

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE ARTES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**CARLA CORDEIRO GOMES**

**USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES DE VITÓRIA, VILA VELHA E SERRA: POR QUE NÃO?**

VITÓRIA  
2018

**CARLA CORDEIRO GOMES**

**USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES DE VITÓRIA, VILA VELHA E SERRA: POR QUE NÃO?**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Engel de Alvarez

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves

VITÓRIA

2018

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

G633u Gomes, Carla Cordeiro, 1981-  
Uso de fontes alternativas de água não potável em  
edificações multifamiliares de vitória, vila velha e serra. : Por que  
não? / Carla Cordeiro Gomes. - 2018.  
159 f. : il.

Orientadora: Cristina Engel Alvarez.  
Coorientador: Ricardo Franci Gonçalves.  
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes.

1. Fontes alternativas de água não potável.. 2. Reuso de  
água cinza.. 3. Aproveitamento de água de chuva.. 4.  
Aproveitamento de água de condensado.. 5. Tratamento de  
água descentralizado.. I. Alvarez, Cristina Engel. II. Gonçalves,  
Ricardo Franci. III. Universidade Federal do Espírito Santo.  
Centro de Artes. IV. Título.

CDU: 72

---

CARLA CORDEIRO GOMES

**USO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES DE VITÓRIA, VILA VELHA E SERRA: POR QUE NÃO?**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, na área de concentração cidade e impactos no território.

Aprovada no dia 22 de outubro de 2018.

Comissão Examinadora

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cristina Engel de Alvarez  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora

---

Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Coorientador

---

Prof. Dr. Paulo Sergio de Paula Vargas  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador externo

---

Prof. Dr. Diogo Costa Buarque  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador Externo

A Deus, aos meus filhos, netos, tataranetos e seus amigos.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha capacidade de chegar até aqui e, ter colocado no meu caminho pessoas incríveis:

Mãe, porque sem ela eu não conseguiria.

Pai, pelo exemplo e incentivo a estudar sempre.

Marido, por ter apostado no meu sonho.

Filha, pelo amor, compreensão e companhia nas madrugadas.

Filho, por me mostrar que mesmo com os imprevistos eu sou capaz.

Irmã, pelas produtivas conversas e por acreditar no meu potencial.

Avós, pela torcida e amor.

Denize, por me ajudar a ter tempo para estudar.

Orientadora, por ter me ensinado mais do que imagina.

Co-orientador, por ter me guiado na minha escuridão sobre o tema.

Diogo e Paulo, pelo interesse e disponibilidade em compor a banca de avaliação.

Daniela, por ter me mandado atravessar o mar “nadando” para fazer a prova de seleção.

Fabília, por toda a paciência e empenho para me situar no mundo acadêmico.

Rhaina, pelas reflexões, lembretes do período de matrícula e auxílio na revisão.

Malena, pelo suporte e carinho.

Renate, por ter sido além de suporte técnico, uma grande amiga.

Jussara, por ter me iluminado e dado energia para seguir em frente, mesmo sem a energia.

Verinha, pela ajuda com a língua portuguesa e com as minhas crises de mestrandia.

Edna, Márcia e Karla, por estarem sempre disponíveis para tirar minhas dúvidas.

Gutemberg, pela preciosa orientação em estatística.

Francisco, pelas ricas reflexões sobre metodologia.

Calmon, pelos discursos agregando conhecimento e reflexões sobre tudo um pouco.

Edimilson, Karina e Stefany, pela parceria nos estudos de energia e paciência em me ensinar a redigir artigo.

Eneida e Juliette, pela gentileza e eficiência.

Fabiana, pela essencial contribuição na elaboração dos orçamentos.

Celso, Fernanda e Graciele, pelo compartilhamento de dados.

Andressa, Juliana, Thaís, Sílvia e Miria pelas informações e tudo mais.

Síndicos, por abrirem as portas dos seus condomínios com tanta gentileza.

Equipe do LPP pela contribuição nos questionários e agradável convivência, em especial Carol, Jordano, Juliana, Karla, Lohane, Stella e Wagner.

Equipe da Fluxo Ambiental, por ter oferecido suporte técnico e orçamentos.

Equipes das construtoras Da Caza, Lorenge e Mazzini Gomes pela confiança na disponibilização de dados.

Equipe da InfinythTech, pela presteza nas informações.

UFES, Núcleo Água, Rede Urbanere e Rede Cires pela oportunidade de pesquisa.

Todos que disponibilizaram tempo para responder os questionários, enriquecendo a pesquisa.

Amigos e familiares, por entenderem a minha ausência.

## RESUMO

Segundo a ONU a escassez de água atinge mais de 40% da população mundial. A Região Metropolitana da Grande Vitória entra nesta estatística quando em razão da estiagem de 2016 foi necessário racionamento de água. Baseando-se neste cenário, a questão que problematiza esta pesquisa é: por que as novas construções de edifícios multifamiliares não adotam instalações prediais para o uso de fontes alternativas de água não potável? Em resposta foi levantada a seguinte hipótese: novos edifícios multifamiliares não são concebidos com instalações prediais para o uso de fontes alternativas de água não potável, devido a entraves de fatores técnico, financeiro, legal, político, ambiental e cultural. Assim esta pesquisa tem como objetivo identificar as razões da não adoção de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em novos edifícios multifamiliares dos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra, cuja metodologia foi delimitada em três etapas. Na etapa 1, a partir da avaliação qualitativa das respostas obtidas na aplicação dos questionários, foram reconhecidos como entraves os levantados pela hipótese desta pesquisa e identificados os mais impactantes, como o desconhecimento técnico de alguns sistemas pelos projetistas e construtores, a pouca variedade de fornecedores especialistas em sistemas e serviços para uso de fontes alternativas e pouco incentivo na adoção de sistemas hidrossanitários híbridos pelos gestores públicos dos municípios. Na etapa 2, foi realizado estudo de caso pelos ensaios projetuais das opções de sistemas híbridos A (água potável da rede, água de chuva, ETAC com *wetland* e água de condensado), B (água potável da rede, água de chuva, ETAC com *wetland*) e C (água potável da rede, água de chuva, ETAC sem *wetland* e água de condensado) e D (água potável da rede e água de chuva). Esta avaliação técnica permitiu constatar que a implantação destes sistemas são viáveis tecnicamente, desde que o projeto seja concebido originalmente cumprindo os requisitos que atendam às necessidades espaciais no conjunto da arquitetura. Com intuito de aumentar a probabilidade de tornar viável técnico e economicamente as opções A, B e C, além do sistema completo foram simuladas configurações com instalações básicas, ou seja, apenas as instalações embutidas na construção. Esta configuração possibilita o usuário completar o sistema posteriormente sem grandes impactos de obra, apenas conectando os equipamentos tais como bomba e ETAC. Na etapa 3, a avaliação econômica, a partir do cruzamento dos dados do custo direto total da obra com a diferença dos custos de D em relação às opções A, B e C, demonstrou para os sistemas completos variação entre 0,95 e 0,82%, e para os sistemas básicos de 0,45 a 0,39%. Ponderando todos os resultados qualitativos e quantitativos desta pesquisa constata-se a viabilidade técnico-econômica no investimento em sistemas alternativos. Destacando-se no contexto a tecnologia da ETAC com *wetland*, que além de representar baixo custo de investimento em implantação e manutenção, não impacta no custo com ocupação de área construída, uma vez que pode ser alocada na área permeável, exigida pelos PDU e PDM dos municípios.

**Palavras-chave:** fontes alternativas de água não potável, reúso de água cinza, aproveitamento de água de chuva, aproveitamento de água de condensado.

## ABSTRACT

According to ONU statistics, water scarcity affects over 40% of the world's population, and the Metropolitan Region of Grande Vitória enters this statistic when in 2016, due to drought, when water rationing was necessary. Based on this scenario, the question that problematizes this research is: why do new multifamily buildings not adopt alternative sources of non-potable water installations? In response, the following hypothesis was raised: new multifamily buildings are not designed with alternative sources of non-potable water installations due to technical, financial, legal, political, environmental and cultural factors. The research purpose is to identify the reasons for not adopting alternative sources of non-potable water installations in new multifamily buildings in the Vitória, Vila Velha and Serra counties, whose methodology was delimited in three stages. In stage 1, from the answers to a qualitative evaluation, obtained by questionnaire application, those raised by the hypothesis research were recognized as obstacles, and the most striking were identified, such as the designers and builders' technical unfamiliarity with some systems, the little variety of suppliers and low incentives by the counties. In stage 2, a case study designed tests of the hybrid system options, A (potable water from the grid, rainwater, ETAC with wetland and condensate), B (potable water from the grid, rainwater, ETAC with wetland), C (potable water from the grid, rainwater, ETAC without wetland and condensate) and D (network drinking water and rainwater). This technical evaluation allowed to verify that these systems' implantation are technically viable, since the project can be conceived fulfilling the requirements and respecting the space needs in the architecture. In order to increase the probability of making the options A, B and C technically and economically viable, in addition to the complete system, configurations with basic installations were simulated, that is, only the built-in installations. This configuration allows the user to complete the system without construction impacts, just connecting the equipment such as pumps and ETAC. In stage 3, the economic evaluation, based on the total direct cost comparison with the option D costs difference regarding to the options A, B and C, showed for the complete systems a variation between 0.95 and 0.82%, and for basic systems from 0.45 to 0.39%. Considering all the qualitative and quantitative results, it is ensured that technical-economical viability exists in the alternative systems investment. Highlighting the ETAC technology with wetland, which besides representing low investment cost implementation and maintenance, also doesn't impact on the occupancy cost of constructed area, since it can be allocated in the permeable area, required by the PDU and PDM of municipalities.

**Keywords:** alternative sources of non-potable water, gray water reuse, rainwater use, condensed water use.

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b> .....	20
<b>1.1 Justificativa</b> .....	22
<b>1.2 Objetivo geral</b> .....	24
<b>1.3 Objetivos específicos</b> .....	24
<b>2 Estado da arte</b> .....	26
<b>2.1 Cenário Local - Metropolitano</b> .....	27
<b>2.2 Instalações para uso de fontes alternativas de água não potável</b> .....	31
2.2.1. Aproveitamento de água da chuva.....	32
2.2.2 Aproveitamento de água de condensado.....	36
2.2.3 Sistema de reuso de águas cinzas claras .....	39
<b>3 Procedimentos Metodológicos</b> .....	48
<b>3.1. Etapa 1: Reconhecimento</b> .....	50
3.1.1 Definição dos entraves.....	50
3.1.2. Elaboração do questionário.....	54
3.1.3. Consolidação das respostas .....	61
<b>3.2. Etapa 2: Avaliação Técnica</b> .....	63
3.2.1. Seleção das tecnologias .....	63
3.2.2. Seleção do modelo .....	67
3.2.3. Estudo de caso .....	68
<b>3.3. Etapa 3: Avaliação Econômica</b> .....	77
3.3.1. Elaboração dos orçamentos.....	78
3.3.2. Composição das tabelas comparativas.....	80
<b>4 Avaliação dos resultados</b> .....	83
<b>4.1 Etapa 1: Reconhecimento</b> .....	83
<b>4.2 Etapa 2: Avaliação técnica</b> .....	112
<b>4.3 Etapa 3: Avaliação Econômica</b> .....	128
<b>5 Considerações finais</b> .....	137
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	140
<b>APÊNDICE 01</b> .....	148
<b>APÊNDICE 02</b> .....	149
<b>APÊNDICE 03</b> .....	151
<b>APÊNDICE 04</b> .....	158
<b>ANEXO 01</b> .....	159

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráficos de caracterização e quantificação média por tipo de consumo de água em residências brasileiras .....	23
Figura 2 - Gráfico da distribuição das unidades de produção entre Viana, Cariacica, Serra, Vitória e Vila Velha .....	28
Figura 3 – Exemplos de filtros para água de chuva disponíveis no mercado .....	34
Figura 4 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de chuva), com reservatório de água de chuva implantado na parte superior do edifício .....	35
Figura 5 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de chuva), com reservatório de água de chuva implantado na parte inferior do edifício .....	36
Figura 6 - Esquema do processo de condensado da água, no equipamento de ar condicionado .....	37
Figura 7 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de condensado), com reservatório de água de chuva implantado na parte superior do edifício .....	38
Figura 8 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de condensado), com reservatório de água de chuva implantado na parte inferior do edifício .....	38
Figura 9 - Reservatório de água de condensado do edifício Sequóia .....	39
Figura 10 - Reservatório de água de condensado do edifício Parque Jequitibá .....	39
Figura 11 - Fluxograma da ETAC.....	40
Figura 12 - Tipos de wetlands construídos .....	42
Figura 13 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento implantada na parte inferior do edifício .....	43
Figura 14 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento implantada na parte superior do edifício .....	43
Figura 15 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Royal Blue ...	44

Figura 16 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Venina .....	44
Figura 17 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Luiz Nogueira .....	44
Figura 18 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Rio Grande ..	45
Figura 19 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Esmeralda ...	45
Figura 20 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento com wetland implantada na parte inferior do edifício .....	46
Figura 21 - ETAC com <i>wetland</i> implantada no banco SICOOB .....	47
Figura 22 - Opções de composição de jardinagem para wetlands .....	47
Figura 23 - Exemplo de verificação da usabilidade do questionário.....	60
Figura 24 - Perspectiva com indicação dos pavimentos do edifício Royal Blue. ....	68
Figura 25 - Fotos da cobertura e jardins do edifício Royal Blue. ....	69
Figura 26 – Planta baixa do apartamento tipo.....	69
Figura 27 – Esquema das instalações de água de condensado de 5 máquinas de ar condicionado .....	70
Figura 28 - Implantação da ETAC com wetland da área de jardim. ....	71
Figura 29 - ETAC com 6 tanques, implantada originalmente em 2006 no edifício Royal Blue x ETAC com tanque quadripartido, proposto para ser utilizado no ensaio projetual.....	73
Figura 30 - Tubulações de água cinza e de água de reuso unificados em tubulação de esgoto e água fria convencional.....	74
Figura 31 - Legenda cromática da especificação sistemas. ....	112
Figura 32 - Configurações das opções dos sistemas completos.....	113
Figura 33 - Configurações das opções dos sistemas básicos.....	113
Figura 34 - Configuração da ETAC sem wetland, da opção C. ....	114
Figura 35 – Configuração do sistema convencional, sem ETAC, opção D. Vista dos reservatórios.....	115

Figura 36 – Configuração do sistema convencional, sem ETAC, opção D. Vista das tubulações.....	115
Figura 37 - Configuração do sistema ETAC com wetland, sem ETAC, opções A e B. Vista frontal. ....	116
Figura 38 - Configuração do sistema ETAC com wetland, opções A e B. Vista de fundos. ....	117
Figura 39 - Configurações das tubulações de água residual de chuva, condensado e cinza clara. ....	118
Figura 40 - Configurações das tubulações de captação da água de condensado, opções A, B, C e D.....	118
Figura 41 - Configurações das tubulações para águas residuárias, opções A, B C e D. ....	119
Figura 42 - Configuração da tubulação para águas potável e não potável, opções A, B C e D. ....	120
Figura 43 - Configuração da tubulação para águas residuais, potável e não potável, opções A, B C, D.....	121
Figura 44 – Comparações das variações e redimensionamentos dos banheiros dos pavimentos tipo. ....	123
Figura 45 - Comparações das variações e redimensionamentos dos banheiros dos pavimentos tipo e cobertura. ....	124
Figura 46 - Comparações da substituição das tubulações de águas residuais da área de serviço, tipo. ....	124
Figura 47 - Comparações das configurações das tubulações dos banheiros do térreo e da cobertura. ....	125
Figura 48 - Comparações das configurações do barrilete e dos reservatórios superior. ....	126

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência de utilização dos itens de conservação de água divulgados .	27
Tabela 2 - Distribuição das unidades residenciais em produção, nos bairros de Serra .....	28
Tabela 3 - Distribuição das unidades residenciais nos bairros de Vitória.....	28
Tabela 4 - Distribuição das unidades residenciais nos bairros de Vila Velha.....	29
Tabela 5 - Populações e universos das partes envolvidas no contexto da pesquisa. ....	55
Tabela 6 - Definição dos métodos das amostragens.....	60
Tabela 7 - Escala cromática das faixas percentuais dos resultados da pesquisa. ....	62
Tabela 8 - Consolidação das respostas. ....	62
Tabela 9 - Memorial de cálculo do dimensionamento do tanque wetland. ....	72
Tabela 10 - Exemplo do cálculo da formação de preço por tipo de tubo.....	79
Tabela 11 - Exemplo do cálculo do orçamento por sistema/ pavimento.....	80
Tabela 12 - Tabela comparativa de orçamentos entre opções A, B, C e D e avaliação de viabilidade de implantação das instalações na arquitetura.....	81
Tabela 13 - Consolidação das respostas sobre os entraves 1.1 a 1.3: desconhecimento técnico sobre sistema de captação de água de condensado e de chuva e reuso de água cinza.....	86
Tabela 14 - Consolidação das respostas sobre os entraves 1.4 a 1.6: pouca opção de fornecedores de equipamentos, serviços de instalação e manutenção. ....	87
Tabela 15 - Consolidação das respostas sobre o entrave 1.7: comodismo dos projetistas e dos construtores em executar os sistemas convencionais. ....	90
Tabela 16 - Consolidação das respostas sobre os entraves 1.8. e 1.9: falta de normas técnicas que regulem a qualidade da água e dos sistemas de instalações prediais.	91
Tabela 17 - Consolidação das respostas sobre o entrave 1.10: concepção do projeto arquitetônico.....	95

Tabela 18 - Consolidação das respostas sobre o entraves 2.1 a 2.3: desconhecimento sobre o custo dos sistemas, manutenção e projetos de instalação predial.....	96
Tabela 19 - Consolidação das respostas sobre o entraves 2.4 a 2.6: percepção de que o custo de manutenção, implantação e projeto dos sistemas alternativos são elevados em relação ao convencional.....	98
Tabela 20 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.7: investidores não pagam mais por apartamento que não tenha retorno imediato.....	99
Tabela 21 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.8: desconhecimento do impacto no consumo de energia com bombeamento do início ao fim da rede de distribuição de água e do tratamento de esgoto.....	102
Tabela 22 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.9: inexistência de incentivo fiscal, que favoreça o investimento na implantação dos sistemas de fontes alternativas de água não potável.....	103
Tabela 23 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.10: percepção de alto custo no consumo de energia com bombeamento para captação e tratamento das fontes alternativas de água.....	104
Tabela 24 - Consolidação das respostas sobre o entrave 3.1: desconhecimento de legislação sobre uso de fontes alternativas de água não potável.....	105
Tabela 25 - Consolidação das respostas sobre os entraves 3.2 e 3.3 falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água não potável, por desconhecimento técnico dos legisladores ou por falta de empenho dos gestores públicos; 3.4 interesse das empresas; 3.5 inexistência de obrigatoriedade por lei do uso de fontes alternativas de água não potável.....	106
Tabela 26 - Consolidação das respostas sobre os entraves: 4.1) desconhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis; 4.2) não preocupação dos usuários com impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentável.....	108
Tabela 27 - Consolidação das respostas-- sobre o entrave 4.4: falta de fiscalização em relação à qualidade das fontes alternativas de água não potável.....	110

Tabela 28 - Consolidação das respostas sobre o entrave 4.5: rejeição na reutilização de água não potável, o chamado yuck fator.....	111
Tabela 29 - Comparação dos quantitativos por metro linear de tubos entre as opções A, B, C e D. ....	129
Tabela 30 - Comparação dos orçamentos por sistema e pavimentos entre as opções A, B, C e D (valores em R\$).....	130
Tabela 31 - Comparativo dos orçamentos das opções A, B, C em relação à D e, em relação ao custo direto total da obra (valores em R\$).....	133
Tabela 33 - Comparação das despesas com manutenção entre as opções A, B, C e D (valores em R\$).....	134
Tabela 34 - Comparativo percentual dos custos das opções A, B, C e D em relação a manutenção (valores em R\$).....	135

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Estruturação da dissertação.....	25
Quadro 2 - Diagrama dos procedimentos metodológicos da pesquisa. ....	49
Quadro 3 - Possíveis entraves relacionados ao fator técnico.....	50
Quadro 4 - Possíveis entraves relacionados ao fator financeiro.....	52
Quadro 5 - Possíveis entraves relacionados aos fatores legais e políticos .....	53
Quadro 6 - Possíveis entraves relacionados a fatores ambientais e culturais.....	54
Quadro 7 - Seleção de entraves relativos ao fator técnico por perfil. ....	56
Quadro 8 - Seleção de entraves relativos ao fator financeiro por perfil. ....	57
Quadro 9 - Seleção de entraves relativos ao fator legal ou político por perfil.....	57
Quadro 10 - Seleção de entraves relativos ao fator ambiental ou cultural por perfil..	58
Quadro 11 - Exemplo da estruturação da seleção dos entraves, elaboração das perguntas e alternativas de respostas dos questionários.....	59
Quadro 12 - Comparativo das opções de fontes alternativas de água não potável ..	64
Quadro 13 - Levantamento de edifícios multifamiliares construídos com sistemas híbridos em Serra, Vitória e Vila Velha.....	64
Quadro 14 - Levantamento de edificações com sistemas híbridos com uso de fontes alternativas de água não potável, além da água de chuva .....	65
Quadro 15 - Opções de sistemas híbridos que foram ensaiados no estudo de caso. ....	65
Quadro 16 - Comparativo de dados para seleção do modelo. ....	67
Quadro 17 - Comparativo entre opções A, B, C e D e avaliação de viabilidade de implantação das instalações na arquitetura. ....	76
Quadro 18 - Requisitos para implantação dos sistemas de instalações para uso de fontes alternativas de água não potável.....	127
Quadro 19 - Comparação de vantagens e desvantagens entre os sistemas A, B, C e D.....	128

**LISTA DE SIGLAS**

<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Recursos Hídricos
<b>BDI</b>	Benefícios e Despesas indiretas
<b>BIM</b>	Building Information Modeling
<b>CEF</b>	Caixa Econômica Federal
<b>CESAN</b>	Companhia Espírito Santense de Saneamento
<b>CIRRA</b>	Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
<b>CUB</b>	Custo Unitário Básico
<b>DEC</b>	Decantador
<b>ECO-92</b>	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
<b>ETAC</b>	Estação de Tratamento de Água Cinza
<b>FAN</b>	Filtro Anaeróbio
<b>FBAS</b>	Filtro Biológico Aerado Submerso
<b>FIESP</b>	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
<b>FINEP</b>	Financiadora de Estudos e Projetos
<b>FGV</b>	Fundação Getúlio Vargas
<b>GBC Brasil</b>	Green Building Council Brasil
<b>INCC-M</b>	Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado
<b>IOPES</b>	Instituto de Obras Públicas do Estado do Espírito Santo

<b>LABEE</b>	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
<b>LABTARE</b>	Laboratório de Tratamento de Águas e Reúso de Efluentes
<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environmental Design
<b>LPP</b>	Laboratório de Planejamento e Projetos
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>PMBH</b>	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
<b>PMG</b>	Prefeitura Municipal de Guarulhos
<b>PMRJ</b>	Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro
<b>PMS</b>	Prefeitura Municipal de Serra
<b>PMSP</b>	Prefeitura Municipal de São Paulo
<b>PMV</b>	Prefeitura Municipal de Vitória
<b>PMVV</b>	Prefeitura Municipal de Vila Velha
<b>RAC</b>	Reator Anaeróbico Compartimentado
<b>RMGV</b>	Região Metropolitana da Grande Vitória
<b>SICOOB</b>	Sistema de Cooperativas de Crédito do Brasil
<b>SINDUSCON-ES</b>	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## 1 Introdução

Em 1992, aconteceu a conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, em que foram deliberadas as Agendas 21, mundial e nacionais. Nesse encontro, foram identificados os problemas prioritários, os recursos e os meios para enfrentá-los, bem como as metas para as décadas seguintes (ONU, 1992).

Das 39 metas, 11 tinham relação direta com atividades e impactos da construção civil. Passados 25 anos da ECO-92, a sustentabilidade das cidades brasileiras ainda é uma realidade distante, embora seja inegável os avanços em alguns setores específicos. Com base nos dados fornecidos no Plano de Ação Vitória Sustentável constata-se um crescimento acelerado da ocupação do solo urbano na capital do Espírito Santo e em várias cidades (INSTITUTO PÓLIS, 2015).

Os processos de urbanização apresentam um ritmo acelerado na América Latina e Caribe, região em desenvolvimento mais urbanizada do planeta. A taxa de urbanização passou de 62%, em 1980, para 80%, em 2014. Se essa tendência se mantiver, estima-se que em 2050 essa taxa alcance 86% (INSTITUTO PÓLIS, 2015, p.15).

Nesse panorama, as cidades estão passando por dificuldades no abastecimento de água potável, além do tratamento de resíduos. Nos meses de setembro e outubro de 2016, as reservas de abastecimento de água potável da Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV não foram suficientes para atender plenamente à população, devido à estiagem. Sendo assim, pela primeira vez na história, foi necessário fazer racionamento de água por rodízio de fornecimento (CESAN, 2016).

Em função do exposto, verifica-se uma crescente preocupação com a sustentabilidade no setor da construção civil e a tendência na busca pela adequação ao contexto da crise hídrica, com o intuito de minimizar seus impactos na rede urbana (PROENÇA *et al.*, 2011).

Buscando ações para a melhoria desse cenário, em 27 de setembro de 2015, o governo brasileiro participou da reunião dos Chefes de Estado da Organização das Nações Unidas - ONU, que consolidou os objetivos do desenvolvimento sustentável para os 15 anos seguintes, registrada como Agenda 2030 (ONU, 2015). Nesse contexto, foi reconhecida a necessidade da promoção de comunidades sustentáveis,

que se tornam importantes para o funcionamento equilibrado da cidade, contribuindo para a qualidade de vida da população.

Percebe-se que com a recente crise hídrica, tanto no Brasil como em alguns outros locais do planeta, consolidou-se um período de abertura para as mudanças comportamentais e de consumo, com perceptíveis movimentos favoráveis de estímulo às ações de sustentabilidade.

Nos âmbitos mundial e nacional, acontece a consolidação e estabelecimento de metas da Agenda 2030 (ONU, 2015). Por sua vez, os gestores de Vitória passaram por um processo de reflexão e análise com a criação do Plano de Ação Vitória Sustentável (INSTITUTO PÓLIS, 2015), concluído em julho de 2015, além da revisão do seu Plano Diretor Urbano - PDU (PMV, 2018).

Nesse sentido, a promoção de comunidades sustentáveis, apesar de dependência em grande parte do planejamento urbano, pode se dar também por meio de medidas praticáveis pelos empreendedores individuais (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Keeler e Burke (2010) apontam para a adequada inserção urbana das edificações como de fundamental importância para o funcionamento equilibrado da cidade.

Portanto, além do setor público, o privado também deve agir com ações positivas em prol da sustentabilidade do planeta. Para tanto, precisa desenvolver sistemas eficientes e atrativos economicamente para que a sua execução seja viável, garantindo a manutenção e até o aumento do benefício financeiro, pelo qual este setor é movido (KATS; BRAMAN; JAMES, 2014).

Em vista da necessidade da tomada de ações alicerçadas no conceito de sustentabilidade, a questão que problematiza esta pesquisa é: por que as novas construções de edifícios multifamiliares não adotam instalações prediais para o uso de fontes alternativas de água não potável?

## 1.1 Justificativa

O planeta Terra é constituído de 70% de água. Desse volume, apenas 3% é de água doce, que está distribuída 77,2% na forma de gelo das calotas polares, 22,4% em água subterrânea, 0,35% em lagos e pântanos; 0,04% em rios, e 0,01% na atmosfera. Pelos continentes, a água doce está distribuída 3,9% na Oceania, 9,7% na África, 15% na Europa, 31,8% na Ásia, 39,6% nas Américas (ANA, 2014).

O Brasil apresenta alto potencial hídrico, em vista da concentração de 12% do volume total mundial no seu território. A distribuição por regiões está 80% para o Norte, que abrange 5% de brasileiros, e 3% de recursos hídricos disponíveis para mais de 45% da população das regiões na costa do Oceano Atlântico (ANA, 2018).

Constata-se que, apesar do Brasil ser rico em água doce, esse recurso está mal distribuído em relação ao abastecimento dos centros industriais, agrícolas, pecuários e urbanos. Isso gera uma grande concentração dessa parcela na região da floresta Amazônica, o que dificulta a distribuição para as regiões metropolitanas situadas no Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul do país.

Verifica-se no balanço quali-quantitativo de recursos hídricos por regiões brasileiras, o resultado obtido é que a maior parte do Sudeste e do Nordeste apresenta algumas ou diversas bacias em estado crítico, o que diminui seus potenciais hídricos. Essa situação alerta para o risco de possíveis problemas no abastecimento de água potável dessas regiões (ANA, 2017).

Ainda segundo a ANA (2017), mais da metade da água doce consumida no Brasil é destinada à irrigação, com 67,2% da parcela de consumo, contra 2,4% rural, 9,5% industrial, 8,8% urbano e 11,1% pecuária.

A Figura 1 apresenta o percentual de consumo médio de água por tipo de uso em residências brasileiras.

Figura 1 – Percentual de consumo médio de água por tipo de uso em residências brasileiras.



Fonte: Adaptado de Hafner, p.33 (2007).

A partir desse reconhecimento de consumo, constata-se que 53% do esgoto sanitário<sup>1</sup> gerado é água cinza clara, provenientes de chuveiro, lavatório e máquina de lavar roupa. Esse volume, em vez de ser descartado na rede para tratamento do esgoto, poderia ser reutilizado. Essa ação poderia economizar até 25% de água potável, ao atender demandas<sup>2</sup> de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de carros (ABNT, 2018).

Além da economia do consumidor com água potável, o uso de fontes alternativas de água não potável contribui para eficiência energética na rede de tratamento de esgoto. Pois, ampliando a cobertura dos sistemas públicos de esgoto amplia-se a necessidade de bombeamento entre outros equipamentos consumidores de energia envolvidos no processo de tratamento do esgoto, conforme demonstrado por estudo realizado em Florianópolis (VIEIRA, 2013).

Para atender às legislações ambientais, que regulamentam o lançamento de efluentes, as novas estações de tratamento de esgoto devem, ainda, adotar tecnologias aeróbias. Tais tecnologias possuem elevada taxa de remoção de nitrogênio, que apresentam alto consumo energético, como por exemplo, o lodo ativado com aeração prolongada.

Objetivando evitar o crescimento do consumo energético do setor hídrico, medidas devem ser adotadas para minimizar a geração de efluentes. Essa diminuição pode ser

<sup>1</sup> Esgotos sanitários são todas as águas servidas provenientes de aparelhos hidrossanitários do edifício (ABNT, 2018).

<sup>2</sup> Demanda é a quantidade de água utilizada nas atividades consumidoras, durante um dado período de tempo (ABNT, 2018).

atingida por meio do uso de equipamentos economizadores e pelo tratamento de água cinza *in loco* (VIEIRA e GHISI, 2016).

Ainda que se tenha uma economia de energia para o sistema hídrico com a redução do consumo de água potável e de descarte de efluentes sanitários, o consumo de energia continuará existindo em caso de tratamento de água cinza ou pluvial *in loco*. Portanto, a integração de tecnologias descentralizadas, que utilizem fontes alternativas, tanto de água, quanto de energia, pode contribuir para o aumento da eficiência de água e energia para os novos edifícios (NOLDE, 2014).

A eficiência hídrica nas construções está alicerçada no conceito de conservação, que consiste em qualquer ação que diminua o volume de água demandada das fontes de abastecimento, combatendo o desperdício, ou ainda, fazendo o reuso de água (ANA, 2017).

Nesse contexto, em resposta ao questionamento motivador da presente pesquisa, foi levantada a hipótese de que novos edifícios multifamiliares não são concebidos com instalações prediais para o uso de fontes alternativas de água não potável, devido a entraves de fatores técnico, financeiro, legal, político, ambiental e cultural.

## **1.2 Objetivo geral**

Esta pesquisa teve como objetivo identificar as razões da não adoção de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em novos edifícios multifamiliares nos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra.

## **1.3 Objetivos específicos**

Para a concretização e complementação do objetivo proposto, foram definidos dois objetivos específicos:

Objetivo específico 1 - segundo a percepção das partes envolvidas na construção civil, reconhecer quais são os entraves no que diz respeito à adoção das instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, em edifícios multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra.

Objetivo específico 2 - avaliar a viabilidade técnica e econômica das instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, na construção de edificações multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra.

A expectativa da pesquisa foi obter como resultados o reconhecimento dos entraves e a viabilidade técnica e econômica positiva, de modo a tornar o uso de fontes alternativas de água não potável uma solução atrativa no mercado da construção civil, incentivando a autonomia dos edifícios multifamiliares em relação à rede de distribuição.

Os procedimentos metodológicos e os resultados do cumprimento dos objetivos seguem descritos nos capítulos 3 e 4, conforme esquema da estruturação da dissertação apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Estruturação da dissertação.

<b>Capítulos</b>	<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>Contextualização do tema com introdução e justificativa e, esclarecimento do foco da pesquisa com a definição dos objetivos geral e específicos.</b>
	<b>2</b>	<b>Estado da arte</b>	<b>Explanação do estado da arte com foco na aplicação das tecnologias de sistemas de instalações prediais de edifícios multifamiliares para uso de fontes alternativas de água não potável, em âmbito local.</b>
	<b>3</b>	<b>Procedimentos metodológicos</b>	<b>Descrição dos procedimentos metodológicos para obtenção dos resultados esperados, aos quais se propõe esta pesquisa.</b>
	<b>4</b>	<b>Resultados da pesquisa</b>	<b>Apresentação e ponderação dos resultados da pesquisa.</b>
	<b>5</b>	<b>Considerações finais</b>	<b>Avaliação do cumprimento dos objetivos da pesquisa, além da identificação de lacunas e consequente recomendação para a continuação da pesquisa.</b>

## 2 Estado da arte

Países europeus com baixo potencial de recursos hídricos – como Portugal, por exemplo – estão criando ferramentas de avaliação específicas de consumo de água, bem como selos para incentivar a conservação de água<sup>3</sup> nas suas edificações (PIMENTEL; SILVA, 2016).

O Brasil, por outro lado, apresenta ritmo lento no avanço de ações de conservação de água na construção civil. Em contrapartida, iniciativas de incentivo estão sendo implementadas na gestão pública municipal como em Belo Horizonte (PMBH, 2012), São Paulo (PMSP, 2015) e Rio de Janeiro (PMRJ, 2012).

Por sua vez, empreendedores capixabas do setor privado da construção civil estão adotando certificações internacionais como LEED (GBC BRASIL, 2017) e AQUA (VANZOLINI, 2016), principalmente nos edifícios comerciais. Isso permite o destaque perante à concorrência, por contribuírem com benefícios, como a preservação do meio ambiente e o potencial de economia no consumo, por exemplo de energia e de água.

Como forma de promover o uso racional de recursos naturais nas construções e na melhoria da qualidade da habitação, a Caixa Econômica Federal - CEF passou a exigir, como condicionante para o financiamento dos projetos habitacionais, a certificação Selo Casa Azul. Este tem a missão de reconhecer empreendimentos que adotam soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios (CEF, 2016).

Organizações como FINEP (FINEP, 2016), FIESP (FIESP, 2016), ONU (ONU, 2017), UNESCO (UNESCO, 2016) e a ANA (ANA, 2010) estão se mobilizando em vários projetos, com o objetivo de avançar em soluções tecnológicas, gestão dos recursos hídricos e conscientização dos setores consumidores para a conservação da água.

Essas organizações investem em pesquisas fomentando inovações e disseminando conhecimento por meio dos laboratórios de pesquisa das universidades Federal do

---

<sup>3</sup> Segundo projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 (ABNT, 2018), conservação de água é a promoção do consumo eficiente de água, com utilização de água menos nobre para fins menos nobres conforme viabilidade técnica e econômica caso a caso, garantida a saúde dos usuários e desempenho do sistema.

Espírito Santo (UFES, 2018), Federal de Santa Catarina (UFSC, 2018), Estadual de São Paulo (USP, 2018), Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 2018), que possuem núcleos de pesquisa especializados em conservação de água.

## 2.1 Cenário Local - Metropolitano

Em ritmo tímido, nos municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV, surgem empreendimentos com instalações concebidas originalmente para atuar na conservação da água das edificações. Em alguns casos, por não ter sido planejado anteriormente, os usuários das edificações fazem adaptações no sistema original para poder se valer do reuso de água.

Numa pesquisa sobre a evolução do *marketing* da sustentabilidade no mercado imobiliário do Espírito Santo, constatou-se um retrocesso no investimento em tecnologias de conservação de água em edifícios, do ano de 2009 para 2015 (BISSOLI-DALVI *et al.*, 2016), de acordo com o demonstrado na Tabela 1. Especificamente sobre uso de fontes alternativas de água não potável, observa-se apenas o uso de água de chuva e de poço artesiano.

Tabela 1 - Frequência de utilização dos itens de conservação de água divulgados

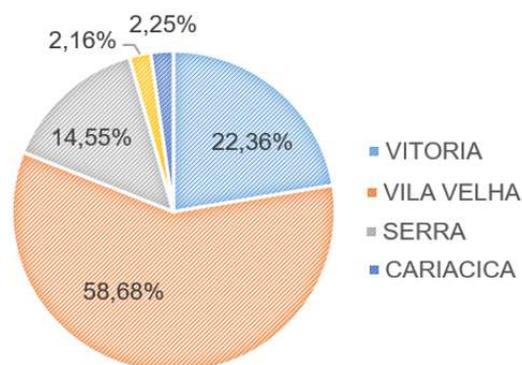
<b>Estratégias de sustentabilidade relativas à água</b>	<b>2009</b>	<b>2015</b>
Aproveitamento de água da chuva	11	1
Bacias com dispositivos economizadores	16	0
Pavimentação externa semipermeável	9	0
Poço Artesiano	2	0
Torneiras com dispositivos economizadores	0	1
Sub-total	38	2
	25,70%	6,90%

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi e outros (2016).

O Censo Imobiliário de janeiro de 2017, realizado pelo SINDUSCON-ES (2017), registrou 11.487 unidades em produção<sup>4</sup> em 5 municípios da Grande Vitória, sendo 2,16% em Viana; 2,25% em Cariacica; 14,55% em Serra; 22,36% em Vitória e 58,68% em Vila Velha, conforme apresentado na Figura 2. Devido à baixa representatividade da produção de Viana e Cariacica, esses municípios foram desconsiderados nas avaliações desta pesquisa.

<sup>4</sup> O Censo Imobiliário – janeiro de 2017 (SINDUSCON-ES, 2017), considera unidades em produção toda unidade que esteja entre as fases de lançamento comercial e obra em ainda em andamento.

Figura 2 - Distribuição das unidades de produção entre Viana, Cariacica, Serra, Vitória e Vila Velha



Fonte: Adaptado de SINDUSCON-ES, p.7 (2017).

Das 1.671 unidades em produção na região de Serra, 100% são edificações residenciais e concentram maior produção nos bairros de Colina de Laranjeiras e Residencial Vista do Mestre, totalizando 1.055 (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição das unidades residenciais em produção, nos bairros de Serra

Unidades em produção total x residencial em Serra (jan/17)		
Regiões (Agrupamentos de bairros)	total	residencial
Centro	57	57
Barcelona	348	348
Colina das Laranjeiras, Residencial Vista do Mestre	1.055	1.055
Bicanga, Manguinhos	79	79
Jacaraípe, Ourimar	132	132
	<b>1.671</b>	<b>1.671</b>

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-ES (2017).

Em Vitória, as unidades residenciais em produção somam 2.174. Os bairros que concentram maior quantidade são os bairros Jardim Camburi com 42% e Jardim da Penha e Mata da Praia, que juntos constituem 27% (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição das unidades residenciais nos bairros de Vitória

Unidades em produção total x residencial em Vitória (jan/17)		
Regiões (Agrupamentos de bairros)	total	residencial
Bento Ferreira	285	276
Maruípe, Santa Cecília	99	99
Barro Vermelho, Enseada do Suá, Praia do canto, Praia do Suá, Sta. Lúcia	292	290
Jardim Camburi	1.139	918
Jardim da Penha, Mata da Praia	753	591
	<b>2.568</b>	<b>2.174</b>

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-ES (2017).

Com 58,68% das unidades em produção total, Vila Velha também lidera no segmento residencial com 5.473 unidades. Os bairros Centro, Coqueiral de Itaparica, Divino

Espírito Santo, Itaparica, Itapuã, Jockey de Itaparica, Praia da Costa e Praia de Itaparica juntos concentram 89% das unidades residenciais em produção (Tabela 4).

