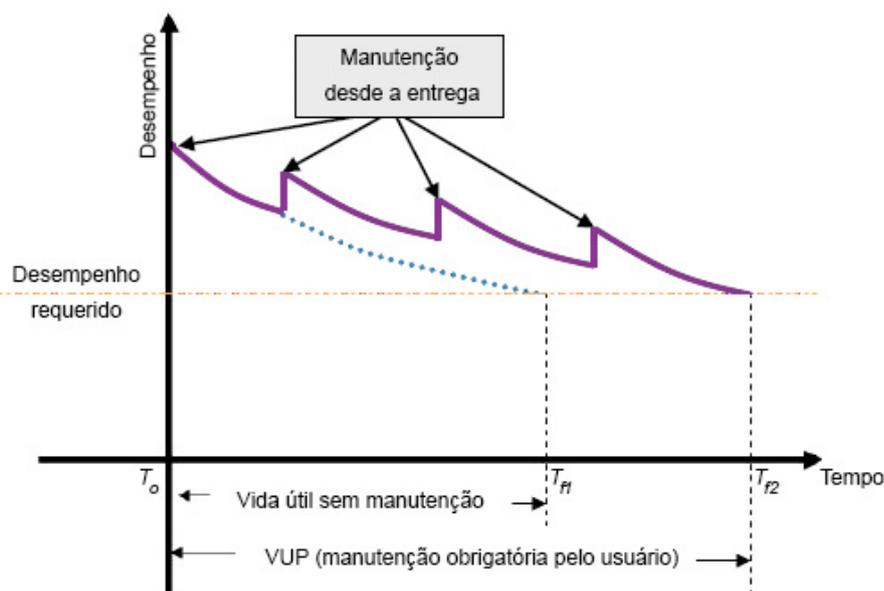
Sistema	VUP mínima (anos)
Estrutura	≥ 50 segunda ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575 (2013)

Vida útil, de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013), consiste no período de tempo entre o início da operação do sistema e o momento em que seu desempenho deixa de atender às exigências dos usuários. Trata-se de uma medida temporal de durabilidade do edifício e suas partes. A vida útil de projeto é definida pelo incorporador, o proprietário e o projetista, correspondendo à durabilidade estimada com base em dados históricos de desempenho ou em ensaios de envelhecimento acelerado.

A vida útil de um sistema pode ser prolongada por meio de ações de manutenção, conforme ilustra a Figura 2.21. Cabe aos responsáveis pela definição da VUP o estabelecimento das ações de manutenção que irão garantir que o sistema atinja a vida útil prevista pelo projeto. A não realização da manutenção prevista implica em diminuição da vida útil do sistema.

Figura 2.21 – Desempenho dos sistemas ao longo do tempo



Fonte: NBR 15575 (ABNT,2013)

A NBR 15575 (ABNT, 2013) também aborda o desempenho de sistemas prediais de água fria e quente, de esgoto sanitário e ventilação e de águas pluviais, especialmente na “Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários” do documento. Além desta, há, atualmente, um volume significativo de normas específicas para sistemas prediais de serviço de água e seus elementos, disponíveis a projetistas, executores, gestores e usuários dos sistemas, conforme referenciado na própria norma de desempenho, NBR 15575 (ABNT, 2013). Uma vez que estes sistemas não são objeto de estudo desta pesquisa, as recomendações normativas para eles atualmente disponíveis não serão aqui analisadas em detalhe.

2.4.2 Requisitos de desempenho para sistema predial de água não potável

Embora existam diversas normas específicas para sistemas prediais hidráulicos, os sistemas prediais de água não potável, objeto deste trabalho, não possuem um grande respaldo de referências normativas no País. Alguns dos requisitos do sistema predial de água potável se aplicam ao SPANP, porém há outras especificidades e cuidados que precisam ser considerados para se garantir o desempenho satisfatório deste tipo de sistema e a segurança dos usuários. Estas particularidades do SPANP não são abordadas de forma clara nas recomendações técnicas atualmente disponíveis.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) faz menção ao SPANP em alguns requisitos. Na “Parte 1: Requisitos Gerais”, em “Adequação ambiental” estabelece o requisito “Utilização e reúso de água”, recomendando em nota que as instalações hidrossanitárias privilegiem a adoção de soluções que minimizem o consumo e possibilitem o reúso da água, como forma de diminuir a demanda pelo abastecimento público e reduzir o volume de esgoto sanitário enviado para a rede de coleta. O critério deste requisito especifica parâmetros de qualidade de água a serem atendidos no caso de uso de água não potável, conforme apresentado no item “2.1 Qualidade da água” e novamente disponibilizado na Tabela 2.12. A norma indica a análise de projetos e aplicação de métodos de ensaio relacionados às normas específicas existentes como método de avaliação.

Tabela 2.12 – Parâmetros de qualidade da água para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Valor	Análise
Cloro residual livre (mg/L) ⁽²⁾	0,5 a 3	Mensal
Coliformes termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL) ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	Semestral
Coliformes totais (NMP/100mL) ⁽¹⁾	Ausência em 100ml	Semestral
Cor aparente (uH) ⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	15	Mensal
pH ⁽⁵⁾	6 a 8	Mensal
Turbidez (uT) ⁽¹⁾⁽⁶⁾	2 ou 5 (usos mais restritivos)	Mensal

Nota:

(1) Valor máximo permitido.

(2) No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

(3) Unidade Hazen (uH) (mgPt-Co/L).

(4) Caso não seja utilizado nenhum corante ou antes de sua aplicação.

(5) Deve-se prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário.

(6) Unidade de turbidez (uT).

Podem ser utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

Fonte: NBR 15575 (2013)

Na “Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários” da mesma norma, em “Saúde, higiene e qualidade do ar” o requisito “Contaminação da água a partir dos componentes das instalações” determina a necessidade de se “evitar a introdução

de substâncias tóxicas ou impurezas”. O critério deste requisito especifica que o sistema de água fria seja separado fisicamente das instalações que conduzam água não potável ou de qualidade desconhecida e que os componentes da instalação deste sistema não transmitam substâncias tóxicas ou metais pesados à água. O método de avaliação estabelecido é a verificação do projeto quanto ao atendimento às normas existentes.

Ainda na “Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários” da NBR 15575 (ABNT, 2013), em “Adequação ambiental”, o requisito “Contaminação do solo e do lençol freático” estabelece a necessidade de “não contaminar o solo ou o lençol freático”. O critério para este requisito especifica que os sistemas prediais de esgoto sanitário devem estar ligados à rede pública de esgoto, desde que atendendo à NBR 8160 “Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução” (ABNT, 1999), ou a um sistema localizado de tratamento e disposição de efluentes.

Com relação ao sistema localizado de tratamento, como a regulamentação nacional encontra-se bastante defasada em relação aos tipos de tratamento de efluentes atualmente existentes, são apontadas pela NBR 15575 (ABNT, 2013) como normas a serem atendidas apenas as de tanque séptico: NBR 7229, “Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos” (ABNT, 1993) e NBR 13969, “Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação” (ABNT, 1997).

Peixoto (2008), reunindo os requisitos de Rosrud (1979) e critérios apresentados no guia da *United States Environmental Protection Agency* de 2005, no *Interium Plumbing Requirements Greywater Reuse System Act* de 2005, no *Building Service Research and Information Association* de 2006, no *New South Wales* de 2006 e no *Water Regulation Advisory Scheme* de 2006, elaborou um levantamento de requisitos e critérios para o subsistema predial de coleta de água cinza e para o subsistema de distribuição de água não potável.

No que se refere ao subsistema predial de coleta de água cinza, a autora salienta, no requisito de qualidade da água, a importância de a coleta de água cinza ser independente da de água negra como sendo o critério de desempenho, pois a

influência da água negra na água servida coletada reduz seu padrão de qualidade, onerando e até inviabilizando o sistema de tratamento. O risco de interligação inadequada entre as tubulações de água cinza e negra deve ser evitado ao máximo. Para isso, Peixoto (2008) recomenda a distinção por cor entre as instalações, sendo a cor cinza para águas cinzas e a marrom para águas negras.

Os profissionais que executam, operam, gerenciam e realizam manutenção no sistema também devem ser capacitados para ter ciência dos riscos inerentes ao sistema, o que minimiza a possibilidade de ocorrência de conexão cruzada. Ainda segundo a autora, é recomendada a realização de vistorias rigorosas após a realização de manutenções a fim de garantir a segurança dos usuários. O projeto do sistema de água não potável deve contemplar todas as informações que o diferenciam do sistema de água potável e o memorial descritivo de projeto deve conter diretrizes detalhadas.

No requisito disponibilidade, que corresponde à possibilidade de a água coletada ser conduzida a destino adequado por meio de utilização normal, os critérios apresentados pela autora consistem na flexibilidade de descarte do efluente na rede pública quando necessário e na instalação de válvulas de limpeza em todos os componentes. Para tanto, é sugerida a instalação de válvula de gaveta com diâmetro mínimo de 75 mm, o uso de válvulas de três vias, sistema de esgotamento e a previsão de um extravasor no reservatório de água não potável ligado à rede pública de coleta de esgoto.

O acesso à tubulação de coleta deve ser garantido pelo projeto para realização de manutenção, o que corresponde ao requisito de acessibilidade. Para isso, os critérios são: previsão de ponto de inspeção a cada 15 metros e, nos pontos de mudança de direção, previsão de ponto de inspeção a 1,5 m de distância. Para o requisito adequabilidade, que a autora define como sendo o correto dimensionamento do sistema, de modo a permitir que água utilizada escoe de forma conveniente até o destino adequado, os critérios são: seguir a NBR 8160 (ABNT, 1999) e prever diâmetro interno mínimo de 75 mm para os tubos de queda.

Outro requisito que Peixoto (2008) apresenta para o subsistema de coleta de águas cinzas é o de quantidade de água e refere-se à condução da água utilizada a destino adequado, nas quantidades produzidas pelos equipamentos sanitários. O critério definido é dispor de sistema de armazenamento com capacidade adequada para o volume coletado. O requisito “Odores” corresponde à restrição do retorno dos odores provenientes da instalação para o interior dos ambientes. Para tanto, o critério apresentado é instalar coluna de ventilação no reservatório de coleta, seguindo as recomendações da NBR 8160 (ABNT, 1999).

O requisito ataque biológico trata da não proliferação de bactérias, fungos e outros seres vivos que representem risco ao sistema e à saúde dos usuários. Para que ele seja atendido, é necessário seguir os seguintes critérios: a estação de tratamento deve ser construída com material não biodegradável e não deve ser utilizado material translúcido no reservatório. Para o requisito de preservação da natureza, que assegura a conservação do meio ambiente mediante o descarte adequado da água utilizada, o critério apresentado pela autora é impermeabilizar o reservatório quando construído enterrado para diminuir o risco de contaminação do lençol freático.

Para atender o requisito de resistência mecânica, referente à capacidade de suportar a ação de cargas estáticas e dinâmicas de agentes internos e externos ao sistema, o critério é prever um reservatório capaz de suportar a pressão hidrostática existente. E para atender o requisito de operação, relacionado à garantia da adequada operação do sistema como um todo, o critério de Peixoto (2008) é garantir que a estação de tratamento seja de fácil operação.

Para o subsistema de distribuição de água não potável, Peixoto (2008) apresenta três requisitos: qualidade da água, operação e quantidade da água.

O requisito de qualidade da água refere-se à garantia de que a água entregue no ponto de utilização tenha a qualidade adequada para o uso a que se destina. Os critérios deste requisito são: utilizar material que preserve a qualidade da água e utilizar materiais diferentes para as tubulações de água não potável e água potável.

O requisito operação corresponde à ação de não colocar em risco a saúde dos usuários operando o sistema com segurança. A autora apresenta sete critérios para atender este requisito:

- realizar monitoramento periódico da qualidade da água não potável;
- distanciar as tubulações que transportam efluente de qualidades distintas;
- sinalizar as tubulações de água não potável a cada 3 m;
- utilizar materiais de cor diferente para instalações de água não potável, preferencialmente roxa;
- adicionar corante à água não potável;
- disponibilizar guia de operação e manutenção do sistema;
- inspecionar a tubulação executada para prevenção de conexão cruzada.

O requisito quantidade de água refere-se à garantia de que a água seja entregue nos pontos de utilização em quantidade suficiente. Para tanto, o critério apresentado é prever o abastecimento de água potável no reservatório de água não potável.

Paula (2005) apresenta requisitos de desempenho aplicáveis para o sistema de aproveitamento de água da chuva. Ele os divide em: requisitos do sistema de suprimento de água, requisitos do sistema de coleta de água e requisitos relacionados com a exposição do sistema.

Os requisitos de desempenho que o autor apresenta para o sistema de suprimento de água são quatro dos definidos por Gonçalves (2015): qualidade da água, quantidade de água, disponibilidade de água e temperatura. A descrição destes requisitos foi apresentada anteriormente no Quadro 2.9.

Com relação ao sistema de coleta de água, os requisitos apresentados por Paula (2005) também fazem parte daqueles descritos por Gonçalves (2015), sendo eles: qualidade da água, quantidade de água e disponibilidade. A descrição destes requisitos de desempenho foi apresentada no Quadro 2.11 deste item.

Os requisitos de desempenho relacionados com as condições de exposição selecionados por Paula (2005) são: odores, resistência mecânica, desgaste,

fissuramento e corrosão, ataque biológico, limpeza, manutenção e reposição, operação. A descrição destes itens segue a de Gonçalves (2015), conforme Quadro 2.12 anteriormente apresentado.

A partir dos requisitos de desempenho apresentados por Peixoto (2008) e Paula (2005) para os sistemas prediais de água não potável, dos requisitos definidos por Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004) e Amorim (1989) apud Peres (2006) para os sistemas prediais hidráulicos e das recomendações encontradas nas normas nacionais NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 3969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007) e NBR 15575 (2013) e nas normas internacionais BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009), procurou-se reunir os requisitos de desempenho para sistemas prediais de água não potável que orientaram as entrevistas nas visitas de estudo de caso desta pesquisa.

Os requisitos de desempenho para SPANP foram reunidos em três grupos: requisitos do subsistema de coleta de efluente, requisitos do subsistema de suprimento de água não potável e requisitos relacionados às condições de exposição. O subsistema de coleta de efluente refere-se a todas as fontes alternativas de abastecimento do SPANP, conforme definido por Oliveira e Marques (2013) e Oliveira e Marques (2014): água residuária, água pluvial, água subterrânea e água clara. Os requisitos de desempenho do subsistema de coleta de efluente são apresentados no Quadro 2.14.

O subsistema de suprimento de água não potável também se refere a todas as alternativas de efluentes que, após tratamento, disponibilizam água com qualidade adequada à atividade-fim a que se destina, conforme apresentado por Oliveira e Marques (2013) e Oliveira e Marques (2014): água não potável recuperada, água não potável pluvial, água não potável subterrânea e água não potável clara. Os requisitos de desempenho do subsistema de suprimento de água não potável são apresentados no Quadro 2.15.

Os requisitos relacionados às condições de exposição se assemelham àqueles apresentados por Gonçalves (2015) e são apresentados no Quadro 2.16.

Quadro 2.14 – Requisitos de desempenho do subsistema de coleta de efluente

Requisito	Descrição	Critério
Qualidade de água	<p>O sistema deve evitar a contaminação de água no sistema de suprimento e no sistema de equipamentos sanitários, garantindo a qualidade da água de consumo.</p> <p>O sistema deve evitar a contaminação do efluente a ser tratado com efluentes de qualidade distinta daquela para o qual o sistema de tratamento foi previsto.</p>	<p>O SPANP deve apresentar um conjunto de instalações independente do sistema predial de água potável.</p> <p>As tubulações e componentes do SPANP devem ser diferenciadas por cor e identificadas para evitar o risco de conexão cruzada.</p> <p>No caso da coleta de efluente pluvial, deve ser previsto em projeto o sistema de descarte, para que a água coletada durante os primeiros minutos de chuva seja descartada, já que possui grande carga de agentes poluidores provenientes da exposição da área de coleta.</p> <p>No caso de coleta de efluente pluvial, deve-se preferencialmente utilizar como área de coleta os telhados e lajes de cobertura. Caso estas sejam insuficientes para suprir a demanda do edifício e opte-se por realizar coleta da área de pisos impermeáveis, deve-se verificar sistema de tratamento adequado para a carga de agentes com maior potencial poluente presente nesta área.</p>
Quantidade de água	<p>O sistema deve conduzir a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, a destino adequado, nas quantidades produzidas pelos equipamentos.</p>	<p>O SPANP deve prever reservatório com capacidade suficiente para armazenar o volume de efluente coletado.</p> <p>O reservatório deve possuir extravasor para conduzir o excedente de efluente coletado para destino adequado.</p>
Disponibilidade	<p>O sistema deve conduzir a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, a destino adequado, sempre que necessário.</p>	<p>O projeto deve contemplar soluções que permitam o descarte do efluente caso o sistema esteja em manutenção ou período de limpeza, como a instalação de válvulas de gaveta e válvulas de três vias nas tubulações.</p>
Adequabilidade	<p>O sistema deve escoar a água e os despejos provenientes do uso, em condição normal de utilização, de forma conveniente até destino adequado.</p>	<p>O dimensionamento do sistema de coleta deve seguir as recomendações da NBR 8160 (ABNT, 1998)</p> <p>O tubo de queda deve possuir diâmetro mínimo de 75mm para permitir o escoamento do efluente com dejetos.</p>
Acessibilidade	<p>O sistema deve possibilitar o acesso às tubulações para eventuais manutenções.</p>	<p>A cada 15 metros deve ser previsto um ponto de inspeção para as tubulações e nos locais onde há mudança de direção do trajeto, deve ser previsto um ponto de inspeção 1,5 metros após a conexão.</p>

Fonte: Adaptado pela autora de Peixoto (2008), Paula (2005), Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004), Amorim (1989) apud Peres (2006), NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 3969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007), NBR 15575 (2013), BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009).

Quadro 2.15 – Requisitos de desempenho do subsistema de suprimento de água não potável

(continua)

Requisito	Descrição	Critério
Qualidade de água	O sistema deve disponibilizar água de qualidade adequada à atividade-fim no ponto de consumo.	<p>O sistema de tratamento deve ser especificado em projeto de acordo com a fonte de abastecimento do SPANP (água residual, água pluvial, água subterrânea ou água clara).</p> <p>O ponto de abastecimento de água potável a ser previsto no reservatório de água não potável deve ser disposto de forma a evitar o retorno de água não potável pela tubulação de água potável. Deve-se seguir as recomendações da NBR 5626 (ABNT, 1998), BS 8515: 2009 (BRITISH STANDARD, 2009) OU BS 8525-1:2010 (BRITISH STANDARD, 2010) para separação atmosférica.</p> <p>O reservatório de água não potável deve passar por limpezas periódicas, sendo recomendada a frequência anual pela NBR 15527 (ABNT, 2007).</p> <p>Devem ser utilizados tubulações e componentes com material adequado, que preserve a qualidade da água até seu ponto de consumo.</p> <p>A disposição das tubulações que transportam efluentes de diferentes qualidades devem ser dispostas respeitando as distâncias mínimas apresentadas pelo guia USEPA (2012) para evitar que possíveis vazamentos nas tubulações contaminem a água de qualidade superior.</p> <p>As tubulações e componentes do SPANP devem ser diferenciados por cor das tubulações e componentes do sistema predial de água potável a fim de evitar o risco de conexão cruzada.</p> <p>Ao longo das tubulações de água não potável deve ser prevista identificação a cada 3 metros a fim de evitar o risco de conexão cruzada.</p> <p>Deve ser previsto abastecimento de água potável no reservatório de água não potável para situações de produção insuficiente de efluente ou desligamento do sistema para manutenção e limpeza.</p> <p>Projeto do SPANP deve prever um reservatório de água não potável com capacidade de armazenamento de volume de água suficiente para suprir a demanda do edifício.</p> <p>Deve ser previsto abastecimento de água potável no reservatório de água não potável para situações de produção insuficiente de efluente ou desligamento do sistema para manutenção e limpeza.</p> <p>O dimensionamento do sistema de suprimento deve seguir dimensionamento recomendado pela NBR 5626 (ABNT, 1998).</p>
Quantidade de água	O sistema deve disponibilizar água em quantidade suficiente no ponto de consumo.	
Disponibilidade de água	O sistema deve entregar água no ponto de consumo sempre que necessário.	
Adequabilidade do uso da água	O sistema deve suprir de forma conveniente a água no ponto de consumo.	

Fonte: Adaptado pela autora de Peixoto (2008), Paula (2005), Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004), Amorim (1989) apud Peres (2006), NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 3969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007), NBR 15575 (2013), BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009).

Quadro 2.15 – Requisitos de desempenho do subsistema de suprimento de água não potável

(conclusão)

Requisito	Descrição	Critério
Operação	O sistema deve operar com segurança para não colocar em risco a saúde dos usuários.	<p>A qualidade da água produzida pelo sistema de tratamento deve ser monitorada periodicamente, com testes de amostras coletadas realizados em laboratório, seguindo recomendação da NBR 13969 (ABNT, 1997) e USEPA (2012).</p> <p>Os pontos de consumo abastecidos com água não potável devem ser identificados com sinalização que alerte para a qualidade da água, apresentar diferenciação por cor, formato e forma de acionamento. O acesso à água não potável deve ser restrito, seguindo recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007) e BS 8525-1:2010 (BRITISH STANDARD, 2010).</p> <p>O efluente tratado pode ser diferenciado da água potável pela adição de corante, que pode ser feita constantemente ou apenas nos testes de detecção de conexão cruzada.</p> <p>O sistema deve ser periodicamente inspecionado para verificação de pontos com conexão cruzada. Em caso de suspeita de interligação dos sistemas, deve ser realizado teste de conexão cruzada, conforme recomendado pela BS 8525-1:2010 (BRITISH STANDARD, 2010).</p> <p>O sistema deve passar por manutenção preventiva periódica, da mesma forma como é recomendado para sistemas prediais hidráulicos. Caso não haja orientação do fabricante dos componentes para programação de manutenção, deve-se seguir as recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007) ou BS 8525-1:2010. (BRITISH STANDARD, 2010).</p> <p>Devem ser disponibilizados para responsáveis pela operação, manutenção e gerenciamento do SPANP guias de operação e manutenção, bem como treinamento adequado.</p>

Fonte: Adaptado pela autora de Peixoto (2008), Paula (2005), Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004), Amorim (1989) apud Peres (2006), NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 3969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007), NBR 15575 (2013), BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009).

Quadro 2.16 – Requisitos de desempenho relacionados às condições de exposição

(continua)

Requisito	Descrição	Critérios
Ruído	O sistema deve restringir, em níveis aceitáveis, os ruídos produzidos quando em operação.	A velocidade máxima nas tubulações deve ser 3,0 m/s.
Odores	O sistema deve restringir o retorno de odores provenientes da instalação em seu todo ou em partes.	Deve-se instalar coluna de ventilação quando necessário, de acordo com recomendações da NBR 8160 (ABNT, 1998)
Calor, frio e temperatura	O sistema deve funcionar de forma adequada, sem que as influências do calor, frio e variações de temperatura interfiram prejudicialmente.	O projeto e execução do sistema devem assegurar o atendimento às normas brasileiras pertinentes.
Resistência mecânica	O sistema deve suportar a ação de cargas estáticas e dinâmicas, provenientes de agentes internos e externos aos sistemas.	O projeto do reservatório e a especificação da estação de tratamento devem considerar os esforços a serem suportados pela pressão hidrostática do efluente e pressão do solo, quando enterrados. O mesmo vale para os demais componentes do sistema.
Resistência dos elementos da construção	O sistema não deve diminuir a resistência dos elementos estruturais do edifício.	As instalações não devem ser feitas em elementos estruturais do edifício.
Desgaste, fissuramento e corrosão	O sistema deve resistir às ações que conduzem ao desgaste, fissuramento e corrosão dos elementos constituintes.	O projeto e execução do sistema devem assegurar o atendimento às normas brasileiras pertinentes.
Danos devido ao uso	O sistema deve resistir às ações devido ao uso normal, uso inadequado e às falhas de fabricação, não devendo acarretar danos aos usuários e suas propriedades.	O projeto e execução do sistema devem assegurar o atendimento às normas brasileiras pertinentes.
Luz	O sistema deve ser à prova de penetração de luz a fim de não prejudicar a qualidade da água.	Os componentes do sistema não podem ser de material translúcido.
Ataque biológico	O sistema deve assegurar a não proliferação de bactérias, fungos e outros seres vivos que ataquem os elementos constituintes do sistema e represente risco à saúde dos usuários ou ao meio ambiente.	A estação de tratamento deve ser de material adequado, não biodegradável.
		Os componentes do sistema não podem ser de material translúcido, uma vez que a presença de luz propicia a proliferação de microorganismos presentes no efluente.

Fonte: Adaptado pela autora de Peixoto (2008), Paula (2005), Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004), Amorim (1989) apud Peres (2006), NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 3969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007), NBR 15575 (2013), BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009).

Quadro 2.16 – Requisitos de desempenho relacionados às condições de exposição

Requisito	Descrição	Critérios
Explosão	Os elementos do sistema devem ser resistentes à explosão.	Os componentes do sistema devem ser fabricados em material resistente à explosão.
Incêndio	O sistema deve minimizar a propagação do fogo na eventualidade de ocorrência de incêndio.	Prumadas de tubulação aparentes ou no interior de shafts devem ser fabricadas com material que não propague fogo.
Preservação da natureza	O sistema deve destinar as águas servidas e despejos provenientes do uso de aparelhos de forma segura, sem colocar em risco o equilíbrio ecológico e a conservação da água.	O local onde estão instalados a esação de tratamento e o reservatório de água não potável devem ser impermeabilizados para evitar a contaminação do solo e do lençol freático em caso de vazamento.
Aparência	O sistema deve manter a aparência dos elementos constituintes, não permitindo a ocorrência de manchas, depósitos de resíduos e descoloração dos equipamentos e dispositivos.	O projeto e execução do sistema devem assegurar o atendimento às normas brasileiras pertinentes.
Limpeza	O sistema deve permitir a limpeza de todos os elementos constituintes.	Deve ser previsto acesso para limpeza no projeto do sistema.
Manutenção e reposição	O sistema deve permitir a manutenção de todos os elementos constituintes, possibilitando a fácil reposição de cada um deles.	Deve ser previsto acesso às tubulações em pontos de inspeção conforme indicado na NBR 8160 (ABNT, 1998) e NBR 10844 (ABNT, 1989).
Operação	O sistema deve facilitar a identificação de todos os elementos constituintes, possibilitando a adequada operação do conjunto.	O projeto deve prever um sistema de fácil operação.
Vida útil de projeto	O sistema deve manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto conforme período especificado pela NBR 15575 (ABNT, 2013).	Deve ser oferecido treinamento e disponibilizado guia e memorial de operação para os responsáveis por operar e manter o sistema. O projeto deve assegurar o atendimento à NBR 15575 (ABNT, 2013).

Fonte: Adaptado pela autora de Peixoto (2008), Paula (2005), Gonçalves (2015), Rosrud (1979) apud Araújo (2004), Amorim (1989) apud Peres (2006), NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 3969 (ABNT, 1997), NBR 15527 (ABNT, 2007), NBR 15575 (2013), BS 8525-1 (British Standard, 2010) e BS 8515 (British Standard, 2009).

2.4.3 Avaliação pós-ocupação e avaliação durante operação

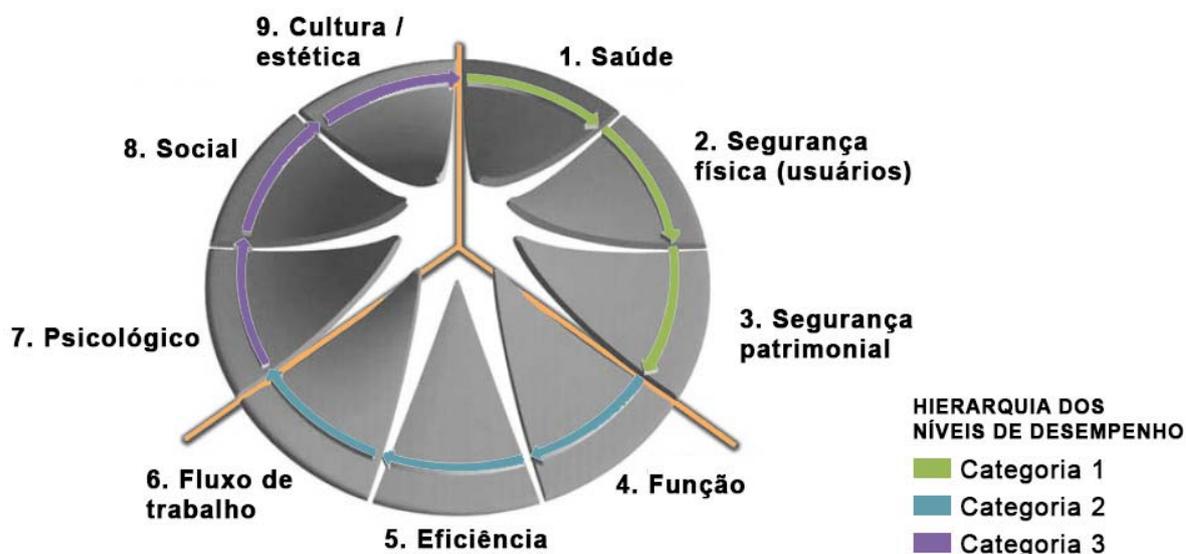
A “Avaliação Pós-Ocupação” (APO) é uma ferramenta de avaliação do ambiente construído que permite a melhoria da qualidade dos edifícios por meio da retroalimentação de informações em todo o ciclo de produção dos mesmos (ARAÚJO, 2004). Tendo surgido no final da década de 60, de acordo com Preiser (2001), APO é o processo de avaliação de edificações de maneira sistemática e rigorosa após terem sido construídas e ocupadas por um período de tempo. Este processo de avaliação não corresponde à fase final do projeto, mas sim a uma parte de todo o processo de entrega do edifício.

APO é definida por Roméro e Ornstein (2003) como sendo uma série de métodos e técnicas que identificam fatores positivos e negativos do ambiente no decorrer do uso, observados conforme os aspectos socioeconômicos, de infraestrutura e superestrutura urbanas, de conforto ambiental, de conservação de energia, de estética, funcionalidade e comportamental. Ela é feita considerando o ponto de vista de avaliadores, projetistas, clientes e usuários, estes últimos devendo estar satisfeitos e com suas necessidades atendidas.

Existem diversos tipos de avaliações que podem ser feitas ao longo do ciclo de vida do edifício. O que diferencia a “Avaliação Pós-Ocupação” dos demais processos de avaliação do ambiente construído é o fato de a APO abordar questões relacionadas com as necessidades, atividades e objetivos das pessoas e da organização que fazem uso do espaço, incluindo manutenção, operação e questões relacionadas ao design ou projeto do edifício (PREISER, 2001).

Segundo Preiser (2005), as necessidades humanas que surgem da interação dos usuários com as muitas configurações do ambiente construído são redefinidas como níveis de desempenho. Estes níveis são hierarquizados em três categorias e representados no formato tripartido da Figura 2.22. Nesta hierarquia, a primeira categoria pertence a legislações, códigos de construção e normas de segurança que os projetos devem atender. A segunda categoria da hierarquia refere-se ao conhecimento do estado da arte em edifícios e sistemas. E a terceira categoria pertence a diretrizes de design baseados em pesquisa, não normatizadas.

Figura 2.22 – Hierarquia dos níveis de desempenho



Fonte: Adaptado pela autora de PREISER (2005)

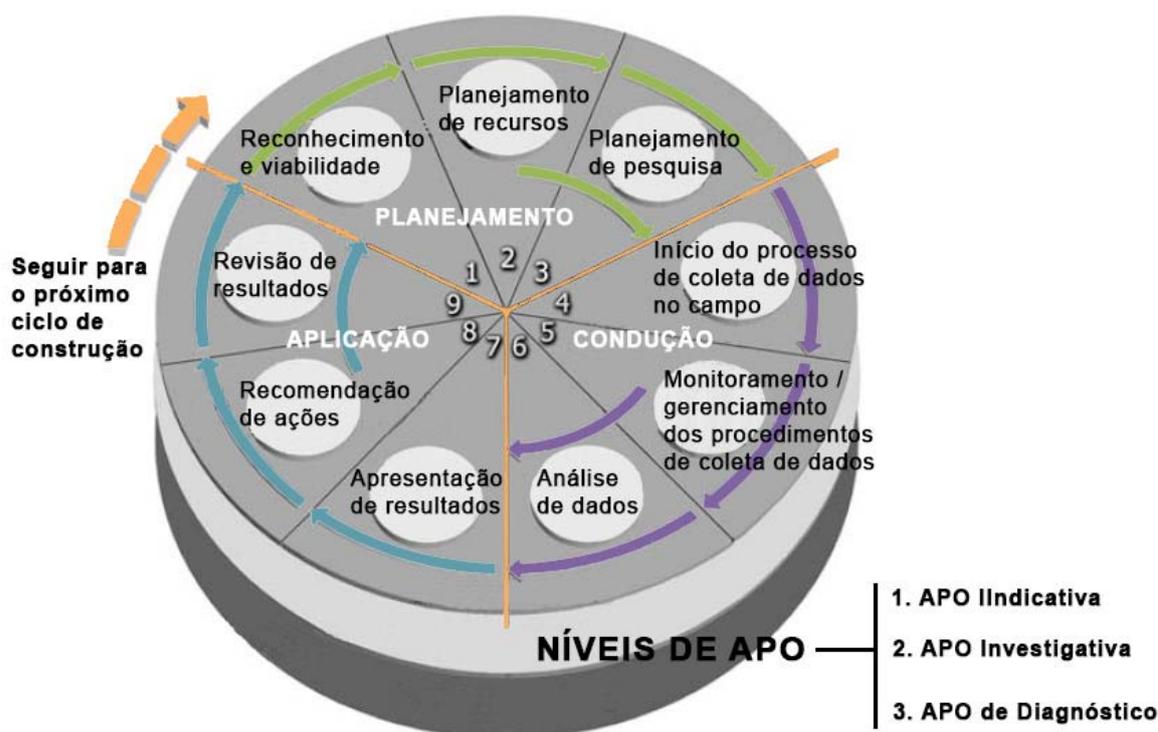
A metodologia de APO proposta por Preiser (1989) apud Araújo (2004) estabelece a divisão do processo de avaliação em três níveis:

- APO Indicativa ou de curto prazo, em que são realizadas visitas e entrevistas para apontamento de pontos positivos e negativos do desempenho do edifício;
- APO Investigativa ou de médio prazo, com as mesmas visitas e entrevistas mencionadas no item anterior sendo realizadas em nível mais profundo, com a explicitação de critérios de desempenho. Permite a compreensão das causas e efeitos dos problemas de desempenho do edifício;
- APO de Diagnóstico ou de longo prazo, com o emprego de tecnologia para medições físicas durante a aplicação da APO Investigativa. Os resultados das medições são relacionados com as respostas das entrevistas, aumentando a credibilidade dos resultados. Normalmente proporciona a criação de novos conhecimentos sobre aspectos de desempenho da edificação.

Uma vez que esta pesquisa envolve a aplicação do método de avaliação em seis estudos de caso, optou-se pelo nível Indicativo ou de curto prazo, que permitiria o apontamento de pontos positivos e negativos do desempenho do sistema e a validação do método de análise proposto.

Preiser (1988) *apud* Preiser (2005) estabelece três grandes fases para realização da APO: Planejamento, Condução e Aplicação, conforme apresentado na Figura 2.23. Cada fase é dividida em três etapas. A fase de planejamento é composta por: reconhecimento e viabilidade, planejamento de recursos, planejamento de pesquisa. A fase de condução é dividida em: início do processo de coleta de dados no campo, monitoramento/gerenciamento de procedimentos para coleta de dados e análise dos dados. A fase de aplicação é composta pelas etapas: apresentação de resultados, recomendação de ações e revisão de resultados.

Figura 2.23 – Modelo do processo de avaliação pós-ocupação

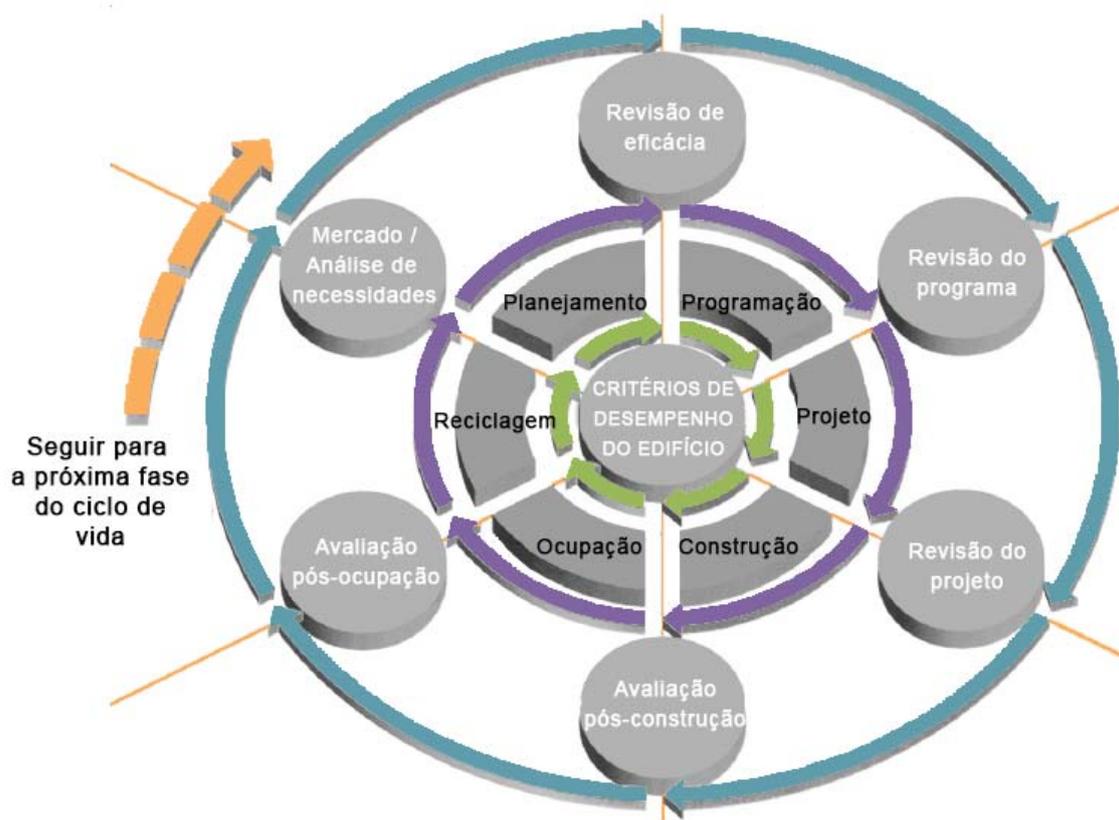


Fonte: Adaptado pela autora de PREISER (2005)

Em 1997, o processo da metodologia de APO foi aprofundado, dando origem a uma estrutura integrada para "Avaliação de Desempenho de Edificação", ou "*Building Performance Evaluation*" (BPE). Conforme apresentado na Figura 2.24, esta estrutura envolve as seis maiores fases do ciclo de vida do edifício: planejamento, programação, projeto, construção, ocupação e reciclagem do empreendimento. Entre cada fase há uma etapa de revisão. O aspecto do tempo incluído na análise e

as etapas de revisão são os diferenciais desse processo de avaliação (PREISER, 2001).

