UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE ANÁLISES HIERÁRQUICAS PARA AJUSTAMENTO DE FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS PREDIAIS

MARÍLIA MARTINS CABRAL

GOIÂNIA
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE ANÁLISES HIERÁRQUICAS PARA AJUSTAMENTO DE FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS PREDIAIS

MARÍLIA MARTINS CABRAL

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à banca de avaliação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

Orientador:
Profº. Me. Ricardo Prado Abreu Reis

GOIÂNIA- GO
2016

MARÍLIA MARTINS CABRAL

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE ANÁLISES HIERÁRQUICAS PARA AJUSTAMENTO DE FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS PREDIAIS

Monografia apresentada no Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso de Graduação em Engenharia Civil ou Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás.

Aprovado em: 13 de dezembro de 2016.

Banca Examinadora:

Ricardo Prado Abreu Reis

Prof. MSc. Ricardo Prado Abreu Reis – EECA/UFG (Orientador)

Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco

Profa. MSc. Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco – IFG

Prof. Dr. Marcus André Siqueira Campos – EECA/UFG

Atesto que as revisões solicitadas foram feitas:

Ricardo Prado Abreu Reis

Prof. MSc. Ricardo Prado Abreu Reis (orientador)

Em: 16/12/2016

Agradecimentos

O tempo é, indubitavelmente, um parâmetro efêmero, mas a minha gratidão à Ti, Senhor Deus, é atemporal. Fui grata por todas as orações já atendidas, sou e serei eternamente grata pelos pais amorosos e compreensivos, Deusdete e Sirley, pela missão que me confiastes de usar da Sua criação para atender às necessidades dos seus pequenos; transpondo desafios com pontes, unindo povos com estradas, edificando sobre a rocha, segundo a diretriz divina descrita em Mateus 7.

Os irmãos possuem a tarefa elementar de ensinar a real semântica do verbo dividir, cabe elucidar que, de onde eu venho, "dividir" é um verbo que independe da vontade do sujeito. Foi com os meus irmãos, Nayara e Américo, que eu aprendi a dividir tudo. O último pedaço do bolo de cenoura, a preocupação que precede uma prova difícil, os planos mirabolantes, enfim, divido também essa conquista.

Sou grata aos meus amigos que sempre me apoiaram (Paula e Ana Nívia) e aos que me desesperaram (Gustavo Fernando), também ao meu orientador, Professor Ricardo Reis, pela paciência e incentivo.

Agradeço à toda minha família, e, embora eu quisesse citar o nome de todos os familiares, meus agradecimentos tornar-se-iam similares a descrição de uma árvore genealógica de alguma família real da Idade Média, pois intrínsecos aos seus nomes estariam seus grandes adjetivos, a saber; meu avô Inácio, o Bravo, minha bisavó Maria Luiza, a Altruísta...

E sou grata, também, à todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a construção da minha formação acadêmica e que com certeza, mesmo não tendo seus nomes listados neste agradecimento, serão lembrados pelo carinho depositado.

Podes dizer-me, por favor, que caminho devo seguir para sair daqui?

Isso depende muito de para onde queres ir- respondeu o gato.

Preocupa-me pouco aonde ir – disse Alice.

Nesse caso, pouco importa o caminho que sigas – replicou o gato.

Alice no país das maravilhas. (Lewis Carroll)

RESUMO

O aprimoramento das técnicas de construção otimizaram os processos de modo a adaptar a construção de edifícios às novas necessidades da sociedade. Entretanto, o número de edifícios com desempenho insatisfatório, em maior ou menor escala, tem desafiado a Engenharia Civil e a busca por medidas mitigatórias motivou um estudo detalhado sobre tais obras, denominado Patologia das Edificações. Nesta área ainda encontram-se várias subdivisões, como a das patologias nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) que embora possuam estudos pouco difundidos, legitimaram-se como grandes vilões das edificações por sua grande ocorrência e desconforto ao usuário. Destaca-se a ocorrência de não conformidades como patologias potenciais. Visando propor novas possibilidades com a finalidade de mitigar as patologias em SPHS, foi proposta uma ferramenta de verificação de não conformidades em projetos, onde os itens de verificação levantados foram submetidos a uma classificação de relevância baseada no Método de Análise Hierárquica. Assim, as não conformidades observadas em projeto foram agrupadas segundo sua relevância dentro de sua respectiva área, a saber, água fria, água quente, esgoto sanitário e água pluvial. A escolha do método foi fundamental pela qualidade dos resultados que constrói, pois ao apresentar uma análise de múltiplos critérios, há uma valorização das tomadas de decisão, que no presente trabalho considerou a opinião de profissionais da área, potencializando a qualidade das escolhas de modo consistente e embasado.

Palavras-chave: sistemas prediais hidráulicos e sanitários, patologias; método de análise hierárquica; não conformidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Lei de evolução dos custos. 5
Figura 2 - Curvas do período de vida dos edifícios. 6
Figura 3 - Processo Tradicional de Produção de Projetos de Sistemas Prediais. 9
Figura 4 – Distribuição geral dos defeitos nas obras de Construção Civil. 13
Figura 5- Projeto e Manutenção (consideração de fatores de manutenção na fase de projeto para fornecer subsídios para Projeto da Manutenção) 18
Figura 6 - Estrutura Hierárquica Básica. 19
Figura 7- Etapas do método AHP. 21
Figura 8 - Delineamento resumido do método hierarquizado para supressão de patologias em SPHS 22
Figura 9 – Fluxograma do trabalho 24
Figura 10- Etapas do processo de avaliação para tomada de decisão 26
Figura 11- Pesos para ponderação de alternativas. 27
Figura 12- Hierarquização de não conformidades nos sistemas de água fria. 31
Figura 13- Quantidade verificada em relação a norma e boa prática do subgrupo de Água Fria. 34
Figura 14- Hierarquização de não conformidades em sistemas de Água Quente. 36
Figura 15- Hierarquização de não conformidades em sistemas de Esgoto Sanitário. 40
Figura 16- Quantidade verificada em relação a norma e boa prática do subgrupo de Esgoto Sanitário. 42
Figura 17- Hierarquização de não conformidades em sistema de Água Pluvial. 44
Figura 18- Quantidade verificada em relação a norma e boa prática do subgrupo de Água Pluvial. 45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tipos de Sistemas Prediais em função do insumo e/ou serviço requerido pelos usuários. 7
Quadro 2- Graduação das anomalias. 10
Quadro 3 - Graduação das anomalias ao nível das instalações em edifícios. 11
Quadro 4- Evolução da avaliação do desempenho nas edificações. 12
Quadro 5- Origens dos problemas patológicos. 14
Quadro 6 - Patologias manifestadas nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas. 15
Quadro 7- Não conformidades do check-list aplicado ao sistema de água fria. 29
Quadro 8- Não conformidades do sistema de Água Quente. 34
Quadro 9- Não conformidades do sistema de Esgoto Sanitário. 38
Quadro 10- Não conformidades do sistema de Água Pluvial. 43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVO 3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4
3.1 Classificação das patologias em SPHS 4
3.2 Investigações patológicas em SPHS 5
3.3 Causas das manifestações patológicas mais recorrentes 13
3.4 Métodos de investigação patológica 17
4 METODOLOGIA 24
4.1 Abordagem metodológica 25
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS 29
5.1 Sistemas de Água fria 29
5.2 Sistemas de Água Quente 34
5.3 Sistemas de Esgoto Sanitário 37
5.4 Água Pluvial 43
6 CONCLUSÃO 46
REFERÊNCIAS 47
ANEXO A 51

1 INTRODUÇÃO

Muitos são os fatores preponderantes para deterioração das edificações, em suma, ocorrem majoritariamente devido à ausência de um planejamento da obra ou, quando existe, trata-se apenas de um planejamento ínfimo comparado a magnitude da obra. Aponta-se também a falta de detalhamentos plausíveis, o uso inadequado de materiais, aliado à falta de cuidados na execução e mesmo adaptações quando do seu uso.

Segundo Fernández (1988), o estudo de patologias faz parte da engenharia que pesquisa os mecanismos, os sintomas, as causas e as origens dos defeitos das obras. Para uma completa análise das patologias, Machado (2002) aponta a necessidade de verificar e interpretar "as manifestações patológicas; os vícios construtivos; as origens dos problemas; os agentes causadores dos problemas; o prognóstico para a terapia, os erros de projeto".

De acordo com Preiser, Binowitz e White (1988) a Avaliação Pós Ocupação (APO) é utilizada para atestar o desempenho da construção em questão, de acordo com a expectativa dos usuários, sendo que a APO auxilia de forma contínua o aumento da qualidade dos edifícios através da retroalimentação das informações dos SPHS coletadas em levantamentos patológicos.

As falhas relacionadas aos SPHS, detectadas na pós-ocupação, originam-se, majoritariamente, são originadas na fase de projeto (AMORIM, 1997; GNIPPER, 2010), partindo-se dessas constatações, cabe ressaltar a importância de somar ações para tornar essa etapa mais confiável. Para Sanches e Fabrício (2008), a fase de projeto é primordial, portanto de suma importância, pois trata-se do ponto de partida para tomadas de decisões e posterior desenvolvimento de formulações, as quais repercutirão ao longo da vida útil do edifício, representando, a longo prazo, economia significativa, atentando-se para os cortes de gastos em termos de uso, operação e manutenção.

O levantamento de dados sobre os problemas que ocorrem com sistemas prediais durante sua utilização é apontado por vários autores como fundamentais para melhoria da qualidade do projeto e da execução. Dados brasileiros na área de análise das patologias dos SPHS podem ser encontrados em poucas referências (LICHTENSTEIN, 1985 ; AMORIM et al, 1993 ; ALMEIDA, 1994).

A importância do estudo das patologias construtivas, em particular aquelas relativas aos sistemas prediais em apreço, baseia-se na possibilidade da atuação preventiva, pois uma vez que as principais causas são levantadas, o processo construtivo das próximas instalações prediais, que deverão atender condições pré-estabelecidas de aceitabilidade, será otimizado.

Conforme Benedicto (2009) existe um número elevado de não conformidades nos sistemas hidráulicos prediais e sanitários após a ocupação dos prédios, fato que deve ser observado, pois com a introdução de inovações tecnológicas e com a vigência do Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.087 de 1990), o novo Código Civil (Lei 10.406 de 2002), os sistemas que compõem os edifícios terão que atender obrigatoriamente a um nível de desempenho mínimo ao longo de uma vida útil. Para tanto, o estudo das patologias atuantes e, muitas vezes, recorrentes é importante para a identificação do problema e posteriores implementações de melhorias em projetos visando diminuir ou extinguir tais eventualidades e não apenas utilizar medidas paliativas para "maquiar" construções.

A competitividade é um dos fatores fundamentais para o aumento substancial de esforços atrelados às melhorias das empresas. Para Morgan e Liker (2008) a problematização acerca do *feedback* relacionado às não conformidades iniciais juntamente com o modelo estratégico empresarial, colabora, com maestria, para a ágil resolução dos problemas, dessa forma, os problemas técnicos servirão para uma contínua melhora dos processos.

A identificação de não conformidades na etapa de concepção e de projeto pode evitar a ocorrência de uma grande quantidade de patologias durante a etapa uso pós ocupação. Desta forma, a identificação e classificação da relevância das não conformidades encontradas na etapa de recebimento de projeto, pode contribuir para um melhor desempenho dos sistemas que compõe um edifício, bem como evitar situações desagradáveis e dispendiosas, pois haverá menor necessidade de ações de intervenções reparatórias.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste na melhoria da ferramenta de avaliação de projetos, inicialmente proposta por Rodrigues e Silva (2016), por meio da inserção de grau de relevância das não conformidades observadas a partir do o Método da Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* - *A.H.P.*) proposto por Thomas Saaty (2002).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) só foram realmente efetivados às construções a partir da segunda metade do século XIX (LANDI, 1993). Muitos aspectos colaboraram para disseminação das técnicas relacionadas aos SPHS, dentre eles ressalta-se a importância dos avanços científicos que culminaram na relação encontrada entre a água e a disseminação de agentes patógenos.

A premissa básica para os projetos de sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) é que devem atuar em simbiose com o modelo arquitetônico, sendo que cada um de seus componentes deverá funcionar adequadamente. Se, por algum motivo, o funcionamento não se dá de maneira satisfatória, vários improvisos, para resolver tais problemas, corroboram para um baixo desempenho das instalações e posterior surgimento de patologias construtivas (CARVALHO Jr., 2011).

3.1 Classificação das patologias em SPHS

Segundo Cremonini (1988), a classificação das patologias em sistemas prediais leva em consideração fatores como a origem, as causas, a evolução no tempo e ao desempenho afetado. Inúmeras são as causas, e cada uma poderá associar-se a um tipo de patologia, destaca-se o baixo capital para sanar problemas oriundos da obra, uso de materiais de baixa qualidade ou mesmo falta de controle dos mesmos, fatores ambientas desfavoráveis que não foram previstos em projeto, mão de obra desqualificada e desordenada, estrutura sujeita ao mal uso ou mesmo desvio de finalidade da obra após sua entrega. Portanto projetistas, construtores e usuários interferem diretamente na qualidade da obra, uma vez que, como descrito, as patologias podem ter suas origens atreladas à fase de projeto, construção ou de uso de uma edificação.

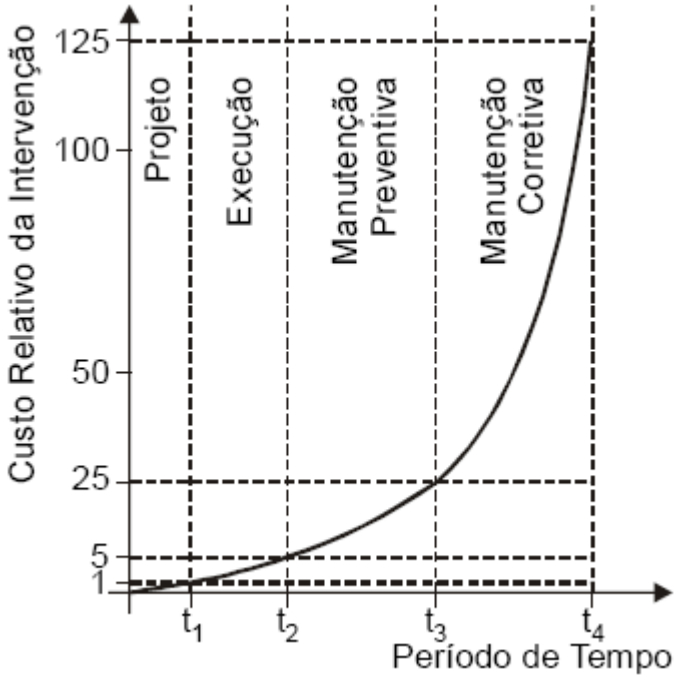
De um modo geral, as patologias nos SPHS tendem, majoritariamente, a se agravar, de acordo com o tipo de patologia, podendo ocorrer paulatinamente ou bruscamente, acarretando problemas em outros sistemas que compõem as edificações. Portanto, deve-se aliar medidas técnicas preventivas ou aplicações de “terapias”, de acordo com o caso, para maximizar a eficiência e evitar gastos envolvidos na recuperação do sistema predial (ALMEIDA, 2008).

Quanto aos possíveis gastos envolvidos na recuperação do sistema predial, é importante diferenciar os termos reabilitação e manutenção. A reabilitação pode ser definida como a intervenção feita com maior veemência no sistema, o qual encontra-se fora dos limites de

aceitação. A reabilitação muda a funcionalidade do elemento em questão, propondo uma nova solução para otimização do sistema (CALEJO, 1996).

Os problemas patológicos manifestam-se, majoritariamente, já a partir da execução e assim que identificados, o quanto antes, terão correções mais duráveis, efetivas e fáceis e mais baratas. Tal afirmação pôde ser constatada pela lei de Sitter, que aponta o crescimento de custos em progressão geométrica. Para uma melhor abordagem da problemática, dividem-se as etapas construtivas e de uso em quatro períodos e seus respectivos custos relacionados, como exposto na Figura 1.

Figura 1- Lei de evolução dos custos.