Tabela 4 - Distribuição das unidades residenciais nos bairros de Vila Velha

Unidades em produção total x residencial em Vila Velha (jan/17)		
Regiões (Agrupamentos de bairros)	total	residencial
Centro, Coqueiral de Itaparica, Divino, Espírito Santo, Itaparica, Itapuã, Jockey de Itaparica, Praia da Costa, Praia de Itaparica	6.254	4.891
Jardim Guadalajara, Nova Itaparica, Sta. Mônica, Santos Dumont	370	358
Ataíde	48	48
Barra do Jucu, Santa Paula	176	176
	<b>6.741</b>	<b>5.473</b>

Fonte: Elaborado a partir de SINDUSCON-ES (2017).

Somada as unidades residenciais em produção das cidades de Serra, Vitória e Vila Velha, obtém-se 9.318, representando 84,8% da produção total, entre comercial e residencial. Isso constitui uma nova demanda de volume significativo no consumo de água potável da rede de distribuição centralizada.

Considerando o período de um ano, entre tramitação da aprovação dos projetos e o lançamento para comercialização, conclui-se que os projetos dessas unidades seguiram a legislação municipal vigentes até 2014, os quais não exigiam captação nem uso de quaisquer fontes alternativas de água não potável.

A maior adesão de construção das instalações para uso de fontes de água de chuva está relacionada ao maior incentivo dos gestores públicos. Desde 2016, o código de obras de Vila Velha estipula a obrigatoriedade da construção de reservatórios de acumulação das águas de chuva, a fim de retardar o escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem urbana, para edifícios residenciais multifamiliares ou mistos com mais de 50 unidades habitacionais (PMVV, 2016).

Art. 151. Fica obrigatória a construção de reservatórios de acumulação das águas de chuva, com o objetivo de retardar o escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem urbana, para: [...] III - edifícios residenciais multifamiliares com mais de 50 (cinquenta) unidades habitacionais [...] (PMVV, 2016, p.15)

No ano de 2015, a Prefeitura Municipal de Serra emanou o decreto nº5509, o qual designa que para a aprovação de projetos e a concessão de licenciamentos para atividades e empreendimentos instalados ou a serem instalados, deverão ser incentivadas medidas voltadas para a ampliação da captação e a acumulação de

águas de chuva, porém não é obrigatório nem especifica o tipo de uso nem o porte da edificação (PMS, 2015).

Art. 4º Quando da aprovação de projetos e concessão de licenciamentos para atividades e/ou empreendimentos instalados ou a serem instalados, deverão ser impostas medidas voltadas a: I. ampliação do uso racional, ao reuso e ao aproveitamento de águas residuais tratadas; II. ampliação da captação/acumulação de águas de chuva [...] (PMS, 2015, p.1).

Vitória, em 2018, aderiu à obrigatoriedade da retenção de água da chuva assim como Vila Velha e Serra. Essa determinação contempla as edificações novas ou reformadas, em terrenos a partir de 500m<sup>2</sup>, que se localizem em bacias críticas de drenagem urbana (PMV, 2018).

Art. 87. [...] §4º. Na aprovação de projetos de edificações novas em terrenos de área maior que 500m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados) e menor ou igual a 1.000m<sup>2</sup> (mil metros quadrados), localizados nas bacias críticas de drenagem urbana, será acrescida, à taxa de permeabilidade, a exigência de execução de sistema de captação, armazenamento e disposição de águas pluviais [...] (PMV, 2018, p.13).

Apesar do aproveitamento da água de chuva ser apenas uma recomendação do Plano Diretor Municipal de Vila Velha, algumas edificações que possuem o reservatório de retenção, fazem uso da água não potável armazenada para irrigação de jardins e lavagem de áreas comuns (FERREIRA, 2018).

Em Serra, o decreto nº 5509 sugere o incentivo, além da acumulação da água de chuva, do reuso e do aproveitamento de águas residuais tratadas. No entanto não é obrigatório e não tem definição para qual tipo ou dimensão de construção é aplicável (PMS, 2015).

Art. 2º As ações para evitar a escassez de água no Município serão coordenadas pelo Comitê de Controle do Desperdício de Água, que será composto pelas Secretarias Municipais de Administração e Recursos Humanos, Serviços, Meio Ambiente, Desenvolvimento Urbano, Saúde, Agricultura, Agroturismo, Aquicultura e Pesca e Coordenadoria de Governo, sob a coordenação dessa última. O Comitê apresentará um Plano para Redução do Desperdício, com os seguintes objetivos: [...] c) incentivar o reuso e a reciclagem de água para fins não potáveis [...] (PMS, 2015, p.1)

A capital do Espírito Santo determinou pela Lei nº 9.271/ 2018 que deverá ser implantado o sistema de aproveitamento de água não potável, com volume igual ou maior que 30% da capacidade do sistema de captação, armazenamento e disposição para edificações novas ou de reforma cuja área seja maior ou igual a 5000m<sup>2</sup> (PMV, 2018).

Art. 89. Na aprovação de projetos de reforma cuja área acrescida for igual ou superior a 5.000,00m<sup>2</sup> (cinco mil metros quadrados), e de edificações novas com área construída igual ou superior a 5.000,00m<sup>2</sup> (cinco mil metros

quadrados) deverá ser implantado sistema para aproveitamento de água não potável, com volume, no mínimo, igual a 30% da capacidade do sistema de captação, armazenamento e disposição (PMV, 2018, p.14).

Essas recentes determinações do PDU de Vitória (PMV, 2018) e o Código de Obras de Vila Velha (PMVV, 2016), provavelmente, impulsionarão a adesão da construção de instalações para o uso de água não potável, o que ampliará ao menos o aproveitamento da água de chuva.

Além da evolução da legislação, o avanço na normatização para a execução do projeto, instalação, operação, manutenção e controle da qualidade da água, com a criação da NBR15.527 (ABNT, 2007), sobre aproveitamento de água de chuva, e o projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 (ABNT, 2018), sobre aproveitamento de fontes alternativas não-potáveis além da água de chuva, contribui para impulsionar o uso de sistemas híbridos.

## **2.2 Instalações para uso de fontes alternativas de água não potável**

Segundo o projeto de norma para uso de fontes alternativas de água, em trâmite para aprovação junto a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, fonte alternativa e água não potável é toda a água não potável<sup>5</sup> utilizada em alternativa à água potável fornecida pela concessionária pública (ABNT, 2018). São as águas<sup>6</sup>:

- de chuva, resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais;
- de rebaixamento de lençol, originado do rebaixamento de lençol freático para redução de pressões neutras no subsolo de edificações;
- cinzas claras, águas servidas provenientes de chuveiros, banheiras, lavatórios, tanques e máquinas de lava-roupa;
- cinzas escuras, águas servidas derivadas de pia de cozinha e máquina de lavar louça somado às águas cinzas claras;
- negras, coletadas de bacia sanitária e mictório;

---

<sup>5</sup> Água não potável é a água cujas características não atendem ao padrão de potabilidade estabelecido em legislação vigente (ABNT, 2018).

<sup>6</sup> A norma não contempla a água de condensado, proveniente de condensado de processos de troca térmica de sistemas de ar condicionado, como fonte alternativa de água não potável (ABNT, 2018).

- esgoto sanitário, todas as águas servidas provenientes de aparelhos hidrossanitários do edifício.

Os usos<sup>7</sup> não potáveis em edificações abrangidas pela referida norma são:

- descarga de bacias sanitárias e mictórios, independentemente do sistema de acionamento;
- lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas;
- lavagem de veículos;
- irrigação para fins paisagísticos;
- uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
- sistemas de resfriamento de água;
- arrefecimento de telhados.

Os possíveis usos da água não potável, gerada por essas fontes, são os mesmos. Entretanto, os sistemas que envolvem captação e tratamento, variam de acordo com a origem e a qualidade da água residuária.

A seguir apresenta-se uma breve explanação sobre as tecnologias, com foco nas necessidades espaciais para implantação das instalações de cada sistema na arquitetura de edifícios multifamiliares para aproveitamento de água de chuva e condensado e reuso de águas cinzas.

### **2.2.1. Aproveitamento de água da chuva**

A NBR 15.527 (ABNT, 2007) define como água de chuva aquela coletada de precipitações atmosféricas, que pode ser aproveitada para consumo, por meio de captação e de elementos arquitetônicos das edificações, que não sejam acessadas por pessoas, veículos e animais.

O sistema de aproveitamento de água da chuva passa basicamente por 3 etapas: coleta, armazenamento e tratamento (ABNT, 2007). Esse processo é simples, porém

---

<sup>7</sup> A norma considera irrigação paisagística a prática de irrigação com água não potável áreas verdes de qualquer espécie, não incluído a irrigação para fins agrícolas e/ou florestais (ABNT, 2018).

precisa de cuidados na implantação da sua instalação, para garantir a qualidade e eficiência do sistema (FURLONG *et al.*, 2017).

Segundo orientações da NBR 15.527 (ABNT, 2007), o sistema de aproveitamento de água da chuva é composto pelos seguintes componentes:

- 1) Área de coleta: toda superfície impermeável da edificação que permite a coleta de água pluvial, como coberturas e fachadas;
- 2) Condutores: elementos horizontais (calhas) e verticais (tubos), que direcionam a água captada ao sistema de armazenamento. Para eficiência da coleta, é importante que haja peneiras para a obstrução da passagem de folhas e galhos;
- 3) Sistema de descarte da água de limpeza: considerando que a área de coleta se encontra em área aberta, podem conter detritos e restos de animais, além de galhos e folhas. Por isso é importante o descarte da porção inicial da água, que faz a limpeza do telhado ou da superfície de coleta, o qual pode ser realizado por dispositivos automáticos ou manuais;
- 4) Armazenamento por meio dos reservatórios que recebem a água captada: seu dimensionamento depende da precipitação média da região e do consumo mensal, e seu cálculo deve ser realizado de modo que seja viável a implantação, considerando a necessidade de área disponível para implantação e o custo da instalação;
- 5) Tratamento de desinfecção: a critério do projetista, pode-se utilizar derivado clorado, raios ultravioleta, ozônio e outros. Em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado derivado clorado. Os padrões de qualidade podem ser especificados pelo projetista de acordo com o uso previsto. No entanto é imperativo o atendimento do padrão de qualidade da NBR15.527 para utilização mais restritiva.

Além desses componentes de instalação, o sistema pode necessitar, por exemplo, de equipamentos de pressurização ou bombeamento, instrumentação de monitoramento, e sistemas eletromecânicos de automação (GONÇALVES, 2009).

No mercado, é possível encontrar alguns tipos de filtros para água de chuva, cada um com um *design* particular do fabricante, como exemplificado na Figura 3. A maioria

possui a função de retirar a sujeira da água, e outros prometem, além da limpeza, o tratamento com a regulagem de pH, cloração e filtragem, deixando-a potável.

Figura 3 – Exemplos de filtros para água de chuva disponíveis no mercado



Fontes: 1 - Filtro Chove Chuva (2017); 2 - Acqua Save (2017); 3 - Mercado Livre (2018).

Para calcular o dimensionamento do reservatório de água de chuva, a NBR15.527 (ABNT, 2007) indica 6 métodos: *Rippl*, Simulação, Azevedo Neto, Prático Alemão, Prático Inglês, Prático Australiano. Basicamente, esses métodos consideram a precipitação média do local e a área de coleta, além de outras variáveis.

O PDU de Vitória (PMV, 2018) e o Código de Obras de Vila Velha (PMVV, 2016), recomendam fórmulas e os índices de precipitação pertinentes às características climáticas destes municípios.

De acordo com Wanke (2018), caso haja um grande potencial de captação e seja de interesse do condomínio utilizar a água em instalações das unidades residenciais, deverá ser implantado um reservatório na cobertura.

Dessa maneira, é recomendável que seja realizado o devido tratamento antes de elevar a água residuária, assim como no sistema de águas cinzas claras, evitando possíveis problemas com a bomba de recalque.

Ainda de acordo com Wanke (2018), se houver pequeno potencial de captação e o volume for suficiente para atender a demanda da lavagem de áreas comuns e da irrigação de jardim apenas, a localização mais adequada para o reservatório de água de chuva será na parte inferior do edifício, eliminando o consumo de energia com bomba de recalque até a cobertura e o custo de obra com os condutores.

Diante do exposto, conclui-se que a localização dos reservatórios depende do potencial de captação e da designação do uso da água de chuva, conforme fluxogramas ilustrados nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de chuva), com reservatório de água de chuva implantado na parte superior do edifício



Figura 5 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de chuva), com reservatório de água de chuva implantado na parte inferior do edifício

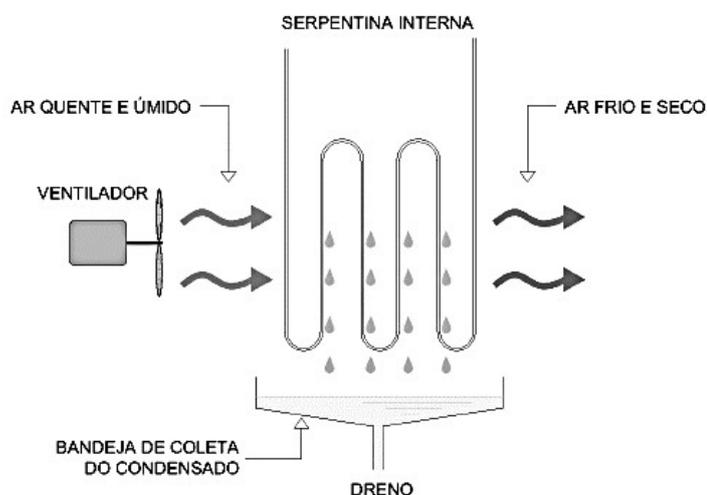


Uma vez que existem determinações dos municípios para a captação da água de chuva desde 2015, esse processo vem sendo difundido na construção de edifícios multifamiliares, bem como a tecnologia desse tipo de instalação, que possui disponibilidade e reconhecimento no mercado.

### 2.2.2 Aproveitamento de água de condensado

Embora a água de condensado não tenha sido considerada como fonte alternativa de água não potável pela futura norma para uso de fontes alternativas de água (ABNT, 2018), nela contém sua definição como a água proveniente de condensado de processos de troca térmica de sistemas de ar condicionado. A água gerada pelo sistema de ar condicionado do tipo *Split* é proveniente do condensado da fina camada de gelo, que é formada na serpentina da máquina evaporadora (AL-FARAYEDHI; IBRAHIM; GANDHIDASAN, 2014), conforme representado no esquema da Figura 6.

Figura 6 - Esquema do processo de condensado da água, no equipamento de ar condicionado



Fonte: Calmon & Bastos (2013).

A produção de condensado dependerá basicamente da temperatura e umidade relativa, e poderá variar se houver troca de calor com o ambiente. Sua qualidade pode ser afetada pela poluição e pelo contato com as tubulações (MAGRINI; CATTANI; MAGNANI, 2015).

O processo de captação e armazenagem da água de condensado também tem risco de contaminação por bactérias, por meio das águas pulverizadas estagnadas em bandejas. Porém, esse problema pode ser resolvido com a revisão dos *designs* dos equipamentos pelos fabricantes (BASTOS; CASSINI; GONÇALVES, 2015).

Em edificações, o sistema de coleta e aproveitamento de água de condensado, de acordo com *San Diego County Water Authority* (2009), é composto pelos componentes a seguir:

- 1) Condutores, por tubos horizontais e verticais conectados na saída dos drenos dos evaporadores, que direcionam a água captada ao sistema de armazenamento;
- 2) Armazenamento, pelos reservatórios que armazenam a água captada;
- 5) Tratamento, a partir da definição da qualidade da água e do seu uso específico, determina-se o tipo de tratamento.

Da mesma maneira que no aproveitamento da água de chuva, a localização dos reservatórios depende do potencial de acúmulo e da designação do uso da água de condensado, conforme fluxogramas ilustrados nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de condensado), com reservatório de água de chuva implantado na parte superior do edifício



Figura 8 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água de condensado), com reservatório de água de chuva implantado na parte inferior do edifício



Em Vitória, uma construtora tem apostado no uso de fonte de água de condensado. Nos edifícios Sequóia e Parque Jequitibá, foram executados sistemas para uso da

água não potável em áreas comuns, conforme registro fotográfico em visita técnica (figuras 9 e 10).

Figura 9 - Reservatório de água de condensado do edifício Sequóia



Figura 10 - Reservatório de água de condensado do edifício Parque Jequitibá



Fonte: Mazzini Gomes (2018).

Embora haja poucos dados de pesquisa e ausência de normas para uso de água de condensado, essa fonte alternativa de água não potável apresenta grande potencial de aproveitamento e merece ser considerada na avaliação técnica desta pesquisa.

### 2.2.3 Sistema de reuso de águas cinzas claras

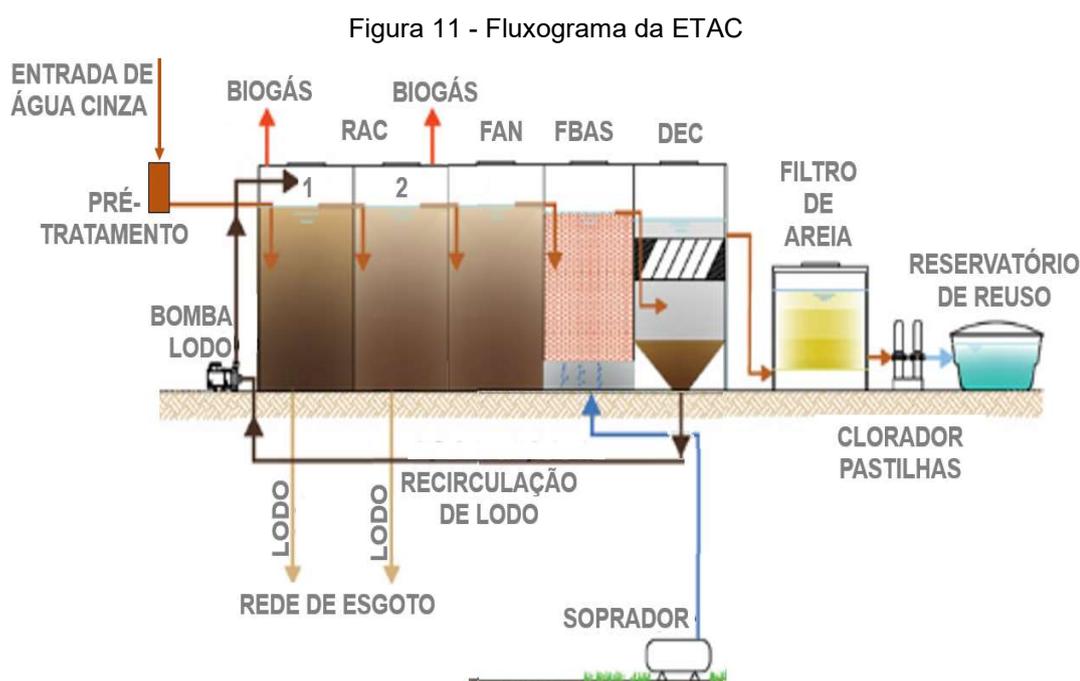
Recapitulando a definição de águas cinzas claras, pelo projeto de norma da ABNT/CE-002:146.004 (2018), são águas provenientes de chuveiros, banheiras, lavatórios,

tanques e máquinas lava-roupa. Essa norma define ainda como reuso, a reutilização de águas cinzas claras, após a realização de tratamento adequado.

O reuso das águas cinzas claras é composto por três processos de tratamento, para se atender o nível exigido de qualidade não potável: o físico; o biológico; e o químico. Esses processos variam de acordo com as condições das águas residuárias captadas, o nível de qualidade desejado e a tecnologia disponível (LEONG *et al.*, 2016).

Existem dois tipos de sistemas para tratamento de águas cinzas: o mecanizado, em que todas as etapas acontecem em ambientes artificiais dentro dos reservatórios; e o natural, em que uma parte do processo ocorre em ambiente de jardim utilizando o potencial filtrante de plantas de raízes longas, conhecido como *wetlands* (WUROCHEKKEA *et al.*, 2014).

Em consulta a manuais técnicos disponibilizados por fornecedores brasileiros, observou-se que não existe um padrão dos equipamentos no tratamento mecanizado (sem *wetland*), sendo que cada fornecedor apresenta um *design* particular. Porém, a maioria dos fornecedores adota os tratamentos físico, biológico e químico, diferindo dos processos em alguns detalhes. Na figura 11, está ilustrado um fluxograma de funcionamento da estação de tratamento de águas cinzas claras - ETAC de um dos fornecedores capixabas pesquisados.



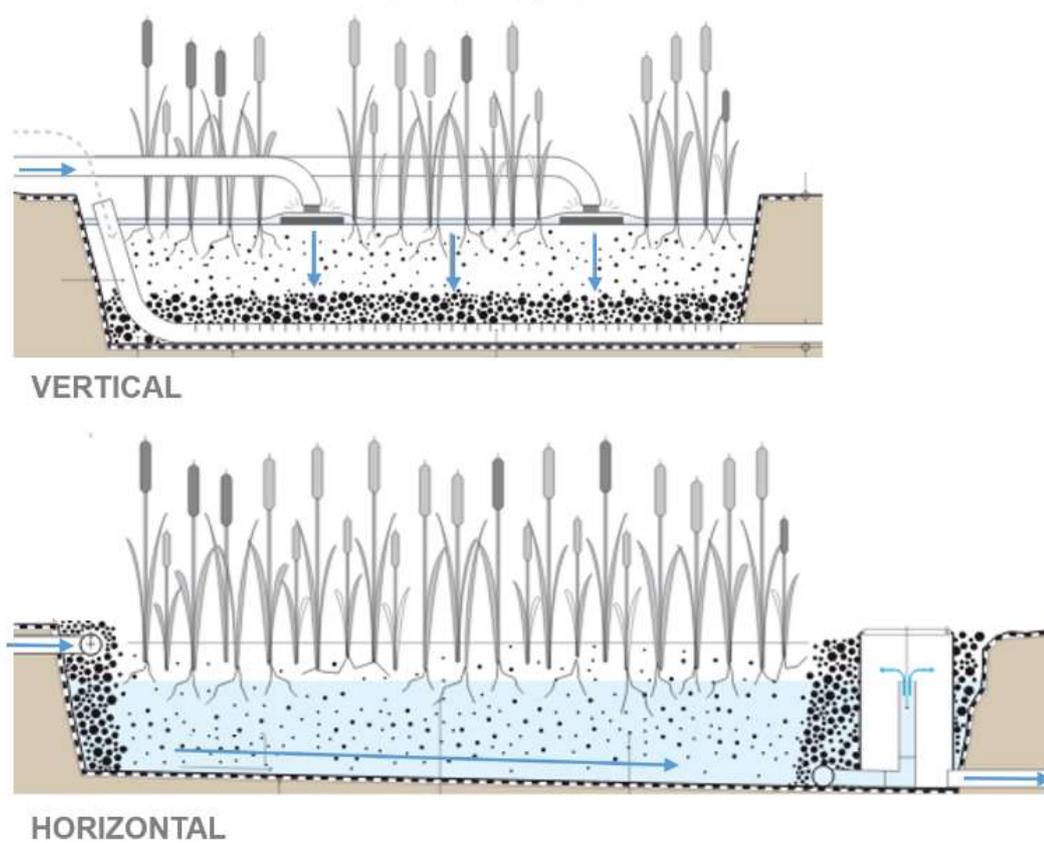
Fonte: Adaptado de Fluxo Ambiental (2016).

Nesse sistema, a água cinza clara entra pela caixa de passagem, onde acontece um pré-tratamento para retirada de sólidos grosseiros por meio de tela, e segue para o reator anaeróbico compartimentado - RAC. No RAC 1, ocorre a digestão anaeróbica, processo em que microorganismos degradam a matéria orgânica biodegradável na ausência de gás oxigênio, gerando biogás e lodo, e este último é descartado na rede de esgoto (SONG *et al.*, 2018). No RAC 2, o processo se repete a fim de depurar o tratamento iniciado no RAC 1.

O fluxo avança para o meio filtrante na ausência de oxigênio, no filtro anaeróbio - FAN, e segue para o filtro biológico aerado submerso - FBAS, que recebe ação do soprador, com a finalidade de limpar e oxigenar a água (COUTO *et al.*, 2014). Adiante, resíduos e lodo são segregados no decantador - DEC, o que melhora a turbidez da água. O resíduo com lodo é bombeado para o tanque RAC 1, para refinar a eliminação do lodo, e a água tratada continua no processo de limpeza de resíduos, por meio do filtro de areia, passando então pelo clorador para a desinfecção e conclusão do tratamento (FLUXO AMBIENTAL, 2016). Em alguns sistemas, a desinfecção é realizada por irradiação de raios ultra vermelhos (COUTO *et al.*, 2014).

No sistema de tratamento de águas cinzas naturais, os processos realizados pelo filtro anaeróbio e pelo decantador acontecem no tanque *wetland*. Isso torna a solução vantajosa, uma vez que elimina o consumo de energia com o bombeamento da recirculação de lodo e com o soprador (ARDEN; MA, 2018). Além disso, o tratamento economiza espaço na arquitetura do edifício, visto que pode ser realizado em área de jardim já destinada para a área de permeabilidade, normalmente exigida nos Planos Diretores Urbanos e Municipais.

Segundo Arden e Ma (2018), existem diferentes tipos de *wetlands* construídos, que são classificados pela direção do seu fluxo vertical ou horizontal, os quais influenciam nas condições aeróbicas do processo do tratamento (Figura 12).

Figura 12 - Tipos de *wetlands* construídos

Fonte: EAWAG (2017).

A seleção do tipo de fluxo depende de fatores de localização geográfica, custo, área disponível e qualidade da água que deseja ser alcançada. O *wetland* de fluxo horizontal apresenta menor eficiência da qualidade final da água devido à menor capacidade de oxigenação deste processo (HORNER *et al.*, 2012; ZHANG *et al.*, 2014).

O sistema de reuso de águas cinzas claras em edificações multifamiliares é composto pelas seguintes instalações:

- 1) Tubulações verticais e horizontais, que direcionam os efluentes provenientes das fontes de água servidas, para o local de tratamento e, deste, para o local de armazenagem e uso. As águas cinzas claras e as águas tratadas devem ser conduzidas por tubulações separadas da água potável, conforme rege o projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 (ABNT, 2018);
- 2) Reservatórios inferiores e superiores, devidamente separados para acumulação de águas cinzas claras e das águas tratadas;

3) Estação de tratamento sem ou com *wetland*.

Dependendo da disponibilidade de espaço na arquitetura do edifício, a estação de tratamento sem *wetland* pode estar localizada na parte inferior ou superior do edifício, conforme fluxogramas ilustrados nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento implantada na parte inferior do edifício

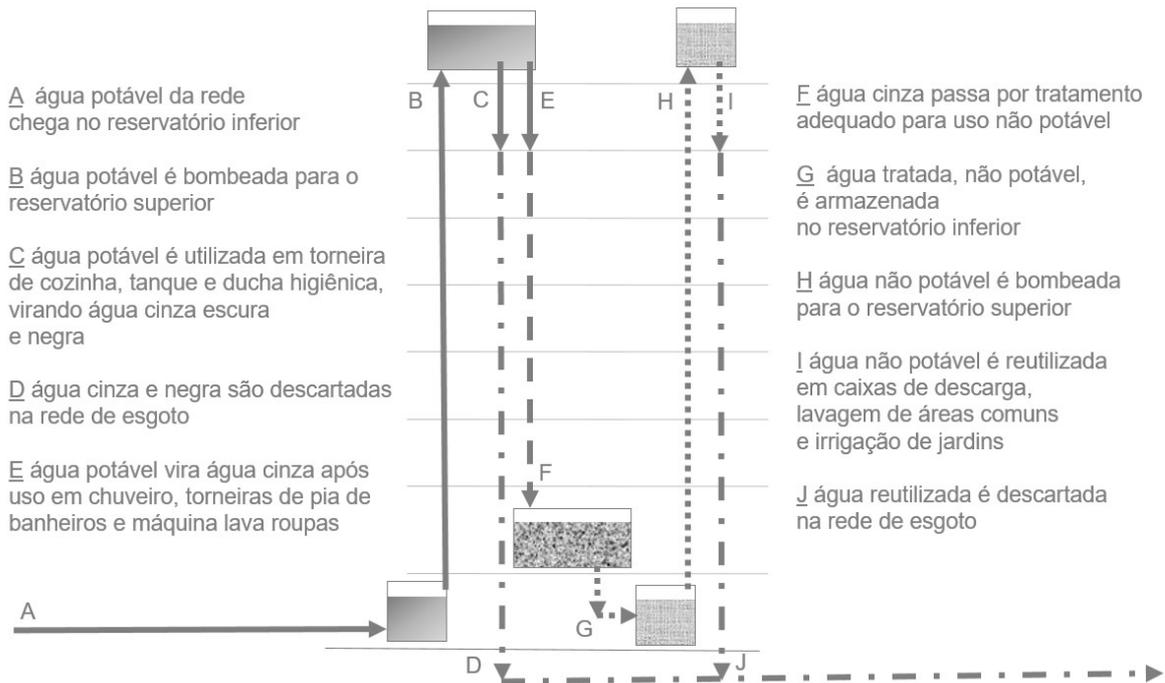
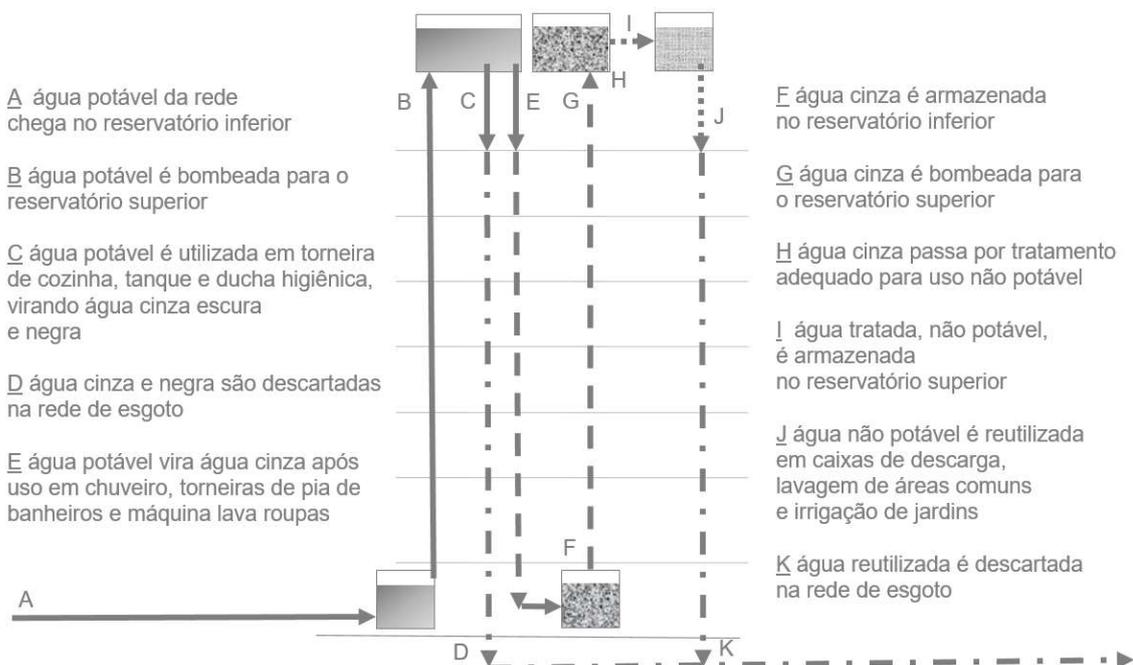


Figura 14 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento implantada na parte superior do edifício



Dos edifícios multifamiliares com ETAC os edifícios Royal Blue, Venina e Luiz Nogueira, localizados no município de Vitória, foram construídos prevendo o tratamento na parte inferior do edifício, conforme registrado nas Figuras 15, 16 e 17.

Figura 15 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Royal Blue



Figura 16 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Venina

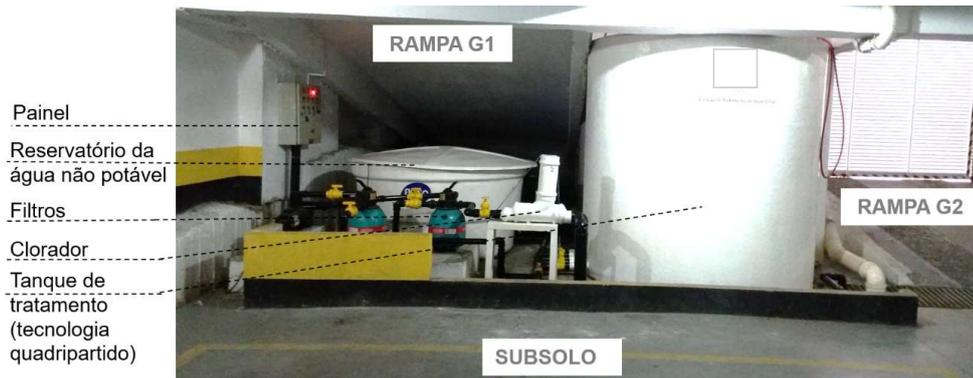


Figura 17 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Luiz Nogueira



Fonte: Aguiar (2010).

As ETAC's dos edifícios Royal Blue e Venina operam plenamente, já a do Luiz Nogueira está inoperante por decisão do condomínio, o qual não quis se pronunciar. Aguiar (2010) identificou em pesquisa sobre o edifício Luiz Nogueira, um baixo

porcentual de consumo de água das bacias sanitárias em um erro de conexão, pois algumas bacias sanitárias estavam sendo alimentadas por água potável. Essa situação pode ter tornado o custo com a operação e com a manutenção inviável economicamente, porque não é possível aproveitar ao máximo o potencial de economia de água potável oferecido pelo sistema de reuso.

Também situados no município de Vitória, os edifícios Rio Grande e Esmeralda tiveram suas ETAC's construídas nas coberturas (Figuras 18 e 19). A experiência da implantação das estações de tratamento na parte superior mostrou que a elevação da água cinza, ou seja, água com resíduos, pode afetar o funcionamento da bomba de recalque, o que conseqüentemente aumenta a quantidade de intervenções de manutenção nos equipamentos (WANKE, 2018).

Figura 18 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Rio Grande



Figura 19 - Estação de tratamento de águas cinzas claras do edifício Esmeralda



A ETAC do edifício Rio Grande opera plenamente, porém a estação de tratamento do Esmeralda está inoperante em razão de entrave de fator cultural. Segundo o atual síndico, o gestor do condomínio no período inicial da operação da ETAC apresentou resistência em realizar manutenção do sistema, o que acarretou em ineficiência causada pela falta de manutenção (RENON, 2018).

Os edifícios Royal Blue e Luiz Nogueira tiveram suas instalações construídas antes de 2009 e apresentam uma configuração dos reservatórios de tratamento maiores, sendo assim, houve a necessidade de uma área maior para implantação. O Venina, o Esmeralda e o Rio Grande foram construídos após 2011 e possuem ETAC's com configuração mais compacta, que podem ocupar entre 15 e 25 m<sup>2</sup> (WANKE, 2018).

Para o processo de tratamento por *wetland*, o ideal é que a implantação da ETAC seja no térreo, configurando o fluxograma da Figura 20, onde existe área destinada ao atendimento do coeficiente de permeabilidade e pode ser implantado o *wetland*, que atenderá tanto a função técnica de tratamento, quanto a função estética por meio do jardim de plantas como mini papiro.

Figura 20 - Fluxograma do sistema híbrido (potável e água cinza), com estação de tratamento com *wetland* implantada na parte inferior do edifício



A composição ideal desse sistema é com o tanque do *wetland* um nível abaixo do RAC para que o fluxo seja por gravidade, o que elimina o uso de bomba e, conseqüentemente, o consumo de energia. Na região que esta pesquisa abrange não existem edificações multifamiliares que tenham adotado ETAC com *wetland* porém, há no segmento comercial, uma unidade do banco Sistema de Cooperativas de Crédito do Brasil – SICOOB, localizado na Rua Constante Sodré, do bairro Santa Lúcia em Vitória. Nessa implantação, foi necessário utilizar uma bomba para

direcionar a água do RAC para o tanque *wetland*, por estarem dispostos no mesmo nível (Figura 21). Um fator importante na adoção do *wetland* é a manutenção do jardim. Uma vez que a vegetação é um dos principais agentes do tratamento, a vegetação deve estar densa e devidamente podada, para garantir a saúde das plantas e a boa estética do jardim, como as opções apresentadas na Figura 22.

Figura 21 - ETAC com *wetland* implantada no banco SICOOB



Figura 22 - Opções de composição de jardinagem para wetlands



Fontes: 1 e 4 Rotaria do Brasil (2017); 2 Tratamento de efluentes (2017); 3 Universidade de Santa Maria (2016).

Haja vista uma maior complexidade das instalações do sistema de reuso de águas cinzas, em relação aos sistemas de aproveitamento de água de chuva e de condensado, esse sistema enfrenta entraves culturais e financeiros, além de técnicos, que prejudicam a sua adesão na construção de edifícios multifamiliares.

### 3 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa contemplaram as abordagens: a) qualitativa, por meio da aplicação de questionários; b) quantitativa, por avaliação técnico-econômica; e c) exploratória, no qual foi adotado um modelo físico para obtenção de dados (SERRA, 2006). Os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas, que corresponderam às ações para o cumprimento dos objetivos específicos, conforme descrito no Quadro 2.

A etapa 1 constituiu-se no reconhecimento da tendência do mercado de construção civil das cidades de Vitória, Vila Velha e Serra em implantar sistemas de instalações prediais para fontes alternativas de água não potável. Para tanto, foram elaborados questionários cujas perguntas se originaram dos entraves relacionados à hipótese desta pesquisa.

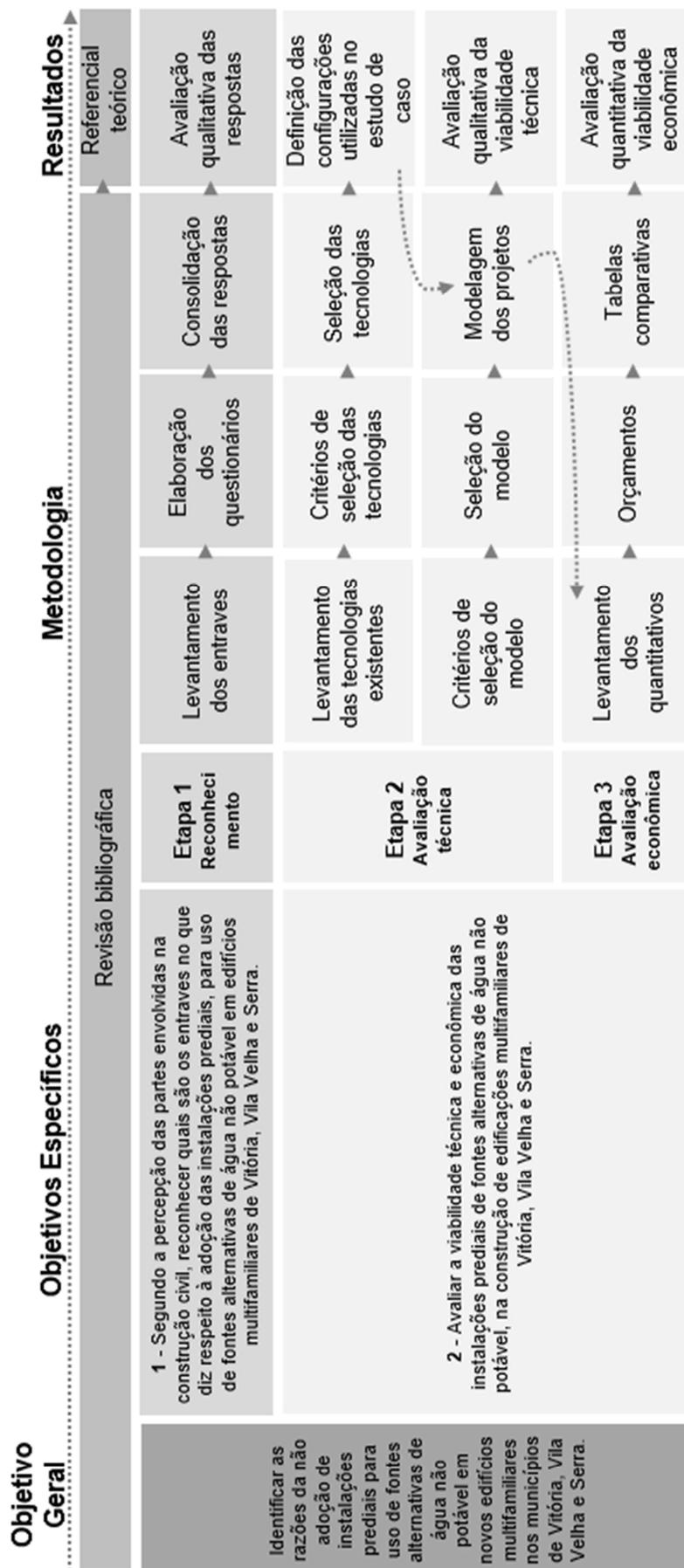
A etapa 2 correspondeu à avaliação técnica das tecnologias dos sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, bem como suas aplicações em um estudo de caso. Esta etapa foi subdividida em duas ações: seleção das tecnologias; e seleção do modelo ao qual foram aplicadas as tecnologias selecionadas.