Figura 2.24 – Avaliação de Desempenho de Edificação



Fonte: Adaptado pela autora de PREISER (2001)

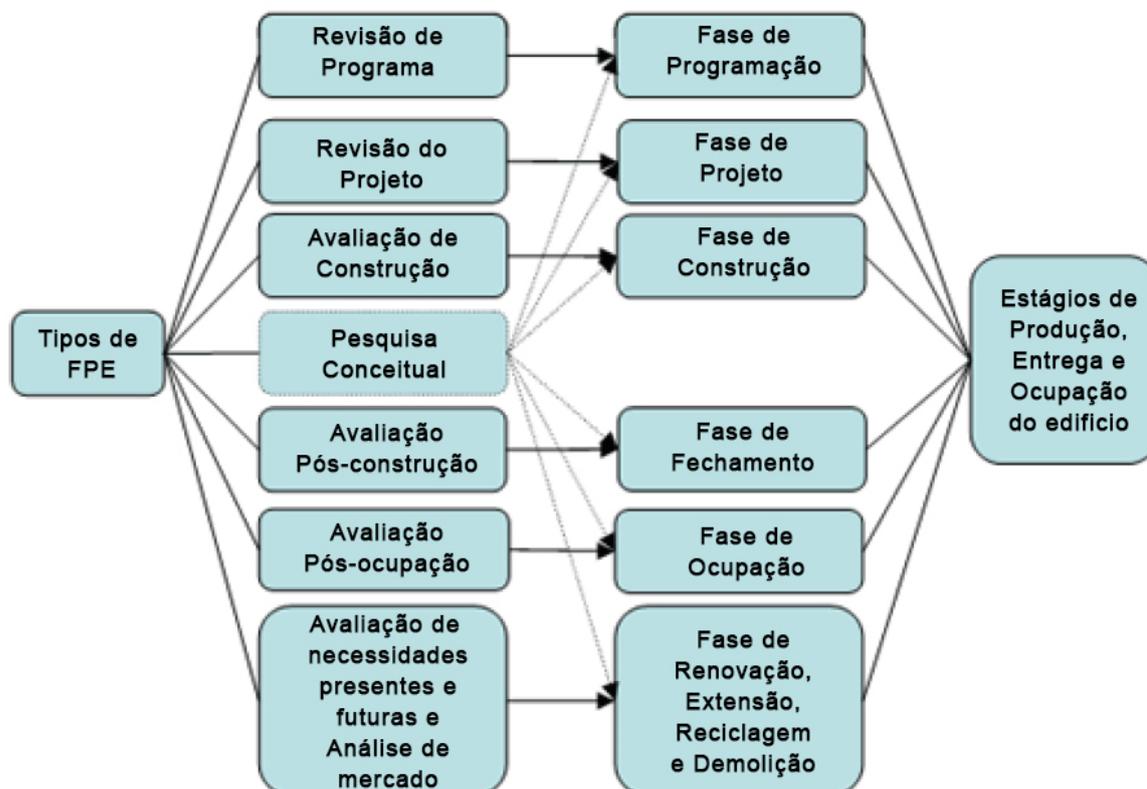
Outro processo de avaliação a ser considerado é a “Avaliação de Desempenho de Facility” ou “*Facility Performance Evaluation*” (FPE), que corresponde a uma extensão da APO. A FPE é um processo contínuo de avaliação do desempenho de um ou mais aspectos da edificação no que se refere à acessibilidade, estética, custo efetivo, funcionalidade, produtividade, segurança e sustentabilidade (ZIMRING; RASHID; KAMPSCHROER, 2014).

Segundo Zimring, Rashid e Kampschroer (2014), a FPE se difere da APO por refletir as mudanças de necessidades do setor de *real state*. Como características deste tipo de avaliação de desempenho os autores citam que a FPE:

- procura transmitir as características do edifício que apresentam bom desempenho e focar naquelas que não deveriam ser repetidas em construções futuras;
- procura descrever e não manipular as configurações do edifício;
- realiza coleta de dados no próprio edifício e não em simulações de laboratório.

Assim como na metodologia APO, a FPE pode ser realizada em três níveis: indicativa, para apresentar as forças e fraquezas de um determinado edifício; investigativa, para apresentar causas e efeitos de questões detectadas no ambiente construído; e diagnóstica, quando os dados de medições feitas no local são correlacionados com as informações dos usuários. Ainda de acordo com estes autores, são vários os tipos de FPE que podem ser aplicados, conforme o objetivo da análise e a fase do ciclo de vida do edifício ao ser realizado, como ilustra a Figura 2.25.

Figura 2.25 – Avaliação de Desempenho de *Facility*

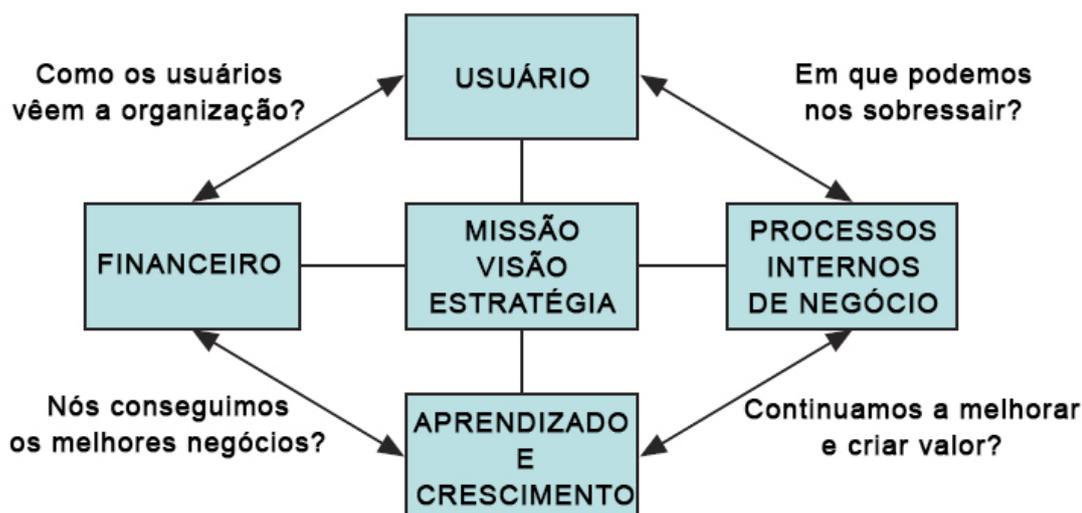


Fonte: Adaptado pela autora de ZIMRING; RASHID; KAMPSCHROER (2014)

Amaratunga, Baldry e Sarshar (2000) ressaltam também a importância da avaliação de desempenho do “Gerenciamento de *Facilities*” ou “*Facilities Management*” (FM), uma vez que este envolve a coordenação de todos os itens relacionados a planejamento, projeto e gerenciamento do edifício, seus sistemas e componentes a fim de melhorar a capacidade competitiva da organização ao longo dos anos.

Segundo os autores, a avaliação do “Gerenciamento de *Facilities*” tradicionalmente era feita apenas por meio de indicadores financeiros. Este método não é mais suficiente, por desconsiderar elementos intangíveis da organização, como a qualidade do gerenciamento e o efeito que este tem sobre os usuários do edifício. A avaliação de FM deve, portanto, envolver aspectos financeiros e operacionais. Para tanto, aplica-se a metodologia do *Balanced Scorecard* (BSC), ilustrado na Figura 2.26.

Figura 2.26 – *Balanced Scorecard*



Fonte: Adaptado pela autora de AMARATUNGA; BALDRY; SARSHAR (2000)

No caso de sistemas prediais especificamente, que devem ser avaliados em pleno funcionamento, adota-se como avaliação de desempenho a “Avaliação Durante Operação” (ADO), metodologia aplicada na década de 1990 por Almeida (1994) a partir dos conceitos de APO indicativa, investigativa e de diagnóstico, de qualidade e flexibilidade dos sistemas, de usuários-chave, e critérios de desempenho.

Propondo-se a atuar nas etapas de uso, operação, manutenção e determinação de necessidades funcionais para recuperação de sistemas prediais, a metodologia de ADO é apresentada em seis etapas que, embora apresentadas separadas por Almeida, podem ocorrer simultaneamente quando aplicadas no estudo de caso. São elas:

- levantamento documental;
- levantamento cadastral;
- levantamento das necessidades dos usuários dos sistemas prediais;
- análise e diagnóstico;
- plano de recuperação;
- avaliação de resultados e retroalimentação do processo.

A etapa de levantamento documental visa obter o máximo de informações possíveis relativas à concepção, execução e vida do edifício analisado. Estas informações podem ser obtidas a partir de documentos como: projetos executivos arquitetônico, de instalações, estruturas etc., memoriais descritivos e de cálculo, projetos legais, projetos “*as built*”, documentos comprobatórios de gastos com insumos prediais e documentos relativos às expectativas iniciais do empreendimento. A partir delas é possível realizar análises de detecção da origem de alguns problemas, servindo de base para a etapa de Análise e diagnóstico.

O levantamento cadastral tem o objetivo de obter dados de campo, dos sistemas em operação, para auxiliar a etapa de Análise e diagnóstico. Esta etapa tanto permite confirmar se as informações obtidas na fase anterior foram aplicadas no edifício como completar o material que esteja insuficiente e que auxiliará a análise da fase seguinte. Almeida (1994) recomenda que para aplicação da etapa de levantamento cadastral seja realizado inicialmente a análise do material obtido no levantamento anterior e, de acordo com o conhecimento técnico necessário, seja selecionada uma equipe de campo adequada.

Caso o levantamento documental tenha sido bem sucedido, o autor propõe a análise e separação dos sistemas prediais a serem cadastrados, visando facilitar o trabalho de obtenção de dados em campo. A partir desta análise, deve-se elaborar todas as

planilhas e plantas a serem utilizadas no cadastramento, bem como providenciados todos os equipamentos de medição necessários. Por fim Almeida (1994) recomenda a otimização do trabalho em campo, com a divisão da equipe visando obter os resultados pretendidos no menor espaço de tempo possível.

Para o levantamento das necessidades dos usuários dos sistemas prediais são aplicados questionários visando obter dados relativos aos usuários dos sistemas, a interação entre usuário e sistema e a sua relação com as instalações do edifício. Almeida (1994) classifica os usuários como diretos e indiretos. Os usuários diretos dos sistemas prediais consistem em: usuário final, operador ou mantenedor e usuário esporádico. Os usuários indiretos são: as concessionárias de serviços, o meio ambiente, o entorno urbano e a sociedade como um todo.

Na fase de análise e diagnóstico a equipe técnica realiza o exame das informações obtidas nas etapas anteriores buscando identificar os problemas dos sistemas e suas origens, avaliando possibilidades futuras de melhoria. A partir dos projetos executivos, por exemplo, é possível verificar o grau de interação entre os projetos das diferentes disciplinas e sua obediência na construção, uma vez que quanto menor a interação entre os projetos, maior a probabilidade de adequações realizadas em obra e, conseqüentemente, maior a possibilidade de patologias durante o ciclo de vida do edifício.

A análise dos projetos legais permite verificar como o edifício se comporta frente às exigências legais da época em que foi aprovado pelos Órgãos Públicos. De acordo com a idade do edifício, estas exigências legais podem não mais condizer com as exigências do momento atual. Nos casos em que existam projetos "*as built*", é possível avaliar os tipos de intervenções a que foram submetidos os sistemas, enquanto que com os documentos comprobatórios é possível obter um histórico de consumo do edifício.

Os dados obtidos pelo levantamento cadastral e pelo levantamento das necessidades dos usuários permite compatibilizar os dados de projeto com o executado e em operação, traçar um perfil do tipo de utilização dos sistemas prediais e determinar sua capacidade em atender às exigências dos usuários.

A etapa de plano de recuperação, subsequente à identificação de patologias, pressupõe a participação dos usuários, que precisam aprovar as ações corretivas propostas pela equipe técnica. Estas ações são classificadas por Almeida (1994) como emergenciais, de adequação e especiais. As ações emergenciais são aquelas que buscam evitar o colapso de um sistema em degradação ou que um determinado sistema coloque em risco a integridade física dos usuários, do próprio sistema ou a segurança do edifício. As ações de adequação visam adaptar os sistemas prediais à atual utilização do edifício e necessidades dos usuários. E as ações especiais são aquelas com caráter de evolução tecnológica ou diminuição de gastos com insumos energéticos, podendo ser de implantação a curto, médio e longo prazo.

O plano de recuperação também deve contemplar o estudo econômico das alternativas, com levantamento da possibilidade de obtenção de recursos por meio da redução de gastos com insumos energéticos, manutenção e operação dos sistemas, estimando o período de retorno dos investimentos. Outro ponto a ser esclarecido é o tipo de intervenção a ser adotada, que pode ser por motivo de evolução tecnológica, tratando-se de uma variação das condições técnicas de uso e operação do edifício ao longo do tempo, ou por obsolescência, quando uma variação, ao longo do tempo, das condições de atendimento às necessidades do usuário tornam o desempenho de componentes e sistemas inadequado.

Segundo Almeida (1994) são três as possibilidades de intervenção em um edifício após decorridos alguns anos de uso: restauração, adequação e modernização. A restauração implica em recuperar todos os sistemas do edifício a fim de retorná-lo ao seu nível tecnológico inicial. A modernização visa conferir ao edifício o nível tecnológico possível de ser obtido na data de intervenção, com ganho qualitativo em relação à sua condição inicial. E a adequação significa definir o nível tecnológico mais adequado, na data da intervenção, em função da relação custo/benefício, podendo ou não coincidir com a intervenção anterior.

Uma vez definida a forma de intervenção, é fundamental que sua implantação seja acompanhada, a fim de garantir a qualidade da execução e tornar possível a correção de pontos que desviem do planejamento inicial. A equipe que desenvolveu o trabalho de ADO deve realizar ao menos uma verificação final a fim de comparar

os resultados obtidos com os inicialmente esperados e, assim, proceder com a retroalimentação do processo.

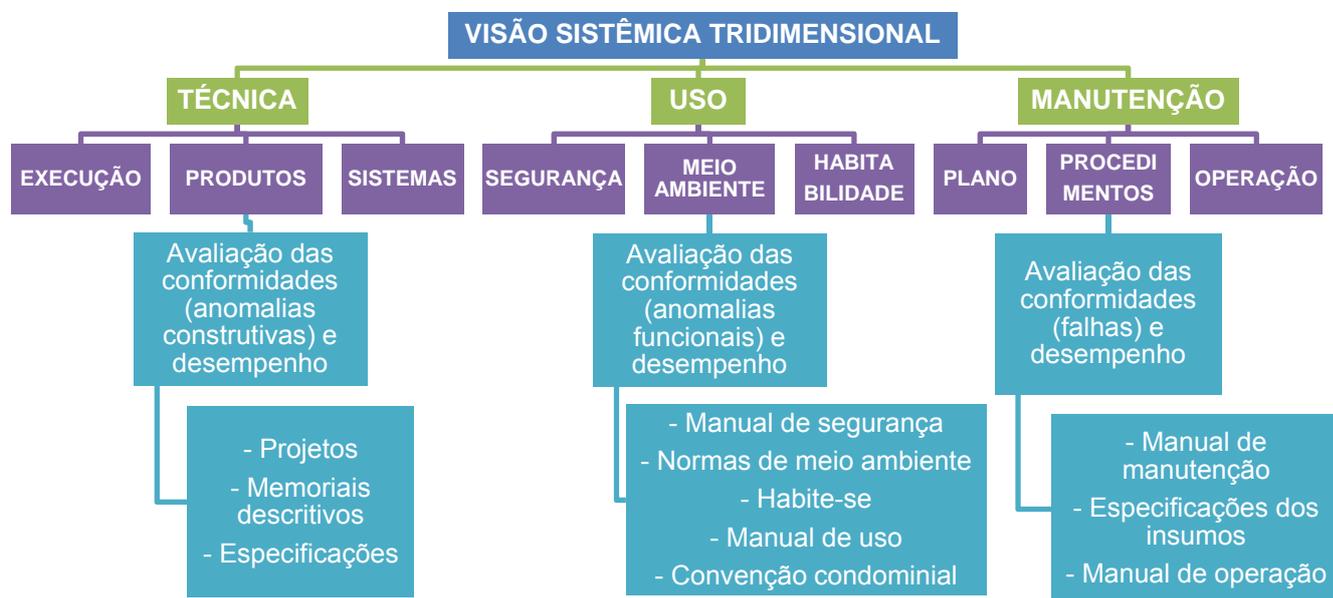
Assim sendo, a metodologia da “Avaliação Durante Operação” apresenta-se como uma ferramenta adequada para avaliação dos sistemas prediais de água não potável instalados nas etapas de uso, operação, manutenção e determinação de exigências dos usuários, objetivo proposto por este estudo.

No que se refere à prática de Inspeção Predial, Gomide, Pujadas e Neto (2006) afirmam ser este um recurso técnico eficiente na análise de confiabilidade e qualidade das funções de um produto. De acordo com a definição dos autores, a Inspeção Predial é “a avaliação das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação visando orientar a Manutenção e a Qualidade Predial Total”.

As condições técnicas referem-se a: projetos, especificações, conformidades e anomalias construtivas e desempenho. As condições de uso referem-se a: segurança, habitabilidade, meio ambiente e conformidades e anomalias funcionais. As condições de manutenção referem-se a: programa, operação, conformidades e falhas, desempenho.

A esse enfoque de três vertentes os autores denominam “visão sistêmica tridimensional”, apresentada na Figura 2.27. A vertente técnica corresponde ao levantamento das anomalias construtivas e análise de desempenho do edifício, seus sistemas e componentes. A vertente de uso corresponde à identificação de anomalias funcionais e análise de desempenho das condições de ocupação, segurança e conforto. A vertente de manutenção corresponde ao apontamento das falhas, análise de metodologia empregada, avaliação dos processos de operação aplicados e análise de custo.

Figura 2.27 – Visão sistêmica tridimensional



Fonte: GOMIDE, PUJADAS E NETO (2006)

Ainda segundo os mesmos autores, a Inspeção Predial pode ser realizada em três diferentes níveis, estabelecidos pela “Norma de Inspeção Predial” do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP) de acordo com a complexidade da vistoria, a saber:

- Nível 1: profissional habilitado, com orientação técnica, identifica as anomalias aparentes. Normalmente enquadra edifícios com sistemas e componentes construtivos simples.
- Nível 2: profissionais habilitados de diversas especialidades, com orientação técnica, identificam anomalias aparentes com o auxílio de equipamentos. Normalmente enquadra edifícios com sistemas e componentes construtivos mais complexos.
- Nível 3: profissionais habilitados de diversas especialidades, com orientação técnica, identificam anomalias aparentes e ocultas com o auxílio de equipamentos, testes e ensaios no local e em laboratório, quando necessário. Normalmente enquadra edifícios com possíveis vícios ocultos significativos.

Para esta pesquisa, as visitas de inspeção realizadas nos estudos de caso foram de Nível 1, não tendo sido utilizados equipamentos ou equipe de profissionais multidisciplinar durante as vistorias.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

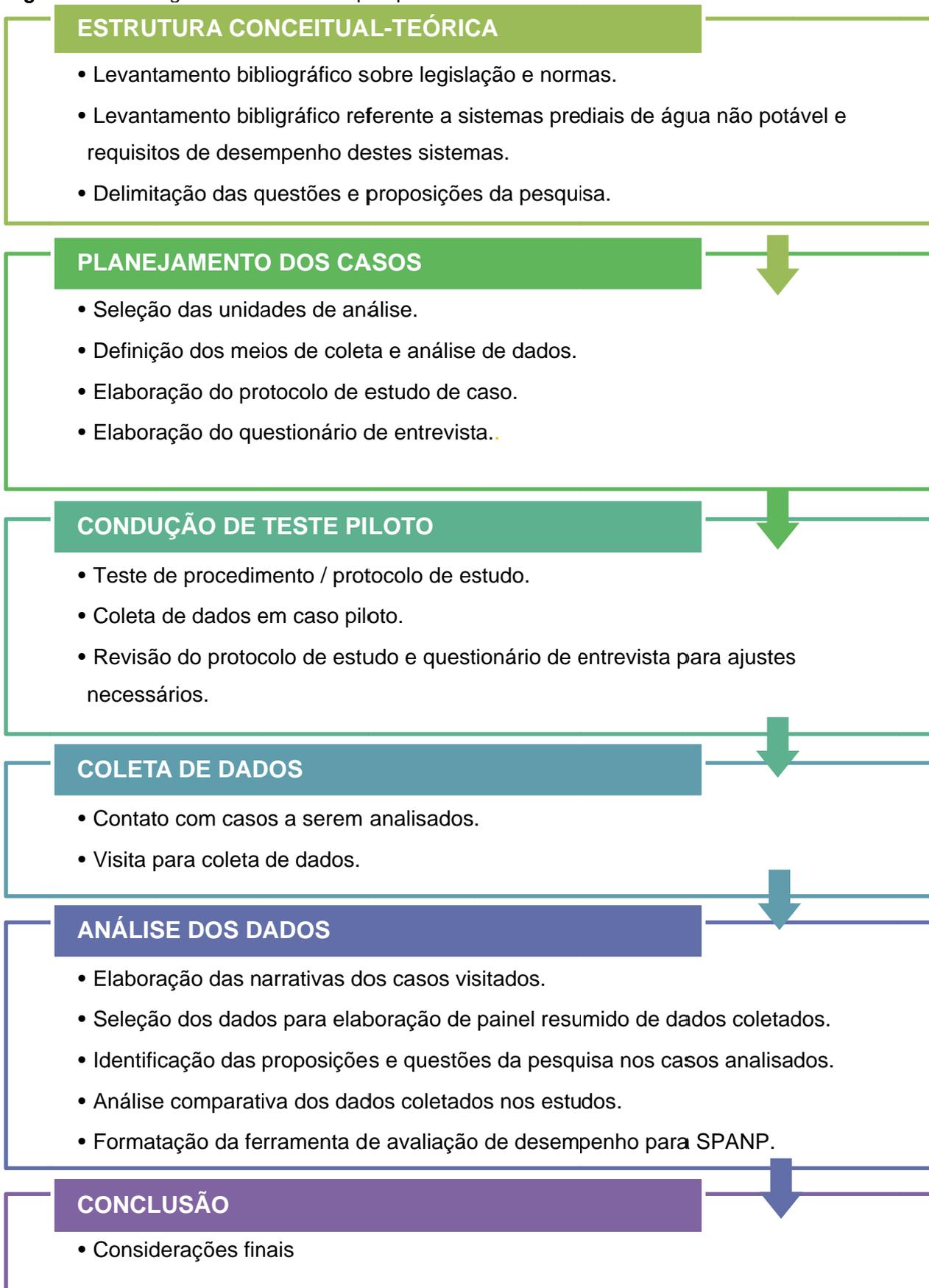
Dentre os métodos de pesquisa, o estudo de caso é o mais indicado quando se pretende compreender um fenômeno real e contemporâneo, englobando condições contextuais em profundidade (YIN, 2010). De acordo com Miguel (2007), trata-se de um estudo de natureza empírica utilizado na investigação de um ou mais objetos, geralmente atuais, quando o limite entre o fenômeno e o contexto no qual ele se insere ainda não é claramente definido.

Uma vez que o método de avaliação durante operação é uma ferramenta de investigação dos sistemas do ambiente construído em operação, identifica-se que as questões propostas para análise são “como” e “por que”. O investigador que realiza a ADO não possui controle sobre os eventos comportamentais e dá enfoque a fenômenos contemporâneos dos edifícios visitados. Assim sendo, o estudo de caso foi definido como método mais apropriado para esta pesquisa a fim de validar o mecanismo de avaliação proposto.

O método de pesquisa empregado baseia-se em pesquisa bibliográfica, com coleta de dados secundários, e pesquisa de campo a edifícios residenciais que dispõem de sistema predial de água não potável instalado para coleta de dados primários e realização de estudo de casos múltiplos qualitativo, conforme apresentado no fluxograma da Figura 3.1.

Vale explicitar que os dados secundários referem-se às informações existentes em fontes publicadas em instituições de ensino, instituições governamentais, periódicos, relatórios, legislações entre outros. Já os dados primários consistem em informações obtidas pelo próprio autor do estudo por meio de pesquisa de campo, aplicação de entrevistas e formulários.

Figura 3.1 – Fluxograma do método de pesquisa



3.1. ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA

Inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico a fim de definir um referencial conceitual-teórico que desse suporte para a pesquisa e explicitasse o estado da arte do tema estudado. Para tanto, fez-se um mapeamento da literatura abrangendo aspectos dos sistemas prediais de água não potável, normas e legislações vigentes e metodologia de avaliação durante operação.

A primeira abordagem, sobre sistemas prediais de água não potável, tem o objetivo de apresentar os conceitos de sistemas prediais de água não potável e suas possíveis fontes de abastecimento. Os tipos de tratamento de água foram mencionados em uma breve revisão bibliográfica, já que não é objeto deste estudo a estação de tratamento ou as tecnologias de tratamento existentes. Por este motivo, parte-se do princípio que os sistemas de tratamento apresentam condições de modificar a qualidade da água satisfatoriamente para o fim a que se destina, sem colocar em risco a segurança dos usuários.

No que se refere a normas e legislação, foram revisados os conceitos relacionados à avaliação de desempenho, apresentando exigências dos usuários, requisitos, critérios e métodos de avaliação, conforme estabelecido pela NBR 15575 (ABNT, 2013). Ainda dentro do assunto de desempenho, foi feito levantamento mais específico para o objeto de estudo deste trabalho, apresentando conceitos de desempenho em sistemas prediais e requisitos e critérios de desempenho específicos para sistemas prediais de água não potável.

Dado o fato de a experiência com o reaproveitamento de água no Brasil ser recente, o mapeamento da literatura apontou que são restritas as diretrizes disponíveis na forma de boas práticas, guias técnicos ou legislação nacionais. Optou-se por suprir esta deficiência no referencial teórico com a inclusão da revisão bibliográfica do que é estabelecido pelas normas internacionais BS8525 e BS8515 (BRITISH STANDARDS, 2010).

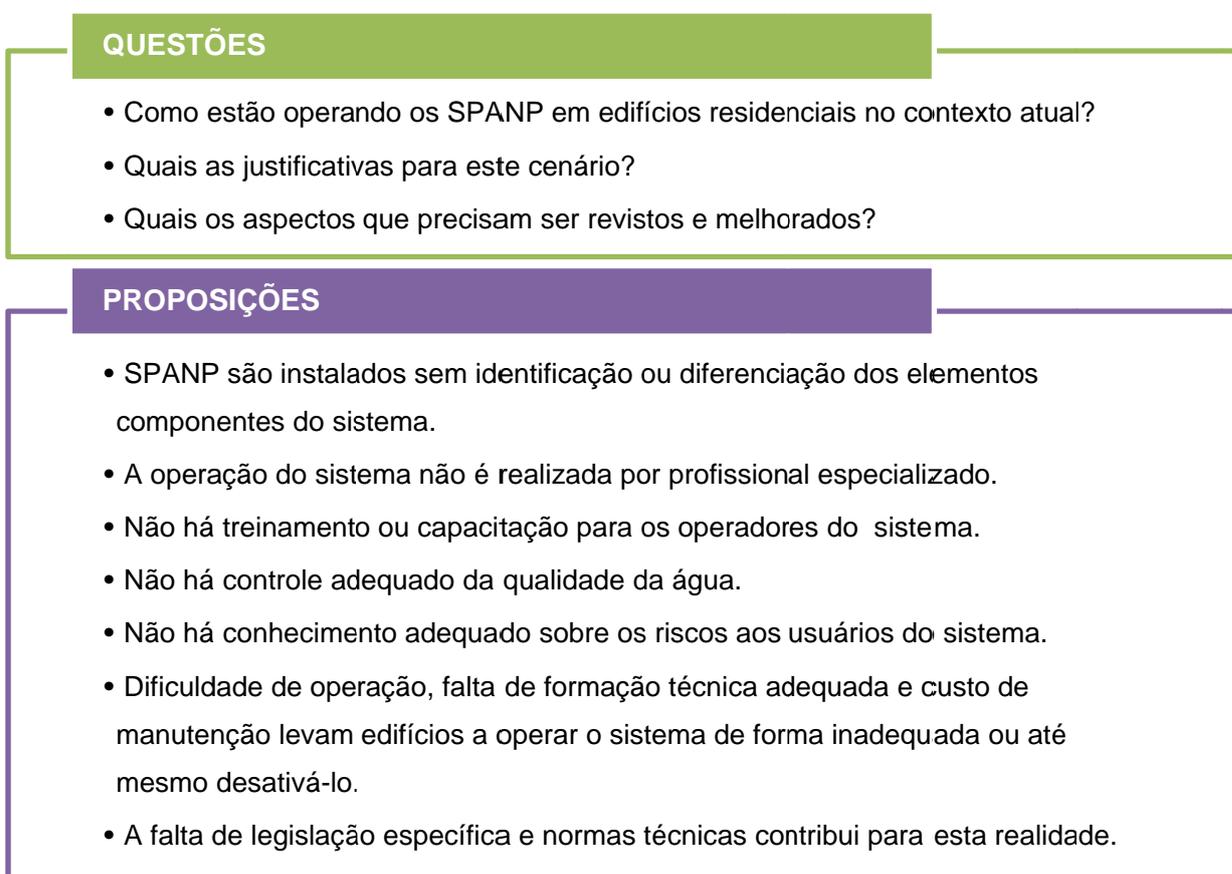
O levantamento bibliográfico abordou também os conceitos de avaliação pós-ocupação e avaliação durante operação, analisando-se suas diferenças e

aplicabilidade. A avaliação durante operação, de acordo com a metodologia proposta por Almeida (1994), embora adequada para análise de sistemas prediais de água não potável, prevê a elaboração de um plano de recuperação para o edifício analisado (ver item 2.4.3 desta dissertação). Sendo este um estudo de casos múltiplos com o objetivo de validar a ferramenta de avaliação proposta, constatou-se ser inviável a aplicação da ADO por completo, conforme proposta pelo autor, por pressupor a proposição de um plano de recuperação para cada edifício analisado.

Optou-se, portanto, por realizar uma adaptação da metodologia de ADO, substituindo-se a etapa de plano de recuperação caso a caso por uma análise de validação das proposições estabelecidas para a pesquisa.

A partir do referencial teórico definido, foram delimitadas as questões e proposições (Figura 3.2) a serem investigadas e validadas por meio de técnica analítica de explanação de cada estudo de caso abordado.

Figura 3.2 – Questões e proposições da pesquisa



3.2 PLANEJAMENTO DOS CASOS

Tendo-se definidas as questões e proposições a serem abordadas, partiu-se para a definição da unidade de análise da pesquisa: o edifício residencial. Por se entender que as evidências coletadas em uma amostra de edifícios residenciais permitem um maior grau de generalização de resultados que as evidências de um único edifício, optou-se por uma abordagem de replicação em estudo de casos múltiplos.

Para identificação de edifícios residenciais com sistema predial de água não potável, em operação ou não, foram feitos contatos com construtoras, entidades classificadoras, universidade e profissionais da área. Os critérios utilizados para seleção dos edifícios foram: a existência de um SPANP instalado, a disponibilidade de acesso à unidade para realização de coleta de dados e as características do empreendimento, visando viabilizar a replicação literal e teórica no estudo dos casos.

Foram selecionados seis empreendimentos da cidade de São Paulo, com diferentes tipos de SPANP. Um empreendimento tem como fonte águas residuárias cinza e negra em esgoto misto, dois empreendimentos utilizam água pluvial como fonte de abastecimento, um utiliza como fontes água residuária cinza, água subterrânea e água pluvial e outros dois utilizam como fontes a água subterrânea e a água pluvial.

Segundo Eisenhardt, (1989), a triangulação dos dados possibilita uma comprovação mais sólida das questões e hipóteses levantadas na estrutura conceitual-teórica. Assim, com o objetivo de sustentar as proposições definidas, optou-se por utilizar diversas fontes de evidência, o que permitiu a triangulação dos dados coletados.

As técnicas de coleta de dados utilizadas foram: entrevistas semiestruturadas, aplicadas face-a-face com usuários e operadores do sistema, representantes de construtoras e instituições de análise laboratorial, análise documental, nos casos em que este material foi disponibilizado, e observações diretas assistemáticas durante as visitas de campo. A escolha por entrevistas semiestruturadas é justificada pela flexibilidade deste tipo de abordagem que, de acordo com Gill (2008), concede maior liberdade de resposta ao entrevistado e permite a elaboração de informações

relevantes à pesquisa que poderiam não ser mencionadas em uma entrevista estruturada.

Seguindo o método apresentado por Yin (2010), estabeleceu-se o protocolo dos estudos de casos, definindo os procedimentos para condução da pesquisa, origem das fontes de informação, roteiro de questionário e meios de controle da pesquisa. O modelo de protocolo de estudo de caso encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

O questionário aplicado por meio de entrevista durante as visitas aos edifícios selecionados para estudos de caso foi elaborado de acordo com a metodologia de avaliação durante operação, a fim de se obter o levantamento cadastral e o levantamento de necessidades dos usuários do sistema. Por meio deste questionário procurou-se identificar o processo de gerenciamento e a rotina de manutenção do sistema, sua eficiência, as percepções de usuários e gestores. O modelo de questionário desenvolvido é parte integrante do protocolo de estudo de caso e encontra-se no Apêndice A deste trabalho. O levantamento documental foi solicitado verbalmente durante as entrevistas realizadas, não tendo sido disponibilizado em grande parte das unidades de análise.

A partir do protocolo de estudos de caso e do questionário utilizado nas entrevistas foi possível elaborar a ferramenta de avaliação de desempenho de SPANP proposta nesta pesquisa. Esta ferramenta foi resultado da análise do método utilizado nos estudos de caso e encontra-se no Apêndice C deste trabalho.

3.3. CONDUÇÃO DE TESTE PILOTO

Uma primeira visita de campo foi realizada com o objetivo de testar o procedimento estabelecido pelo protocolo de estudo e o questionário utilizado em entrevistas. O edifício selecionado para a condução do teste piloto foi o empreendimento do estudo de caso “A” apresentado no item “4.1 Estudo de caso A”.

A partir dos dados coletados no teste piloto foi possível constatar a necessidade de revisão do questionário aplicado a fim de aperfeiçoar as variáveis de controle, assegurando maior qualidade à pesquisa.

3.4. COLETA DE DADOS

Após a conclusão dos ajustes apontados como necessários durante a condução do teste piloto, partiu-se para a coleta de dados da amostra de edifícios selecionados, contatando-se os casos para agendamento de visita de campo.

Conforme estabelecido em protocolo de estudo, durante as visitas foram feitas as observações diretas e aplicadas as entrevistas. O registro destes dados foi feito por meio de anotações em campo e registros fotográficos. O levantamento documental foi solicitado verbalmente, sendo registrado por meio de fotocópia ou arquivo digitalizado. Na maioria dos casos este material não foi disponibilizado. Em alguns casos os documentos não existiam ou não estavam mais em arquivo no edifício. Em outros casos, o condomínio se negou a apresentá-los.

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

A partir dos dados coletados, elaborou-se uma narrativa geral de cada edifício visitado, registrando cada caso individual como um estudo completo. Para a realização da análise geral das evidências e replicação dos tópicos investigados, fez-se necessária a redução dos dados.

Para tanto, foram estabelecidas categorias, de acordo com as propriedades teóricas associadas à pesquisa. As narrativas foram, então, divididas em partes conforme a categoria teórica abordada, e identificadas pelos respectivos códigos. Esta divisão permitiu a representação visual do conjunto de informações coletadas por meio de um painel demonstrativo, onde foi reunido o resumo de evidências de cada estudo de caso. A partir da comparação dos painéis individuais, foi possível realizar uma análise cruzada dos casos, identificando-se convergências e divergências entre os dados coletados.

Por meio do cruzamento dos dados analisados com o conteúdo previamente levantado na literatura, foi possível a aplicação da etapa de Análise e diagnóstico prevista na metodologia de ADO. Todo o conjunto de dados foi sintetizado no item

“4.7 Discussão de resultados”, avaliando-se o desempenho dos sistemas prediais de água não potável no que se refere à concepção, execução, operação e manutenção. Conforme mencionado anteriormente, uma vez que este estudo se propõe a realizar a ADO para mais de um edifício, optou-se por, na etapa de plano de recuperação, apresentar uma análise de validação das proposições estabelecidas para a pesquisa.

Após a análise do método empregado nas visitas de campo, bem como do protocolo de estudo de caso e dos questionários aplicados, realizou-se a formatação final da ferramenta de avaliação de desempenho para sistemas prediais de água não potável. Pretende-se, desta forma, contribuir com um mecanismo de avaliação de conformidade dos SPANP instalados em edifícios residenciais, uma vez que as inovações realizadas neste setor contam com pouco respaldo técnico e nenhuma orientação para verificação de desempenho, implicando em risco à saúde e segurança dos usuários.

Além disso, a análise dos dados coletados nos estudos de caso contribuem com a retroalimentação de informações técnicas que possam servir de referência a profissionais, executores e gestores que atuam com sistemas prediais de água não potável.

3.6. CONCLUSÃO

Neste item estão apresentadas as considerações finais do estudo, com a validação das proposições iniciais por meio das evidências coletadas e analisadas na avaliação durante operação dos estudos de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa de campo foi realizada em seis empreendimentos residenciais da cidade de São Paulo e região metropolitana. Uma primeira visita foi realizada ao empreendimento do estudo de caso “A” para realização do teste piloto. Uma vez revisado o protocolo de pesquisa e o questionário com base na experiência do teste piloto, os demais empreendimentos foram visitados.

Foram solicitadas entrevistas com o responsável pela operação e manutenção do empreendimento e com usuários do sistema. Nos casos em que o primeiro contato com o edifício foi feito por meio de funcionário da administração do local, não houve possibilidade de entrevistar usuários. Nas situações em que o primeiro contato com o edifício foi feito por meio de um morador, foi possível realizar a entrevista com ao menos um usuário do sistema, além do responsável pela operação. Todas as entrevistas foram face-a-face, com o registro de dados feito por anotação. A identificação dos empreendimentos e dos entrevistados foi mantida em sigilo na pesquisa.

Para cada estudo de caso foi apresentada a narrativa da visita de campo e entrevista. Com base nestes dados coletados nas visitas, nos itens abordados na revisão bibliográfica e nos requisitos de desempenho de SPANP, foram estabelecidas categorias que permitiram a separação dos estudos de casos em itens, facilitando a comparação de dados e análise do cenário encontrado. Com esta análise foi possível confirmar as proposições propostas no início da pesquisa, bem como formatar a ferramenta de avaliação de desempenho de SPANP proposta nesta pesquisa.

4.1 ESTUDO DE CASO A

O estudo de caso “A” está localizado na zona oeste da cidade de São Paulo. Apresenta sete torres de vinte e oito andares cada uma. Os dois subsolos de garagem são comuns a todas as torres, distribuídos no terreno de 32.805m² de área. São dois apartamentos por andar, em um total de 392 unidades. Muitos apartamentos sofreram intervenção dos moradores após a entrega pela construtora,

mas a maioria ainda apresenta a configuração original de quatro dormitórios e cinco banheiros, incluindo o da dependência de empregada. Os apartamentos, de 156 a 234m² de área, possuem duas ou três vagas de garagem, de acordo com a área. No total o condomínio possui cerca de 1.500 moradores, de acordo com o zelador entrevistado durante a primeira visita de campo (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Condomínio do estudo de caso “A”



Fonte: Acervo da autora (2014)

Este empreendimento foi utilizado como teste piloto para avaliação do protocolo de estudo e do questionário de entrevista. O entrevistado da primeira visita não fazia mais parte da equipe de administração do condomínio no momento em que foi realizado o retorno para aplicação do questionário revisado. Além disso, o novo responsável pela operação e gerenciamento do sistema realizou intervenções nas instalações durante o intervalo de tempo entre uma visita e outra, cerca de nove meses.

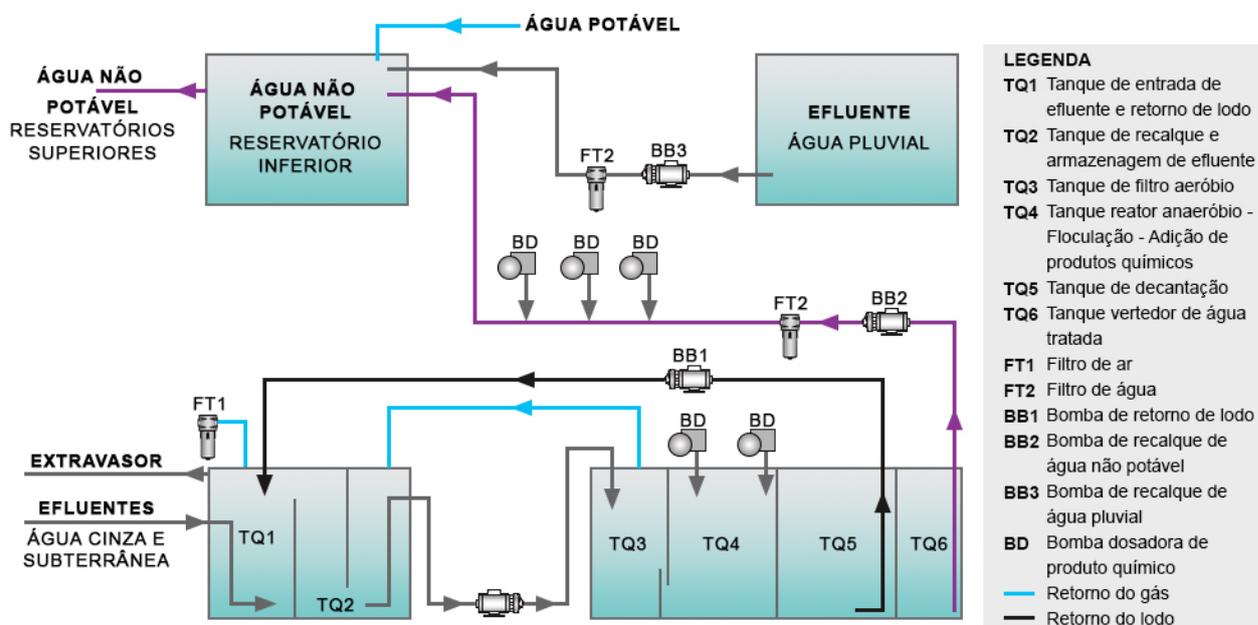
O sistema predial de água não potável foi executado pela construtora responsável pelo empreendimento com assessoria de empresa terceirizada e, embora o condomínio tenha sido entregue em 2011, o sistema de tratamento só foi colocado em operação em 2013. O processo de instalação do sistema predial de água não

potável foi iniciado por uma empresa prestadora de serviço e, não tendo esta condições de colocar o sistema em operação, foi concluído por outra empresa especializada.