Fonte: Adaptado de Sitter (1984)

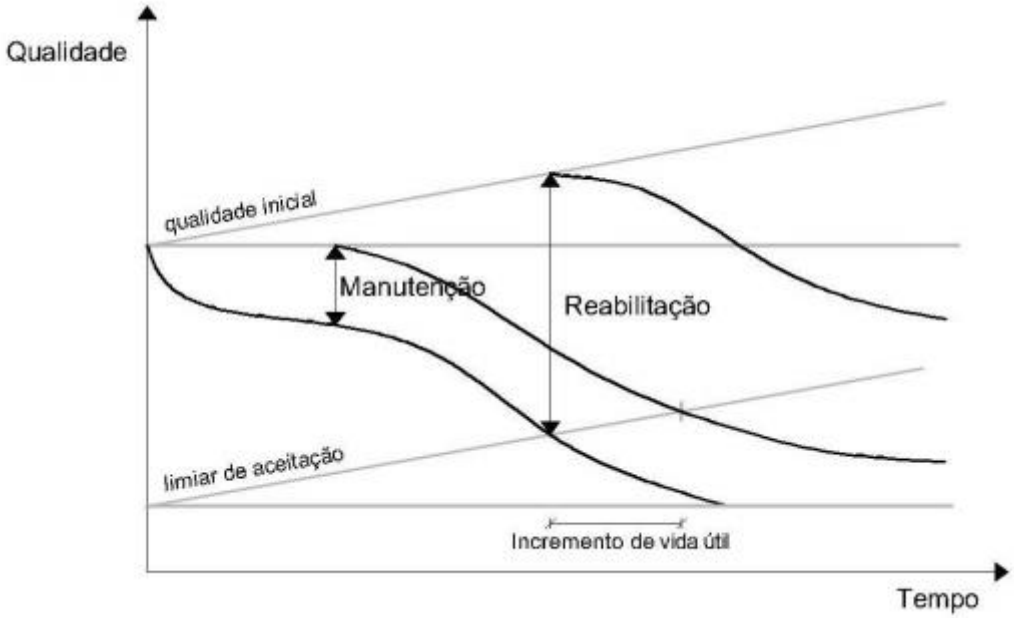
Portanto, a partir no exposto pela lei de evolução dos custos, uma medida não prevista em projeto, quando tomada durante a execução, será responsável por um custo cinco vezes maior se a mesma medida estivesse sido implementada a nível de projeto.

3.2 Investigações patológicas em SPHS

Genericamente, postula-se que a manutenção de edifícios constituem-se de um emaranhado de ações executadas ao longo da vida útil dos edifícios, objetivando a reposição da qualidade inicial de forma que o sistema atue de maneira segura e satisfatória (RAMOS, 2010).

Na Figura 2 encontram-se ilustrados os conceitos de manutenção e reabilitação.

Figura 2 - Curvas do período de vida dos edifícios.



Fonte: Adaptado de Calejo (1996)

Segundo Ilha e Gnipper (2009), os resultados obtidos das investigações patológicas têm importância primordial para o mecanismo de retroalimentar, pois é a partir de tais dados que torna-se possível o impedimento de manifestações patológicas provenientes de projetos SPHS insatisfatórios. Ainda sugeriu-se a análise da edificação sistematicamente, por meio de hierarquização e partindo do pressuposto de que todas as suas partes estão inter-relacionadas. Portanto, os Sistemas Prediais receberam subdivisões, relacionadas ao tipo de serviço ou insumo específico para atender o usuário da edificação. As subdivisões estão mostradas no Quadro 1.

Quadro 1- Tipos de Sistemas Prediais em função do insumo e/ou serviço requerido pelos usuários.

SERVIÇOS/INSUMOS	SISTEMAS PREDIAIS
Energia	Suprimento de energia elétrica Suprimento de gás
Água	Suprimento de água Coleta de esgotos Coleta de águas pluviais
Segurança	Proteção e combate a incêndio Segurança patrimonial
Conforto	Condicionamento de ar Iluminação
Transporte	Transporte mecanizado
Comunicações	Comunicação interna Telecomunicação
Automação	Automação predial

Fonte: Adaptado de Ilha e Gonçalves (1994)

Souza (1997), identificou a retroalimentação de sistemas como sendo uma das maiores dificuldades das empresas do ramo de construção, atribui-se a tal carência de dados um dos fatores preponderantes para que se acarrete dificuldades durante o processo de implantação da gestão da qualidade em suas organizações.

De acordo com Aris (2006), através de uma pesquisa abrangendo 38 empresas de projeto e 30 empresas de manutenção, situadas em Shah Alam e Kuala Lumpur na Malásia, procurou relacionar as patologias recorrentes nas construções ocasionadas por deficiências de projeto. A autora alerta para a falta de comunicação entre as empresas responsáveis, desde a concepção do projeto, execução e posterior manutenção, apontando a negligência das empresas quanto aos problemas relatados pelos proprietários dos imóveis. Tal negligência, associada à baixa qualidade de informação relacionada à operação dos sistemas da edificação, ocasiona patologias e, portanto, maiores gastos com manutenção corretiva.

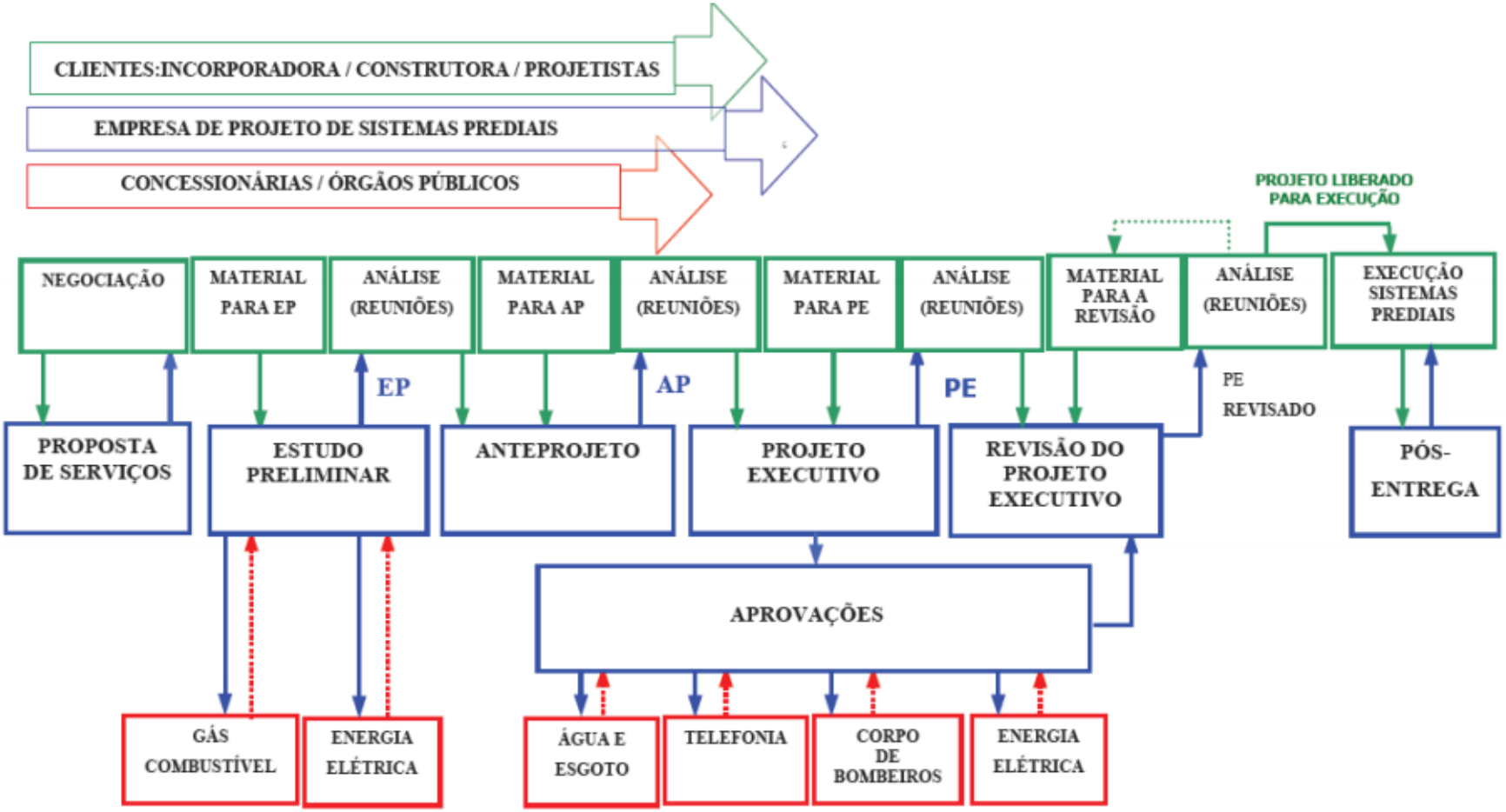
Pode-se caracterizar o Projeto de Sistemas Prediais como o emaranhado de representações gráficas atreladas a documentos responsáveis por trazer, precisamente, as especificações para o desenvolvimento dos sistemas provedores dos serviços presentes no Edifício (FARINA, 2002). O autor também aponta para a necessidade de atentar-se para a proposta de serviço, para que a empresa consiga entender e atender as necessidades do cliente,

portanto, estudou a fase de reestruturação de uma empresa de Projetos de Sistemas Prediais de São Paulo, visando desenvolver e instaurar um Sistema de Gestão da Qualidade. O fluxograma do método tradicional de produção dos projetos desses sistemas do edifício encontra-se apresentado na Figura 3.

No momento em que a empresa constitui uma proposta de serviço, são geradas informações técnicas e financeiras do projeto que servirão como dados de entrada para os novos procedimentos. De acordo com Amorim (1997), a fase de estudo preliminar limita as relações entre projetista e empreendedor à consultoria, gerando, portanto, uma pré-suposição de que tal consultor também responsabilizar-se-á pelas tarefas posteriores, como o desenvolvimento do projeto.

Rodríguez e Novaes (2002), atestam a importância de realizar as definições acerca dos subsistemas da futura edificação, sendo que tais definições devem constar no estudo preliminar dos SPHS. Atenta-se, também, para as especificações oriundas da tecnologia e dos materiais que serão usados na obra, além, dos itens pertencentes aos memoriais de venda, os quais atestarão o patamar da edificação, o desempenho, seja ele satisfatório ou não, e os custos correspondentes às respectivas soluções. A partir das primeiras definições, analisar-se-ão os espaços com finalidade de alojar os elementos dos sistemas hidráulicos.

Figura 3 - Processo Tradicional de Produção de Projetos de Sistemas Prediais.



Fonte: Farina (2002).

EP:Estudo Preliminar ; AP: Anteprojeto; PE: Projeto Executivo

De acordo com Ilha (2009), os SPHS possuem um grande número da características que fazem com que suas manifestações patológicas sejam recorrentes, dentre as características pode-se apontar as grandes quantidades de materiais e equipamentos que os constituem associada a complexa dinâmica de funcionamento dos subsistemas envolvidos.

A Avaliação Pós Ocupação (APO) é definida por Preiser (1998) apud Araújo (2004) como um processo sistemático e rigoroso de avaliação de edifícios, originada a partir da psicologia ambiental, haja vista seus efeitos nas características comportamentais dos indivíduos.

De acordo com o NRAU (MAEC,2007), pode-se classificar as patologias segundo sua graduação, assim como a quantidade de trabalho demandada para posterior reparo que estará associado aos aspectos de uso, conforto e do risco de saúde e/ou segurança. Tal classificação encontra-se expressa no Quadro 2.

Quadro 2- Graduação das anomalias.

	LIGEIRAS	MÉDIAS	GRAVES	MUITO GRAVES
Anomalias que prejudicam o aspeto	Requerem trabalhos de **fácil execução**	Requerem trabalhos de **difícil execução**		
Anomalias que prejudicam o uso e o conforto		Requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de **fácil execução**	Requerem trabalhos de **difícil execução**	
Anomalias que põem em risco a saúde e/ou a segurança			Podem motivar acidentes sem gravidade, e requerem trabalhos de **fácil execução**	Podem motivar acidentes sem gravidade, graves ou muito graves, e requerem trabalhos de **difícil execução**

Fonte: MAEC (2007).

Segundo o Guia Técnico de Reabilitação Habitacional (Paiva et al.,2006), estabeleceu-se, de forma sintetizada, os níveis aos quais pode-se associar as anomalias gradativamente, de acordo com o grau de intervenção, como elucidado no Quadro 3.

Quadro 3 - Graduação das anomalias ao nível das instalações em edifícios.

ANOMALIAS EM INSTALAÇÕES DE EDIFÍCIOS			
LIGEIRAS	MÉDIAS	GRAVES	MUITO GRAVES
▪ Anomalias de caráter estético nas instalações; ▪ Necessidade de limpeza; ▪ Reparações anteriores pouco cuidadas que prejudicam o aspeto.	▪ Deterioração pontual de componentes das instalações, exigindo substituição pontual e originando deficiências de funcionamento.	▪ Degradação extensiva motivando funcionamento muito deficiente e necessidade de reparação ou substituição parcial de grande extensão.	▪ Degradação extensiva motivando operacionalidade e necessidade de substituição total.

Fonte: Paiva et al. (2006).

No que se refere às manifestações patológicas, tem-se que as mais corriqueiras e mais observadas nas redes prediais, são oriundas do envelhecimento contínuo dos sistemas associado ao não cumprimento das exigências responsáveis por regulamentar parâmetros referentes às normas técnicas que colaboram para um maior conforto, portanto os materiais e equipamentos inadequados instalados aliados à falta de manutenção tendem a diminuir a vida útil da edificação (Paiva et al.,2006).

Gnipper e Mikaldo Jr. (2007), afirmam que as inconformidade normativa verificada nos SPHS de uma edificação, em detrimento das normas técnicas da ABNT, são consideradas patologias, podendo ser classificadas como manifestas ou potenciais.

Segundo Gnipper (2010), as patologias advindas das não conformidades podem tem origem logo depois da construção ou após um maior espaço de tempo. Portanto, aponta-se a necessidade fundamental em termos de considerações acerca de não conformidades que representam patologias potencias, sendo tais considerações imprescindíveis para o processo de investigação e solução de patologias nos SPHS.

Com relação às patologias mais frequentes nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas, aponta-se que são, majoritariamente, resultantes de falhas de desempenho, devido à perda de estanqueidade dos tubos, originadas a partir da obstrução dos componentes do sistema bem como mau funcionamento oriundos de falhas de concepção (Paiva et al.,2006).

Barros (2004), desenvolveu um histórico da evolução, em patamar nacional e internacional, da qualidade das edificações, o histórico encontra-se apresentado no Quadro 4.

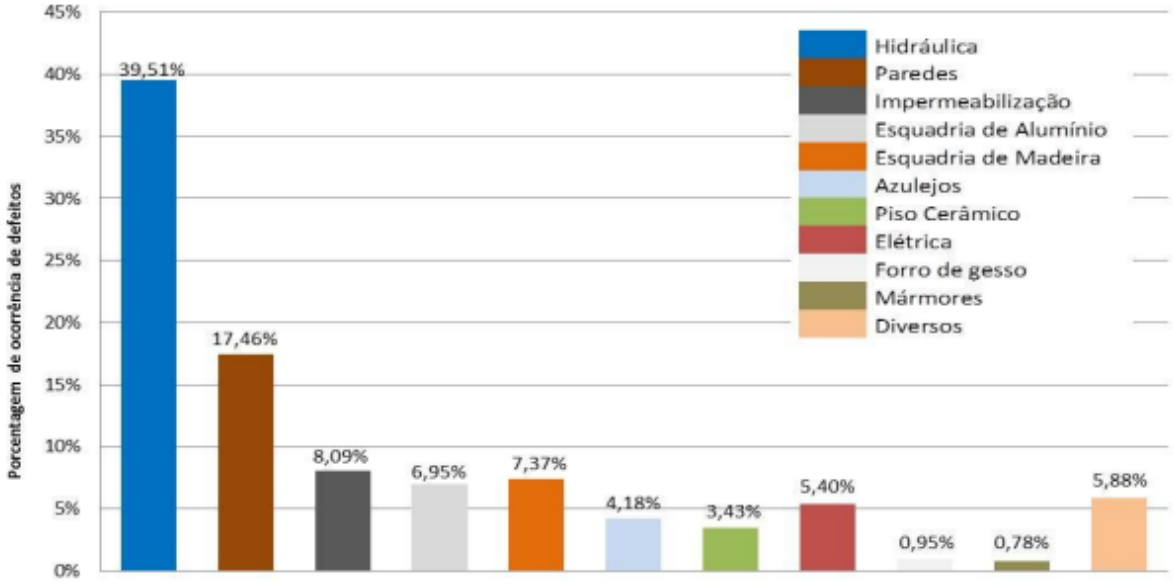
Quadro 4- Evolução da avaliação do desempenho nas edificações.