Na etapa 3, a partir dos ensaios das aplicações das tecnologias selecionadas, foi realizada uma avaliação de viabilidade econômica através do cálculo dos custos, seguida de análise comparativa entre as opções dos sistemas híbridos das instalações prediais.

A revisão bibliográfica permeou toda a pesquisa, e foi fundamentada a partir de fontes: técnico-científica; institucionais; organizações não-governamentais; *sites* de fornecedores; e ferramentas de avaliação da sustentabilidade.

Para melhor compreensão, segue adiante detalhamento das ações aplicadas para obtenção dos dados empregados no desenvolvimento de cada etapa desta pesquisa.

Quadro 2 - Diagrama dos procedimentos metodológicos da pesquisa.



### **3.1. Etapa 1: Reconhecimento**

Na etapa de reconhecimento foram obtidos resultados relacionados ao objetivo específico 1, estabelecido a partir do seguinte questionamento: segundo a percepção das partes envolvidas na construção civil, identificar quais são os entraves à adoção das instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em edifícios multifamiliares em Vitória, Vila Velha e Serra?

Para o reconhecimento destes entraves foi elaborado um questionário (Anexo 1), como ferramenta metodológica, visando obter informações a partir da perspectiva das partes envolvidas no contexto da pesquisa.

#### **3.1.1 Definição dos entraves**

Após a revisão de literatura e entrevistas com especialistas em tratamento de água, além de agentes do mercado da construção civil, foram definidos hipotéticos entraves relacionados aos fatores técnico, legal, político, ambiental e cultural, conforme apresentado a seguir.

Para prevenir os riscos de contaminação do meio ambiente e preservar a saúde do usuário final, a qualidade da água reutilizada e o fim específico de utilização devem estabelecer os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e o escopo de projeto, de execução e de gestão. Por isso é importante que existam instruções para orientar profissionais das áreas de saneamento e construção civil na elaboração de projetos, execução, operação e manutenção de sistemas geradores de água não potável para edifícios, incitando as boas práticas e diminuindo os potenciais riscos. Desde 2007 foi aprovada a NBR 15.527 (ABNT, 2007), que normatiza os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis e, em 2018, surgiu o arcabouço jurídico para a prática de uso de fontes alternativas não potável no Brasil, por meio do projeto de norma da ABNT/CE-002:146.004 (ABNT, 2018).

Baseando-se nesse cenário, foram levantados os possíveis entraves relacionados ao fator técnico (Quadro 3).

FATOR	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVE
1 TÉCNICO	1.1	Desconhecimento técnico sobre sistema de aproveitamento de água de condensado.
	1.2	Desconhecimento técnico sobre sistema de aproveitamento de água da chuva.
	1.3	Desconhecimento técnico sobre sistema de reuso de água cinza.
	1.4	Pouca opção de fornecedores de equipamentos.
	1.5	Pouca opção de fornecedores de serviço de instalação.
	1.6	Pouca opção de fornecedores de serviço de manutenção.
	1.7	Comodismo dos projetistas e dos construtores em executar os sistemas convencionais, que já têm experiência.
	1.8	Falta de normas técnicas que regulem a qualidade da água.
	1.9	Falta de normas técnicas que regulem a qualidade dos sistemas de instalações prediais
	1.10	Concepção do projeto arquitetônico incompatível com as necessidades espaciais, que inviabilizam a implantação do sistema.

Algumas pesquisas (NOLDE, 2000; GHISI; OLIVEIRA, 2006) apresentam resultados vantajosos no custo-benefício da implantação e operação de instalações prediais, quando utilizadas fontes alternativas de água em edificações multifamiliares. Entretanto, isso se opõe ao relato de agentes da construção civil de que os valores de implantação, operação e manutenção são altos, o que torna essas tecnologias pouco atrativas no mercado de construção de edifícios multifamiliares. Para averiguar a percepção da maioria dos agentes da construção civil e dos gestores públicos, foram levantados os possíveis entraves relacionados ao fator financeiro (Quadro 4).

Quadro 4 - Possíveis entraves relacionados ao fator financeiro.

FATOR	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVE
<b>2 FINANCEIRO</b>	2.1	Desconhecimento sobre o custo dos sistemas de instalação predial alternativos.
	2.2	Desconhecimento sobre o custo da manutenção dos sistemas de instalação predial alternativos.
	2.3	Desconhecimento sobre o custo do projeto dos sistemas de instalação predial alternativos.
	2.4	Percepção de que o custo da manutenção dos sistemas alternativos é elevado, em relação aos convencionais.
	2.5	Percepção de que o custo da implantação dos equipamentos dos sistemas alternativos é elevado, em relação ao convencional.
	2.6	Percepção de que o custo do projeto dos sistemas alternativos é elevado, em relação ao convencional.
	2.7	Investidores não pagam mais por apartamento que não tenha retorno imediato.
	2.8	Desconhecimento do impacto no consumo de energia com bombeamento do início ao fim da rede de distribuição de água e do tratamento de esgoto.
	2.9	Inexistência de incentivo fiscal, que favoreça o investimento na implantação dos sistemas de fontes alternativas de água não potável.
	2.10	Percepção de alto custo no consumo de energia com bombeamento para captação e tratamento das fontes alternativas de água não potável.

A legislação de Vitória (PMV, 2018) e Vila Velha (PMVV, 2013) determinam, em casos específicos, que edificações sejam construídas com instalações para captação de água de chuva, com objetivo de reter o volume de água de modo a evitar alagamentos. E, acima de 5000m<sup>2</sup> de área construída o PDU de Vitória estabelece obrigatoriedade do aproveitamento da água de chuva.

Ao contrário das ações de incentivo das cidades de São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, as cidades espírito santenses não têm nenhum programa de incentivo fiscal estabelecido para edificações que apresentem itens de sustentabilidade. As poucas iniciativas de construtoras são isoladas e independem de benefícios fiscais ou de cumprimento de legislação (LORENTE, 2012).

Diante da ausência de obrigatoriedade ou de incentivos fiscais para construir utilizando instalações de uso de fontes alternativas de água não potável, foram levantados possíveis entraves relacionados a fatores legais e políticos, como apresentando no Quadro 5.

Quadro 5 - Possíveis entraves relacionados aos fatores legais e políticos.

FATOR	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVE
3 LEGAL/POLÍTICO	3.1	Desconhecimento sobre a legislação sobre uso de fontes alternativas de água não potável.
	3.2	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água não potável, por desconhecimento técnico dos legisladores.
	3.3	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água não potável, por falta de empenho dos gestores públicos.
	3.4	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.
	3.5	Inexistência de obrigatoriedade por lei do uso de fontes alternativas de água não potável.

Além da falta de consciência ambiental, a inexistência de normas e de agentes fiscalizadores para garantir a qualidade adequada da água não potável, provenientes de fontes alternativas, pode gerar insegurança na sua utilização.

Tal insegurança pode estar relacionada ao chamado *yuck factor* (CUERVAA; BERGLUNDA; BINDE, 2016), que é a rejeição ao uso de água reciclada, ou ainda, a falta da cultura da realização de manutenção que impacta na qualidade da água se não for bem executada.

A partir dessas percepções foram levantados possíveis entraves relacionados aos fatores ambiental e cultural (Quadro 6).

Quadro 6 - Possíveis entraves relacionados a fatores ambientais e culturais

FATOR	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVE
4 AMBIENTAL/CULTURAL	4.1	Desconhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.
	4.2	Não preocupação dos usuários com os impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.
	4.3	Apesar da preocupação com os impactos ao meio ambiente, não há interesse em investir um valor maior, financeiramente, para minimizar os impactos do ambiente construído.
	4.4	Falta de fiscalização em relação à qualidade das fontes alternativas de água não potável.
	4.5	Rejeição à reutilização de águas cinzas ( <i>yuck fator</i> )

### 3.1.2. Elaboração do questionário

Uma vez levantados os entraves e agrupados por fatores, foram definidas as populações e os universos das partes envolvidas no contexto da pesquisa. As populações foram divididas por perfis de acordo com os critérios definidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Populações e universos das partes envolvidas no contexto da pesquisa.

Populações abrangidas na pesquisa		Universo
<b>Construtores</b>	Construtoras com maior quantidade de unidades em produção em Vitória, Vila Velha e Serra, segundo o Censo Imobiliário realizado pelo SINDUSCON-ES (2017).	<b>20</b>
<b>Fornecedores</b>	Fornecedores das tecnologias para uso de fontes alternativas de água não potável, que atuam em Vitória, Vila Velha e Serra, identificados por levantamento dos sites em internet e consulta às construtoras.	<b>19</b>
<b>Projetistas</b>	Profissionais, entre arquitetos e engenheiros, indicados como prestadores de serviço de projeto pelas 20 construtoras do universo desta pesquisa.	<b>25</b>
<b>Gestores públicos</b>	Gestores públicos influenciadores da instituição da utilização, obrigatória ou voluntária, do uso de fontes alternativas de água não potável. No caso foram convidadas a CESAN, a Agência de Recursos Hídricos do Espírito Santo e as secretarias de desenvolvimento urbano das cidades Vitória, Vila Velha e Serra.	<b>5</b>
<b>Usuários em geral</b>	Potenciais investidores para aquisição das 9318 unidades em produção de edifícios multifamiliares em Vitória, Vila Velha e Serra, de classe média e alta, que possuem maior potencial de investimento inicial visando o retorno do investimento ao longo do ciclo de vida do edifício.	<b>9318</b>
<b>Usuários do modelo</b>	Moradores do edifício que foi selecionado como modelo para ensaios da pesquisa.	<b>30</b>

Para cada perfil foram selecionados os entraves pertinentes aos fatores técnico, financeiro, legal ou político e cultural ou ambiental, conforme apresentado nos Quadros 7, 8, 9 e 10.

Na seleção a respeito do fator técnico (Quadro 7) foram excluídos do perfil de fornecedores as questões relacionadas ao conhecimento das tecnologias partindo do pressuposto que estes, obviamente, devem dominar o tema. Considerando que os gestores públicos não têm relação comercial com fornecedores, foram eliminados os entraves sobre esta questão.

Quadro 7 - Seleção de entraves relativos ao fator técnico por perfil.

FATORES	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVES	USUÁRIOS	CONSTRUTORES	FORNECEDORES	PROJETISTAS	GESTORES PÚBLICOS
1 TÉCNICO	1.1	Desconhecimento técnico sobre sistema de captação de água de condensado do ar condicionado.	X	X		X	X
	1.2	Desconhecimento técnico sobre sistema de captação de água da chuva.	X	X		X	X
	1.3	Desconhecimento técnico sobre sistema de reuso de água cinza.	X	X		X	X
	1.4	Pouca opção de fornecedores de equipamentos.	X	X	X	X	
	1.5	Pouca opção de fornecedores de serviço de instalação.	X	X	X	X	
	1.6	Pouca opção de fornecedores de serviço de manutenção.	X	X	X	X	
	1.7	Comodismo dos projetistas e dos construtores em executar os sistemas convencionais, que já têm experiência.	X	X	X	X	X
	1.8	Falta de normas técnicas que regulem a qualidade da água de fontes alternativas.	X	X	X	X	X
	1.9	Falta de normas técnicas que regulem a qualidade dos sistemas de instalações prediais por fontes alternativas de água.	X	X	X	X	X
	1.10	Concepção do projeto arquitetônico incompatível com as necessidades espaciais, que inviabilizam a implantação de sistema com fonte alternativa de água.	X	X	X	X	X

Referente ao fator financeiro (Quadro 8), foi mantido apenas o entrave relacionado ao incentivo fiscal para os gestores públicos, baseando-se na premissa de que estes não possuem relação comercial.

O Quadro 9 indica que o entrave a respeito do desconhecimento sobre legislação não se aplica aos gestores públicos, uma vez que, espera-se que este público tenha domínio sobre as leis existentes.

Sobre o fator ambiental ou cultural (Quadro 10), entende-se que, devido a sua missão estratégica empresarial, os fornecedores deveriam possuir preocupação com a preservação ambiental e, por isso, não foi considerado nenhum entrave a este respeito. Ainda sobre os fornecedores, uma vez que possuem domínio sobre o controle da qualidade da água, não foram considerados entraves nesse sentido.

Quadro 8 - Seleção de entraves relativos ao fator financeiro por perfil.

FATORES	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVES	USUÁRIOS	CONSTRUTORES	FORNECEDORES	PROJETISTAS	GESTORES PÚBLICOS
2 FINANCEIRO	2.1	Desconhecimento sobre o custo dos sistemas de instalação predial de fontes alternativas de água.	X	X	X	X	
	2.2	Desconhecimento sobre o custo da manutenção dos sistemas de instalação predial de fontes alternativas de água.	X	X	X	X	
	2.3	Desconhecimento sobre o custo do projeto dos sistemas de instalação predial de fontes alternativas de água.	X	X	X	X	
	2.4	Percepção de que o custo da manutenção dos sistemas é elevado, em relação aos convencionais.	X	X	X	X	
	2.5	Percepção de que o custo da implantação dos equipamentos dos sistemas é elevado, em relação ao convencional.	X	X	X	X	
	2.6	Percepção de que o custo do projeto dos sistemas com fontes alternativas de água é elevado, em relação ao convencional.	X	X	X	X	
	2.7	Investidores não pagam mais por apartamento que não tenha retorno imediato.	X	X	X	X	
	2.8	Desconhecimento do impacto no consumo de energia com bombeamento do início ao fim da rede de distribuição de água e do tratamento de esgoto.	X	X	X	X	
	2.9	Inexistência de incentivo fiscal, que favoreça o investimento na implantação dos sistemas de fontes alternativas de água.	X	X	X	X	X
	2.10	Percepção de alto custo no consumo de energia com bombeamento para captação e tratamento das fontes alternativas de água.	X	X	X	X	

Quadro 9 - Seleção de entraves relativos ao fator legal ou político por perfil.

FATORES	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVES	USUÁRIOS	CONSTRUTORAS	FORNECEDORES	PROJETISTAS	GESTORES PÚBLICOS
3 LEGAL/POLÍTICO	3.1	Desconhecimento sobre a legislação sobre uso de fontes alternativas de água.	X	X	X	X	
	3.2	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	X	X	X	X	X
	3.3	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	X	X	X	X	X
	3.4	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	X	X	X	X	X
	3.5	Inexistência de obrigatoriedade por lei do uso de fontes alternativas de água.	X	X	X	X	X

Quadro 10 - Seleção de entraves relativos ao fator ambiental ou cultural por perfil.

FATORES	Nº DO ENTRAVE	ENTRAVES	USUÁRIOS	CONSTRUTORAS	FORNECEDORES	PROJETISTAS	GESTORES PÚBLICOS
4 CULTURAL/AMBIENTAL	4.1	Desconhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.	X	X		X	X
	4.2	Não preocupação dos usuários com os impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.	X	X		X	X
	4.3	Apesar da preocupação com os impactos ao meio ambiente, não há interesse em investir um valor maior, financeiramente, para minimizar os impactos do ambiente construído.	X	X		X	X
	4.4	Falta de fiscalização em relação à qualidade das fontes alternativas de água.	X	X		X	X
	4.5	Rejeição à reutilização de águas cinzas ( <i>yuck factor</i> ).	X	X		X	X

Os entraves selecionados foram descritos em forma de pergunta no contexto de cada perfil, sendo, para cada pergunta, sugeridas alternativas de respostas (Quadro 11). As respostas foram estruturadas no método objetivos de múltipla escolha, existindo como última opção uma alternativa aberta possibilitando ao respondente uma resposta diferente ou comentários.

Observa-se que, ao final dos questionários, os respondentes tinham a oportunidade de tecer comentários sobre o tema. Os questionários estão contidos no APÊNDICE 01.

Quadro 11 - Exemplo da estruturação da seleção dos entraves, elaboração das perguntas e alternativas de respostas dos questionários.

Nº DO ENTRAVE	FATORES ENTRA	ENTRAVES?	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS
1	1 TÉCNICO	<p>Desconhecimento técnico sobre utilização de fonte alternativa de água por captação de água da condensação do ar condicionado.</p> <p>Desconhecimento técnico sobre fonte alternativa da água por captação de água da chuva.</p> <p>Desconhecimento técnico sobre fonte alternativa da água por reuso de água cinza.</p> <p>Comodismo em executar os sistemas que já têm experiência ("preguiça tecnológica").</p> <p>Falta de normas técnicas que regulem a qualidade da água.</p> <p>Falta de normas técnicas que regulem a qualidade dos sistemas de instalações prediais por fontes alternativas de água.</p>	<p>Sua organização possui profissionais com conhecimento técnico sobre o funcionamento de quais sistemas?</p> <p>Quais fatores técnicos influenciam na não adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água?</p>	<p>a) Captação de água de condensação c) Reuso de água cinzas. d) Não há</p> <p>a) Falta de interesse dos órgãos públicos. b) Insuficiência de normas técnicas. c) Insuficiência de normas técnicas prediais. d) Falta de divulgação que compatíveis com as necessidades e com fontes alternativas de água. e) comente.</p>
2	2 FINANCEIRO	<p>Concepção do projeto arquitetônico incompatível com as necessidades espaciais, que inviabilizam a implantação de sistema com fonte alternativa de água.</p>	<p>No município onde sua organização atua, existe política de incentivo ao uso de fontes alternativas de água para edificações multifamiliares?</p> <p>Você conhece políticas de incentivo ao uso de fontes alternativas de água vigentes em outras cidades do Brasil e do mundo?</p> <p>Caso não exista política de incentivo financeiro, que ofereça descontos em impostos como por exemplo o IPTU Verde, que estimule a adoção de sistemas há previsão de criar alguma até o final da gestão do mandato vigente?</p>	<p>a) Sim. Qual? _____</p> <p>a) Sim. Qual? _____</p> <p>a) Sim b) Não c) Talvez. Se quiser c</p>
3	3 LEGAL/POLÍTICO	<p>Inexistência de incentivo fiscal, que favoreça o investimento na implantação dos sistemas de fontes alternativas de água.</p> <p>Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.</p> <p>Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.</p> <p>Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.</p> <p>Inexistência de obrigatoriedade por lei do uso de fontes alternativas de água.</p>	<p>Quais fatores políticos influenciam na não adoção de uso de sistemas com uso de fontes alternativas de água?</p>	<p>a) Falta de leis que regulem o uso técnico dos legisladores. b) Falta de gestores públicos. c) Interesse das centralizada. d) Ausência da obrigatoriedade de opções apresentadas. Nenhuma das opções apresentadas.</p>
4	4 AMBIENTAL/SOCIAL	<p>Desconhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.</p> <p>Não preocupação dos usuários com os impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.</p> <p>Apesar da preocupação com os impactos ao meio ambiente, não há interesse em talvez investir um valor maior financeiramente em prol da qualidade ambiental do planeta.</p>	<p>A respeito dos impactos ambientais, que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares na Grande Vitória, os gestores da sua organização:</p>	<p>a) Não tem conhecimento dos impactos ambientais de água. b) Tem preocupação com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis. c) Tem preocupação com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis. d) Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis. e) Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis.</p>

Todos os questionários tiveram a usabilidade testada por integrantes do Laboratório de Planejamento e Projetos - LPP da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, com grau de formação mínima de mestrado em andamento (Figura 23).

Figura 23 - Exemplo de verificação da usabilidade do questionário.

QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS FORNECEDORES

10. Marque os serviços que sua empresa fornece para os respectivos tipos de fontes alternativas de água

	Água cinza	Água da chuva	Água de condensação de ar condicionado
Venda de equipamentos	( )	( )	( )
Serviços de instalação	( )	( )	( )
Serviços de manutenção	( )	( )	( )
Outros Quais? <u>Nenhuma</u>	( )	( )	( )

9. Em relação a oferta de projetos com soluções de uso de fontes alternativas de água, marque as afirmativas que procedem, segundo sua percepção do mercado:

- a) Projetistas sempre propõem estas soluções.
- b) Poucos projetistas possuem conhecimento técnico para oferecer projetos com estas soluções.
- c) Poucos projetistas oferecem estas soluções, porque não é lucrativo.
- d) Outra. Comente, se desejar.  
Dá menos trabalho ao projeto. Necessidade de diminuir esse projeto

Handwritten notes: "Eu sou usuário profissional da área" (with arrow pointing to the title), "Não entendi" (next to the table).

Concluída a fase da elaboração dos questionários, foram definidos os métodos de amostragem, fundamentando-se em Malhotra (2006) e Mattar (2014), como apresentado na Tabela 06. No APÊNDICE 02 podem ser conferidas as listas com os nomes e contatos das populações consideradas nos universos da pesquisa.

Tabela 6 - Definição dos métodos das amostragens.

Característica populacional (perfis)	Universo	Tipo de amostragem	Sub-tipo de amostragem
Gestores públicos	5	não probabilística	intencional
Fornecedores	19	não probabilística	por acessibilidade
Construtoras	20	não probabilística	por acessibilidade
Projetistas	25	não probabilística	por acessibilidade
Usuários em geral	9318	não probabilística	por acessibilidade
Usuários do modelo	30	não probabilística	por acessibilidade

O tipo de amostragem para todos os perfis caracterizou-se como não probabilística por terem sido uma escolha deliberada dos elementos da amostra, que dependeu dos critérios de seleção das populações e seus universos.

A população dos gestores públicos enquadrou-se como subtipo de amostragem intencional por se tratar da seleção de um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, é considerado representativo de toda a população. Sendo assim, foram convidados a responder os questionários representantes das secretarias municipais, responsáveis por aplicar as determinações legais no que tange a construção civil, da empresa CESAN e da Agencia de Recursos Hídricos do Espírito Santo.

Diante do acesso restrito às populações dos perfis dos fornecedores, construtoras, projetistas e, principalmente, dos usuários do modelo e geral, o método correspondente foi por acessibilidade, no qual a população é mais específica e a seleção dos elementos são aos quais se tem acesso, de acordo com o retorno dos respondentes, ao invés de aleatório.

Uma vez elaborados os questionários e definidas as populações e os universos, foi realizada a coleta de respostas.

### **3.1.3. Consolidação das respostas**

O passo seguinte para o cumprimento da etapa 1 foi a consolidação das respostas. Após os ajustes das melhorias sugeridas no teste de usabilidade e levantamento dos contatos dos universos dos potenciais respondentes, foi adotada a plataforma virtual do *Google Forms* para aplicação dos questionários. A divulgação aconteceu por *e-mail*, *Whatsapp*, *Facebook* e *Instagram*, no período de 01 fevereiro a 20 de agosto de 2018. A exceção da forma de aplicação dos questionários foi no perfil dos usuários do edifício modelo, que foram aplicados através da distribuição de impressos nas caixas dos correios entre 01 de julho e 20 de agosto de 2018.

As respostas tratadas percentualmente permitiram medir o número de respondentes para cada alternativa em relação à quantidade da amostra. A consolidação seguiu a estrutura original de organização dos entraves, de modo a facilitar a identificação da influência de cada fator sobre as razões da não adoção de sistemas com instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em edifícios multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra.

Todos os questionários e as suas respostas foram dispostos numa mesma tabela, de modo que fosse possível realizar a avaliação comparativa dos resultados entre os

perfis das populações (APÊNDICE 1). Para facilitar a leitura da medição, foi criada uma escala cromática que destacou faixas percentuais de 0 a 20%, de 21 a 40%, de 41 a 60%, de 61 a 80% e de 81 a 100%. Além da escala cromática, as fontes das opções de resposta foram editadas de maneira que identificasse, em formato itálico, as respostas favoráveis ao uso de fontes alternativas de água não potável e, em formato normal, as não favoráveis. As Tabelas 7 e 8 ilustram o formato da apresentação dos resultados.

Tabela 7 - Escala cromática das faixas percentuais dos resultados da pesquisa.

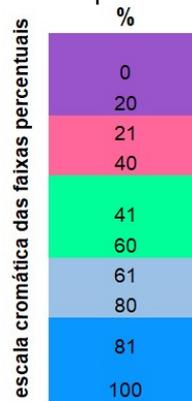


Tabela 8 - Consolidação das respostas.

FATORES	Nº DO ENTRAWE	ENTRAVES	Perguntas USUÁRIOS VITÓRIA, VILA VELHA E SERRA (população 9318 e amostra 205)	Alternativas USUÁRIOS VITÓRIA, VILA VELHA E SERRA	4	Per (po)
	1.1	Desconhecimento técnico sobre utilização de fonte alternativa de água por captação de água da condensação do ar condicionado.	1. Você tem conhecimento sobre o funcionamento de quais sistemas com uso de fontes alternativas de água, em edificações multifamiliares?  2. Caso o edifício multifamiliar onde você reside tenha (ou fosse implantar) uso de fontes alternativas de água, você tem (ou teria) segurança que no mercado capixaba existem opções de fornecedores de:	<i>Captação de água de condensação de ar condicionado.</i>	53	1. Vi fun' de f, edif
	1.2	Desconhecimento técnico sobre fonte alternativa da água por captação de água da chuva.		<i>Captação de água da chuva.</i>	86	
	1.3	Desconhecimento técnico sobre fonte alternativa da água por reuso de água cinza.		<i>Reuso de água cinzas.</i>	44	
				Não conheço nenhum dos sistemas.	13	
				Comentários...	sim	
	1.4	Existência de pouca opção de fornecedores de equipamentos das tecnologias.		<i>Equipamentos.</i>	21	
	1.5	Existência de pouca opção de fornecedores de serviço de instalação dos equipamentos.	<i>Instalação.</i>	20	2. C- resi font, teris, exisj	
	1.6	Pouca opção de fornecedores de serviço de manutenção.	<i>Manutenção.</i>	15		
			Não há fornecedores de boa qualidade e preço no mercado capixaba.	4		
			Desconheço o mercado de fornecedores de sistemas com uso de fontes alternativas de água.	75		
			Comentários...	sim		

Continua para outros fatores...

Continua para outros perfis...

Uma vez consolidadas e medidas as respostas obtidas, foi possível realizar uma avaliação qualitativa dos resultados, descritos posteriormente no capítulo 4.

### **3.2. Etapa 2: Avaliação Técnica**

A etapa de avaliação técnica constituiu em obter parte dos resultados para cumprir o objetivo específico 2, ou seja: avaliar a viabilidade técnica e econômica dos sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, na construção de edificações multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra.

Para a avaliação técnica foi utilizado um método qualitativo, onde foram verificados os requisitos de exequibilidade e selecionados os sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável de acordo com o contexto da pesquisa. A partir da seleção das tecnologias o método exploratório foi aplicado por meio de ensaio dos sistemas de instalações prediais num estudo de caso.

Conforme diagrama apresentado no Quadro 2, a etapa de avaliação técnica passou por duas fases, sendo uma para seleção das tecnologias, e outra para a seleção do modelo do estudo de caso. Estas fases se integraram quando as tecnologias selecionadas foram aplicadas no estudo de caso através dos ensaios projetuais que geraram dados para avaliação econômica.

#### **3.2.1. Seleção das tecnologias**

Foram definidos como critérios de seleção das tecnologias para realizar o estudo comparativo entre as fontes alternativas de água não potável existentes: oferta; grau de complexidade da instalação do sistema de captação; do tratamento; do controle de qualidade da água; e da manutenção.

O comparativo do Quadro 12 demonstra que o reuso de águas cinzas claras apresenta como vantagem a oferta contínua, uma vez que é originada das águas servidas de chuveiro, pia e máquina de lavar, enquanto as águas de chuva e de condensado têm oferta inconstante e depende das condições climáticas. Em contrapartida, as águas de chuva e de condensado apresentam vantagens por terem instalações e processos de manutenção menos complexos que o sistema de tratamento de águas cinzas.

Quadro 12 - Comparativo das opções de fontes alternativas de água não potável

	Oferta contínua	Oferta variável	Complexidade da instalação do sistema de captação e tratamento			Complexidade no controle da qualidade da água			Complexidade na manutenção do sistema de tratamento		
			baixa	média	alta	baixa	média	alta	baixa	média	alta
chuva		x	x			x			x		
rebaixamento de lençol freático	x			x				x			x
cinzas claras	x			x			x			x	
cinzas escuras	x				x			x			x
negras	x				x			x			x
condensado		x	x			x			x		

Em contato com construtoras, projetistas e fornecedores de sistemas para uso de fontes alternativas de água não potável, foi relatada a existência de edificações multifamiliares com uso de sistemas híbridos de abastecimento de água<sup>8</sup>. Foi identificada a existência de cinco edifícios construídos com instalações para tratamento de água cinza clara; três com aproveitamento de água de condensado; e mais de seis com aproveitamento de água de chuva (Quadro 13).

Quadro 13 - Levantamento de edifícios multifamiliares construídos com sistemas híbridos em Serra, Vitória e Vila Velha

Quantidade de edifícios multifamiliares construídos com sistemas híbridos, em Serra, Vitória e Vila Velha							
fonte de água	0	1	2	3	4	5	≥ 6
chuva							x
rebaixamento de lençol freático	x						
cinza clara						x	
cinza escura	x						
cinza negra	x						
condensado				x			
rede de distribuição potável							x

A partir deste comparativo foram selecionadas como tecnologias aplicáveis ao estudo as que fazem uso das fontes de água de chuva, água cinza clara e água de condensado. As fontes de rebaixamento de lençol freático, cinzas escuras e negras foram desconsideradas devido à maior complexidade no controle da qualidade final da água (RODRIGUEZ *et al.*, 2017).

Atualmente o cenário da existência de edifícios com sistemas híbridos que utilizam fontes alternativas, além da água de chuva, se resume ao registrado no Quadro 14,

<sup>8</sup> Sistema híbrido é todo sistema que utilize fontes alternativas de água não potável, além da água potável fornecida pela rede centralizada.

sendo importante destacar que dois condomínios não operam o sistema de reuso de água cinza clara, ainda que existam sistemas instalados.

Quadro 14 - Levantamento<sup>9</sup> de edificações com sistemas híbridos com uso de fontes alternativas de água não potável, além da água de chuva

Nome do edifício multifamiliar (construtora)	Ano da instalação	Água cinza clara instalada	Água cinza clara operando	Água de condensado instalada	Água de condensado operando	Água de chuva instalada	Água de chuva operando
Ed. Royal Blue (Lorence)	2006	x	x	x	x	x	x
Ed. Luiz Nogueira (Mazzini Gomes)	2008	x					
Ed. Esmeralda (Mazzini Gomes)	2011	x					
Ed. Venina	2011	x	x			x	x
Ed. Rio Grande (DaCaza)	2012	x	x			x	x
Ed. Parque Jequitibá (Mazzini Gomes)	2016			x	x		
Ed. Sequóia (Mazzini Gomes)	2017			x	x		

No capítulo 2 foram descritas experiências com implantação, operação e manutenção de sistemas para uso de fontes alternativas de água que tenham sido instaladas até 2018, tendo como recorte territorial os municípios de Vitória, Vila Velha e Serra.

A contextualização das experiências, da legislação e da normatização ofereceu subsídios para a definição das opções de sistemas híbridos, descritos no Quadro 15, que foram posteriormente ensaiados no estudo de caso.

Quadro 15 - Opções de sistemas híbridos que foram ensaiados no estudo de caso.

opção A	Água potável da rede + ETAC <i>wetland</i> + água de condensado + água de chuva	A1	instalação completa
		A2	instalação básica
opção B	Água potável da rede + ETAC <i>wetland</i> + água de chuva	B1	instalação completa
		B2	instalação básica
opção C	Água potável da rede + ETAC + água de condensado + água de chuva	B1	instalação completa
		B2	instalação básica
opção D	Água potável da rede + água de chuva		instalação básica

<sup>9</sup> Os anos das instalações registrados na tabela foram informados pelo fornecedor das estações de tratamento de águas cinzas claras e pelas construtoras.

Para todas as opções, foram consideradas as fontes de água potável e de água da chuva visto que a legislação dos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra definem como obrigatório o abastecimento de água potável e a captação de água de chuva, ainda que seja apenas para retenção objetivando evitar alagamentos. Deste modo foi criada uma opção apenas com as tecnologias para fontes obrigatórias, sendo a considerada convencional, nomeada como opção D.

A tecnologia para uso de fonte de água cinza clara, conhecida como estação de tratamento de água cinza - ETAC apresenta variação nas suas instalações. Conforme explanado no capítulo 2 existem dois tipos de sistemas para tratamento de águas cinzas: o mecanizado, onde todas as etapas acontecem em ambientes artificiais dentro dos reservatórios; e o natural, onde uma parte do processo ocorre em ambiente de jardim utilizando o potencial filtrante de plantas de raízes longas, conhecido como *wetlands*.

No capítulo 2 foi relatada ainda a vantagem do sistema *wetland* pela eliminação de bomba de recirculação de lodo e soprador, ou seja, eliminação do consumo de energia para estes dois equipamentos. Além disto o tanque *wetland* pode ocupar a área destinada à área de permeabilidade, normalmente exigida pelos Planos Diretores Urbanos e Municipais, economizando espaço na arquitetura do edifício.

Diante do exposto foram definidas opções de ETAC com e sem *wetland*, sendo a opção C sem *wetland* e as opções A e B com *wetland*. Diante das vantagens do *wetland* a opção A foi considerada a opção ótima, contemplando além do *wetland* todas as tecnologias com uso de fontes alternativas selecionadas, inclusive a de água de condensado. A opção B apresenta como variação a ausência de sistema para aproveitamento de água de condensado.

Com intuito de aumentar a probabilidade de tornar viável técnico e economicamente a implantação das tecnologias de fontes alternativas para as opções A, B e C, além do sistema completo foram simuladas configurações com instalações básicas, ou seja, apenas as instalações embutidas na construção. Esta configuração possibilita o usuário completar o sistema posteriormente sem grandes impactos de obra, apenas

conectando os equipamentos tais como bomba e ETAC, funcionando assim como um sistema alternativo.

### 3.2.2. Seleção do modelo

A fim de tornar viável a utilização das tecnologias para uso das fontes alternativas de água não potável, determinaram-se como critérios de seleção do edifício modelo para o estudo de caso:

- Localização na área de recorte da pesquisa;
- Existência de sistemas em operação para uso do máximo de opções de fontes;
- Maior tempo de implantação e operação dos sistemas;
- Disponibilidade de dados técnicos do edifício;
- Livre acesso ao edifício modelo.

Como opções de modelo foram considerados os edifícios listados no Quadro 16.

Quadro 16 - Comparativo de dados para seleção do modelo.

Nome do edifício multifamiliar	Ano da instalação	Localização (bairro)	água cinza clara instalada	água cinza clara operando	água de condensado instalada	água de condensado operando	água de chuva instalada	água de chuva operando	dados disponíveis	edifício com acesso liberado
Royal Blue	2006	Praia do Canto	x	x	x	x			x	x
Luiz Nogueira	2008	Praia do Canto	x						x	
Esmeralda	2011	Praia do Canto	x						x	x
Venina	2011	Praia da Costa	x	x			x	x		x
Rio Grande	2012	Mata da Praia	x	x			x	x	x	x
Parque Jequitibá	2016	Bento Ferreira			x	x			x	
Sequóia	2017	Bento Ferreira			x	x			x	x

Os edifícios Royal Blue e Rio Grande atenderam igualmente a maioria dos critérios de seleção, no entanto, cada um apresenta características diferentes nos sistemas. O Rio Grande possui captação de água de chuva e a ETAC é situada na cobertura. Já o Royal Blue possui captação de água de condensado e a ETAC alocada em pavimento inferior do edifício.

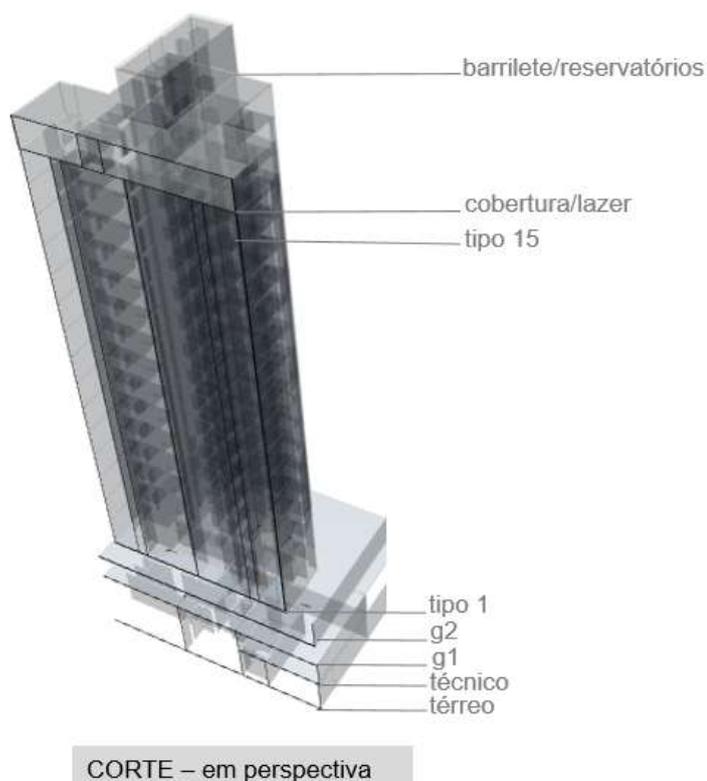
Por apresentar melhor solução de implantação de ETAC, conforme explanado no capítulo 2, o Royal Blue foi definido como modelo mais adequado para o estudo de caso das opções A, B, C e D.

### 3.2.3. Estudo de caso

Os dados técnicos foram coletados junto à construtora do edifício, através de pesquisas científicas (PERTEL, 2009; GOASTICO, 2014) e por meio de pesquisa de campo em visitas técnicas.

O edifício Royal Blue localiza-se na Rua Constante Sodré, no bairro Praia do Canto, no município de Vitória. O empreendimento possui 8.427,03 m<sup>2</sup> de área construída e é constituído por 20 pavimentos, sendo 1 pavimento de lazer na cobertura, 15 pavimentos tipo, 2 pavimentos de garagem, 1 pavimento técnico e 1 pavimento térreo (LORENTE, 2003). A Figura 24 representa as disposições dos pavimentos do edifício.

Figura 24 - Perspectiva com indicação dos pavimentos do edifício Royal Blue.



A área de cobertura para captação de água da chuva tem aproximadamente 250 m<sup>2</sup> e a área de jardim permeável no térreo possui 90 m<sup>2</sup> (Figura 25).

Figura 25 - Fotos da cobertura e jardins do edifício Royal Blue.



Fonte: cobertura: Google Earth (2018); jardins: a autora (2018).

Cada pavimento tipo contém 2 apartamentos, totalizando 30 apartamentos no edifício. Cada apartamento possui área privativa de 174 m<sup>2</sup>, composto por cozinha, sala, lavabo, banheiro social, 4 quartos sendo 3 suítes, 3 varandas, circulação, área de serviço, banheiro de serviço e depósito (Figura 31).

Figura 26 – Planta baixa do apartamento tipo.



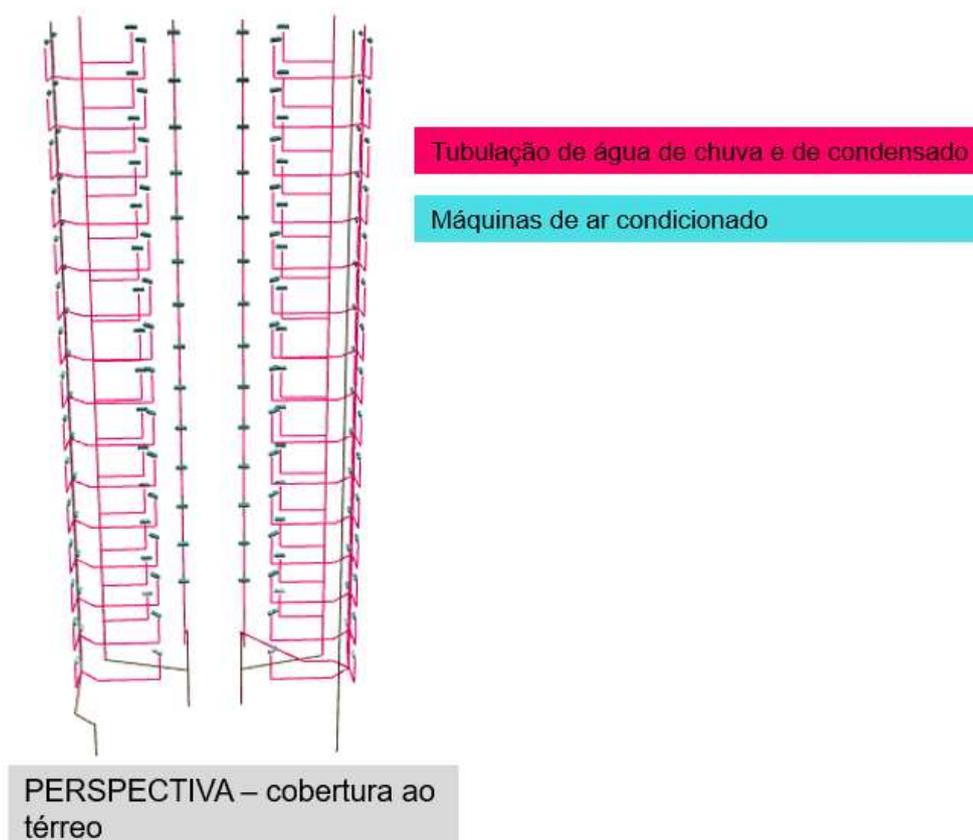
As águas cinzas claras são recolhidas de ralos de chuveiro, varandas, pias de banheiros e de máquina de lavar roupas e são direcionadas junto com as águas de condensado, originado de apenas duas máquinas situadas no quarto e na sala, para uma estação de tratamento localizada no pavimento técnico.