A fonte de abastecimento do SPANP neste empreendimento era originalmente a água cinza coletada de chuveiros e lavatórios de apartamentos e de áreas comuns. De acordo com o segundo entrevistado, a água descartada pelas máquinas de lavar roupas dos apartamentos também é utilizada como fonte de água cinza.

Após a substituição do responsável pelo gerenciamento do condomínio, algumas intervenções foram realizadas no sistema e passou-se a utilizar também a água subterrânea proveniente dos poços de drenagem existentes no subsolo e a água pluvial coletada nos reservatórios de retenção que o edifício é obrigado a ter em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002), localizados no térreo. A Figura 4.2 esquematiza o sistema de tratamento conforme encontrado no fluxograma da empresa responsável pela execução do sistema e informações coletadas na visita.

Figura 4.2 – Fluxograma do sistema de tratamento



Fonte: Adaptado pela autora do fluxograma disponível no local (2015)

De acordo com fluxograma do sistema de tratamento disponibilizado no local pela empresa que executou a estação, a primeira etapa é composta por dois tanques, localizados no reservatório inferior de águas cinzas, no subsolo do condomínio. Eles têm função de entrada, recalque e armazenagem do efluente e retorno do lodo formado no processo. Estes tanques também recebem o retorno dos gases gerados no processo, que são dispensados por meio de um filtro de ar.

A partir destes tanques, o efluente é bombeado para um segundo conjunto composto de quatro tanques. O tanque de número 3 é um filtro aeróbio. No de número 4 são feitos os processos de reator anaeróbio, floculação e adição de alguns produtos químicos. O quinto tanque tem a função de decantação e o sexto corresponde a um vertedor de água pós-tratamento. A água não potável é armazenada em um reservatório localizado no subsolo, atrás do reservatório inferior de águas cinzas, onde também é feita a adição de corante.

Antes da intervenção, a água cinza proveniente dos chuveiros e lavatórios era conduzida para o primeiro reservatório no subsolo, onde se inicia o processo de tratamento, conforme esquematizado no fluxograma da Figura 4.2. O entrevistado afirmou que o tratamento é físico-químico, porém, analisando o fluxograma do sistema de tratamento, a presença de reator anaeróbio no processo indica que o tratamento é físico-químico e biológico. A Figura 4.3 mostra como era este reservatório antes da intervenção.

Figura 4.3 – Reservatório de concreto para água cinza coletada antes do tratamento, registrado previamente à intervenção



Fonte: Acervo da autora (2014)

Após a intervenção, a tampa de acesso para manutenção do reservatório foi retirada a fim de permitir o acesso da tubulação que conduz a água subterrânea a ser utilizada como fonte de abastecimento do SPANP. Desta forma, o reservatório permanece constantemente aberto. A Figura 4.4 apresenta o reservatório após a intervenção, conforme observado durante a segunda visita.

Figura 4.4 – Reservatório de concreto para águas cinza e subterrânea coletadas antes do tratamento, registrado posteriormente à intervenção



Fonte: Acervo da autora (2015)

A água pluvial não recebe o mesmo tratamento físico-químico e biológico utilizado para as águas cinza e subterrânea. Foi instalado um filtro, pelo qual este efluente passa ao ser conduzido do reservatório de água pluvial localizado no térreo, à frente do condomínio, para o reservatório inferior de água não potável, localizado no subsolo, ao lado do primeiro reservatório de águas cinzas. Vale ressaltar que a água pluvial coletada é proveniente de coberturas e pisos do condomínio. A Figura 4.5 apresenta o local onde se encontra o reservatório de água pluvial.

Figura 4.5 – Localização do reservatório de água pluvial



Fonte: Acervo da autora (2015)

O reservatório de água pluvial é dividido em dois compartimentos. Um dos compartimentos armazena a água pluvial coletada, com capacidade para 200.000L. No outro foram instalados o filtro de areia e a bomba de recalque para envio deste afluyente ao reservatório de água não potável a fim de incluir esta água como fonte de abastecimento do SPANP, conforme apresentado na Figura 4.6.

Figura 4.6 – Compartimentos do reservatório de água pluvial: armazenamento de água pluvial (a) e instalação de filtro e bomba de recalque (b)

(a) Acesso ao compartimento direito do reservatório pluvial, onde fica armazenado o efluente coletado



(b) Acesso ao compartimento esquerdo do reservatório pluvial, onde estão instalados o filtro e a bomba de recalque



Fonte: Acervo da autora (2015)

O painel de controle do sistema que conduz a água pluvial para o reservatório de água não potável é independente daquele que controla o sistema de tratamento das demais fontes de água, conforme mostra a Figura 4.7.

Figura 4.7 – Painel de controle do sistema de efluente pluvial



Fonte: Acervo da autora (2015)

A adição de produtos químicos é feita por dosadores localizados ao lado do painel de controle do sistema. Estes dosadores são automáticos e as quantidades e períodos de adição dos produtos químicos são programados pelos operadores do sistema. A identificação presente nos recipientes dos produtos químicos que abastecem o sistema, no entanto, não corresponde àquelas encontradas junto aos dosadores. O entrevistado pediu que estas identificações fossem desconsideradas, não podendo ser confirmado se os produtos químicos utilizados permanecem os previstos em projeto. A Figura 4.8 mostra a disposição destes recipientes.

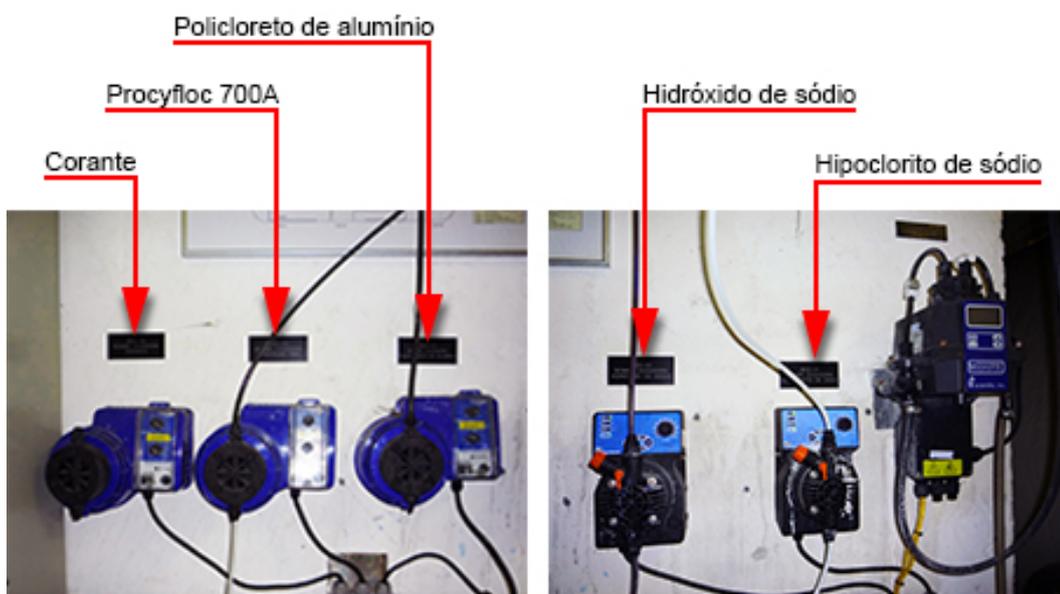
De acordo com a identificação encontrada em cada um dos dosadores, os produtos químicos previstos em projeto são: corante, Procyfloc 700A, policloreto de alumínio, hidróxido de sódio e hipoclorito de sódio, conforme Figura 4.9.

Figura 4.8 – Dosadores de produtos químicos



Fonte: Acervo da autora (2015)

Figura 4.9 – Identificação dos dosadores de produtos químicos



Fonte: Acervo da autora (2015)

O segundo conjunto de tanques também se localiza no primeiro subsolo de garagens do condomínio, ao lado do primeiro conjunto de tanques, conforme apresentado na Figura 4.10. O acesso à área onde está todo o sistema de tratamento é restrito aos funcionários responsáveis pelo gerenciamento e manutenção do empreendimento.

Figura 4.10 – Segundo conjunto de tanques do sistema de tratamento



Fonte: Acervo da autora (2015)

A água não potável obtida pós-tratamento é conduzida ao reservatório inferior de água não potável, localizado atrás do reservatório de águas cinzas e com capacidade de armazenamento de 10.000L, após passar por um filtro. No reservatório de água não potável ainda é feita a adição de corante azul. A água pluvial coletada também é conduzida para o reservatório de água não potável, de onde a água é recalçada para os reservatórios superiores de cada uma das torres do condomínio.

O acesso ao reservatório inferior de água não potável é feito por uma abertura sem tampa na parte superior da parede do tanque, conforme apresentado na Figura 4.11. Foi possível perceber mau cheiro na água ao se aproximar deste acesso. Caso ocorra falha no sistema de tratamento ou produção insuficiente de água não potável, segundo o entrevistado, há um ponto de fornecimento de água potável que pode ser utilizado para abastecer o sistema. Este ponto de abastecimento não é visível pelo acesso do reservatório.

Figura 4.11 – Acesso ao reservatório inferior de água não potável (a) e corante utilizado na água não potável (b)



Fonte: Acervo da autora (2015)

O atual responsável pelo gerenciamento do condomínio, ao realizar as intervenções no sistema, incluiu a adição de corante à água não potável, o que só havia sido feito na fase de testes do sistema até então. O produto selecionado é um corante alimentício, conforme apresentado na Figura 4.11, por acreditar-se que um produto alimentício não implicaria em risco para a saúde dos usuários. De acordo com o entrevistado, é adicionado um litro de corante por dia e, até o momento, o produto não tem provocado manchas nas louças sanitárias.

A Figura 4.12 mostra as bombas de recalque que enviam a água não potável para os reservatórios superiores localizados na cobertura de cada uma das torres. Cada

reservatório superior possui capacidade de armazenamento de 10.000L. A água não potável é utilizada para abastecimento das bacias sanitárias de apartamentos e áreas comuns.

Figura 4.12 – Bombas de recalque do sistema predial de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

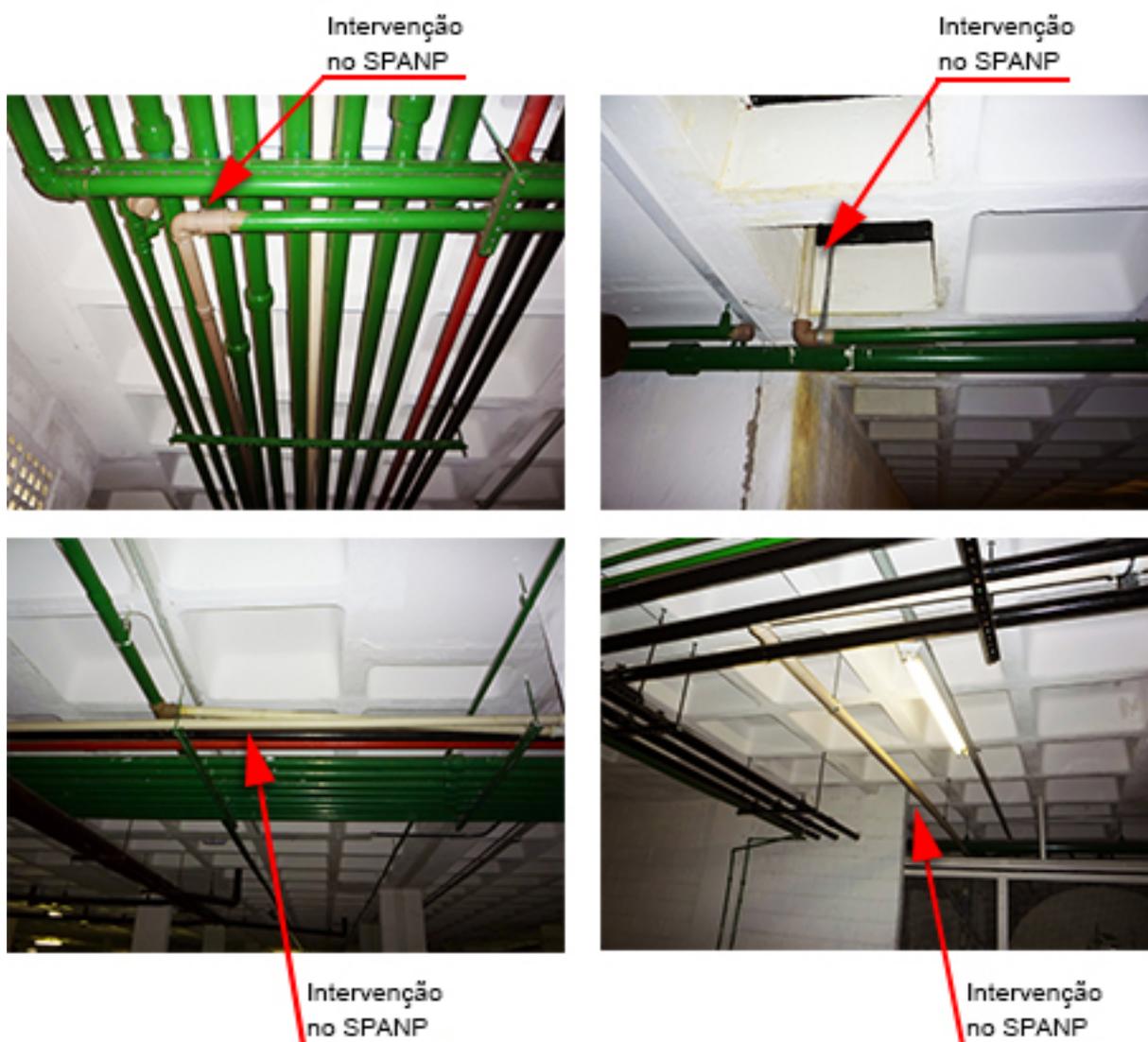
Com relação à tubulação, não há uma cor diferenciada para as instalações do SPANP. Embora o entrevistado da segunda visita de campo tenha informado que a tubulação de água não potável é de PVC soldável (marrom) nos trechos pressurizados e de PVC série normal (branca) onde não há pressurização, foram observados trechos de tubulação de água não potável de cor verde, mesma cor utilizada para as tubulações de água potável, conforme identificação no local, apresentado na Figura 4.13.

Figura 4.13 – Estação redutora de pressão de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

Ao longo das instalações no subsolo é possível identificar alguns pontos onde foram feitas as intervenções para alteração das fontes de abastecimento do SPANP. Como pode ser observado nas imagens da Figura 4.14, não há uma padronização na execução das intervenções, tendo sido utilizadas tubulações de diferentes cores, sem clara identificação do tipo de água que transporta, com grande risco de conexão cruzada em futuras manutenções ou alterações do sistema.

Figura 4.14 – Tubulações no subsolo

Fonte: Acervo da autora (2015)

Com relação a identificações dos pontos de utilização de água não potável, após a intervenção, etiquetas foram instaladas nas válvulas redutoras e registros localizados no subsolo, conforme apresentado na Figura 4.15. Segundo o entrevistado, dentro dos apartamentos, junto ao registro e às bacias sanitárias, onde a água não potável é utilizada, foram instaladas placas de sinalização. Não foi possível visitar nenhum apartamento para confirmar esta informação.

Figura 4.15 – Identificação das válvulas redutoras do SPANP



Fonte: Acervo da autora (2015)

Futuramente, novas intervenções serão realizadas para que a água não potável seja também utilizada na lavagem de piso das áreas comuns. Para isso, estão sendo comprados pelo condomínio registros com chave de acesso, de acordo com o gerente predial. Atualmente, não há nenhum tipo de diferenciação entre as válvulas do sistema de água potável e de água não potável, de volante com formato redondo e cor cromada, segundo o entrevistado. Durante a visita foi possível identificar válvulas com volante de formato redondo e cor amarela apenas.

O gerenciamento e a manutenção do SPANP são feitos por uma empresa terceirizada. Durante a primeira visita de campo, o entrevistado informou que esta empresa terceirizada realizava visitas de vistoria quinzenais para manutenção preventiva e coleta de amostra de água não potável, enviadas para análise de qualidade em laboratório. Mensalmente eram gerados laudos técnicos que ficavam disponíveis para os moradores na sala da administração do condomínio, onde

cópias do laudo podiam ser retiradas. De acordo com o zelador, havia procura dos moradores por esta informação.

Na segunda visita, o entrevistado afirmou que esta empresa terceirizada realiza visitas mensais para manutenção preventiva. Nestas visitas é realizada inspeção visual e teste do sistema. A cada três meses são coletadas amostras de água para análise de qualidade em laboratório. A data do último laudo laboratorial apresentado, no entanto, mostra que a última análise de qualidade da água havia sido realizada há mais de quatro meses, prazo superior ao apontado pelo entrevistado. O entrevistado não forneceu cópia do laudo apresentado e não permitiu que seus dados fossem registrados no questionário. Os laudos anteriores não ficam arquivados no condomínio, também não tendo sido disponibilizados para o estudo. De acordo com o entrevistado, estes laudos também não são apresentados para os moradores.

Um documento entregue pela empresa terceirizada para o condomínio indica que o plano de manutenção contratado prevê as atividades e prazos apresentados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Plano de manutenção apresentado pela empresa terceirizada

Componente	Manutenção	Frequência
Tanque 01: Reator anaeróbio ⁽¹⁾	Retirada de parte do lodo através de sistema "limpa fossa" ou drenagem	Anual
Válvulas, rotâmetro e registros	Limpeza e verificação de correto funcionamento	Trimestral
Bombas, componentes elétricos e painel de comando	Verificação elétrica e limpeza	Trimestral
Bombas hidráulicas	Conforme avarias apresentadas	Variável
Bombas dosadoras	Limpeza dos conectores e mangueiras	Mensal
Sopradores	Conforme avarias apresentadas	Variável
Agitador	Conforme avarias apresentadas	Variável
Filtro de areia	Retro lavagem	A cada dois dias

Nota:

(1) No fluxograma da Figura 4.10 este taque está identificado como "TQ4".

Com relação ao controle de qualidade da água, este mesmo documento aponta como sendo mensalmente analisados os seguintes parâmetros da água: DBO (mg/L), DQO (mg/L), óleos e graxas, turbidez, sólidos suspensos totais, nitrogênio amoniacal, nitratos, fósforo total, pH, coliformes. De acordo com o depoimento do entrevistado, esta análise não é realizada mensalmente.

Com relação a ocorrências que tenham sido observadas no SPANP durante o período em que está em operação, ambos os entrevistados afirmaram nunca terem identificado nenhuma situação de vazamento no sistema. O primeiro entrevistado relatou um caso de conexão cruzada e o segundo entrevistado apontou um caso de qualidade inadequada da água.

A situação de conexão cruzada relatada pelo primeiro entrevistado foi identificada logo após o sistema ter sido colocado em operação. Alguns moradores que haviam feito alterações em seus apartamentos instalaram ducha higiênica nos banheiros adicionando uma ramificação na tubulação de abastecimento das bacias sanitárias, sem terem conhecimento de que aquele ponto era alimentado por água não potável. Durante a fase de teste do SPANP, a adição de corante à água não potável permitiu a identificação da irregularidade na instalação das duchas higiênicas. A correção foi providenciada nos apartamentos que apresentaram tal instalação e o corante deixou de ser utilizado até o momento em que o atual gerente predial assumiu a administração do condomínio.

A situação de qualidade inadequada da água relatada pelo segundo entrevistado ocorreu em um dos poços de drenagem utilizado como fonte de água subterrânea, que passou a apresentar forte mau cheiro. Foi solicitada análise laboratorial de amostra da água deste poço que, como apresentou características não conformes para o uso a que se destina a água, deixou de ser utilizado como fonte de abastecimento do SPANP.

Embora durante a segunda entrevista, o gerente predial tenha informado que exista uma cartilha para o responsável pelo monitoramento e operação do sistema no local onde está instalado, no subsolo só foi possível identificar durante a visita o fluxograma do sistema, fixado junto ao primeiro conjunto de tanques, sendo esta a

fonte de informação disponibilizada. Segundo o primeiro entrevistado, funcionários do condomínio e da construtora receberam treinamento para ciência dos riscos inerentes ao sistema predial, bem como para conhecimento da operação e manutenção do sistema, no momento em que o sistema foi colocado em operação. Quando questionados sobre a confiabilidade que têm no sistema, ambos os entrevistados afirmaram ser alta.

Os moradores receberam informações referentes ao SPANP por meio de cartas, comunicados fixados no quadro de aviso dos elevadores das torres e e-mail. Estas informações só são novamente apresentadas para novos moradores no momento em que se dirigem à administração para realizar cadastro de acesso ao condomínio. Não existem cartilhas ou manuais que informem os moradores sobre os riscos inerentes ao sistema e não é disponibilizado nenhum boletim informativo sobre sua operação e manutenção. Ainda assim, a confiabilidade que moradores apresentam no sistema foi avaliada como sendo alta pelo primeiro entrevistado e média pelo segundo, não havendo nenhuma preocupação com o uso de água não potável.

Os dados de economia de consumo de água potável apresentados são imprecisos, não tendo sido disponibilizado pelo condomínio nenhum documento ou histórico de contas da concessionária. De acordo com o primeiro entrevistado, 60% do volume de água consumido pelo condomínio corresponde à água potável, fornecida pela concessionária, e 40% da demanda é suprida pelo sistema de tratamento com água não potável. No entanto, o segundo entrevistado estima que sejam consumidos entre 50.000 e 60.000L de água não potável por dia e cerca de 180.000L de água potável por dia.

Não há medição de consumo de energia elétrica independente para o sistema de tratamento, não havendo, portanto, registro de sua contribuição no consumo energético do empreendimento.

4.2 ESTUDO DE CASO B

O estudo de caso “B” é um empreendimento residencial de oito casas projetado sob o ideal de construção sustentável. Localizadas em um terreno densamente

arborizado, distante 22 km do centro de São Paulo, em Carapicuíba, as oito casas são elevadas do solo, criando terraços e jardins privados que se integram com as áreas de uso coletivo. A Figura 4.16 apresenta a entrada do condomínio e uma das casas, sobre pilotis.

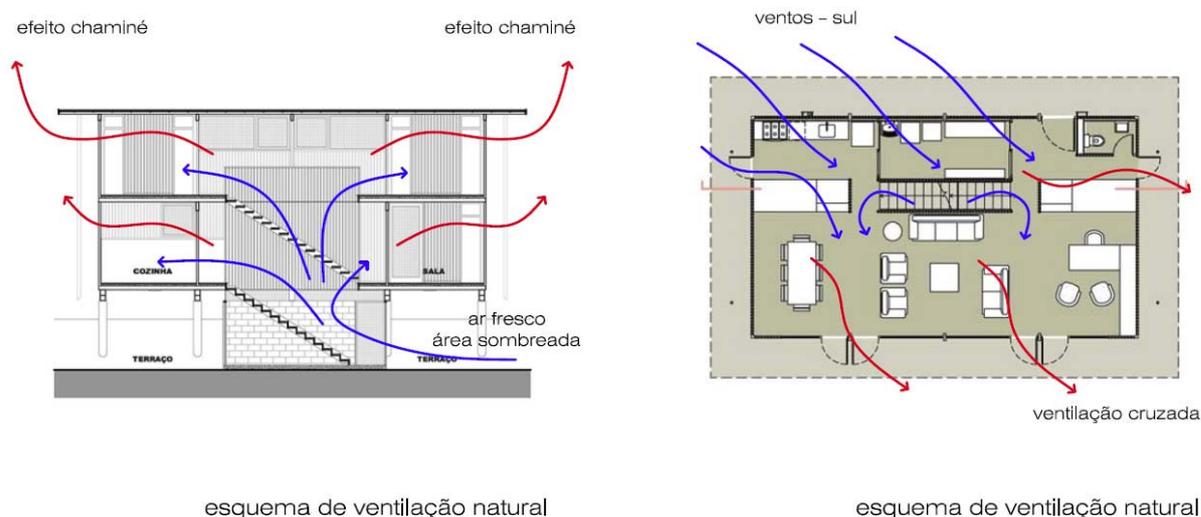
Figura 4.16 – Condomínio do estudo de caso “B”



Fonte: Acervo da autora (2015) e XAVIER (2010)

A arquitetura das residências explora ao máximo a iluminação e a ventilação naturais em função da declividade de 35% do terreno e de sua orientação face leste conforme mostram os esquemas da arquiteta autora do projeto, em corte e planta de uma das residências, na Figura 4.17.

Figura 4.17 – Esquema de ventilação natural



Fonte: XAVIER (2015)

A implantação do condomínio, apresentada na Figura 4.18, aproveitou a declividade do terreno para distribuir as casas de forma a garantir privacidade aos moradores. Na grande área livre nos fundos do terreno foi instalado o sistema de tratamento de esgoto, uma vez que a região não dispõe de coleta pública de esgoto sanitário.

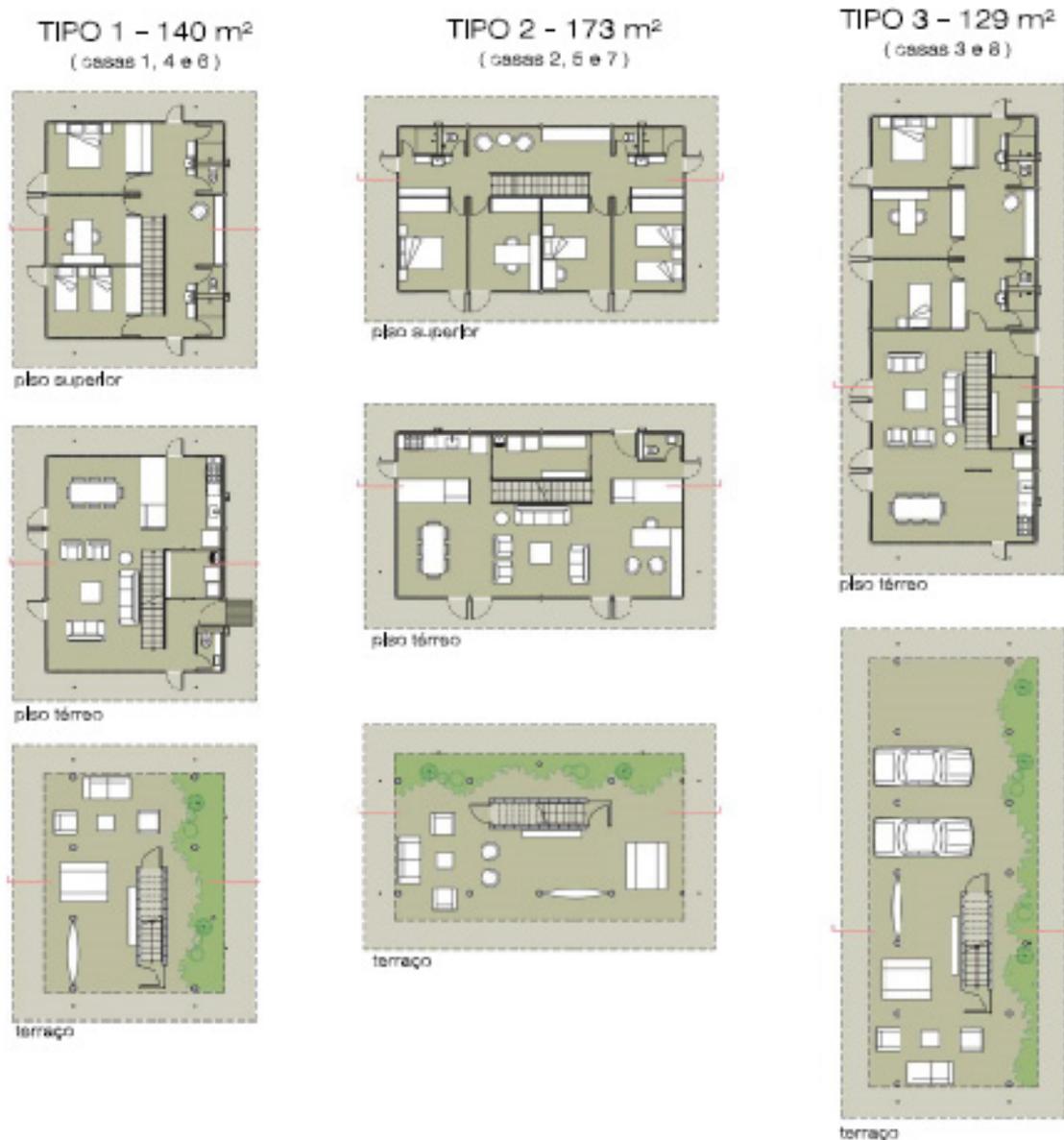
Figura 4.18 – Implantação do condomínio



Fonte: Adaptado de XAVIER (2010)

Na configuração das plantas, é comum às oito casas a posição dos módulos de banheiro e cozinha, sempre juntos a *shafts* de fácil acesso onde são concentradas as tubulações hidráulicas. Para os demais ambientes, os autores do projeto desenvolveram soluções distintas em três tipologias de casa. As casas de tipo 1 têm 140m² de área construída distribuídas em dois pavimentos, apresentando três dormitórios e dois banheiros. As casas de tipo 2 têm 173m² de área em dois pavimentos, dispendo de quatro dormitórios e dois banheiros. As casas de tipo 3 têm 129m² de área em um único pavimento com três dormitórios e dois banheiros. A distribuição interna das três tipologias é apresentada na Figura 4.19.

Figura 4.19 – Tipologia das casas



Fonte: XAVIER (2015)

Para este estudo de caso, as entrevistas foram realizadas com duas proprietárias do empreendimento em duas etapas. Em uma primeira visita, o sistema foi apresentado no terreno. A segunda visita foi agendada após o recebimento dos projetos da construtora, para aplicação do questionário. Uma das entrevistadas é também a arquiteta responsável pelo empreendimento. A outra atua no gerenciamento do condomínio, pois o residencial não possui uma administração terceirizada formalizada. Ambas são atuantes na operação e manutenção do empreendimento, o que explica suas respostas ao questionário terem sido muito parecidas.

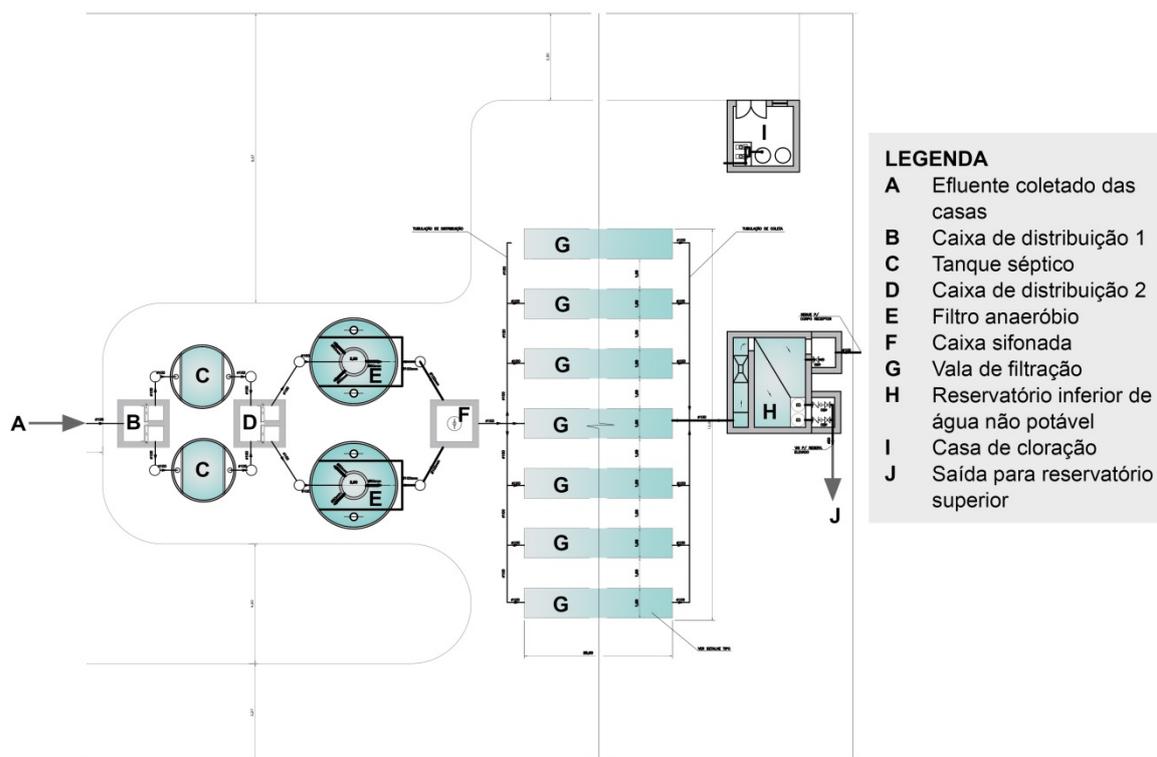
O sistema predial de água não potável foi idealizado e executado pela construtora simultaneamente ao desenvolvimento do condomínio, que foi entregue em 2011. O SPANP-R entrou em operação no final deste mesmo ano e permanece em funcionamento até o momento da visita de campo.

São utilizadas como fonte de abastecimento do SPANP-R as águas residuárias composta de águas cinzas e negras, coletadas de todo o esgoto proveniente das casas sem separação, e a água subterrânea captada de um poço nos fundos do terreno. Apenas as águas residuárias passam por sistema de tratamento. Após o tratamento, a água não potável é utilizada nas descargas das bacias sanitárias, limpeza de pisos de áreas comuns e irrigação de jardins e horta coletiva. As águas pluviais não são reaproveitadas. Após serem captadas são descartadas na nascente que existe nos fundos do terreno.

O sistema predial de água não potável foi projetado para uma população estimada em 56 habitantes. Atualmente, porém, o condomínio é habitado por 31 pessoas, além dos dois funcionários que frequentam o condomínio de segunda a sexta-feira, um deles pernoitando no local. Destes 31 moradores, 8 utilizam o condomínio apenas nos finais de semana e 1 viaja bastante, utilizando a residência poucos dias no mês. Não há medição individualizada para o consumo de água das casas.

O sistema de tratamento projetado pelos construtores é físico-químico e biológico, tendo sido baseado nas orientações da NBR 13969 (ABNT, 1997). O esgoto coletado é conduzido para dois tanques sépticos, atendendo à NBR 7229 (ABNT, 1993). Destes tanques, o efluente é conduzido para o pós-tratamento, passando por filtros anaeróbios, valas de filtração e desinfecção, mais uma vez conforme recomendado na NBR 13969 (ABNT, 1997). A disposição final é o reservatório de água não potável, para que seja reutilizada no sistema, conforme previsto nesta mesma norma. A Figura 4.20 apresenta o projeto das etapas de tratamento fornecido pela construtora.

Figura 4.20 – Projeto das etapas de tratamento



Fonte: Adaptado pela autora de HAGAPLAN (2006)

Segundo as entrevistadas, o conjunto de tanques sépticos e filtros anaeróbios estão posicionados enterrados na área de solário do terreno, apresentada na Figura 4.21.

Figura 4.21 – Localização dos tanques sépticos e filtros anaeróbios



Fonte: Acervo da autora (2015)

O acesso de manutenção a estes tanques é feito por meio de tampas de concreto no piso, mostrados na Figura 4.22. Não foi possível acessar o interior dos tanques. As entrevistadas não souberam identificar quais são os tanques sépticos e filtros anaeróbios.

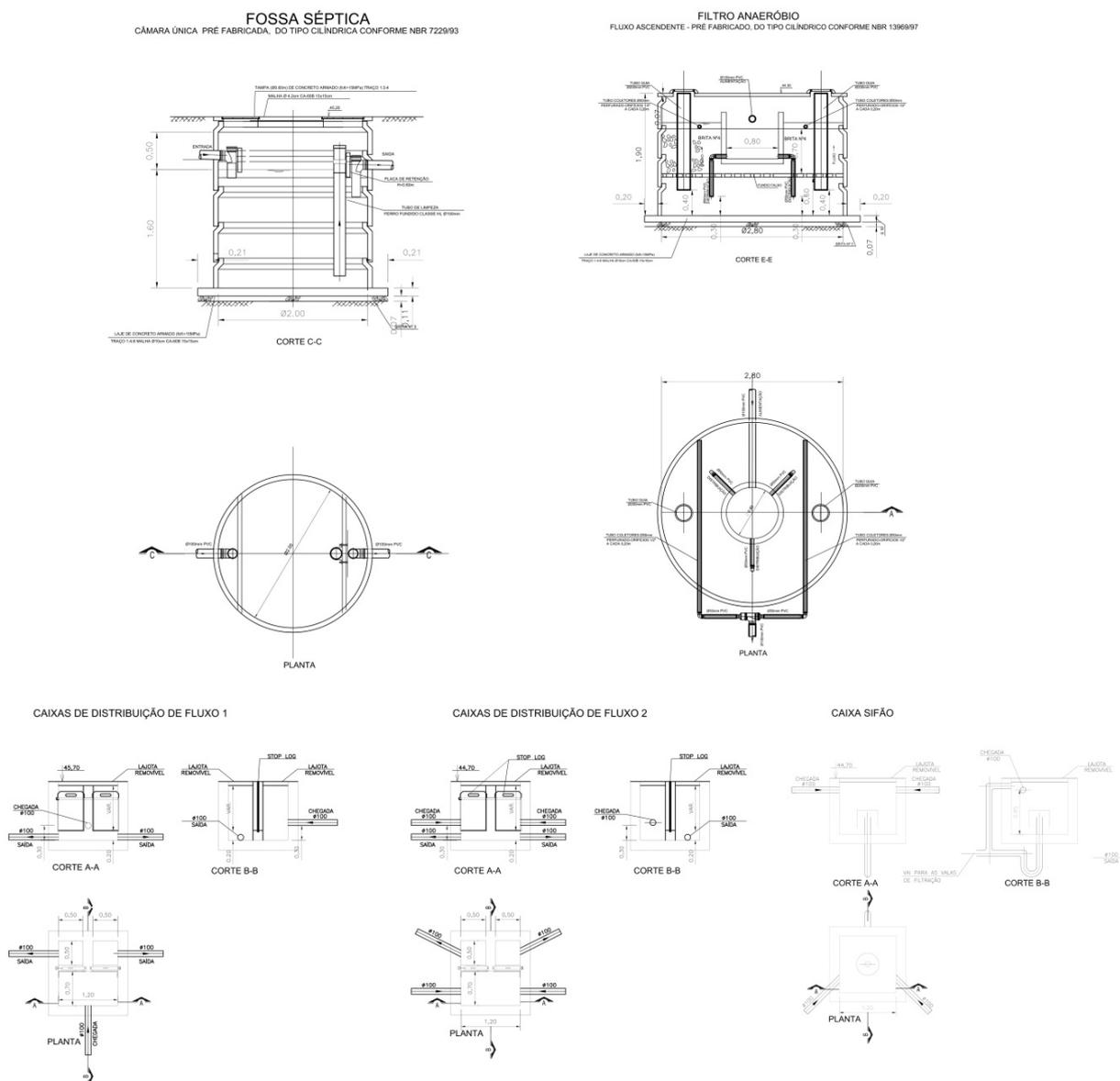
Figura 4.22 – Acesso para manutenção de tanques sépticos e filtros anaeróbios



Fonte: Acervo da autora (2015)

A construtora forneceu os projetos dos tanques sépticos, filtros anaeróbios, caixas de distribuição e caixa sifonada, informando que a execução foi feita conforme especificações do projeto. Comparando-se os projetos com as recomendações da NBR 13969 (ABNT, 1997), é possível verificar que estão em conformidade com a norma. Os detalhes de projeto destes componentes são apresentados na Figura 4.23.