TIPOLOGIA E LOCAL	DESCRIÇÃO, MEDIDA DE IMPLEMENTAÇÃO	RESULTADO	FONTE
Conjuntos habitacionais, Estados Unidos	Na década de 40, surge a psicologia ambiental, visando à análise da influência do ambiente no comportamento do indivíduo em função da construção, em larga escala, de conjuntos habitacionais que não satisfaziam as expectativas dos usuários.	Surgem, nos Estados Unidos, por iniciativa de psicólogos e geógrafos, pesquisas em APO do ambiente construído, de caráter exploratório.	Ornstein, 1992
Conjunto habitacional Pruitt-Igoe, St. Louis, Estados Unidos	Não satisfaz aos usuários por ser desprovido de quaisquer elementos de humanização.	Implosão do conjunto habitacional.	Kowaltowski, 1989
Alojamentos para estudantes da Universidade de Indiana	Publicação de "The Silent Language", 1959, do antropólogo Edward T. Hall, e a associação do arquiteto Miller e do psicólogo Wheeler para o desenvolvimento do projeto dos alojamentos.	APO chega à França com um enfoque sóciopolítico-cultural, e à Grã-Bretanha, com caráter psicológico ambiental.	Ornstein, 1993
Dormitórios de estudantes em Berkeley	Aplicação da APO, por Van der Ryn, em 1967, nos dormitórios de estudantes.	Melhoria significativa dos ambientes	Preiser, 1989
Japão	Chega a Psicologia ambiental, Com um enfoque filosóficocultural.	Minimização dos problemas das grandes metrópoles	Almeida, 1994
Prédios Públicos - Estados Unidos	Década de 70 - aperfeiçoamento da metodologia da APO .	Grande aplicação em prédios públicos.	-
Conjunto de edifícios residenciais, Estados Unidos	Primeiro estudo de APO em conjunto de edifícios de 100 residências, relacionando a disposição das mesmas e seus projetos com a incidência de crimes.	A pesquisa foi utilizada para a implantação de mudanças no policiamento em âmbito nacional.	Preiser, 1989
Agências governamentais, Companhias privadas – Estados Unidos	APO se torna rotineira nos Estados Unidos na década de 80	Utilizada como ferramenta para a padronização de operações no gerenciamento de sistemas prediais.	Preiser, 1989
América Latina (destacando-se, México, Venezuela, Brasil e Colômbia)	Iniciou-se interesse acadêmico pela APO na década de 70.	Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), inicia a pesquisa de APO.	Ornstein, 1993
Brasil, São Paulo	Na FAU-USP, em 1984, surge a primeira disciplina de pós-graduação na área "Avaliação Pós-Ocupação de Edifícios"	Na FAU-USP, em 1984, surge a primeira disciplina de pós-graduação na área "Avaliação Pós-Ocupação de Edifícios"	-
Brasil	Em meados da década de 90, várias instituições destacam-se nesta área: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Campinas, entre outras.	Resultados acadêmicos	-

Fonte: Barros (2004).

Bernardes *et al.* (1998), realizou um estudo a respeito das principais não conformidades apontadas em 52 edifícios residenciais, o estudo em questão deu-se no Estado de São Paulo e apontou os SPHS como os principais detentores de defeitos em obras, possuindo 39,51% dos defeitos constatados. Os resultados estão apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Distribuição geral dos defeitos nas obras de Construção Civil.



Fonte: adaptado de Bernardes *et al.* (1998).

Com relação à capital goiana, o estudo de Cupertino e Brandstetter (2012), feito em uma empresa de engenharia, constitui-se de análises realizadas em um banco de dados de Assistência Técnica acolhidas e acompanhadas pelo Departamento de Pós Obra, com base em 1457 solicitações realizadas entre os anos 2008 a 2011. Constatou-se que os sistemas hidráulicos lideravam o número de solicitações à Assistência Técnica, totalizando 28% das mesmas, sendo os de pintura (17%) e esquadrias-portas (14%).

3.3 Causas das manifestações patológicas mais recorrentes

As patologias frequentes nos SPHS não costumam representar riscos fatais aos usuários, mas os transtornos a elas associados conflitam diretamente com o pressuposto do atendimento às necessidades dos usuários previsto pela ISO 6241 (ISO, 1984) e NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008a).

Diversas são as causas associadas ao desenvolvimento de patologias em SPHS, as mais recorrentes foram relacionadas por Linchtenstein (1985) de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5- Origens dos problemas patológicos.

ORIGENS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS		
1. FALHAS DE PROJETO	1.1. Falhas de compatibilização entre os diversos projetos da obra	
	1.2. Falhas nos projetos propriamente ditos	1.2.1. Qualidade dos materiais
		1.2.2. Especificação de materiais
		1.2.3. Detalhamento insuficiente,
		1.2.4. Detalhe construtivo
		1.2.5. Falta de clareza da
		1.2.6. Erro de dimensionamento
2. FALHAS DE GERENCIAMENTO E EXECUÇÃ0	2.1. Falta de procedimentos de trabalho	
	2.2. Falta de treinamento de mão-de-obra	
	2.3. Processos de aquisição de materiais e serviços deficientes	
	2.4. Processo de controle de qualidade ineficiente o inexistente para	
	2.5. Falhas ou falta de planejamento de execução	
3. FALHAS DE UTILIZAÇÃO	3.1. Utilização errônea de componentes dos SPHS por falta de	
	3.2. Vandalismo	
	3.3. Mudança de uso dos SPHS devido a novas necessidades impostas à	
4. DETERIORAÇÃO NATURAL DE PARTES DOS SISTEMAS	4.1. Desgastes naturais dos mecanismos de vedação dos componentes de	
	4.2. Desgastes devido ao uso	
	4.3. Deterioração dos materiais	

Fonte: Linchtenstein (1985)

Grandiski (2007) é categórico ao classificar as patologias construtivas que são associadas com relação aos fenômenos que as originam, classificando-as como endógenas ou exógenas. Sobre as patologias de origem exógena, afirma que possuem origem fora do edifício, decorrentes de fenômenos naturais ou ação de terceiros. Em contrapartida, as patologias endógenas são causadas por fatores intrínsecos às fases da obra como um todo. As manifestações mais recorrentes e suas respectivas causas estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 6 - Patologias manifestadas nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas.

Patologias	Causas das patologias
Odores e retorno de espuma	Deficiente vedação de caixas de inspeção ou reunião;
	Ventilação incorreta dos ramais posteriores aos sifões, originando um mau funcionamento dos mesmos;
	Ligação dos ramais de drenagem no rés-do-chão ao tubo de queda em vez da ligação ser feita diretamente aos coletores prediais;
Roturas nas tubagens	Deficientes ligações entre tubagens, acessórios e equipamentos;
	Obstrução de tubagens;
	Deformações elevadas;
Entupimentos	Má utilização e falta de manutenção dos sistemas;
	Deficiências nos aparelhos, equipamentos ou tubagens;
	Sub dimensionamento dos diâmetros das canalizações
	Declive das tubagens insuficiente para o transporte das águas;
Deformações nas tubagens à vista ou embutidas	Espaçamento incorreto entre apoios das tubagens à vista;
	Travessia incorreta de elementos estruturais;
	Não consideração em fase de projeto das dilatações das tubagens;
	Deslocamentos dos elementos da construção;
Fugas de águas residuais	Obstrução e retorno de esgoto por ausência de um correto declive das tubagens;
	Não consideração de sistema de bombagem para o esgoto escoado abaixo do nível do arruamento;
	Deficientes ligações entre tubagens, acessórios e equipamentos;
	Obstruções em ralos ou aparelhos sanitários;
Ruídos	Excesso de velocidade na drenagem das águas residuais;
	Recurso a sistemas com dispositivos de fecho brusco;
	Existência de choques hidráulicos;
	Mudanças bruscas de diâmetros.

Fonte: MACEDO (2015)

Para Rodriguez e Novais (2002), partindo-se de uma abordagem a respeito da coordenação de projetos de Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários em edificações verticalizadas, tais sistemas geram diversas patologias, apontando como as mais frequentes; a perda de estanqueidade; os níveis deficientes de pressão e vazão; ruídos nas instalações; deficiências no fornecimento de água quente; deficiência no desempenho dos equipamentos ligados aos sistemas.

O propósito dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários transcendem a ideia de simplesmente atender a necessidades de usuários, possuem também a finalidade de alcançar a satisfação dos mesmos, inclusive no aspecto econômico. De acordo com esse pressuposto, Abraham Maslow foi o precursor para o desenvolvimento da teoria da hierarquia de necessidades, a *posteriori*, ampliadas por Michael Benedikt (GRANJA et al., 2009).

Em contraste com outras esferas do conhecimento tecnológico, atribuir-se-á aos SPHS uma perspectiva sistêmica, contrariando a tradicional visão analítica, a qual diferencia-se por subdividir um problema complexo, passando a ser constituído por subproblemas menores, resolvidos posteriormente por partes. Dessa maneira a resolução do problema complexo passa a ser definida como as soma dos seus pormenores. Avaliando-se sistematicamente o ambiente construído, ao SPHS possuem objetivos a serem desempenhados, assim sendo o cumprimento das finalidades a eles atribuídos estão intrínsecos ao conceito de desempenho. Encontram-se classificados na Tabela 1, proposta pela *International Organization for Standardization* (1984) na norma ISO 6241, os subsistemas do edifício.

Tabela 1 – Classificação dos subsistemas do edifício.

SUBSISTEMAS DO EDIFÍCIO	
ESTRUTURA	• fundações • superestrutura: estrutura portante
ENVOLTÓRIA EXTERNA	• sob o nível do solo • sobre o nível do solo
DIVISÕES DE ESPAÇOS EXTERNOS	• verticais: vedações verticais externas (fachadas) • horizontais: vedações horizontais externas (coberturas, pisos) • escadas e rampas de acesso externas
DIVISÕES DE ESPAÇOS INTERNOS	• verticais: vedações verticais internas • horizontais: vedações horizontais internas (forros pisos internos) • escadas e rampas de acesso internas
SERVIÇOS	• suprimento e disposição de água: **sistemas hidráulicos e sanitários** • controle térmico e ventilação: instalações de condicionamento de ar • suprimento de gás combustível: **sistema de distribuição de gás** • suprimento de energia elétrica: instalações elétricas prediais • telecomunicações: instalações telefônicas, de dados, interfonia • transporte mecânico: instalações de elevadores e monta-cargas • transporte pneumático e gravitacional • segurança e proteção: pára-raios, contra intrusões, **contra incêndio**

Fonte: ISO (1984)

3.4 Métodos de investigação patológica

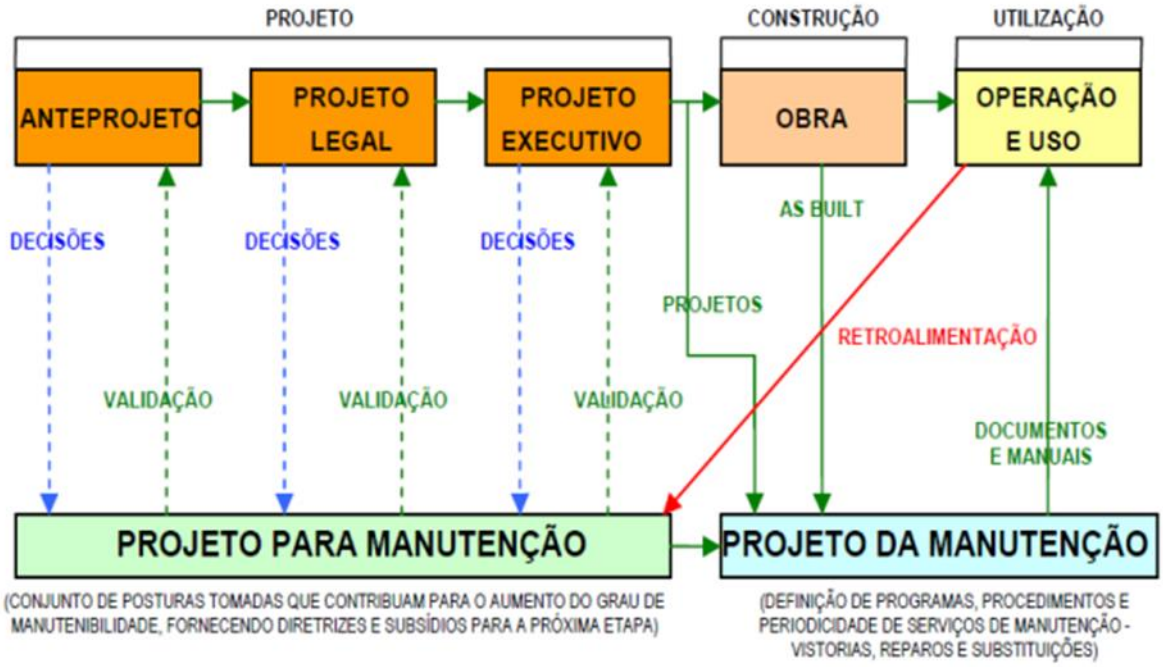
Retroalimentação ou feedback, é fundamental para a realização de investigação patológica e pode ser definida da seguinte forma:

> [...] feedback é a expressão genérica que identifica o mecanismo de retroalimentação de qualquer sistema processador de informação. É o retorno de informação que permite ao sistema avaliar o quanto foi cumprido os objetivos, é uma condição obrigatória para ocorrer aprendizagem. Sem essa informação de retorno, o sistema comporta-se como se estivesse cego, ou seja, não existe uma autoavaliação e as respostas defasadas continuarão ocorrendo, tanto em termos espaciais como temporais (GODINHO et al., 1995, p. 217).

Segundo Sampaio (2010), o processo de retroalimentação deve aliar-se às ferramentas que auxiliam a tomada de decisão, visando a priorização e consequente hierarquização entre alternativas e possíveis necessidades advindas do cliente em particularidades do projeto e sua respectiva retroalimentação em suas primeiras etapas.

Com relação às etapas que constituem o processo de concepção do projeto, tem-se a proposta, respaldada por Sanches e Fabricio (2008), de um modelo baseado na alimentação individualizada de etapa do projeto, de acordo com esse modelo, formar-se-á um banco de dados com importantes indicadores a respeito das ações fundamentais a cada etapa, sendo a retroalimentação vigente a partir da fase de uso e operação, o que encontra-se esquematizado na Figura 5.

Figura 5- Projeto e Manutenção (consideração de fatores de manutenção na fase de projeto para fornecer subsídios para Projeto da Manutenção)



Fonte: Sanches e Fabricio (2009).