A ETAC, projetada para vazão de 15 m<sup>3</sup>, usa ambiente artificial, ou seja, sem *wetland* e adota uma tecnologia mais antiga que necessitou de 6 reservatórios. A água de chuva captada é totalmente direcionada para a rede de esgoto, sem qualquer aproveitamento.

Após análise crítica dos sistemas construídos identificou-se a possibilidade de adoção de melhorias para torná-los mais eficientes. Em relação ao dimensionamento dos reservatórios inferiores e superiores optou-se por manter as medidas originais uma vez que o sistema opera desde 2006 sem apresentar qualquer problema.

Na simulação dos sistemas alternativos A e C a captação de água de condensado, que ocorria apenas em dois ambientes, propõe-se a ampliação para máquinas de ar condicionado das três suítes, sendo a água de condensado direcionada para se juntar aos tubos de queda da água pluvial (Figura 27).

Figura 27 – Esquema das instalações de água de condensado de 5 máquinas de ar condicionado

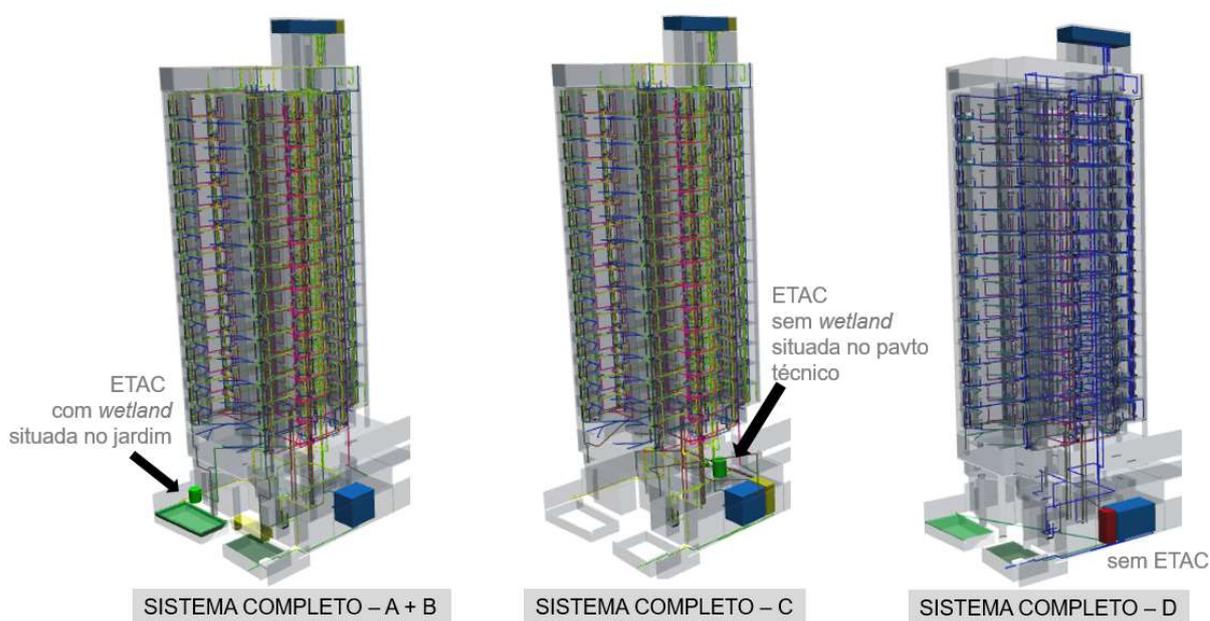


No ensaio projetual do estudo de caso, as águas de condensado e de chuva foram destinados diretamente para o reservatório de reuso, passando antes por processo

de filtragem de resíduos sólidos. Este redirecionamento da água de condensado reduziu a carga da ETAC sem qualquer prejuízo à qualidade da água, pois a água de condensado exige tratamento mais simples que a água cinza clara.

Para tratamento das águas cinzas claras foram ensaiados dois tipos de tecnologia, com e sem *wetland*. As opções A e B relatam o modo de tratamento por meio do *wetland*, o que originou a necessidade de transferência da ETAC e do reservatório de reuso para o térreo, na área de jardim como demonstrado na Figura 28.

Figura 28 - Implantação da ETAC com *wetland* da área de jardim.



Em 2006, o Royal Blue foi o primeiro edifício multifamiliar a ter implantado sistema de reuso de águas cinza claras na Grande Vitória. De acordo com Gonçalves (2018), por precaução, seu dimensionamento foi além do necessário adotando vazão de 15m<sup>3</sup>. Passados os anos a experiência demonstrou que uma vazão de 9m<sup>3</sup> (Tabela 9) atende à demanda de um edifício deste porte, sem prejuízo na sua eficiência.

Tabela 9 - Memorial de cálculo do dimensionamento do tanque *wetland*.

Legenda		Dimensionamento do Wetland	
P	população do edifício	<b>População</b>	nº de apartamentos = 30 habitantes/ apartamentos = 6 P = 180
QPC <sub>AR</sub>	vazão per capita	<b>Vazão</b>	QPC <sub>AR</sub> = 50l/hab/dia
Q	vazão		Q = P x QPC <sub>AR</sub>
TDH	tempo de detensão hidráulica		Q = 180x50=9000l/dia Q = 9m <sup>3</sup> /dia (reúso)
V	volume do wetland	<b>Tanque (m<sup>3</sup>) Wetland</b>	TDH = 3
Hu	altura útil		V = Q x TDH
A	área do wetland		V = 9 x 3 = 27m <sup>3</sup> V = 27m <sup>3</sup>
		<b>Tanque (m<sup>2</sup>) Wetland</b>	H <sub>u</sub> = 0,6 m
			A = V/H <sub>u</sub>
			A = 27/0,6 A = 45m <sup>2</sup>

Fonte: Fluxo Ambiental (2018).

Diante deste novo contexto as dimensões da ETAC necessitaram ser recalculadas conforme memorial de cálculo registrado na Tabela 9. O cálculo avançou a ponto de se obter o dimensionamento do tanque *wetland* de 45m<sup>2</sup>, constatando ser viável utilizar a área de jardim de 49 m<sup>2</sup> localizada no térreo.

A opção C propõe a manutenção do tratamento sem *wetland* porém foi adotada tecnologia mais atual com apenas um tanque de tratamento, o quadripartido, resultando na redução de área ocupada pela ETAC no pavimento técnico. A Figura 29 mostra a diferença entre as duas tecnologias de ETAC.

Figura 29 - ETAC com 6 tanques, implantada originalmente em 2006 no edifício Royal Blue x ETAC com tanque quadripartido, proposto para ser utilizado no ensaio projetual.

Tanques de  
tratamento  
(tecnologia  
com 6 reservatórios)



Tanque de  
tratamento  
(tecnologia  
quadripartido)



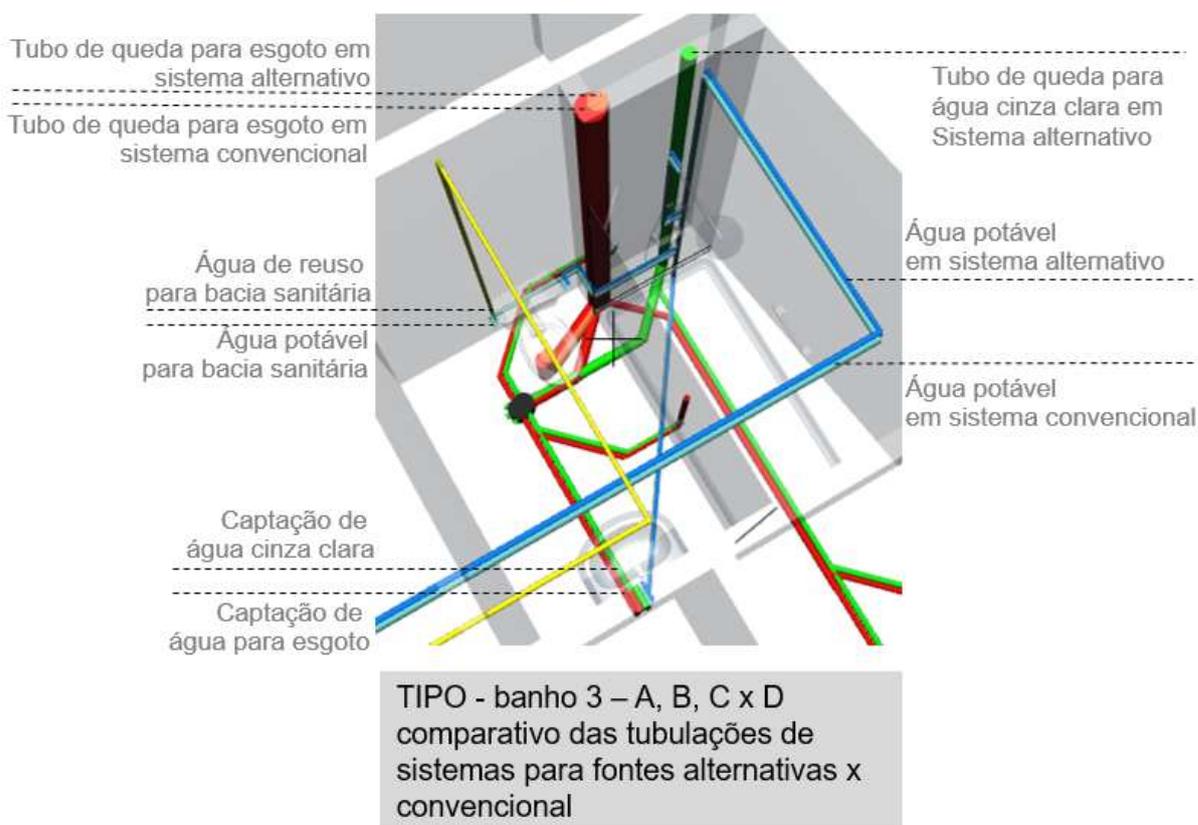
Na opção D foi ensaiado o sistema híbrido convencional, ou seja, com abastecimento de água potável pela rede e com aproveitamento de água da chuva. Para tanto, foi proposta a eliminação da ETAC e as vazões de água cinza e de reuso foram somadas às vazões das tubulações de água potável a partir do redimensionamento das mesmas.

Este redimensionamento consistiu na soma das áreas das secções dos tubos de água cinza mais esgoto, e de água de reuso mais água fria, recalculando a partir das

novas áreas os diâmetros dos tubos únicos – um para esgoto e um para água fria – que compõem o sistema convencional. Este método de cálculo aproximou-se dos resultados do método de Hunter, confirmando a eficiência do redimensionamento.

A Figura 30 representa as tubulações de sistema alternativo sendo a negra (bege), a água fria (azul escuro), a água cinza (verde) e a água de reuso (amarelo), unificados em tubulações de sistema convencional de esgoto (vermelho) e água fria (azul claro).

Figura 30 - Tubulações de água cinza e de água de reuso unificados em tubulação de esgoto e água fria convencional.



Uma vez identificados os pontos de ajustes necessários para adequação do projeto às opções A, B, C e D partiu-se para a modelagem dos ensaios projetuais no programa *Archicad* utilizando a ferramenta *Mep Modeler* (GRAFISOFT, 2018).

Este programa funciona pelo método *Building Information Model* (BIM) no qual a modelagem não se resume apenas à representação em terceira dimensão, mas também na associação de informações aos elementos modelados (CHAREF, ALAKA e EMMITT, 2018).

A partir das modelagens de cada opção o programa gera, automaticamente, os quantitativos de materiais para calcular os orçamentos da etapa 3, avaliação econômica.

Nos ensaios projetuais foram modeladas apenas as instalações que influenciavam na avaliação comparativa entre as opções A, B, C e D (Quadro 17). Assim, não foram modeladas nem estimadas nos orçamentos instalações de água quente, de esgoto do pavimento térreo, de água fria das cozinhas, das áreas de serviço e da piscina.

O Quadro 17 foi estruturado visando estabelecer uma comparação entre as opções de sistemas híbridos e, também, para a avaliação da viabilidade técnica da implantação das instalações na arquitetura do edifício. Para efeito de comparação, o quadro foi organizado por sistemas para cada pavimento e na coluna de cada opção eram marcados “x” quando existia alguma instalação do sistema em questão.

A respeito da viabilidade técnica, na coluna “espaço necessário” eram indicados os elementos arquitetônicos ou as dimensões de áreas necessárias para abrigar as instalações do sistema considerado. Na coluna “espaço disponível” era respondido “sim” se houvesse disponibilidade de local para implantação da referida instalação, que no caso as respostas foram positivas para todos os itens.

O Quadro 17 foi organizado para continuar sua alimentação com dados de custos para avaliação econômica, de forma que ao final do processo, os dados técnicos e econômicos estivessem integrados facilitando a visualização para avaliação dos resultados.

Quadro 17 - Comparativo entre opções A, B, C e D e avaliação de viabilidade de implantação das instalações na arquitetura.

INSTALAÇÕES POR PAVIMENTOS			A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	ESPAÇO NECESSÁRIO	ESPAÇO DISPONÍVEL
Tubulações de água potável fria	1º	térreo	x	x	x	x	x	x	x	parede/teto	sim
	2º	técnico	x	x	x	x	x	x	x	parede/teto	sim
	3º - 4º	G1 e G2	x	x	x	x	x	x	x	parede/teto	sim
	4º-18	tipos	x	x	x	x	x	x	x	parede/teto	sim
	19º	cobertura	x	x	x	x	x	x	x	parede/teto	sim
	20º	barrilete	x	x	x	x	x	x	x	parede/teto	sim
Tubulações de água de não potável	1º	térreo	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
	2º	técnico	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
	3º-4º	G1 e G2	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
	4º-18	tipos	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
	19º	cobertura	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
	20º	barrilete	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
Tubulações de água de condensado	4º-18	tipos	x	x	x	x	x	x		parede/teto	sim
Tubulações de água de chuva	1º	térreo	x	x	x	x			x	shaft/teto	sim
	2º	técnico	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
	3º-4º	G1 e G2	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
	4º-18º	tipos	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
Tubulações de água negra/esgoto	1º	térreo	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
	2º	técnico	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
	3º-4º	G1 e G2	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
	4º-18	tipos	x	x	x	x	x	x	x	shaft/teto	sim
Tubulações de água cinza clara	1º	térreo	x	x	x	x				shaft/teto	sim
	2º	técnico					x	x		shaft/teto	sim
	3º-4º	G1 e G2	x	x	x	x	x	x		shaft/teto	sim
	4º-18	tipos	x	x	x	x	x	x		shaft/teto	sim
	19º	cobertura	x	x	x	x	x	x		shaft/teto	sim
Reservatório de água potável	1º	térreo	x	x	x	x	x	x	x	20m <sup>2</sup>	sim
	20º	barrilete	x	x	x	x	x	x	x	20m <sup>2</sup>	sim
Reservatório de água não potável	1º	térreo	x	x	x	x	x	x	x	10m <sup>2</sup>	sim
	20º	barrilete	x	x	x	x	x	x	x	10m <sup>2</sup>	sim
Bomba de recalque de água potável	1º	térreo	x	x	x	x	x	x	x	2m <sup>2</sup>	sim
Bomba de recalque de água não potável	1º	térreo	x		x			x		2m <sup>2</sup>	sim
ETAC sem wetland (9m <sup>3</sup> )	2º	técnico						x		30m <sup>2</sup>	sim
ETAC com wetland (9m <sup>3</sup> )	1º	térreo	x		x					45m <sup>2</sup>	sim
Filtro para água de chuva	19º	cobertura	x	x	x	x	x	x	x	1m <sup>2</sup>	sim

As opções A e B divergem da C em relação ao tipo de ETAC e, conseqüentemente, a locação da mesma. Para a ETAC sem *wetland* foi proposta a manutenção no pavimento técnico e para a ETAC com *wetland* foi proposta a realocação para a área do jardim. Entre A e B, mudou a existência de tubulação de água de condensado.

A opção D em relação às demais não possui as tubulações para captação de águas cinzas e de condensado, nem as de fornecimento de água de reuso e a bomba de recalque de reuso. Contudo foi mantida a instalação de reservatório inferior para água não potável, considerando que a água de chuva necessitará destes equipamentos uma vez que em Vitória o aproveitamento da água é obrigatório por lei para edificações com as características do Royal Blue (PMV, 2018).

Entretanto, a não existência de tubulações para estes usos não significa que o custo com tubulação foi reduzido, porque neste caso os diâmetros foram recalculados e aumentados para atender às vazões necessárias e, conseqüentemente elevando o valor por metro linear de tubo para água potável e esgoto.

Sobre a disponibilidade de espaço destacam-se a ETAC e as bombas de recalque, com necessidade de maior espaço e de estarem situadas próximas ao reservatório inferior que, de preferência, devem estar num nível abaixo da ETAC para eliminar a necessidade de bombeamento. Já as tubulações podem ser embutidas no teto, nas paredes ou nos *shafts*, sendo de fácil adaptação à arquitetura, desde que construídas desde a origem da edificação.

Na opção D a inexistência de reservatório para água de reuso não significou redução de custo, porque o dimensionamento do reservatório de água de chuva absorveu o volume da água de reuso.

Por fim, uma vez organizados os resultados da etapa técnica o passo seguinte foi alimentar os valores seguindo para a 3ª etapa da pesquisa, a avaliação econômica.

### **3.3. Etapa 3: Avaliação Econômica**

A etapa de avaliação econômica culminou na conclusão dos resultados do objetivo específico 2, ou seja, de avaliar a viabilidade técnica e econômica das instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, na construção de edificações multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra.

A elaboração dos orçamentos contou com a participação de fornecedores e de empresa especializada em concorrência no modelo licitação. As tabelas dos orçamentos seguiram a composição do Quadro 17 de modo a possibilitar a avaliação comparativa dos resultados e avaliação do custo-benefício em relação à implantação dos sistemas propostos.

Esta avaliação econômica considera apenas custos dos sistemas de instalações prediais hidrossanitárias tendo em vista que o foco é avaliar o custo-benefício entre as opções A, B, C e D.

### **3.3.1. Elaboração dos orçamentos**

O orçamento da ETAC foi solicitado ao fornecedor que realizou a instalação original no edifício Royal Blue. O valor para ETAC sem *wetland* ficou em R\$65.000,00 e com *wetland* R\$55.000,00. Nestes valores estão incluídos, tanques, tubulações, bombas, soprador, terra e vegetação, entre outros detalhes das instalações nos limites da estação de tratamento.

A formação dos preços dos tubos<sup>10</sup> consistiu na adoção dos coeficientes da Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (PINI, 2018), aplicando os valores dos custos com mão-de-obra por meio do Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo (IOPES, 2018) e dos materiais através de um fornecedor capixaba. Na Tabela 10 é apresentado exemplo do memorial de cálculo do valor unitário de tubo.

---

<sup>10</sup> Na formação dos preços dos tubos estão incluídas as conexões.

Tabela 10 - Exemplo do cálculo da formação de preço por tipo de tubo.

ITEM		DESCRIÇÃO DO SERVIÇO			UNID.	
DN20	Tubo de PVC Soldável DN20 - Água Fria			TCPO 15	m	
142.8.22	PREÇO	TOTAL				
FONTES	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL
		A - MÃO DE OBRA				9,33
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,350000	12,19	4,27
		ENCANADOR	H	0,350000	14,45	5,06
		B - MATERIAIS				3,18
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,000300	27,01	0,01
		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN20MM	M	1,600000	1,97	3,15
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,000528	41,90	0,02
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
RESUMO						
		MÃO DE OBRA (A)				9,33
		MATERIAIS (B)				3,18
		EQUIPAMENTOS (C)				0,00
		ENCARGOS SOCIAIS		PERCENTUAL:		0,00
		<b>TOTAL SEM BDI</b>				<b>12,51</b>
		<b>TOTAL COM BDI</b>			<b>24,52%</b>	<b>15,58</b>

Os valores unitários alimentaram a planilha de quantitativo de tubos, gerada automaticamente pelo programa *Archicad*, calculando os orçamentos separados por sistemas e por pavimento conforme exemplificado na Tabela 11. Esta configuração de orçamento em detalhes possibilitou avaliar exatamente onde existe impacto de custo sobre as opções A, B, C e D.

Cada uma destas opções tiveram uma tabela de cálculo de orçamento, uma vez que os sistemas apresentam configurações diferentes. O detalhamento destas tabelas podem ser conferidas no APÊNDICE 3.

Tabela 11 - Exemplo do cálculo do orçamento por sistema/ pavimento.

OPÇÃO "A"						
Sistema	Piso de Origem	Diâmetro Nominal	Comprimento (m)	Valor und	Valor sub-total (sistema/pavimento/DN)	Valor total (sistema/pavimento)
0AGUA CINZA	G2	0nom 100	0,2	R\$50,18		
0AGUA CINZA	G2	nom 100	0,43			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	0,56			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	0,56			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	0,86			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	0,86			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	1,58			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	1,72			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	1,74			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	2,92			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	3,11			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	3,28			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	3,3			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	3,3			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	4,52			
0AGUA CINZA	G2	nom 100	6,41			
sub-total	0	0	35,35		R\$1.773,86	
0AGUA CINZA	G2	0nom 75	0,86	R\$48,92		
0AGUA CINZA	G2	nom 75	0,86			
0AGUA CINZA	G2	nom 75	3,3			
0AGUA CINZA	G2	nom 75	3,3			
sub-total	0	0	8,32		R\$407,01	R\$2.180,88
0AGUA CINZA	PAV. TIPO 1	0nom 100	0,38	R\$50,18		
continua...						

A Tabela 11 foi organizada por colunas contendo os seguintes dados: sistema<sup>11</sup>, piso de origem<sup>12</sup>, diâmetro do tubo, comprimento de cada tubo do sistema<sup>13</sup>, valor unitário<sup>14</sup>, subtotal referente à soma dos quantitativos de tubos por sistema, pavimento e diâmetro e, por fim, a soma total dos quantitativos para os sistemas de cada pavimento. Este último resultado alimentou outra tabela, a de comparativos, apresentada adiante.

### 3.3.2. Composição das tabelas comparativas

A etapa 3 culminou na avaliação do comparativo entre os valores dos orçamentos dos sistemas de instalações prediais hidrossanitárias entre as opções A, B, C e D. Para as opções A, B e C foram avaliadas variações do sistema: completo, com a ETAC; e básico, somente com as instalações embutidas na construção, de modo que

<sup>11</sup> Sistema refere-se aos tipos de sistema existente em cada opção: água potável; água de reuso; água de chuva; água de condensado; água cinza clara e água negra/ esgoto.

<sup>12</sup> Piso de origem significa o pavimento onde a instalação está situada.

<sup>13</sup> O a ferramenta MEP, do programa Archicad, gera planilhas de quantitativo especificando cada tubo as suas dimensões, e ainda a soma do metro linear de todos.

<sup>14</sup> Valor unitário equivale ao preço formado através do cálculo exemplificado na **Tabela 10**.

possibilite o condomínio completar o sistema posteriormente sem grandes impactos de obra, apenas conectando equipamentos como bomba e ETAC. A Tabela 12 ilustra a organização da tabela comparativa, cujos resultados estão apresentados no capítulo 5.

Tabela 12 - Tabela comparativa de orçamentos entre opções A, B, C e D e avaliação de viabilidade de implantação das instalações na arquitetura.

INSTALAÇÕES/ PAVIMENTOS			A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
Tubulações de água potável fria	1º	térreo							
	2º	técnico							
	3º - 4º	G1 e G2							
	4º - 18	tipos							
	19º	cobertura							
	20º	barrilete							
Tubulações de água de não potável	1º	térreo							
	2º	técnico							
	3º - 4º	G1 e G2							
	4º-18º	tipos							
	19º	cobertura							
Tubulações de água de condensado	4º- 18º	tipos							
	20º	barrilete							
Tubulações de água de chuva	1º	térreo							
	2º	técnico							
	3º e 4º	G1 e G2							
	4º-18º	tipos							
Tubulações de água negra/esgoto	1º	térreo							
	2º	técnico							
	3º e 4º	G1 e G2							
	4º-18º	tipos							
Tubulações de água cinza clara	19º	cobertura							
	1º	térreo							
	2º	técnico							
	3º-4º	G1 e G2							
Reservatório de água potável	4º-18º	tipos							
	19º	cobertura							
Reservatório de água não potável	1º	térreo							
	20º	barrilete							
Bomba de recalque de água potável	1º	térreo							
Bomba de recalque de água não potável	1º	térreo							
ETAC sem wetland (9m³)	2º	técnico							
ETAC com wetland (9m³)	1º	térreo							
Filtro para água de chuva	19º	cobertura							
Custo direto total									
Diferença em relação ao D (padrão convencional)									

A Tabela 12 foi organizada por colunas contendo os seguintes dados: sistema; piso de origem<sup>15</sup>; e custo por pavimento das instalações pertinentes a cada opção. As últimas linhas possuem a soma dos custos detalhados em cada coluna e os percentuais do custo dos sistemas alternativos, nos esquemas completos ou básicos, em relação ao do sistema convencional, D.

Além da comparação entre os custos das opções dos sistemas híbridos, estes foram comparados em relação ao custo direto total da obra, para averiguar o real impacto no valor do investimento adicional em relação ao sistema convencional, conforme detalhado no capítulo 4.

---

<sup>15</sup> Piso de origem significa o pavimento onde a instalação está situada.

## **4 Avaliação dos resultados**

Conforme planejamento os procedimentos metodológicos culminaram no atendimento dos objetivos geral e específicos por meio das etapas 1, 2, e 3, encontrando respostas para a questão motivadora deste estudo: por que as novas construções de edifícios multifamiliares não adotam instalações prediais para o uso de fontes alternativas de água não potável?

A partir de avaliação qualitativa das respostas obtidas na aplicação dos questionários na etapa 1, foram reconhecidos como entraves os levantados pela hipótese desta pesquisa: novos edifícios multifamiliares não são concebidos com instalações prediais para o uso de fontes alternativas de água não potável, devido a entraves de fatores técnico, financeiro, legal, político, ambiental e cultural.

A exploração do modelo físico pelos ensaios projetuais das opções A, B, C e D permitiu a conclusão da avaliação de viabilidade técnica da aplicação das instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável. Nesta etapa foi possível avaliar razões para a adoção ou não dos sistemas alternativos, relativas aos fatores técnico, legal e ambiental.

Diante da comparação dos dados de custos entre as opções dos sistemas das instalações prediais A, B, C e D, na etapa 3 foi possível avaliar as razões para a adoção ou não dos sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, relacionadas ao fator financeiro. Seguem os resultados obtidos em cada etapa desenvolvida.

### **4.1 Etapa 1: Reconhecimento**

Uma vez consolidadas as respostas dos questionários aplicados às populações dos perfis obtiveram-se resultados percentuais, por alternativa de resposta, que permitiram uma avaliação qualitativa do cenário configurado. Foram obtidas as seguintes amostras para cada população: 205 de usuários em geral; 4 dos usuários do modelo; 20 dos projetistas; 14 das construtoras; 9 dos fornecedores; e 3 dos gestores públicos.

A interpretação dos resultados levou em consideração destaques dos pontos mais críticos e dos menos críticos, onde os pontos mais críticos foram considerados de alto

impacto e os menos críticos de baixo impacto, em relação à adoção de sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável. Esta intensidade foi medida de acordo com as proporções das quantidades de respostas para alternativas favoráveis ou desfavoráveis ao uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares nos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra.

O cenário configurado confirmou a hipótese de que entraves de fatores técnico, financeiro, legal, político, ambiental e cultural dificultam a adoção de sistemas prediais alternativos ao convencional. No entanto, alguns entraves apresentaram menor impacto em relação à outros. É o caso dos fatores cultural e ambiental, em que a maioria – acima de 55% – não manifestou rejeição ao reuso e aproveitamento de água, desde que estas não sejam para consumo humano, conforme registros de comentários.

O mesmo ocorre com o fator financeiro cujo público selecionado, de classe média-alta, manifestou em sua maioria que o custo não é impeditivo para investir um valor adicional de até 5% nos edifícios que possuem sistemas alternativos, em relação aos de sistema convencional. Observa-se ainda que, da amostra de 205 respondentes da população do perfil usuários em geral, 43% se posicionaram positivamente para investimento adicional de até 5%; 34% para valor adicional de até 10%, apresentando resultado ainda mais favorável que dos outros perfis.

Relativo ao fator técnico, a maioria dos projetistas e dos construtores informaram que propõem aos seus clientes soluções alternativas aos sistemas convencionais, sendo que 87% da amostra dos usuários em geral (Tabela 5) preferem investir em edifícios com instalações básicas (Quadro 15), mesmo que acima do valor, desde que haja retorno financeiro em até 8 anos.

Dos entraves que se apresentaram com maiores impactos destacam-se alguns relacionados aos aspectos técnico, legais e políticos. O desconhecimento técnico do funcionamento dos sistemas de reuso de água cinza e de aproveitamento de água de condensado estão alinhados com a percepção dos fornecedores de que poucos profissionais possuem conhecimento e poucos concebem projetos compatíveis com as necessidades espaciais dos sistemas prediais para uso de fontes alternativas. Os gestores públicos concordam com os fornecedores quando manifestam 100% de

respostas para a alternativa que supõe falta de estímulo dos projetistas na concepção de construções com sistemas alternativos.

Entretanto, as percepções destes dois perfis divergem da dos projetistas e dos construtores que afirmam, em maioria, que costumam propor soluções alternativas ao convencional. Neste caso, provavelmente os projetistas estão considerando apenas o aproveitamento de água de chuva, que foi citado como tecnologia proposta nos projetos por 86%. Já as águas de condensado e cinzas foram citadas somente por 71% e 7%, respectivamente. Esta situação deve estar atrelada a atual obrigatoriedade em Vitória e Vila Velha, de instalar sistema para captação da água de chuva.

Também a respeito do fator técnico, as questões sobre manutenção se sobressaíram quando a maioria dos respondentes, de todos os perfis, marcaram alternativas que indicaram desconhecimento de fornecedores no mercado, ou que possuem a impressão de que há pouca opção de fornecedores no mercado capixaba e, ainda, que o custo é elevado.

Os fatores legal e político também obtiveram retorno desfavorável ao uso de fontes alternativas de água não potável. A maioria das respostas confirmaram o desconhecimento da legislação, que na verdade está associada à falta de leis que regulem e obriguem a construção de edifícios multifamiliares com sistemas prediais para uso de fontes alternativas, além da água de chuva.

Adiante segue o detalhamento das avaliações para cada pergunta gerada pelos entraves definidos nos Quadros 3 a 6, destacando os resultados mais relevantes. Para facilitar a associação aos quadros foram utilizadas as numerações destes na estrutura de tópicos. A ordem da numeração das perguntas também foram mantidas de acordo com as apresentadas nos questionários para cada perfil.

As primeiras perguntas dos questionários são referentes aos entraves 1.1, 1.2 e 1.3 de fator técnico (Quadro 3) a respeito do desconhecimento técnico sobre sistema de captação de água de condensado e de chuva e reuso de água cinza. Na Tabela 13, observa-se que dos usuários em geral, 13% informaram que desconhecem sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, assim como 20% dos projetistas e 1 dos três gestores públicos.

Tabela 13 - Consolidação das respostas sobre os entraves 1.1 a 1.3: desconhecimento técnico sobre sistema de captação de água de condensado e de chuva e reúso de água cinza.

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	<i>Captação de água de condensado.</i>	53
	<i>Captação de água da chuva.</i>	86
	<i>Reuso de água cinzas.</i>	44
	Não conheço nenhum dos sistemas.	13
	Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	<i>Captação de água de condensado.</i>	20
	<i>Captação de água da chuva.</i>	20
	<i>Reuso de água cinzas.</i>	100
	Não conheço nenhum dos sistemas.	0
	Comentários...	não
PROJETISTAS	<i>Captação de água de condensado.</i>	70
	<i>Captação de água da chuva.</i>	80
	<i>Reuso de água cinzas.</i>	70
	Não há conhecimento sobre nenhum dos sistemas.	20
	Comentários...	não
CONSTRUTORES	<i>Captação de água de condensado.</i>	71
	<i>Captação de água da chuva.</i>	100
	<i>Reuso de água cinzas.</i>	57
	Não há conhecimento sobre nenhum dos sistemas.	0
	Comentários...	não

Em relação aos projetistas este cenário é preocupante, pois a condição ideal seria que houvesse domínio sobre estas tecnologias, uma vez que possuem papel importante nas decisões sobre as soluções dos projetos. Assim, pode-se afirmar que no aspecto técnico a adoção de sistemas alternativos apresenta dificuldades de avanço no setor (Tabela 13).

Sobre os sistemas para aproveitamento de água de chuva (Tabela 13), percebe-se maior conhecimento por todos os perfis, exceto os moradores do edifício modelo que declararam conhecer mais sobre o sistema operante onde residem, a ETAC. O maior conhecimento sobre o aproveitamento da água de chuva provavelmente acontece em razão da existência da NBR15.527 (ABNT, 2007) e das recentes legislações

municipais que regulam e designam a obrigatoriedade de sua captação e aproveitamento (PMV, 2018; PMVV, 2016).

Seguindo a ordem da lista original o questionário apresenta uma pergunta para os entraves 1.4, 1.5 e 1.6 (Quadro 3) sobre a pouca opção de fornecedores de equipamentos, serviços de instalação e manutenção, cujos resultados estão apresentados na Tabela 14.

Sobre o conhecimento de opções de fornecedores no mercado capixaba, observa-se que de 60 a 75% dos usuários alegaram não conhecer fornecedores deste setor. E ainda, 2 usuários do edifício modelo afirmaram que não há fornecedores de boa qualidade e preço no mercado capixaba (Tabela 14).

A maioria dos construtores e dos projetistas, cercade 65%, reconhecem a existência de fornecedores de equipamentos e instalações. Destas duas amostras no máximo 40% afirmaram conhecer fornecedores de manutenção. Já a consulta aos fornecedores demonstrou maior atendimento em relação aos sistemas para reuso de águas cinzas, seguida da água de chuva e depois de condensado (Tabela 14).

Tabela 14 - Consolidação das respostas sobre os entraves 1.4 a 1.6: pouca opção de fornecedores de equipamentos, serviços de instalação e manutenção.

(Continua)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL  2. Caso o edifício multifamiliar onde você reside tenha (ou fosse implantar) uso de fontes alternativas de água, você tem (ou teria) segurança que no mercado capixaba existem opções de fornecedores de:	<i>Equipamentos.</i>	21
	<i>Instalação.</i>	20
	<i>Manutenção.</i>	15
	Não há fornecedores de boa qualidade e preço no mercado capixaba.	4
	Desconheço o mercado de fornecedores de sistemas com uso de fontes alternativas de água.	75
	Comentários...	sim

(Continuação)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS DO MODELO	<i>Equipamentos.</i>	20
	<i>Instalação.</i>	20
	<i>Manutenção.</i>	20
	Não há fornecedores de boa qualidade e preço no mercado capixaba.	40
	Desconheço o mercado de fornecedores de sistemas com uso de fontes alternativas de água.	60
	Comentários...	não
PROJETISTAS	<i>Equipamentos.</i>	65
	<i>Instalação.</i>	65
	<i>Manutenção.</i>	40
	Não há fornecedores de boa qualidade e preço no mercado capixaba.	15
	Desconheço o mercado de fornecedores de sistemas com uso de fontes alternativas de água.	20
	Comentários.	sim
CONSTRUTORES	<i>Equipamentos.</i>	57
	<i>Instalação.</i>	57
	<i>Manutenção.</i>	36
	Não há fornecedores de boa qualidade e preço no mercado capixaba.	7
	Desconheço o mercado de fornecedores de sistemas com uso de fontes alternativas de água.	29
	Comentários...	sim

(Conclusão)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%		
FORNECEDORES	1. Marque os serviços que sua empresa fornece para os respectivos tipos de fontes alternativas de água:			
		equipamentos	<i>reuso de água cinza</i>	67
			<i>aproveitamento de água de condensado</i>	44
			<i>aproveitamento água da chuva</i>	67
			nenhum equipamento	0
		instalações	<i>de reuso de água cinza</i>	78
			<i>aproveitamento de água de condensado</i>	67
			<i>aproveitamento água da chuva</i>	67
			nenhuma instalação	0
		manutenção	<i>reuso de água cinza</i>	89
			<i>aproveitamento de água de condensado</i>	33
			<i>aproveitamento água da chuva</i>	56
nenhuma manutenção	0			
	Comentários...	não		

Considerando os resultados obtidos apresentados na Tabela 14, é perceptível que o fornecimento de serviços de manutenção é um ponto crítico que desfavorece a adoção de sistemas prediais para uso de fontes alternativas de água não potável. Vale destacar ainda que uma forte restrição se desponta em relação ao fornecimento de equipamentos, instalação e manutenção para água de condensado.

Este cenário provavelmente está relacionado à ausência de legislações e normas que regulem e incentivem a adoção deste tipo de fonte alternativa, bem como pouca produção científica, especialmente para uso em edificações multifamiliares (Tabela 14).

As perguntas seguintes estão relacionadas ao entrave 1.7 (Quadro 3) acerca do comodismo dos projetistas e dos construtores em executar os sistemas convencionais, que já têm experiência. Verificou-se resultados contraditórios, com 89% dos fornecedores demonstrando que poucos projetistas possuem conhecimento técnico para oferecer soluções alternativas ao convencional, enquanto 75% dos projetistas informaram que propõem rotineiramente soluções alternativas em seus projetos. Alguns projetistas comentaram que deixam a decisão da adoção de sistemas alternativos a critério do cliente (Tabela 15).

Desta forma, ficou duvidosa a avaliação se os projetistas de fato possuem capacitação suficiente para conceber projetos com sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável. Vale destacar que 33% dos fornecedores

afirmaram que poucos projetistas propõem soluções alternativas porque estas não tornam os projetos lucrativos (Tabela 15).

Embora as respostas tenham sido contraditórias, é possível inferir que o comodismo dos projetistas e dos construtores pode ser uma forte barreira na adoção dos sistemas de instalações prediais para uso de fontes de água alternativas (Tabela 15).

Por sua vez, a maioria os usuários respondentes nas duas amostras afirmou que a necessidade de manutenção específica para o tratamento de água não é razão para descartar a possibilidade de morar em um edifício com estes sistemas. Particularmente na amostra dos usuários do edifício modelo, 1 informou que descartaria morar em edifício com sistema alternativo e 1 que talvez descartasse. Houve ainda um comentário de que se o sistema fosse mais eficiente do que o existente no modelo, avaliaria a opção de morar em edifício com uso de fontes alternativas (Tabela 15).

Tabela 15 - Consolidação das respostas sobre o entrave 1.7: comodismo dos projetistas e dos construtores em executar os sistemas convencionais.

		(Continua)	
	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	3. Você considera que morar num edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, que requer manutenção específica para tratamento de água e dos equipamentos do sistema, representa ter mais trabalho com manutenção e descartaria a opção de morar num edifício com este sistema por causa disso?	Sim.	4
		Não.	85
		Talvez.	11
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	3. Você considera que morar num edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, que requer manutenção específica para tratamento de água e dos equipamentos do sistema, representa ter mais trabalho com manutenção e descartaria a opção de morar num edifício com este sistema por causa disso?	Sim.	20
		Não.	60
		Talvez.	20
		Comentários...	não
PROJETISTAS	3. Você propõe aos seus clientes projetos com instalações prediais adotando sistemas com fontes de água alternativas? Comente, se desejar.	Sim.	75
		Não.	5
		Talvez.	15
		Comentários...	sim
CONSTRUTORES	3. Sua empresa tem interesse em inovar a tecnologia das instalações prediais dos seus empreendimentos multifamiliares adotando sistemas com fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	Sim.	71
		Não.	0
		Talvez.	21
		Comentários...	sim

		(Conclusão)	
PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
FORNECEDORES	2. Em relação a oferta de projetos com soluções de uso de fontes alternativas de água, marque as afirmativas que procedem, segundo sua percepção do mercado (comente, se desejar):	<i>Projetistas sempre propõem estas soluções.</i>	0
		Poucos projetistas possuem conhecimento técnico para oferecer projetos com estas soluções.	89
		Poucos projetistas oferecem estas soluções, porque não torna o projeto lucrativo.	33
		Nenhuma das afirmativas apresentadas.	0
		Comentários...	sim

Em relação a qualidade da água foram levantadas questões para os entraves 1.8 e 1.9 (Quadro 3) relativos à falta de normas técnicas que regulem a qualidade da água e dos sistemas de instalações prediais, cujas respostas foram consolidadas na Tabelas 16.