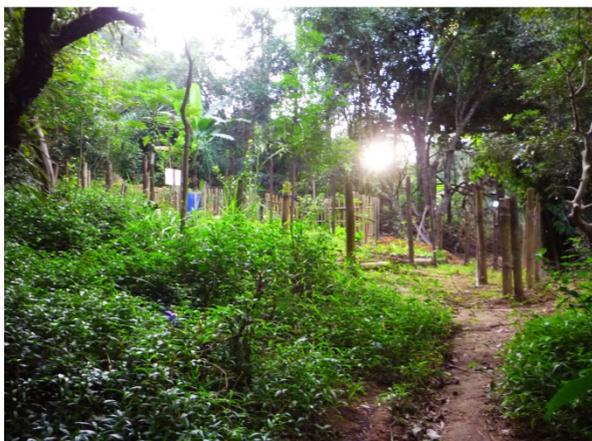
Figura 4.23 – Projetos dos componentes do sistema de tratamento



Fonte: Adaptado pela autora de HAGAPLAN (2006)

De acordo com o projeto apresentado, as valas de filtração estão localizadas logo após os filtros anaeróbios. A localização destas valas apontada pelas entrevistadas é apresentada na Figura 4.24. Não foi possível identificar com precisão seu posicionamento no terreno. Segundo as entrevistadas, as valas de filtração estão na área onde foi construída a horta coletiva.

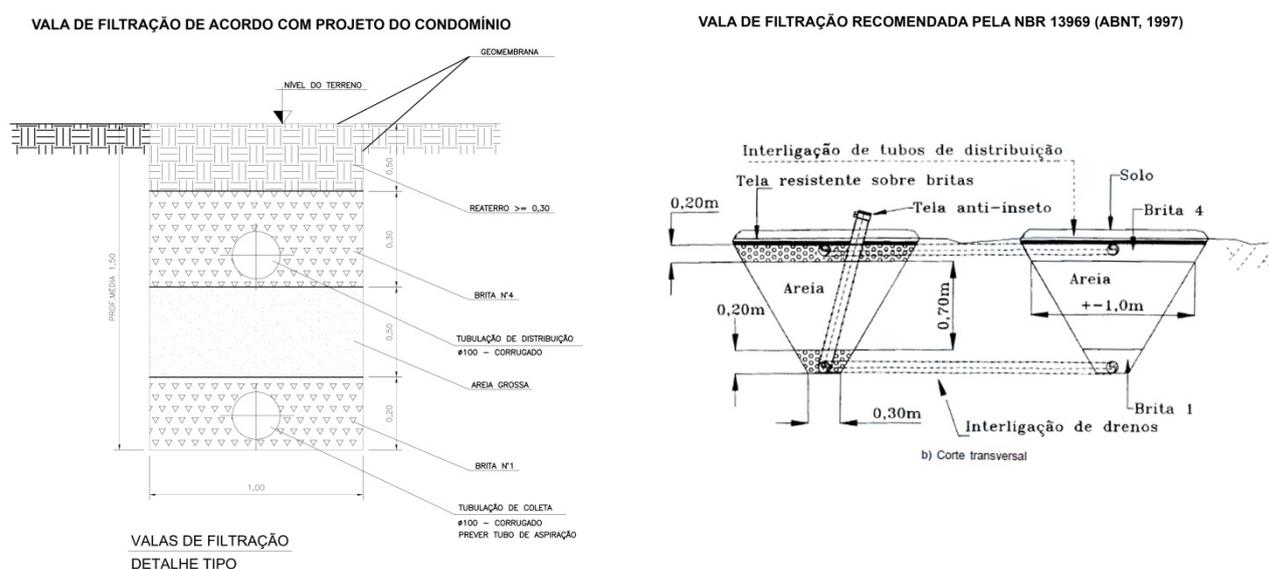
Figura 4.24 – Localização das valas de filtração



Fonte: Acervo da autora (2015)

No caso das valas de filtração, o projeto desenvolvido para o empreendimento se difere em dois pontos da vala de filtração típica apresentada pela NBR 13969 (ABNT, 1997): a camada de areia entre as tubulações perfuradas é menor, apresentando 0,50m de altura, enquanto a norma indica 0,70m, e a seção transversal da vala projetada apresenta formato retangular, enquanto a norma sugere um formato trapezoidal, com largura da porção inferior menor que a superior, como é apresentado na Figura 4.25.

Figura 4.25 – Projeto da vala de filtração

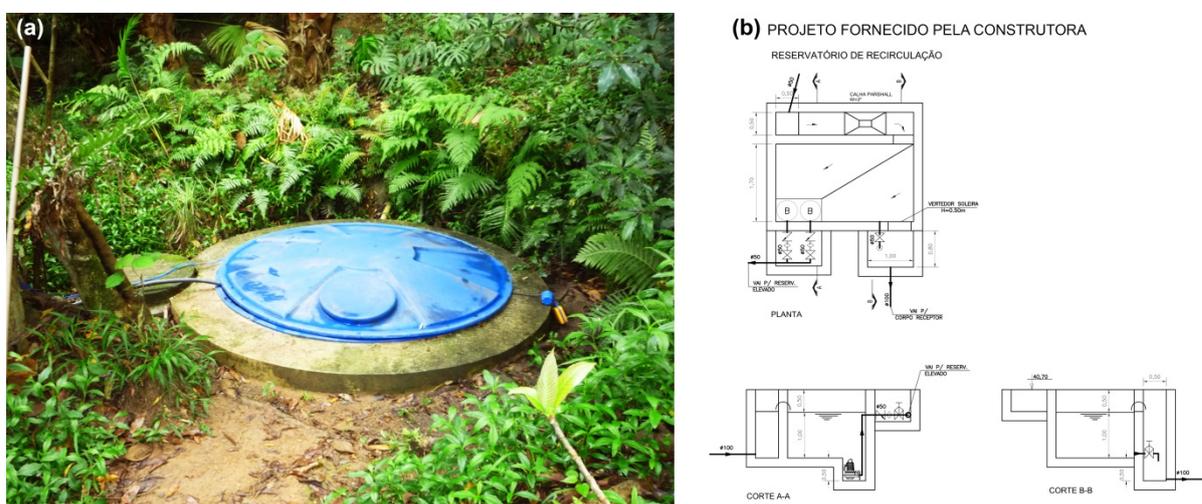


Fonte: HAGAPLAN (2006) e NBR13969 (ABNT, 1997)

Embora prevista em projeto, a casa de cloração não foi construída no sistema. A adição de cloro à água não potável é feita manualmente por funcionário do condomínio, sob supervisão da moradora que assumiu a administração geral. O cloro é adicionado semanalmente no reservatório inferior, às segundas-feiras, na quantidade de 300g, e no reservatório superior, às sextas-feiras, na mesma quantidade de 300g.

O reservatório inferior está localizado nos fundos do terreno e apresenta diferenças do reservatório previsto em projeto. As entrevistadas e o engenheiro responsável pelo empreendimento informaram que a capacidade do reservatório inferior é de 10.000L. Analisando-se o projeto deste reservatório, verificou-se que a capacidade de armazenamento prevista era menor que a informada, aproximadamente 7,6m³. Além disso, o reservatório apresentado em projeto era de seção retangular enquanto no local foi encontrado um reservatório de seção circular, conforme apresentado na Figura 4.26.

Figura 4.26 – Reservatório inferior construído (a) e reservatório inferior de projeto (b)



Fonte: Acervo da autora (2015) e adaptado pela autora de HAGAPLAN (2006)

Próximo ao reservatório inferior há um poço que também fornece água para o sistema, conforme apresentado na Figura 4.27. A água coletada pelo poço, no entanto, não passa por tratamento, sendo conduzida diretamente para o reservatório inferior.

Figura 4.27 – Localização do poço profundo



Fonte: Acervo da autora (2015)

A água encontrada no reservatório inferior e no poço apresentava aspecto turvo, como pode ser observado na Figura 4.28.

Figura 4.28 – Aspecto da água no reservatório inferior (a) e no poço profundo (b)



Fonte: Acervo da autora (2015)

Do reservatório inferior, a água não potável é imediatamente enviada para o reservatório superior, com capacidade de 10.000L de armazenamento segundo as entrevistadas. Este reservatório não é apresentado no projeto. Localiza-se sobre a portaria, ao lado do reservatório de água potável e, segundo relatado durante a entrevista, pode ser abastecido manualmente por água potável caso ocorra falha no

SPANP-R. A tubulação de entrada de água potável fica ao lado da de água não potável, ambas instaladas na mesma altura, na porção mais alta do reservatório, segundo entrevistada. A água não potável é distribuída por gravidade para os pontos de utilização.

A tubulação do SPANP-R não apresenta diferenciação por cor nem identificação, tendo sido utilizada tubulação de PVC soldável (marrom) tanto para distribuição de água potável como para não potável e tubulação de PVC série normal (branca) para a coleta de águas pluviais e esgoto, segundo afirmação das proprietárias. A Figura 4.29 mostra as tubulações dentro do *shaft* de uma das casas.

Figura 4.29 – Interior de *shaft* com tubulações sem identificação que diferencie os sistemas



Fonte: Acervo da autora (2015)

Os pontos de utilização abastecidos por água não potável, embora sejam no mesmo modelo dos demais pontos de utilização do sistema, foram sinalizados com a pintura

de uma faixa na cor verde. Não há comunicação visual nos pontos de utilização alertando sobre as diferentes qualidades de água.

O gerenciamento do SPANP-R é realizado pelo zelador do condomínio com auxílio da moradora que assumiu a administração geral do empreendimento. Segundo ela, não é realizada manutenção preventiva no sistema, apenas corretiva. Faz-se o acompanhamento com inspeção visual e a limpeza dos reservatórios uma vez por mês. O procedimento de limpeza consiste em esvaziar os reservatórios, lavar seu interior com auxílio de uma vassoura comum e encher novamente os reservatórios com a água produzida pelo sistema.

O condomínio não controla rotineiramente a qualidade da água não potável, porém no início do ano de 2015, os moradores observaram que a água não potável passou a apresentar cor e odor desagradáveis, deixando manchas na louça das bacias sanitárias. Por este motivo, amostras de água do reservatório de água não potável, do poço profundo e da nascente ao fundo do terreno foram coletadas e enviadas para análise laboratorial. Os laudos desta análise foram disponibilizados para a pesquisa e encontram-se no Anexo A deste trabalho.

A análise laboratorial realizada para a amostra da água coletada no reservatório de água não potável considerou como referência os parâmetros estabelecidos pela NBR 13969 (ABNT, 1997), para Classe 1 de uso. Trata-se da classe mais restritiva desta norma, por considerar o uso da água em atividades que requerem contato direto do usuário ou aspiração de aerossóis, como em lavagem de veículos. A amostra de água do reservatório de água não potável, de acordo com o laudo do laboratório, apresentou não conformidade para os parâmetros: sólidos dissolvidos totais e coliformes termotolerantes.

O relatório de ensaio da amostra coletada no poço profundo utilizou como referência os padrões estabelecidos pela Resolução SS65 (Secretaria de Estado da Saúde, 2005), que trata de água destinada a consumo humano. A amostra de água do poço apresentou não conformidade para os itens: cor, pH, turbidez, coliformes totais, *Escherichia coli* e contagem de bactéria heterotrófica.

Este mesmo padrão estabelecido pela Resolução SS65 (Secretaria de Estado da Saúde, 2005) foi utilizado para o monitoramento da qualidade da água coletada na nascente ao fundo do terreno. Esta amostra de água apresentou não conformidade para: cor, turbidez, coliformes totais, *Escherichia coli* e contagem de bactéria heterotrófica.

Apesar das não conformidades apontadas nos laudos laboratoriais, o SPANP-R não foi desativado. Por questão de segurança, após a segunda visita de campo, as entrevistadas decidiram orientar os funcionários a não mais utilizar a água não potável na rega da horta coletiva.

Além desta ocorrência, as entrevistadas relataram que, em junho de 2014, foi constatado um aumento excessivo no consumo de água potável. Uma investigação no sistema levou os proprietários a identificar simultaneamente um vazamento em tubulação de abastecimento de água potável da rede pública e uma obstrução por presença de papel higiênico na tubulação que conduzia o esgoto para o sistema de tratamento. O entupimento foi percebido com a identificação de grande volume de água percorrendo o fundo do terreno rumo à nascente. O vazamento foi sanado e a inclinação da tubulação de coleta de esgoto foi corrigida ao se verificar que estava insuficiente.

Na data da segunda visita, foi relatada a suspeita de uma conexão cruzada em uma das residências. Os proprietários instalaram uma ducha higiênica ao lado da bacia sanitária em um dos banheiros da casa e notaram que o equipamento sanitário recém-instalado ficou sem fornecimento de água durante o período em que o SPANP-R estava desligado para manutenção. Esta suspeita não havia sido confirmada até a data da entrevista.

Não existem cartilhas ou manuais com orientações técnicas sobre a operação e manutenção do sistema. Os funcionários foram orientados verbalmente sobre como gerenciar seu funcionamento e os moradores receberam as informações durante uma reunião com o engenheiro responsável pelo projeto, tendo sido conscientizados sobre os riscos inerentes ao sistema, segundo as entrevistadas. Não há uma reciclagem periódica destas informações técnicas e os moradores são informados

por e-mail sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema, bem como a de todo o condomínio, à medida que ocorrem intervenções.

As entrevistadas afirmaram estar preocupadas com a qualidade da água não potável em função dos resultados apresentados nos laudos laboratoriais. Estão em busca de solucionar a falha no sistema que vem ocasionando a qualidade inferior da água produzida. Ainda assim, avaliaram como sendo alta a confiabilidade que possuem no sistema.

O condomínio não possui medição individualizada de água, portanto, o consumo registrado pela concessionária corresponde ao total utilizado pelas residências e áreas de uso comum. Foram disponibilizados pelas proprietárias os dados de consumo de água potável e de energia elétrica do período entre agosto de 2014 e maio de 2015. Com relação ao consumo de energia, os dados fornecidos correspondem a equipamentos de área comum, a saber: bomba da piscina, bomba de recalque de água não potável, portão elétrico da entrada de veículos, iluminação da portaria e chuveiro elétrico dos funcionários. Os indicadores de consumos de água (ICa) e de energia (ICe) são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Dados de indicador de consumo de água potável (ICa) e de indicador de consumo de energia elétrica (ICe) do condomínio com o SPANP em operação

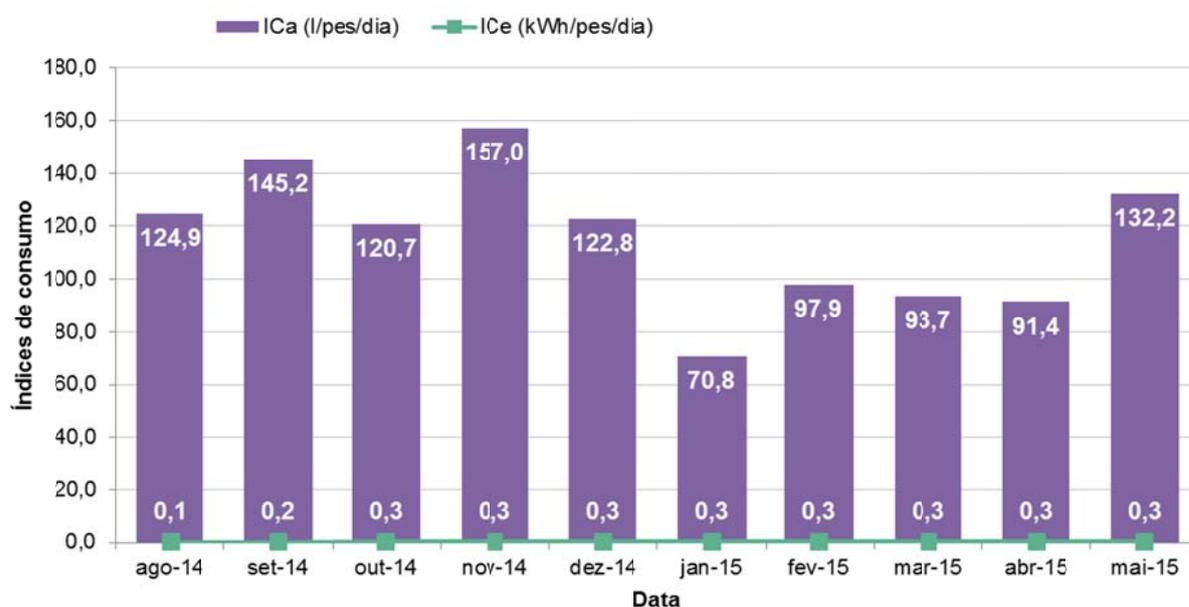
Data	ICa (L/pes/dia)	ICe (kWh/pes/dia)
ago-14	124,9	0,1
set-14	145,2	0,2
out-14	120,7	0,3
nov-14	157,0	0,3
dez-14	122,8	0,3
jan-15	70,8	0,3
fev-15	97,9	0,3
mar-15	93,7	0,3
abr-15	91,4	0,3
mai-15	132,2	0,3

Fonte: Acervo da autora (2015)

O empreendimento não dispõe de histórico de consumo referente ao período em que o sistema de água não potável ainda estava em implantação, o que impediu que fosse feita uma análise comparativa para quantificação de economia. Além disso, durante o período em que o sistema de tratamento foi desativado para desobstrução de tubulação de esgoto, a ocorrência simultânea de um vazamento no sistema de água potável contribuiu para o aumento do consumo, comprometendo os dados para efeito de análise comparativa.

A partir das informações de consumo recebidas, elaborou-se um gráfico para análise de correspondência entre o uso de água não potável e o consumo de energia, apresentado no Gráfico 4.1. Não foi possível estabelecer uma relação direta entre os consumos de água e energia, uma vez que a variação dos dados não seguiu um padrão claro.

Gráfico 4.1 – Relação de consumo de água potável e energia no condomínio



Fonte: Elaborado pela autora (2015)

4.3 ESTUDO DE CASO C

O estudo de caso “C” é um condomínio na zona norte da cidade de São Paulo, composto de duas torres de apartamentos, com 22 andares em cada bloco (Figura 4.30). Há quatro unidades de apartamento por andar com 142m² de área e 2 vagas

de garagem cada, totalizando 176 unidades habitacionais. As configurações originais de planta previam três a quatro dormitórios e cinco banheiros, incluindo o de empregada. Neste empreendimento foram realizadas entrevistas com um representante do conselho construtivo do condomínio, que apresentou todo o sistema, e duas proprietárias, que permitiram confirmar o conhecimento que os usuários têm do SPANP.

Figura 4.30 – Condomínio do estudo de caso “C”



Fonte: Acervo da autora (2015)

O empreendimento foi entregue pela construtora em 2010 sem SPANP e só em junho de 2014 foi feita a intervenção para sua instalação. A iniciativa partiu de um grupo de moradores que, depois de anos presenciando reparos nas paredes do segundo subsolo devido ao elevado nível do lençol freático que causava infiltrações, questionou a possibilidade de aproveitamento das águas subterrâneas. O estudo de viabilidade foi realizado pelo condomínio junto a uma empresa especializada, que implantou o sistema e atualmente acompanha sua manutenção.

São utilizados como fonte de abastecimento do sistema predial de água não potável água subterrânea e pluvial. O entrevistado não soube informar qual é o local do poço profundo. Foram feitas tentativas de contato com a empresa que instalou o sistema para obtenção destas informações, porém, não se obteve sucesso. A água pluvial é captada dos reservatórios de retenção que o edifício é obrigado a ter em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002). A água pluvial é coletada das superfícies de cobertura e pisos do condomínio. As águas subterrânea e pluvial são conduzidas para três reservatórios de acesso restrito, trancados com cadeado, localizados no térreo, ao lado da quadra de esportes, conforme Figura 4.31.

Figura 4.31 – Esquema do sistema de tratamento

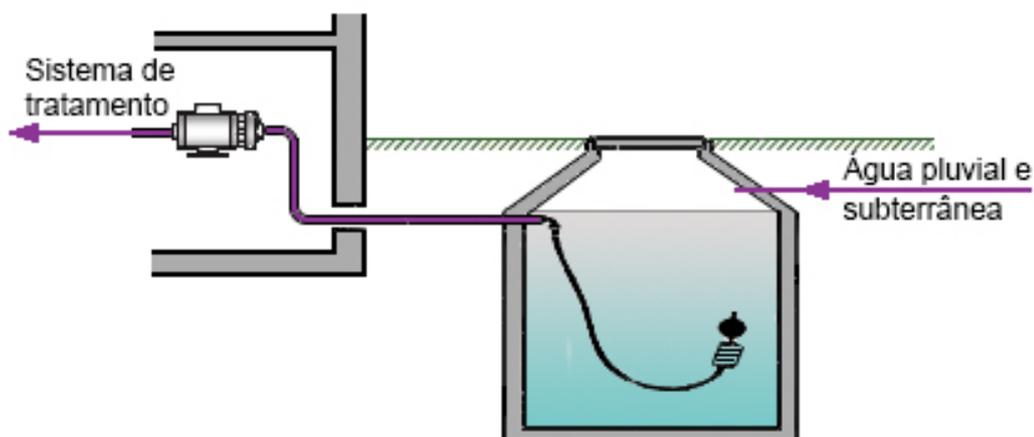


Fonte: Acervo da autora (2015)

Cada reservatório, segundo o entrevistado que apresentou o sistema, tem capacidade de 18.000L. A água armazenada nos reservatórios é bombeada até o sistema de tratamento e deste, para os pontos de utilização (Figura 4.32). Caso seja

atingido o nível máximo de armazenamento de água subterrânea e pluvial, o excedente é descartado na rede pública.

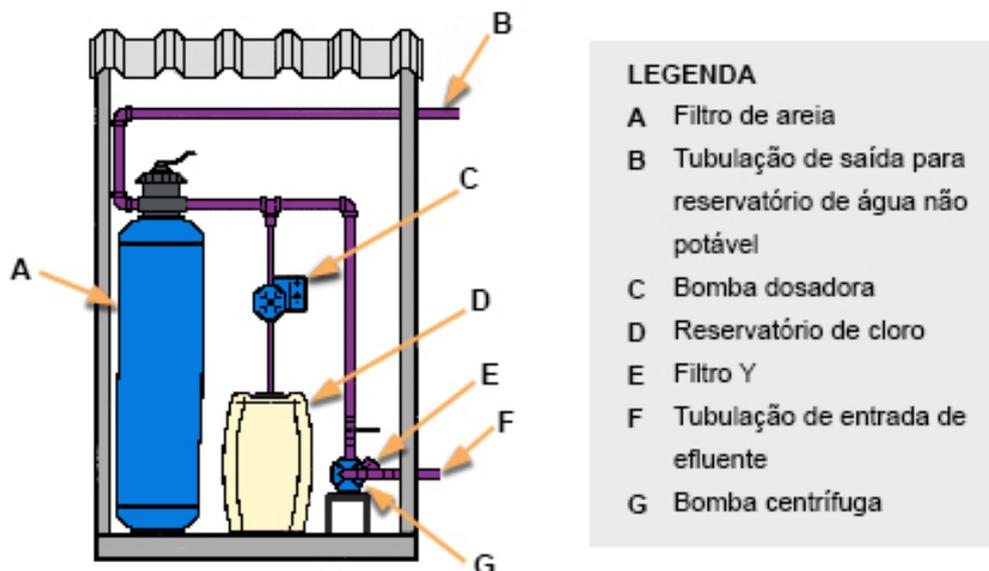
Figura 4.32 – Esquema dos reservatórios de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

O tratamento utilizado é físico-químico, com filtro de areia e adição automática de cloro, conforme esquema disponibilizado pela empresa que realizou a instalação para o condomínio e apresentado na Figura 4.33.

Figura 4.33 – Esquema do sistema de tratamento



Fonte: Acervo da autora (2015)

O sistema de tratamento localiza-se no subsolo, próximo aos reservatórios de água subterrânea e pluvial (Figura 4.34).

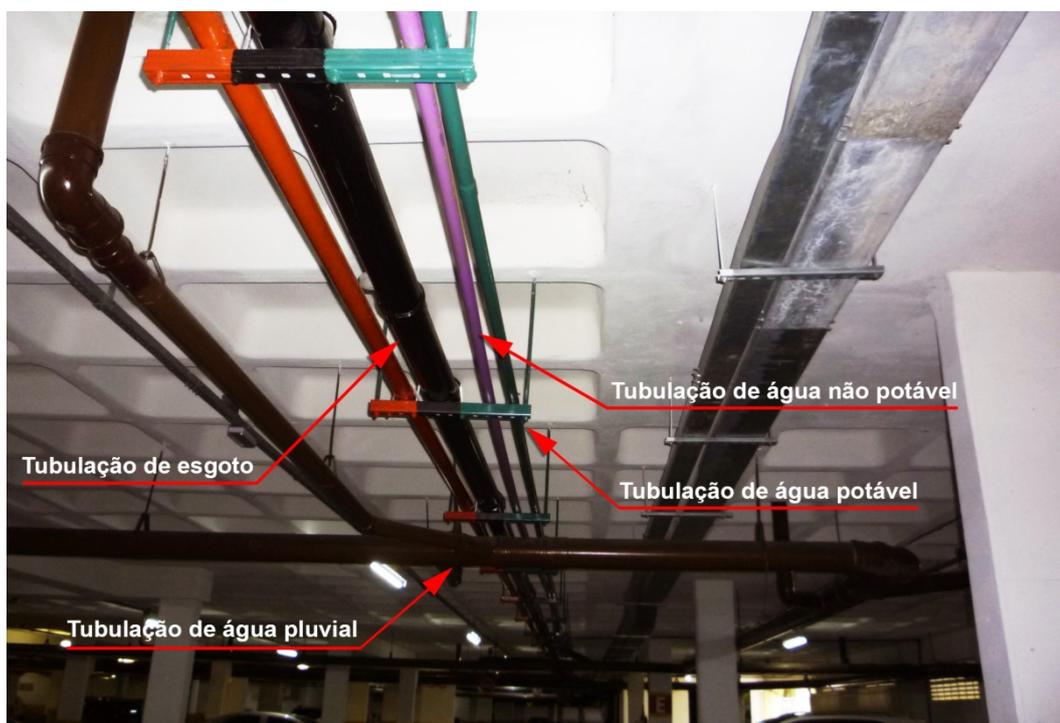
Figura 4.34 – Sistema de tratamento

Fonte: Acervo da autora (2015)

A água que passa pelo tratamento é conduzida diretamente para os pontos de utilização, não havendo reservatório de água não potável após o tratamento. Não existe também a possibilidade de utilização de água potável no SPANP, caso o sistema apresente falha. Esta água é utilizada na lavagem das garagens e áreas comuns, segundo o entrevistado.

Com relação à tubulação que transporta água não potável, é de cor roxa, diferente das demais tubulações utilizadas na instalação do sistema predial de água potável, o que diminui o risco de conexão cruzada. A tubulação que abastece o edifício com água potável é verde, a tubulação de coleta de esgoto é preta e a de coleta de água pluvial, marrom, como pode ser observado na Figura 4.35.

Figura 4.35 – Tubulações dos sistemas prediais



Fonte: Acervo da autora (2015)

Os pontos de utilização abastecidos com água não potável não acompanham a cor da tubulação, sendo cromados e vermelhos como os demais registros e torneiras do edifício, porém são de acesso restrito, ficando trancados com cadeados e utilizados apenas pela equipe de manutenção do condomínio. Como é possível verificar na Figura 4.36, existem etiquetas de sinalização que alertam para a qualidade da água, mas apenas nos pontos de utilização. Ao longo das tubulações não há nenhum tipo de identificação.

O gerenciamento do SPANP é realizado pelo zelador e um auxiliar de manutenção, com acompanhamento da empresa que executou o sistema. O entrevistado afirma ser realizada manutenção preventiva com troca da areia do filtro a cada seis meses, seguindo a recomendação do fabricante. Além disso, uma segunda empresa contratada realizará a limpeza dos reservatórios de água não potável anualmente, ficando esta responsável pela retirada do lodo residual.

Figura 4.36 – Pontos de utilização abastecidos com água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

Até o momento, o condomínio não realizou nenhum tipo de controle da qualidade da água produzida no local. O entrevistado também informou que não é adicionado corante à água não potável. Também não foi utilizado corante para teste inicial do sistema, por se entender que não haveria risco de irregularidades na instalação contratada de uma empresa especializada.

Ao ser perguntado sobre ocorrências e irregularidades que tenham sido identificadas no sistema, o entrevistado do conselho construtivo relatou uma situação de vazamento em uma tubulação de água não potável que foi percebida pela queda na vazão do ponto de consumo por ela abastecido. A correção foi providenciada assim que identificado o problema. Não foram registrados casos de conexão cruzada ou de contaminação da água potável pela água não potável.

Embora este mesmo entrevistado tenha afirmado existir uma cartilha de orientação sobre o sistema para os responsáveis por sua operação e manutenção, o material arquivado no condomínio e que foi apresentado durante a visita de campo continha folders do fabricante com pouca informação técnica, esquemas simplificados do sistema e da instalação e documentos referentes à contratação da estação de tratamento e do serviço de instalação. Segundo o entrevistado, os funcionários do condomínio receberam treinamento da empresa que executou o sistema.

Para os moradores, segundo o entrevistado, as informações referentes ao SPANP foram apresentadas por meio de comunicado distribuído internamente no condomínio e afixado nos elevadores. Esta informação foi apresentada quando concluída a instalação do sistema, não tendo sido reciclada desde então. Mesmo assim, ele avalia que os moradores estão cientes dos riscos que este tipo de instalação envolve e têm alta confiabilidade no sistema, não havendo nenhum tipo de preocupação ou questionamento.

Não foram disponibilizados dados de economia de consumo de água potável. De acordo com o entrevistado, como a água não potável é utilizada apenas na lavagem de pisos de áreas comuns e garagens, representa uma economia de 10 a 20% do consumo total do condomínio. Não há medição individual do consumo de energia elétrica para o sistema de tratamento, portanto, não há registro de sua contribuição no consumo energético do empreendimento.

Além do representante do conselho construtivo do condomínio, foram entrevistadas nesta mesma visita duas proprietárias. A primeira acompanhou as assembleias realizadas para instalação do sistema predial de água não potável e a segunda não participou de nenhuma destas reuniões.

Por ter participado do processo que levou à decisão de instalar o SPANP no condomínio, a primeira entrevistada sabia que a instalação ocorreu em 2014 e que o sistema passou a operar regularmente em janeiro de 2015. Esta entrevistada desconhecia o tipo de tratamento utilizado e acreditava ser abastecido por água pluvial. Segundo ela, a água não potável também é utilizada na irrigação dos jardins, além da lavagem de pisos das garagens e áreas comuns do empreendimento.

Esta moradora tinha conhecimento da capacidade de armazenamento dos reservatórios de água não potável, mas não se recordava se a tubulação de água não potável apresentava cor diferente das demais tubulações do edifício. Também não soube dizer qual a cor das tubulações de água potável, água pluvial e esgoto dos sistemas instalados no condomínio. Ao ser perguntada sobre os pontos de utilização abastecidos com água não potável, afirmou serem diferentes dos demais por apresentarem cadeado e placa de identificação com os dizeres “água não potável”.

O acesso aos pontos de uso abastecidos por água não potável é restrito a funcionários do condomínio, motivo pelo qual a primeira entrevistada afirmou não saber se é adicionado corante para diferenciação de água desta qualidade. Embora não soubesse como e quando é feita a manutenção preventiva do sistema, ela afirma que esta é realizada por uma empresa terceirizada contratada e informou que o monitoramento da qualidade da água com amostras analisadas em laboratório foi realizado uma única vez, no início da operação do sistema.

Esta proprietária não tinha conhecimento de nenhuma ocorrência de vazamento, conexão cruzada ou contaminação da água potável pela água não potável. Também desconhecia o volume de água potável economizado com o uso da água não potável, bem como o consumo de energia elétrica do sistema.

Quando questionada sobre a disponibilidade de informações sobre o sistema, ela afirmou existir um manual com orientações técnicas de operação e manutenção para os funcionários que gerenciam o SPANP, referindo-se à pasta de documentos arquivada pelo condomínio. Para os moradores, segundo ela, as informações foram passadas durante uma reunião de condomínio de forma superficial, sem esclarecimentos sobre os riscos inerentes ao sistema predial de água não potável. Não há reciclagem desta informação e eventualmente são abordadas nas reuniões de condomínio as providências tomadas para manutenção do sistema. Não existem relatórios informativos periódicos para os moradores. Mesmo assim, a entrevistada não tem nenhum tipo de preocupação em relação à água não potável, avaliando possuir um médio grau de confiabilidade no sistema.

A segunda entrevistada sabia que o sistema predial de água não potável estava em operação, mas não se recordava quando havia sido instalado e se havia sido feito pela construtora ou pelo condomínio. Embora não tivesse certeza dos pontos onde esta água é utilizada, acreditava ser destinada à lavagem de piso e irrigação de jardim. Ao ser perguntada sobre informações do SPANP, não soube responder a nenhuma pergunta do questionário, desconhecendo a fonte de água e o tipo de tratamento utilizados, as características das tubulações e dos demais componentes do sistema.

Esta entrevistada afirmou ser o zelador o responsável pelo gerenciamento do sistema, mas não soube informar se é feita manutenção preventiva, controle de qualidade da água e limpeza dos reservatórios. Também não tinha conhecimento de ocorrências como vazamentos, conexão cruzada ou contaminação da água potável pela água não potável. Segundo ela, os moradores receberam informação sobre o SPANP por meio de comunicados nos elevadores, mas, como não participa das reuniões de condomínio, não soube dizer se a informação foi apresentada durante assembleia e se ela é reciclada periodicamente nestes encontros.

Ela afirma que os moradores não dispõem de nenhum manual ou cartilha com informações do sistema instalado e não recebem atualizações sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema. Também não foram esclarecidos sobre os riscos inerentes ao SPANP. Ainda assim, a moradora não tem preocupações em relação à água não potável e avalia como médio seu grau de confiança no sistema.

4.4 ESTUDO DE CASO D

O estudo de caso “D” é uma residência unifamiliar localizada em um condomínio em Alphaville, Santana de Parnaíba. A casa de 400m² possui quatro dormitórios e sete banheiros, incluindo o da dependência de empregada. Foi considerada uma população de quatro pessoas na residência, sendo três moradores e uma funcionária. O sistema predial de água não potável, idealizado pelo entrevistado, o proprietário do imóvel, foi executado junto com a construção da residência, concluída em 2010 (Figura 4.37).

Figura 4.37 – Residência do estudo de caso “D”



Fonte: Acervo da autora (2015)

O SPANP não se encontra em operação, tendo sido desativado há cerca de um ano por motivo de manutenção. O sistema utiliza como fonte apenas a água pluvial coletada da cobertura da residência e o tratamento desenvolvido é físico-químico. Pouco tempo depois de iniciada a operação do sistema, o proprietário deixou de adicionar cloro no tratamento por avaliar que a qualidade da água coletada dispensava desinfecção. O sistema, portanto, durante a maior parte do período em que esteve operando, utilizou apenas o tratamento físico da água. A água não potável produzida era utilizada nas bacias sanitárias e irrigação de jardim.

O sistema de coleta de água da cobertura não prevê o descarte automático da água coletada durante os primeiros minutos de chuva. Segundo o proprietário, o sistema costuma ser desativado manualmente apenas durante a primeira chuva após um longo período de estiagem e religado após a lavagem da cobertura por esta primeira chuva. A água coletada é conduzida para uma das quatro caixas de passagem enterradas nas laterais da casa, sendo duas caixas em cada recuo lateral do

terreno, conforme apresentado na Figura 4.38. Cada uma das duas águas do telhado corresponde a uma área de coleta independente.

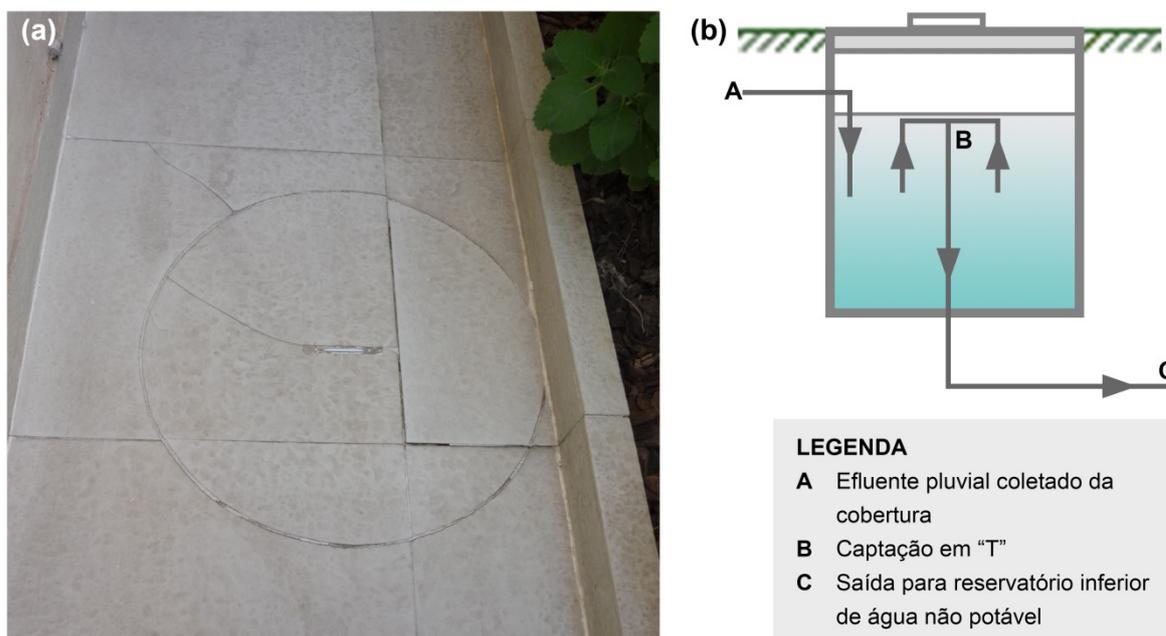
Figura 4.38 – Caixas de passagem nos recuos laterais do terreno



Fonte: Acervo da autora (2015)

O acesso às caixas de passagem é feito pelas tampas localizadas no piso. Estas tampas são vedadas por silicone em toda a borda para evitar a entrada de insetos. A entrada da água coletada na cobertura nestas caixas é por uma tubulação alinhada internamente com a parede lateral, para diminuir turbulência. A captação desta água para transporte da caixa de passagem até o reservatório inferior é feita em um nível intermediário da caixa, com tubulação em forma de “T” para evitar que a sujeira do fundo e da superfície da água sejam coletadas. A Figura 4.39 apresenta o esquema desta primeira filtragem desenvolvida pelo proprietário nas caixas de passagem.

Figura 4.39 – Caixa de passagem (a) e esquema de funcionamento das caixas de passagem (b)



Fonte: Acervo da autora (2015)

Após as caixas de passagem, a água pluvial é conduzida para o reservatório inferior, localizado sob o jardim nos fundos da casa, conforme mostra a Figura 4.40. Este reservatório está cerca de um metro abaixo do nível do solo. Ele foi construído em concreto, com capacidade de armazenamento de 10.000 L. Em seu interior há uma bomba posicionada 80cm acima do fundo do tanque. De acordo com o proprietário, esta distância do ponto de captação até o fundo onde fica sedimentada a sujeira da água permite que a limpeza do reservatório seja feita apenas a cada 10 anos. Uma vez que o projeto previa a frequência de limpeza em intervalos de uma década, não foi construída uma tampa de acesso para manutenção deste reservatório.

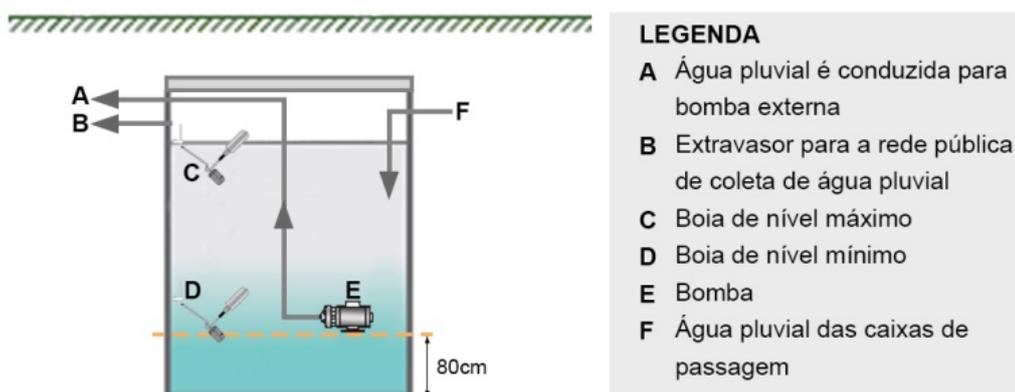
No interior do reservatório inferior, além da bomba, existem duas boias de nível, para leitura do nível mínimo e máximo de água presente, conforme esquematizado na Figura 4.41. Os reservatórios superiores, três caixas com capacidade de 1.000L cada, também apresentam boias de nível máximo e mínimo de água armazenada.