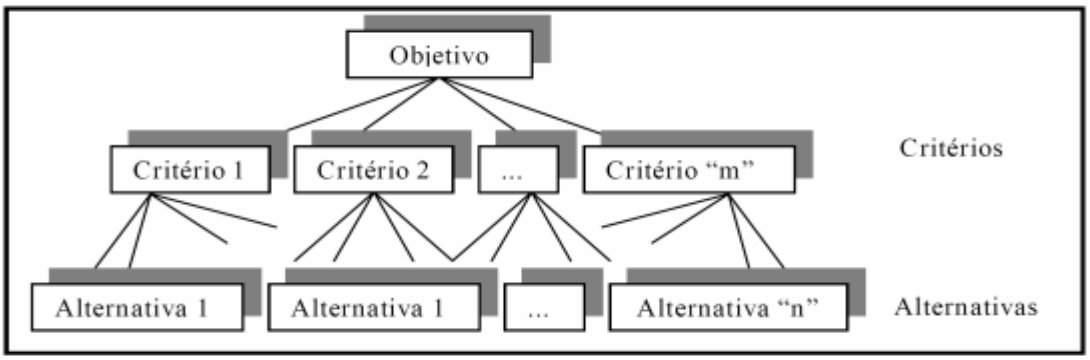
A respeito dos métodos de investigação patológica, Gnipper (2010) afirma que existem características indissociáveis e, portanto, presentes em todos, já que a identificação da patologia, aliada a um levantamento de dados, sobre a mesma, realizada a partir da aplicação de questionários aos usuários da edificação em questão, vistorias e exames laboratoriais. Posteriormente é feito um estudo para identificação das possíveis causas e a partir das conclusões do estudo define-se a possibilidade de intervenção, sendo que todas as consequências relacionadas serão analisadas. Feito isso, analisa-se a terapia proposta e só então envolvem-se ações para sanar o problema em questão, sendo que o registro do problema resolvido deverá ser feito visando manter a retroalimentação como uma ferramenta preventiva relacionada a situações similares à investigada.

Os métodos multicritérios, são imprescindíveis para investigações patológicas. O método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), foi idealizado por Tomas L. Saaty e baseia-se no método de pensamento newtoniano e cartesiano, visando o tratamento de situações complexas pela sua divisão em novos fatores até o nível mais baixo, permitindo maior clareza para resolução do problema.

Portanto, de acordo com Costa (2002) este método está fundamentado em três etapas de pensamento analítico:

I. Construção de hierarquias: estrutura-se o problema em níveis hierárquicos, segundo Bornia e Wernke (2001) a ordenação hierárquica possibilita ao decisor ter uma "visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema". Na Figura 4 encontra-se apresentada a estrutura hierárquica básica do método AHP.

Figura 6 - Estrutura Hierárquica Básica.



Fonte: Barros & Cunha (2008)

II. Definição de prioridades: diz respeito à capacidade de percepção humana, comparando pares, de acordo com algum critério de acordo com as escalas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Escala numérica de Saaty.

Escala numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos elemento são de igual importância.	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro.
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.	Usados como valores de consenso entre as opiniões.
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.	Usados para graduações mais finas das opiniões.

Fonte: Roche (2004)

O número necessário de julgamentos para a construção de uma matriz de julgamentos genérica A é n (n-1)/2, onde n é o número de elementos pertencentes a esta matriz. Os elementos de A são definidos pelas condições:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \text{ onde: } \quad \begin{array}{l} a_{ij} > 0 \Rightarrow positiva \\ a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1 \\ a_{ij} = 1/a_{ji} \Rightarrow recíproca \\ a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \Rightarrow consistência \end{array}$$

− normalização das matrizes de julgamento: obtenção de quadros normalizados através da soma dos elementos de cada coluna das matrizes de julgamento e posterior divisão de cada elemento destas matrizes pelo somatório dos valores da respectiva coluna;

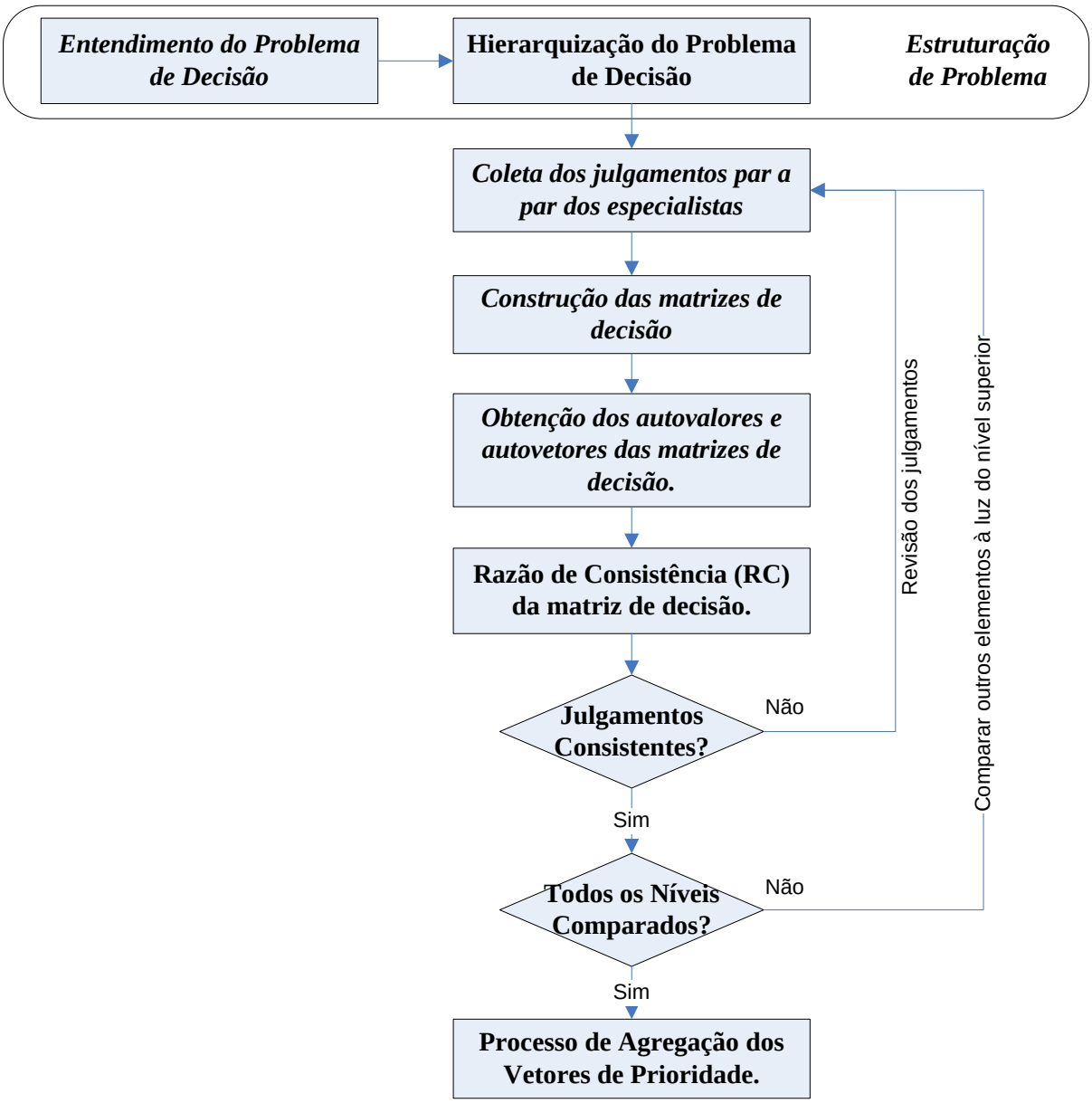
− cálculo das prioridades médias locais (PML's): as PML's são as médias das linhas dos quadros normalizados;

− cálculo das prioridades globais: nesta etapa deseja-se identificar um vetor de prioridades global (PG), amarzenando, posteriormente, a prioridade associada a cada alternativa em relação ao foco principal.

O homem possui a habilidade de relacionar objetos e ideias tornando-os coerentes, estabelecendo relações que apresentem consistência (Saaty, 2000). O Índice de Consistência (IC) é dado por IC = (λmáx –n)/(n-1), onde λmáx é o maior autovalor da matriz de julgamentos. Segundo Saaty (2000) a condição de consistência dos julgamentos é RC ≤ 0,10. (TREVIZANO & FREITAS, 2005)

Oliveira e Belderrain (2008) classificam as etapas para aplicação do método AHP de acordo com a Figura 7.

Figura 7- Etapas do método AHP.



Fonte: Oliveira e Belderrain (2008)

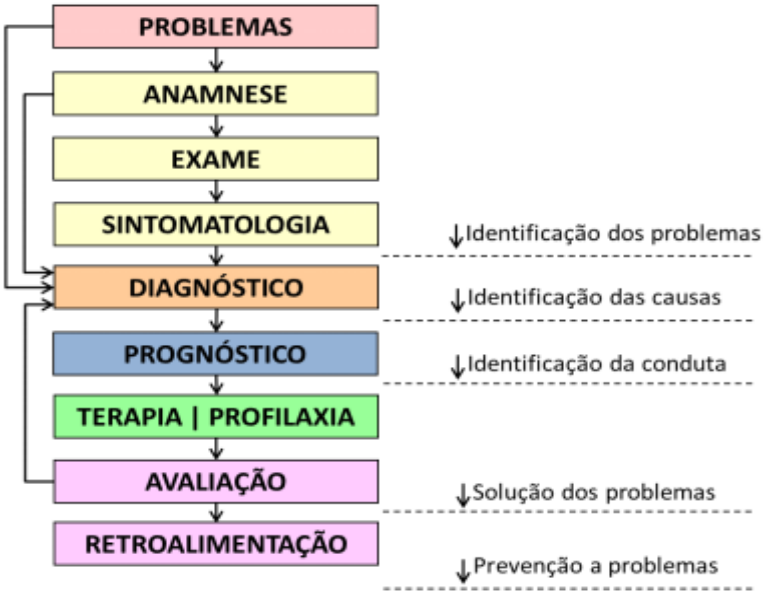
Gnipper (2010), após a análise dos métodos existentes, inclusive o método para investigação de patologia seguido pela Engenharia Legal, fez a proposta de um método de análise e supressão de patologias que atua pontualmente em patologias relacionadas aos SPHS. Baseou-se no método de Lichtenstein, por se tratar de um método reconhecido e bastante difundido em questões relacionadas às investigações patológicas, porém, como o referido autor constatou a existência de lacunas em tal método quando aplicado aos SPHS em comparação com o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) relacionado ao Ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act), o qual trata-se de um procedimento generalizado para avaliação das

questões patológicas dos sistemas em questão. Portanto, modificou-se o método de Lichtenstein de modo que se adequasse aos SPHS.

Posteriormente, Gnipper (2010) utilizou o método adaptado para avaliação de 25 edifícios situados na capital paranaense, Curitiba, a partir da prática adquirida permitiu-se que vários avanços, conseguidos com a adaptação do método, se juntassem ao processo de inclusão do método de hierarquização das sugestões a respeito de intervenções visando corrigir o sistema ou medidas preventivas.

A necessidade de adaptar o método deu-se pela precisão esperada para a priorização nas recomendações de intervenções nos SPHS, pois relacionam-se a diferentes níveis de risco, tanto à integridade física do usuário, questões sanitárias, desconforto e problemas para corrigir e operar tais sistemas. Portanto, o autor coloca em cheque as vantagens oferecidas pela hierarquização de acordo com algum método de auxílio para tomada de decisão, por tornar a avaliação melhor fundamentada, pois possuirá como base vários critérios. Seu objetivo, entretanto, não é promover o teste dessa hierarquização, mas oferecer diretrizes que fomentem os artifícios necessários para promoção de um método de hierarquização de patologias que posteriormente possa agrupar por ordem de prioridade os problemas nos SPHS a partir de métodos multicriteriais. A esquematização do método proposto encontra-se expresso na Figura 8.

Figura 8 - Delineamento resumido do método hierarquizado para supressão de patologias em SPHS.



Fonte: adaptado de Gnipper (2010).

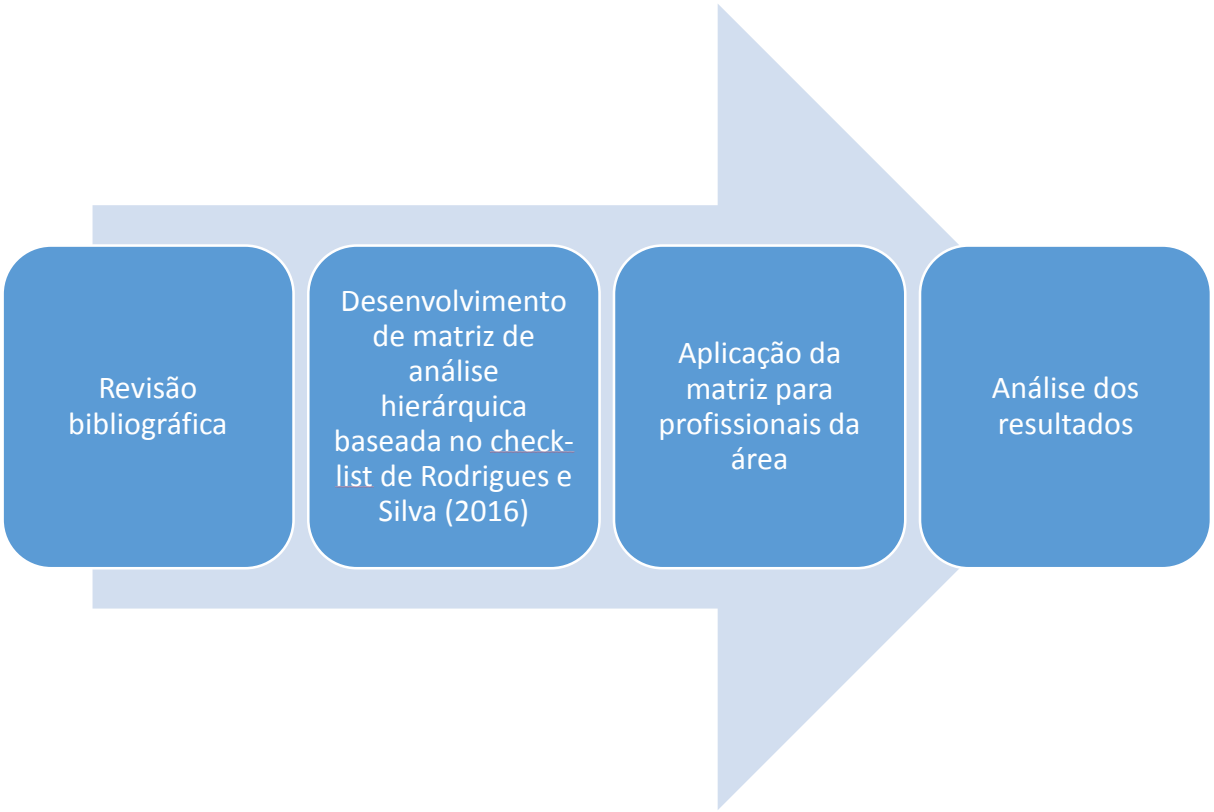
Primeiramente, Gnipper (2010) elucida sobre a importância do estudo para identificar, ainda que genericamente, os problemas, essa etapa denomina-se anamnese, sintomatologia e exame. Para que as conclusões sejam tomadas com segurança, a etapa da anamnese constituir-se-á de uma vistoria inicial visando encontrar sintomas patológicos juntamente com as não conformidades. Se as não conformidades não puderem ser apontadas apenas visualmente deve-se fazer uma avaliação inicial do projeto de SPHS, juntamente com o levantamento dos dados presentes em documentos complementares com o objetivo de constituir o histórico do problema. A partir do estudo dos sintomas do problema, sintomatologia, pode ser feita a confirmação das suspeitas anteriores.

O diagnóstico constitui a segunda fase proposta por Gnipper (2010), o qual será de exímia importância para identificação dos fatores que resultaram os problemas. Em seguida em feito o prognóstico, o qual definirá as medidas a serem tomadas para resolução dos problemas. Posteriormente, executam-se as soluções propostas para os problemas para que não evoluam, estas etapas são denominadas terapia e profilaxia. Na fase de solução dos problemas, determina-se a avaliação das intervenções realizadas, vários fatores devem ser levados em consideração com relação ao atendimento das ações, pois consideram-se os objetivos, assim como a relevância de cada medida. Após a concretização de todas etapas, o autor aborda sobre a importância da retroalimentação dos resultados para atender as possíveis necessidades futuras.

4 METODOLOGIA

Visando propor melhoras para a ferramenta de avaliação e recebimento de projetos hidráulicos-sanitários e avaliar a real ocorrência de patologias na etapa de operação correlacionando-as com as não conformidades observadas, este trabalho foi realizado de acordo com as etapas apresentadas na Figura 9.