A maioria da amostra dos usuários em geral, acima de 80%, não consideram que haja risco à saúde ou à segurança no uso de fontes alternativas de água. Somente 2% dos respondentes consideram inseguro e 14% relataram que talvez considerassem inseguro, a depender do tipo de uso, como alertado por comentário. A manifestação, deste perfil, favorável ao uso de fontes alternativas de água, entre 83 e 89%, caracterizam baixo impacto (Tabela 16).

Tabela 16 - Consolidação das respostas sobre os entraves 1.8. e 1.9: falta de normas técnicas que regulem a qualidade da água e dos sistemas de instalações prediais.

		(Continua)	
PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
USUÁRIOS EM GERAL	4. Você considera que morar num edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, que requer tratamento de água, representa algum risco à saúde devido à qualidade da água, e descartaria a opção de morar num edifício com este sistema por causa disso? Comente, se desejar.	Sim.	2
		Não.	83
		Talvez.	14
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	4. Você considera que morar num edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, que requer tratamento de água, representa algum risco à saúde devido à qualidade da água, e descartaria a opção de morar num edifício com este sistema por causa disso? Comente, se desejar.	Sim.	0
		Não.	80
		Talvez.	20
		Comentários...	não

(Continuação)

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EMGERAL	5. Você considera que morar num edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, que requer instalações e equipamentos fora do convencional, representa algum risco à segurança, e descartaria a opção de morar num edifício com este sistema por causa disso? Comente, se desejar.	Sim.	2
		Não.	89
		Talvez.	10
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DOMODELO	5. Você considera que morar num edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, que requer instalações e equipamentos fora do convencional, representa algum risco à segurança, e descartaria a opção de morar num edifício com este sistema por causa disso? Comente, se desejar.	Sim.	0
		Não.	80
		Talvez.	20
		Comentários...	não
PROJETISTAS	4. Quais fatores técnicos influenciam na não adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	Falta de interesse dos órgãos públicos em estimular o uso de fontes alternativas de água.	45
		Insuficiência de normas técnicas para regular a qualidade dos sistemas de instalações prediais.	5
		Falta estímulo aos projetistas para conceberem os projetos compatíveis com a implantação de sistemas com fontes alternativas de água.	20
		<i>As normas reguladoras são suficientes e eficientes, e não impactam na adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água, em edifícios multifamiliares .</i>	15
	Comentários...	sim	
CONSTRUTORES	4. Quais fatores técnicos influenciam na não adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	Falta de interesse dos órgãos públicos em estimular o uso de fontes alternativas de água.	50
		Insuficiência de normas técnicas para regular a qualidade dos sistemas de instalações prediais.	14
		Falta estímulo aos projetistas para conceberem os projetos compatíveis com a implantação de sistemas com fontes alternativas de água.	43
		<i>As normas reguladoras são suficientes e eficientes, e não impactam na adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água, em edifícios multifamiliares .</i>	0
	Comentários...	sim	

(Continuação)

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
FORNECEDORES	3. Quais fatores técnicos influenciam na não adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	Falta de interesse dos órgãos públicos em estimular o uso de fontes alternativas de água.	56
		Insuficiência de normas técnicas para regular a qualidade dos sistemas de instalações prediais.	33
		Falta estímulo aos projetistas para conceberem os projetos compatíveis com a implantação de sistemas com fontes alternativas de água.	0
		<i>As normas reguladoras são suficientes e eficientes, e não impactam na adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água, em edifícios multifamiliares .</i>	67
		Comentários...	sim
GESTORES PÚBLICOS	2. Quais fatores técnicos influenciam na não adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	Falta de interesse dos órgãos públicos em estimular o uso de fontes alternativas de água.	33
		Insuficiência de normas técnicas para regular a qualidade da água.	0
		Insuficiência de normas técnicas para regular a qualidade dos sistemas de instalações prediais.	0
		Falta estímulo aos projetistas para conceberem os projetos compatíveis com a implantação de sistemas com fontes alternativas de água.	100
		<i>As normas reguladoras são suficientes e eficientes, e não impactam na adoção de sistemas com uso de fontes alternativas de água, em edifícios multifamiliares .</i>	0
		Nenhuma das opções apresentadas.	0
		Comentários...	não

A maioria dos fornecedores, 67%, informou que existem normas suficientes e eficientes e não geram impactos para a adoção dos sistemas alternativos, no entanto 33% desta categoria declara o contrário. De outro lado essa alternativa atingiu a minoria dos outros perfis, 15% como respostas dos projetistas e 0% dos construtores e dos gestores públicos, deixando em dúvida o real impacto desta questão (Tabela 16).

Esta contradição também ocorreu na alternativa sobre a falta de estímulo dos projetistas que variou de 0% de respondentes da amostra dos fornecedores contra 100% dos gestores públicos e entre 40 e 50% dos projetistas e construtores. Esta contradição pode ser caracterizada como desfavorável para o uso de fontes alternativas (Tabela 16).

Outra forte barreira foi revelada em relação a falta de interesse dos gestores públicos em incentivar a adoção de fontes alternativas de água, sendo a opção apontada por uma parcela considerável dos agentes do mercado e dos gestores públicos, 45 a 56% (Tabelas 16).

Uma questão fundamental para a viabilidade técnica da implantação dos sistemas alternativos foi levantada pelo entrave 1.10 (Quadro 3) no que tange a concepção do projeto arquitetônico incompatível com as necessidades espaciais, que inviabilizam a implantação do sistema (Tabela 17).

Dos usuários em geral, 87% dos respondentes informaram que dariam preferência de investimento para edificações com instalações básicas que possibilitassem a conexão dos equipamentos de sistema para uso de fontes alternativas de água. Já os usuários do edifício modelo se dividiram entre as 3 opções (Tabela 17).

Quando os projetistas e construtores foram questionados se preveem espaço necessário para viabilizar a implantação de sistemas para fontes alternativas, a maioria respondeu que contemplam os requisitos para água de chuva, 65 a 86%, seguido de água de condensado, 45 a 71%, e muito poucos reservam espaço para ETAC, 7 a 15% (Tabela 17).

As respostas obtidas nesse aspecto identificaram ser esta uma forte restrição para a adoção da água cinza clara como fonte alternativa, uma vez que é um sistema mais complexo e demanda uma área considerável para implantação, bem como uma localização estratégica na arquitetura do edifício (Tabela 17).

Isso converge para a afirmação de 33% dos fornecedores, que consideram até 30% dos projetos arquitetônicos incompatíveis com os sistemas alternativos, e numa proporção menor, 20% considera que 40% não atendem as necessidades espaciais deste tipo de demanda (Tabela 17).

Tabela 17 - Consolidação das respostas sobre o entrave 1.10: concepção do projeto arquitetônico incompatível com as necessidades espaciais, que inviabilizam a implantação do sistema.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	6. Entre dois apartamentos com mesmo custo, que diferem conforme as opções a seguir: Opção "A" possui instalações convencionais de água e esgoto, opção "B" possui instalações embutidas nas paredes, aptas para ligação futura de equipamentos que possibilitem uso de fontes alternativas (reservatórios, bombas...), se o condomínio desejar. Em qual opção você investiria?	Edifício da opção "A".	4
		Edifício da opção "B".	87
		Tanto faz.	9
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	6. Entre dois apartamentos com mesmo custo, que diferem conforme as opções a seguir: Opção "A" possui instalações convencionais de água e esgoto, opção "B" possui instalações embutidas nas paredes, aptas para ligação futura de equipamentos que possibilitem uso de fontes alternativas (reservatórios, bombas...), se o condomínio desejar. Em qual opção você investiria?	Edifício da opção "A".	20
		Edifício da opção "B".	40
		Tanto faz.	40
		Comentários...	não
PROJETISTAS	5. Em seus projetos, você prevê espaço necessário para viabilizar implantação de sistemas para quais fontes alternativas de água?	Água cinza.	15
		Água da chuva.	65
		Água de condensado.	45
		Nenhuma delas, a não ser que o cliente solicite.	35
		Comentários...	sim
CONSTRUTORES	5. Em seus projetos, você prevê espaço necessário para viabilizar implantação de sistemas para quais fontes alternativas de água?	Água cinza.	7
		Água da chuva.	86
		Água de condensado.	71
		Nenhuma delas.	0
		Comentários...	sim
FORNECEDORES	4. A concepção do projeto arquitetônico é incompatível com a implantação de sistema com uso de fontes alternativas de água. Informe a proporção que você considere esta afirmação pertinente.	Em 0% dos projetos.	44
		Até 30% dos projetos.	33
		Até 60% dos projetos.	22
		Até 99% dos projetos.	0
		Em 100% dos projetos.	0
	Comentários...	sim	

Os entraves 2.1, 2.2 e 2.3 (Quadro 4) a respeito do desconhecimento sobre o custo dos sistemas, manutenção e projetos de instalação predial, abrem as perguntas para avaliação dos impactos de fator financeiro. Para a pergunta relacionada a estas barreiras, mais de 50% das construtoras responderam que conhecem custos dos sistemas de instalação predial para uso de fontes alternativas de água não potável.

Os fornecedores confirmam este cenário uma vez que consideram que 56% dos construtores conhecem custos de equipamentos, no entanto em relação aos serviços equilibram-se com as outras populações, apresentando baixo nível de informação sobre os custos, especialmente sobre o de manutenção (Tabela 18).

Tabela 18 - Consolidação das respostas sobre o entraves 2.1 a 2.3: desconhecimento sobre o custo dos sistemas, manutenção e projetos de instalação predial.

(Continua)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	<i>Equipamentos dos sistemas.</i>	10
	<i>Manutenção.</i>	6
	<i>Projeto.</i>	13
	Desconheço custos relativos a serviços e equipamentos para uso de fontes alternativas de água.	84
	Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	<i>Equipamentos dos sistemas.</i>	20
	<i>Manutenção.</i>	40
	<i>Projeto.</i>	0
	Desconheço custos relativos a serviços e equipamentos para uso de fontes <i>alternativas de água.</i>	60
	Comentários...	não
PROJETISTAS	<i>Equipamentos dos sistemas.</i>	35
	<i>Manutenção.</i>	15
	<i>Projeto.</i>	45
	Desconheço custos relativos a serviços e equipamentos para uso de fontes alternativas de água.	35
	Comentários...	sim
CONSTRUTORES	<i>Equipamentos dos sistemas.</i>	50
	<i>Manutenção.</i>	14
	<i>Projeto.</i>	57
	Desconheço custos relativos a serviços e equipamentos para uso de fontes alternativas de água.	36
	Comentários...	não

(Conclusão)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
FORNECEDORES	equipamentos	<i>usuários</i>	22
		<i>construtores</i>	56
		<i>arquitetos</i>	22
		<i>engenheiros</i>	33
		nenhum dos segmentos apresentados	33
	instalações	<i>usuários</i>	11
		<i>construtores</i>	44
		<i>arquitetos</i>	11
		<i>engenheiros</i>	22
		nenhum dos segmentos apresentados	33
	manutenção	<i>usuários</i>	11
		<i>construtores</i>	3
		<i>arquitetos</i>	11
		<i>engenheiros</i>	22
		nenhum dos segmentos apresentados	33
5. Marque quais segmentos você considera que possuem conhecimentos sobre os custos dos respectivos fornecedores:			

Após avaliação do nível de conhecimento sobre os custos dos fornecedores de sistemas de fontes alternativas, foram levantadas questões para identificar o grau dos entraves 2.4 a 2.6 (Quadro 4), se a percepção das partes envolvidas é de que o custo de manutenção, implantação e projeto dos sistemas alternativos são elevados em relação ao convencional (Tabela 19).

Neste contexto, a maioria dos fornecedores elegeram os usuários como a população que possui a percepção de que o custo é elevado, tanto para equipamentos quanto para instalação e manutenção. Essa situação é gerada, possivelmente, pelo desconhecimento destes custos reais conforme afirmaram até 84% dos usuários. Os fornecedores destacaram, ainda, os construtores como aqueles que acham elevados os custos de equipamento e de instalação (Tabela 19).

Em síntese, a maioria dos usuários do edifício modelo e dos construtores consideram que o custo não é impeditivo para investir em edifícios multifamiliares com sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável. Já os usuários em geral e os projetistas informaram que desconhecem os custos e, portanto, não possuem percepção de valor (Tabela 19).

Tabela 19 - Consolidação das respostas sobre o entraves 2.4 a 2.6: percepção de que o custo de manutenção, implantação e projeto dos sistemas alternativos são elevados em relação ao convencional.

(Continua)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
USUÁRIOS EM GERAL	Equipamentos dos sistemas.	4	
	Manutenção.	5	
	Projeto.	2	
	8. Você descartaria a opção de investir em apartamento com uso de fontes alternativas, por considerar elevados, em relação aos convencionais, os custos de:	<i>A questão do custo não é impeditivo para investir em edifícios multifamiliares com uso de fontes alternativas.</i>	28
		<i>Não considero nenhum custo elevado, em relação aos sistemas convencionais.</i>	6
		Desconheço custos relativos a serviços e equipamentos para uso de fontes alternativas de água.	61
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	Equipamentos dos sistemas.	0	
	Manutenção.	0	
	Projeto.	0	
	8. Você descartaria a opção de investir em apartamento com uso de fontes alternativas, por considerar elevados, em relação aos convencionais, os custos de:	<i>A questão do custo não é impeditivo para investir em edifícios multifamiliares com uso de fontes alternativas.</i>	60
		<i>Não considero nenhum custo elevado, em relação aos sistemas convencionais.</i>	20
		Desconheço custos relativos a serviços e equipamentos para uso de fontes alternativas de água.	20
		Comentários...	não
PROJETISTAS	Equipamentos dos sistemas.	35	
	Manutenção.	40	
	Projeto.	0	
	7. Você descartaria a opção de projetar edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água por considerar elevados, em relação aos convencionais, os custos de:	<i>A questão do custo não é impeditivo para investir em edifícios multifamiliares com uso de fontes alternativas.</i>	35
		<i>Não considero nenhum custo elevado, em relação aos sistemas convencionais.</i>	15
		Comentários...	sim
	CONSTRUTORES	Equipamentos dos sistemas.	36
Manutenção.		29	
Projeto.		0	
7. Você descartaria a opção de construir edifício multifamiliar com uso de fontes alternativas de água, por considerarem elevados, em relação aos convencionais, os custos de:		<i>A questão do custo não é impeditivo para investir em edifícios multifamiliares com uso de fontes alternativas.</i>	50
		<i>Não considero nenhum custo elevado, em relação aos sistemas convencionais.</i>	7
		Comentários...	sim

(Conclusão)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
FORNECEDORES  6. Marque quais segmentos você considera que tem a percepção de custo elevado dos respectivos fornecedores:	equipamentos	construtores	55
		arquitetos	33
		engenheiros	33
		nenhum dos segmentos apresentados	11
	instalações	usuários	56
		construtores	56
		arquitetos	44
		engenheiros	44
	manutenção	nenhum dos segmentos apresentados	22
		usuários	78
		construtores	44
		arquitetos	22
	engenheiros	33	
	nenhum dos segmentos apresentados	11	

O entrave 2.7 (Quadro 4), investidores não pagam mais por apartamento que não tenha retorno imediato, complementa a avaliação financeira em relação à percepção de valor dos possíveis investidores em edifícios com sistemas alternativos ao convencional.

O cenário dos usuários em geral se apresentou favorável ao uso de fontes alternativas de água não potável para o público em questão, considerando a faixa social de classe média-alta (Tabela 20).

Tabela 20 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.7: investidores não pagam mais por apartamento que não tenha retorno imediato.

(Continua)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL  9. Você compraria um apartamento que oferecesse uso de fontes alternativas de água, com valor maior que outro com instalações convencionais, mas que tivesse retorno deste investimento em aproximadamente 8 anos?	Não compraria apartamento com uso de fontes alternativas de água, independente do custo.	2
	<i>Somente para investimento adicional de até 5% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	43
	<i>Somente para investimento adicional de até 10% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	34
	<i>Somente para investimento adicional de até 25% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	9
	Comentários...	sim

		(Conclusão)	
PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
USUÁRIOS DO MODELO	9. Você compraria um apartamento que oferecesse uso de fontes alternativas de água, com valor maior que outro com instalações convencionais, mas que tivesse retorno deste investimento em aproximadamente 8 anos?	Não compraria apartamento com uso de fontes alternativas de água, independente do custo.	40
		<i>Somente para investimento adicional de até 5% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	40
		<i>Somente para investimento adicional de até 10% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	0
		<i>Somente para investimento adicional de até 25% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	0
	Comentários...	sim	
PROJETISTAS	8. Você considera que potenciais clientes comprariam apartamento que oferecesse uso de fontes alternativas de água, com valor maior que outro com instalações convencionais, mas que tivesse retorno deste investimento em aproximadamente 8 anos?	Não comprariam apartamento com uso de fontes alternativas de água, independente do custo.	15
		<i>Somente para investimento adicional de até 5% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	50
		<i>Somente para investimento adicional de até 10% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	10
		<i>Somente para investimento adicional de até 25% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	0
	Comentários...	sim	
CONSTRUTORES	8. Você considera que potenciais clientes comprariam apartamento que oferecesse uso de fontes alternativas de água, com valor maior que outro com instalações convencionais, mas que tivesse retorno deste investimento em aproximadamente 8 anos?	Não comprariam apartamento com uso de fontes alternativas de água, independente do custo.	0
		<i>Somente para investimento adicional de até 5% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	50
		<i>Somente para investimento adicional de até 10% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	0
		<i>Somente para investimento adicional de até 25% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	0
	Comentários...	sim	
FORNECEDORES	7. Você considera que investidores comprariam apartamentos que oferecessem uso de fontes alternativas de água, com valor maior que outro com instalações convencionais, mas que tivesse retorno deste investimento em aproximadamente 8 anos?	Não comprariam apartamento com uso de fontes alternativas de água, independente do custo.	11
		<i>Somente para investimento adicional de até 5% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	56
		<i>Somente para investimento adicional de até 10% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	33
		<i>Somente para investimento adicional de até 25% em relação a um imóvel com instalações convencionais.</i>	0
	Comentários...	sim	

Em relação a opção de não investir independente do custo as construtoras foram unânimes em desconsiderar esta alternativa, ao passo que os demais mostraram diferentes opiniões, variando de 11 a 40%. Exceto os usuários do edifício modelo, que se dividiram entre não investir valor a mais, e investir no máximo 5%, a maioria dos

demais respondentes demonstraram que consideraram viável investir até 5% a mais em edifícios com sistemas alternativos, 43 a 56% (Tabela 20).

E, para até 10% de investimento adicional, de 10 a 39% dos fornecedores, projetistas e usuários em geral consideraram um valor razoável de investimento. É interessante observar que 9% dos usuários em geral conceberam investimento adicional de até 25%, ao contrário dos demais perfis que foram unânimes em excluir esta opção do rol das selecionadas (Tabela 20).

É importante apresentar os comentários dos usuários em geral, ainda que pontuais, que eventualmente indicaram posicionamentos bastante opostos. No aspecto econômico, enquanto alguns somente investiriam se o valor fosse igual ao de um sistema convencional, outros investiriam um valor adicional e outros, ainda, afirmam que investiriam mesmo sem retorno. Nesse último grupo foi ainda ponderada a questão da disponibilidade financeira de investir a mais no momento da compra (Tabela 20).

Considerando as questões relacionadas ao consumo de energia é importante avaliar o conhecimento do impacto na adoção das instalações no consumo de energia, como o bombeamento de água e esgoto do sistema centralizado de distribuição.

Por isso foi elaborada questão a respeito do entrave 2.8 (Quadro 4), desconhecimento do impacto no consumo de energia com bombeamento do início ao fim da rede de distribuição de água e do tratamento de esgoto (Tabela 21).

O retorno obtido foi favorável, uma vez que até 86% dos respondentes informaram que dariam preferência para edifícios com uso de fontes alternativas para contribuir com a eficiência energética do país. Uma minoria dos respondentes, entre 13 e 20% manifestaram que talvez investiriam (Tabela 21).

Tabela 21 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.8: desconhecimento do impacto no consumo de energia com bombeamento do início ao fim da rede de distribuição de água e do tratamento de esgoto.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	10. Uma vez sabendo que a rede de distribuição de água e tratamento de esgoto, é uma grande consumidora de energia para alimentar os equipamentos de bombeamento de água (do longo percurso da origem ao destino do consumo, do descarte e, do tratamento do esgoto), você daria preferência ao uso de fontes alternativas para contribuir com a eficiência energética do país?	Sim.	86
		Não.	2
		Talvez	13
		Comentários...	Sim
USUÁRIOS DO MODELO	10. Uma vez sabendo que a rede de distribuição de água e tratamento de esgoto, é uma grande consumidora de energia para alimentar os equipamentos de bombeamento de água (do longo percurso da origem ao destino do consumo, do descarte e, do tratamento do esgoto), você daria preferência ao uso de fontes alternativas para contribuir com a eficiência energética do país?	Sim.	80
		Não.	0
		Talvez	20
		Comentários...	Não

Em alguns municípios do Brasil o incentivo fiscal tem sido praticado, porém em nenhuma cidade do Espírito Santo estas medidas foram regulamentadas embora existam projetos para tal (PMVV, 2016).

Por isso considerou-se necessário avaliar a adesão desta ideia junto aos agentes do mercado através de perguntas relativas ao aspecto do entrave 2.9 (Quadro 4), inexistência de incentivo fiscal, que favoreça o investimento na implantação dos sistemas de fontes alternativas de água não potável (Tabela 22).

Variando entre 43 e 100%, representando as maiorias dos respondentes, usuários, projetistas, construtores e fornecedores acreditam que o incentivo fiscal contribuiria positivamente no investimento em empreendimentos com sistemas alternativos, ainda que com valor maior, desde que haja retorno do investimento em até 8 anos. Uma minoria não crê que o incentivo fiscal faria diferença e até 43% dos respondentes concordaram que seria positivo a depender do valor do incentivo e do empreendimento.

Em relação a abordagem aos gestores públicos, 2 dos 3 respondentes declararam que desconhecem políticas de incentivo e que não há previsão de criar projetos ou regulamentar os projetos existentes (Tabela 22).

Tabela 22 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.9: inexistência de incentivo fiscal, que favoreça o investimento na implantação dos sistemas de fontes alternativas de água não potável.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	11. Se houvesse incentivo fiscal para uso de fontes alternativas, você investiria um valor maior em um apartamento com sistemas alternativos que recuperassem esse investimento em aproximadamente 8 anos?	<i>Sim.</i>	64
		Não.	3
		Depende de qual valor a mais seria o apartamento e qual seria o valor do incentivo.	36
		Comentários...	Sim
USUÁRIOS DO MODELO	11. Se houvesse incentivo fiscal para uso de fontes alternativas, você investiria um valor maior em um apartamento com sistemas alternativos que recuperassem esse investimento em aproximadamente 8 anos?	<i>Sim.</i>	60
		Não.	20
		Depende de qual valor a mais seria o apartamento e qual seria o valor do incentivo.	40
		Comentários...	Não
PROJETISTAS	9. Se houvesse incentivo fiscal para uso de fontes alternativas de água, você considera que potenciais clientes investiriam um valor maior em um apartamento com sistemas alternativos?	<i>Sim.</i>	70
		Não.	10
		Depende de qual valor a mais seria o apartamento e qual seria o valor do incentivo.	30
		Comentários...	não
CONSTRUTORES	9. Se houvesse incentivo fiscal para uso de fontes alternativas de água, você considera que potenciais clientes investiriam um valor maior em um apartamento com sistemas alternativos?	<i>Sim.</i>	43
		Não.	7
		Depende de qual valor a mais seria o apartamento e qual seria o valor do incentivo.	43
		Comentários...	sim
FORNECEDORES	8. Você considera que o benefício fiscal para uso de fontes alternativas de água estimularia a aquisição de apartamentos com estas tecnologias?	<i>Sim.</i>	100
		Não.	0
		Depende de qual valor a mais seria o apartamento e qual seria o valor do incentivo.	22
		Comentários...	sim
GESTORES PÚBLICOS	3. Você conhece políticas de incentivo ao uso de fontes alternativas de água vigentes em cidades do Brasil e do mundo? Se sim, qual?	<i>Sim.</i>	33
		Não.	67
		Comentários...	sim
	4. No município onde sua organização atua, existe política de incentivo ao uso de fontes alternativas de água para edificações multifamiliares? Se sim, qual?	<i>Sim.</i>	0
		Não.	100
		Comentários...	sim
	5. Caso não exista política de incentivo financeiro, como por exemplo o benefício do IPTU Verde, há previsão de criar alguma até o final da gestão do mandato vigente? Comente, se desejar.	<i>Sim.</i>	33
		Não.	67
		Comentários...	sim

Esta situação constitui um cenário de forte impacto porque apesar da maioria dos agentes do mercado da construção civil considerar que o incentivo contribuiria para maior adesão aos sistemas alternativos, não há previsão de que este incentivo ocorra.

Ainda a respeito do consumo de energia, o entrave 2.10, percepção de alto custo no consumo de energia com bombeamento para captação e tratamento das fontes alternativas de água, gerou questionamento que dividiu as opiniões dos usuários, projetistas e construtores. Já a maioria dos fornecedores, 67%, acreditam que o maior consumo de energia talvez seja efetivamente um fator negativo (Tabela 23).

Tabela 23 - Consolidação das respostas sobre o entrave 2.10: percepção de alto custo no consumo de energia com bombeamento para captação e tratamento das fontes alternativas de água.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	12. Um sistema de captação e tratamento das fontes alternativas de água possui uma quantidade maior de bombas do que um sistema convencional. Você considera que o consumo maior de energia, gerado por estas bombas adicionais, seria um fator negativo na decisão de investimento?	Sim.	25
		Não.	30
		Talvez	43
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	12. Um sistema de captação e tratamento das fontes alternativas de água possui uma quantidade maior de bombas do que um sistema convencional. Você considera que o consumo maior de energia, gerado por estas bombas adicionais, seria um fator negativo na decisão de investimento?	Sim.	20
		Não.	40
		Talvez	40
		Comentários...	não
PROJETISTAS	10. Um sistema de captação e tratamento das fontes alternativas de água possui uma quantidade maior de bombas do que um sistema convencional. Você considera que o consumo maior de energia, gerado por estas bombas adicionais, seria um fator negativo na decisão de investimento?	Sim.	35
		Não.	25
		Talvez	35
		Comentários...	sim
CONSTRUTORAS	10. Um sistema de captação e tratamento das fontes alternativas de água possui uma quantidade maior de bombas do que um sistema convencional. Você considera que o consumo maior de energia, gerado por estas bombas adicionais, seria um fator negativo na decisão de investimento?	Sim.	36
		Não.	43
		Talvez	14
		Comentários...	sim
FORNECEDORES	9. Um sistema de captação e tratamento das fontes alternativas de água possui uma quantidade maior de bombas do que um sistema convencional. O consumo maior de energia, gerado por estas bombas adicionais, seria um fator negativo na decisão de investimento?	Sim.	11
		Não.	11
		Talvez	67
		Comentários...	sim

O entrave 3.1 (Quadro 5), desconhecimento de legislação sobre uso de fontes alternativas de água não potável, está relacionado aos fatores legal e político (Tabela 30). Para a questão baseada nesta barreira a maioria dos respondentes do perfil usuários declararam que não conhecem leis relacionadas e quase a metade dos projetistas e dos construtores não conhecem ou conhecem vagamente. Esta situação é desfavorável para a adoção dos sistemas alternativos, considerando que os agentes da construção civil, projetistas e construtores deveriam ter conhecimento sobre as legislações vigentes a respeito do tema em questão (Tabela 24).

Tabela 24 - Consolidação das respostas sobre o entrave 3.1: desconhecimento de legislação sobre uso de fontes alternativas de água não potável.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	13. Você conhece alguma legislação sobre o uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	<i>Sim.</i>	11
		Não.	73
		Vagamente.	16
		Comentários...	sim
USUÁRIOS MODELO	13. Você conhece alguma legislação sobre o uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	<i>Sim.</i>	0
		Não.	80
		Vagamente.	20
		Comentários...	não
PROJETISTAS	11. Você conhece alguma legislação sobre o uso de fontes alternativas de água?	<i>Sim.</i>	45
		Não.	25
		Vagamente.	25
		Comentários...	sim
CONSTRUTORES	11. Você conhece alguma legislação sobre o uso de fontes alternativas de água?	<i>Sim.</i>	50
		Não.	21
		Vagamente.	29
		Comentários...	sim

Em relação à questão referente aos entraves: 3.2 e 3.3 falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água não potável, por desconhecimento técnico dos legisladores ou por falta de empenho dos gestores públicos; 3.4 interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada; 3.5 inexistência de obrigatoriedade por lei do uso de fontes alternativas de água não potável (Quadro 5), observou-se que a ausência de obrigatoriedade por lei foi a alternativa que mais pesou nas respostas, de 55 a 100% . A exceção ocorreu nas respostas dos fornecedores que, apesar de ter tido uma quantidade de respostas considerável para esta alternativa, 78%, demonstrou maior importância para a falta de regulamentação em detrimento de desconhecimento técnico dos legisladores, 89%. Já os projetistas se equilibraram, 55% pela ausência da obrigatoriedade e 50% pela falta de leis por falta

de empenho dos gestores públicos (Tabela 25). Uma alternativa que obteve destaque por 2 dos 3 representantes dos gestores públicos foi o interesse das empresas de distribuição de manter a rede centralizada, que variou de 20 a 56% nas respostas dos outros perfis (Tabela 25).

Tabela 25 - Consolidação das respostas sobre os entraves 3.2 e 3.3 falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água não potável, por desconhecimento técnico dos legisladores ou por falta de empenho dos gestores públicos; 3.4 interesse das empresas; 3.5 inexistência de obrigatoriedade por lei do uso de fontes alternativas de água não potável.

(Continua)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	26
	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	43
	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	42
	Ausência da obrigatoriedade por lei, do uso de fontes alternativas.	46
	<i>Nenhuma das opções apresentadas.</i>	8
	Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	20
	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	40
	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	0
	Ausência da obrigatoriedade por lei, do uso de fontes alternativas.	40
	<i>Nenhuma das opções apresentadas.</i>	20
	Comentários...	sim
PROJETISTAS	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	15
	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	50
	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	20
	Ausência da obrigatoriedade por lei, do uso de fontes alternativas.	55
	<i>Nenhuma das opções apresentadas.</i>	15
	Comentários...	não

(Conclusão)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
CONSTRUTORES 12. Quais fatores políticos você entende que impacta na não adoção de uso de sistemas com uso de fontes alternativas de água?	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	21
	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	21
	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	29
	Ausência da obrigatoriedade por lei, do uso de fontes alternativas.	57
	<i>Nenhuma das opções apresentadas.</i>	14
	Comentários...	sim
FORNECEDORES 10. Quais fatores políticos você entende que influenciam na não adoção de fontes alternativas de água?	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	89
	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	67
	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	56
	Ausência da obrigatoriedade por lei, do uso de fontes alternativas.	78
	<i>Nenhuma das opções apresentadas.</i>	11
	Comentários...	sim
GESTORES PÚBLICOS 6. Quais fatores políticos influenciam na não adoção de uso de sistemas com uso de fontes alternativas de água? Comente, se desejar.	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por desconhecimento técnico dos legisladores.	33
	Falta de leis que regulem o uso de fontes alternativas de água, por falta de empenho dos gestores públicos.	33
	Interesse das empresas de distribuição de água em manter a rede centralizada.	67
	Ausência da obrigatoriedade por lei, do uso de fontes alternativas.	100
	<i>Nenhuma das opções apresentadas.</i>	0
	Comentários...	não

A respeito dos fatores ambiental e cultural foi medido o nível de importância dada à preservação do meio ambiente em relação aos fatores culturais e financeiro, iniciando com questão (Tabela 26) sobre os entraves: 4.1) desconhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis; 4.2) não preocupação dos usuários com impactos ambientais gerados pela adoção de

tecnologias não sustentáveis; 4.3) apesar da preocupação com os impactos ao meio ambiente, não há interesse em investir um valor maior para minimizar os impactos do ambiente construído (Quadro 6).

Tabela 26 - Consolidação das respostas sobre os entraves: 4.1) desconhecimento dos impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentáveis; 4.2) não preocupação dos usuários com impactos ambientais gerados pela adoção de tecnologias não sustentável.

(Continua)

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%	
USUÁRIOS EM GERAL	Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.	17	
	15. A respeito dos impactos ambientais, que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares, você: (Comente, se desejar)	Tem preocupação com os impactos ao meio ambiente, porém não tem interesse em investir um valor maior em edifícios multifamiliares com tecnologia sustentável.	9
		<i>Tem preocupação com impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.</i>	73
		Nenhuma das opções apresentadas.	3
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.	0	
	15. A respeito dos impactos ambientais, que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares, você: (Comente, se desejar)	Tem preocupação com os impactos ao meio ambiente, porém não tem interesse em investir um valor maior em edifícios multifamiliares com tecnologia sustentável.	40
		<i>Tem preocupação com impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.</i>	60
		Nenhuma das opções apresentadas.	0
		Comentários...	não
PROJETISTAS	Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.	10	
	15. A respeito dos impactos ambientais, que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares, você: (Comente, se desejar)	Tem preocupação com os impactos ao meio ambiente, porém não tem interesse em investir um valor maior em edifícios multifamiliares com tecnologia sustentável.	10
		<i>Tem preocupação com impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.</i>	55
		Nenhuma das opções apresentadas.	25
		Comentários...	sim

(Continua)

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
CONSTRUTORES	15. A respeito dos impactos ambientais, que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares, você: (Comente, se desejar)	Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.	10
		Tem preocupação com os impactos ao meio ambiente, porém não tem interesse em investir um valor maior em edifícios multifamiliares com tecnologia sustentável.	10
		<i>Tem preocupação com impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.</i>	55
		Nenhuma das opções apresentadas.	25
		Comentários...	sim
FORNECEDORES	15. A respeito dos impactos ambientais, que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas em edifícios multifamiliares, você: (Comente, se desejar)	Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.	7
		Tem preocupação com os impactos ao meio ambiente, porém não tem interesse em investir um valor maior em edifícios multifamiliares com tecnologia sustentável.	21
		<i>Tem preocupação com impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.</i>	43
		Nenhuma das opções apresentadas.	14
		Comentários...	sim
GESTORES PÚBLICOS	7. A respeito dos impactos ambientais que podem ser evitados com o uso de fontes alternativas de água você:	Não tem conhecimento dos impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água.	0
		Tem preocupação com os impactos ao meio ambiente, porém não tem perspectiva em investir em políticas de incentivo.	33
		<i>Tem preocupação com impactos ambientais gerados pela não adoção de fontes alternativas de água, e está desenvolvendo ações para criar políticas de incentivo.</i>	33
		Nenhuma das opções apresentadas	33
		Comentários...	não

Exceto os representantes dos gestores públicos, a maioria dos respondentes declararam que tem preocupação com os impactos ambientais, 43 a 73%. No entanto, os usuários e os projetistas demonstraram maior peso para esta alternativa, acima de 55%. As construtoras se equilibraram mais com a opção que tem preocupação, mas não tem interesse em investir um valor maior em empreendimentos, 21%. Assim também ocorre com os gestores públicos, que se equilibraram com a alternativa que informa que não tem perspectiva de investir em políticas de incentivo. E, mais uma

vez, a solicitação ou não do cliente foi justificada como fator decisivo no projeto, apesar da preocupação ambiental dos projetistas (Tabela 26).

Ainda a respeito de fatores ambiental e cultural foi levantada questão sobre o entrave 4.4 (Quadro 6), falta de fiscalização em relação à qualidade das fontes alternativas de água não potável (Tabela 27).

Tabela 27 - Consolidação das respostas-- sobre o entrave 4.4: falta de fiscalização em relação à qualidade das fontes alternativas de água não potável.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	16. Me sinto inseguro em fazer uso de sistemas de uso de águas alternativas devido à qualidade da água. Comente, se desejar.	Sim.	11
		Não.	66
		Talvez.	22
		Comentários...	sim
USUÁRIOS MODELO	16. Me sinto inseguro em fazer uso de sistemas de uso de águas alternativas devido à qualidade da água. Comente, se desejar.	Sim.	0
		Não.	60
		Talvez.	40
		Comentários...	não
PROJETISTAS	13. Você considera inseguro fazer uso de sistemas de uso de águas alternativas devido à qualidade da água. Comente, se desejar.	Sim.	5
		Não.	85
		Talvez.	10
		Comentários...	sim
CONSTRUTORES	13. Você considera inseguro fazer uso de sistemas de uso de águas alternativas devido à qualidade da água. Comente, se desejar.	Sim.	14
		Não.	57
		Talvez.	21
		Comentários...	sim

Em todas as amostras, de 60 a 85% dos respondentes não consideram inseguro o uso de água de fonte alternativa em relação à qualidade, desde que não utilizado para consumo humano, como destacado em alguns comentários. No entanto, exceto os usuários do edifício avaliado, quase a metade dos demais respondentes se dividiram sobre as percepções de sentimento de insegurança ou dúvida. Estes posicionamentos foram justificados pela insegurança com a qualidade da manutenção e da gestão da operação e manutenção pelos síndicos, e não pela tecnologia de tratamento ou pelo fato de reutilização de água residuária (Tabela 27).

Um projetista e uma construtora destacaram, ainda, a importância da boa qualidade de projeto e execução das instalações para obtenção de bons resultados. Comentários de usuários favoráveis manifestaram que o desconhecimento das pessoas gera insegurança na utilização de fontes alternativas. Outros manifestaram uma posição negativa, informando que acreditam que os brasileiros não estão prontos

para usar estes sistemas. Um comentário restringiu a percepção de segurança somente no uso da água de chuva (Tabela 27).

Encerrando a pesquisa o entrave 4.5 trata a relação com a rejeição na reutilização de água não potável, o chamado *yuck fator* (Tabela 28).

Tabela 28 - Consolidação das respostas sobre o entrave 4.5: rejeição na reutilização de água não potável, o chamado *yuck fator*.

	PERGUNTAS	ALTERNATIVAS	%
USUÁRIOS EM GERAL	17. Tenho rejeição de fazer uso de águas de fontes alternativas. Comente, se desejar.	Sim.	2
		Não.	82
		Talvez.	15
		Comentários...	sim
USUÁRIOS DO MODELO	17. Tenho rejeição de fazer uso de águas de fontes alternativas. Comente, se desejar.	Sim.	0
		Não.	80
		Talvez.	20
		Comentários...	não
PROJETISTAS	14. Você considera que os potenciais clientes em adquirir unidades dos empreendimentos multifamiliares tem rejeição de fazer uso de águas de fontes alternativas? Comente, se desejar.	Sim.	0
		Não.	75
		Talvez.	25
		Comentários...	sim
CONSTRUTORES	14. Você considera que os potenciais clientes em adquirir unidades dos empreendimentos multifamiliares tem rejeição de fazer uso de águas de fontes alternativas? Comente, se desejar.	Sim.	7
		Não.	50
		Talvez.	43
		Comentários...	sim

Os resultados para as questões da Tabela 28 mostraram-se similares aos da Tabela 27, cuja maioria não manifestou restrição ao uso de fontes alternativas de água, 50 a 82%. A diferença dos resultados entre as duas perguntas foi que menos de 7% manifestou a possibilidade de ter rejeição, fato este justificado por um fornecedor identificando a água cinza como potencial risco de aversão.

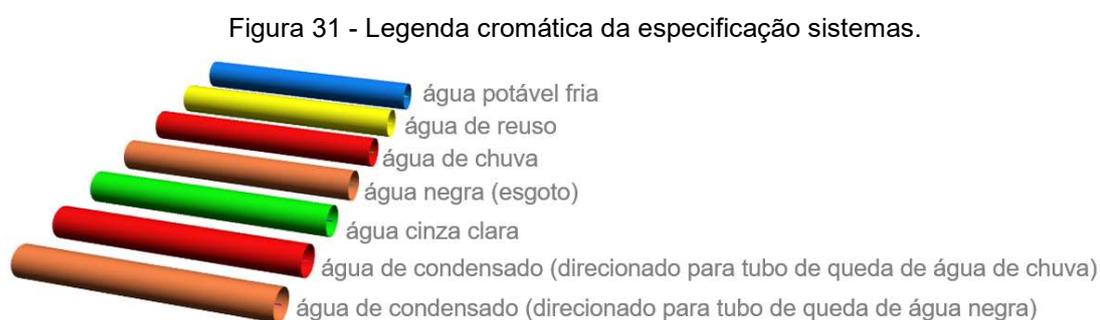
Pode-se concluir, com base nas respostas obtidas dos respondentes, que todas as questões levantadas consistem em possíveis entraves que variam seu nível de impacto, sendo mais ou menos favorável ao uso de fontes alternativas de água em edifícios multifamiliares nos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra.