Figura 4.40 – Localização do reservatório inferior de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

Figura 4.41 – Esquema do reservatório inferior de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

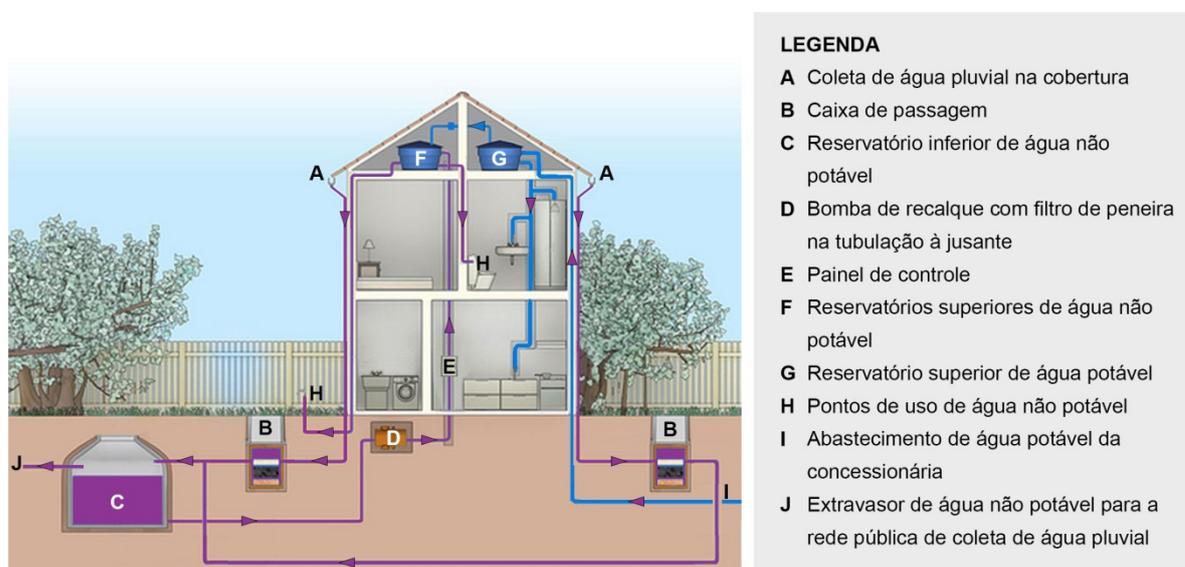
As boias de nível, o comando de acionamento da bomba interna ao reservatório inferior e da bomba externa localizada na casa de máquinas da residência estão interligadas em um painel de controle que gerencia o funcionamento do sistema, apresentado na Figura 4.42.

Figura 4.42 – Painel de comando do sistema

Fonte: Acervo da autora (2015)

Caso o reservatório inferior atinja o nível mínimo de água ou os reservatórios superiores atinjam o nível máximo de armazenamento, o sistema é automaticamente desligado neste painel de controle. O mesmo vale para a situação em que os reservatórios inferior e superiores estejam simultaneamente indicando nível máximo de armazenamento. Neste caso, a água coletada é descartada pelo extravasor do reservatório inferior para a rede pública de coleta de água pluvial. Quando o reservatório superior apresenta nível mínimo de água e o inferior apresenta nível máximo, o sistema é automaticamente acionado para recalcar a água não potável. Antes de ser enviada para os reservatórios superiores, esta água passa por um filtro de peneira instalado na tubulação da casa de máquinas. A representação do SPAN-P desenvolvido para esta residência é apresentada na Figura 4.43.

Figura 4.43 – Esquema do SPANP-P desenvolvido na residência



Fonte: Adaptado pela autora de PET ENGENHARIA CIVIL UFJF (2015)

Com relação à tubulação do SPANP-P, não há diferenciação por cor, tendo sido utilizada tubulação de PVC soldável, mesmo tipo usado nas instalações de água pluvial e água potável da residência, de acordo com o entrevistado. Para a coleta de esgoto foi utilizada tubulação de PVC série normal. Os registros e torneiras do SPANP-P também não tem diferenciação por cor ou modelo dos demais instalados, porém foram fixadas placas de sinalização junto aos pontos de uso para identificar o tipo de água oferecido, conforme mostra a Figura 4.44. As bacias sanitárias, no entanto, não apresentam sinalização que alerte para a qualidade da água utilizada.

Figura 4.44 – Identificação nos pontos de utilização



Fonte: Acervo da autora (2015)

O gerenciamento e manutenção do sistema são realizados pelos proprietários da residência. Enquanto o sistema estava em operação, o entrevistado afirma que realizava a limpeza do filtro, dos reservatórios superiores e das caixas de passagem, bem como a adição de cloro nos reservatórios, uma vez ao ano. O reservatório inferior nunca passou por limpeza ou inspeção por não possuir acesso de manutenção.

A falta de acesso de manutenção a este reservatório foi o motivo de o sistema ter sido desligado há cerca de um ano. A água do reservatório inferior deixou de ser bombeada e, para que seja feita verificação da causa da falha no sistema, é necessário escavar o jardim dos fundos até o nível onde está instalado o tanque de concreto. Os moradores não estão dispostos a realizar tal intervenção no momento.

O controle da qualidade da água não potável nunca foi realizado e os moradores não faziam adição de corante na água para diferenciá-la da água potável. Quando perguntado sobre ocorrências no sistema, o entrevistado afirmou nunca ter identificado nenhum vazamento, conexão cruzada ou situação de contaminação da água potável pela água não potável. O projeto do sistema foi concebido pelo proprietário da residência e não dispõe de cartilhas ou manuais com orientações técnicas sobre operação e manutenção do SPANP-P. O proprietário afirma ter ciência dos riscos inerentes ao uso de água não potável por ter pesquisado o assunto enquanto desenvolvia o projeto. Não há preocupações dos moradores com relação ao uso da água não potável e o grau de confiabilidade no sistema é avaliado como médio.

Não há medição individual do consumo de energia elétrica para o sistema de tratamento, portanto, não há registro de sua contribuição no consumo energético da residência. Com relação ao consumo de água potável, os moradores disponibilizaram os valores presentes nas contas da concessionária no período entre outubro de 2011 e agosto de 2012. Este período foi selecionado, pois entre os meses de outubro de 2011 e março de 2012 o SPANP-P encontrava-se desligado para realização de manutenção. Entre os meses de abril e agosto de 2012, o SPANP-P encontrava-se em operação. Em setembro de 2012 ele voltou a ser desligado. Os valores de consumo são apresentados na Tabela 4.2

Tabela 4.2 – Consumo de água potável

Situação	Data	Consumo de água (m ³ /mês)	ICa (L/pes/dia) ⁽¹⁾	Média de consumo no período (L/pes/dia)
SPANP-P em manutenção	out-11	36	290,3	333,3
	nov-11	39	325,0	333,3
	dez-11	53	427,4	333,3
	jan-12	42	338,7	333,3
	fev-12	39	336,2	333,3
	mar-12	35	282,3	333,3
SPANP-P em operação	abr-12	30	250,0	245,3
	mai-12	28	225,8	245,3
	jun-12	33	275,0	245,3
	jul-12	30	241,9	245,3
	ago-12	29	233,9	245,3

Nota:
(1) Valores foram convertidos em L/pes/dia para fim de comparação com dados de outros estudos de caso.

Fonte: Acervo da autora (2015)

Comparando-se a média de consumo dos meses em que SPANP-P estava desligado para manutenção com a média de consumo para os meses em que o sistema estava operando, é possível verificar que o ICa para o período sem abastecimento de água não potável foi de 333,3 L/pes/dia de água da concessionária, enquanto que para o período em que se utilizou água não potável foi de 245,3 L/pes/dia. Assim, o impacto de redução no consumo médio de água potável é de 26,4%.

No Gráfico 4.2 é possível analisar a variação de consumo mensal para estes dois períodos, bem como a média mensal correspondente. Para facilitar a visualização, as barras que correspondem ao consumo dos meses sem utilização do SPANP-P foram identificadas pela cor azul e as barras que representam o consumo dos meses em que o sistema estava em operação foram identificadas pela cor roxa.

Gráfico 4.2 – Consumo mensal de água potável

Fonte: Acervo da autora (2015)

Os moradores, ao coletarem os dados de consumo de água potável do período entre outubro de 2011 e agosto de 2012, verificaram que atualmente, mesmo não utilizando o sistema predial de água não potável, economizam um volume maior de água. Isso se deve, segundo eles, às medidas economizadoras que adotaram a partir de 2014, por motivo da crise hídrica. Não foram fornecidas contas da concessionária referentes a 2014 e 2015 que pudessem comprovar esta constatação dos entrevistados.

4.5 ESTUDO DE CASO “E”

O estudo de caso “E” é um condomínio na zona sul da cidade de São Paulo, composto de quatro torres de apartamentos, com 22 andares em cada bloco (Figura 4.45). Duas torres apresentam dois apartamentos por andar. Cada apartamento de 170m² possui, pela configuração original de planta, quatro dormitórios e 5 banheiros, incluindo o da dependência de empregada. As duas outras torres apresentam quatro apartamentos por andar, sendo uma com apartamentos de 133m², originalmente com quatro quartos e quatro banheiros incluindo o de empregada, e outra com apartamentos de 115m², originalmente com quatro quartos e três banheiros, considerando o da dependência de empregada. Os apartamentos de 170m² possuem 3 vagas de garagem, enquanto os demais possuem 2 vagas. No total, o empreendimento tem 264 unidades habitacionais.

Figura 4.45 – Condomínio do estudo de caso “E”



Fonte: Acervo da autora (2015)

Neste empreendimento foram realizadas entrevistas com o zelador do condomínio, que apresentou o sistema durante a visita, e uma moradora, que respondeu ao questionário alguns meses depois.

De acordo com o zelador, o empreendimento foi entregue pela construtora em 2006. O projeto original não previa sistema predial de água não potável. Sua instalação foi uma intervenção do condomínio em 2014, quando os moradores decidiram em assembleia, dada à situação de crise hídrica, instalar uma bomba no reservatório de retenção de água pluvial que o edifício possui, em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002), para reaproveitar esta água.

Além da água pluvial coletada de coberturas e pisos, é também utilizada como fonte de abastecimento do SPANP a água proveniente da lavagem dos filtros da piscina, por entender-se que o cloro presente nesta água auxiliaria na desinfecção do efluente armazenado. O zelador mostrou durante a visita o traçado das tubulações de coleta de água pluvial do primeiro subsolo até sua chegada ao reservatório de

retenção desta água no segundo subsolo, conforme apresentado na Figura 4.46. Ele não soube, no entanto, explicar como a água proveniente da lavagem dos filtros de piscina é adicionada ao afluente pluvial.

Figura 4.46 – Tubulação de coleta de água pluvial no subsolo



Fonte: Acervo da autora (2015)

A água não potável coletada é utilizada na lavagem de pisos das áreas comuns, mas não recebe nenhum tipo de tratamento antes de seu destino final. O reservatório onde fica armazenada, com capacidade de 76m³ segundo o entrevistado, é acessado pelo térreo, em uma tampa localizada no jardim à frente da portaria social, mostrada na Figura 4.47.

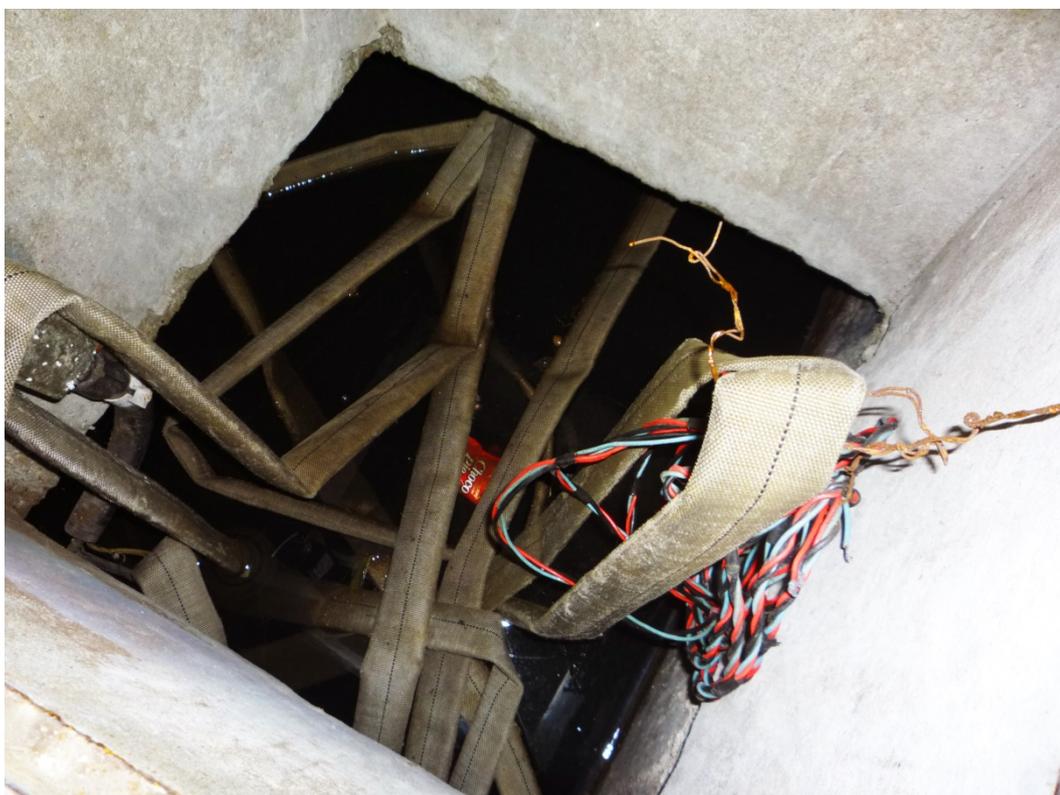
Não existe nenhuma tubulação que conduza a água não potável deste reservatório aos pontos de utilização. A intervenção realizada instalou uma bomba e uma mangueira dentro do reservatório. Com esta mangueira é feita a lavagem de pisos, utilizando a água não potável pressurizada diretamente pela bomba. Ao ser aberta a tampa de inspeção do reservatório foi possível observar a presença de resíduos de embalagem plástica na água, conforme pode ser observado na Figura 4.48.

Figura 4.47 – Tapa de acesso do reservatório de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

Figura 4.48 – Interior do reservatório de água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

A intervenção para instalação do sistema de reaproveitamento da água foi adaptado no sistema existente de coleta pluvial, não implicando em alteração nas tubulações originais. As tubulações de água pluvial permanecem com a cor marrom, as de água potável com a cor verde e as de coleta de esgoto com a cor preta. Durante a visita foi possível observar apenas as tubulações de água pluvial. As demais não estavam aparentes.

Não existem pontos de utilização alimentados pela água não potável. A sua utilização é feita por meio da mangueira instalada no reservatório. Também não existe nenhum tipo de sinalização ou identificação no ponto de água não potável. A água não recebe adição de corante para diferenciá-la da água potável e não passa por monitoramento ou controle de qualidade.

O gerenciamento do sistema é realizado pelo zelador, que afirmou não manter uma rotina de manutenção preventiva. Em situações de falha no funcionamento da bomba, a empresa contratada para manutenção geral do condomínio é acionada para providenciar a correção do problema. De acordo com o entrevistado, a limpeza do reservatório é anual, feita por uma empresa terceirizada.

Quando perguntado sobre ocorrências registradas no sistema, o zelador relatou uma situação de entupimento na tubulação, percebida pelo retorno da água em um dos ralos. Uma vez feito este reparo, não foram identificadas novas ocorrências.

Para os responsáveis pela operação e manutenção do sistema não foi disponibilizada cartilha ou manual com informações técnicas, apenas as orientações do fabricante da bomba. Os moradores receberam as informações referentes à instalação do sistema durante assembleia de condomínio. A atualização de informações referentes ao sistema é feita também nestas reuniões, quando necessário.

Segundo o entrevistado, a maior preocupação dos moradores com relação à água não potável era referente ao impacto que sua utilização teria sobre os jardins. Por este motivo, foi decidido em assembleia que esta água não seria usada na irrigação, apenas na lavagem de pisos. Apesar da manifestação de preocupação dos

moradores quanto à rega dos jardins, o zelador avaliou que o grau de confiabilidade que eles possuem no sistema é alto.

O condomínio não dispõe de informação referente ao consumo de energia elétrica do sistema, uma vez que a medição de consumo é única para todo o empreendimento. Com relação à economia no consumo de água potável, o entrevistado afirma que antes da implantação do sistema o consumo diário era de 250 a 300m³ por dia e atualmente, com o sistema em operação, é de 150 a 180m³ por dia. Não foram disponibilizados os valores de consumo das contas da concessionária para confirmação destes dados.

A moradora entrevistada não adquiriu o imóvel diretamente da construtora e, como o sistema já existia quando começou a habitar o apartamento, não soube dizer se havia sido entregue pela construtora ou instalado posteriormente pelo condomínio. Ela sabia que o sistema encontra-se em operação, porém não soube informar desde que data.

Quando perguntada sobre as informações do sistema, a entrevistada informou que a fonte de abastecimento é a pluvial e que a água não potável é utilizada na lavagem das garagens, porém sem passar por nenhum tipo de tratamento. Seu armazenamento segundo ela, é feito em um reservatório de 60.000L de capacidade, localizado no térreo, na entrada social do prédio. Quanto às cores das tubulações utilizadas nas instalações, afirmou que as de água pluvial são pretas, as de água potável verde e as de esgoto marrom. Segundo ela, não há uma distinção por cor para a tubulação do sistema de água não potável e os registros de água não potável são semelhantes aos de água potável, com volante redondo e cor verde.

O zelador não fazia mais parte do quadro de funcionários na data em que foi realizada a entrevista com a moradora. Ela acredita que o responsável pelo gerenciamento do sistema seja um funcionário da manutenção. À época da segunda visita, o condomínio não contava mais com uma empresa terceirizada para realização da manutenção, segundo seu depoimento. Por este motivo, a entrevistada afirmou que não é feita manutenção preventiva do sistema, assim como não é realizada limpeza periódica do reservatório.

Com relação a ocorrências e irregularidades no sistema, a moradora relatou ter ocorrido um vazamento, porém não soube dar detalhes ou a data da situação. Afirmou não ter ocorrido situação de conexão cruzada ou contaminação da água potável pela água não potável.

Segundo ela, não existem cartilhas ou manuais com orientações técnicas do sistema disponíveis para os operadores do SPANP ou para os moradores. Os responsáveis pela operação do sistema receberam orientações verbalmente. Os moradores nunca foram informados sobre os riscos inerentes ao sistema predial de água não potável e não recebem nenhuma informação sobre como está sendo realizada a operação e manutenção do sistema. Os dados de consumo de energia elétrica do sistema e de economia no consumo de água potável também não são apresentados aos moradores.

A entrevistada afirma ter preocupação com relação ao uso de água não potável pelo risco de transmissão de doenças. Ao final do questionário, ela avaliou como sendo médio o grau de confiabilidade que possui no sistema.

4.6 ESTUDO DE CASO “F”

O estudo de caso “F” é um condomínio na zona sul da cidade de São Paulo, composto de duas torres de apartamentos, com 28 andares em cada bloco e dois apartamentos por andar (Figura 4.49). Cada apartamento possui 237m² e apresenta, pela configuração original de planta, quatro dormitórios e 5 banheiros, incluindo o da dependência de empregada. Os apartamentos possuem 3 vagas de garagem, à exceção das unidades de cobertura, que possuem 4 vagas cada.

Neste empreendimento a entrevista foi realizada com o gerente predial do condomínio, quem apresentou o sistema no local. Não foi possível realizar entrevista com nenhum morador.

Figura 4.49 – Condomínio do estudo de caso “F”

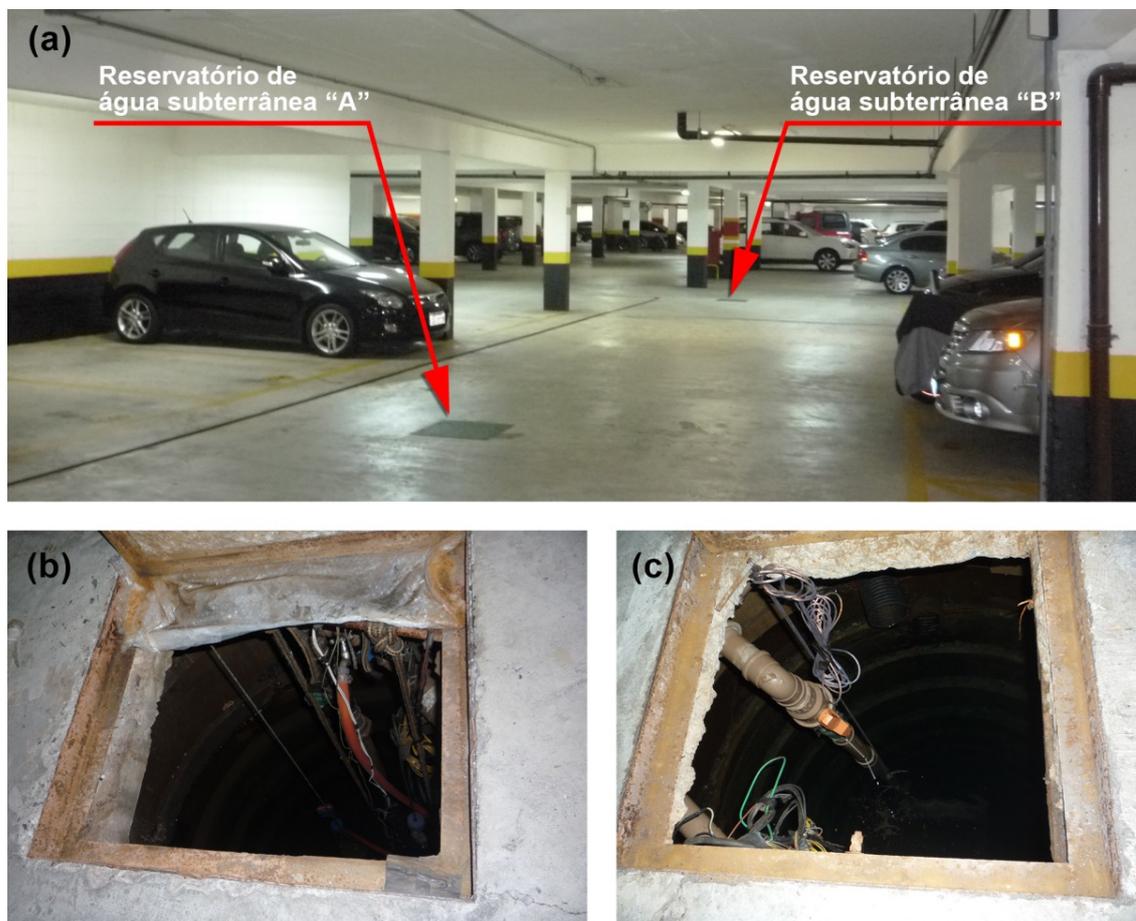


Fonte: Acervo da autora (2015)

Segundo o entrevistado, a data de construção do empreendimento é 2011. O condomínio não contava com sistema predial de água não potável instalado quando entregue pela construtora. Sua instalação foi uma intervenção realizada no final do primeiro semestre de 2013, por decisão da administração do condomínio, para aproveitamento de água subterrânea e de água pluvial.

O edifício apresenta dois reservatórios de água subterrânea no segundo subsolo de garagem, com capacidade de 10.000L cada, segundo o gerente predial, apresentados na Figura 4.50. Estes reservatórios foram executados pela construtora para captação da água proveniente do lençol freático, de nível elevado, e posterior descarte na rede pública de coleta pluvial. Após a intervenção feita pelo condomínio, esta água passou a ser utilizada para limpeza de áreas comuns e irrigação de jardim.

Figura 4.50 – Localização dos reservatórios de água subterrânea (a), reservatório de água subterrânea “A” (b) e reservatório de água subterrânea “B” (c)



Fonte: Acervo da autora (2015)

A água subterrânea é bombeada para quatro pontos de utilização no térreo e dois pontos nos subsolos de garagem. O excedente de água subterrânea pode ser descartado na rede pública de coleta mediante o acionamento de válvulas presente no segundo subsolo, apresentadas na Figura 4.51. Este acionamento é manual.

A água pluvial é captada do reservatório de retenção que o edifício é obrigado a ter em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002), com capacidade de 10.000L segundo o entrevistado, não sendo misturada com a água subterrânea. A água pluvial é coletada das superfícies de cobertura e pisos do condomínio e utilizada exclusivamente em um ponto localizado no térreo, próximo à portaria de serviço, para limpeza de piso e irrigação de jardim conforme apresentado na Figura 4.52.

Figura 4.51 – Conjunto de válvulas para controle manual do descarte de excedente de água subterrânea



Fonte: Acervo da autora (2015)

Figura 4.52 – Localização do reservatório pluvial com ponto de utilização da água não potável



Fonte: Acervo da autora (2015)

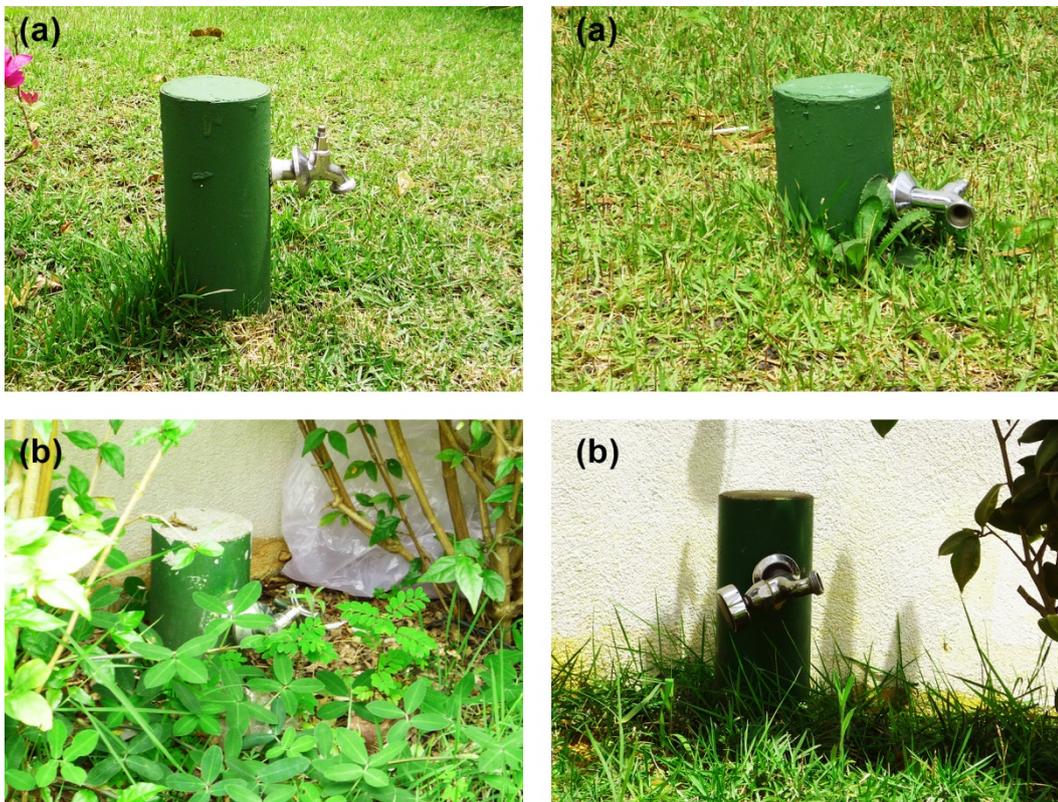
A intervenção para instalação do sistema de reaproveitamento da água foi adaptada no sistema existente entregue pela construtora, não tendo implicado em alteração nas tubulações originais. As tubulações de água pluvial permanecem com a cor marrom, as de água potável com a cor verde e as de coleta de esgoto com a cor preta. As novas tubulações instaladas para abastecimento dos pontos de utilização não são aparentes, não tendo sido possível confirmar sua cor.

As águas não potável coletadas, de fonte subterrânea e pluvial, recebem adição de cloro, na quantidade de 3L em cada reservatório, a cada dois meses, de acordo com o gerente predial. Não há nenhum outro tipo de tratamento adicional para a água não potável antes de seu destino final. Os reservatórios de água não potável não apresentam ponto de entrada de água potável para *back up* de abastecimento em caso de falha no SPANP.

Segundo o entrevistado, os pontos de utilização de água não potável são de acesso restrito aos funcionários do condomínio. Os volantes destas torneiras foram retirados e não ficam disponíveis aos demais usuários. De acordo com o depoimento do gerente predial, no entanto, o acionamento das torneiras que estão sem o volante pode ser feito com a utilização de um alicate, ou seja, a restrição de acesso apresenta falhas. Além disso, durante a visita, foram registradas torneiras com os volantes instalados e sem restrição de acesso, conforme é apresentado na Figura 4.53.

Como também é possível observar na Figura 4.53, não existe nenhum tipo de sinalização ou identificação nos pontos de utilização abastecidos com água não potável. O entrevistado afirmou que esta água não recebe adição de corante para diferenciá-la da água potável.

Figura 4.53 – Pontos de utilização sem volante de acionamento (a) e pontos de utilização com volante de acionamento (b)



Fonte: Acervo da autora (2015)

O gerenciamento do sistema é realizado pelo gerente predial. Ele afirmou manter rotina de manutenção preventiva, realizada mensalmente por uma empresa terceirizada que verifica o funcionamento das bombas. A limpeza do sistema é realizada com a mesma frequência mensal, por uma segunda empresa, responsável também pela limpeza dos filtros da piscina. Os reservatórios de água não potável, no entanto, são limpos apenas superficialmente, com coleta de resíduos visíveis. Não é feito o esvaziamento e desinfecção dos reservatórios.

O entrevistado afirma que o sistema entrou em operação apenas após a análise de amostras de água não potável por uma empresa terceirizada, que confirmou a adequabilidade da qualidade da água para as atividades de destino. Desde então, segundo ele, é realizado o monitoramento da qualidade da água não potável por meio de análise laboratorial, com esta mesma empresa, uma vez ao ano. Ao ser solicitado o laudo laboratorial para registro de pesquisa, no entanto, o entrevistado apresentou apenas um orçamento do laboratório, descrevendo os parâmetros que

seriam analisados e os valores referentes ao serviço. O laudo, novamente solicitado, não foi disponibilizado.

Quando perguntado sobre ocorrências registradas no sistema, o gerente predial relatou não ter sido identificada nenhuma situação de vazamento na tubulação, conexão cruzada ou contaminação da água potável pela água não potável.

Para os responsáveis pela operação e manutenção do sistema não foi disponibilizada cartilha ou manual com informações técnicas, apenas orientações verbais. Os moradores receberam as informações referentes à instalação do sistema durante assembleia de condomínio e por meio de comunicados disponibilizados nos elevadores e enviados via e-mail. Nestes comunicados, de acordo com o entrevistado, foi apresentado o primeiro laudo de análise da qualidade da água e foi feita a orientação para que se evitasse o contato com a água não potável.

De acordo com o relato do gerente predial, os moradores são informados sobre a manutenção realizada no SPANP e sobre o controle de qualidade da água não potável por meio de avisos disponibilizados nos quadros de informação do condomínio. Estas informações também podem ser solicitadas junto à administração do condomínio.

Quando perguntado sobre as preocupações dos moradores com relação à água não potável, o entrevistado afirmou que ocorreram questionamentos de alguns moradores apenas no início da operação do sistema. A preocupação manifestada era referente ao risco de conexão cruzada, pois estes usuários temiam que a água não potável fosse conduzida para os apartamentos. Atualmente, segundo o gerente predial, o grau de confiabilidade que os moradores possuem no sistema é médio, não tendo havido nenhum tipo de questionamento nos últimos anos.

O condomínio não dispõe de informação referente ao consumo de energia elétrica do sistema, uma vez que a medição de consumo é única para todo o empreendimento. Com relação à economia no consumo de água potável, o entrevistado estima que seja em torno de 30%. Não foram, no entanto,

disponibilizados os valores de consumo das contas da concessionária para confirmação destes dados.

4.7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir das informações obtidas nos estudos de caso, com base no que foi levantado na revisão bibliográfica e nos requisitos de desempenho de SPANP, foram estabelecidas categorias que permitiram a redução dos dados e análise geral de evidências. As seis categorias estabelecidas são:

- Fonte de água,
- Sistema de tratamento,
- Instalações,
- Pontos de utilização,
- Operação e Usuários.

Cada categoria foi dividida em subcategorias. Para a categoria “Fonte de água” foram estabelecidas quatro subcategorias:

- Fonte de abastecimento do SPANP,
- Descarte automático da primeira água de coleta SPANP-P,
- Restrição da área de coleta à cobertura SPANP-P,
- Alteração da fonte de abastecimento durante operação.

A categoria “Sistema de tratamento” é dividida em três subcategorias:

- Sistema de tratamento de água existente,
- Sistema de tratamento de água adequado,
- Sistema de tratamento de água executado por empresa especializada.

A categoria “Instalações” é dividida em seis subcategorias:

- Completa separação dos sistemas prediais de água potável e não potável,
- Tubulação do SPANP de cor diferente,

- Tubulação do SPANP identificada,
- Reservatório de água não potável com alimentação de água potável para *back up*,
- Reservatório de água não potável com componente de prevenção de refluxo no abastecimento de água potável,
- Reservatório de água não potável com extravasor.

Para a categoria “Pontos de utilização” foram estabelecidas cinco subcategorias:

- Atividade de destino da água não potável,
- Registros e torneiras do SPANP com cor diferente,
- Registros e torneiras do SPANP com formato diferente,
- Pontos de uso com sinalização,
- Pontos de uso com acesso restrito.

A categoria “Operação” apresenta treze subcategorias:

- Adição de corante à água não potável,
- Realização de manutenção preventiva,
- Responsável pelo gerenciamento do sistema,
- Controle periódico de qualidade da água não potável,
- Identificação de ocorrência de conexão cruzada,
- Identificação de ocorrência de vazamento,
- Identificação de ocorrência de entupimento,
- Identificação de ocorrência de contaminação da água potável pela água não potável,
- Identificação de ocorrência de produção de água não potável com qualidade inadequada,
- Disponibilidade de cartilha com informações técnicas para operadores do SPANP,
- Disponibilidade de cartilha com informações técnicas para usuários do SPANP,
- Controle de consumo de energia elétrica do SPANP,
- Controle de economia de consumo de água potável.

E a categoria “Usuários” é dividida em duas subcategorias:

- Grau de confiabilidade no sistema,
- Preocupação com a água potável.

O primeiro subitem da categoria “Fonte de água”, o “Fonte de abastecimento do SPAN-P”, de acordo com as informações coletadas nos estudos de caso, possui quatro opções de classificação, que poderiam ser combinadas entre si:

- Água pluvial (codificado como “PL”),
- Água cinza (“CZ” sendo o código utilizado para identificação),
- Água negra (NG),
- Água subterrânea (SB).

A subcategoria “Atividade de destino da água não potável”, da categoria “Pontos de utilização”, possui três opções de classificação, com base nos dados coletados durante as visitas, também com possibilidade de combinação:

- Lavagem de piso (de código “LP”),
- Irrigação de jardim (IJ),
- Bacia sanitária (BS).

A subcategoria “Responsável pelo gerenciamento do sistema”, da categoria “Operação”, apresenta três classificações possíveis:

- Morador/ usuário (MO),
- Funcionário / zelador (FC),
- Empresa especializada contratada (EC).

Na categoria “Usuários”, as duas subcategorias apresentam múltiplas possibilidades de classificação. A subcategoria “Grau de confiabilidade no sistema”, de acordo com as respostas dos questionários, poderia ser: Alta (AL) e Média (MD).

Na subcategoria “Preocupação com a água potável”, as classificações possíveis de acordo com os dados coletados seriam:

- Nenhuma (NIL),
- Transmissão de doenças (TD),
- Qualidade da água não potável (QA).

Todas as demais subcategorias apresentavam quatro possibilidades de classificação:

- Conforme,
- Não conforme,
- Não foi possível verificar por falta de dados,
- Não se aplica.

A classificação “conforme” significa que a descrição da subcategoria foi encontrada no estudo de caso. A classificação “não conforme” é utilizada quando o item descrito na subcategoria não foi identificado no estudo de caso. Nas situações onde não foi possível a confirmação da presença ou atendimento do item descrito, a classificação atribuída foi “não foi possível verificar”. E quando o item descrito na subcategoria não precisaria estar presente no estudo de caso, a classificação escolhida é “não se aplica”.

Os estudos de caso foram então divididos em partes, de acordo com a classificação a que correspondem nas categorias, e dispostos em um painel demonstrativo. Neste painel, as classificações que correspondem a um item favorável ao bom desempenho do sistema e segurança do usuário foram identificadas com a cor verde (classificação “Conforme”). As classificações que representam uma não conformidade de desempenho ou risco aos usuários foram identificadas com a cor vermelha (classificação “Não conforme”). Os itens classificados como “não foi possível verificar” receberam identificação de cor amarela e os apontados como “não se aplica”, de cor cinza. A disposição final deste painel demonstrativo é apresentada no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Painel demonstrativo para análise do cenário geral

Categorias	Subcategorias		Estudos de caso					
	Código	Descrição	A	B	C	D	E	F
Fonte de água	I	Fonte de abastecimento do SPANP	CZ + SB + PL	CZ + NG + SB	SB + PL	PL	PL	SB + PL
	II	Descarte automático da primeira água de coleta SPANP-P						
	III	Restrição da área de coleta à cobertura SPANP-P						
	IV	Alteração da fonte de abastecimento durante operação						
Sistema de tratamento	I	Sistema de tratamento de água existente						
	II	Sistema de tratamento de água adequado						
	III	Sistema de tratamento de água executado por empresa especializada						
Instalações	I	Completa separação dos sistemas prediais de água potável e não potável						
	II	Tubulação do SPANP de cor diferente						
	III	Tubulação do SPANP identificada						
	IV	Reservatório de água não potável com alimentação de água potável para <i>back up</i>						
	V	Reservatório de água não potável com componente de prevenção de refluxo no abastecimento de água potável						
	VI	Reservatório de água não potável com extravasor						
Pontos de utilização	I	Atividade de destino da água não potável	BS	BS + LP + IJ	LP + IJ	BS + IJ	LP	LP + IJ
	II	Pontos de utilização do SPANP com cor diferente						
	III	Pontos de utilização do SPANP com formato diferente						
	IV	Pontos de utilização com sinalização						
	V	Pontos de utilização com acesso restrito						
Operação	I	Adição de corante à água não potável						
	II	Realização de manutenção preventiva						
	III	Responsável pelo gerenciamento do sistema	EC	MO + FC	FC	MO	FC	FC
	IV	Controle periódico de qualidade da água não potável						
	V	Identificação de ocorrência de conexão cruzada						
	VI	Identificação de ocorrência de vazamento						
	VII	Identificação de ocorrência de entupimento						
	VIII	Identificação de ocorrência de contaminação da água potável pela água não potável						
	IX	Identificação de ocorrência de produção de água não potável com qualidade inadequada						
	X	Disponibilidade de cartilha com informações técnicas para operadores do SPANP						
	XI	Disponibilidade de cartilha com informações técnicas para usuários do SPANP						
	XII	Controle de consumo de energia elétrico do SPANP						
	XIII	Controle de economia de consumo de água potável						
Usuários	I	Grau de confiabilidade no sistema	AL + MD	AL	AL + MD + MD	MD	AL + MD	MD
	II	Preocupação com a água potável	NIL	QA	NIL + NIL + NIL	NIL	QA + TD	CC

Notas:

Legenda:

	Conforme	BS	Bacia sanitária
	Não conforme	MO	Morador / usuário
	Não foi possível verificar por falta de dados suficientes	FC	Funcionário / zelador
	Não se aplica	EC	Empresa especializada contratada
PL	Água pluvial	AL	Alta
CZ	Água cinza	MD	Média
NG	Água negra	NIL	Nenhuma
SB	Água subterrânea	TD	Transmissão de doenças
LP	Lavagem de piso	QA	Qualidade da água não potável
IJ	Irrigação de jardim	CC	Conexão cruzada

Fonte: Elaborado pela autora (2015)

Analisando-se a distribuição de itens vermelhos e verdes no painel demonstrativo é possível verificar que há mais não conformidades de desempenho e de risco à segurança dos usuários nos empreendimentos analisados que conformidades. Algumas destas não conformidades, inclusive, estão presentes em todos os estudos de caso. A identificação de água não potável ao longo das tubulações que transportam água desta qualidade é um destes itens, não tendo sido encontrada em nenhum dos SPANP dos edifícios visitados.

Nenhum dos empreendimentos apresentou uma cartilha ou manual técnico, disponibilizado pelo projetista ou construtor que executou o sistema, com informações que orientem adequadamente gestores e operadores sobre seu funcionamento e manutenção. Da mesma forma, não existe cartilha ou manual com orientações técnicas sobre operação, manutenção e riscos inerentes ao SPANP para usuários do sistema. Não há uma preocupação dos entrevistados em controlar a representatividade do SPANP no consumo de energia elétrica do edifício, cuja medição é unificada para o conjunto residencial na maioria das vezes.