Figura 9 – Fluxograma do trabalho



Fonte: Acervo pessoal.

Para tanto, primeiramente foi feito um estudo bibliográfico relacionado ao tema proposto, contendo definições primordiais para a contextualização da problemática, como a conceituação dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários considerando, também, a evolução das técnicas aplicadas para a concepção desses sistemas. Em termos de concepção, foi feita uma revisão bibliográfica visando apresentar as Normas Técnicas que regem os projetos e suas respectivas execuções, assim como os conceitos de vários autores, desenvolvido a partir dos seus estudos de caso.

4.1 Abordagem metodológica

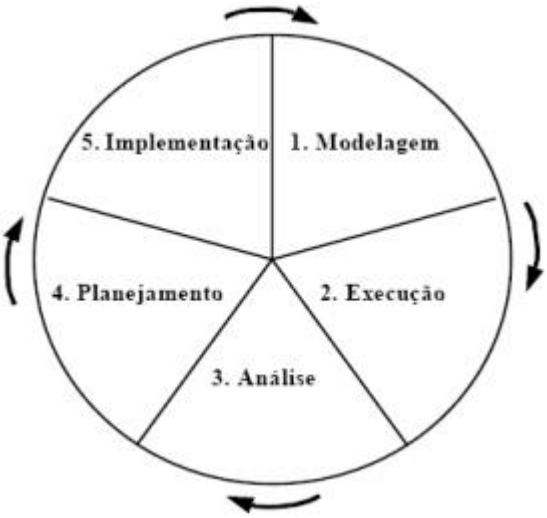
De acordo com Gil (2002), as pesquisas podem ser caracterizadas de acordo com os seus objetivos gerais, assim como seus procedimentos técnicos utilizados. Sobre o primeiro grupo, define-se que sua abrangência se dá em pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. A cerca dessa classificação, o autor afirma que ela é útil, exclusivamente, para uma visão abrangente de conceitos prévios, pois ainda será necessário que exista um delineamento sobre a operação da pesquisa, surgindo, portanto, uma nova subdivisão de pesquisas segundo os procedimentos realizados, como: pesquisa bibliográfica, documental, experimental, ex-post facto, pesquisa de levantamento, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante.

Gondim (2007), a respeito dos métodos multicritérios de apoio à tomada de decisão (MCDM), afirma que começaram a ser desenvolvidos em meados das década de 70 com a finalidade de colaborar para a escolha das opções mais favoráveis dentre outras conflitantes. Sendo que esses MCDM, se diferenciam pelas premissas adotadas segundo a escolas que os originaram, apontando a Escola Americana e a Escola Européia como as principais. O processo de análise hierárquico (AHP) é um método da primeira escola, elaborado pelo matemático Thomas Saaty, cuja finalidade é dar embasamento a um problema de acordo com as soluções possíveis e sua influência segundo os critérios de decisão, visando originar uma solução particular para a solução do problema.

Por meio da ferramenta de avaliação de projetos de SPHS desenvolvida por Rodrigues e Silva (2016) desenvolveu-se uma matriz de análise hierárquica a fim de aprimorar o sistema de avaliação. O processo decisório relacionado a avaliação das patologias nos sistemas hidráulicos e sanitários por ordem de relevância possui suas particularidades, visando contribuir para o tratamento subjetivo em questão. Investigou-se uma abordagem que leva em conta o Método da Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - A.H.P.*).

Adotou-se a proposta de Marins (2007) para a aplicação do método AHP para a comparação das não conformidades, cujas etapas estão esquematizadas na Figura 10.

Figura 10- Etapas do processo de avaliação para tomada de decisão



Fonte: Marins (2007).

Etapa 1 (Modelagem do problema): foi feita a definição das não conformidades de acordo com ferramenta de avaliação de projetos de SPHS desenvolvida por Rodrigues e Silva (2016), o *check-list* proposto pelos autores encontra-se no Anexo A.

Etapa 2 (Execução): realizou-se a construção das matrizes de comparação paritária entre os elementos do nível inferior e os do nível imediatamente acima das alternativas e critérios, sendo dedicada uma matriz para cada área dos SPHS, a saber; água fria, água quente, esgoto sanitário é água pluvial, para que não houvesse comparação entre parâmetros discrepantes. Posteriormente, calculou-se a razão de consistência das matrizes juntamente com a construção dos vetores de prioridade global. Portanto fez-se a avaliação das alternativas a partir de combinações binárias para cada critério, sendo as preferências expressas pelo valor atribuído de acordo com a escala utilizada.

Etapa 3 (Análise): nesta etapa, analisou-se os dados de acordo com o vetor de prioridade global, definindo-se as alternativas, da melhor para a pior, assim como a consistência do método.

Etapa 4 (Planejamento): baseado no resultado obtido na etapa anterior, será definido o planejamento do processo de implementação e integralização para possibilidade do uso da ferramenta proposta para avaliar e receber projetos de Sistemas Prediais Hidráulico Sanitários.

Etapa 5 (Implementação): visando solucionar os problemas que possivelmente serão constatados, a ferramenta tornará possível a implementação das ações corretivas conforme as prioridades estabelecidas na etapa anterior.

Na Tabela 3, encontra-se apresentada a escala de relativa importância entre duas alternativas proposta por Saaty.

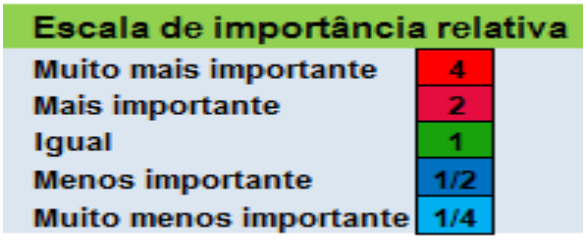
Tabela 3 - Escala de relativa importância de Saaty.

ESCALA	AVALIAÇÃO NUMÉRICA	RECÍPROCO
Extremamente preferido	**9**	**1/9**
Muito forte a extremo	8	1/8
Muito fortemente preferido	**7**	**1/7**
Forte a muito forte	6	1/6
Fortemente preferido	**5**	**1/5**
Moderado a forte	4	1/4
Moderadamente preferido	**3**	**1/3**
Igual a moderado	2	1/2
Igualmente preferido	**1**	**1**

Fonte: Saaty (2005).

Produziu-se um conjunto de pesos para ponderar alternativas, portanto na construção da matriz de hierarquização considerou-se os quatro sistemas (água fria, água quente, esgoto e águas pluviais) de modo particular, para que não se estabelecesse hierarquização entre itens de sistemas diferentes. A matriz de hierarquização foi aplicada para três profissionais projetistas de sistemas hidráulicos-sanitários. Para o estudo em questão, os pesos foram considerados de acordo com a Figura 11.

Figura 11- Pesos para ponderação de alternativas.



Fonte: Acervo pessoal.

Após rodar a nova avaliação considerando os pesos hierárquicos, adequou-se a planilha de verificações atribuindo pesos aos subitens de cada sistema. Com a planilha de avaliação de projetos reformulada, avaliou-se, novamente, os itens de não conformidades observadas anteriormente no trabalho de Rodrigues e Silva (2016).

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a obtenção de um sistema de avaliação de projetos hidráulicos sanitários mais preciso, a partir do método AHP, considerou-se a inserção de hierarquização, dos itens de não conformidades observados, segundo o peso atribuído por profissionais da área a cada item.

5.1 SISTEMAS DE ÁGUA FRIA

Tomando-se como base a análise das não conformidades geradas pela matriz, segundo o *check-list* de Rodrigues e Silva (2016) para água fria, seguiu-se a hierarquização dos seguintes itens relacionados no Quadro 7.

Quadro 7- Não conformidades do check-list aplicado ao sistema de água fria.

ind. 1 - Tubulação de aviso de extravasamento do reservatório descarregando em local inadequado
ind. 2 - Reservatório inferior enterrado, semienterrado ou apoiado sem rebaixo ou caixa de sucção impedindo total esgotamento
ind. 3 - Ausência de tubo-sifão para tomada de água ao fundo do reservatório elevado
ind. 4 - Ausência ou insuficiência de folga das paredes laterais de reservatório inferior com paredes limítrofes do subsolo, e da laje de fundo com o piso
ind. 5 - Adoção de reservatório com câmara única (sem septo separador)
ind. 6 -Formato alongado do reservatório inferior, com zonas de estagnação, dificultando a renovação da água
ind. 7 - Ausência de proteção dos pontos de inspeção dos reservatórios contra entrada de água e luminosidade
ind. 8 - Reservatório em posição inadequada
ind. 9 - Insuficiência de espaço na casa de bombas
ind. 10 - Ausência de amortecedores de vibração nas bases de apoio e saídas de bombas
ind. 11 - Válvula de retenção comum a ambas as saídas de bombas de recalque
ind. 12 - Pressurizador em local inadequado
ind. 13 - Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água

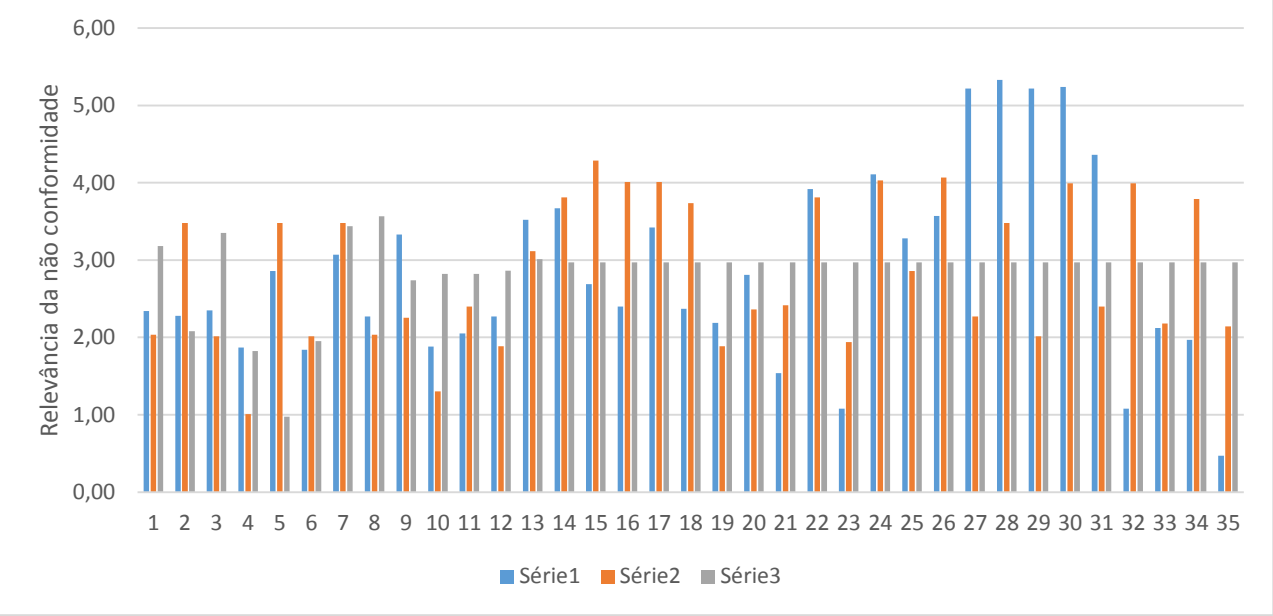
ind. 14 - Barrilete em espaço inadequado ou insuficiente para manobras do sistema e manutenção
ind. 15 - Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a válvulas de descarga de bacias sanitárias
ind. 16 - Tubulações plásticas expostas ao tempo
ind. 17 - Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma
ind. 18 - Ausência de tubos de ventilação ou dispositivo quebrador de vácuo em colunas de distribuição de água fria
ind. 19 - Tubulação com suportes espaçados inadequadamente
ind. 20 - Peças de utilização na parede contígua aos ambientes habitados
ind. 21 - Central de redução de pressão com uma única válvula redutora de pressão
ind. 22 - Tubulação de água fria alimentando simultaneamente válvula de descarga de bacia sanitária e aquecedor central privado ou coletivo
ind. 23 - Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardins, aspersores, fontes, cascatas, piscinas e/ou chafarizes
ind. 24 - Adoção de PVC marrom soldável classe 15 para tubulações suscetíveis de golpes de aríete ou com pressão superior a 40 m.c.a.
ind. 25 - Ramais de distribuição de água fria formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas
ind. 26 - Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a aquecedor central privado ou coletivo
ind. 27 - Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários
ind. 28 - Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes
ind. 29 - Escala inadequada
ind. 30 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico
ind. 31 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural
ind. 32 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico
ind. 33 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo

ind. 34 - Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo
ind. 35 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016).

Os dados obtidos foram analisados, estatisticamente, possibilitando que se organizassem de acordo com a Figura 12, na qual cada série representa os pesos equivalentes as relevâncias das não conformidades atribuídos conforme a percepção de cada um dos três profissionais consultados.

Figura 12- Hierarquização de não conformidades nos sistemas de água fria.



Fonte: Acervo pessoal.

As não conformidades são indicadas no eixo das abscissas pelo número a qual são correspondentes, segundo exposto, anteriormente, no Quadro 7. Com relação ao eixo das ordenadas, tem-se a importância relativa, expressa em porcentagem. As séries representam a relação entre os eixos em detrimento da análise de cada um dos três profissionais que preencheram a matriz.

Com tais dados, foi possível hierarquizar as não conformidades, de acordo com a Tabela 4, sendo que a segunda coluna expressa o a relevância média de cada item.

Tabela 4- Não conformidades do sistema de Água Fria segundo hierarquização.

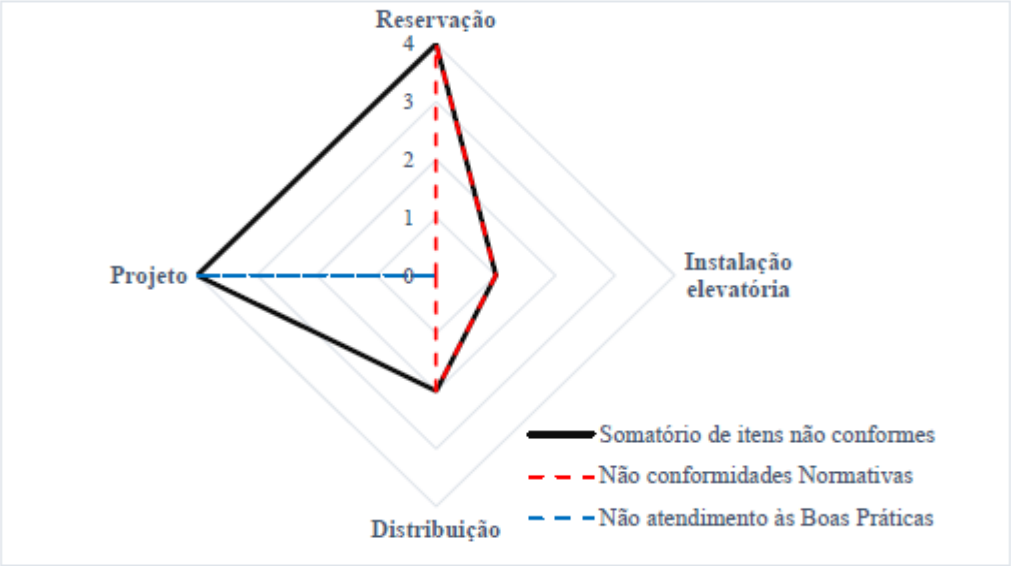
ind. 30 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico	4,07
ind. 28 - Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes	3,93
ind. 24 - Adoção de PVC marrom soldável classe 15 para tubulações suscetíveis de golpes de aríete ou com pressão superior a 40 m.c.a.	3,70
ind. 22 - Tubulação de água fria alimentando simultaneamente válvula de descarga de bacia sanitária e aquecedor central privado ou coletivo	3,57
ind. 26 - Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a aquecedor central privado ou coletivo	3,54
ind. 27 - Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários	3,49
ind. 14 - Barrilete em espaço inadequado ou insuficiente para manobras do sistema e manutenção	3,48
ind. 17 - Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma	3,47
ind. 29 - Escala inadequada	3,40
ind. 7 - Ausência de proteção dos pontos de inspeção dos reservatórios contra entrada de água e luminosidade	3,33
ind. 15 - Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a válvulas de descarga de bacias sanitárias	3,32
ind. 13 - Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água	3,24
ind. 13 - Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água	3,22
ind. 31 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural	3,13
ind. 25 - Ramais de distribuição de água fria formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas	3,04
ind. 18 - Ausência de tubos de ventilação ou dispositivo quebrador de vácuo em colunas de distribuição de água fria	3,03
ind. 34 - Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo	2,91
ind. 9 - Insuficiência de espaço na casa de bombas	2,77
ind. 20 - Peças de utilização na parede contígua aos ambientes habitados	2,71
ind. 32 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico	2,68
ind. 8 - Reservatório em posição inadequada	2,62
ind. 2 - Reservatório inferior enterrado, semienterrado ou apoiado sem rebaixo ou caixa de sucção impedindo total esgotamento	2,61

ind. 3 - Ausência de tubo-sifão para tomada de água ao fundo do reservatório elevado	2,57
ind. 1 - Tubulação de aviso de extravasamento do reservatório descarregando em local inadequado	2,52
ind. 5 - Adoção de reservatório com câmara única (sem septo separador)	2,44
ind. 11 - Válvula de retenção comum a ambas as saídas de bombas de recalque	2,42
ind. 33 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo	2,42
ind. 19 - Tubulação com suportes espaçados inadequadamente	2,35
ind. 12 - Pressurizador em local inadequado	2,34
ind. 21 - Central de redução de pressão com uma única válvula redutora de pressão	2,31
ind. 10 - Ausência de amortecedores de vibração nas bases de apoio e saídas de bombas	2,00
ind. 23 - Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardins, aspersores, fontes, cascatas, piscinas e/ou chafarizes	2,00
ind. 6 -Formato alongado do reservatório inferior, com zonas de estagnação, dificultando a renovação da água	1,94
ind. 35 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais	1,86
ind. 4 - Ausência ou insuficiência de folga das paredes laterais de reservatório inferior com paredes limítrofes do subsolo, e da laje de fundo com o piso	1,57

Fonte: Acervo pessoal.