## 4.2 Etapa 2: Avaliação técnica

O estudo de caso permitiu realizar comparações entre as opções dos sistemas híbridos A, B, C e D (Quadro 15). Com base nos resultados dos ensaios projetuais foi realizada a avaliação qualitativa sobre a viabilidade técnica da implantação dos diferentes sistemas. A avaliação considerou as diferenças dos sistemas identificando as vantagens e as desvantagens entre as opções A, B, C e D, nas configurações completas e básicas.

A partir desta avaliação foi possível identificar requisitos técnicos para a viabilidade das implantações e complementar o reconhecimento de possíveis razões motivadoras para entraves técnico, legal e ambiental.

Para melhor entendimento das ilustrações que representam os ensaios projetuais foram definidas cores para cada tipo de uso para os tubos e equipamentos, tais como reservatórios e bombas, as quais estão representadas pela legenda na Figura 31, que é válida para todas as ilustrações desta seção.



Os comparativos entre as opções dos sistemas completos e básicos levaram a concluir que os mesmos se diferenciam essencialmente na implantação dos reservatórios e dos equipamentos da ETAC, que se for com *wetland* tem uma configuração e se for sem *wetland* terá outra (Figuras 32 e 33).

Figura 32 - Configurações das opções dos sistemas completos.

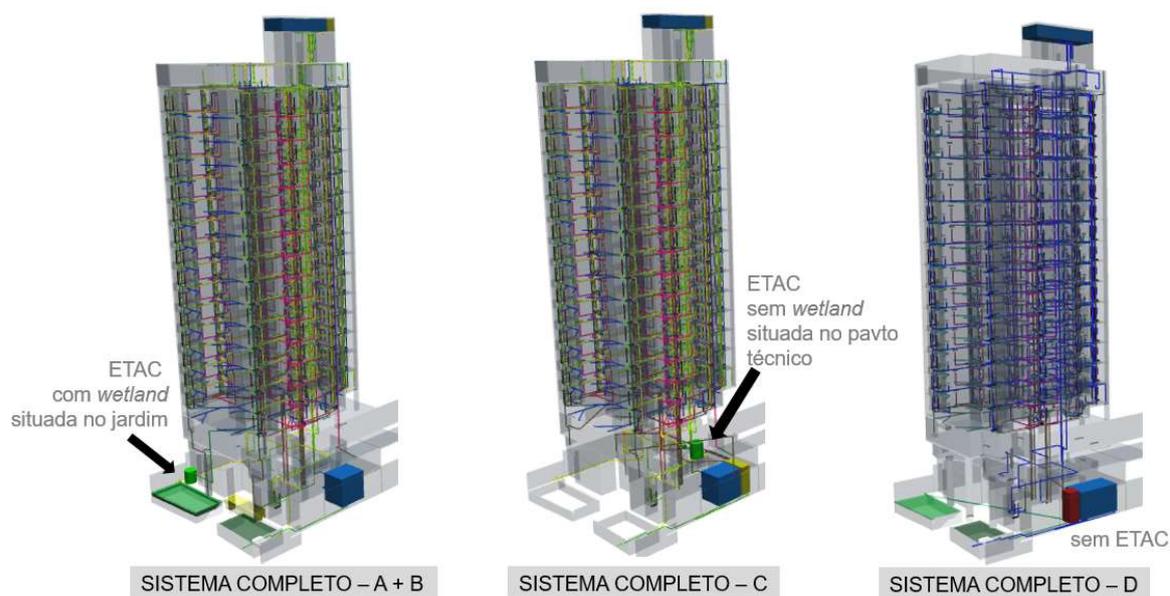
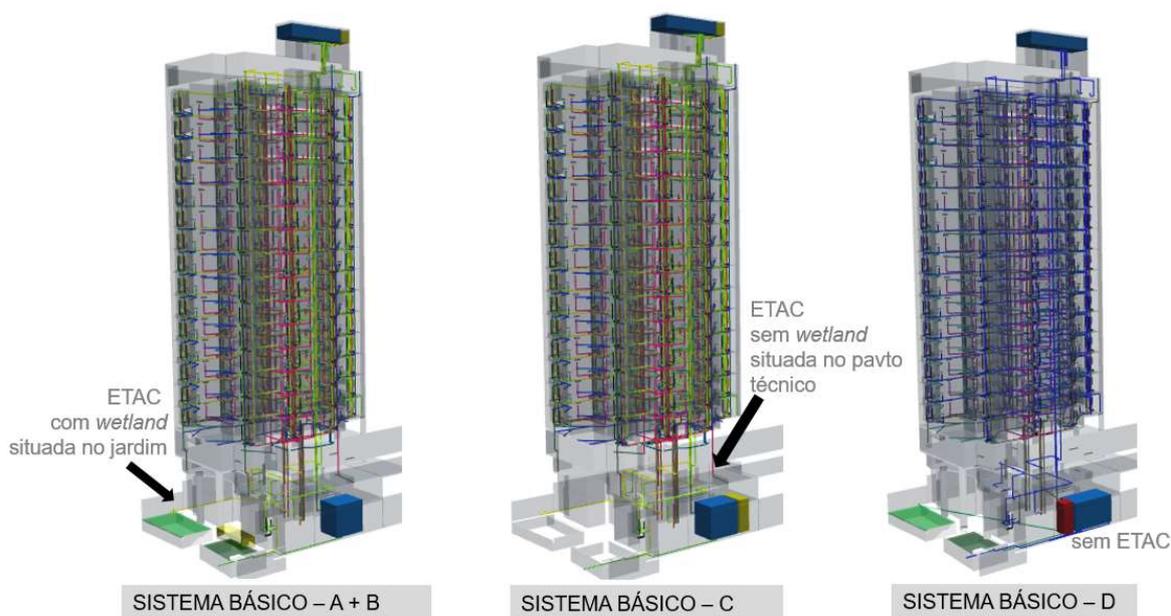


Figura 33 - Configurações das opções dos sistemas básicos.

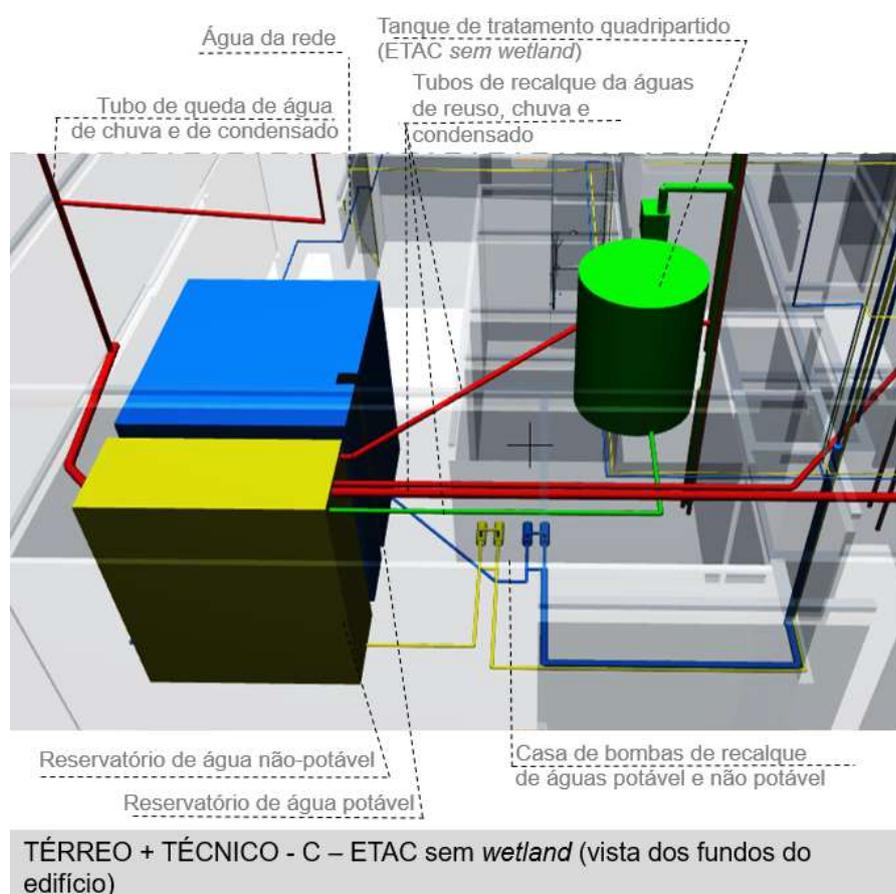


A ETAC sem *wetland* é o sistema existente no estudo de caso e sua implantação foi mantida na localização original, porém com equipamentos mais compactos. Foi proposto que os seis tanques fossem substituídos por 1 tanque, cuja tecnologia é chamada de quadripartido, possuindo divisórias internas que permitem a realização da maior parte do tratamento neste único tanque (Figuras 32 a 34).

A implantação original da ETAC sem *wetland* foi concebida alocada no pavimento técnico acima do reservatório de água tratada e potável, dispensando bombeamento

para estes. Sua localização em um pavimento inferior, otimiza a operação e manutenção da bomba de recalque de água não potável uma vez que ela passa já tratada. Desta forma, diminui o risco de possíveis defeitos ou necessidade de maior periodicidade de manutenção, em função dos resíduos da água não tratada (Figuras 32 a 34). Vale ressaltar que a configuração existente no estudo de caso está na Figura 34, exceto pela tubulação de água de chuva que, originalmente, foi direcionada para a rede de esgoto.

Figura 34 - Configuração da ETAC sem *wetland*, da opção C.



Na opção D, para evitar mudanças nos custos de implantação e no percurso das tubulações, foi proposto que o reservatório de água potável permanecesse na localização atual. Já o reservatório de água não potável, de fonte alternativa de chuva, foi deslocado para o lado oposto ao existente com objetivo de melhorar o percurso da chegada da água pelo tubo de queda e o direcionamento para as torneiras do jardim (Figuras 35 e 36).

Figura 35 – Configuração do sistema convencional, sem ETAC, opção D. Vista dos reservatórios.

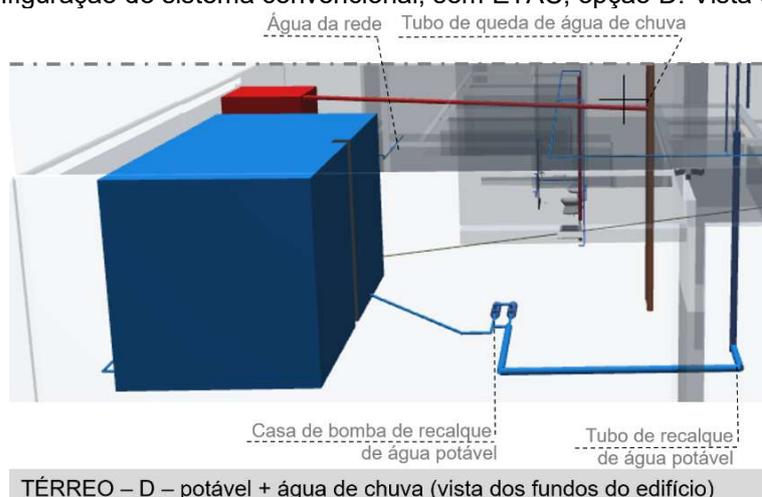
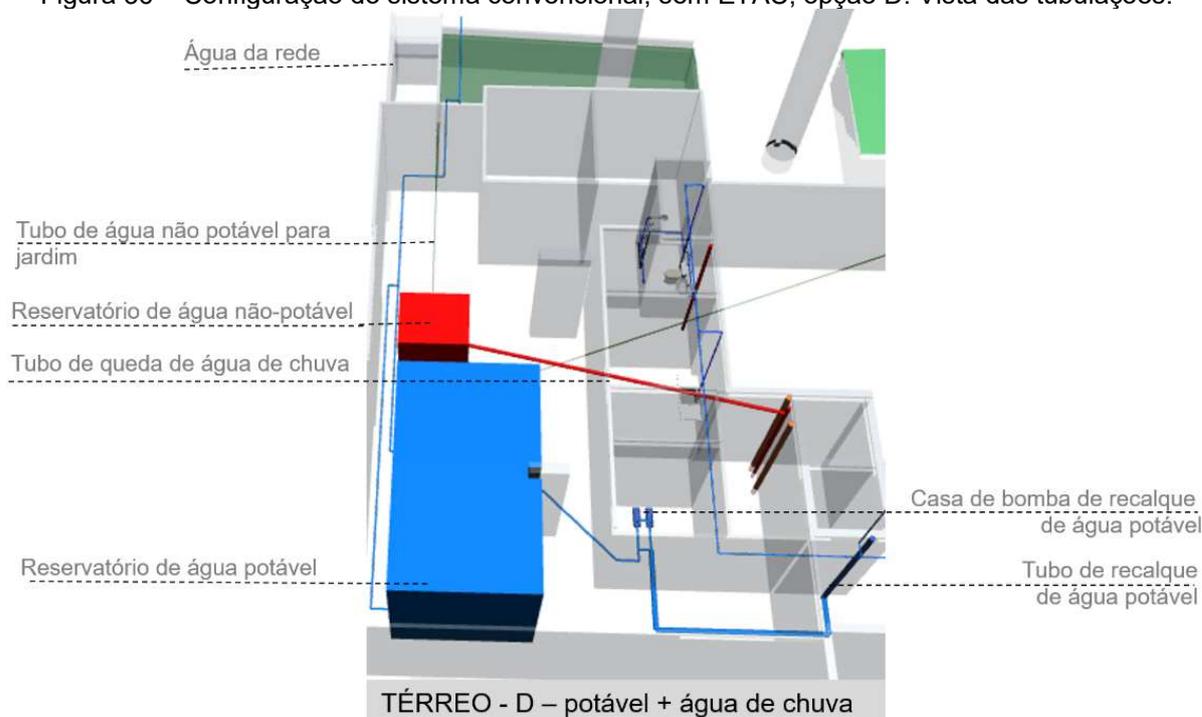
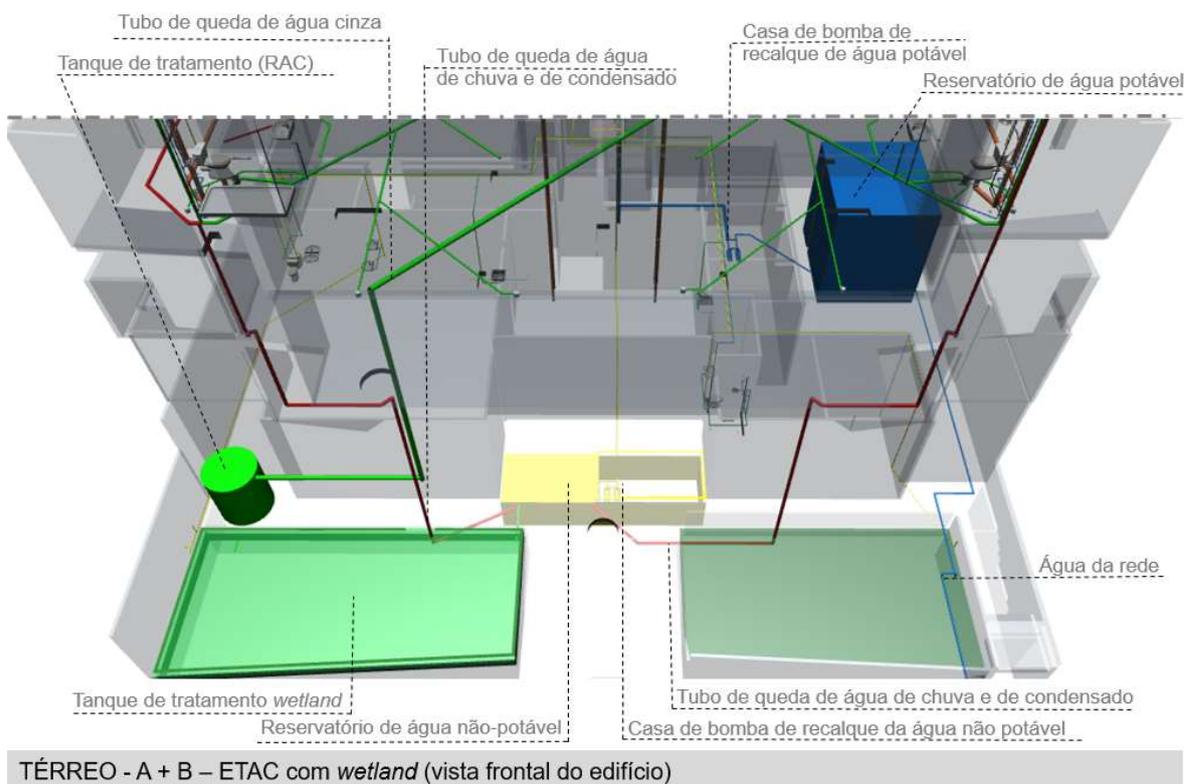


Figura 36 – Configuração do sistema convencional, sem ETAC, opção D. Vista das tubulações.



Neste aspecto, entre as opções C e D, observa-se a diferença na necessidade de criação do pavimento técnico para a implantação da ETAC, que impactará no comparativo de custos (Figuras 34, 35 e 36). Já para as opções A e B a implantação da ETAC na área de jardim eliminou o custo de construção da laje para o pavimento técnico (Figuras 37 e 38).

Figura 37 - Configuração do sistema ETAC com *wetland*, sem ETAC, opções A e B. Vista frontal.

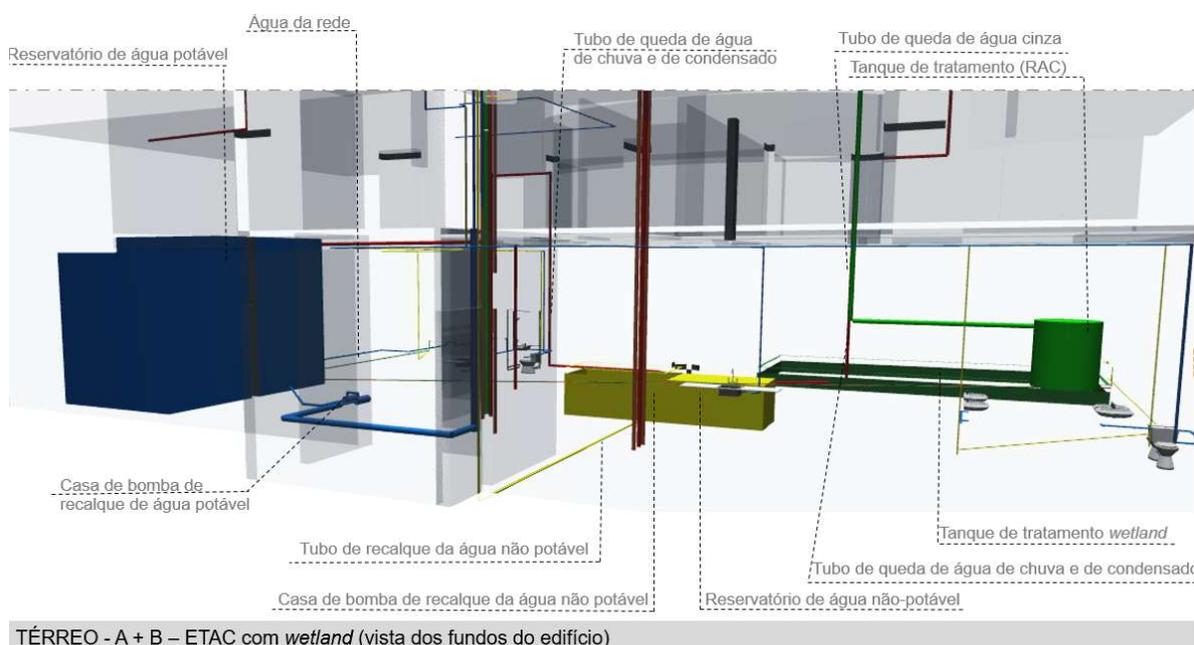


O sistema de tratamento com tanque *wetland* também possibilitou economizar área construída com a implantação da ETAC, porque foi possível ocupar a área de 49 m<sup>2</sup> destinada ao atendimento do índice urbanístico de permeabilidade e, ainda, foi possível aproveitar a estrutura existente (Figuras 37 e 38).

Nesse caso, a única alteração na arquitetura do edifício foi o deslocamento do reservatório de água não potável para próximo e abaixo do nível do tanque *wetland*, ao qual foi anexado a casa de bomba para recalque de água não potável. Além do tanque *wetland*, a ETAC contou com outro elemento, o RAC, um reservatório de pequeno porte alocado no térreo acima e próximo ao tanque *wetland* (Figuras 37 e 38).

A localização dos equipamentos escalonados em níveis diferentes permite o funcionamento do sistema sem uso de bomba para realizar o fluxo entre eles (Figuras 37 e 38).

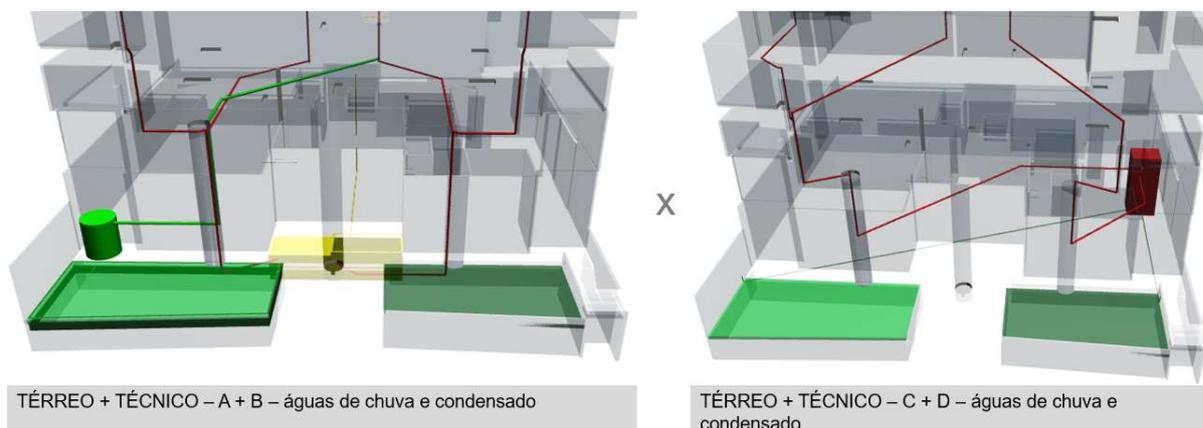
Figura 38 - Configuração do sistema ETAC com *wetland*, opções A e B. Vista de fundos.



Conseqüentemente, os direcionamentos das tubulações de água não potável das fontes de água cinza clara e de chuva, as quais também atendem ao volume da água de condensado nas opções A e C, sofreram mudança no encaminhamento original. A tubulação de água potável foi mantida, assim como o seu reservatório (Figura 37 e 38).

Nas opções A e B as tubulações de água de chuva foram direcionadas diretamente para o reservatório de água não potável - em amarelo, e as águas cinzas claras foram destinadas ao RAC - em verde, considerando que após tratadas elas seguem recalçadas para os pavimentos superiores - em amarelo. Nas opções C e D as águas de chuvas são direcionadas para o reservatório de água não potável - em vermelho - próximo ao de água potável (Figura 39).

Figura 39 - Configurações das tubulações de água residual de chuva, condensado e cinza clara.



Se a diferença entre as configurações completas e básicas são essencialmente a implantação dos equipamentos de tratamento de água residual, as configurações dos sistemas A, B, C e D divergem em alguns detalhes de dimensionamento, direcionamento, e variedade de tubulações (Figuras 40 a 48).

Nos pavimentos tipo a água de condensado, que antes era captada de apenas 1 máquina e era direcionada para a ETAC, passou a ser captada das máquinas de todos os quartos e sala e direcionada ou para a rede de esgoto, nas opções B e D, ou para os tubos de queda de água de chuva, nas opções A e C. Nesta última configuração foi necessário criar um tubo de queda específico para água de condensado no banheiro da suíte 2, em razão da ausência de tubo de queda de água de chuva próximo às máquinas (Figura 40).

Figura 40 - Configurações das tubulações de captação da água de condensado, opções A, B, C e D.

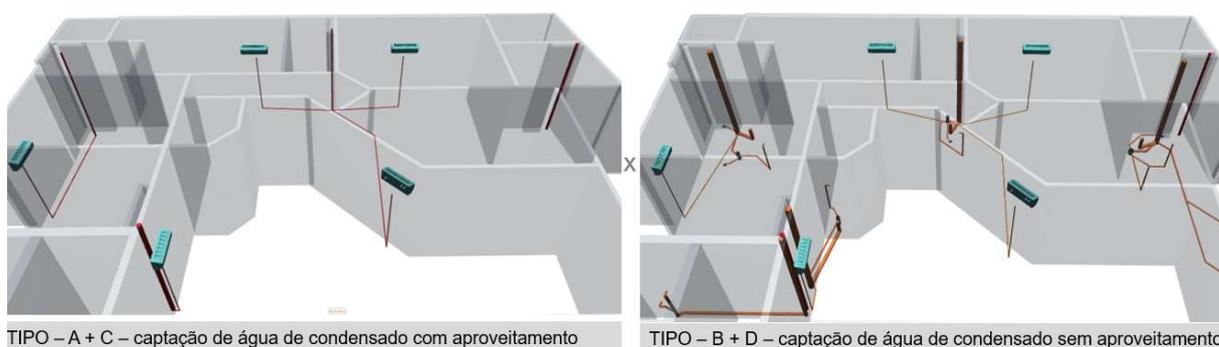
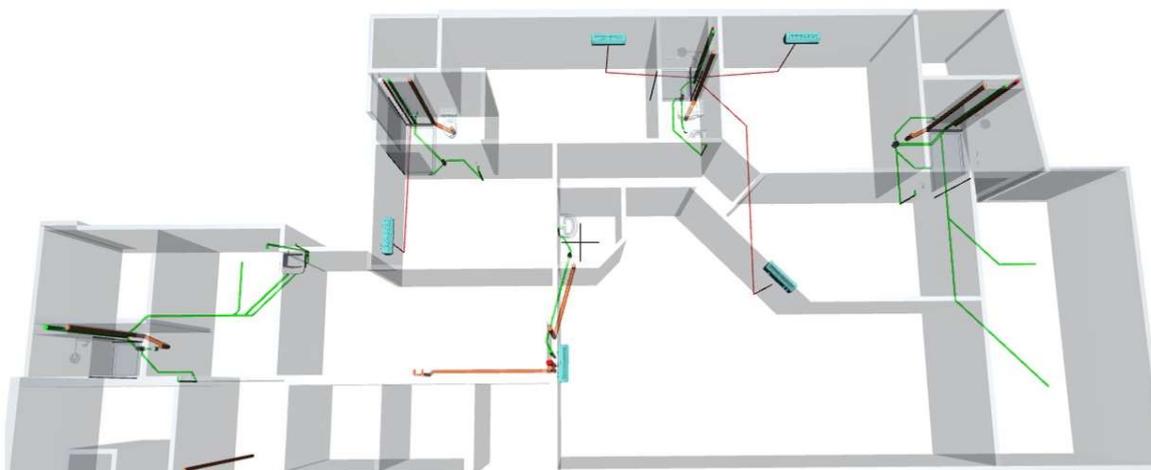
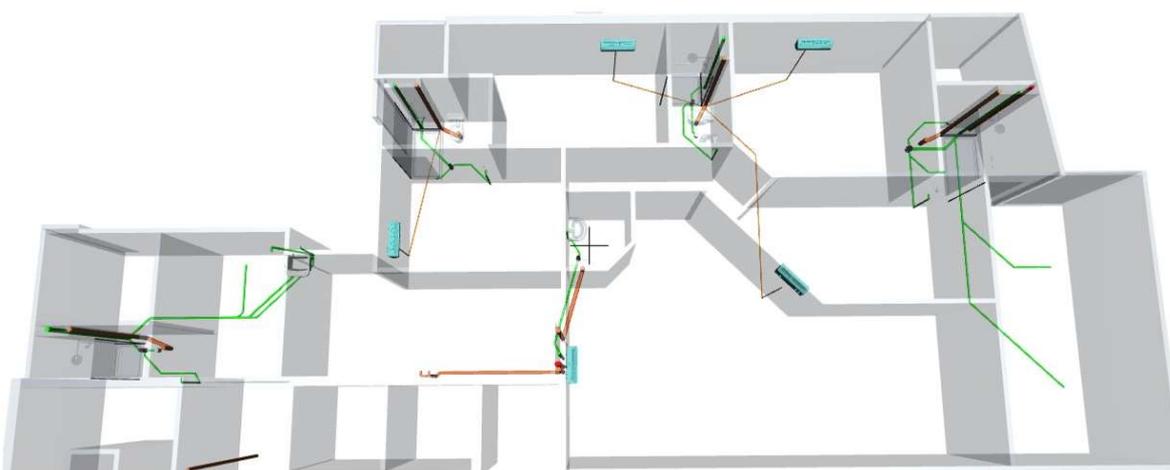


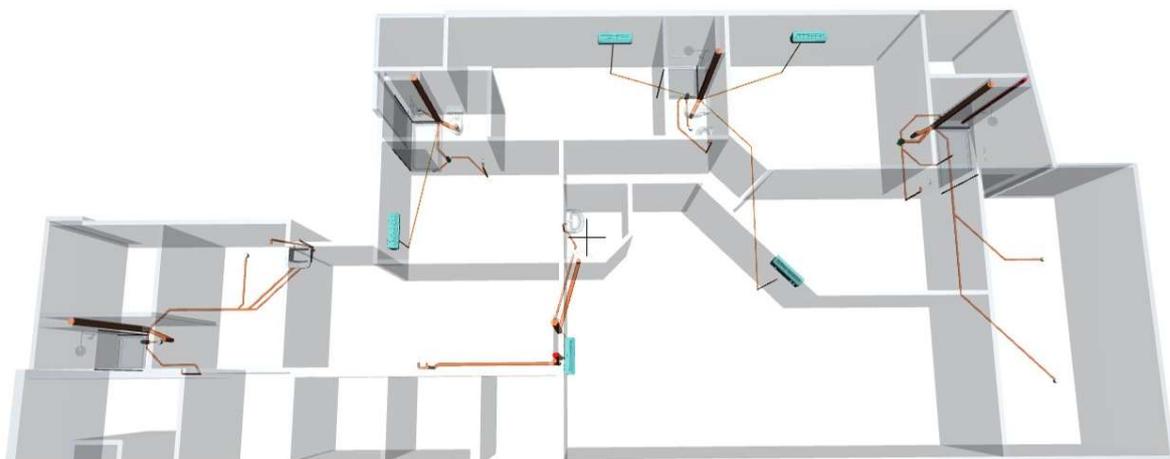
Figura 41 - Configurações das tubulações para águas residuárias, opções A, B C e D.



TIPO - A e C – esgoto + água de chuva (com aproveitamento) + água cinza clara + água de condensado (com aproveitamento)



TIPO - B – esgoto + água de chuva (com aproveitamento) + água cinza clara + água de condensado (sem aproveitamento)



TIPO - D – esgoto + água de chuva (com aproveitamento) + água de condensado (sem aproveitamento)

Na Figura 41 estão apresentados os ensaios das configurações das tubulações para águas residuárias, negras e cinza clara. As opções A e C diferenciaram-se da B pela variação do direcionamento das tubulações da água de condensado (Figura 40).

E, as opções A, B e C se diferenciam em relação à opção D na variedade de tubulações, uma vez que possuem separação de água negra de água cinza e água potável de água não potável. Para facilitar o entendimento estas configurações encontram-se ilustradas nas Figuras 41, 42 e 43.

Figura 42 - Configuração da tubulação para águas potável e não potável, opções A, B C e D.

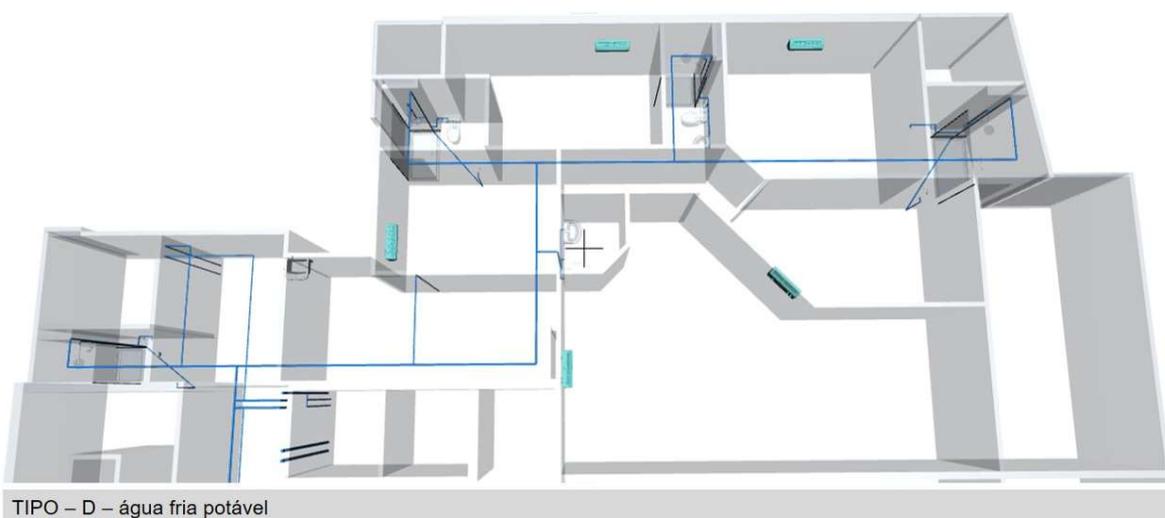
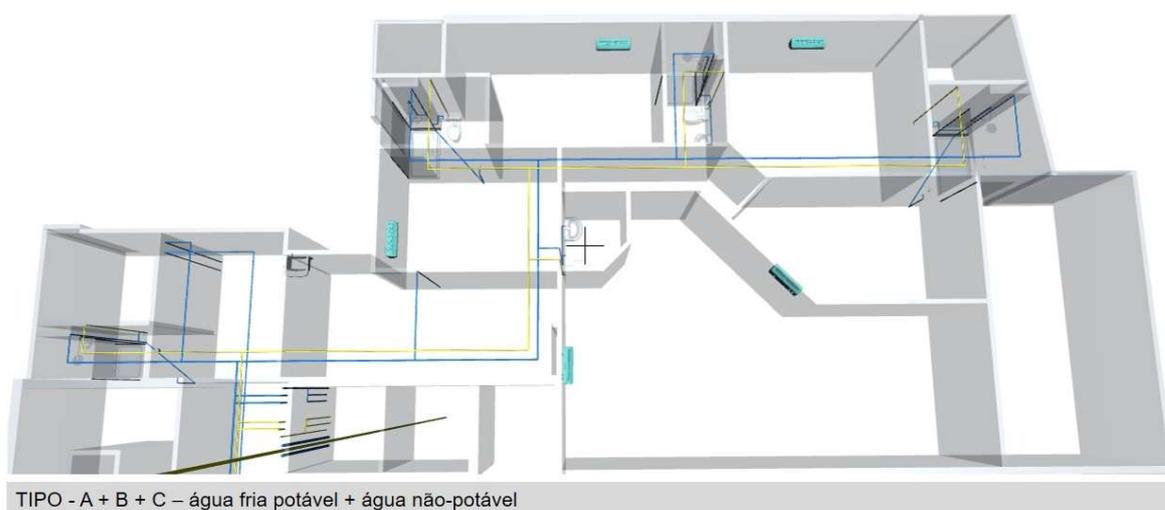
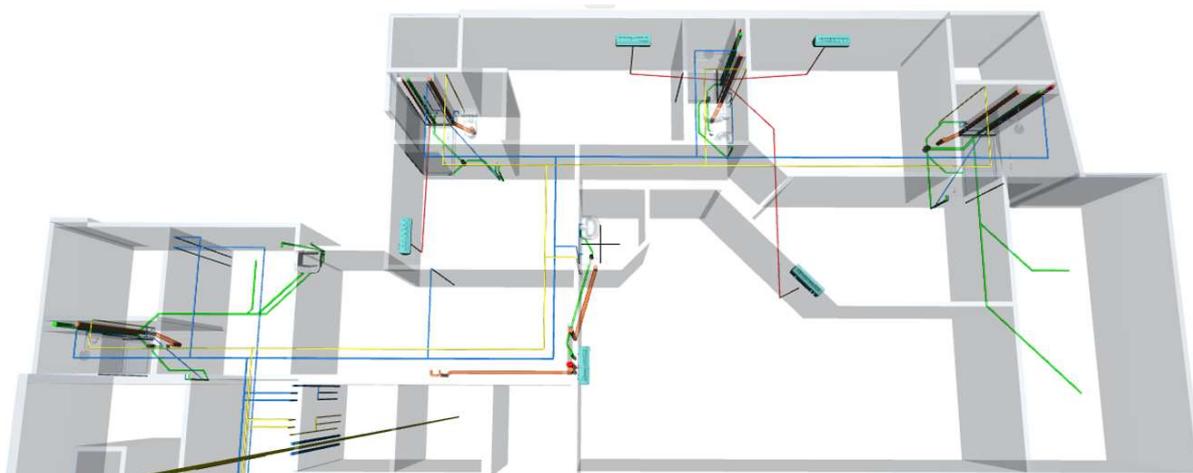
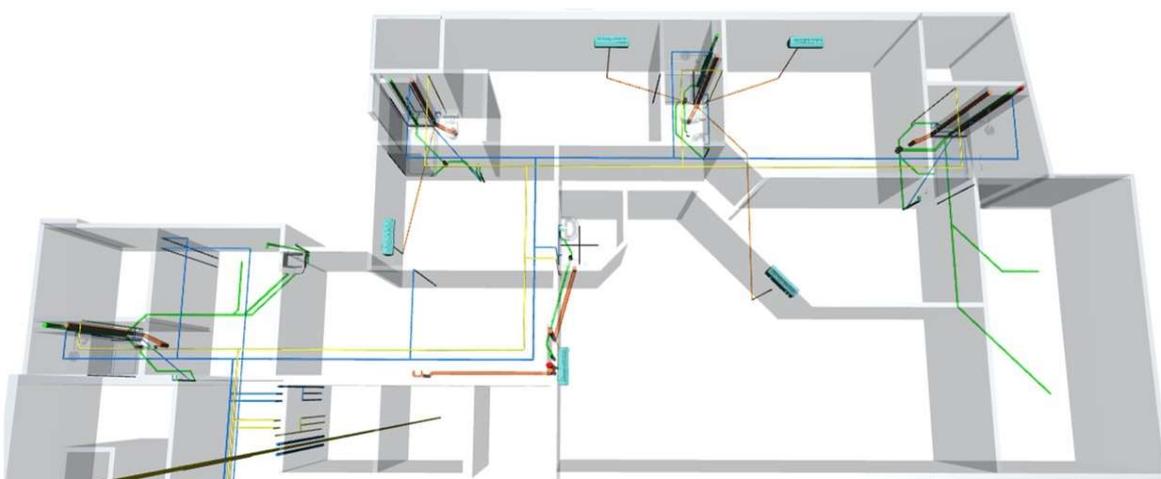


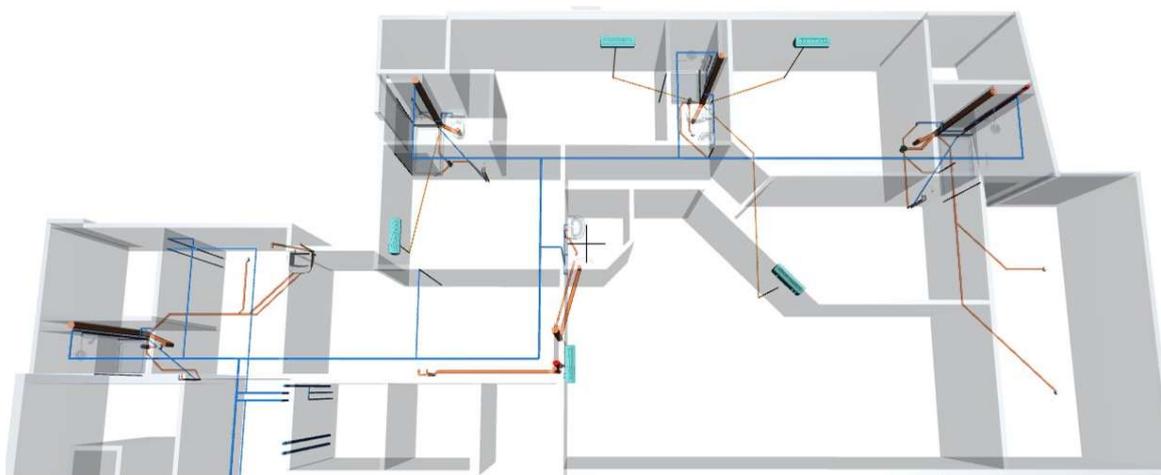
Figura 43 - Configuração da tubulação para águas residuais, potável e não potável, opções A, B C, D.