Na categoria “Fonte de água” é possível observar que quatro dos seis empreendimentos visitados utilizam diversas fontes de abastecimento para o SPANP, sendo dois abastecidos com água pluvial e subterrânea, um com esgoto misto de água cinza e negra e água subterrânea e o outro utiliza água cinza, subterrânea e pluvial no sistema. Os demais utilizam apenas a água pluvial.

Dentre os cinco empreendimentos que utilizam água pluvial, nenhum dispõe de sistema automático para descarte da primeira água que percorre a superfície coletora e apenas um faz a restrição de utilizar exclusivamente a água coletada da cobertura. Nos demais, o efluente pluvial é proveniente da água coletada nas áreas de coberturas e pisos, sem separação, ao contrário do que é recomendado pela NBR 15527 (ABNT, 2007).

Em um dos estudos de caso, intervenções foram realizadas para incluir duas fontes distintas de água que não estavam previstas no projeto original. O sistema de tratamento foi concebido para fonte de água cinza e, após a intervenção, passou a ser abastecido também por água pluvial e subterrânea. O processo de tratamento

não foi modificado para se adequar a estas novas fontes de abastecimento do sistema.

Analisando a categoria “Sistema de tratamento”, pode-se verificar que dois dos edifícios não possuem sistema de tratamento para o efluente coletado. Entre os que possuem estação de tratamento, em um dos condomínios foi possível constatar, com base nos dados de análise laboratorial da qualidade da água disponibilizados, que o processo de tratamento não está adequado à fonte utilizada, produzindo água de qualidade inferior à necessária para as atividades a que se destina. Para os demais, não há dados suficientes que permitam a realização desta avaliação.

No que se refere à categoria “Instalações”, em três das visitas realizadas foi possível confirmar que não havia separação completa das tubulações dos sistemas prediais de água potável e água não potável, pela presença de trechos de instalação com tubulações de diferentes sistemas em um mesmo local, sem respeitar as distâncias recomendadas pelo guia USEPA (USEPA, 2012). Nos demais, não foi possível verificar a proximidade das tubulações de sistemas distintos durante a visita. Muitas vezes as tubulações encontram-se enterradas sob o piso ou embutidas em alvenaria, não sendo possível afirmar que a separação é respeitada em toda a instalação.

Com relação à diferenciação da tubulação de água não potável por cor, apenas um dos estudos de caso apresentou esta solução em seu sistema, utilizando tubulação roxa para o SPANP.

Em três dos estudos de caso, não há, no reservatório de água não potável, nenhum dispositivo que permita abastecê-lo com água potável, caso o SPANP apresente falha de operação. Entre os empreendimentos que contam com ponto de abastecimento de água potável no reservatório de água não potável, um não possui componente de prevenção de refluxo da água não potável no ponto de abastecimento de água potável, segundo depoimento. Nos demais, não foi possível confirmar a presença do componente de segurança. Todos os sistemas apresentam extravasor que descarta o excedente produzido na rede pública de coleta.

Dentro da categoria “Pontos de utilização”, três dos locais visitados destinam a água potável à descarga de bacias sanitárias, quatro utilizam água desta qualidade para a limpeza de pisos e quatro realizam a irrigação de jardins com a água menos nobre. A maioria dos edifícios aproveita a água não potável em mais de uma atividade e dois deles destinam a água a apenas uma atividade-fim.

Apenas um dos empreendimentos tem diferenciação de pontos de utilização do SPANP por cor. Da mesma forma, apenas um dos locais visitados instalou torneiras com formato diferente dos demais nos pontos abastecidos por água não potável. Três dos seis estudos de caso apresentou sinalização nos pontos de utilização, alertando para a qualidade distinta de água, e somente um deles mantém a restrição de acesso à água não potável.

Na categoria “Operação”, apenas um dos condomínios realiza a adição constante de corante à água não potável para diferenciá-la da água potável. Três dos locais visitados praticam manutenção preventiva do sistema, os demais, apenas corretiva. O gerenciamento do sistema, na maioria das vezes, é feito pelo zelador ou um funcionário do condomínio, o que foi registrado em quatro dos estudos de caso, um deles com supervisão simultânea de um morador. Apenas um dos edifícios contratou uma empresa especializada para realização do gerenciamento e em outro, a responsabilidade foi assumida pelo usuário e proprietário do imóvel.

O controle de qualidade da água, com análise laboratorial periódica de amostras de água coletadas no sistema, é realizado em dois dos condomínios. Em um deles, esta análise faz parte do serviço de gerenciamento contratado de empresa especializada neste tipo de sistema. Nenhum destes dois empreendimentos disponibilizou, no entanto, os laudos laboratoriais com estas análises periódicas. Com relação ao controle de quantidade de água potável economizado com a instalação do SPANP, em apenas um dos estudos de caso foi possível obter valores documentados de consumo. Mesmo assim, nenhum dos edifícios visitados realiza o controle constante de consumo de água não potável ou de energia elétrica do sistema.

No que se refere a ocorrências e irregularidades identificadas no SPANP durante sua operação, dois empreendimentos relataram incidentes de conexão cruzada no sistema, um apresentou situação de vazamento e dois tiveram problema de entupimento de tubulação. Em nenhum dos locais foi identificado caso de contaminação da água potável por água não potável. Dois edifícios, no entanto, relataram situação de produção de água não potável com qualidade inadequada para atividade a que se destina.

Com relação à categoria “Usuários”, pode-se afirmar que a percepção que os usuários têm do SPANP é positiva, uma vez que quatro dos dez entrevistados durante as visitas avaliaram como sendo alto o grau de confiabilidade que os usuários têm no sistema e os seis restantes avaliaram como sendo média sua confiança. Ao serem perguntados sobre preocupações que têm com a utilização de água não potável, cinco de nove entrevistados afirmaram não existir nenhuma preocupação por parte dos usuários, dois apontaram preocupação com a qualidade da água não potável, um com o risco de transmissão de doenças e um com o risco de conexão cruzada.

Uma vez realizada a análise comparativa dos dados coletados nos estudos de caso, foi verificada a necessidade de revisar o modelo de protocolo e questionário empregado durante as visitas de estudo de caso a fim de seguir a sequência de categorias utilizada no processo de redução de dados. O conteúdo do questionário permaneceu o mesmo, porém a sequência da entrevista foi revista a fim de facilitar a subsequente análise dos dados coletados.

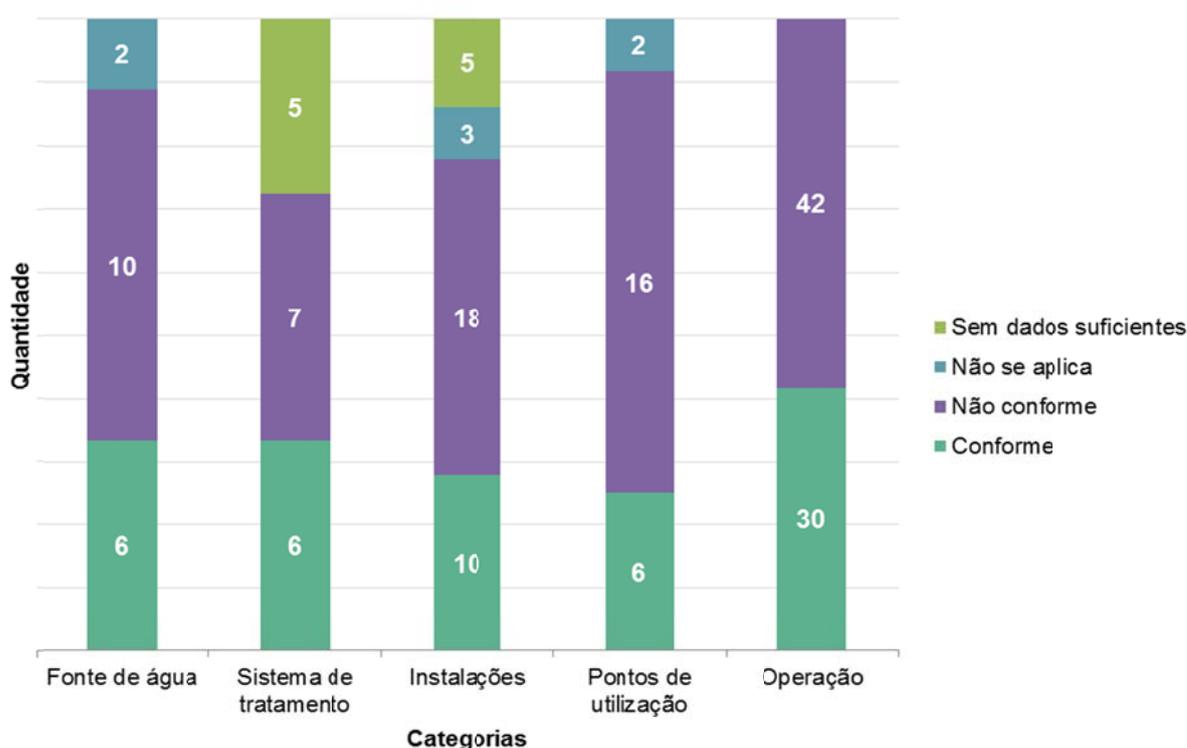
O modelo de protocolo e questionário para avaliação de desempenho de SPANP proposto encontra-se no Apêndice C desta pesquisa. Com esta ferramenta de avaliação é possível realizar a análise de desempenho de SPANP instalados em edifícios residenciais, a fim de se atestar a qualidade das soluções desenvolvidas para este tipo de sistema.

Para estudos de casos múltiplos é possível realizar a análise comparativa dos dados em cada uma das categorias avaliadas no questionário. Em amostras com maior número de edificações, esta análise comparativa pode ser feita na forma de estudo

estatístico, com os dados sendo apresentados graficamente em porcentagem. Para esta pesquisa, por se tratar de um número restrito de estudos de caso utilizados para validação do mecanismo de avaliação, na análise comparativa foram mantidos os valores absolutos.

Assim, comparando-se as evidências coletadas nas visitas de campo, é possível constatar que o cenário atual dos SPANP para os estudos de caso analisados é caracterizado pelo não atendimento de grande parte dos requisitos de desempenho e de risco à segurança dos usuários, conforme apresentado no Gráfico 4.3.

Gráfico 4.3 – Comparativo entre as categorias de análise de dados



Fonte: Elaborado pela autora (2015)

O gráfico 4.3 reúne os dados das categorias “Fonte de água”, “Sistema de tratamento”, “Instalações”, “Pontos de utilização” e “Operação”. É possível observar que a maior deficiência no atendimento aos requisitos analisados encontra-se na categoria “Pontos de utilização”, com 16 dos itens apontados como “não conforme” e apenas 6 como “conforme” em um total de 18 itens. Estes dados indicam a existência de risco à saúde dos usuários, uma vez a categoria “Pontos de utilização” contempla itens relacionados ao contato do usuário com a água não potável.

Outro dado que reforça o cenário de risco à saúde dos usuários é o de não conformidades em 18 dos 36 itens da categoria “Instalações”. Nesta categoria estão reunidos os requisitos relacionados principalmente ao risco de conexão cruzada. Apenas 10 dos itens atende satisfatoriamente os aspectos analisados em “Instalações”, sendo que em 3 dos pontos analisados não foi possível confirmar o cumprimento do requisito, o que pode significar um número ainda maior de não conformidades.

Na categoria “Operação”, os dados do Gráfico 4.3 apresentam 42 em não conformidades de um total de 72 itens analisados, ou seja, em mais da metade dos pontos analisados há falhas nos processos de operação e manutenção do sistema, o que indica uma falta de capacitação técnica de operadores e gestores do SPANP.

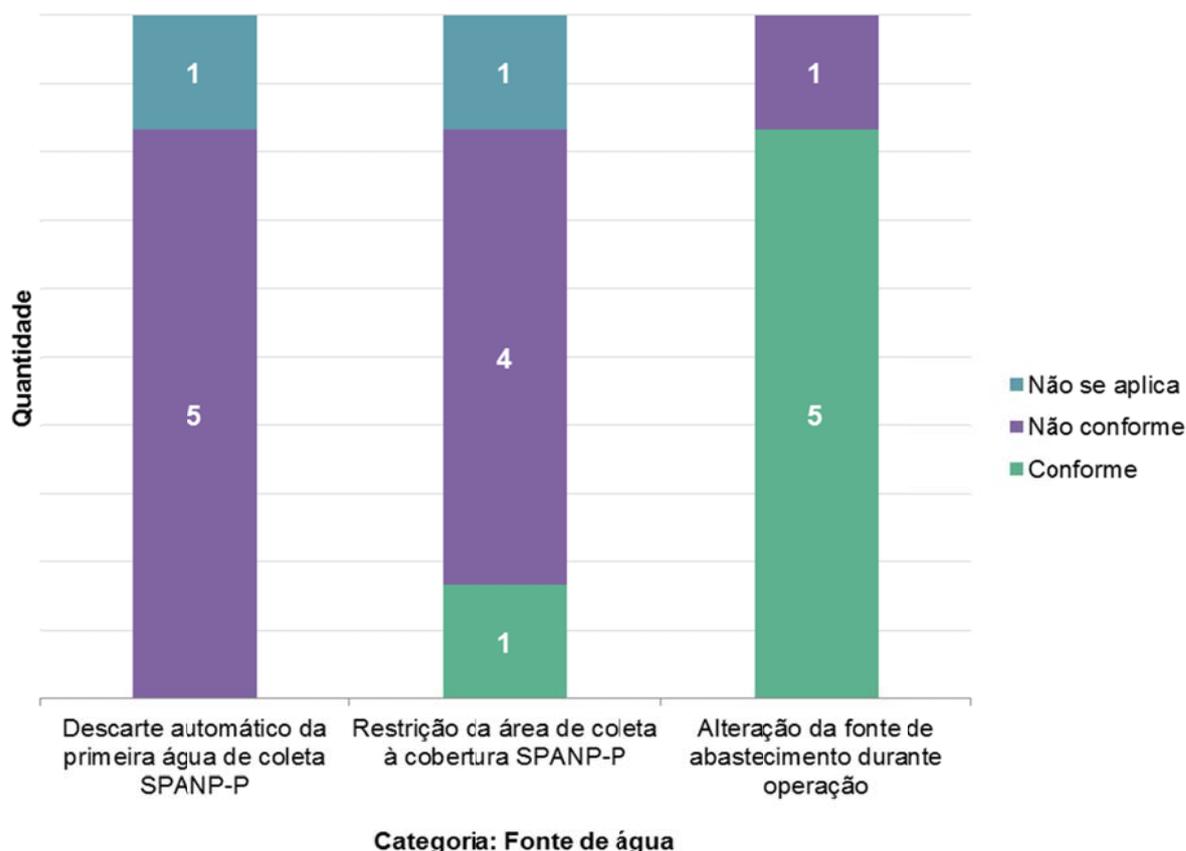
Ainda de acordo com o Gráfico 4.3, a categoria “Sistemas de tratamento” foi a que apresentou maior carência de informação, com 5 dos itens não tendo sido confirmados por falta de dados suficientes, uma vez que os documentos de confirmação não existiam ou não foram disponibilizados pelos empreendimentos visitados. Ainda assim, nesta categoria, que analisou um total de 18 itens, também há uma predominância de não conformidades, encontradas em 7 dos pontos analisados, sobre as conformidades, 6 dos itens.

A categoria “Fonte de água” do Gráfico 4.3 analisou um total de 18 itens. Entre eles, 10 itens foram avaliados como não conformes e 6 itens conformes. Essa proporção também é um reflexo da falta de informação e capacitação técnica em todo o processo, uma vez que na maioria dos estudos de caso analisados, as características da fonte de abastecimento do SPANP, embora sejam relevantes para seu bom desempenho, são desconsideradas ou abordadas de forma incorreta por projetistas, executores e gestores do sistema.

As não conformidades encontradas na categoria “Fonte de água” se devem principalmente à forma como vem sendo instalados os sistemas prediais de água não potável com abastecimento de água pluvial, como é apresentado no Gráfico 4.4. De acordo com os dados levantados nos estudos de caso, 4 dos SPANP-P

instalados não segue a recomendação da NBR 15527 (ABNT, 2007) de restringir a área de coleta às superfícies de cobertura, para evitar abastecer o sistema utilizando água com elevada carga de poluentes, proveniente de pavimentos.

Gráfico 4.4 – Cenário da categoria “Fonte de água”



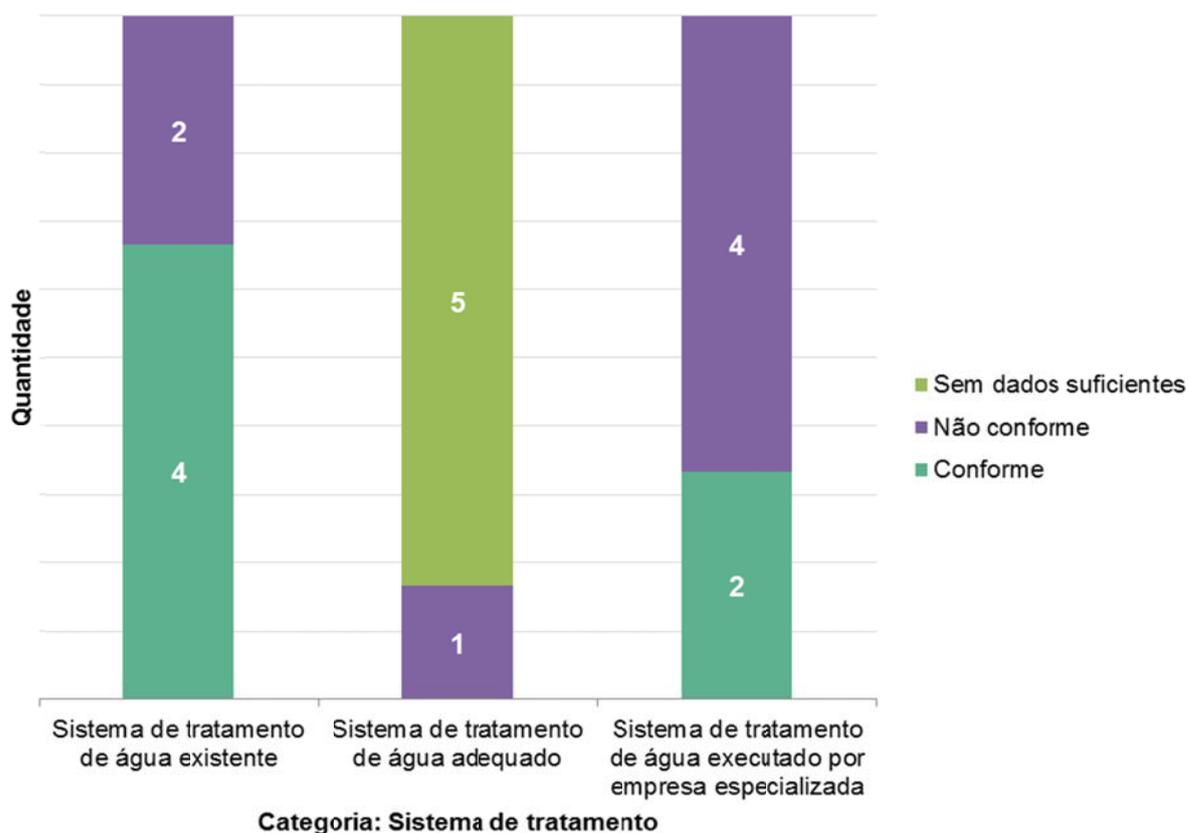
Fonte: Elaborado pela autora (2015)

Além disso, 5 dos casos, o que corresponde a todos os empreendimentos visitados que fazem uso de água pluvial como fonte, não faz o descarte da primeira água coletada. A superfície da área de coleta acumula grande carga de agentes poluentes durante o período de estiagem. Por este motivo, a água dos primeiros minutos de chuva não deve ser utilizada no abastecimento do sistema.

Dentro da categoria “Sistemas de tratamento”, o que mais contribui para o cenário de não atendimento aos requisitos de desempenho é o fato de 4 dos sistemas avaliados não terem sido executados por uma empresa especializada, conforme apresentado no Gráfico 4.5. Embora a maioria de 5 dos estudos de caso possuam estação de tratamento para a água não potável, não foi possível verificar na

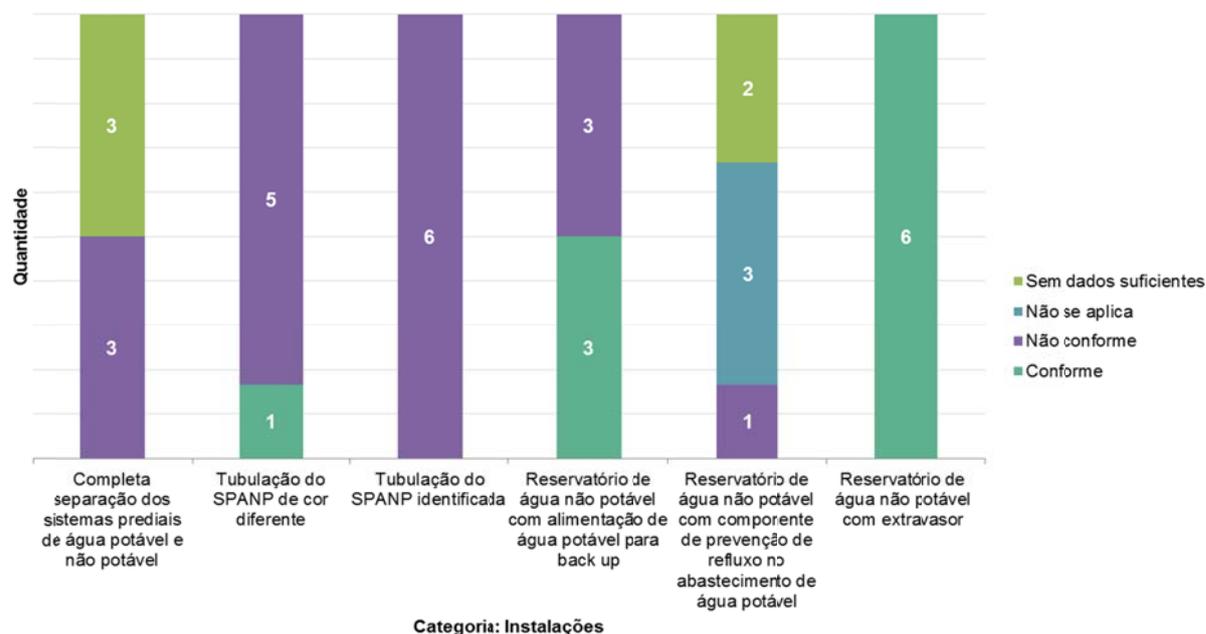
totalidade deles a adequabilidade do sistema de tratamento para produção de água, de acordo com sua atividade de destino, uma vez que em alguns empreendimentos não é realizada a análise da qualidade da água não potável e, em outros, não foram disponibilizados os dados dos laudos laboratoriais.

Gráfico 4.5 – Cenário da categoria “Sistema de tratamento”



Fonte: Elaborado pela autora (2015)

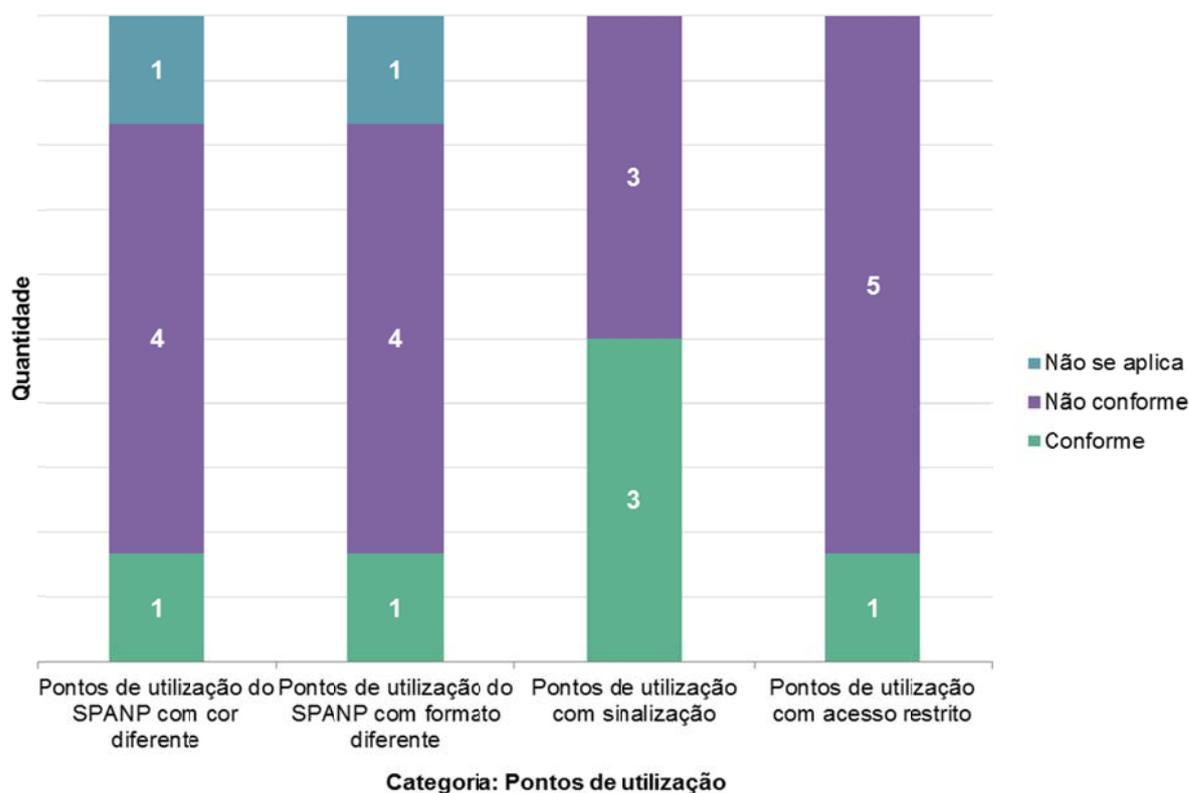
Analisando-se a categoria “Instalações”, cujos dados são apresentados no Gráfico 4.6, é possível verificar que 6 dos estudos de caso não atendem ao requisito de identificação da tubulação que transporta água não potável e 5 não utilizam tubulação de cor diferente para distinguir o SPANP dos demais sistemas hidráulicos do edifício. Isso, somado ao fato de que 3 dos empreendimentos não apresentam separação completa dos sistemas prediais de água não potável em suas instalações, aumenta o risco de conexão cruzada. Parte das tubulações é embutida em vedações ou enterrada sob o piso, não sendo possível confirmar o cumprimento deste requisito em 3 dos casos visitados, o que significa que o número de não conformidades para este item pode ser ainda maior.

Gráfico 4.6 – Cenário da categoria “Instalações”

Fonte: Elaborado pela autora (2015)

Ainda de acordo com o Gráfico 4.6, 3 dos sistemas analisados não apresentam um ponto de abastecimento de água potável no reservatório de água não potável para alimentação alternativa do SPANP, em caso de falha de operação do sistema. Entre os casos que contam com a alternativa de abastecimento, 1 dos sistemas não apresenta componente de prevenção de refluxo no ponto de fornecimento de água potável. Nos demais casos, não foi possível comprovar o atendimento do requisito.

Na categoria “Pontos de utilização”, entre os sistemas que apresentam pontos de utilização de água não potável, 4 não conta com diferenciação por cor ou formato do componente para alertar o usuário sobre o abastecimento com água de qualidade distinta naquele local. Em 3 dos casos não há sinalização que oriente os usuários e em 5 dos empreendimentos o acesso a estes pontos de utilização não é restrito aos operadores do sistema, o que implica em maior chance de ocorrências que coloquem em risco a saúde dos usuários, como, por exemplo, o consumo de água não potável por crianças.

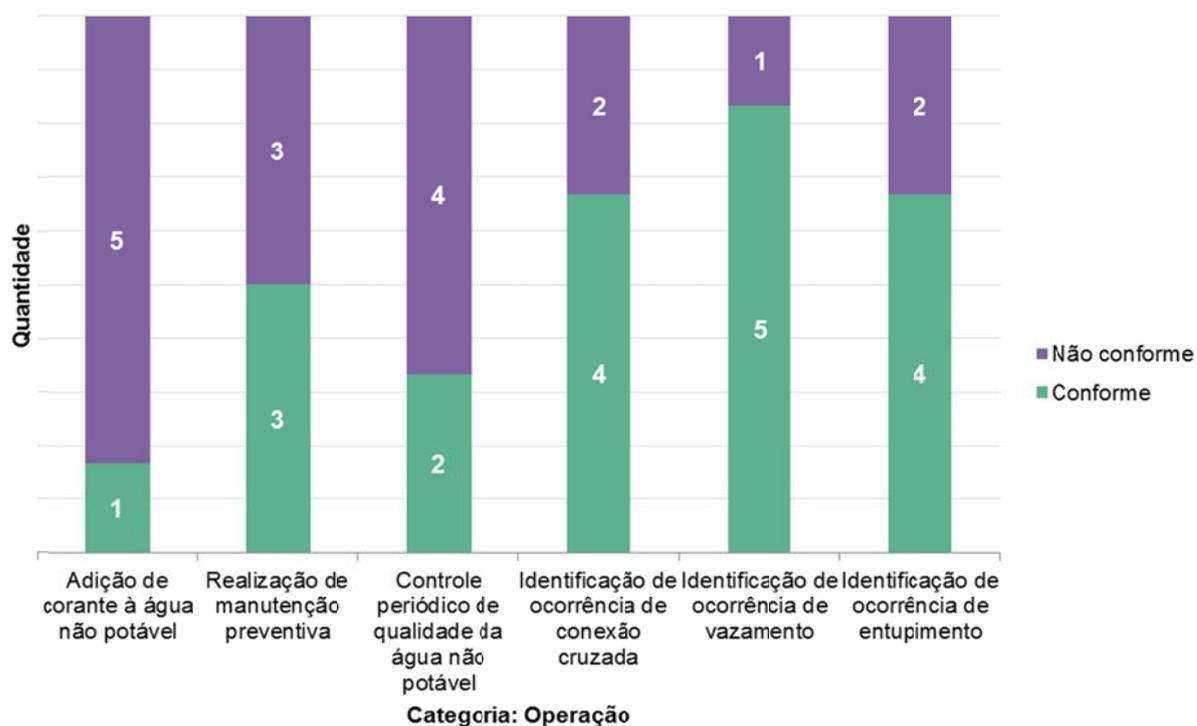
Gráfico 4.7 – Cenário da categoria “Pontos de utilização”

Fonte: Elaborado pela autora (2015)

No que se refere à categoria “Operação”, conforme apresentado no Gráfico 4.8, 5 dos casos analisados não realizam a adição de corante à água não potável, que permitiria sua diferenciação da água potável e facilitaria a identificação de situações de conexão cruzada. A manutenção preventiva não é realizada em 3 dos casos, o que implica em diminuição da vida útil do sistema, e 4 dos empreendimentos não realiza o monitoramento de qualidade da água não potável produzida, o que impede a confirmação de adequabilidade do sistema na produção de água com qualidade que atenda aos parâmetros estabelecidos para sua classe de uso.

Gráfico 4.8 – Cenário da categoria “Operação”

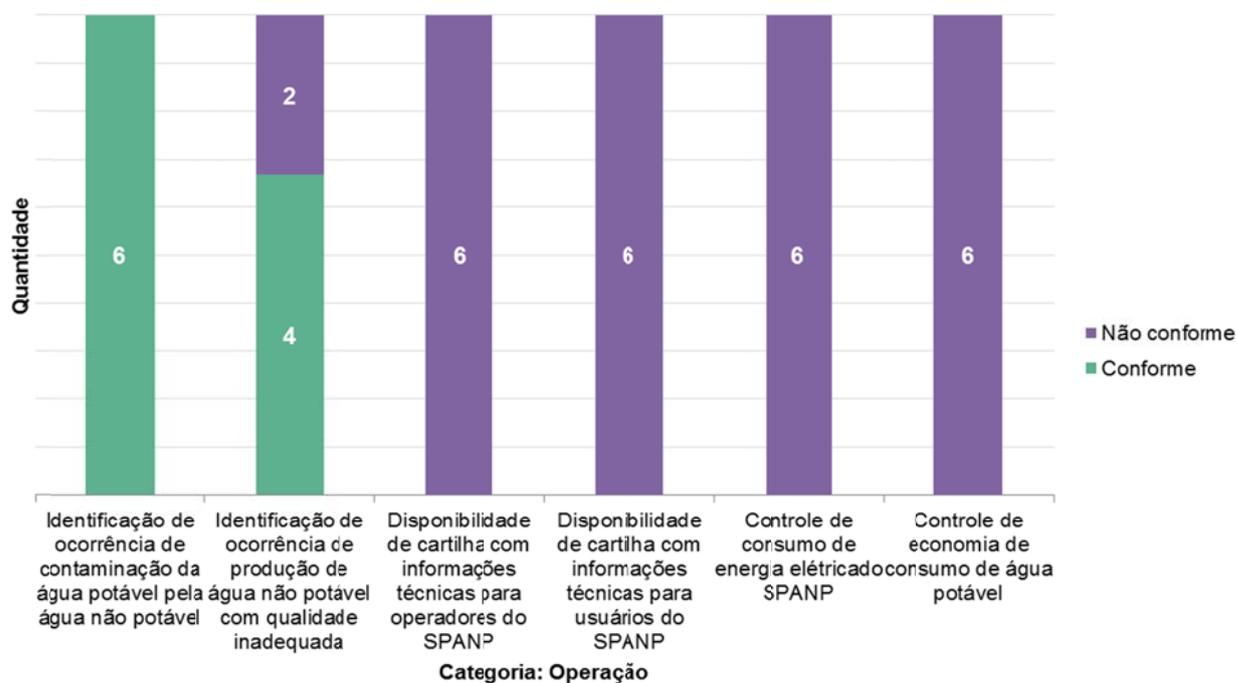
(continua)



Fonte: Elaborado pela autora (2015)

Gráfico 4.8 – Cenário da categoria “Operação”

(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora (2015)

Dentre a incidência de ocorrências no sistema, os dados do Gráfico 4.8 apontam que 2 dos casos registraram uma situação de conexão cruzada, 1 teve um evento de vazamento em tubulações do sistema, 2 identificaram entupimento em tubulação, 2 relataram ocorrência de produção de água não potável com qualidade inadequada e nenhum dos empreendimentos apresentou situação de contaminação da água potável pela água não potável.

Vale ressaltar, no entanto, que a baixa incidência de ocorrências registradas pelos edifícios visitados não representa um cenário de bom desempenho dos SPANP instalados, uma vez que estes dados podem ser resultado das falhas existentes nos processos de operação e manutenção do sistema, que poderiam estar contribuindo para a não identificação de irregularidades no sistema.

Ainda de acordo com o Gráfico 4.8, a ausência de cartilhas ou manuais com informações técnicas do SPANP que orientem operadores, gestores e usuários do sistema foi apontada em 6 dos casos, contribuindo para a realidade de falta de capacitação técnica de operadores e gestores do sistema. A ausência de um controle de consumo de energia elétrica do sistema e o desconhecimento da economia de consumo de água potável proporcionada pelo sistema também são unânimes nos empreendimentos pesquisados.

A partir desta redução de dados e análise das evidências coletadas nas visitas de campo, foi possível realizar a validação das questões e proposições que se objetivava investigar por meio da avaliação durante operação e da técnica analítica de explanação de estudos de caso múltiplos.

Na maioria dos casos estudados, os componentes do sistema não apresentaram diferenciação por cor e identificação ou sinalização da qualidade de água distinta transportada, aumentando o risco de conexão cruzada durante a realização de manutenções ou intervenções no sistema. Os pontos de utilização em três dos seis locais visitados apresentaram sinalização, mas como foi possível observar durante as visitas, esta ainda apresenta falhas. Com isso, a primeira proposição, que previa que os SPANP são instalados sem identificação ou diferenciação dos elementos componentes do sistema, pôde ser validada.

Da mesma forma, a segunda proposição, que afirmava que a operação do sistema não é realizada por profissional especializado, pode ser confirmada, uma vez que a grande maioria dos empreendimentos deixa sob responsabilidade do zelador, de um funcionário do condomínio ou do proprietário do imóvel o gerenciamento do sistema. Embora durante as entrevistas alguns tenham afirmado ter sido fornecido treinamento e capacitação para os operadores dos sistemas, a análise geral das respostas aos questionários indica que a orientação disponibilizada ainda é deficiente, validando parcialmente a terceira proposição.

A quarta proposição afirmava não haver prática de controle de qualidade da água produzida, o que pôde ser confirmado com os estudos de caso, uma vez que apenas dois condomínios mantêm este tipo de análise com regularidade, segundo depoimentos. Com base nas observações feitas durante as visitas e nas respostas dos questionários aplicados também foi possível confirmar a proposição de que não há conhecimento adequado sobre os riscos existentes aos usuários do SPANP, uma vez que o grau de confiabilidade no sistema é apontado como médio e alto pelos entrevistados, enquanto os dados coletados nas visitas indicam a predominância de não conformidades de desempenho na totalidade dos sistemas instalados.

Em apenas um dos casos foi possível confirmar a proposição de que a dificuldade de operação, a falta de formação técnica adequada e o custo de manutenção levaram à desativação do sistema. Para os demais casos estudados, constatou-se que a combinação destes fatores ocasionou, na verdade, falhas de execução e de operação do sistema.

Por esta análise de confirmação das proposições, é possível afirmar que os SPANP instalados nos empreendimentos residenciais estudados não apresentam bom desempenho, deixando de atender requisitos importantes e expondo seus usuários a riscos de saúde. Os dados coletados nos estudos de caso permitiram identificar quais são os pontos críticos de deficiência destes sistemas no cenário atual que precisam ser revistos, validando o mecanismo de avaliação proposto por esta pesquisa. A revisão bibliográfica, por sua vez, esclarece quais são as boas práticas

a serem utilizadas como referência para reversão deste cenário, contribuindo com orientações técnicas a gestores e executores de SPANP em edifícios residenciais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas prediais de água não potável têm se disseminado em edifícios residenciais no Brasil como uma fonte alternativa de água, evitando o desperdício do uso de água potável em locais onde não é necessária a utilização de água com qualidade mais nobre. Muitos empreendimentos têm investido em soluções técnicas e inovações que permitam implantar um SPANP, muitas vezes não previsto no projeto original destas construções. Estas inovações devem, no entanto, ser executadas com responsabilidade, respeitando requisitos mínimos necessários para garantir a segurança dos usuários.

Neste sentido, esta pesquisa apresenta uma ferramenta de avaliação de desempenho para SPANP instalados em edificações residenciais que permite investigar a qualidade de concepção, instalação e operação deste tipo de sistema e sua adequabilidade com as necessidades dos usuários.

A Avaliação Durante Operação realizada em múltiplos estudos de caso permite identificar qual é o cenário atual dos sistemas instalados. No caso da amostra desta pesquisa, o cenário para os estudos de caso avaliados é caracterizado por sistemas prediais de água não potável que operam com desempenho inferior ao adequado para atender às necessidades e garantir a segurança de seus usuários.

5.1 CONCLUSÕES

São diversas as não conformidades encontradas nos SPANP investigados, com irregularidades em todas as fases do ciclo de vida destes sistemas, desde a sua concepção e execução até o processo de gerenciamento, operação e manutenção.

Entre os pontos mais graves, a análise dos estudos de caso aponta que a coleta de efluentes por vezes é feita sem se considerar a relevância que a qualidade da fonte de abastecimento tem no sistema de tratamento, o que pôde ser verificado nas situações em que intervenções alteraram a fonte de abastecimento sem revisar adequadamente o processo de tratamento ou nos casos em que as recomendações da NBR 15527 (ABNT, 2007) não foram atendidas.

Nos pontos de utilização, na maioria das vezes, não há diferenciação por cor ou modelo dos componentes instalados e a sinalização, quando existente, não é padronizada e adequada para minimizar o risco de consumo da água não potável. Isso é agravado pelo fato de a maioria dos empreendimentos não realizar um controle regular da qualidade da água não potável produzida, colocando em risco a saúde de seus usuários. Vale ressaltar que todos os estudos de caso podem ser classificados como Classe 1 de uso da água não potável, com atividades que envolvem exposição do público, de acordo com o “Manual de conservação e reúso em edificações” (ANA, 2005).

A falta de dados sobre a qualidade da água produzida também impede a avaliação de adequabilidade do sistema de tratamento instalado à classe de uso adotada no edifício, uma vez que ao monitorar as características da água produzida, realiza-se também um monitoramento da eficiência da estação de tratamento.