Para fins de comparação, na Figura 13 encontram-se apresentados os resultados de Rodrigues e Silva (2016) para os subgrupos de Água Fria em relação a quantidade absoluta verificada das não conformidades normativas e não atendimento às boas práticas.

Figura 13- Quantidade verificada em relação a norma e boa prática do subgrupo de Água Fria.



Fonte: Rodrigues e Silva (2016).

Os resultados da hierarquização para sistemas de Água Fria e os de Rodrigues e Silva (2016) apontam para a mesma área de incidência de não conformidades, a de projeto. Portanto pode-se verificar a exímia importância de se definir padrões para os projetos, haja vista que das dez primeiras não conformidades apontadas quatro relacionam-se às falhas de projeto, a saber; ausência de compatibilização com projeto arquitetônico, ausência de detalhamento de elementos específicos importantes, ausência de detalhamento dos ambientes sanitários e escala inadequada. Cabe ressaltar a relação do resultado obtido com o perfil dos profissionais, uma vez que os três atuam na área de projetos, caso a área de atuação fosse execução, por exemplo, provavelmente seria observada uma outra tendência.

5.2 SISTEMAS DE ÁGUA QUENTE

As não conformidades dos sistemas de Água Quente consideradas para fins de hierarquização estão apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8- Não conformidades do sistema de Água Quente.

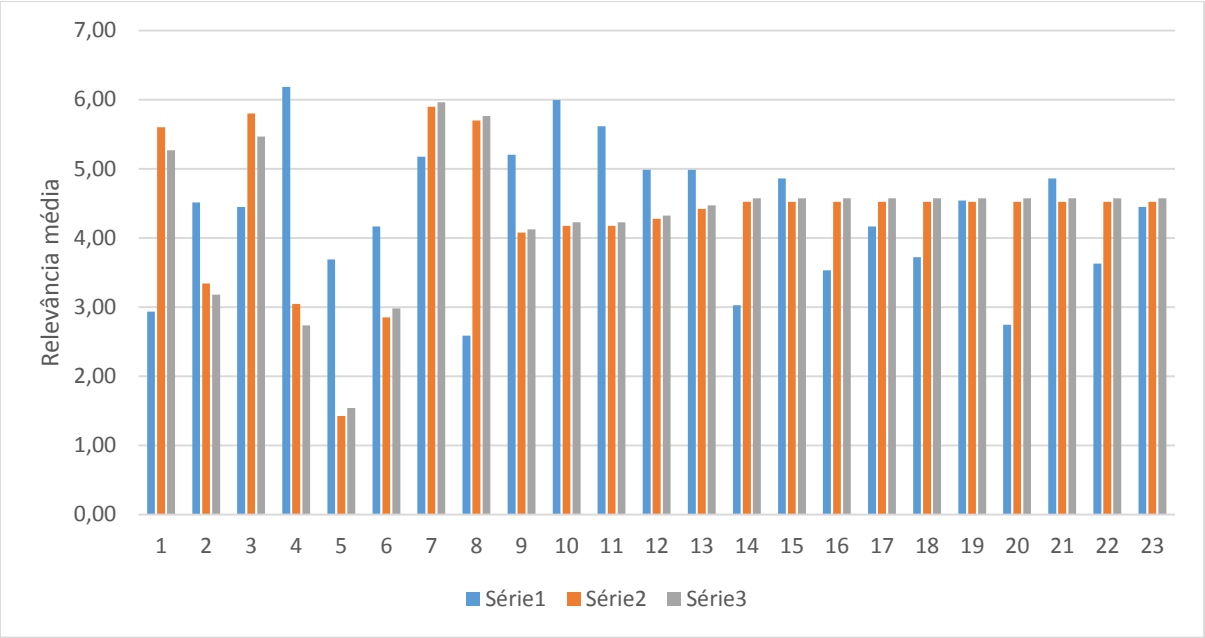
ind. 1 - Posicionamento inadequado do reservatório de água quente (boiler)
ind. 2 - Não observância à pressão máxima de trabalho do boiler
ind. 3 - Dimensionamento incorreto dos aquecedores de acumulação
ind. 4 - Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma

ind. 5 - Ausência de lira ou conexão de expansão em trechos retilíneos longos de tubulações de água quente
ind. 6 -Ausência de sistema de recirculação de água quente
ind. 7 - Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição onde há geração central de água quente
ind. 8 - Ausência de amortecedores de vibração nas bases de apoio e saídas de bombas de circulação de água quente
ind. 9 - Extensão insuficiente de braço de flexão em derivações de colunas de distribuição de água quente devido à falta de espaço
ind. 10 - Ausência de registros de fechamento nas derivações de ramais de distribuição de água quente de ambientes sanitários
ind. 11 - Ausência de registros de fechamento nas derivações de ramais de distribuição de água quente a jusante de aquecedores
ind. 12 - Ramais de distribuição de água quente formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas
ind. 13 - Ausência de respiro ou dispositivo eliminador de ar em pontos altos de ramais de distribuição de água quente
ind. 14 -Superdimensionamento das tubulações de água quente
ind. 15 - Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários
ind. 16 - Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes
ind. 17 -Escala inadequada
ind. 18 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico
ind. 19 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural
ind. 20 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico
ind. 21 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo
ind. 22 - Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo
ind. 23 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016).

Visando elucidar a relevância de cada um dos indicadores do Quadro 8 de acordo com cada profissional da área, apresenta-se na Figura 14 os dados obtidos.

Figura 14- Hierarquização de não conformidades em sistemas de Água Quente.



Fonte: Acervo pessoal.

Partindo-se da análise dos dados obtidos, as não conformidades em sistemas de Água Quente foram organizadas pelo nível de relevância de acordo com o exposto na Tabela 5, com sua respectiva relevância média.

Tabela 5- Não conformidades em sistemas de Água Quente segundo hierarquização.

ind. 7 - Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição onde há geração central de água quente	5,68
ind. 3 - Dimensionamento incorreto dos aquecedores de acumulação	5,24
ind. 10 - Ausência de registros de fechamento nas derivações de ramais de distribuição de água quente de ambientes sanitários	4,80
ind. 8 - Ausência de amortecedores de vibração nas bases de apoio e saídas de bombas de circulação de água quente	4,68
ind. 11 - Ausência de registros de fechamento nas derivações de ramais de distribuição de água quente a jusante de aquecedores	4,67
ind. 21 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo	4,65
ind. 15 - Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários	4,65
ind. 13 - Ausência de respiro ou dispositivo eliminador de ar em pontos altos de ramais de distribuição de água quente	4,63
ind. 1 - Posicionamento inadequado do reservatório de água quente (boiler)	4,60
ind. 19 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural	4,55

ind. 12 - Ramais de distribuição de água quente formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas	4,53
ind. 23 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais	4,51
ind. 9 - Extensão insuficiente de braço de flexão em derivações de colunas de distribuição de água quente devido à falta de espaço	4,47
ind. 17 -Escala inadequada	4,42
ind. 18 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico	4,27
ind. 22 - Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo	4,24
ind. 16 - Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes	4,21
ind. 14 -Superdimensionamento das tubulações de água quente	4,04
ind. 4 - Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma	3,99
ind. 20 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico	3,95
ind. 2 - Não observância à pressão máxima de trabalho do boiler	3,68
ind. 6 -Ausência de sistema de recirculação de água quente	3,33
ind. 5 - Ausência de lira ou conexão de expansão em trechos retilíneos longos de tubulações de água quente	2,22

Fonte: Acervo pessoal.

Analisando-se a nova organização hierárquica das não conformidades em sistemas de Água Quente, pode-se perceber como as falhas nos critérios de reservação e distribuição podem influenciar para o mau desempenho da edificação. Portanto os critérios que precedem a escolha e dimensionamento de aquecedores de acumulação devem ser atendidos de forma que cumpram o exposto pela NBR 7198 (ABNT,1993), por relacionarem-se diretamente à frequência com a qual o sistema de água quente é utilizado, assim como o volume armazenado e as dimensões necessárias para armazenamento e recuperação da água quente.

5.3 SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO

Para a análise da relevância de não conformidades recorrentes em sistemas de Esgoto Sanitário, considerou-se os indicadores, apresentados no *check-list* de Rodrigues e Silva (2016), apresentados no Quadro 9.

Quadro 9- Não conformidades do sistema de Esgoto Sanitário.

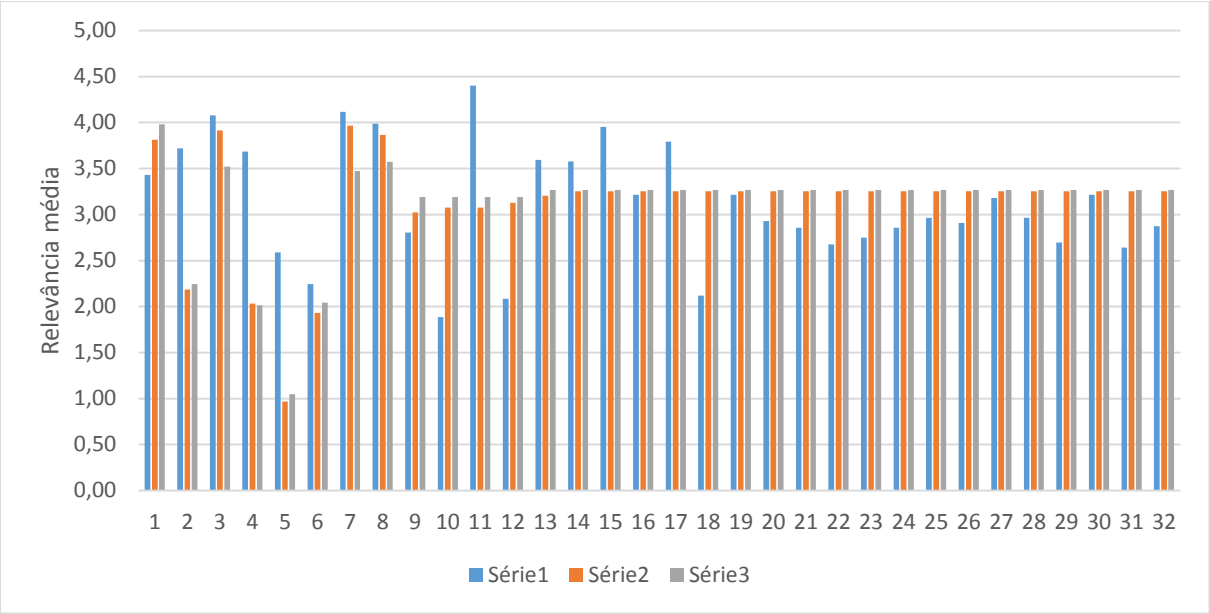
ind. 1 - Possibilidade de ocorrência de retrossifonagem em aparelho sanitário
ind. 2 - Declividade insuficiente das tubulações de esgoto
ind. 3 - Existência de mudanças de direção em 90° em trechos horizontais de ramais de descarga e esgoto, subcoletores e coletores prediais
ind. 4 - Especificação de material inadequado para condução de esgoto com características específicas
ind. 5 - Possibilidade de transmissão inadequada de ruídos devido à configuração das instalações de esgoto
ind. 6 -Travessia incorreta de vigas e paredes
ind. 7 - Ligação de tubulações de esgoto de aparelhos sanitários onde são utilizados detergentes em regiões de ocorrência de sobrepressão
ind. 8 -Inexistência ou subdimensionamento de caixa de gordura coletiva
ind. 9 - Ausência, inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em bases de tubos de queda e mudanças de direção de subcoletores e coletores prediais de esgoto
ind. 10 - Ralo posicionado no centro do box
ind. 11 - Ligação de tubulações de esgoto em regiões de ocorrência de sobrepressão
ind. 12 - Lançamento de águas servidas da máquina de lavar roupa diretamente na caixa sifonada
ind. 13 - Possibilidade de danos em pé de coluna (causados por eventuais golpes de sólidos que são escoados pelo tubo de queda)
ind. 14 -Ausência de Válvula de Retenção de Esgoto em edificação em que possa ocorrer o retorno do esgoto da rede urbana
ind. 15 - Ausência ou ventilação ineficiente do sistema de esgoto
ind. 16 - Tubo ventilador distante do desconector
ind. 17 -Tubulação de ventilação com diâmetro insuficiente
ind. 18 - Tubulação de ventilação com aclive insuficiente
ind. 19 - Posicionamento inadequado da extremidade de colunas de ventilação de esgoto e tubos ventiladores primários

ind. 20 - Ausência de ventilação adequada em pontos a acima e abaixo de desvios de tubos de queda
ind. 21 - Ramal de ventilação ligado a coluna de ventilação a menos de 15 cm acima do nível de transbordamento da água do mais alto dos aparelhos sanitários, excluindo-se os que despejam em ralos ou caixas sifonadas de piso
ind. 22 - Ausência de terminais de ventilação adequados nas extremidades de colunas de ventilação e de tubos ventiladores primários
ind. 23 - Travessia incorreta de vigas e paredes
ind. 24 - Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários
ind. 25 - Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes
ind. 26 - Escala inadequada
ind. 27 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico
ind. 28 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural
ind. 29 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico
ind. 30 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo
ind. 31 - Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo
ind. 32 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016).

Na Figura 15 encontram-se representas as proporções atribuídas ao nível de importância das não conformidades, quanto maior o valor atribuído mais relevantes são para efeitos de análise e investigação patológica.

Figura 15- Hierarquização de não conformidades em sistemas de Esgoto Sanitário.



Fonte: Acervo pessoal.