TIPO – A + C – esgoto + água de chuva (com aproveitamento) + água cinza clara + água de condensado (com aproveitamento)  
água fria potável + água não-potável



TIPO – B – esgoto + água de chuva (com aproveitamento) + água cinza clara + água de condensado (sem aproveitamento)  
água fria potável + água não-potável



TIPO – D – esgoto + água de chuva (com aproveitamento)  
água fria potável

Apesar das opções A, B e C possuírem maior quantidade em metro linear de tubulação, a diferença de custo não interferiu na mesma proporção porque os diâmetros das tubulações do sistema convencional foram redimensionados para as vazões unificadas (Figuras 44 e 45).

Nos ensaios das opções A, B, C e D, além do redimensionamento dos diâmetros das tubulações, houve caso de substituição. Foi o caso das tubulações do tanque e da máquina de lavar, que ao invés de unificação, passaram por substituição, ou seja, os tubos de mesmo diâmetro foram destinados a captação de esgoto ou captação de água cinza, de acordo com a opção ensaiada (Figuras 41, 43 e 46).

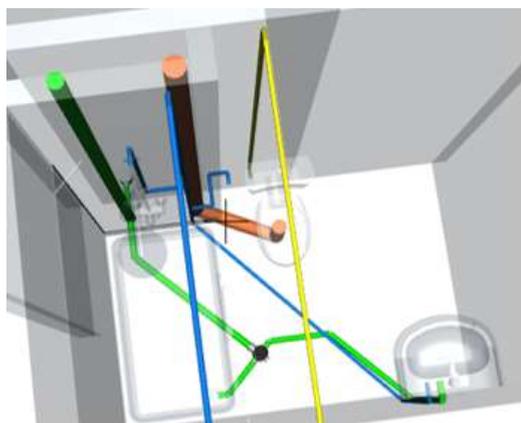
Vale destacar que não houve proposta de mudança de redimensionamento, substituição ou acréscimo de comprimento para as tubulações de água fria potável da área de serviço, nem água fria potável e esgoto da cozinha (Figura 46). Não havendo o que comparar, estas foram desconsideradas na modelagem e na avaliação econômica.

O edifício modelo possui, originalmente, nos pavimentos tipo tubulações destinadas ao uso de água quente que, por não apresentarem variação com a inserção das propostas, também não foram modeladas nem contempladas nas avaliações.

No pavimento térreo não foram consideradas separações de águas cinzas e negras considerando que, tecnicamente, a água cinza deve chegar ao RAC do sistema com *wetland* pela altura do piso do pavimento técnico, e no RAC do sistema sem *wetland*, pelo piso do primeiro pavimento, não sendo justificável colocar bomba para atender esta pequena demanda de água residual gerada no nível do piso do térreo. Entretanto se justificou a separação de água potável e não-potável, uma vez que o abastecimento é originado dos reservatórios superiores e direcionados por gravidade aos destinos (Figura 47).

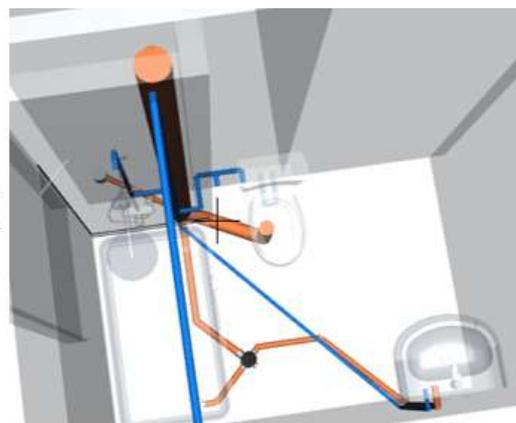
Já no pavimento cobertura, tanto as águas potável e não-potável quanto as águas cinzas e negras foram segregadas nas opções A, B e C, aproveitando o potencial de reuso e de captação de água cinza clara e da gravidade para direcionamento à ETAC (Figura 45).

Figura 44 – Comparações das variações e redimensionamentos dos banheiros dos pavimentos tipo.

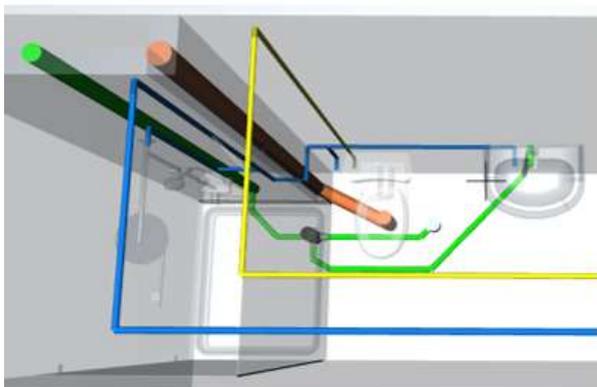


TIPO – banho 1 – A + B + C –  
esgoto + água fria + água de chuva  
+ água cinza + água de reuso

X

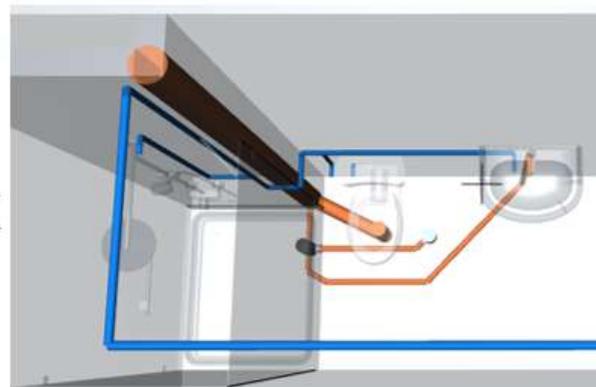


TIPO - banho 1 – D – esgoto + água  
fria

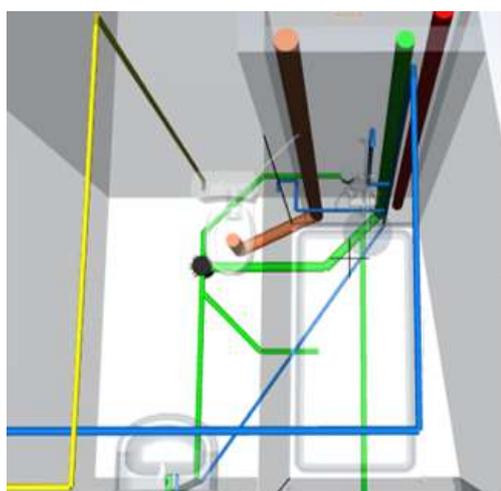


TIPO – banho 2– A + B + C – esgoto +  
água fria + água de chuva + água cinza +  
água de reuso

X

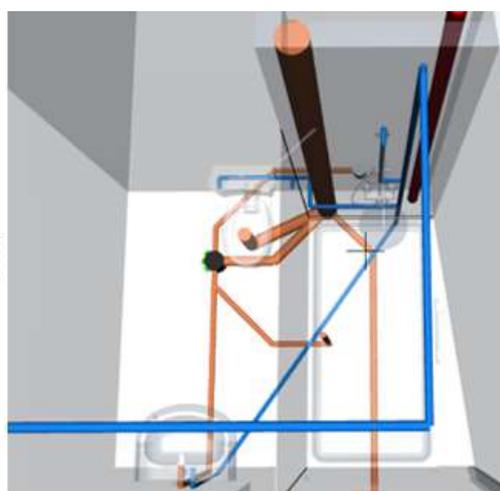


TIPO - banho 2 – D – esgoto + água fria



TIPO – banho 3 – A + B + C –  
esgoto + água fria + água de  
chuva + água cinza + água de  
reuso

X



TIPO - banho 3 – D – esgoto +  
água fria

Figura 45 - Comparações das variações e redimensionamentos dos banheiros dos pavimentos tipo e cobertura.

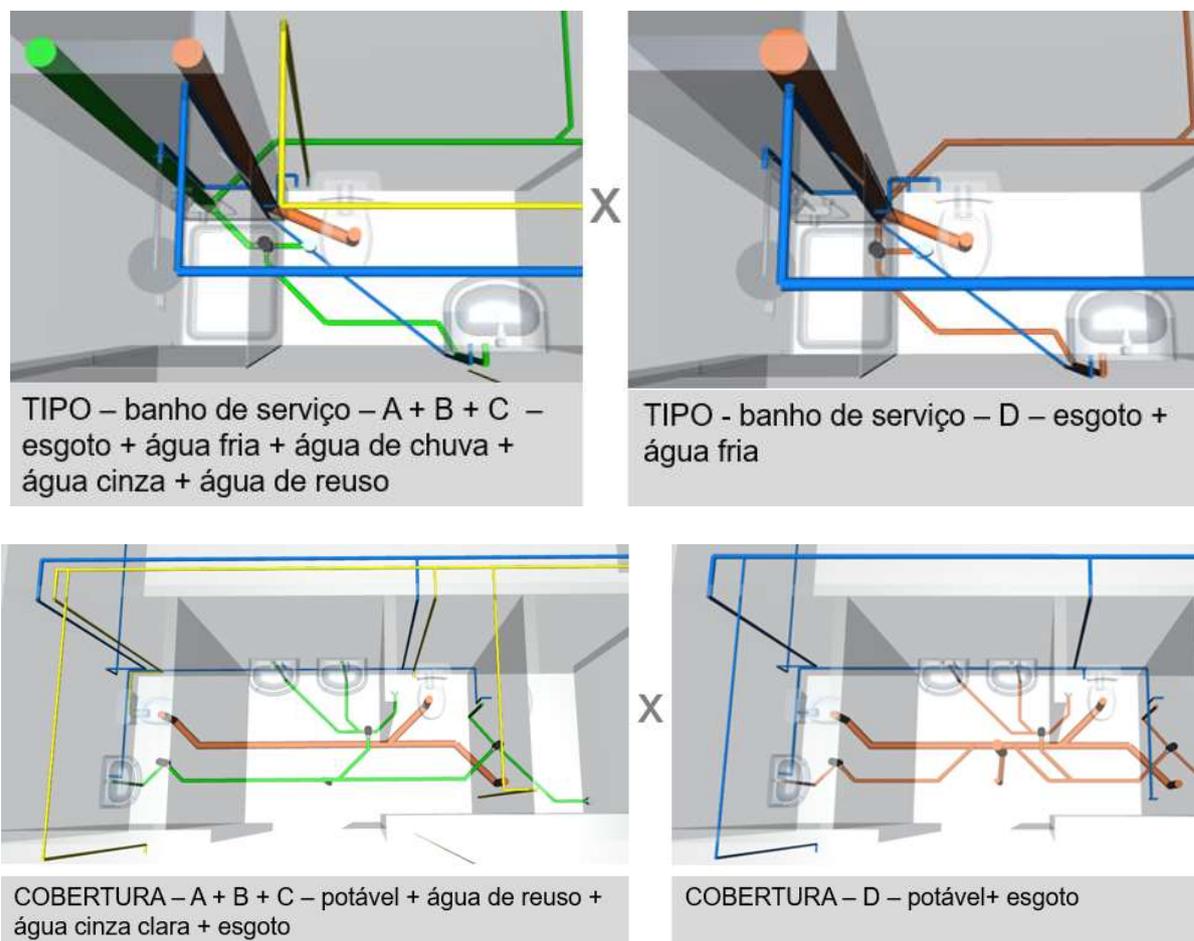


Figura 46 - Comparações da substituição das tubulações de águas residuais da área de serviço, tipo.

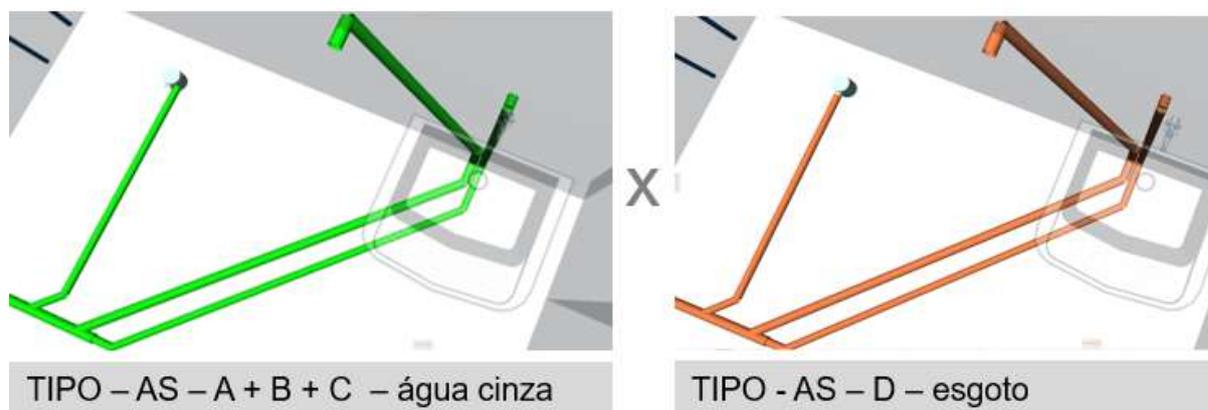
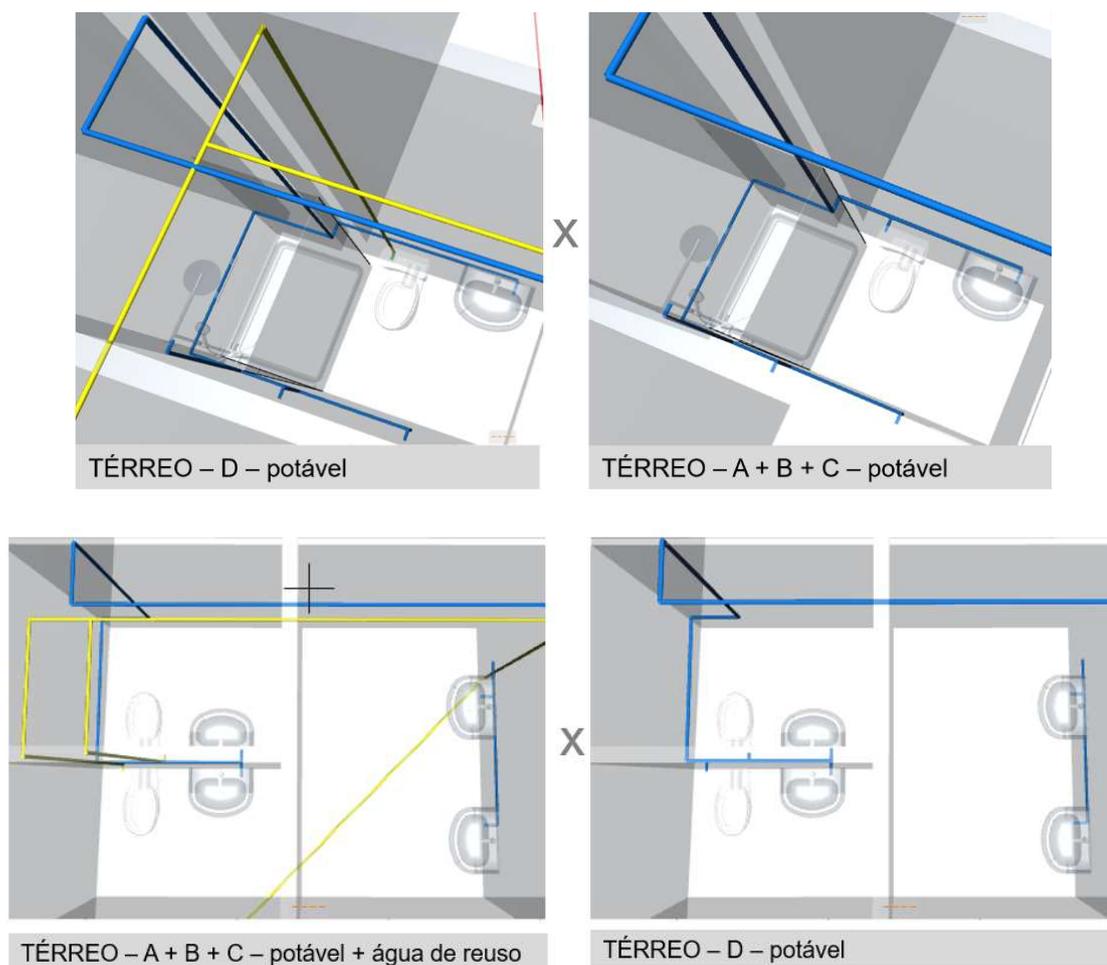


Figura 47 - Comparações das configurações das tubulações dos banheiros do térreo e da cobertura.

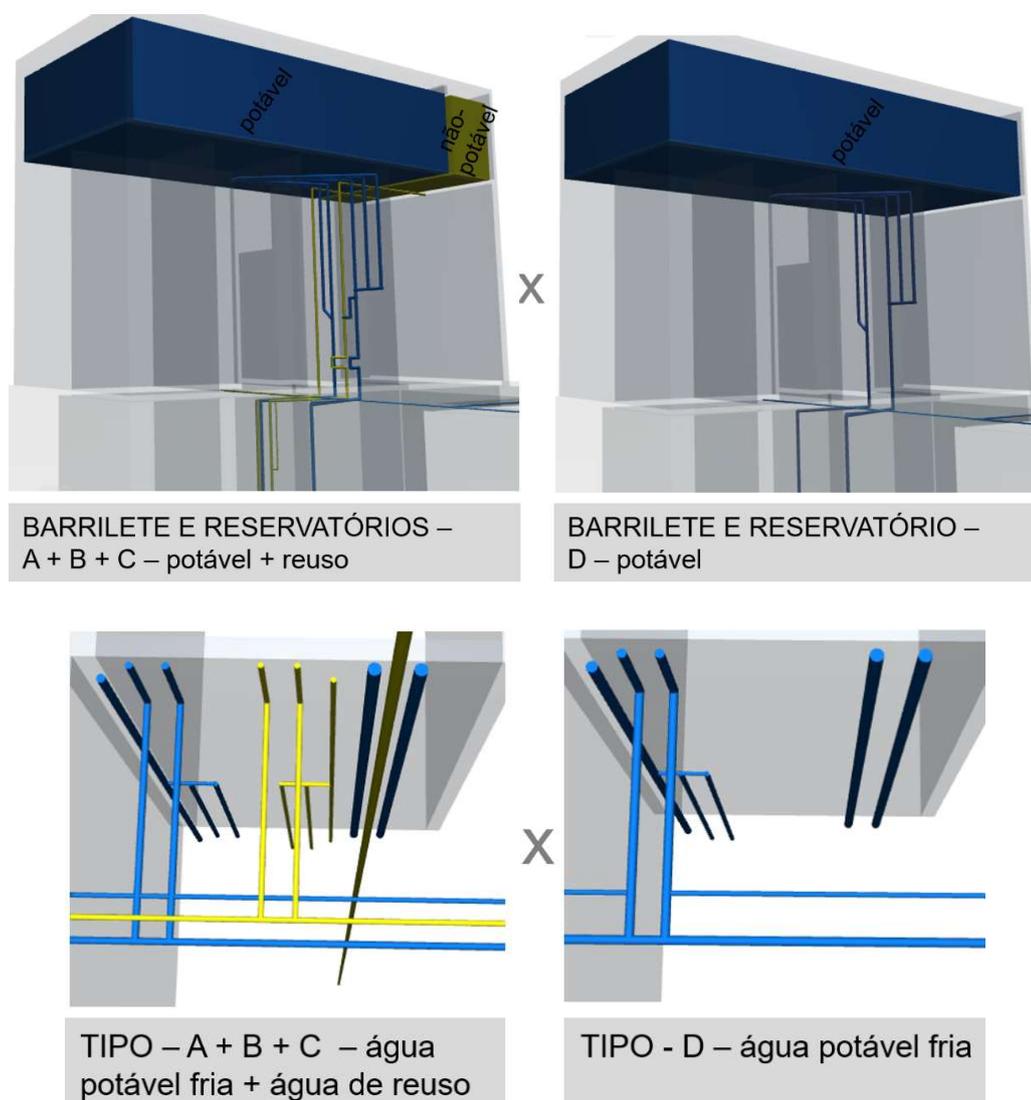


Como no nível do pavimento barrilete não provém água residual, conseqüentemente neste andar foram consideradas apenas tubulações de água fria potável e água não potável, dependendo do sistema ensaiado.

Nestas situações as tubulações unificadas para o sistema D, convencional, passaram por redimensionamento e os diâmetros das tubulações de água fria potável foram ampliados para atender a vazão necessária da demanda do condomínio (Figura 48).

Assim como as tubulações do barrilete os reservatórios superiores apresentaram duas variações nos ensaios projetuais. Nas configurações das opções A, B e C, com separação de água potável e não potável, onde foram mantidas as dimensões originais. E para a opção D, o reservatório superior destinado apenas para água potável, incorporou as dimensões do reservatório de água não potável (Figura 48).

Figura 48 - Comparações das configurações do barrilete e dos reservatórios superior.



Os estudos de caso realizados mostraram que a implantação dos sistemas de instalações prediais em edificações multifamiliares para as configurações nas opções A, B e C são viáveis tecnicamente, desde que o projeto seja concebido originalmente cumprindo os requisitos que atendam às necessidades espaciais no conjunto da arquitetura.

A fim de orientar as boas práticas projetuais para tornar viável a implantação de sistemas para uso de fontes alternativas de água não potável, seja completo ou básico, foram levantados requisitos fundamentais que devem ser contemplados na concepção do projeto arquitetônico (Quadro 18).

Quadro 18 - Requisitos para implantação dos sistemas de instalações para uso de fontes alternativas de água não potável.

	<b>Instalações básicas</b>	<b>Equipamentos para completar o sistema</b>	<b>Espaço na arquitetura</b>
<b>ETAC com wetland</b>	tubulações para água não-potável e de água cinza clara	tanque RAC + tanque <i>wetland</i> + bomba de recalque para água não potável + reservatório de água não potável inferior e superior	área para reservatório de água não potável em piso superior e inferior + preferencialmente área no inferior do edifício e acima da cisterna, para a RAC que deve estar um nível acima do tanque <i>wetland</i> que deve estar acima da cisterna + área para bomba de recalque + área em shaft e forro.
<b>ETAC sem wetland</b>	tubulações para água não-potável e de água cinza clara	tanque quadripartido + bomba de recirculação de lodo + soprador + bomba de recalque para água não potável + reservatório de água não potável inferior e superior	área para reservatório de água não potável em piso superior e inferior + preferencialmente área no inferior, porém acima da cisterna, para a ETAC + área para bomba de recalque + área em shaft e forro.
<b>Tratamento de água de chuva</b>	tubos de queda para água de chuva	filtro + bomba de recalque + reservatório de água não potável inferior e superior, ou somente inferior	área para reservatório de água não potável em piso superior e inferior, ou somente inferior + área para bomba de recalque + área em shaft.
<b>Tratamento de água de condensado</b>	tubos de captação de água de condensado para conectar no tubo de queda para água de chuva	bomba de recalque + reservatório de água não potável inferior e superior, ou somente inferior	área para reservatório de água não potável em piso superior e inferior, ou somente inferior + bomba de recalque + área em shaft, parede e forro.

É importante que a composição arquitetônica do edifício permita a oportunidade de adotar sistemas para uso de fontes alternativas de água não potável para situações em que não seja entregue com o sistema completo, ou ainda, que seja possível adotar as instalações básicas antes ou até durante a construção do edifício.

Observa-se que isso ocorreu no edifício estudo de caso, Royal Blue, que teve o projeto hidrossanitário aprovado na prefeitura sem o sistema de reuso, e, depois foi adequado incluindo o reuso (LEITÃO; LEITÃO; TEIXEIRA, 2004).

Cada um dos sistemas apresenta vantagens e desvantagens particulares que precisaram ser consideradas. Algumas delas foram identificadas no Quadro 19 baseado nas comparações entre as opções A, B, C e D.

Quadro 19 - Comparação de vantagens e desvantagens entre os sistemas A, B, C e D.

	Diferença funcional	Diferença técnica	Vantagem	Desvantagem
<b>A x B</b>	B não aproveita água de condensado	Em A a tubulação de drenagem da água de condensado é direcionada para água pluvial. Em B é direcionada para tubulação de esgoto. E no caso do modelo foi necessário criar 2 tubos de queda para a água de condensado.	A diferença no quantitativo da tubulação de condensando é mínima entre A e B, gerando baixo impacto no orçamento, com a vantagem de economizar no consumo de água com aproveitamento desta fonte alternativa.	Opção B não utiliza todo o potencial de economia no consumo de água potável.
<b>A + B x C</b>	A e B possuem ETAC com <i>wetland</i> , e C sem <i>wetland</i>	A implantação do sistema <i>wetland</i> utiliza área externa, que pode ser a disponível para atender a taxa de permeabilidade. E ETAC sem <i>wetland</i> , pode ser implantada tanto em área externa quanto interna. Além disso elas divergem nos equipamentos.	A ETAC com <i>wetland</i> pode economizar em área e em consumo de energia. A ETAC sem <i>wetland</i> , possui maior flexibilidade no local de implantação.	A ETAC sem <i>wetland</i> ocupa área construída. A vegetação da ETAC com <i>wetland</i> pode não ser atrativa para o condomínio do ponto de vista de manutenção e estético.
<b>A + B + C x D</b>	A, B e C tem ETAC com e sem <i>wetland</i> e tubulações separadas para água cinza e água não potável.	As opções A, B e C necessitam o área para ETAC, reservatórios inferior e superior, tubulações no forro e nos shatf.	As opções A, B e C apresentam vantagens ambientais, pelo aproveitamento de água, e financeira, pela economia no consumo de água potável. A Opção D, precisa de menos área técnica e, por possuírem menor variedade de tubulações, tanto a execução do projeto quanto da obra são mais fáceis, por diminuir a complexidade nas compatibilizações.	Opção D apresenta maior impacto ambiental. As opções A, B e C demandam disponibilidade de maior área técnica.

Uma vez concluída a modelagem e a avaliação técnica, foram gerados os quantitativos das tubulações para elaboração dos orçamentos para avaliação econômica a partir das comparações entre os resultados as opções A, B, C e D.

### 4.3 Etapa 3: Avaliação Econômica

A etapa 3 fechou a pesquisa com os resultados da avaliação quantitativa, possibilitando reconhecer entraves relacionados aos aspectos econômicos, onde foi

realizado um comparativo entre os orçamentos das tubulações e equipamentos dos sistemas híbridos configurados nas opções A, B, C e D, para instalações básicas ou completas.

Para complementar a avaliação dos custos das implantações dos sistemas híbridos, foram levantados os recursos necessários nos procedimentos de manutenção os quais foram também comparados entre as opções ensaiadas no estudo de caso.

Primeiramente os quantitativos dos tubos gerados na etapa 2 da avaliação técnica foram analisados e chegou-se às seguintes conclusões (Tabela 29):

- Entre instalações básicas e completas as tubulações não fazem diferença;
- Entre as opções A x B, o não aproveitamento da água de condensado reduz o quantitativo linear de tubos em B, em 131 metros;
- Entre as opções A x C, a variação de ETAC com e sem *wetland* apresentou diferença mínima entre o quantitativo linear de tubos, com 34 metros a menos em A;
- Entre A x D, a quantidade linear de tubos apresentou diferença considerável com menos 30% na opção D.

Tabela 29 - Comparação dos quantitativos por metro linear de tubos entre as opções A, B, C e D.

A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
9721m	9721m	9590m	9590m	9755m	9755m	6904m

Contudo, os custos não variaram na mesma proporção porque as especificações dos tubos apresentaram diferenças entre si quando as tubulações da opção D absorveram as vazões, pela unificação das águas potável e não potável, negra e cinza, das opções A, B e C.

A Tabela 30 demonstra os orçamentos elaborados a partir dos quantitativos e das especificações dos diâmetros nominais dos tubos, e também pelos equipamentos necessários para compor os sistemas completos.

Tabela 30 - Comparação dos orçamentos por sistema e pavimentos entre as opções A, B, C e D (valores em R\$).

INSTALAÇÕES/ PAVIMENTOS			A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
Tubulações de água potável fria	1º	térreo	3.455	3.455	3.455	3.455	3.858	3.858	4.247
	2º	técnico	341	341	341	341	380	380	521
	3º - 4º	G1 e G2	955	955	955	955	955	955	1.012
	4º - 18	tipos	67.912	67.912	67.912	67.912	67.912	67.912	81.024
	19º	cobertura	2.232	2.232	2.232	2.232	2.232	2.232	2.514
	20º	barrilete	1.957	1.957	1.957	1.957	1.957	1.957	1.868
Tubulações de água de não potável	1º	térreo	1.894	1.894	1.894	1.894	2.474	2.474	0
	2º	técnico	476	476	476	476	601	601	0
	3º - 4º	G1 e G2	434	434	434	434	434	434	0
	4º-18º	tipos	33.993	33.993	33.993	33.993	33.993	33.993	0
	19º	cobertura	1.354	1.354	1.354	1.354	1.354	1.354	0
	20º	barrilete	351	351	351	351	351	351	0
Tubulações de água de condensado	4º- 18º	tipos	18.579	18.579	13.331	13.331	18.288	18.288	13.813
Tubulações de água de chuva	1º	térreo	1.259	1.259	1.259	1.259	0	0	1.595
	2º	técnico	188	188	188	188	4.534	4.534	0
	3º e 4º	G1 e G2	3.677	3.677	3.673	3.673	3.378	3.378	2.217
	4º-18º	tipos	9.722	9.722	9.702	9.702	9.722	9.722	9.472
Tubulações de água negra/esgoto	1º	térreo	950	950	950	950	950	950	1.659
	2º	técnico	689	689	689	689	689	689	1.075
	3º e 4º	G1 e G2	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	2.426
	4º-18º	tipos	51.093	51.093	51.081	51.081	51.093	51.093	107.606
	19º	cobertura	672	672	672	672	672	672	2.435
Tubulações de água cinza clara	1º	térreo	1.454	1.454	1.454	1.454	0	0	0
	2º	técnico	0	0	0	0	643	643	0
	3º-4º	G1 e G2	2.331	2.331	2.438	2.438	2.440	2.440	0
	4º-18º	tipos	67.494	67.494	68.018	68.018	67.494	67.494	0
	19º	cobertura	2.541	2.541	2.553	2.553	2.541	2.541	0
Reservatório de água potável	1º	térreo	52.000	52.000	52.000	52.000	52.000	52.000	52.000
	20º	barrilete	351	71.500	71.500	71.500	71.500	71.500	71.500
Reservatório de água não potável	1º	térreo	19.500	19.500	19.500	19.500	19.500	19.500	9.750
	20º	barrilete	351	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	5.850
Bomba de recalque de água potável	1º	térreo	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Bomba de recalque de água não potável	1º	térreo	3.000	0	3.000	0	3.000	0	0
ETAC sem wetland (9m³)	2º	técnico	0	0	0	0	65.000	0	0
ETAC com wetland (9m³)	1º	térreo	55.000	0	55.000	0	0	0	0
Filtro para água de chuva	19º	cobertura	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900
Custo direto total			495.083	437.083	490.442	430.542	508.024	440.024	377.483
Diferença em relação ao D (padrão convencional)			31,15%	15,79%	29,92%	14,06%	34,58%	16,57%	-

O detalhamento dos orçamentos por sistema e pavimentos, permitiu identificar as diferenças mais impactantes no valor final, sendo destacados os seguintes pontos (Tabela 30):

- Entre as opções A e B x C, a variação de ETAC com e sem *wetland* apresentou diferença mínima entre os custos de tubulação de água potável fria nos pavimentos térreo e técnico. No entanto, o custo das opções com *wetland* foram pouco mais que o dobro nas tubulações de água cinza do térreo, isto ocorreu em razão da opção C possuir menor percurso entre a captação e a ETAC;
- As opções A e C divergem da B e D em cerca de 30% a mais nas tubulações dos pavimentos tipos para água de condensado;
- A opção D apresenta grande variação perante os sistemas alternativos com a eliminação de custos com a tubulações para águas não potável e cinza clara. No entanto, o redimensionamento para absorver as vazões nas tubulações de águas potável e esgoto demandou até 52% dos valores para o sistema convencional, como foi o caso dos tubos para esgoto dos pavimentos tipos;
- Em relação à D as opções A, B e C demandam reservatório<sup>16</sup> maior e bomba de recalque para água não potável, o que eleva o custo destes itens, sendo 100% para a bomba e 50% para os reservatórios<sup>17</sup>;
- Entre as configurações de sistema básico e completo, há um impacto considerável com o acréscimo de custo com equipamentos da ETAC e da bomba de recalque de água não potável. A opção C, de ETAC sem *wetland* foi a que apresentou maior diferença, custando R\$65.000,00 enquanto a ETAC com *wetland* o custo é de R\$55.000,00.

A Tabela 30 também compara percentualmente as variações entre as opções A, B e C em relação ao custo de D, possibilitando observar as proporções em que os sistemas alternativos representam investimentos adicionais:

---

<sup>16</sup> O dimensionamento do reservatório de água não potável da opção D, foi considerada metade do reservatório de reuso.

<sup>17</sup> Os custos dos reservatórios se basearam no valor do item supraestrutura, da coluna acréscimo de custos. E, a partir das dimensões dos reservatórios do projeto, foi estimado o custo do reservatório por metro cúbico (APENDICE 4).

- Em relação à D, as instalações completas crescem valor em torno de 31,15 a 34,58%, sendo a opção C1 a mais elevada, devido ao maior valor da implantação da ETAC sem *wetland*. Em seguida a opção A1 teve seu custo 1,25% acima do B1, devido à variação do sistema de aproveitamento da água de condensado.
- O cenário melhora quando comparadas as opções para instalações básicas, onde o valor adicional variando 16,57% para a opção C2, 15,79% para a opção A2 e 14,06% para B2. Esta variação acompanha a proporção do quantitativo de tubulações estimadas nos ensaios projetuais.

Vale ressaltar que estes percentuais são referentes ao custo com as instalações hidrossanitárias e os equipamentos dos sistemas de tratamento de água de fonte alternativa de água não potável. Para averiguar o real impacto no valor do investimento, é importante calcular a proporção em relação ao custo total da obra, o qual foi gerado pela média do orçamento fornecido pela construtora do edifício (APÊNDICE 4) e o valor calculado pelo Custo Unitário Básico – CUB (SINDUSCON-ES, 2018).

Como orçamento realizado pela construtora do edifício Royal Blue tinha valor vigente do ano de 2004 ele foi atualizado pelo INCC-M, taxa gerada mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas para ajustar a variação dos custos dos insumos utilizados em construções habitacionais.

Este índice é usado para reajustar parcelas de contratos de compras de imóveis em fase de construção (FGV, 2018). E o valor total do custo direto da obra, sem o sistema de instalações para uso de água cinza clara, ficou em torno de R\$ 12.225.000,00 (APÊNDICE 4).

O cálculo do valor do custo direto do total da obra considerou o CUB para edificação de característica residencial multifamiliar, alto padrão, 16 pavimentos, cujo valor referente ao mês de setembro de 2018 foi R\$1.819,10. Este índice multiplicado pela área construída total do edifício – 8427,03m<sup>2</sup> – totalizou R\$15.329.610,27.

Tirando a média entre os valores estimados foi utilizado como base de cálculo da viabilidade econômica o valor de R\$13.777.526,83.

Tabela 31 - Comparativo dos orçamentos das opções A, B, C em relação à D e, em relação ao custo direto total da obra (valores em R\$).

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
Custo direto total da implantação por opção (R\$)	495.082	437.082	490.442	430.542	508.023	440.023	375.266
Percentual sobre o custo direto total da obra R\$13.777.526,83	3,59%	3,17%	3,56%	3,12%	3,69%	3,19%	2,74%
Diferença do custo direto das opções em relação à D - sistema híbrido convencional (R\$)	119.816	61.816	115.176	55.276	132.757	64.757	-
Percentual da diferença em relação à D - sistema híbrido convencional - sobre o custo direto total da obra R\$13.777.526,83	0,85%	0,43%	0,82%	0,39%	0,95%	0,45%	-

Cruzando os dados do custo direto total da obra com a diferença dos custos de D em relação às opções A, B e C na Tabela 31 demonstrou-se para os sistemas completos variação entre 0,95 e 0,82%, e para os sistemas básicos de 0,45 a 0,39%. Fundamentando-se nos resultados dos questionários aplicados (Tabela 20) é possível afirmar que existe potencial de 86% dos respondentes (usuários em geral) investirem em sistemas alternativos.

Apesar das configurações das instalações básicas possuírem no máximo 0,45% de valor adicional, podem não ser atrativas economicamente se condicionado o investimento adicional ao retorno imediato através da economia no consumo de água potável. Por outro lado, o sistema completo implica em gestão e despesa com a manutenção, cujo tema se apresentou como entrave de forte impacto negativo na pesquisa (Tabelas 14 a 17).

Para completar a avaliação econômica foram levantados os custos com manutenção dos sistemas das opções A, B, C e D (Tabela 32) e gerados os percentuais das diferenças em relação aos custos do sistema convencional (Tabela 33).

Tabela 32 - Comparação das despesas com manutenção entre as opções A, B, C e D (valores em R\$).

INSTALAÇÕES/PAVIMENTOS				MANUTENÇÃO	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
Tubulações de água potável fria	1º	térreo	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	2º	técnico	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	3º e 4º	G1 e G2	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	4º-18	tipos	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	19º	cobertura	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	20º	barrilete	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubulações de água de não potável	1º	térreo	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	2º	técnico	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	3º-4º	G1 e G2	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	4º-18º	tipos	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	19º	cobertura	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	20º	barrilete	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubulações de água de condensado	4º-18º	tipos	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubulações de água de chuva	1º	térreo	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	2º	técnico	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	3º e 4º	G1 e G2	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	4º -18º	tipos	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubulações de água negra/ esgoto	1º	térreo	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	2º	técnico	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	3º e 4º	G1 e G2	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	4º- 18º	tipos	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	19º	cobertura	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubulações de água cinza clara	1º	térreo	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	2º	técnico	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	3º-4º	G1 e G2	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
	4º-18º	tipos	nenhum	0	0	0	0	0	0	0	0
Reservatório de água potável	1º	térreo	limpeza semestral	300	300	300	300	300	300	300	300
	20º	barrilete	limpeza semestral	300	300	300	300	300	300	300	300
Reservatório de água não potável	1º	térreo	limpeza semestral	300	300	300	300	300	300	300	300
	20º	barrilete	limpeza semestral	300	300	300	300	300	300	300	300
Bomba de recalque de água potável	1º	térreo	revisão semestral	500	500	500	500	500	500	500	500
Bomba de recalque de água não potável	1º	térreo	revisão semestral	500	0	500	0	500	0	0	0
ETAC sem wetland (9m³)	2º	técnico	limpeza 3x semana	0	0	0	0	1.000	0	0	0
ETAC com wetland (9m³)	1º	térreo	limpeza 1x ano	1.000	0	1.000	0	0	0	0	0
Filtro água de chuva	19º	cobertura	limpeza mensal	0	0	0	0	0	0	0	0
Custo da manutenção anual				5.900	3.400	16.400	1.700	3.200	1.700	1.400	
Custo da manutenção mensal				450	283	450	283	1.367	283	233	

Tabela 33 - Comparativo percentual dos custos das opções A, B, C e D em relação a manutenção (valores em R\$).

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
custo da manutenção anual	5.900	3.400	16.400	1.700	3.200	1.700	1.400
custo da manutenção mensal	450	283	450	283	1.366	283	233
diferença em relação ao D (padrão convencional)	92,86%	21,43%	92,86%	21,43%	485,71%	21,43%	-

Sobre os resultados das tabelas 32 e 33 constata-se que:

- As opções A2, B2 e C2 somente exigem manutenção periódica para o reservatório superior de água não potável a um valor mensal de R\$50,00, ou seja, 21,43% adicional na despesa mensal com manutenção. Esse valor, quando dividido por 30 unidades, custará R\$1,66 por unidade. Esta é uma vantagem a ser considerada na adoção das instalações básicas, que apesar de não gerarem retorno financeiro imediato, com economia no consumo de água potável, praticamente não geram despesas. Observa-se que essa opção também oferece a oportunidade de economia no futuro, em caso de necessidade por razão de alto custo da água potável ou racionamento;
- As opções com sistemas completos formam uma despesa considerável com manutenção das bombas, sem contar o consumo de energia<sup>18</sup>;
- As opções A1 e B1, por serem compostas por tanque *wetland*, tem redução nas despesas em relação a C1, por não necessitarem de manutenção mensal<sup>19</sup>. É importante alertar que apesar da ETAC *sem wetland* representar 92,86% de acréscimo na despesa em relação ao convencional, isso representa R\$217,00, que dividido entre as 30 unidades, custará R\$7,23 adicional para cada unidade;

<sup>18</sup> O consumo de energia não foi considerado neste levantamento, cujo foco foi as instalações prediais.