Além disso, as instalações dos sistemas não seguem padronização de cor, não apresentam sinalização para informar sobre a qualidade da água e não respeitam as distâncias mínimas de segurança no posicionamento de tubulações, o que aumenta o risco de conexão cruzada ao longo do ciclo de vida do edifício. A maioria dos locais estudados não realiza a adição de corante à água não potável, o que significa que a identificação de uma instalação irregular com eventual ocorrência de conexão cruzada é ainda mais dificultada.

Outro ponto crítico é a vida útil do SPANP, que vem sendo comprometida na maioria dos casos, pois a manutenção preventiva não é prática comum a todos os edifícios visitados. A própria falta de orientação técnica adequada de projetistas e executores para os operadores do sistema leva à não realização da manutenção regular necessária ao SPANP. Gestores, operadores e usuários não dispõem de manual ou cartilha com informações técnicas que apresentem os riscos inerentes ao sistema e recomendem as práticas apropriadas de operação e manutenção.

Cinco dos seis casos estudados apresentaram ao menos uma ocorrência de irregularidade do sistema, dois deles envolvendo qualidade inadequada da água

produzida e dois relatando incidente de conexão cruzada, situações que expõem os usuários a risco de saúde. É importante ressaltar que a não identificação de irregularidades no SPANP não é necessariamente um dado positivo, uma vez que podem ser resultado da falta de capacitação técnica dos operadores. As deficiências registradas nos processos de controle e operação do sistema dos estudos de caso podem dificultar a identificação de não conformidades existentes.

Pela falta de informação sobre o SPANP e o uso de água não potável, ainda assim, os usuários confiam no sistema instalado em seus empreendimentos, não manifestando nenhuma preocupação com a água não potável na maioria dos casos.

Outro ponto relevante identificado na amostra de estudos de casos analisados é que, diante da realidade de crise hídrica vivida no Estado de São Paulo, muitos empreendimentos têm buscado fontes alternativas de água. Uma das soluções recorrentes adotadas nos locais visitados é a utilização da água pluvial coletada nos reservatórios de retenção que os edifícios são obrigados a ter, em atendimento à Lei 13276 (SÃO PAULO, 2002). Esta fonte de abastecimento contém elevada carga de poluentes, uma vez que corresponde à água pluvial coletada de todas as superfícies do edifício, inclusive dos pisos.

Para os edifícios localizados em terreno com presença de lençol freático de nível elevado, a água subterrânea também tem sido aproveitada. Estas intervenções são feitas em reservatórios pluviais e poços de drenagem que não foram projetados para uso em sistema predial de água não potável, o que resulta em sistemas com instalações improvisadas e com muitas irregularidades, colocando em risco a segurança dos usuários.

Por fim, diante das constatações feitas nos estudos de caso, é possível perceber que a falta de capacitação técnica, normas técnicas e legislações específicas que orientem projetistas, executores, gestores e usuários e padronizem os sistemas prediais de água não potável contribuem para o cenário encontrado de SPANP operando com desempenho inferior ao adequado para atender às necessidades dos usuários.

Os SPANP correspondem a sistemas recentes em edificações residenciais no Brasil. Por este motivo, a utilização desta ferramenta de avaliação em SPANP permite a realização de uma investigação sobre a adequabilidade e qualidade destes sistemas instalados, contribuindo com a disseminação responsável deste tipo de inovação.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, recomenda-se que mais pesquisas de ADO sejam realizadas, com outras amostras de estudo de caso, a fim de identificar novas informações técnicas que retroalimentem o processo de projeto, execução, gestão, operação e manutenção dos sistemas prediais de água não potável em edifícios residenciais e sirvam de subsídio para a normatização destes sistemas.

Conclui-se, com base na pesquisa realizada, que o sucesso deste tipo de sistema depende da existência de procedimentos, guias técnicos e regulamentação que orientem profissionais, gestores e usuários sobre as adequadas formas de implantação, gestão e monitoramento dos sistemas, garantindo a qualidade da água produzida e prevenindo quaisquer riscos aos usuários e ao ambiente em que está inserido.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2011**. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/Downloads/2011/1%20%20RELAT%C3%93RIO%20DE%20CONJUNTURA%20-%20INFORME/Conjuntura_2011.pdf>. Acesso em: 18 de mai. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013**. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <<http://www.ciesp.com.br/pesquisas/conservacao-e-reuso-da-agua-em-edificacoes/>>. Acesso em: 08 de mai. 2014.

ALMEIDA, G.G. **Avaliação durante operação (ADO): metodologia aplicada aos sistemas prediais**. 1994. 185 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

ALMEIDA, G.G.; GONÇALVES, O.M. **Avaliação durante operação (ADO): metodologia aplicada aos sistemas prediais**. São Paulo: EPUSP, 1994. 21 f. Boletim técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, BT/PCC/133. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00133.pdf> Acesso em: 27 de set. 2015.

AMARATUNGA, D.; BALDRY, D.; SARSHAR, M. Assessment of facilities management performance – what next? **Facilities**, v. 18, n. 1/2, p. 66-75, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/02632770010312187>> Acesso em: 20 de fev. 2016.

ARAB COUNTRIES WATER UTILITY ASSOCIATION. **Wastewater reuse in Arab countries: comparative compilation of information and reference list**. Jordan: 2010. (ACWUA Working Group). Disponível em: <http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod_page/content/119/Jordan_Summary-Report-CountryCasestudies_final.pdf>. Data de acesso: 16 de mar. 2014.

ARAUJO, L.S.M. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares**. 2004. 245 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR5626: Instalações prediais de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BARIFOUSE, R. Maior crise hídrica de São Paulo expõe lentidão do governo e sistema frágil. **BBC Brasil**: 2014. Disponível em: http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2014/03/140321_seca_saopaulo_rb. Acesso em: 14 de out. 2014.

BARROS, M.M.B. **O conceito de desempenho**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013. 90 f. Material de aula para disciplina de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, PCC 5962 – Construção Baseada em Desempenho.

BAZZARELLA, B.B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BIRKS, R.; HILLS, S.; DIAPER, C.; JEFFREY, P. Assessment of water savings from single house domestic greywater recycling systems. In: XI CONGRESSO MUNDIAL DA ÁGUA. RU. 2003. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~mjneves/publicacoes_files/data/es/ponencias/por_autor/pdf/10026.pdf. Acesso em: 16 de mar. 2014.

BONI, S.S.N. **Gestão de água em edificações**: formulação de diretrizes para o reúso de água para fins não potáveis. 2009. 258 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

BOULWARE, E.W.B. Harvesting the rain: considering rainwater catchment as a domestic water source. **Plumbing Systems & Design**, Rosemont, p. 42 – 45, novembro/dezembro 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf> Acesso em: 15 e ago. 2015.

BRASIL. Decreto nº 5.440, de 04 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para a divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm> Acesso em: 05 de jun. 2015.

BRASIL. Decreto nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008. Cria Grupo de Trabalho para propor alternativas de aproveitamento dos recursos hídricos da Macrometrópole de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-52748-26.02.2008.html>> Acesso em: 05 de jun. 2015.

BRASIL. Decreto nº 79.367, de 09 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D79367.htm> Acesso em: 05 de jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 09 de nov. 2014.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 8515**: Rainwater harvesting systems: code of practice. London, 2010.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 8525-1**: Greywater systems. London, 2010.

COPASA. **Processos de tratamento**. Maio de 2012. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cqi/cqilua.exe/sys/start.htm?infoid=29&sid=34&tpl=printerview>>. Acesso em: 16 de out. 2014.

CUNHA, V.D. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reúso urbano**. 2008. 106f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Elaboração do Plano Diretor de Aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista**. São Paulo: Cibrape, 2013. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1112:plano-diretor-de-aproveitamento-dos-recursos-hidricos-para-a-macrometropole-paulista&catid=42:combate-a-enchentes> Acesso em: 16 de out. 2014.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Plano Diretor de Aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista: relatório final - volume I.** São Paulo: Cobrape, 2013. Disponível em:

<<https://docs.google.com/uc?export=download&confirm=gKjf&id=0B8iXiltOrl5aQ3FOc3psV0I5b0k>> Acesso em: 05 de jun. 2015.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Plano Diretor de Aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista: sumário executivo.** São Paulo: Cobrape, 2013. Disponível em:

<<https://docs.google.com/uc?export=download&confirm=95X0&id=0B8iXiltOrl5aR2YtT2cxUXoxWDg>> Acesso em: 05 de jun. 2015.

DOMÈNECH, L.; SAURÍ, D. Socio-technical transitions in water scarcity contexts: Public acceptance of greywater reuse technologies in the metropolitan area of Barcelona. **Resources, Conservation and Recycling.** Barcelona: Elsevier, n.55, p. 53-62, 2010.

DRAKE, P.; WELCH, P.; ZEISEL, J. The role of occupancy analysis in diagnosing total building performance. In: BUILDING PERFORMANCE: FUNCTION, PRESERVATION AND REHABILITATION. Philadelphia: ASTM Special Technical Publication, n. 901, p. 23-38, 1986. Disponível em:

<<http://compass.astm.org/download/STP901-EB.27536.pdf>> Data de acesso: 23 de set. 2015.

EISENHARDT, K.M. Building theories from case study research. **Academy of management review.** Stanford: Stanford University, v.14, n. 4, p.532-550, 1989. Disponível em: <<http://amr.aom.org/content/14/4/532.short>> Acesso em: 20 de abr. 2015.

FOLIENSTE, G.C.; LEICESTER, R.H.; PHAM, L. **Development of the CIB Proactive Program on performance based building codes and standards,** BCE Doc 98/232. Victoria: International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), 1998. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/267197830_Development_of_the_CIB_Proactive_Program_on_Performance_Based_Building_Codes_and_Standards?enrichd=rgreq-c04abe10-4b69-4c66-a2c0-003e2e8c58a3&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI2NzE5NzgzMDtBUzoxODMzMDA1MTc4MDE5ODVAMTQyMDcxMzY1NzY4Nw%3D%3D&el=1_x_2> Data de acesso: 22 de set. 2015.

FREIRE, A.A. Reúso da água é inevitável. **AECweb.** Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/reuso-da-agua-e-inevitavel_6308_0_1>. Acesso em: 08 de mai. 2014.

GALVÃO, J.; CASTRO, A. **Regulação: procedimentos de fiscalização em sistemas de abastecimento de água.** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda./ARCE, 2006. Disponível em: <http://www.aesabesp.org.br/arquivos/livro_regprocfisc.pdf> Acesso em: 13 de jun. 2015.

GILL, P.; STEWART, K.; TREASURE, E.; CHADWICK, B. Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. **British Dental Journal**, v. 204, n.6, p. 291-295, 2008. Disponível em:

<<http://www.nature.com/bdj/journal/v204/n6/abs/bdj.2008.192.html>>. Acesso em: 20 de abr. 2015.

GOMIDE, T.L.F.; PUJADAS, F.Z.A.; NETO, J.C.P.F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**: vistorias técnicas, *check up* predial, normas comentadas, manutenção X, valorização patrimonial, análise de risco. São Paulo: Editora Pini, 2006.

GONÇALVES, R.F. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Disponível em:

<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf> Data de acesso: 20 de set. 2015.

GONÇALVES, O.; OLIVEIRA, L.H. **Desempenho de Sistemas Prediais**: conceito e metodologia, norma de desempenho NBR 15575. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015. 92f. Material de aula ministrada por Orestes Gonçalves para disciplina de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, PCC 5957 – Desempenho e Inovação de Sistemas Hidráulicos Prediais.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Região já tem mais de 4 milhões de m² com selo Leed, ganham destaque para os estados do Ceará e Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/?p=imprensa-detahes&l=363>>. Acesso em: 12 de mai. 2014.

GUERRA, J.H.L. Proposta de um protocolo para o estudo de caso em pesquisas qualitativas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos, n. 30, p. 1-13, 2010. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_133_848_14839.pdf> Acesso em: 20 de abr. 2015.

HAGEMANN, S.E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. 141f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

HARTKOPF, V.H.; LOFTNESS, V.E; MILL, P.A.D. The concept of total building performance and building diagnostics. In: BUILDING PERFORMANCE: FUNCTION, PRESERVATION AND REHABILITATION. Philadelphia: ASTM Special Technical Publication, n. 901, p. 23-38, 1986. Disponível em:

<<http://compass.astm.org/download/STP901-EB.27536.pdf>> Data de acesso: 23 de set. 2015.

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas prediais de água fria**. São Paulo: EPUSP, 1994. 106 f. Texto técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, TT/PCC/08. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00008.pdf> Data de acesso: 26 de set. 2015.

INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA. IPEMA. Apresenta recomendações de sistemas de tratamento de esgoto e projetos do Instituto. Disponível em: <<http://www.ipemabrasil.org.br/institutoweb13.htm#Rec>> Data de acesso: 23 de ago. de 2015.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro**. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa7/pesquisa7.pdf>> Acesso em: 03 de mai. 2015.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento Instituto Trata Brasil: resultados com base no SNIS 2013**. GO Associados, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/relatorio-completo-2015.pdf>> Acesso em: 03 de mai. 2015.

JEFFERSON, B., LAINE, A., PARSONS, A., STEPHENSON, T., JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. **Urban Water**, v.1, n.4, p. 285-292, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S146207580000303>> Acesso em: 07 de set. 2015.

LAZZAROTTO, P.R.R. **Reúso de águas cinzas**: implantação do sistema em um prédio residencial. 2013. 120 f. Monografia (Graduação). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

LIMA, R.M.A. **Gestão da água em edificações**: utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reúso de água cinza. 2010. 71 f. Monografia (Graduação). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MARQUES, I.G. **Modelo conceitual para avaliação de riscos em sistema de água não potável de edifícios residenciais**. 2013. 66 f. Relatório Final Programa Institucional de Iniciação Científica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINETTI, T.H.; SHIMBO, I.; TEIXEIRA, B.A.N. Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais. In IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. 2007. Disponível em:

<http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_019.pdf>. 2015.

MAY, S.; HESPANHOL, I. Tratamento de águas cinzas claras para reúso não potável em edificações. **REGA**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 15-24, 2008. Disponível em:

<https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/015deab39e51351046230f5dbe0d69d5_3b499e2889f1f06330cab16ffdd70f61.pdf> Acesso em: 14 de jun. 2015.

MEDITERRANEAN WASTEWATER REUSE WORKING GROUP. **Mediterranean wastewater reuse report**. Mediterranean Wastewater Reuse Working Group, 2007. (MED WWR WG). Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/final_report.pdf> Data de acesso: 16 de mar. 2014.

MIERZWA, J.C. **Vantagens e riscos do uso de diferentes tecnologias em sistemas prediais de água**. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 28 mar. 2014. Palestra proferida por ocasião do CT Água Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, São Paulo, 2014.

MIGUEL, P.A.C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n1/14.pdf>> Acesso em: 11 de abr. 2015.

MIZUMO. Apresenta sistemas pré-fabricados de tratamento de esgoto. Disponível em: <<http://www.mizumo.com.br/index.php/site/family>> Data de acesso: 22 de set. 2015.

MONTEIRO, R.C.M. **Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo "wetlands" para tratamento de água cinza visando o reúso não potável**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, L.H.; ILHA, S.O.I.; GONÇALVES, O.M.; YEASHIMA, L.; REIS, R.P.A. Levantamento do estado da arte: água. **Projeto Finep 2386**, São Paulo, n. 4, 2007. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/img/meioambiente/15.pdf>> Data de acesso: 15 de ago. 2015.

OLIVEIRA, L.H.; MARQUES, I. G. Padronização de conceitos de sistemas prediais de água não potável. **Hydro**, São Paulo, a. VIII, n. 82, p. 64-69, 2013. Disponível em: <<http://www.arandanet.com.br/midiaonline/hydro/2013/agosto/index.html>>. Acesso em: 08 de nov. 2013.

OLIVEIRA, L.H.; MARQUES, I.G. Padronização de terminologia e de conceitos de sistemas prediais de água não potável. **CBCS**, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/5dotSystem/userFiles/Comunicacao%20Tecnica/CBCS_CT%20Agua_Padronizacao%20de%20terminologia%20e%20de%20conceitos%20de%20sistemas%20prediais%20de%20agua%20nao%20potavel_2.pdf>. Acesso em: 14 de jun. 2015.

ORNSTEIN, S.W. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel: EDUSP, 1992.

PARSONS, D.; GOODHEW, S.; FEWKES, A.; WILDE, P. The perceived barriers to the inclusion of rainwater harvesting systems by UK house building companies. **Urban Water Journal**, London, v.7, n.4, p. 257-265, 2010.

PAULA, H.M. **Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia**: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório. 2005. 196 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

PCC 2465 – Sistemas Prediais I. **Sistemas Prediais: Conceituação e Desempenho**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013. 27 f. Material de aula para disciplina de graduação em Engenharia Civil, PCC 2465 – Sistemas Prediais I, 2014.

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

PERES, A.R.B. **Avaliação durante operação de sistemas de medição individualizada de água em edifícios residenciais**. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

PET ENGENHARIA CIVIL. Sistema de drenagem sustentável. Juiz de Fora. Disponível em: <<http://blogdopetcivil.com/tag/estruturas-alternativas/page/2/>>. Acesso em: 09 de out. 2015.

PO, M., KAERCHER, J.D., NANCARROW, B.E. Literature review of factors influencing public perceptions of water reuse. **CSIRO Land and Water**, Australia, 2003.

POWER, K. Recycled water use in Australia: regulations, guidelines and validation requirements for a national approach. **Waterlines Report Series**, Camberra, n. 26., 2010. Disponível em: <http://archive.nwc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/10977/Recycled_water_use_in_Australia.pdf>. Acesso em: 16 de mar. 2014.

PREISER, W.F.E.; VISCHER, J.C. **Assessing building performance**. Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. Disponível em: <<http://197.14.51.10:81/pmb/ARCHITECTURE/Assessing%20Building%20Performance.pdf>> Acesso em: 24 de jan. 2015.

PREISER, W.F.E. **The evolution of post-occupancy evaluation: Toward building performance and universal design evaluation**. In: LEARNING from our buildings: A state-of-the-practice summary of post-occupancy evaluation. Washington: National Academy Press, 2001. cap. 2, p. 9-22. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=skhwiYaAw4kC&oi=fnd&pg=PA9&>

[dq=the+evolution+of+post-occupancy+evaluation&ots= XGrwfQhrh&sig=CLnyOyNiuVs9jlsko35iraq9ACg#v=onepage&q=the%20evolution%20of%20post-occupancy%20evaluation&f=false](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0974652915000000) Acesso em: 28 de set. 2015.

RAPOPORT, B. **Águas cinzas**: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial. 2004. 85f. Dissertação (Mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

RODRIGUES, L.B. **Reúso de água em sistemas aeroportuários utilizando o processo de ultrafiltração**. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RODRIGUES, R.S. **As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil – Proposta de regulamentação do reuso no Brasil**. 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROMÉRO, M.A.; ORNSTEIN, S.W. **Avaliação pós-ocupação**: métodos e técnicas aplicados à habitação social. 1 ed. Porto Alegre: ANTAC, 2003, 294 f.

ROSRUD, T. **Sanitary installation**: properties they ought to have – performance requirements and quality testing of sanitary installations. Oslo: Norwegian Building Research Institute, 1979.

SANT'ANNA, D.; AMORIM, C.N.D. Reúso de água em edificações: premissas e perspectivas para o contexto brasileiro. **Sistemas Prediais**, São Paulo, a. I, n. Setembro/Outubro, p. 32-37, 2013. Disponível em:

<http://www.academia.edu/7398959/Re%C3%BAso_de_%C3%A1gua_em_edifica%C3%A7%C3%B5es_premissas_e_perspectivas_para_o_contexto_brasileiro>.

Acesso em: 14 de jun. 2015.

SANTOS, M.O. **Modelo conceitual para tomada de decisão entre sistemas de água não potável individual e distrital**. 2013. 58 f. Relatório Final Programa Institucional de Iniciação Científica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SÃO PAULO. Lei nº 13.276, de 04 de janeiro de 2002. Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00m² (quinhentos metros quadrados). Disponível em:

<<http://www.leispaulistanas.com.br/sites/default/files/ReservatorioDeAgua/LEI%2013276.PDF>>. Acesso em: 06 de out. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008. Cria Grupo de Trabalho para propor alternativas de aproveitamento dos recursos hídricos da Macro-metrópole de São Paulo. Disponível em:

<<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2008/decreto-52748-26.02.2008.html>> Acesso em: 05 de jun. 2015.

SAUTCHÚK, C.A. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. 2004. 332f. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE. Resolução SS 65, de 12 de abril de 2005. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano no Estado de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/resolucao_2005_65.pdf> Acesso em: 15 de ago. 2015.

SIMS, B.L.; BAKENS, W.J.P. CIB Performance Based Building (PeBBu) Thematic Network. **International Council for Research in Building and Construction**, Rotterdam, Paper 014, p.1-8, 2002. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB9862.pdf>> Data de acesso: 22 de set. 2015.

SOUSA, A.F.S. **Diretrizes para implantação de sistema de reuso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC – Análise de perigos e pontos críticos de controle**: estudo de caso residencial Valville. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F.L.; STENSEL, H.D. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. New York: Metcalf & Eddy Inc, 2003. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/EdgardoSalomon/metcalf-eddy-wastewater-engineering-treatment-and-reuse-4th-edition-2004-metcalf-y-eddy-ingenieria-de-aguas-residuales-tratamiento-y-reuso-de-aguas-residuales-44183447>> Data de acesso: 21 de set. 2015.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O.M.C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. Disponível em: <http://govamb.iee.usp.br/govamb/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=555>. Acesso em: 16 de mar. 2014.

UNITED NATIONS. **Probabilistic population projections based on the world population prospects: the 2012 revision**. 2014. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/ppp/Documentation/highlights.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). **The United Nation world development report 2015: water for sustainable world**. Paris: UNESCO, 2015. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>> Acesso em: 03 de mai. 2015.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2012. (EPA/600/R-12/618). Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100FS7K.pdf>>. Acesso em: 05 de mar. 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Primer for Municipal wastewater Treatment Systems**. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2004. (EPA/832/R-04/001). Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100FS7K.pdf>>. Acesso em: 04 de mar. 2014.

WORLD ECONOMICS. **Global world tracker: the world economy – 50 years of near continuous growth**. 2015. Disponível em: <http://www.worldconomics.com/papers/Global%20Growth%20Monitor_7c66ffca-ff86-4e4c-979d-7c5d7a22ef21.paper> Acesso em: 03 de mai. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. 4ª Edição. Genebra: WHO Press, 2011. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf?ua=1> Acesso em: 13 de jun. 2015.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2010. 248p.

ZIMRING, C.; RASHID, M.KAMPSCHROER, K. Facility Performance Evaluation (FPE). 2014. Disponível em: <http://www.wbdg.org/resources/fpe.php?r=secure_safe> Acesso em: 18 de fev. 2016.

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO

1. DADOS INICIAIS

Nesta seção devem ser coletados os dados do entrevistado, para que fique registrado o perfil de quem respondeu ao questionário, e os dados da entrevista, para que fique registrado o tipo de entrevista realizada.

Estes dados podem ser preenchidos previamente à entrevista, se estiverem disponíveis.

1.1. DADOS DO ENTREVISTADO

1. Nome:
2. Telefone:
3. E-mail:
4. Profissão:
5. Escolaridade:
6. Pode ser classificado como pertencente a qual grupo:
 - () Usuário do sistema
 - () Operador do sistema
 - () Representante da construtora. Função na empresa:
 - () Representante da instituição de análise laboratorial. Função na empresa:
 - () Representante do condomínio. Função:

1.2. DADOS DA ENTREVISTA

1. Data:
2. Horário de início da entrevista:
3. Local:
4. Tipo de entrevista:
 - () Face-a-face
 - () Mediada
5. Forma de registro dos dados:
 - () Anotação

- () Gravação em áudio
 - () Gravação em vídeo
 - () E-mail
6. Identidade do entrevistado deve ser mantida em sigilo?
- () Sim
 - () Não

2. DADOS DA PESQUISA

Nesta seção são apresentados os dados referentes ao pesquisador e à pesquisa a fim de esclarecer ao entrevistado a importância e veracidade do estudo. Uma cópia impressa desta seção deve ser entregue ao entrevistado para que este possa entrar em contato com o pesquisador posteriormente, caso necessário.

- 2.1. Pesquisador: ***Carolina Castilho***
- 2.2. Telefone: -
- 2.3. E-mail: ***carolinacastilho@usp.br***
- 2.4. Orientador da pesquisa: ***Profa. Dra. Lúcia Helena de Oliveira***
- 2.5. Instituição: ***Escola Politécnica da Universidade de São Paulo***
- 2.6. Tipo de pesquisa: ***Mestrado Profissional***
- 2.7. Linha de pesquisa: ***Água de reúso em edifícios residenciais***
- 2.8. Objetivos da pesquisa: ***Esta pesquisa tem por objetivo geral avaliar o desempenho de sistemas prediais de água não potável no que se refere à concepção, execução, operação e manutenção destes sistemas durante sua operação em edifícios residenciais ou em unidades habitacionais unifamiliares que possuem esse sistema instalado, estando ele em funcionamento ou não.***
- 2.9. Contribuições pretendidas: ***Com esta pesquisa pretende-se contribuir com a retroalimentação do processo de implantação e operação de sistemas prediais de água não potável, fornecendo informações técnicas que possam servir de referência para gestores, executores e profissionais da área e, futuramente, fornecer subsídios para a normatização do sistema no Brasil.***

- 2.10. Etapa atual da pesquisa: ***A pesquisa encontra-se (no momento em que foram realizadas as entrevistas) em fase de visitas de campo para coleta de dados.***

3. ORIENTAÇÕES GERAIS AO PESQUISADOR

Esta seção deve ser revisada pelo pesquisador antes de todas as visitas a campo, como forma de preparação para a entrevista. Estas são orientações de procedimento para a condução da entrevista e as atividades prévias e posteriores a ela.

- 3.1. Deve-se reservar um tempo adequado para a realização da entrevista, considerando que são necessários quinze minutos iniciais para preparação e quinze minutos finais para finalização da entrevista.
- 3.2. Deve-se solicitar um local calmo e reservado para a realização da entrevista.
- 3.3. Confirme com antecedência o horário e local da entrevista, disponibilidade do entrevistado e permissão de acesso ao local, se necessário.
- 3.4. Certifique-se de levar para a entrevista: os dados do entrevistado, documentos para acesso ao local, gravador, lápis, papel, caneta e borracha, relógio, celular, máquina fotográfica, protocolo de estudo impresso, material ilustrativo ou complementar às questões da entrevista, se necessário.
- 3.5. No caso de entrevista não gravada, priorize as anotações dos pontos mais importantes da resposta do entrevistado como forma de compensar a defasagem de velocidade entre escrita e fala. Certifique-se de anotar observações e informações não verbais, além das respostas às questões.
- 3.6. Atente-se para a imprecisão nas respostas ao questionário por falha de memória do entrevistado, respostas enviesadas, discurso ensaiado e flexibilidade (quando o entrevistado responde ao entrevistador o que imagina que ele queira ouvir).
- 3.7. Assim que concluída a entrevista, revise o protocolo, preenchendo pontos que possam ter ficado pendentes e relembrando toda a entrevista para fazer anotações adicionais e interpretações sobre os dados coletados.

- 3.8. Transfira a entrevista para um formato digital para armazenamento em banco de dados e envie o material coletado revisado para o entrevistado, solicitando sua checagem das interpretações feitas sobre o conteúdo coletado na entrevista.

4. OBSERVAÇÕES GERAIS AO ENTREVISTADO

Nesta seção são apresentadas as instruções a serem seguidas pelo entrevistado durante a aplicação do questionário. É importante que estas orientações sejam claramente explicitadas ao entrevistado.

- 4.1. Esta é uma entrevista semiestruturada, sem questões fechadas com respostas alternativas, sendo bem-vinda a fala espontânea do entrevistado para responder às perguntas. O entrevistado tem a liberdade de fazer comentários gerais ou específicos sobre o assunto da questão, bem como citar exemplos que facilitem ou ilustrem sua resposta.
- 4.2. O registro das informações será feito por meio de anotações escritas por parte do entrevistador durante a fala do entrevistado. É possível que seja necessário repetir a resposta nos momentos em que as anotações não puderem ser feitas com a mesma velocidade da fala do entrevistado.
- 4.3. O entrevistador solicitará a disponibilização de documentos como projetos, laudos, planilhas de controle etc. referentes ao sistema instalado. Este material é necessário para coleta de diversas fontes de informação, que permitam triangulação dos dados no momento da análise de resultados. Será mantido sigilo referente a este material e nenhum documento será utilizado para outro fim que não a análise proposta nesta pesquisa.
- 4.4. Além da entrevista, o pesquisador irá realizar visita e registro fotográfico do local onde o sistema encontra-se instalado para coleta de diversas fontes de informação, que permitam a triangulação dos dados no momento da análise dos resultados.

5. TERMOS UTILIZADOS NO QUESTIONÁRIO

São apresentados nesta seção termos técnicos ou específicos utilizados no questionário. O pesquisador deve ler os termos e seus respectivos significados ao entrevistado antes de iniciar a aplicação do questionário, independente da possibilidade de o entrevistado estar familiarizado com o assunto. Desta forma evita-se que existam dúvidas no momento de responder às questões.

Água potável: água própria para consumo humano, apresentando parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos que atendam à Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde.

Água não potável: água cujos parâmetros de potabilidade são reduzidos, não atendendo à Portaria nº2914 e, portanto, não sendo própria para consumo humano.

Conexão cruzada: ligação física por meio de peça, componente ou outro arranjo que conecte duas tubulações de sistemas que conduzem água de qualidades distintas.

Manutenção preventiva: manutenção efetuada periodicamente sobre um sistema com o objetivo de reduzir a probabilidade de falhas dos equipamentos e prolongar sua vida útil.

Ponto de utilização: local que disponibiliza a água para que seja destinada a uma determinada atividade, por exemplo, torneiras.

Sistema predial de água não potável: corresponde ao conjunto de tubulações, reservatório, equipamentos e demais componentes destinado à coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável, com o objetivo de reduzir a demanda de água potável da rede pública.

6. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO

6.1. INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO

1. Nome do empreendimento:
2. Localização:
3. Ano de construção:
4. Número de blocos:
5. Número de andares em cada bloco:
6. Unidades habitacionais por andar:
7. Número de dormitórios por unidade habitacional:

8. Número de banheiros por unidade habitacional:
9. Número de vagas de garagem por unidade habitacional:

6.2. INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

1. Quem realizou a instalação do sistema predial de água não potável (construtora, condomínio, parceria construtora-condomínio)?
2. Qual a data de instalação do sistema predial de água não potável?
3. O sistema predial de água não potável encontra-se em operação?
() sim
() não
() não sabe
4. Há quanto tempo o sistema predial de água não potável encontra-se em operação?
5. Qual é a fonte do sistema de água não potável?
() água pluvial
() água cinza
() água negra
() água subterrânea
() não sabe
6. Qual é o tipo de tratamento realizado?
() físico:
() físico-químico:
() biológico:
() outro:
7. Em quais pontos é utilizado o abastecimento por água não potável:
() bacia sanitária
() torneira de limpeza em áreas comuns
() irrigação de jardim
() outro:
8. Onde está(ão) localizado o(s) reservatório(s) para água não potável?

9. Qual a capacidade de armazenamento do reservatório?
10. Há extravasor para descarte de excedente de água no reservatório?
11. Há abastecimento de água potável no reservatório de água não potável?
12. Onde estão localizados os pontos de abastecimento de água potável e água não potável no reservatório de água não potável?
13. A tubulação do sistema de água não potável é diferenciada por cor e/ou material?
() sim – Cor da tubulação de água não potável:
() não
() não sabe
14. A tubulação do sistema de água não potável é sinalizada por etiquetas?
() sim
() não
() não sabe
15. Em que pontos podem ser encontradas as etiquetas de sinalização do sistema de água não potável?
16. Qual a cor da tubulação do sistema de água potável?
17. Qual a cor da tubulação do sistema de esgoto sanitário?
18. Qual a cor da tubulação do sistema de água pluvial?
19. Os pontos de utilização do sistema de água não potável são diferentes dos pontos de utilização do sistema de água potável?
() sim
() não
() não sabe
20. Qual é a cor dos pontos de utilização do sistema de água não potável?
21. Qual é o sentido de acionamento do registro de água não potável?

- () horário
() anti-horário
() não sabe
22. Qual é o formato dos volantes do sistema de água não potável?
23. Qual é a cor dos pontos de utilização do sistema de água potável?
24. Qual é o sentido de acionamento do registro de água potável?
() horário
() anti-horário
() não sabe
25. Qual é o formato dos volantes do sistema de água não potável?
26. A água não potável recebe coloração para diferenciação da água potável?
() Sim – Coloração da água não potável:
() Não
() não sabe
27. O consumo de energia elétrica do sistema predial de água não potável (para bombas de recalque e o sistema de tratamento) é medido separadamente?
() Sim – Consumo mensal de:
() Não
() não sabe
28. O volume de água potável economizado com o uso de água não potável é conhecido?
() Sim – Economia mensal de:
() Não
() não sabe

6.3. INFORMAÇÕES SOBRE OPERAÇÃO DO SISTEMA

1. Quem é o responsável pelo gerenciamento do sistema de água não potável (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
2. É realizada manutenção preventiva?
() sim

- () não
- () não sabe
3. Com que frequência é realizada a manutenção preventiva (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
4. Como é feita a manutenção preventiva (inspeção visual, adição de corante na água, coleta de material para análise etc.)?
5. Qual a data das três últimas manutenções preventivas realizadas?
6. Quem realiza a manutenção preventiva (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
7. É feita limpeza do reservatório de água não potável?
8. Com que frequência é realizada a limpeza do reservatório de água não potável?
9. Como é feita a limpeza do reservatório de água não potável?
10. É feito monitoramento / controle de qualidade da água?
- () sim
- () não
- () não sabe
11. Quem realiza o monitoramento da qualidade da água (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
12. Com que frequência é realizado o monitoramento da qualidade da água (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
13. Como é feito o monitoramento da qualidade da água? Qual ou quais testes são realizados?

14. Qual é o laboratório contratado para realização das análises de qualidade da água?
15. Quais as datas dos três últimos laudos recebidos por este laboratório?
16. Já foi observado vazamento na tubulação de água não potável?
() sim
() não
() não sabe
17. Como foi identificado o vazamento?
18. Já foi observado entupimento na tubulação de água não potável?
() sim
() não
() não sabe
19. Como foi identificado o entupimento?
20. Já foi observada conexão cruzada entre os sistemas de água potável e não potável?
() sim
() não
() não sabe
21. Como foi identificada a conexão cruzada?
22. Já foi observado algum caso de contaminação da água potável pela água não potável?
() sim
() não
() não sabe
23. Como foi identificada a contaminação da água potável pela água não potável?
24. Foi identificado algum outro tipo de ocorrência desde que o sistema predial de água não potável foi colocado em operação? Qual?

6.4. INFORMAÇÕES SOBRE OS USUÁRIOS

1. Existem cartilhas/manuais sobre o sistema predial de água não potável disponibilizados para o responsável pelo monitoramento e operação do sistema?
() sim
() não
() não sabe
2. Na ausência de cartilhas/manuais disponíveis, como o responsável pelo gerenciamento do sistema recebeu informações e orientações sobre o sistema?
3. Existem cartilhas/manuais sobre o sistema predial de água não potável disponibilizados para os moradores/usuários finais?
() sim
() não
() não sabe
4. Como foram disponibilizadas estas cartilhas/manuais (uma para cada unidade, uma para cada bloco de apartamentos)?
5. Na ausência de cartilhas/manuais disponíveis, como os moradores/usuários receberam informações sobre o sistema?
6. Os moradores/usuários finais estão cientes dos riscos inerentes ao sistema predial de água não potável?
() sim
() não
() não sabe
7. Como as informações referentes aos riscos inerentes ao sistema foram apresentadas aos moradores/usuários?
8. Este conhecimento é reciclado com que frequência (nunca, apenas quando solicitado, em todas as reuniões de condomínio etc.)?

9. Quais as datas das três últimas reciclagens realizadas com moradores/usuários?
10. Com que frequência os moradores/usuários finais são informados sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema predial de água não potável (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
11. Como os moradores/usuários são informados sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema predial de água não potável?
12. Quais as datas dos três últimos informativos de manutenção do sistema disponibilizados aos moradores/usuários?
13. Com que frequência os moradores/usuários finais recebem relatórios informativos sobre o controle de qualidade realizado para a água não potável (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
14. Qual o grau de confiabilidade dos moradores/usuários finais no sistema de água não potável?
 Alta
 Média
 Baixa
 Nenhuma
 não sabe
15. Quais são as preocupações que os moradores/usuários apresentam com relação à água potável?
 O risco de conexão cruzada nas tubulações
 A transmissão de doenças pela água
 A qualidade da água não potável
 Nenhuma
 Outro:

7. CONCLUSÃO DA ENTREVISTA

Após concluído o questionário, deve-se realizar o fechamento da visita, explicitando-se alguns pontos ao entrevistado.

- 7.1. Caso o entrevistado queira fazer algum comentário adicional, basta entrar em contato com o pesquisador por meio do número de telefone ou e-mail apresentados inicialmente.
- 7.2. Caso o pesquisador sinta necessidade de realizar perguntas adicionais após a conclusão da entrevista, deve-se solicitar permissão ao entrevistado, bem como dados de contato, para que novo contato seja feito.
- 7.3. Solicitar ao entrevistado críticas, sugestões e comentários sobre a forma como foi conduzida a entrevista e questões apresentadas.
- 7.4. Solicitar ao entrevistado indicação de outros empreendimentos e pessoas que possam fazer parte da pesquisa.
- 7.5. Solicitar ao entrevistado permissão para enviar relatório com os dados coletados durante entrevista para que este faça uma revisão, fornecendo seus comentários e sugestões sobre a interpretação do pesquisador, caso esteja em desacordo com o conteúdo. Combinar uma data para envio do relatório ao entrevistado, e-mail para envio do material e data para retorno da avaliação do entrevistado.
- 7.6. Transcrever as informações coletadas em relatório para que sejam armazenadas digitalmente e possam ser mais facilmente utilizadas em processo de análise dos dados.
- 7.7. Apresentar ao entrevistado data estimada para conclusão da pesquisa e explicitar forma de divulgação.
- 7.8. Colocar-se à disposição do entrevistado para maiores esclarecimentos.
- 7.9. Agradecer entrevistado pela participação no estudo
- 7.10. Anotar horário de conclusão da entrevista

Horário de término da entrevista:

8. TERMO DE COMPROMISSO

Pesquisador deve preencher e entregar ao entrevistado um documento formalizando o compromisso de manter a identidade do entrevistado em sigilo, caso o entrevistado assim solicite.

APÊNDICE B – RESPOSTAS DAS ENTREVISTAS

Os entrevistados que participaram deste estudo solicitaram sigilo sobre sua identificação. Em função disso, as respostas que permitem identificação do entrevistado ou do empreendimento foram suprimidas das respostas do questionário.

As respostas dos questionários foram reunidas por assunto em quadros para facilitar a leitura dos dados e são apresentados a seguir.