A

Tabela 6- Não conformidades em sistemas de Esgoto Sanitário segundo hierarquização.

ind. 7 - Ligação de tubulações de esgoto de aparelhos sanitários onde são utilizados detergentes em regiões de ocorrência de sobrepressão	3,85
ind. 3 - Existência de mudanças de direção em 90° em trechos horizontais de ramais de descarga e esgoto, subcoletores e coletores prediais	3,84
ind. 8 -Inexistência ou subdimensionamento de caixa de gordura coletiva	3,81
ind. 1 - Possibilidade de ocorrência de retrossifonagem em aparelho sanitário	3,74
ind. 11 - Ligação de tubulações de esgoto em regiões de ocorrência de sobrepressão	3,56
ind. 15 - Ausência ou ventilação ineficiente do sistema de esgoto	3,49
ind. 17 -Tubulação de ventilação com diâmetro insuficiente	3,44
ind. 14 -Ausência de Válvula de Retenção de Esgoto em edificação em que possa ocorrer o retorno do esgoto da rede urbana	3,37
ind. 13 - Possibilidade de danos em pé de coluna (causados por eventuais golpes de sólidos que são escoados pelo tubo de queda)	3,35
ind. 30 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo	3,25

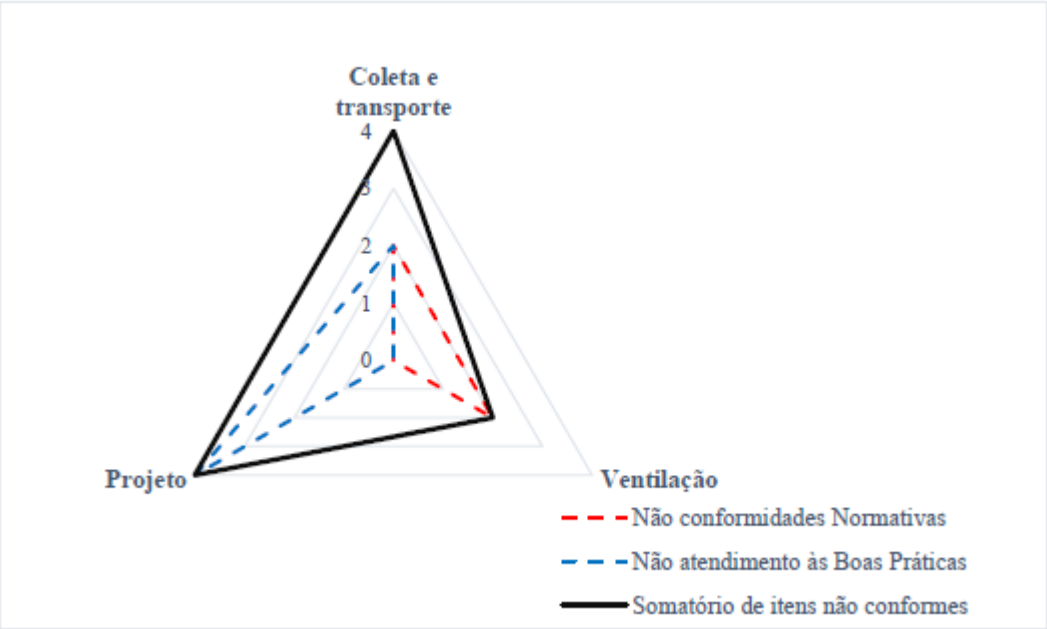
ind. 19 - Posicionamento inadequado da extremidade de colunas de ventilação de esgoto e tubos ventiladores primários	3,25
ind. 16 - Tubo ventilador distante do desconector	3,25
ind. 27 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico	3,23
ind. 28 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural	3,16
ind. 25 - Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes	3,16
ind. 2 - Declividade insuficiente das tubulações de esgoto	3,15
ind. 26 - Escala inadequada	3,14
ind. 32 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais	3,13
ind. 24 - Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários	3,13
ind. 21 - Ramal de ventilação ligado a coluna de ventilação a menos de 15 cm acima do nível de transbordamento da água do mais alto dos aparelhos sanitários, excluindo-se os que despejam em ralos ou caixas sifonadas de piso	3,13
ind. 23 - Travessia incorreta de vigas e paredes	3,09
ind. 29 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico	3,07
ind. 22 - Ausência de terminais de ventilação adequados nas extremidades de colunas de ventilação e de tubos ventiladores primários	3,07
ind. 31 - Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo	3,05
ind. 9 - Ausência, inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em bases de tubos de queda e mudanças de direção de subcoletores e coletores prediais de esgoto	3,01
ind. 18 - Tubulação de ventilação com aclive insuficiente	2,88
ind. 12 - Lançamento de águas servidas da máquina de lavar roupa diretamente na caixa sifonada	2,80
ind. 15 - Ausência ou ventilação ineficiente do sistema de esgoto	2,72
ind. 2 - Declividade insuficiente das tubulações de esgoto	2,72
ind. 4 - Especificação de material inadequado para condução de esgoto com características específicas	2,58
ind. 6 -Travessia incorreta de vigas e paredes	2,07

ind. 5 - Possibilidade de transmissão inadequada de ruídos devido à configuração das instalações de esgoto	1,53

Fonte: Acervo pessoal.

Na Figura 16 encontram-se apresentados os resultados, obtidos por Rodrigues e Silva (2016), dos subgrupos de Esgoto Sanitário em relação a quantidade verificada, das não conformidades normativas e não atendimento às boas práticas.

Figura 16- Quantidade verificada em relação a norma e boa prática do subgrupo de Esgoto Sanitário.



Fonte: Rodrigues e Silva (2016).

Partindo-se da nova classificação de acordo com a relevância das não conformidades, atenta-se para a magnitude que podem representar os itens que remetem à coleta e transporte em casos de irregularidade, haja vista a sua importância fundamental para que a água potável não seja contaminada, assim como o dever de cumprir os atributos mínimos previstos em norma visando garantir o funcionamento do sistema sem desconforto para o usuário, de acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999). Os elementos de ventilação também receberam importante posicionamento, por condicionarem a troca de gases com a finalidade de encaminhar os gases para a atmosfera de modo que não voltem para os ambientes sanitários. Os resultados evidenciaram também, embora em menor escala, as não conformidades na fase de projeto, diferindo-se dos resultados apontados por Rodrigues e Silva (2016), que enfatizaram veementemente tais não conformidades.

5.4 ÁGUA PLUVIAL

Rodrigues e Silva (2016) relacionaram as não conformidades preponderantes para a majoração de patologias dos Sistemas Prediais de Águas Pluviais segundo o Quadro 10.

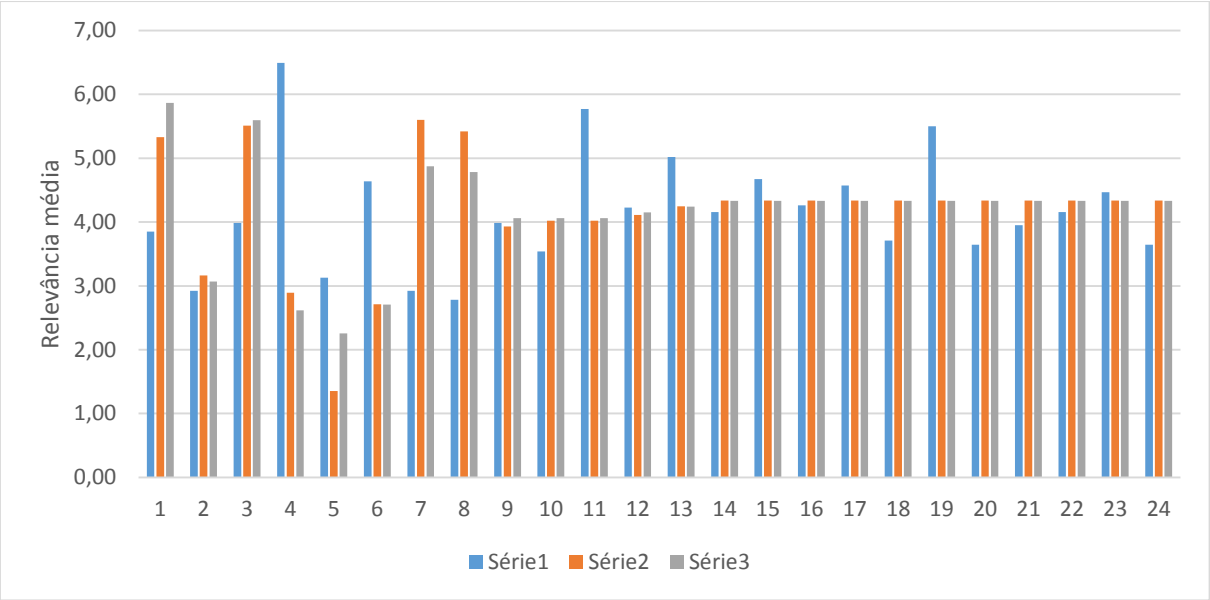
Quadro 10- Não conformidades do sistema de Água Pluvial.

ind. 1 - Subdimensionamento de áreas de contribuição
ind. 2 - Declividade incorreta de lajes
ind. 3 -Quantidade insuficiente de ralos em lajes
ind. 4 - Subdimensionamento da seção de calhas
ind. 5 - Ausência de declividade das calhas de beiral ou de platibanda
ind. 6 -Falta de extravasor nas calhas
ind. 7 - Declividade incorreta das áreas de contribuição externas
ind. 8 -Ausência de declividade das calhas de água-furtada
ind. 9 - Dimensionamento de saída única para o esgotamento de calhas
ind. 10 - Posicionamento inadequado de pontos de drenagem
ind. 11 - Subdimensionamento dos condutores verticais
ind. 12 - Falta de especificação de tubulação reforçada nos condutores verticais de águas pluviais
ind. 13 - Ausência de dispositivos de inspeção em condutores horizontais de águas pluviais
ind. 14 -Inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em condutores horizontais de águas pluviais
ind. 15 - Existência de mudanças de direção em 90° em condutores horizontais de águas pluviais
ind. 16 - Dimensionamento de tubulações com diâmetros superiores ao cobrimento disponível
ind. 17 -Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes
ind. 18 - Escala inadequada
ind. 19 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico
ind. 20 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural
ind. 21 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico
ind. 22 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo
ind. 23 -Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo
ind. 24 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016).

Partindo-se dos indicadores supracitados, os profissionais atuantes na área de SPHS parametrizaram as não conformidades segundo os critérios previstos pelo Método AHP, sendo que os dados resultantes foram expressos pela Figura 17.

Figura 17- Hierarquização de não conformidades em sistema de Água Pluvial.



Fonte: Acervo pessoal.

Tomando-se como base os resultados, tornou-se possível a elaboração da Tabela 7, constituída pelas não conformidades dos sistemas de Águas Pluviais segundo sua ordem hierárquica, com a relevância média correspondente a cada uma.

Tabela 7- Não conformidades em sistemas de Águas Pluviais segundo hierarquização.

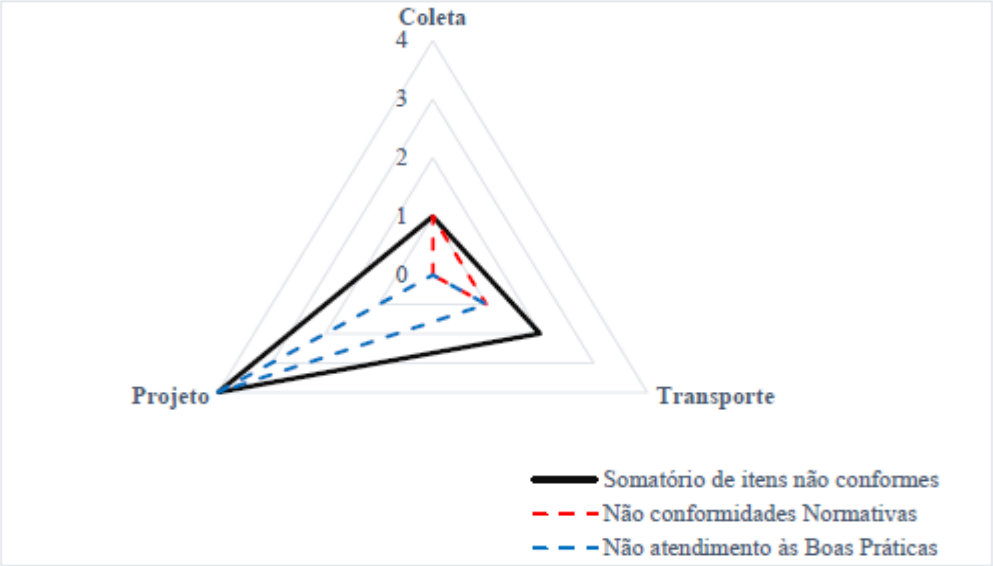
ind. 3 -Quantidade insuficiente de ralos em lajes	5,03
ind. 1 - Subdimensionamento de áreas de contribuição	5,01
ind. 19 - Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico	4,72
ind. 11 - Subdimensionamento dos condutores verticais	4,62
ind. 13 - Ausência de dispositivos de inspeção em condutores horizontais de águas pluviais	4,50
ind. 7 - Declividade incorreta das áreas de contribuição externas	4,47
ind. 15 - Existência de mudanças de direção em 90° em condutores horizontais de águas pluviais	4,45
ind. 17 -Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes	4,41
ind. 23 -Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo	4,38
ind. 8 -Ausência de declividade das calhas de água-furtada	4,33
ind. 16 - Dimensionamento de tubulações com diâmetros superiores ao cobrimento disponível	4,31
ind. 14 -Inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em condutores horizontais de águas pluviais	4,28
ind. 22 - Insuficiência de informações no Memorial Descritivo	4,28
ind. 21 - Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico	4,21

ind. 12 - Falta de especificação de tubulação reforçada nos condutores verticais de águas pluviais	4,16
ind. 18 - Escala inadequada	4,13
ind. 20 - Ausência de compatibilização com sistema estrutural	4,10
ind. 24 - Insuficiência de informações na Lista de Materiais	4,10
ind. 4 - Subdimensionamento da seção de calhas	4,00
ind. 9 - Dimensionamento de saída única para o esgotamento de calhas	3,99
ind. 10 - Posicionamento inadequado de pontos de drenagem	3,87
ind. 6 -Falta de extravasor nas calhas	3,35
ind. 2 - Declividade incorreta de lajes	3,05
ind. 5 - Ausência de declividade das calhas de beiral ou de platibanda	2,25

Fonte: Acervo pessoal.

Na Figura 18 são apresentados os resultados obtidos dos subgrupos de Água Pluvial segundo Rodrigues e Silva (2016).

Figura 18- Quantidade verificada em relação a norma e boa prática do subgrupo de Água Pluvial.



Fonte: Rodrigues e Silva (2016).

Tendo como base a análise dos resultados da proposta de hierarquização das não conformidades dos sistemas de Águas Pluviais, observa-se que tais resultados diferem dos resultados de Rodrigues e Silva, pois os resultados dos autores indicam uma maior ocorrência de não conformidades nos projetos, enquanto a proposta de hierarquização reafirma o exímio papel da regularização dos elementos de coleta e transporte para o bom funcionamento do sistema, tornando-se imprescindíveis o cumprimento das normas quanto a estimativa das áreas de contribuição, declividades, entre outros fatores salientados pela NBR 10844 (ABNT,1989).

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pela ferramenta de hierarquização mostraram-se satisfatórios e de inexorável relevância para a análise de manifestações patológicas, uma vez que, salientam e dão especificidade para os elementos de maior potencial em termos de origens de patologias.

As normas técnicas responsáveis por nortear a execução de Sistemas Prediais Hidráulico Sanitários têm evoluído, ainda que paulatinamente, para alcançar, senão o ápice, as melhores condições possíveis para a promoção de conforto e segurança do usuário, assim sendo, seus conceitos também fundamentaram a concepção da ferramenta. Com base na hierarquização das não conformidades foi possível relacioná-las às falhas nos setores responsáveis, em quaisquer que sejam as etapas. Cabe apontar a etapa de projeto, a qual foi atribuído um grande “peso” segundo as análises dos profissionais, confirmando também os resultados de Rodrigues e Silva (2016) para o sistema predial de água fria.

Atenta-se para a importância da retroalimentação após a resolução do problema em questão, pois são de exímia importância para a análise de problemas futuros, podendo ser inseridos em uma próxima análise pela ferramenta, visando otimizar os resultados.

Dado o panorama atual, em termos de patologias em SPHS, a ferramenta poderá se tornar uma importante aliada para a avaliação de projetos hidráulicos sanitários, pois associado às técnicas da Engenharia, contribuirá para o alcance de um melhor desempenho dos SPHS, de forma que se atenda veementemente as especificações previstas em norma.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G.G. **Avaliação Durante Operação (ADO): Metodologia aplicada aos Sistemas Prediais.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, (1994).