<sup>19</sup> Para a manutenção do sistema A e B foi estimada uma verba no valor da manutenção mensal da ETAC *sem wetland*, que foi dividido pelos 12 meses.

- A opção C1 apresenta o custo mais elevado de manutenção, 485,71% acima do valor de um sistema convencional, o que significa R\$1.134,00, dividido por 30 unidades gera uma despesa adicional de R\$38,00 por unidade.

Neste contexto, os custos com manutenção, apesar de representarem impactos consideráveis nas despesas mensais do condomínio, quando divididas entre as unidades dilui-se e diminui a sua representatividade nas despesas gerais.

Quanto ao investimento inicial, além das diferenças se enquadrarem no nível de aceitação dos respondentes dos questionários representa um baixo valor de investimento adicional.

Considerando que o valor de mercado para o padrão do edifício Royal Blue, gira em torno de R\$10.000,00 por metro quadrado, multiplicando pela área do apartamento, 170 m<sup>2</sup>, chega-se no valor de R\$1.700.000,00. Neste caso o percentual de variação de 0,95 a 0,39% custará de R\$16.150,00 a R\$6.630,00.

Ponderando todos os resultados qualitativos e quantitativos desta pesquisa constata-se a viabilidade técnico-econômica no investimento em sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em edifícios multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra. Destacando-se no contexto a tecnologia da ETAC com *wetland*<sup>20</sup>, que além de representar baixo custo de investimento em implantação e manutenção, pode não impactar no custo com ocupação de área construída se alocada na área permeável, exigida pelos PDU e PDM dos municípios.

---

<sup>20</sup> Verifica-se por cálculo demonstrado no ANEXO 1 que, enquanto uma área permeável de 40m<sup>2</sup> representa infiltração de 50m<sup>3</sup>/ano um tanque *wetland*, de mesma área, é capaz de eliminar o consumo de 3.285m<sup>3</sup>/ano dos recursos hídricos, representando uma vantagem no aspecto de preservação ambiental avaliando o impacto geral. No entanto, deve ser considerado o impacto local com a não reposição do lençol freático na região de implantação do edifício caso a área permeável seja substituída pelo tanque *wetland*.

## 5 Considerações finais

Ainda que constatada a viabilidade técnico-econômica na adoção de sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em edifícios multifamiliares de Vitória, Vila Velha e Serra, existem muitos entraves que precisam ser vencidos.

As respostas contraditórias entre os fornecedores e os projetistas indicam a baixa interação entre estes agentes do mercado. Constatou-se durante a realização das atividades que o acesso a alguns fornecedores foi bastante dificultada pela falta de interesse na colaboração com a pesquisa, haja visto que representou a menor amostra em proporção ao universo estipulado. A falta de interesse também sobressaiu por parte dos representantes da Secretaria de Recursos Hídricos do Espírito Santo e da CESAN, que mesmo após tentativas de contato por telefone ou e-mail não prestaram atendimento à pesquisa.

Por outro lado, usuários, projetistas, construtoras e profissionais técnicos das secretarias dos municípios foram participativos e interessados para levantar discussão sobre o tema e compartilhar suas percepções.

A respeito dos entraves de fator técnico destacaram-se a quantidade limitada de fornecedores, a falta de conhecimento técnico dos projetistas e construtores e a incompatibilidade dos projetos arquitetônicos dos edifícios, com as necessidades espaciais das instalações prediais para uso de fontes alternativas.

Pontua-se que, na etapa de seleção dos fornecedores para composição do universo da pesquisa, foram identificados em todo o Brasil, apenas 20 empresas que prestam serviços e comercializam equipamentos para tratamento de água não-potável, sendo apenas 3 capixabas.

Outro aspecto relevante identificado pela pesquisa, é o desconhecimento dos projetistas e construtoras à respeito de sistemas de instalações prediais de fontes alternativas, que não apenas o aproveitamento de água da chuva. Esta situação provavelmente está relacionada à incompatibilidade dos projetos, uma vez que poucos respondentes da amostra de projetistas relataram ter conhecimento sobre sistemas para aproveitamento de água de condensado e reuso de água cinza clara.

Além disso, a minoria dos projetistas e construtoras entrevistados declararam que preveem espaço para estas instalações na fase de concepção dos projetos.

O domínio técnico sobre estes assuntos é importante para os projetistas se munirem de argumentos convincentes para conscientizar seus clientes tanto dos benefícios ambientais quanto econômicos ao solucionar projetos visando oportunidades futuras. Além disso, os projetistas, especialmente os arquitetos, precisam planejar seus projetos prevendo os espaços necessários para estas instalações, flexibilizando a arquitetura para possíveis adaptações.

Em paralelo, os gestores públicos podem incentivar o uso de fontes alternativas de água não potável pela exigência da previsão de instalações básicas dos sistemas alternativos nos projetos arquitetônicos e hidrossanitários. Outra maneira, menos impositiva para incentivo pode acontecer por meio de benefícios nos índices urbanísticos concedidos em contrapartida ao atendimento de requisitos de sustentabilidade, nem que seja apenas para implantação de instalações básicas e disponibilização de área para locação da ETAC.

Sobre o fator cultural, a pesquisa constatou a preocupação e o interesse da população em investir na preservação do meio ambiente e aproveitar a oportunidade para economizar em despesas com água potável. Outro ponto favorável foi a maioria dos participantes da pesquisa manifestarem que não se opunham a fazer uso de água tratada.

A avaliação técnica comprovou a viabilidade da execução de variados sistemas para variadas fontes de água, sem grandes impactos. E a avaliação financeira comprovou que o impacto do custo atinge no máximo 0,95% do custo direto total da obra. Neste contexto a pesquisa mostrou que mais da metade dos potenciais investidores em novos apartamentos nos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra declararam que investiria até 5% a mais em edifícios que ofereçam sistema com instalações para uso de fontes alternativas de água não potável. Diante disso, a pergunta que persiste é: porque não?

Com base nos entraves destacados como mais desfavoráveis ao uso de fontes alternativas de água propõe-se estudos que visem avaliar e identificar soluções para melhoria do cenário atual, tais como:

- Avaliação técnico-econômica da implantação de sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável em *retrofit* de edifícios, especialmente água cinza clara;
- Avaliação de custo-benefício da administração pública na concessão de isenção de tributos como forma de incentivo a adoção soluções sustentáveis na construção civil, como uso de fontes alternativas de água não potável;
- Avaliação dos entraves que influenciam negativamente na percepção da qualidade dos fornecedores de equipamentos, instalações e serviços;
- Avaliação das normas relativas à conservação de água, identificando falhas e possíveis melhorias;
- Avaliação técnico-financeira de boas práticas na implantação de sistemas de instalações prediais para uso de fontes alternativas de água não potável, visando redução dos custos;
- Avaliação da economia no consumo de água potável e captação de esgoto e, do custo adicional de energia em relação ao custo de manutenção dos sistemas alternativos de uso de água não potável;
- Avaliação comparativa dos benefícios em relação à oferta de fontes não-potável de água de chuva x água cinza x água de condensado;
- Avaliação da percepção de moradores e gestores de condomínios sobre o tipo de paisagismo configurado pela vegetação do tanque *wetland*;
- Reconhecimento dos entraves a partir de uma pesquisa com tipo de amostragem probabilística.

Por fim, a expectativa deste trabalho é que os resultados do reconhecimento dos entraves mais impactantes e da viabilidade técnico-econômica positivas contribuam na decisão dos agentes do setor da construção civil pela adoção de sistemas híbridos com uso de fontes alternativas de água não potável, além da água de chuva, em novos edifícios multifamiliares nos municípios de Vitória, Vila Velha e Serra.

## 7 REFERÊNCIAS

ACQUASAVE. **Conheça nossos equipamentos**, [s.d.]. Disponível em: <<http://acquasave.com.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **A água no Brasil e no mundo**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – Informe 2016**, 2017. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017\\_rel-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Projeto Reúso**, 2010. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/Reuso.aspx>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Projeto Reúso**, 2018. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 02 out. 2018.

AGUIAR, K. C. **Comparação dos potenciais de conservação de água da prática do reuso de águas cinza e da coleta segregada da urina humana em uma edificação residencial multifamiliar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2010.

AL-FARAYEDHI, Abdulghani A.; IBRAHIM, Nasiru I.; GANDHIDASAN, P. Condensate as a water source from vapor compression systems in hot and humid regions. **Desalination**, v. 349, p. 60-67, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15.527: Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma da ABNT/CE-002: 146.004 – Comissão de Estudo de Conservação de Água em Edificações: Uso de fontes alternativas não potáveis**. Rio de Janeiro, 2018.

ARDEN, S.; MA, X. Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: A review. **Science of the Total Environment**, v. 630, p. 587-599, 2018.

BASTOS, C.; CASSINI, T.; GONÇALVES, R. Gestão da água em edificações através do aproveitamento de condensado do sistema de ar-condicionado: um exemplo em Vitoria, Brasil. In: Encontro Latino-Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis - ELECS. Guimarães, 2015. **Anais...** Guimarães: Universidade do Minho, 2016.

BASTOS, C.; CALMON, J.L. Uso de água residual do ar condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. **Hábitat Sustentable**, v.3, p. 66-74, 2013.

BISSOLI-DALVI, M.; OLIVEIRA, M.; MARQUES, S.; ALVAREZ, C. A evolução do marketing da sustentabilidade no mercado imobiliário do Espírito Santo. In: Congresso Sustainable Building Environment - SBE 16, Guimarães, 2016. **Anais...** Guimarães: Universidade do Minho, 2016.

BLOG TRATAMENTO DE EFLUENTES. **Tratamento de efluentes**. [s.d.]. Disponível em: <<https://tratamentodeefluentes.wordpress.com/tag/wetland/>>. Acesso em: 05 agosto 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, **Selo Casa Azul**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 27 de. 2016.

CASALI, L. **Estação experimental usa flores e pedras britas para tratamento de esgoto na UFSM**. Universidade Federal de Santa Maria. 2016. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/2016/04/20/estacao-experimental-usa-flores-e-pedras-britas-para-tratamento-de-esgoto-na-ufsm/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

CESAN. **Como o Espírito Santo atravessa a pior crise hídrica da sua história**. 22 setembro 2016. Disponível em: <<https://www.cesan.com.br/noticia/como-o-espirito-santo-atraves-a-pior-crise-hidrica-da-sua-historia/>>. Acesso em: 10 março 2017.

CHOVECHUVA. **Filtro Chove Chuva**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.chovechuva.com.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

COUTO, E.; CALIJURI, M.; ASSEMAN, P.; SANTIAGO, A.; CARVALHO, I. Greywater treatment in airports using anaerobic filter followed by UV disinfection: an efficient and low cost alternative. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 77, p. 44-51, 2013.

GARCIA-CUERVA, L.; BERGLUND, E.; BINDER, A. Public perceptions of water shortages, conservation behaviors, and support for water reuse in the US. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 113, p. 106-115, 2016.

EAWAG. **The online Compendium of Sanitation Systems and Technologies**. [s.d.]. Disponível em: <<http://ecompendium.sswm.info/sanitation-technologies/horizontal-subsurface-flow-constructed-wetland>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

FERREIRA, Giselle. **Entrevista sobre o Código de Obras e o Plano Diretor Municipal de Vila Velha**. Entrevista concedida à Carla Cordeiro Gomes. Vila Velha, 01 set. 2018.

FIESP. **Portal Fiesp Meio Ambiente**. 2018. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/?temas=meio-ambiente>>. Acesso em: 01 jul. de 2018.

FINEP. **PROSAB**, 2016. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

FLUXO AMBIENTAL. **Componentes de instalação de uma ETAC**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.fluxoambiental.com.br/solucao/reuso-de-aguas-cinzas>>. Acesso em: 14 fevereiro 2017.

FLUXO AMBIENTAL. **Memorial de cálculo para nova ETAC do Edifício Royal Blue**, Vitória, 2018.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índice Nacional de Custos de Construção - INCC**. 2018. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B7684C11DF>>. Acesso em: 01 set. de 2018.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação Internacional Aqua-HQE**, 2016. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

FURLONG, C.; SILVA, S.; GAN, K.; GUTHRIE, L.; COSIDINE, R. Risk management, financial evaluation and funding for wastewater and stormwater reuse projects. **Journal of Environmental Management**, v. 191, p. 83-95. Melbourne, 2017.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment**, Florianópolis, v. 42, p.1732-1742, 2006.

GOASTICO, D. S. V. **Estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema de reuso de água cinza para uma residência unifamiliar de alto padrão**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2014.

GONÇALVES, R. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

GONÇALVES, Ricardo. **Entrevista sobre dimensionamento da ETAC**. Entrevista concedida à Carla Cordeiro Gomes. Vitória, 07 maio 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Empreendimentos LEED**. 2014. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/empreendimentos-leed.php>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

GRAPHISOFT. **Archicad**. 2018. Disponível em: <<http://www.graphisoft.com/br/Archicad/>>. Acesso em: 01 set. 2017.

HAFNER, A. **Conservação e Reúso de Água em Edificações: experiências nacionais e internacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO PÓLIS. **Plano de ação Vitória sustentável**, 2015. Disponível em: <<http://polis.org.br/publicacoes/plano-de-acao-vitoria-sustentavel/>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

IOPES. **Referencial de preços**, 2018. Disponível em: <<https://iopes.es.gov.br/referencial-preco-1>>. Acesso em: 01 set. 2016.

JORNAL ES NEWS. **Entrevista de Luiz Cláudio Mazzini Gomes para o Jornal ES News**. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=eY5-sxGcBkw>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

KEELER, M; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KATS, G.; BRAMAN, J.; JAMES, M. **Greening our built enviroment: cost, benefits and strategies**. Estados Unidos: Island Press, 2014.

LEONG, J.; OH, K.; POH, P.; CHONG, M. PHAProspects of hybrid rainwater-greywater decentralised system for water recycling and reuse: A review. **Journal of cleaner production**, v. 142, p. 3014-3027, 2017.

LEITÃO, C.; LEITÃO, R.; TEIXEIRA, M. **Reuso de água em prédio residencial**. Monografia (Especialização em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2004.

LORENGE. **Memorial Descritivo de Hidrossanitário do Edifício Royal Blue**, Vitória, 2003.

MAZZINI GOMES. **Diferenciais tecnológicos e sustentáveis**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.mazzinigomes.com.br/a-mazzini/diferenciais-tecnologicos-e-sustentaveis/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

MAGRINI, A.; CATTANI, M.; CARTESEGNA, M.; MAGNANI, L. Integrated systems for air conditioning and production of drinking water—Preliminary considerations. **Energy Procedia**, v. 75, p. 1659-1665, 2015.

MERCADOLIVRE. **Filtro auto limpante para água de chuva**. [s.d.]. Disponível em: <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-801887132-filtro-para-captaco-de-agua-de-chuva-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-801887132-filtro-para-captaco-de-agua-de-chuva-_JM)>. Acesso em: 05 ago. 2018.

NOLDE, E. Decentralized water and energy recycling in buildings. A cornerstone for water, energy and CO2 reduction. In: Water Efficiency Conference, Reino Unido, 2014. **Anais...** Reino Unido: University Brighton, 2014.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings over ten years experience in Berlin. **Urban Water**, p.275-284, 2000.

OLIVEIRA, A.; ZAMBORLINI, K.; SOUZA, A.; ALVAREZ, C. A inserção urbana e os instrumentos de controle urbanístico no contexto das ferramentas de avaliação de sustentabilidade em edificações: o caso da ASUS. In: Encontro Latino-Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21**. Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Biblioteca digital da Câmara dos Deputados, p. 465. 1992.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030**, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Bombeamento de água com energia solar: o que você precisa saber**, 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/bombeamento-de-agua-com-energia-solar-o-que-voce-precisa-saber-video/>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

PERTEL, M. **Caracterização do uso de água e da energia associada a água em uma edificação residencial convencional e uma dotada de sistema de reuso de águas cinzas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2009.

PIMENTEL, R.; SILVA, A. The Portuguese tool for the classification of the. In: Water Efficiency Conference, Reino Unido, 2016. **Anais...** Reino Unido: Coventry University, 2016.

PINI. **Índices e custos**, 2018. Disponível em: <<https://construcaomercado.pini.com.br/category/indices-e-custos/>>. Acesso em: 01 set. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Portaria SMMA nº 06**, 02 de maio de 2012. Disponível em: <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1079704>>. Acesso em: 16 out. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Decreto municipal nº 35.745**, 06 de junho de 2012. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D35745M.PDF>>. Acesso em: 16 out. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Lei municipal nº 6.793**, 2010. Disponível em: <<http://www.guarulhos.sp.gov.br/sites/default/files/06793lei.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Lei municipal nº 8.482**, 2016. Disponível em: <<https://site.camarafranca.sp.gov.br/legislacao/lei-no-8482-de-26-de-dezembro-de-2016>>. Acesso em: 12 out. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA (Espírito Santo). **Decreto municipal nº5.509**. 30 janeiro 2015. Disponível em: <<https://webcache.googleusercontent.com/search?q>

=cache:DVrXZjNULekJ:https://www.diariomunicipal.es.gov.br/arquivos/publicacoes/1423247843\_0602\_5509\_\_controle\_do\_desperdcio\_de\_gua.rtf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 16 out. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA (Espírito Santo). **Lei municipal nº 9.271**. 21 maio 2018. Disponível em: <<http://diariooficial.vitoria.es.gov.br/ExibirArquivo.aspx?qs=qWdXNT75uq4jT8sAXHV4YcKe8SoLZJ3dDIFtaxRwv%2FkTq2%2F08j9RDCzsKhlVvmB0Zi%2F2pT3g5ubRfg3EwY9aOzpu4NH1LpoBJb2FbaHL0XU%3D>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA (Espírito Santo). **Lei municipal nº 5430**. 28 junho 2013. Disponível: <<http://www.vilavelha.es.gov.br/legislacao/Arquivo/Documents/legislacao/html/L54302013.html>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA (Espírito Santo). **Lei complementar municipal nº 046**. Julho 2016. Disponível em: <<http://www.vilavelha.es.gov.br/legislacao/arquivo/Documents/legislacao/html/C462016.html>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

PROENÇA, L. C.; GHISI, E.; FONSECA, D.T.; COELHO, G.M. Potential for electricity savings by reducing potable water consumption in a city scale. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 11, p. 960-965, 2011.

RENON, C. R. **Visita técnica ao edifício Esmeralda**. Entrevista concedida à Carla Cordeiro Gomes, Vitória, 14 jul. 2018.

RODRIGUES, L. **Avaliação da Eficiência de Dispositivos Economizadores de Água em Edifícios Residenciais em Vitória - ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória, 2005.

RODRIGUEZ-NARVAEZ, O.; HERNANDEZ, J.; GOONETILLEKE, A.; BANDALA, E. Treatment technologies for emerging contaminants in water: A review. **Chemical Engineering Journal**, v. 323, p. 361-380, 2017.

ROTARIA DO BRASIL. **Wetlands**: uma solução ecológica de tratamento de efluentes, 2017. Disponível em: <<http://brasil.rotaria.net/wetlands-uma-solucao-ecologica-de-tratamento-de-efluentes/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

SAN DIEGO COUNTY WATER AUTHORITY. **Technical Information for Cooling Towers Using Recycled Water**. San Diego, 2009.

SERRA, Geraldo Gomes. **Pesquisa em arquitetura e urbanismo**: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp, 2006.

SINDUSCON-ES. **31º Censo Imobiliário**. Julho 2017. Disponível em: <[http://www.sinduscon-es.com.br/v2/upload/2282017140041\\_Apresentacao\\_Censo\\_JANEIRO\\_2017%20%20Versao%20Imprensa%20%20Novo.pdf](http://www.sinduscon-es.com.br/v2/upload/2282017140041_Apresentacao_Censo_JANEIRO_2017%20%20Versao%20Imprensa%20%20Novo.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2017.

SINDUSCON-ES. **Composição do CUB**. Setembro 2018. Disponível em: <[http://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/cub\\_composicao.asp?menu2=61](http://www.sinduscon-es.com.br/v2/cgi-bin/cub_composicao.asp?menu2=61)>. Acesso em: 01 out. 2018.

SONG, X.; LUOB, W.; MCDONALD, J.; KHAN, S.; HAIA, F.; HAI, F.; PRICE, W.; NCHIEMD, L. An anaerobic membrane bioreactor–membrane distillation hybrid system for energy recovery and water reuse: Removal performance of organic carbon, nutrients, and trace organic contaminants. **Science of The Total Environment**, v. 628, p. 358-365, 2018.

THITITHANYANONT, N. **Investigation of best practices in water utility management systems in the USA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo**. [s.d.]. Disponível em: <<http://biton.uspnet.usp.br/cirra/>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Núcleo de Bioengenharia Aplicada ao Saneamento da Universidade Federal do Espírito Santo**, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.engenhariaedesenvolvimentosustentavel.ufes.br/pos-graduacao/PPGES>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Laboratório de Tratamento de Águas e Reúso de Efluentes da Universidade Federal do Rio de Janeiro**. 2018. Disponível em: <<http://www.eq.ufrj.br/pesquisa/laboratorios/>>. Acesso em: 05 fev. 2018

UNESCO. **Science for a Sustainable Future**, 2016. Disponível em: <<http://en.unesco.org/themes/science-sustainable-future>>. Acesso em: 06 dez. 2016.

VIEIRA, A.; GHISI, E. Water-energy nexus in low-income houses in Brazil: the influence of integrated on-site water and sewage management strategies on the energy consumption of water and sewerage services. **Journal of cleaner production**, v. 133, p. 145-162, 2016.

VIEIRA, A. S. **Uso racional de água em habitações de interesse social como estratégia para a conservação de energia em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, 2010.

WANKE, R. **Implantação, operação e manutenção das estações de tratamento de águas cinzas claras executadas pela empresa Fluxo**. Entrevista concedida à Carla Cordeiro Gomes. Vitória, 10 maio 2018.

WUROCHEKKE, A.; HARUN, N.; MOHAMED, R.; KASSIM, A. Constructed *Wetland* of *Lepironia Articulata* for household greywater treatment. **APCBEE Procedia**, v. 10, p. 103-109, 2014.

ZHANG, D.; JINADASA, K.; GERSBERG, R.; LIU, Y.; NG, W.; TAN, S. Application of constructed wetlands for wastewater treatment in developing countries—a review of recent developments (2000–2013). **Journal of environmental management**, v. 141, p. 116-131, 2014.

## **APÊNDICE 01**

Consolidação dos resultados das pesquisas das amostragens dos usuários, construtoras, projetistas, fornecedores e gestores públicos.

## APÊNDICE 02

### Lista das populações de cada perfil com quantificação das amostras

Gestores públicos			
	nome	email	Respondido
1	CESAN - assessoria dir. planej e meio ambiente	eduardo.calhau@cesan.com.br	0
2	AGENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO	dph@agerh.es.gov.br	1
3	Secretaria de desenvolvimento da cidade de Vitória	maessa.mendes@gmail.com	1
4	Secretaria de desenvolvimento urbano e mobilidade de Vila Velha	cibeleferreira@vilavelha.es.gov.br	0
5	Secretaria de desenvolvimento urbano de Serra	ana.rangel@serra.es.gov.br	1
total			3
%			60,00%

Fornecedores			
	nome	email	Respondido
1	Fluxo Ambiental	thiago@fluxoambiental.com.br	1
2	Alfamec	odirlei.silva@alfamec.com.br	0
3	Rota Ambiental	administrativo@rotaambiental.com.br	1
4	Acqua Nova	vendas2@acquanova.com.br	0
5	Sergam	sergam@sergam.com.br	1
6	Thermomix	leandro@thermomixbrasil.com.br	1
7	Grupo Alphenz	m.prado.prado1203@gmail.com / contato@alph	0
8	Tecwater	cezar@tecwater.com.br	0
9	Acqua Brasilis	acquabrasilis@acquabrasilis.com.br	1
10	General Water	nataska@generalwater.com.br	1
11	Sanevix	adriano.lopes@sanevix.com.br	1
12	Rotaria do Brasil	contato@brasil.rotaria.com.br	1
13	Wetlantec	contato@wetlantec.com	0
14	DAS Brasil	das@dasbrasil.com.br	0
15	Share Water	diogo@sharewater.com.br	0
16	Puri Azul	liutas@pazul.com.br	0
17	Techfilter	emiliano@techfilter.com.br	0
18	Aquastock	marcos.tbarros@gmail.com	1
19	3P Technik/Acquasave	jack@agua-de-chuva.com	0
total			9
%			47.37%

Construtoras			
	nome	email	Respondido
1	ARGO	bruno@argoconstrutora.com.br	1
2	BARBOSA BARROS	alexandre@barbosabarros.com.br	1
3	CANAL	arquiteto3@construtora canal.com.br	0
4	DE CASTRO ENGENHARIA	bruno.bianchine@decastroengenharia.com.br	1
5	GALWAN	blenda.coutinho@galwan.com.br	1
6	GRAND	karolyne.simonasse@argoconstrutora.com.br	1
7	ÉPURA	matilde@construtoraepura.com	1
8	JAVE CONSTRUÇOES	wolmar@javeconstrutora.com.br	0
9	KEMP ENGENHARIA	silvia@kempengenharia.com.br	1
10	LORENTE EMPREENDEIMENTOS	claudio@lorente.com.br	1
11	MAZZINI GOMES	caroline.cruz@mazzinigomes.com.br	1
12	METRON/INOCOOPES	miria@metronengenharia.com.br	1
13	MORAR	julianaz@morar.com.br	1
14	MRV ENGENHARIA	juliana@mr.com.br	0
15	ORION ENGENHARIA	daiane@orionengenharia.com.br	1
16	CITTÁ	cabral@citta.com.br	1
17	PROENG	vanessa@grupoproeng.com.br	1
18	EDIFICAR	engenharia@edificarconstrutora.com.br	0
19	SANTOS NEVES	zelia@santosneves.com.br	0
total			14
%			73.68%

(Continua)

<b>Projetistas (arquitetos e engenheiros)</b>			
	nome	email	Respondido
1	DG projetos	bernardo.grasselli@gmail.com	1
2	Renzo Capelini	contato@renzocapelini.com	1
3	Alvarenga	adriane@alvarengaarquitectos.com.br	1
4	Calmon Arquitetura	carlosetuado@calmonarquitetura.com	1
5	Kennedy Vianna	diretoria@arkteto.com.br	1
6	Pretti	andressajabour@hotmail.com	1
7	Lacerda	roberta.lirio@gmail.com	1
8	Cláudio Leone	claudio@leonearquitetura.com.br	1
9	Regina Morandi	regina@reginamorandi.com.br	1
10	Lucas Weber	lucas@bwarquitetura.com.br	1
11	Fábio Faria	fabio@acoplanarquitectos.com.br	1
12	KL projetos	klprojetos.com.br	1
13	Magrini	magrini@magrini.com.br	1
14	Eulália	eulalia_ana@yahoo.com.br	1
15	Of Caran	of.caran@terra.com.br	1
16	Antônio Peruch	a.peruch@uol.com.br	1
17	Gerplan	lucas@gerplan.com.br	1
18	Power tech	eng18382@gmail.com	1
19	Adesso	contato@adessoengenharia.com.br	1
20	HR Projetos	hrprojetos01@gmail.com	1
	total		20
	%		100.00%

## APÊNDICE 03

## Orçamento dos custos unitários/metro linear de tubos

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.	
<b>DN25</b>	<b>Tubo de PVC Soldável DN25 - Água Fria</b>					<b>TCPO 15 142.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL	
		A - MÃO DE OBRA				10,66	
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,400000	12,19	4,88	
		ENCANADOR	H	0,400000	14,45	5,78	
		B - MATERIAIS				3,72	
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,000300	27,01	0,01	
		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN25MM	M	1,600000	2,30	3,68	
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,000704	41,90	0,03	
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00	
<b>RESUMO</b>							
MÃO DE OBRA (A)						10,66	
MATERIAIS (B)						3,72	
EQUIPAMENTOS (C)						0,00	
ENCARGOS SOCIAIS			PERCENTUAL:			0,00	
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>14,38</b>	
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>17,91</b>	
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.	
<b>DN32</b>	<b>Tubo de PVC Soldável DN32 - Água Fria</b>					<b>TCPO 15 142.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL	
		A - MÃO DE OBRA				11,99	
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,450000	12,19	5,49	
		ENCANADOR	H	0,450000	14,45	6,50	
		B - MATERIAIS				9,80	
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,000500	27,01	0,01	
		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN32MM	M	1,500000	6,50	9,75	
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,000968	41,90	0,04	
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00	

RESUMO							
MÃO DE OBRA (A)						11,99	
MATERIAIS (B)						9,80	
EQUIPAMENTOS (C)						0,00	
ENCARGOS SOCIAIS					PERCENTUAL:	0,00	
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>21,79</b>	
<b>TOTAL COM BDI</b>						<b>24,52%</b> <b>27,13</b>	
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.	
<b>DN40</b>	<b>Tubo de PVC Soldável DN40 - Água Fria</b>					<b>TCPO 15 142.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL	
		A - MÃO DE OBRA				13,33	
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,500000	12,19	6,10	
		ENCANADOR	H	0,500000	14,45	7,23	
		B - MATERIAIS				12,55	
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,000500	27,01	0,01	
		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN40MM	M	1,500000	8,33	12,50	
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,001060	41,90	0,04	
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00	
RESUMO							
MÃO DE OBRA (A)						13,33	
MATERIAIS (B)						12,55	
EQUIPAMENTOS (C)						0,00	
ENCARGOS SOCIAIS					PERCENTUAL:	0,00	
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>25,88</b>	
<b>TOTAL COM BDI</b>						<b>24,52%</b> <b>32,23</b>	
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.	
<b>DN50</b>	<b>Tubo de PVC Soldável DN50 - Água Fria</b>					<b>TCPO 15 142.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL	
		A - MÃO DE OBRA				15,98	
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,600000	12,19	7,31	
		ENCANADOR	H	0,600000	14,45	8,67	
		B - MATERIAIS				12,68	
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,000700	27,01	0,02	
		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN50MM	M	1,400000	9,00	12,60	
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,001500	41,90	0,06	

		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
<b>RESUMO</b>						
MÃO DE OBRA (A)						15,98
MATERIAIS (B)						12,68
EQUIPAMENTOS (C)						0,00
ENCARGOS SOCIAIS					PERCENTUAL:	0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>28,66</b>
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>35,69</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DO SERVIÇO</b>					<b>UNID.</b>
<b>DN60</b>	<b>Tubo de PVC Soldável DN60 - Água Fria</b>				<b>TCPO 15 142.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL
		A - MÃO DE OBRA				18,65
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,700000	12,19	8,53
		ENCANADOR	H	0,700000	14,45	10,12
		B - MATERIAIS				28,33
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,000800	27,01	0,02
		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN60MM	M	1,400000	20,17	28,23
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,001940	41,90	0,08
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
<b>RESUMO</b>						
MÃO DE OBRA (A)						18,65
MATERIAIS (B)						28,33
EQUIPAMENTOS (C)						0,00
ENCARGOS SOCIAIS					PERCENTUAL:	0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>46,98</b>
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>58,50</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DO SERVIÇO</b>					<b>UNID.</b>
<b>DN140</b>	<b>Tubo de PVC Soldável DN140 - Água Fria</b>				<b>TCPO 15 142.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL
		A - MÃO DE OBRA				34,64
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	1,300000	12,19	15,85
		ENCANADOR	H	1,300000	14,45	18,79
		B - MATERIAIS				36,34
		SOLUÇÃO LIMPADORA PARA PVC RÍGIDO	L	0,003300	27,01	0,09

		TUBO SOLDÁVEL DE PVC MARROM PARA AGUA FRIA DN140MM	M	1,200000	30,00	36,00
		ADESIVO PARA TUBO DE PVC	KG	0,005890	41,90	0,25
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
<b>RESUMO</b>						
MÃO DE OBRA (A)						34,64
MATERIAIS (B)						36,34
EQUIPAMENTOS (C)						0,00
ENCARGOS SOCIAIS				PERCENTUAL:		0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>70,98</b>
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>88,38</b>
<b>ITEM</b>					<b>DESCRIÇÃO DO SERVIÇO</b>	<b>UNID.</b>
<b>DN40</b>	<b>Tubo de PVC branco DN 40 ponta, bolsa e virola - Esgoto</b>				<b>TCPO 15 152.8.22</b>	<b>m</b>
FORTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL
		A - MÃO DE OBRA				15,98
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,600000	12,19	7,31
		ENCANADOR	H	0,600000	14,45	8,67
		B - MATERIAIS				5,32
		ANEL DE BORRACHA PARA TUBO PVC PARA ESGOTO SÉNE NORMAL (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 40.00 MM)	UND	0,330000	1,20	0,40
		PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBO DE PVC	KG	0,001000	24,56	0,02
		TUBO PVC BRANCO SERIE NORMAL PARA ESGOTO DN40MM	M	1,400000	3,50	4,90
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
<b>RESUMO</b>						
MÃO DE OBRA (A)						15,98
MATERIAIS (B)						5,32
EQUIPAMENTOS (C)						0,00
ENCARGOS SOCIAIS				PERCENTUAL:		0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>21,30</b>
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>26,52</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DO SERVIÇO</b>					<b>UNID.</b>
<b>DN50</b>	<b>Tubo de PVC branco DN 50 ponta, bolsa e virola - Esgoto</b>				<b>TCPO 15 152.8.22</b>	<b>m</b>
FORTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL
		A - MÃO DE OBRA				18,65

		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	0,700000	12,19	8,53
		ENCANADOR	H	0,700000	14,45	10,12
		B - MATERIAIS				8,87
		ANEL DE BORRACHA PARA TUBO PVC PARA ESGOTO SÉNE NORMAL (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 50.00 MM)	UND	0,330000	1,20	0,40
		PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBO DE PVC	KG	0,003000	24,56	0,07
		TUBO PVC BRANCO SERIE NORMAL PARA ESGOTO DN50MM	M	1,400000	6,00	8,40
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
<b>RESUMO</b>						
MÃO DE OBRA (A)						18,65
MATERIAIS (B)						8,87
EQUIPAMENTOS (C)						0,00
ENCARGOS SOCIAIS				PERCENTUAL:		0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>27,52</b>
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>34,27</b>
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.
<b>DN75</b>	<b>Tubo de PVC branco DN 75 ponta, bolsa e virola - Esgoto</b>				<b>TCPO 15 152.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL
		A - MÃO DE OBRA				26,64
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	1,000000	12,19	12,19
		ENCANADOR	H	1,000000	14,45	14,45
		B - MATERIAIS				12,65
		ANEL DE BORRACHA PARA TUBO PVC PARA ESGOTO SÉNE NORMAL (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 75.00 MM)	UND	0,330000	1,20	0,40
		PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBO DE PVC	KG	0,005000	24,56	0,12
		TUBO PVC BRANCO SERIE NORMAL PARA ESGOTO DN75MM	M	1,300000	9,33	12,13
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00
<b>RESUMO</b>						
MÃO DE OBRA (A)						26,64
MATERIAIS (B)						12,65
EQUIPAMENTOS (C)						0,00
ENCARGOS SOCIAIS				PERCENTUAL:		0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>39,29</b>

TOTAL COM BDI					24,52%	48,92	
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.	
<b>DN100</b>	<b>Tubo de PVC branco DN 100 ponta, bolsa e virola - Esgoto</b>					<b>TCPO 15 152.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL	
		A - MÃO DE OBRA				29,31	
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	1,100000	12,19	13,41	
		ENCANADOR	H	1,100000	14,45	15,90	
		B - MATERIAIS				10,99	
		ANEL DE BORRACHA PARA TUBO PVC PARA ESGOTO SÉNE NORMAL (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 100.00 MM)	UND	0,330000	1,20	0,40	
		PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBO DE PVC	KG	0,007700	24,56	0,19	
		TUBO PVC BRANCO SERIE NORMAL PARA ESGOTO DN100MM	M	1,300000	8,00	10,40	
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00	
<b>RESUMO</b>							
MÃO DE OBRA (A)						29,31	
MATERIAIS (B)						10,99	
EQUIPAMENTOS (C)						0,00	
ENCARGOS SOCIAIS			PERCENTUAL:			0,00	
<b>TOTAL SEM BDI</b>						<b>40,30</b>	
<b>TOTAL COM BDI</b>					<b>24,52%</b>	<b>50,18</b>	
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO					UNID.	
<b>DN150</b>	<b>Tubo de PVC branco DN 150 ponta, bolsa e virola - Esgoto</b>					<b>TCPO 15 152.8.22</b>	<b>m</b>
FONTE	CÓDIGO	COMPONENTE	UNID.	COEF.	PREÇO	TOTAL	
		A - MÃO DE OBRA				31,97	
		AJUDANTE DE ENCANADOR	H	1,200000	12,19	14,63	
		ENCANADOR	H	1,200000	14,45	17,34	
		B - MATERIAIS				37,45	
		ANEL DE BORRACHA PARA TUBO PVC PARA ESGOTO SÉNE NORMAL (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 150.00 MM)	UND	0,330000	1,20	0,40	
		PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBO DE PVC	KG	0,009000	24,56	0,22	
		TUBO PVC BRANCO SERIE NORMAL PARA ESGOTO DN150MM	M	1,300000	28,33	36,83	
		C - EQUIPAMENTOS/ SERVIÇOS				0,00	
<b>RESUMO</b>							

MÃO DE OBRA (A)			31,97
MATERIAIS (B)			37,45
EQUIPAMENTOS (C)			0,00
ENCARGOS SOCIAIS	PERCENTUAL:		0,00
<b>TOTAL SEM BDI</b>			<b>69,42</b>
<b>TOTAL COM BDI</b>			<b>86,44</b>
			<b>24,52%</b>

## APÊNDICE 04

Orçamento dos custos diretos da obra do edifício Royal Blue, dos itens com interferência do sistema ETAC sem *wetland*.

GRUPO DE SERVIÇOS	ORÇAMENTO DO PRÉDIO SEM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA		ACRÉSCIMOS DE CUSTO DEVIDO A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA		ACRÉSCIMO DEVIDO AO SISTEMA DE REÚSO %
	R\$	%	R\$	%	
PROJETOS	498.798,09	4,08%	2.653,54	1,39%	0,02%
SUPRA-ESTRUTURA	2.438.975,96	19,95%	31.117,10	16,30%	0,25%
PAREDES E PAINÉIS	503.688,27	4,12%	1.049,96	0,55%	0,01%
ESQUADRIAS DE FERRO	78.242,84	0,64%	2.329,01	1,22%	0,02%
COBERTURAS / IMPERMEABILIZAÇÕES	174.823,84	1,43%	3.856,23	2,02%	0,03%
REVESTIMENTO PAREDES EXTERNAS	779.983,29	6,38%	3.512,61	1,84%	0,03%
PINTURA INTERNA / EXTERNA	383.878,92	3,14%	1.355,41	0,71%	0,01%
PAVIMENTAÇÃO / SOLEIRAS / PEITORIS	1.100.289,91	9,00%	2.558,09	1,34%	0,02%
INSTALAÇÃO ELÉTRICA / TELEFÔNICA	282.407,74	2,31%	1.909,02	1,00%	0,02%
INSTALAÇÃO HIDRO-SANITÁRIA-ÁGUA/ESGOTO	206.609,99	1,69%	10.385,09	5,44%	0,08%
INSTALAÇÕES MECÂNICAS	369.208,39	3,02%	5.078,01	2,66%	0,04%
INSTALAÇÃO DA ETE			122.387,57	64,11%	1,00%
REGISTROS	400.994,54	3,28%	2.634,45	1,38%	0,02%
SERVIÇOS DE REVISÃO DE PROJETO	34.231,24	0,28%	76,36	0,04%	0,00%
<b>SUBTOTAL ORÇAMENTO - CUSTO DIRETO</b>	<b>R\$ 12.225.443,40</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$ 190.902,47</b>	<b>100,00%</b>	<b>1,56%</b>
<b>TOTAL ORÇAMENTO COM ETAC SEM WETLAND - CUSTO DIRETO</b>	<b>R\$ 12.416.345,87</b>				

Fonte: Adaptado de Leitão (2004).

**ANEXO 01**

Memorial de cálculo da comparação da taxa de infiltração da área permeável x vazão do tanque *wetland*.

**Precipitação (INMET)**

$$P = 1250\text{mm/ano} = 1,25\text{m/ano} = 1,25\text{M}^3/\text{AO}$$

**Infiltração pela área permeável**

$$A = 40\text{m}^2$$

$$\text{Taxa de infiltração} = 1,25\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ano}$$

$$\text{Vazão de infiltração} = 40\text{m}^2 \times 1,25\text{m}^3/\text{m}^2.\text{ano} = 50\text{m}^3/\text{ano}$$

**Vazão de tanque wetland**

$$\text{Área} = 40\text{m}^2 \text{ (TABELA 9)}$$

$$\text{Vazão} = 9\text{m}^3/\text{dia} \text{ (TABELA 9)}$$

$$\text{Vazão anual} = 9\text{m}^3/\text{dia} \times 365 \text{ dias} = 3285\text{m}^3/\text{ano}$$