DADOS DO ENTREVISTADO

Item	Respostas																
	Estudos de caso																
	A			B			C			D			E			F	
Dados do entrevistado																	
1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado
1	Profissão	Gerente predial	Gerente predial	Arquiteta	Aposentado	Arquiteta	Arquiteta	Do lar	Engenheiro químico	Zelador	Arquiteta	Gerente predial					
2	Escolaridade	Superior incompleto	Superior completo	Superior completo	Superior completo	Superior completo	Superior completo	Superior incompleto	Superior completo	Ensinio médio completo	Pós-graduação completa	Segundo grau completo					
3	Peritence ao grupo de	Operador do sistema	Operador do sistema	Usuário do sistema	Representante do condomínio (membro do conselho construtivo)	Usuário do sistema	Usuário do sistema	Usuário do sistema	Usuário do sistema e Operador do sistema	Operador do sistema	Usuário do sistema	Operador do sistema					
4	Data da entrevista	01/09/2015	10/10/2015	10/10/2015	22/07/2015	22/07/2015	22/07/2015	22/07/2015	08/08/2015	24/06/2015	02/10/2015	21/10/2015					
5	Horário de início da entrevista	14:24 h	10:20 h	10:50 h	14:35 h	16:00 h	16:00 h	16:30 h	10:30 h	14:00 h	10:40 h	13:52 h					
6	Horário de término da entrevista	14:50 h	10:50 h	11:15 h	15:40 h	16:20 h	16:20 h	16:45 h	11:30h	14:46 h	11:00 h	14:13 h					

INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO

Item	Perguntas						Respostas					
	Informações sobre o empreendimento						Estudos de caso					
	A	B	C	D	E	F						
1	Localização	Zona oeste de São Paulo	Região metropolitana de São Paulo	Zona norte de São Paulo	Santana de Parnaíba	Zona sul de São Paulo						
2	Ano de construção	2011	2010	2010	2010	2011						
3	Número de blocos	7 blocos	8 residências (condomínio de casas)	2 blocos	residência unifamiliar	2 blocos						
4	Número de andares em cada bloco	28 andares e 2 subsolos de garagem	-	22 andares e 2 subsolos de garagem	-	28 andares e 2 subsolos de garagem						
5	Número de unidades habitacionais por andar	2 unidades	-	6 unidades	-	2 unidades						
6	Número de dormitórios por unidade habitacional	3 a 5 dormitórios	5 casas com 3 dormitórios (tipologias 1 e 3) e 3 casas com 4 dormitórios (tipologia 2)	3 a 4 dormitórios	5 dormitórios, incluindo dependência de empregada	4 dormitórios						
7	Número de banheiros por unidade habitacional	5 banheiros, incluindo dependência de empregada	5 casas com 2 banheiros (tipologias 1 e 3) e 3 casas com 3 banheiros (tipologia 2)	4 a 5 banheiros	7 banheiros, incluindo dependência de empregada	5 banheiros, incluindo dependência de empregada						
8	Número de vagas de garagem por unidade habitacional	2 a 3 vagas	2 vagas	2 vagas	4 vagas	3 vagas e 4 vagas para unidades da cobertura						

INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

Item	Perguntas		Respostas									
	Informações sobre o sistema predial de água não potável		Estudos de caso									
	A	B	C	D	E	F						
1	1º entrevistado Construtora do empreendimento	2º entrevistado Construtora do empreendimento	1º entrevistado Condomínio	2º entrevistado Condomínio	3º entrevistado Não sabe	D Proprietário da residência	1º entrevistado Condomínio	2º entrevistado Não sabe	E 2º entrevistado Não sabe	F Condomínio		
2	2011 Sim	2010 Sim	Junho de 2014 Sim	2014 Sim	Não sabe Sim	2010 Não	2014 Sim	Não sabe Sim	Sim	2013 Sim		
3	Desde 2013 Sim	Desde 2010 Sim	Desde agosto de 2014 Sim	Desde janeiro de 2015 Sim	Não sabe Sim	Colocado em operação em 2010 e desativado em 2014	Desde 2014 Sim	Não sabe Sim	Sim	Desde junho/julho de 2013 Sim		
4	Desde 2013 Sim	Desde 2010 Sim	Desde agosto de 2014 Sim	Desde janeiro de 2015 Sim	Não sabe Sim	Colocado em operação em 2010 e desativado em 2014	Desde 2014 Sim	Não sabe Sim	Sim	Desde junho/julho de 2013 Sim		
5	Água cinza (chuveiro e lavatório dos apartamentos)	Água cinza (chuveiro e lavatório dos banheiros das casas), água negra (bacias sanitárias e pia da cozinha das casas) e água subterrânea do poço	Água cinza (chuveiro e lavatório dos banheiros das casas), água negra (bacias sanitárias e pia da cozinha das casas) e água subterrânea do poço	Água pluvial	Não sabe	Água pluvial da cobertura	Água pluvial (também usa água proveniente da labagem dos filtros da piscina)	Água pluvial	Água pluvial e água subterrânea			
6	Físico-químico	Físico-químico (filtragem e adição de cloro 1 vez por semana, 300g em cada reservatório)	Físico-químico (filtro de areia e adição de cloro)	Não sabe	Não sabe	Físico	Nenhum	Nenhum	Adição de cloro (3L em cada reservatório a cada 2 meses)			
7	Bacia sanitária dos apartamentos e áreas comuns	Bacia sanitária, torneira de limpeza de áreas comuns e irrigação de jardim	Torneira de limpeza de áreas comuns e irrigação de jardim	Torneira de limpeza de áreas comuns (garagens) e irrigação de jardim	Torneira de limpeza de áreas comuns (garagens) e irrigação de jardim	Bacia sanitária, torneira de limpeza das áreas comuns e irrigação de jardim	Lavagem de piso das áreas comuns com mangueira direto do reservatório	Lavagem de piso das garagens	Torneira de limpeza de áreas comuns e irrigação de jardim			
8	1 no subsolo de garagem e 1 em cada uma das coberturas das torres de apartamento	Nos fundos do terreno há um reservatório enterrado (inferior) e na frente do terreno há um segundo reservatório (superior)	No terreno, junto à quadra de esportes	No terreno, junto à quadra de esportes	Não sabe	1 reservatório inferior no quintal e 3 reservatórios superiores sob o telhado	No terreno, próximo a entrada social	No terreno, próximo a entrada social	2 reservatórios de água subterrânea no segundo subsolo e um reservatório de água pluvial no térreo			
9	10.000L cada reservatório	1 de 10.000L no subsolo, 1 de 200.000L para água pluvial coletada, 3poços de drenagem com 20.000L cada e 7 reservatórios superiores de 10.000L cada.	3 reservatórios de 18.000L cada	3 reservatórios de 18.000L cada	Não sabe	10.000L o reservatório inferior e 1.000L cada reservatório superior	76 m³	60.000L	10.000L cada reservatório			
10	Há extravasor para descarte de excedente de água no reservatório?	-	Sim	Sim	Não sabe	Sim, no reservatório inferior	Sim	Sim	Sim			

Item	Respostas											
	Perguntas						Estudos de caso					
	A		B		C		D		E		F	
1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	
11	-	Sim, no reservatório inferior	Sim, no reservatório superior	Sim, no reservatório superior	Não sabe	Não	Não	Não sabe	Não sabe	Sim nos reservatórios superiores	Não	Não
12	-	Não foi possível verificar	As entradas de água potável e não potável estão na parte superior do reservatório, uma ao lado da outra	Não sabe	Não sabe	Não se aplica	Não sabe	Não sabe	Não se aplica	Não foi possível verificar	Não se aplica	Não se aplica
13	Não	Não (tubulação PVC marrom para água pressurizada e PVC branco para não pressurizada)	Não	Não	Sim (roxa)	Sim (roxa)	Sim (roxa)	Sim (roxa)	Não	Não (PVC marrom)	Não	Sim (marrom)
14	Não	Sim	Não sabe	Não	Não	Não	Não	Não sabe	Não	Não	Não	Não
15	Não há	Em todas as válvulas reductoras, registros e nas bacias sanitárias dos apartamentos, indicando 'água de reuso'.	Não sabe	Não se aplica	Não se aplica	Nos pontos de utilização	Nos pontos de utilização	Não sabe	Não sabe	Nos pontos de utilização	Nenhum ponto	Nenhum ponto
16	-	Verde	Marrom	Marrom	Verde	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Marrom	Verde	Verde
17	-	Preta	Branca	Branca	Preta	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Branca	Preta	Preta
18	-	Marrom	Branca	Branca	Marrom	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Marrom	Marrom	Preta
19	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não sabe	Não se aplica	Não	Não se aplica	Não
20	-	Não se aplica	Padrão de metal com uma faixa verde pintada no volante das torneiras	Padrão de metal com uma faixa verde pintada no volante das torneiras	Vermelha / latão	Vermelha / latão	Vermelha / latão	Não sabe	Não se aplica	Cromado	Verde	Cromado
21	-	Não se aplica	Horário	Horário	Horário	Não sabe	Não sabe	Não sabe	Não se aplica	Horário	Horário	Horário
22	-	Não se aplica	De alavanca / borboleta	De alavanca	De alavanca com cadeado	Não sabe formato, apenas que tem cadeado	Não sabe	Não sabe	Não se aplica	Circular	Redondo	Estrela

Item	Respostas											
	Estudos de caso											
	A		B		C		D		E		F	
	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado
23	Qual é a cor dos pontos de utilização do sistema de água potável?	-	Cromado	Padrão de metal	Padrão de metal	Amarelo / latão	Prata	Não sabe	Não	Cromado	Verde	Cromado
24	Qual é o sentido de acionamento do registro de água potável?	-	Horário	Horário	Horário	Horário	Não sabe	Não sabe	Horário	Horário	Horário	Horário
25	Qual é o formato dos volantes do sistema de água não potável?	-	Redondo	De alavanca / borboleta	De alavanca	Circular	Não sabe	Não sabe	Circular	Padrão	Redondo	Estrela
26	A água não potável recebe coloração para diferenciação da água potável?	Não	Sim (azul, produto alimentício, 1L por dia)	Não	Não	Não	Não sabe	Não sabe	Não	Não	Não	Não
27	O consumo de energia elétrica do sistema predial de água não potável (para bombas de recalque e o sistema de tratamento) é medido separadamente?	Não	Não	Não	Não	Não	Não sabe	Não sabe	Não	Não	Não	Não
28	O volume de água potável economizado com o uso de água não potável é conhecido?	60% de água da concessionária e 40% do SPANP	1/3 do consumo de água potável. Consumo entre 50.000L e 60.000L de água não potável e 180.000L de água potável por dia.	30 a 50% do consumo total	30%	10% do consumo total. Chegou a 20% no início da operação do sistema.	Não sabe	Não sabe	Não	Consumo anterior ao sistema era de 250 a 300m³ por dia. Agora é de 150 a 180m³ por dia	Não	Não sabe, com a redução de R\$7.000,00 para R\$5.000,00

INFORMAÇÕES SOBRE OPERAÇÃO DO SISTEMA

Item	Respostas													
	Estudos de caso													
	A		B		C		D		E		F			
1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	D	1º entrevistado	2º entrevistado	F				
1	Quem é o responsável pelo gerenciamento do sistema de água não potável (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc)?	Empresa terceirizada especializada	Zelador e moradora	Zelador e moradora	Zelador e auxiliar de manutenção	Zelador	Zelador	Zelador	Zelador	Funcionário de manutenção	Gerente predial			
2	É realizada manutenção preventiva?	Sim	Não	Não	Sim	Não sabe	Sim	Não	Não	Não	Sim			
3	Com que frequência é realizada a manutenção preventiva (mês, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc)?	Mensalmente	Não se aplica	Não se aplica	A cada seis meses seguindo orientação do fabricante do filtro a partir do primeiro ano de uso	Não sabe	Anualmente	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Mensalmente			
4	Como é feita a manutenção preventiva (inspeção visual, adição de corante na água, coleta de material para análise etc)?	Inspeção visual do sistema e visita por empresa de manutenção terceirizada	Não se aplica	Não se aplica	Troca filtro de areia	Não sabe	Limpeza do filtro, inspeção visual das caixas, limpeza com mangueira de sucção das caixas e adição de cloro	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	É verificado o funcionamento das bombas			
5	Qual e data das três últimas manutenções preventivas realizadas?	Não fornecido	Não se aplica	Não se aplica	Como durante o primeiro ano o fabricante não indica a troca da areia, a primeira manutenção preventiva será feita em agosto de 2015	Não sabe	Janeiro de 2015, Janeiro de 2014 e Janeiro de 2013	Não se aplica	Não se aplica	Todo dia 25 do mês	Empresa de manutenção terceirizada			
6	Quem realiza a manutenção preventiva (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc)?	Empresa terceirizada	Não se aplica	Não se aplica	Empresa que instalou o sistema	Empresa terceirizada	Proprietário	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Empresa de manutenção terceirizada			
7	É feita limpeza do reservatório de água não potável?	-	Sim	Sim	Sim	Não sabe	Apenas nos reservatórios superiores	Não	Não	Não	Sim			
8	Com que frequência é realizada a limpeza do reservatório de água não potável?	Uma vez ao ano	Uma vez ao mês no mínimo	Não sabe	Foi feita uma limpeza no momento da instalação do sistema e será feita uma limpeza por ano	Não sabe	Anualmente	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Mensalmente			
9	Como é feita a limpeza do reservatório de água não potável?	Empresa terceirizada especializada faz retirada do todo	Inspeção visual, esvaziamento do reservatório e lavagem com vassoura. O reservatório é cheio novamente após o procedimento	Lavagem interna	Empresa terceirizada contratada retira o todo do reservatório	Não sabe	Sucção da sujeira decantada no fundo com mangueira de sucção	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Sujeira superficial e visível é recolhida. Os reservatórios não chegam a ser esvaziados. Quem faz isso é a empresa terceirizada contratada para limpeza das piscinas			
10	É feito monitoramento / controle de qualidade da água?	Sim	Não (realizada apenas 1 vez)	Não (realizada apenas 1 vez)	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim			
11	Quem realiza o monitoramento da qualidade da água (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc)?	Empresa terceirizada especializada responsável pelo gerenciamento	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não sabe	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Empresa terceirizada			
12	Com que frequência é realizado o monitoramento da qualidade da água (mês, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc)?	Quinzenalmente	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Foi feita apenas uma instalação o sistema	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Uma vez ao ano			
13	Como é feito o monitoramento da qualidade da água? Qual ou quais testes são realizados?	Testes físico-químicos em laboratório de amostras coletadas	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não sabe	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Amostras de água são enviadas para análise laboratorial. (Os laudos não foram apresentados pelo entrevistado, apenas um orçamento)			
14	Qual é o laboratório contratado para a realização das análises de qualidade da água?	Contratado pela empresa de gerenciamento	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não sabe	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Selecionado pela empresa terceirizada			
15	Quais as datas das três últimos laudos recebidos por este laboratório?	Último relatório de 29/04/2015. Não disponibilizou datas dos anteriores	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não sabe	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não sabe			
16	Já foi observado vazamento na tubulação de água não potável?	Não	Não	Não	Sim	Não sabe	Não	Não	Não	Não	Não			

INFORMAÇÕES SOBRE OS USUÁRIOS

Item	Perguntas										Respostas			
	Estudos de caso										Estudos de caso			
	A		B		C		D		E		F			
	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	3º entrevistado	D	1º entrevistado	2º entrevistado	F			
1	Existem cartilhas/ manuais sobre o sistema predial de água não potável disponibilizados para o responsável pelo monitoramento e operação do sistema?	Não	Sim (fluxograma fixado na parede junto ao sistema)	Não	Não	Sim (Pasta de documentos e folder do fabricante, além de treinamento no momento da instalação)	Não sabe	Não	Não	Não	Não			
2	Na ausência de cartilhas/ manuais disponíveis, como o responsável pelo gerenciamento do sistema recebeu informações e orientações sobre o sistema?	Treinamento aplicado para funcionários do condomínio e da construtora ou empresa que instalou o sistema	Não se aplica	Apenas verbalmente	Apenas verbalmente	Não se aplica	Não se aplica	Proprietário realizou pesquisa sobre o assunto para desenvolver o projeto	O operador recebeu orientações da empresa que instalou a bomba de recalque	Verbalmente	Verbalmente em reunião			
3	Existem cartilhas/ manuais sobre o sistema predial de água não potável disponibilizados para os moradores/ usuários finais?	Não	Não	Não	Não	Não	Não se aplica	Não	Não	Não	Não se aplica			
4	Como foram disponibilizadas estas cartilhas/ manuais (uma para cada unidade, uma para cada bloco de apartamentos)?	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica			
5	Na ausência de cartilhas/ manuais disponíveis, como os moradores/ usuários receberam informações sobre o sistema?	Comunicados colocados nos elevadores e enviados por carta	Comunicados colocados nos elevadores e enviados por carta	Verbalmente em reunião com o engenheiro responsável pelo projeto do sistema e do condomínio	Verbalmente em reunião com o engenheiro responsável pelo projeto do sistema e do condomínio	Comunicados distribuídos internamente e afixados nos elevadores	Em comunicados nos elevadores	Não se aplica	Realizada uma assembleia de moradores para decisão de instalação do sistema e informações de operação. Moradores decidiram que água não potável não poderia ser usada em irrigação	Não foram fornecidas informações sobre o sistema	Comunicados por email e nos elevadores			
6	Os moradores/ usuários finais estão cientes dos riscos inerentes ao sistema predial de água não potável?	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim			
7	Como as informações referentes aos riscos inerentes ao sistema foram apresentadas aos moradores/ usuários?	Não se aplica	Informativos nos elevadores e por email	Verbalmente em reunião com o engenheiro responsável pelo projeto do sistema e do condomínio	Verbalmente em reunião com o engenheiro responsável pelo projeto do sistema e do condomínio	Comunicados distribuídos internamente e afixados nos elevadores	Não se aplica	Proprietário realizou pesquisa sobre o assunto para desenvolver o projeto	Não se aplica	Não se aplica	Comunicado com o laudo laboratorial e orientação para não se consumir a água não potável			
8	Este conhecimento é reciclado com que frequência reuniões de condomínio etc)?	Nunca	No momento da mudança de cadastro para moradores novos.	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca			
9	Quais as datas das três últimas reciclagens realizadas com moradores/ usuários?	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica			
10	Com que frequência os moradores/ usuários finais são informados sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema predial de água não potável (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc)?	Mensalmente	Nunca	A medida que as manutenções são realizadas	A medida que as manutenções são realizadas	Esta informação só foi apresentada na época da instalação do sistema, por meio de assembleia	Não sabe	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca			
11	Como os moradores/ usuários são informados sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema predial de água não potável?	Relatório mensal recebido da empresa especializada de monitoramento e manutenção fica disponível para os moradores na administração de contas	Não se aplica	Por email	Por email	Não são informados reuniões de condomínio	Não sabe	Não se aplica	Não é disponibilizada esta informação	Não é disponibilizada esta informação	Não é disponibilizada esta informação			
12	Quais as datas das três últimas informativos de manutenção do sistema disponibilizados aos moradores/ usuários?	-	Não se aplica	Não sabe	Não sabe	Não se aplica	Não sabe	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica			
13	Com que frequência os moradores/ usuários finais recebem informações informativas sobre o controle de qualidade realizado para a água não potável (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc)?	Mensalmente	Nunca	Nunca	Nunca	Nunca	Não sabe	Não se aplica	Nunca	Nunca	Só quando eles entram em contato com a administração quando a administração conhece alguma informação no quadro de avisos			

Item	Respostas													
	Estudo de caso													
	A		B		C		D		E		F			
1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	1º entrevistado	2º entrevistado	
Informações sobre os usuários														
14	Alto	Médio	Alta	Alta	Alta	Alta	Média	Média	Média	Média (em função da necessidade de desativar o sistema)	Alta	Alta	Alta	Média
15	-	Nenhuma	A qualidade da água não é potável	A qualidade da água não é potável	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Contaminação dos jardins por irrigação	A transmissão de doenças pela água	O risco de conexão cruzada (no começo alguns moradores manifestaram medo de a água não potável ser acidentalmente enviada para seus apartamentos)

APÊNDICE C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SPANP EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

1. DADOS INICIAIS

Nesta seção devem ser coletados os dados do entrevistado, para que fique registrado o perfil de quem respondeu ao questionário, e os dados da entrevista, para que fique registrado o tipo de entrevista realizada.

Estes dados podem ser preenchidos previamente à entrevista, se estiverem disponíveis.

1.1. DADOS DO ENTREVISTADO

1. Nome:
2. Telefone:
3. E-mail:
4. Profissão:
5. Escolaridade:
6. Pode ser classificado como pertencente a qual grupo:
 - () Usuário do sistema
 - () Operador do sistema
 - () Representante da construtora. Função na empresa:
 - () Representante da instituição de análise laboratorial. Função na empresa:
 - () Representante do condomínio. Função:

1.2. DADOS DA ENTREVISTA

1. Data:
2. Horário de início da entrevista:
3. Local:
4. Tipo de entrevista:
 - () Face-a-face
 - () Mediada
5. Forma de registro dos dados:

- () Anotação
 - () Gravação em áudio
 - () Gravação em vídeo
 - () E-mail
6. Identidade do entrevistado deve ser mantida em sigilo?
- () Sim
 - () Não

2. DADOS DA PESQUISA

Nesta seção são apresentados os dados referentes ao entrevistador e ao trabalho de avaliação a fim de esclarecer ao entrevistado a importância e veracidade do estudo. Uma cópia impressa desta seção deve ser entregue ao entrevistado para que este possa entrar em contato com o pesquisador posteriormente, caso necessário.

- 2.1. Pesquisador:
- 2.2. Telefone:
- 2.3. E-mail:
- 2.4. Instituição:
- 2.5. Objetivos da entrevista:

3. ORIENTAÇÕES GERAIS AO ENTREVISTADOR

Esta seção deve ser revisada pelo entrevistador antes de todas as visitas a campo, como forma de preparação para a entrevista. Estas são orientações de procedimento para a condução da entrevista e as atividades prévias e posteriores a ela.

- 3.1. Deve-se reservar um tempo adequado para a realização da entrevista, considerando que são necessários quinze minutos iniciais para preparação e quinze minutos finais para finalização da entrevista.
- 3.2. Deve-se solicitar um local calmo e reservado para a realização da entrevista.

- 3.3. Confirme com antecedência o horário e local da entrevista, disponibilidade do entrevistado e permissão de acesso ao local, se necessário.
- 3.4. Certifique-se de levar para a entrevista: os dados do entrevistado, documentos para acesso ao local, gravador, lápis, papel, caneta e borracha, relógio, celular, máquina fotográfica, protocolo de estudo impresso, material ilustrativo ou complementar às questões da entrevista, se necessário.
- 3.5. No caso de entrevista não gravada, priorize as anotações dos pontos mais importantes da resposta do entrevistado como forma de compensar a defasagem de velocidade entre escrita e fala. Certifique-se de anotar observações e informações não verbais, além das respostas às questões.
- 3.6. Atente-se para a imprecisão nas respostas ao questionário por falha de memória do entrevistado, respostas enviesadas, discurso ensaiado e reflexibilidade (quando o entrevistado responde ao entrevistador o que imagina que ele queira ouvir).
- 3.7. Assim que concluída a entrevista, revise o protocolo, preenchendo pontos que possam ter ficado pendentes e lembrando toda a entrevista para fazer anotações adicionais e interpretações sobre os dados coletados.
- 3.8. Transfira a entrevista para um formato digital para armazenamento em banco de dados e envie o material coletado revisado para o entrevistado, solicitando sua checagem das interpretações feitas sobre o conteúdo coletado na entrevista.

4. OBSERVAÇÕES GERAIS AO ENTREVISTADO

Nesta seção são apresentadas as instruções a serem seguidas pelo entrevistado durante a aplicação do questionário. É importante que estas orientações sejam claramente explicitadas ao entrevistado.

- 4.1. Esta é uma entrevista semiestruturada, sem questões fechadas com respostas alternativas, sendo bem-vinda a fala espontânea do entrevistado para responder às perguntas. O entrevistado tem a liberdade de fazer comentários gerais ou específicos sobre o assunto da questão, bem como citar exemplos que facilitem ou ilustrem sua resposta.

- 4.2. O registro das informações será feito por meio de anotações escritas por parte do entrevistador durante a fala do entrevistado. É possível que seja necessário repetir a resposta nos momentos em que as anotações não puderem ser feitas com a mesma velocidade da fala do entrevistado.
- 4.3. O entrevistador solicitará a disponibilização de documentos como projetos, laudos, planilhas de controle etc. referentes ao sistema instalado. Este material é necessário para coleta de diversas fontes de informação, que permitam triangulação dos dados no momento da análise de resultados. Será mantido sigilo referente a este material e nenhum documento será utilizado para outro fim que não a análise proposta nesta pesquisa.
- 4.4. Além da entrevista, o pesquisador irá realizar visita e registro fotográfico do local onde o sistema encontra-se instalado para coleta de diversas fontes de informação, que permitam a triangulação dos dados no momento da análise dos resultados.

5. TERMOS UTILIZADOS NO QUESTIONÁRIO

São apresentados nesta seção termos técnicos ou específicos utilizados no questionário. O entrevistador deve ler os termos e seus respectivos significados ao entrevistado antes de iniciar a aplicação do questionário, independente da possibilidade de o entrevistado estar familiarizado com o assunto. Desta forma evita-se que existam dúvidas no momento de responder às questões.

Água potável: água própria para consumo humano, apresentando parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos que atendam à Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde.

Água não potável: água cujos parâmetros de potabilidade são reduzidos, não atendendo à Portaria nº2914 e, portanto, não sendo própria para consumo humano.

Conexão cruzada: ligação física por meio de peça, componente ou outro arranjo que conecte duas tubulações de sistemas que conduzem água de qualidades distintas.

Manutenção preventiva: manutenção efetuada periodicamente sobre um sistema com o objetivo de reduzir a probabilidade de falhas dos equipamentos e prolongar sua vida útil.

Ponto de utilização: local que disponibiliza a água para que seja destinada a uma determinada atividade, por exemplo, torneiras.

Sistema predial de água não potável: corresponde ao conjunto de tubulações, reservatório, equipamentos e demais componentes destinado à coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável, com o objetivo de reduzir a demanda de água potável da rede pública.

6. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO

6.1. INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO

1. Nome do empreendimento:
2. Localização:
3. Ano de construção:
4. Número de blocos:
5. Número de andares em cada bloco:
6. Unidades habitacionais por andar:
7. Número de dormitórios por unidade habitacional:
8. Número de banheiros por unidade habitacional:
9. Número de vagas de garagem por unidade habitacional:

6.2. INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

1. Quem realizou a instalação do sistema predial de água não potável (construtora, condomínio, parceria construtora-condomínio)?
2. Qual a data de instalação do sistema predial de água não potável?
3. O sistema predial de água não potável encontra-se em operação?
() sim
() não
() não sabe
4. Há quanto tempo o sistema predial de água não potável encontra-se em operação?

6.3. INFORMAÇÕES SOBRE A FONTE DE ÁGUA DO SPANP

1. Qual é a fonte do sistema de água não potável?
 - () água pluvial
 - () água cinza
 - () água negra
 - () água subterrânea
 - () não sabe

2. Se utiliza fonte de água pluvial: é realizado o descarte da água coletada durante os primeiros minutos de chuva?

3. Se utiliza fonte de água pluvial: é feita restrição de coleta às áreas de cobertura?

4. Se utiliza fonte de água pluvial e não faz restrição à área de coleta: a água pluvial coletada é proveniente de que superfícies?

5. Foi implementada alteração da fonte de abastecimento do sistema após este ter sido colocado em operação?

6. Se houve alteração da fonte de abastecimento do sistema após ter sido colocado em operação, foi executada por empresa especializada?

6.4. INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE TRATAMENTO DO SPANP

1. Existe um sistema de tratamento instalado?

2. Qual é o tipo de tratamento realizado?
 - () físico:
 - () físico-químico:
 - () biológico:
 - () outro:

3. O sistema de tratamento encontra-se em operação?
4. O sistema de tratamento foi executado por empresa especializada?
5. O sistema de tratamento existente é adequado à produção de água na qualidade necessária à atividade-fim?

6.5. INFORMAÇÕES SOBRE AS INSTALAÇÕES DO SPANP

1. Existe reservatório para a água não potável?
2. Onde está(ão) localizado o(s) reservatório(s) para água não potável?
3. Qual a capacidade de armazenamento do reservatório?
4. Há extravasor para descarte de excedente de água no reservatório?
5. Há abastecimento de água potável no reservatório de água não potável?
6. Onde estão localizados os pontos de abastecimento de água potável e água não potável no reservatório de água não potável?
7. Existe componente de prevenção de refluxo da água não potável no ponto de abastecimento de água potável dentro do reservatório de água não potável?
8. Existe completa separação entre as tubulações de água potável e de água não potável?
9. A tubulação do sistema de água não potável é diferenciada por cor e/ou material?
() sim – Cor da tubulação de água não potável:
() não
() não sabe

10. A tubulação do sistema de água não potável é sinalizada por etiquetas?
() sim
() não
() não sabe
11. Em que pontos podem ser encontradas as etiquetas de sinalização do sistema de água não potável?
12. Qual a cor da tubulação do sistema de água potável?
13. Qual a cor da tubulação do sistema de esgoto sanitário?
14. Qual a cor da tubulação do sistema de água pluvial?

6.6. INFORMAÇÕES SOBRE OS PONTOS DE UTILIZAÇÃO DO SPANP

1. Em quais pontos é utilizado o abastecimento por água não potável:
() bacia sanitária
() torneira de limpeza em áreas comuns
() irrigação de jardim
() outro:
2. Os pontos de utilização do sistema de água não potável são diferentes dos pontos de utilização do sistema de água potável?
() sim
() não
() não sabe
3. Qual é a cor dos pontos de utilização do sistema de água não potável?
4. Qual é o sentido de acionamento do registro de água não potável?
() horário
() anti-horário
() não sabe
5. Qual é o formato dos volantes do sistema de água não potável?
6. Qual é a cor dos pontos de utilização do sistema de água potável?

7. Qual é o sentido de acionamento do registro de água potável?
() horário
() anti-horário
() não sabe
8. Qual é o formato dos volantes do sistema de água não potável?
9. Os pontos de utilização de água não potável são sinalizados quanto à qualidade diferente de água que fornecem (com placas ou etiquetas)?
10. Os pontos de utilização de água não potável possuem acesso restrito?

6.7. INFORMAÇÕES SOBRE A OPERAÇÃO DO SPANP

1. A água não potável recebe coloração para diferenciação da água potável?
() Sim – Coloração da água não potável:
() Não
() não sabe
2. Quem é o responsável pelo gerenciamento do sistema de água não potável (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
3. É realizada manutenção preventiva?
() sim
() não
() não sabe
4. Quem realiza a manutenção preventiva (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
5. Com que frequência é realizada a manutenção preventiva (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
6. Como é feita a manutenção preventiva (inspeção visual, adição de corante na água, coleta de material para análise etc.)?
7. Qual a data das três últimas manutenções preventivas realizadas?

8. É feita limpeza do reservatório de água não potável?
9. Quem realiza a limpeza do reservatório de água não potável (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
10. Com que frequência é realizada a limpeza do reservatório de água não potável?
11. Como é feita a limpeza do reservatório de água não potável?
12. Qual a data das três últimas limpezas realizadas no reservatório de água não potável?
13. É feito monitoramento / controle de qualidade da água?
() sim
() não
() não sabe
14. Quem realiza o monitoramento da qualidade da água (zelador, síndico, administradora do condomínio, empresa terceirizada etc.)?
15. Com que frequência é realizado o monitoramento da qualidade da água (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
16. Como é feito o monitoramento da qualidade da água? Qual ou quais testes são realizados?
17. Qual é o laboratório contratado para realização das análises de qualidade da água?
18. Quais as datas dos três últimos laudos recebidos por este laboratório?
19. Já foi observado vazamento na tubulação de água não potável?
() sim
() não

- () não sabe
20. Como foi identificado o vazamento?
21. Já foi observado entupimento na tubulação de água não potável?
- () sim
- () não
- () não sabe
22. Como foi identificado o entupimento?
23. Já foi observada conexão cruzada entre os sistemas de água potável e não potável?
- () sim
- () não
- () não sabe
24. Como foi identificada a conexão cruzada?
25. Já foi observado algum caso de contaminação da água potável pela água não potável?
- () sim
- () não
- () não sabe
26. Como foi identificada a contaminação da água potável pela água não potável?
27. Foi identificado algum outro tipo de ocorrência desde que o sistema predial de água não potável foi colocado em operação? Qual?
28. O consumo de energia elétrica do sistema predial de água não potável (para bombas de recalque e o sistema de tratamento) é medido separadamente?
- () Sim – Consumo mensal de:
- () Não
- () não sabe
29. O volume de água potável economizado com o uso de água não potável é conhecido?
- () Sim – Economia mensal de:

- () Não
() não sabe
30. Existem cartilhas/manuais sobre o sistema predial de água não potável disponibilizados para o responsável pelo monitoramento e operação do sistema?
() sim
() não
() não sabe
31. Na ausência de cartilhas/manuais disponíveis, como o responsável pelo gerenciamento do sistema recebeu informações e orientações sobre o sistema?
32. Existem cartilhas/manuais sobre o sistema predial de água não potável disponibilizados para os moradores/usuários finais?
() sim
() não
() não sabe
33. Como foram disponibilizadas estas cartilhas/manuais (uma para cada unidade, uma para cada bloco de apartamentos)?
34. Na ausência de cartilhas/manuais disponíveis, como os moradores/usuários receberam informações sobre o sistema?
35. Os moradores/usuários finais estão cientes dos riscos inerentes ao sistema predial de água não potável?
() sim
() não
() não sabe
36. Como as informações referentes aos riscos inerentes ao sistema foram apresentadas aos moradores/usuários?
37. Este conhecimento é reciclado com que frequência (nunca, apenas quando solicitado, em todas as reuniões de condomínio etc.)?

38. Quais as datas das três últimas reciclagens realizadas com moradores/usuários?
39. Com que frequência os moradores/usuários finais são informados sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema predial de água não potável (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
40. Como os moradores/usuários são informados sobre como está sendo realizada a manutenção do sistema predial de água não potável?
41. Quais as datas dos três últimos informativos de manutenção do sistema disponibilizados aos moradores/usuários?
42. Com que frequência os moradores/usuários finais recebem relatórios informativos sobre o controle de qualidade realizado para a água não potável (nunca, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente etc.)?
43. Qual o grau de confiabilidade dos moradores/usuários finais no sistema de água não potável?
() Alta
() Média
() Baixa
() Nenhuma
() não sabe
44. Quais são as preocupações que os moradores/usuários apresentam com relação à água potável?
() O risco de conexão cruzada nas tubulações
() A transmissão de doenças pela água
() A qualidade da água não potável
() Nenhuma
() Outro:

7. CONCLUSÃO DA ENTREVISTA

Após concluído o questionário, deve-se realizar o fechamento da visita, explicitando-se alguns pontos ao entrevistado.

- 7.1. Caso o entrevistado queira fazer algum comentário adicional, basta entrar em contato com o entrevistador por meio do número de telefone ou e-mail apresentados inicialmente.
- 7.2. Caso o entrevistador sinta necessidade de realizar perguntas adicionais após a conclusão da entrevista, deve-se solicitar permissão ao entrevistado, bem como dados de contato, para que novo contato seja feito.
- 7.3. Solicitar ao entrevistado críticas, sugestões e comentários sobre a forma como foi conduzida a entrevista e questões apresentadas.
- 7.4. Solicitar ao entrevistado permissão para enviar relatório com os dados coletados durante entrevista para que este faça uma revisão, fornecendo seus comentários e sugestões sobre a interpretação do pesquisador, caso esteja em desacordo com o conteúdo. Combinar uma data para envio do relatório ao entrevistado, e-mail para envio do material e data para retorno da avaliação do entrevistado.
- 7.5. Transcrever as informações coletadas em relatório para que sejam armazenadas digitalmente e possam ser mais facilmente utilizadas em processo de análise dos dados.
- 7.6. Apresentar ao entrevistado data estimada para conclusão do trabalho de avaliação e explicitar forma de divulgação.
- 7.7. Colocar-se à disposição do entrevistado para maiores esclarecimentos.
- 7.8. Agradecer entrevistado pela participação na avaliação.
- 7.9. Anotar horário de conclusão da entrevista.

Horário de término da entrevista:

8. TERMO DE COMPROMISSO

O entrevistador deve preencher e entregar ao entrevistado um documento formalizando o compromisso de manter a identidade do entrevistado em sigilo, caso o entrevistado assim solicite.

ANEXO A – LAUDOS LABORATORIAIS DO ESTUDO DE CASO “B”



Relatório de Ensaio N° 29004

INFORMAÇÕES DO CLIENTE	
Razão Social:	CNPJ:
Endereço:	

INFORMAÇÕES DA AMOSTRA				
N° da amostra:	29004	Tipo de amostra:	Água - Sistema Alternativo	
Identificação:	Poço			
Marca:	---	Lote:	0	Fabricação: --- Validade: ---
Data da coleta:	25/02/2015	Coletado por:	LBN Análises	
Data do recebimento:	25/02/2015			

RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Cloro residual livre	<0,1	5	mg/L	Conforme
Fluoreto	<0,005	1,5	mg/L	Conforme
pH	5,94	6 a 9,5	---	Não conforme
Turbidez	52,54	5	uT	Não conforme

* Valor máximo permitido

RESULTADO ORGANOLÉPTICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Cor	>100	15	uH	Não conforme
Gosto	Não objetável	--	--	Conforme
Odor	Não perceptível	--	--	Conforme

* Valor máximo permitido

RESULTADO MICROBIOLÓGICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Coliformes totais	Presença	Ausência	100 mL	Não conforme
Escherichia coli	Presença	Ausência	100 mL	Não conforme
Contagem de bactéria heterotrófica	>500	500	UFC/mL	Não conforme

* Valor máximo permitido

Conclusão: Amostra que não atende os padrões (**Cor, pH, Turbidez, Coliformes totais, Escherichia coli, Contagem de bactéria heterotrófica**) conforme requerido na referência especificada.

Metodologia de análise: Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos, V edição, Instituto Adolfo Lutz, 2010 | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22° Ed.-2012

Referência: Resolução SS 65, de 12 de abril de 2005 - Anvisa

Data: 03/03/2015

Credenciado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - CODEAGRO.
 Certificado ISO 9001:2008 no escopo: Análise físico-química, microbiológica e organoléptica em água e análise físico-química, microbiológica, organoléptica e microscópica em alimentos.
 Resultado restrito a amostra recebida. Este relatório só pode ser reproduzido por completo.

Página 1/1

Sérgio Otávio A. Ferreira
 T^{éc.} Químico CRQ 4.ª Regi^{ão}
 N.º 04410781 PR 142807



Relatório de Ensaio N° 29005

INFORMAÇÕES DO CLIENTE	
Razão Social:	CNPJ:
Endereço:	

INFORMAÇÕES DA AMOSTRA					
N° da amostra:	29005	Tipo de amostra:	Água - Sistema Alternativo		
Identificação:	Caixa de Reuso	Lote:	0	Fabricação:	---
Marca:	---	Validade:	---		
Data da coleta:	25/02/2015	Coletado por:	LBN Análises		
Data do recebimento:	25/02/2015				

RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Cloro residual livre	<0,1	0,5 a 1,5	mg/L	Conforme
pH	6,44	6 a 8	---	Conforme
Sólidos dissolvidos totais	466,67	<200	mg/L	Não conforme
Turbidez	0,96	<10	uT	Conforme

* Valor máximo permitido

RESULTADO MICROBIOLÓGICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Coliformes termotolerantes	Presença	<500	NMP/100 mL	Não conforme

* Valor máximo permitido

Conclusão: Amostra que não atende os padrões (**Sólidos dissolvidos totais, Coliformes termotolerantes**) conforme requerido na referência especificada.

Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22° Ed.-2012

Referência: ABNT - NBR 13969 - Set 1997

Data: 03/03/2015

Credenciado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - CODEAGRO.
 Certificado ISO 9001:2008 no escopo: Análise físico-química, microbiológica e organoléptica em água e análise físico-química, microbiológica, organoléptica e microscópica em alimentos.
 Resultado restrito a amostra recebida. Este relatório só pode ser reproduzido por completo.

Relatório de Ensaio N° 29006

INFORMAÇÕES DO CLIENTE	
Razão Social:	CNPJ:
Endereço:	

INFORMAÇÕES DA AMOSTRA				
N° da amostra: 29006	Tipo de amostra: Água - Sistema Alternativo			
Identificação: Nascente				
Marca: ---	Lote: 0	Fabricação: ---	Validade: ---	
Data da coleta: 25/02/2015	Coletado por: LBN Análises			
Data do recebimento: 25/02/2015				

RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Cloro residual livre	<0,1	5	mg/L	Conforme
Fluoreto	<0,005	1,5	mg/L	Conforme
pH	6,00	6 a 9,5	---	Conforme
Turbidez	28,18	5	uT	Não conforme

* Valor máximo permitido

RESULTADO ORGANOLÉPTICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Cor	30,0	15	uH	Não conforme
Gosto	Não objetável	--	--	Conforme
Odor	Não perceptível	--	--	Conforme

* Valor máximo permitido

RESULTADO MICROBIOLÓGICO				
Parâmetros	Resultado	VMP *	Unidade	Avaliação
Coliformes totais	Ausência	Ausência	100 mL	Não conforme
Escherichia coli	Presença	Ausência	100 mL	Não conforme
Contagem de bactéria heterotrófica	>500	500	UFC/mL	Não conforme

* Valor máximo permitido

Conclusão: Amostra que não atende os padrões (**Cor, Turbidez, Coliformes totais, Escherichia coli, Contagem de bactéria heterotrófica**) conforme requerido na referência especificada.

Metodologia de análise: Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos, V edição, Instituto Adolfo Lutz, 2010 | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22° Ed. -2012

Referência: Resolução SS 65, de 12 de abril de 2005 - Anvisa

Data: 03/03/2015

Credenciado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - CODEAGRO.
 Certificado ISO 9001:2008 no escopo: Análise físico-química, microbiológica e organoléptica em água e análise físico-química, microbiológica, organoléptica e microscópica em alimentos.
 Resultado restrito a amostra recebida. Este relatório só pode ser reproduzido por completo.

Página 1/1

Sérgio Otávio A. Ferreira
 Químico CRQ 4.ª Região
 nº 04410781 PR 142807