ALMEIDA, R. **Manifestações patológicas em prédio escolar: uma análise qualitativa e quantitativa.** Santa Maria – RS. Dissertação – Programa de Pós- graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

AMORIM, S.V.; VIDOTTI, E.; CASS Jr., A. **Patologias das Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias, em Edifícios Residenciais em Altura, na Cidade de São Carlos.** In: ENTAC 93:

_____.**NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 6: Sistemas Hidrossanitários**. Rio de Janeiro, 2013.

_____.**NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente**. Rio de Janeiro, 1993.

_____.**NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário- Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.

_____.**NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro**, 1989.

BARROS, J. C. G. Avaliação durante operação dos sistemas hidráulico e sanitários em edifícios escolares. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP). Campinas, São Paulo. 2004.

BARROS, Magno da Silva; CUNHA, Vicente de Almeida. **Aplicação do método ahp para problemas gerencias: um estudo de caso.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Cândido Mendes. Campos dos Goytacazes, 2008.

BENEDICTO, S. M. O. **Desempenho de sistema predial de água quente.** 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós Graduação em Construção Civil - Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2009.

BERNARDES, C. et al. **Qualidade e o custo das não-conformidades em obras de Construção civil**. São Paulo: Pini, 1998.

BORNIA, Antonio Cezar; WERNKE, Rodney. **A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais.** Revista Contabilidade & Finanças. FIPECAPI – FEA – USP. v.14, n. 25, p. 60- 71, jan./abr. 2001.

CARVALHO JR, R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura.** Editora Edgard Blucher Ltda, 4ª edição revista e ampliada. São Paulo – SP, 2011.

COSTA, Helder Gomes. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão.** Niterói: H.G.C., 2002.

CREMONINI, A. R. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre – Recomendações para projeto, execução e manutenção.** Porto Alegre – RS. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.

CUPERTINO, D.; BRANDSTETTER, M. C. G. de O. **Análise do banco de dados de assistência técnica de uma construtora como ferramenta de gestão**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**... Juiz de Fora: ANTAC, 2012.

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

GNIPPER, Sérgio Frederico. **Diretrizes para formulação de métodos hierarquizados para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** Campinas. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

GODINHO, M.; MENDES, R.; BARREIROS, J. **Informação de Retorno e Aprendizagem. Horizonte**, Lisboa: Livros Horizonte, v.11, n.66, p.217-220, mar./abr. 1995.

GRANDISKI, P. **Curso de perícias em edificações.** In: CURSO DE PATOLOGIA NAS OBRAS CIVIS. Universidade Tuiutí do Paraná, Curitiba, outubro 2007. Apostila.

GRANJA, A. D.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. ; PINA, S. A. M.. G.; FONTANINI, P. S. P.; BARROS, L. A. F.; PAOLI, D.; JACOMIT, A. M.; MAÇANS, R. M. R. **A natureza do valor desejado na habitação social.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 2. 2009

LICHTENSTEIN, N.B. **Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, (1985).

MACEDO, Noémia Pereira. **Estudo de patologias em instalações prediais de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais.** Dissertação de mestrado, Universidade do Porto, (2015).

MAEC – Método de avaliação do estado de conservação de imóveis. Instruções de Aplicação, 2007. http://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/nrau/pt/nrau/docs/MAEC_2007-10.pdf. Acesso em 22 nov 2016.

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. Sistema Toyota de desenvolvimento de produto: integrando pessoas, processo e tecnologia. Tradução Raul Rubenich. Porto Alegre: Bookman, 2008.

OLIVEIRA, C.A. e BELDERRAIN, M.C.N. Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades no AHP , Anales - Encuentro de Docentes de Investigacíon Operativa Primera Reunión Regional Brasil Argentina, Posadas. Argentina, 2008.

Paiva, J.V.; Aguiar, J.; Pinho, A. – Guia Técnico de Reabilitação Habitacional. Vol. I e II, LNEC, Lisboa, 2006.

PREISER, W. F. E.; RABINOWITZ, H.; WHITE, E. **Post-occupancy evaluation.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

ROCHE, H.; Vejo, C. **Analisis multicriterio em la toma de deciosiones. Métodos Cuantitativos aplicados a la administración. Analisis multicritério – AHP.** Material apoio AHP.2004

RODRÍGUEZ, M. A. A.; NOVAES, R. Coordenação dos projetos de Sistemas Prediais Hidro-Sanitários em edificações verticalizadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

SAATY, T.L. **Decision making for leaders**. Pitts burg, USA: WS. Publications, 2000.

SANCHES, I. D. A; FABRICIO, M. M. Projeto para Manutenção. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: WBGPPCE, 2008. 8p.

SITTER, W. R. **Costs for Service Life Optmization the "Law of Fives".** Comite Euro International du Beton – CEB. Boletim Técnico. Copenhagen, 1984.

TREVIZANO, Waldir Andrade; FREITAS, André Luíz Policani. **Emprego do Método da Análise Hierárquica (A.H.P.) na seleção de Processadores.** In: XXV Encontro Nac. de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov. de 2005.

ANEXO A

Não conformidades nos projetos de Água Fria

Nas Tabelas A.1, A.2, A.3 e A.4 são apresentadas as principais não conformidades referentes aos requisitos dos projetos do Sistema de Predial de Água Fria referente ao item “Reservação”, “Instalação elevatória”, “Instalação elevatória” e “Projeto”, respectivamente.

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Tabela A.1 - Check-list água Fria referente ao item “Reservação”.

ÁGUA FRIA						
	Reservação	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Tubulação de aviso de extravasamento do reservatório descarregando em local inadequado					
N	Reservatório inferior enterrado, semienterrado ou apoiado sem rebaixo ou caixa de sucção impedindo total esgotamento					
N	Ausência de tubo-sifão para tomada de água ao fundo do reservatório elevado					
N	Ausência ou insuficiência de folga das paredes laterais de reservatório inferior com paredes limítrofes do subsolo, e da laje de fundo com o piso					
N	Adoção de reservatório com câmara única (sem septo separador)					
N	Formato alongado do reservatório inferior, com zonas de estagnação, dificultando a renovação da água					

N	Ausência de proteção dos pontos de inspeção dos reservatórios contra entrada de água e luminosidade					
B	Reservatório em posição inadequada					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.2 - Check-list água Fria referente ao item “Instalação elevatória”.

ÁGUA FRIA						
	Instalação elevatória	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Insuficiência de espaço na casa de bombas					
N	Ausência de amortecedores de vibração nas bases de apoio e saídas de bombas					
B	Válvula de retenção comum a ambas as saídas de bombas de recalque					
B	Pressurizador em local inadequado					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.3 - Check-list água Fria referente ao item “Distribuição”.

ÁGUA FRIA						
	Distribuição	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição de água					
N	Barrilete em espaço inadequado ou insuficiente para manobras do sistema e manutenção					
N	Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a válvulas de descarga de bacias sanitárias					
N	Tubulações plásticas expostas ao tempo					
N	Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma					
N	Ausência de tubos de ventilação ou dispositivo quebrador de vácuo em colunas de distribuição de água fria					
N	Tubulação com suportes espaçados inadequadamente					
N	Peças de utilização na parede contígua aos ambientes habitados					
N	Central de redução de pressão com uma única válvula redutora de pressão					
N	Tubulação de água fria alimentando simultaneamente válvula de descarga de bacia sanitária e aquecedor central privado ou coletivo					
N	Ausência de dispositivo adequado de prevenção contra refluxo na alimentação de torneiras de jardins, aspersores, fontes, cascatas, piscinas e/ou chafarizes					
B	Adoção de PVC marrom soldável classe 15 para tubulações suscetíveis de golpes de aríete ou com pressão superior a 40 m.c.a.					
B	Ramais de distribuição de água fria formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas					
B	Ausência de tubulação exclusiva para alimentação de água fria a aquecedor central privado ou coletivo					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.4 - Check-list água Fria referente ao item “Projeto”

ÁGUA FRIA						
	Projeto	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
B	Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários					
B	Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes					
B	Escala inadequada					
B	Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico					
B	Ausência de compatibilização com sistema estrutural					
B	Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico					
B	Insuficiência de informações no Memorial Descritivo					
B	Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo					
B	Insuficiência de informações na Lista de Materiais					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Não conformidades nos projetos de Água Quente

Nas Tabelas A.5, A.6 e A.7 estão listadas as principais não conformidades com relação aos projetos do Sistema de Predial de Água Quente referentes aos itens “Reservação”, “Distribuição” e “Projeto”, respectivamente.

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Tabela A.5 - Check-list Água Quente referente ao item “Reservação”.

ÁGUA QUENTE						
	Reservação	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
B	Posicionamento inadequado do reservatório de água quente (boiler)					
B	Não observância à pressão máxima de trabalho do boiler					
N	Dimensionamento incorreto dos aquecedores de acumulação					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.6 - Check-list Água Quente referente ao item “Distribuição”.

ÁGUA QUENTE						
	Distribuição	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Não cumprimento das pressões mínimas e máximas nas instalações recomendadas por Norma.					
N	Ausência de lira ou conexão de expansão em trechos retilíneos longos de tubulações de água quente.					
N	Ausência de sistema de recirculação de água quente.					
N	Ausência de registros de fechamento para comando individual das colunas de distribuição onde há geração central de água quente.					
N	Ausência de amortecedores de vibração nas bases de apoio e saídas de bombas de circulação de água quente.					
B	Extensão insuficiente de braço de flexão em derivações de colunas de distribuição de água quente devido à falta de espaço.					
B	Ausência de registros de fechamento nas derivações de ramais de distribuição de água quente de ambientes sanitários.					
B	Ausência de registros de fechamento nas derivações de ramais de distribuição de água quente a jusante de aquecedores.					
B	Ramais de distribuição de água quente formando sifões invertidos com possibilidade de acúmulo de ar em suas partes altas.					
B	Ausência de respiro ou dispositivo eliminador de ar em pontos altos de ramais de distribuição de água quente.					
B	Superdimensionamento das tubulações de água quente.					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.7 - Check-list Água Quente referente ao item “Projeto”.

ÁGUA QUENTE						
	Projeto	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
B	Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários					
B	Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes					
B	Escala inadequada					
B	Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico					
B	Ausência de compatibilização com sistema estrutural					
B	Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico					
B	Insuficiência de informações no Memorial Descritivo					
B	Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo					
B	Insuficiência de informações na Lista de Materiais					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Não conformidades nos projetos de Esgoto Sanitário

Nas Tabelas A.8, A.9 e A.10 estão listadas as principais não conformidades com relação aos projetos do Sistema de Predial de Água Quente referentes aos itens “Coleta e transporte”, “Ventilação” e “Projeto”, respectivamente.

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Tabela A.8 - Check-list Esgoto Sanitário referente ao item “Coleta e transporte”.

ESGOTO SANITÁRIO						
	Coleta e transporte	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Possibilidade de ocorrência de retrossifonagem em aparelho sanitário					
N	Declividade insuficiente das tubulações de esgoto.					
N	Existência de mudanças de direção em 90° em trechos horizontais de ramais de descarga e esgoto, subcoletores e coletores prediais.					
N	Especificação de material inadequado para condução de esgoto com características específicas.					
N	Possibilidade de transmissão inadequada de ruídos devido à configuração das instalações de esgoto.					
N	Travessia incorreta de vigas e paredes.					

N	Ligação de tubulações de esgoto de aparelhos sanitários onde são utilizados detergentes em regiões de ocorrência de sobrepressão.					
N	Inexistência ou subdimensionamento de caixa de gordura coletiva.					
N	Ausência, inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em bases de tubos de queda e mudanças de direção de subcoletores e coletores prediais de esgoto.					
B	Ralo posicionado no centro do box					
B	Ligação de tubulações de esgoto em regiões de ocorrência de sobrepressão					
B	Lançamento de águas servidas da máquina de lavar roupa diretamente na caixa sifonada					
B	Possibilidade de danos em pé de coluna (causados por eventuais golpes de sólidos que são escoados pelo tubo de queda)					
B	Ausência de Válvula de Retenção de Esgoto em edificação em que possa ocorrer o retorno do esgoto da rede urbana					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.9 - Check-list Esgoto Sanitário referente ao item “Ventilação”.

ESGOTO SANITÁRIO						
	Ventilação	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Ausência ou ventilação ineficiente do sistema de esgoto					
N	Tubo ventilador distante do desconector					
N	Tubulação de ventilação com diâmetro insuficiente					
N	Tubulação de ventilação com aclive insuficiente					
N	Posicionamento inadequado da extremidade de colunas de ventilação de esgoto e tubos ventiladores primários					
N	Ausência de ventilação adequada em pontos a acima e abaixo de desvios de tubos de queda					
N	Ramal de ventilação ligado a coluna de ventilação a menos de 15 cm acima do nível de transbordamento da água do mais alto dos aparelhos sanitários, excluindo-se os que despejam em ralos ou caixas sifonadas de piso					
N	Ausência de terminais de ventilação adequados nas extremidades de colunas de ventilação e de tubos ventiladores primários					
N	Travessia incorreta de vigas e paredes					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.10 - Check-list Esgoto Sanitário referente ao item “Ventilação”.

ESGOTO SANITÁRIO						
	Projeto	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
B	Ausência de detalhamento dos ambientes sanitários.					
B	Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes.					
B	Escala inadequada.					
B	Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico.					
B	Ausência de compatibilização com sistema estrutural.					
B	Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico.					
B	Insuficiência de informações no Memorial Descritivo.					
B	Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo.					
B	Insuficiência de informações na Lista de Materiais.					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Não conformidades nos projetos de Águas Pluviais

Nas Tabelas A.11, A.12 e A.13 estão listadas as principais não conformidades com relação aos projetos do Sistema de Predial de Água Quente referentes aos itens “Coleta ”, “Transporte” e “Projeto”, respectivamente.

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.

Tabela A.11 - Check-list Água Pluvial referente ao item “Coleta”.

ÁGUA PLUVIAL						
	Coleta	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Subdimensionamento de áreas de contribuição					
N	Declividade incorreta de lajes					
N	Quantidade insuficiente de ralos em lajes					
N	Subdimensionamento da seção de calhas					
N	Ausência de declividade das calhas de beiral ou de platibanda					
N	Falta de extravasor nas calhas					
B	Declividade incorreta das áreas de contribuição externas					
B	Ausência de declividade das calhas de água-furtada					
B	Dimensionamento de saída única para o esgotamento de calhas					
B	Posicionamento inadequado de pontos de drenagem					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.12 - Check-list Água Pluvial referente ao item “Transporte”.

ÁGUA PLUVIAL						
	Transporte	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
N	Subdimensionamento dos condutores verticais					
N	Falta de especificação de tubulação reforçada nos condutores verticais de águas pluviais					
N	Ausência de dispositivos de inspeção em condutores horizontais de águas pluviais					
B	Inadequação e/ou inacessibilidade de dispositivos de inspeção em condutores horizontais de águas pluviais					
B	Existência de mudanças de direção em 90° em condutores horizontais de águas pluviais					
B	Dimensionamento de tubulações com diâmetros superiores ao cobrimento disponível					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

Tabela A.13 - Check-list Água Pluvial referente ao item “Projeto”.

ÁGUA PLUVIAL						
	Projeto	**ID**	**N ID**	**NA**	**OBS.**	**ID MIT**
B	Ausência de detalhamento de elementos específicos importantes					
B	Escala inadequada					
B	Ausência de compatibilização com projeto arquitetônico					
B	Ausência de compatibilização com sistema estrutural					
B	Ausência de compatibilização com sistema predial elétrico					
B	Insuficiência de informações no Memorial Descritivo					
B	Insuficiência de informações no Memorial de Cálculo					
B	Insuficiência de informações na Lista de Materiais					

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Silva (2016)

N: Não conformidade normativa; **B:** Não conformidade às Boas Práticas de Engenharia

ID: Identificado; **N ID:** Não identificado; **N A:** Não se aplica; **OBS.:** Observação; **ID MIT**: Identificado, porém mitigado.